

Pengembangan e-Modul Berbasis *Understanding by Design* Berdasarkan *Cognitive Load Theory* untuk Meningkatkan Kemampuan Kreativitas Matematis

Vini, Husni Sabil , Ranisa Junita 

How to cite : Vini, V., Sabil, H., & Junita, R. (2025). Pengembangan e-Modul Berbasis Understanding by Design Berdasarkan Cognitive Load Theory untuk Meningkatkan Kemampuan Kreativitas Matematis. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 5(1), 368–382. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v5i1.2791>

To link to this article : <https://doi.org/10.51574/kognitif.v5i1.2791>



Opened Access Article



Published Online on 27 March 2025



Submit your paper to this journal



Pengembangan e-Modul Berbasis *Understanding by Design* Berdasarkan *Cognitive Load Theory* untuk Meningkatkan Kemampuan Kreativitas Matematis

Vini^{1*}, Husni Sabil² , Ranisa Junita³ 

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Jambi

Article Info

Article history:

Received Feb 23, 2025

Accepted Mar 18, 2025

Published Online Mar 27, 2025

Keywords:

e-Modul

Understanding by Design

Cognitive Load Theory

Kemampuan Kreativitas

Matematis

ABSTRAK

Rendahnya kemampuan kreativitas matematis siswa dan tingginya beban kognitif siswa akibat proses pembelajaran yang belum berjalan optimal. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa melalui pengembangan bahan ajar berupa e-modul berbasis *Understanding by Design* berdasarkan *Cognitive Load Theory*. Kami menggunakan pendekatan *research and develop* (R&D) dengan model ADDIE. Instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah lembar validasi (materi dan desain) e-modul, lembar praktikalitas e-modul (uji coba perorangan dan uji coba kelompok kecil), lembar efektivitas e-modul dan tes kemampuan kreativitas matematis siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul berbasis *Understanding by Design* berdasarkan *Cognitive Load Theory* memenuhi kriteria kualitas produk yang meliputi kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Dimana untuk aspek kevalidan diperoleh persentase skor penilaian sebesar 81,05% dengan kriteria “Sangat Valid” pada segi materi dan skor 90% yang termasuk kedalam kriteria “Sangat Valid” pada segi desain. Untuk aspek kepraktisan, diperoleh persentase skor sebesar 93,84% tergolong kriteria “Sangat Praktis” dari hasil praktikalitas oleh guru dan skor 86,91% dengan kriteria “Sangat Praktis” dari hasil praktikalitas oleh siswa. Untuk aspek keefektifan, diperoleh persentase skor 90,70% yang tergolong kriteria “Sangat Efektif”, kemudian diperoleh rata – rata persentase kemampuan kreativitas matematis siswa sebesar 65,29% dengan kriteria “Kreatif” dan diperoleh rata – rata persentase beban kognitif siswa sebesar 46,34% dengan kriteria “Agak Mudah”, sehingga bahan ajar dinyatakan efektif dalam rangka meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa dan bisa mengurangi beban kognitif siswa.



This is an open access under the CC-BY-SA licence



Corresponding Author:

Vini,

Program Studi Pendidikan Matematika,

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Jambi,

Mendalo Darat, Jambi

Email: vinividi242@gmail.com

Pendahuluan

Peningkatan dan pemerataan mutu pembelajaran adalah tantangan utama dalam pembangunan pendidikan di Indonesia. Pemerintah telah melakukan banyak hal untuk meningkatkan mutu pendidikan, salah satu langkah penting yang diambil adalah melalui Peraturan Mendikbudristek No. 12 Tahun 2024. Dengan peraturan ini, pemerintah secara resmi menetapkan Kurikulum Merdeka sebagai kerangka dasar dan struktur kurikulum yang akan diterapkan di seluruh lembaga pendidikan di Indonesia. Sebagaimana yang disampaikan [Wahyudin et al., \(2024\)](#) Kurikulum Merdeka bertujuan untuk memberikan pendidikan yang bermakna dan efektif yang meningkatkan akhlak mulia, iman dan ketaqwaan siswa. Selanjutnya, kurikulum ini juga bertujuan untuk membentuk siswa sebagai pembelajar yang berkarakter Pancasila.

Upaya pendidikan untuk mewujudkan pelajar yang memiliki karakter pancasila salah satunya adalah melalui pembelajaran matematika. Sesuai dengan yang disampaikan oleh [Dwi et al., \(2023\)](#), fokus utama dalam pengajaran matematika adalah mencapai tujuan belajar yang sejalan dengan profil pelajar Pancasila. Profil pelajar Pancasila ini mencakup pengembangan berbagai aspek yang tidak hanya terbatas pada ranah kognitif (pengetahuan atau keterampilan berpikir), tetapi juga melibatkan dua aspek lainnya, yaitu psikomotorik (keterampilan fisik atau motorik) dan afektif (nilai, sikap, dan emosi). Dengan kata lain, pengajaran matematika tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir siswa, tetapi juga untuk membentuk sikap dan keterampilan yang sesuai dengan karakteristik masyarakat Indonesia serta masyarakat dunia secara keseluruhan.

Salah satu materi dalam pada pelajaran matematika yang dapat memberikan cara berpikir sistematis, kreatif, logis, dan kritis adalah geometri. Menurut [Nopriana \(2015\)](#) serta [Fitri & Yudhi \(2021\)](#), geometri adalah penyederhanaan dari pengalaman spasial dan visual, seperti bidang, pengukuran, pemetaan, dan pola. [Safrina et al., \(2014\)](#) mengatakan bahwa Usiskin (1982) menjelaskan mengapa mempelajari geometri sangat penting. Pertama, karena geometri adalah satu – satunya ranah matematika yang bisa menghubungkan bentuk fisik dunia nyata dengan matematika. Kemudian, karena geometri kita dapat memvisualisasikan konsep matematika. Serta terakhir, karena geometri mampu memberikan banyak contoh sistem matematika.

Namun, fakta yang ada dilapangan menunjukkan bahwa siswa memiliki hasil belajar geometri yang rendah, dan bahkan banyak siswa yang mengalami kesulitan untuk mempelajarinya. Sebagaimana hasil tes yang dilakukan PISA tahun 2022 oleh OECD tentang kemampuan matematika siswa di dunia. Meskipun peringkat Indonesia naik 5 posisi, yakni berada di peringkat 68 namun jumlah skor menunjukkan penyusutan hasil belajar secara global karena pandemi, yaitu dengan skor matematika 379 ([PISA, 2023](#)).

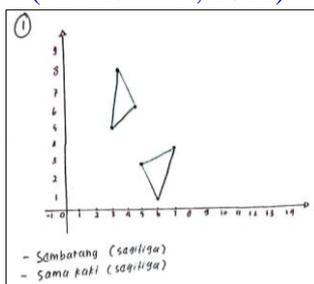
Survei PISA mencakup berbagai topik dan materi dalam bidang matematika. PISA membatasi empat konten utama dalam penilaian internasional tersebut, yaitu ruang dan bentuk atau *space and shape*, ketidakpastian dan data atau biasa dikenal dengan *uncertainty and data*, perubahan dan hubungan atau *change and relationship* dan juga kuantitas atau biasa dikenal dengan *quantity*. Dari keempat konten utama PISA yang diuji, konten *space and shape* atau biasa kita sebut ruang dan bentuk memiliki hasil yang buruk. [Mahdiansyah & Rahmawati \(2014\)](#) mengartikan hal tersebut, bahwa siswa memiliki pemahaman yang buruk tentang materi pengukuran dan geometri.

Geometri sangat berkaitan dengan konsep abstrak yang membutuhkan kemampuan kreativitas matematis untuk melihat masalah matematika dari berbagai perspektif. Salah satu bidang geometri yang memerlukan kemampuan kreativitas matematis siswa adalah Geometri Transformasi. Namun, banyak siswa masih menghadapi kesulitan dengan bidang materi

tersebut. Pemahaman yang buruk tentang geometri transformasi menyebabkan pemahaman yang buruk tentang materi di tingkat yang lebih tinggi.

Menurut [Sintawati & Mardati \(2023\)](#) serta [Andiyana et al., \(2018\)](#), kemampuan kreativitas matematis siswa atau yang juga disebut kemampuan berpikir kreatif, adalah kemampuan untuk melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda dan menemukan solusi yang inovatif dan berbeda untuk mengatasinya. Kemampuan ini melibatkan beberapa aspek utama, antara lain *originality* (keaslian), *fluency* (kefasihan) dan *flexibility* (keluwesan). Dalam konteks pendidikan, kemampuan kreativitas matematis juga melibatkan kemampuan siswa untuk melihat masalah matematika dari berbagai sudut pandang, menggunakan metode dan pendekatan yang tidak konvensional. Kemampuan ini penting untuk mendorong pemikiran kritis dan inovatif dalam belajar matematika.

Berdasarkan penjelasan diatas maka sangat penting untuk mengembangkan kemampuan kreativitas matematis siswa di sekolah. Namun, menurut hasil temuan dari *Trend International Mathematics and Science Study* atau TIMMS yang menyatakan bahwa hanyalah 2% siswa Indonesia yang mampu menyelesaikan soal – soal yang berada di kategori *high and advance* yang membutuhkan kemampuan kreativitas matematis dalam menyelesaikannya. Hal ini menggambarkan bahwa tingkat kemampuan kreativitas matematis siswa di Indonesia masih tergolong rendah, karena hanya sebagian kecil siswa yang mampu mengatasi soal – soal yang membutuhkan kemampuan kreativitas matematis siswa. Atau dengan kata lain, kemampuan siswa Indonesia dalam menghadapi tantangan matematika yang memerlukan pemikiran di luar pola konvensional masih belum optimal ([Mullis et al., 2012](#)).



Gambar 1. Salah Satu Hasil Observasi

Berdasarkan studi awal kami, terlihat rendahnya kemampuan kreativitas matematis siswa yang ditunjukkan melalui hasil tes kemampuan kreativitas matematis siswa yang diberikan kepada semua siswa. Didapatkan informasi bahwa persentase kemampuan kreativitas matematis siswa tergolong kurang kreatif yaitu sebesar 20,31%. [Gambar 1](#) menunjukkan bahwa siswa kurang mampu mengerjakan soal terkait Geometri dimana siswa kurang mampu untuk menyelesaikan soal dengan jawaban yang tepat dan tidak tunggal. Selain itu, dapat di lihat berdasarkan hasil wawancara bersama guru ata pelajaran matematika diperoleh informasi bahwa guru mengajar di kelas hanya menggunakan bahan ajar yang tersedia yakni buku paket Matematika Tingkat Lanjut kelas XI SMA Kurikulum Merdeka. Peneliti juga melakukan observasi terkait beban kognitif instrinsik siswa. Diperoleh informasi bahwa persentase beban kognitif materi (intrinsik) terhadap siswa tergolong kategori sulit yaitu sebesar 77,14%.

Berdasarkan hal tersebut, kemampuan kreativitas matematis siswa yang masih berada pada tingkat rendah disebabkan oleh beban kognitif sehingga siswa belum dapat memproses informasi secara efektif dan memperoleh pemahaman yang mendalam. Diantaranya, kesulitan inheren dari materi yang dipelajari dan kegiatan pembelajaran matematika yang masih cenderung monoton. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [Yohanes et al., \(2016\)](#) sebelumnya yang menjelaskan beban kognitif siswa ketika mempelajari matematika pada bidang materi geometri. Siswa menghadapi kesulitan antara lain sulitnya dalam

membayangkan jarak, kedudukan dan besar sudut. Siswa juga menganggap situasi kelas tidak nyaman karena gaduh dan metode mengajar guru terlalu cepat.

Menurut Mustabil dalam [Senjayawati et al., \(2023\)](#) *cognitive load theory* (CLT) merupakan salah satu teori yang membahas tentang beban kognitif. Berdasarkan pernyataan [Sweller et al., \(2011\)](#) teori beban kognitif, yang berasal dari teori instruksional dan didasarkan pada arsitektur kognitif manusia, mengidentifikasi tiga jenis sumber beban kognitif yang perlu diperhatikan. Pertama, *intrinsic cognitive load* atau dikenal dengan beban kognitif intrinsik berkaitan dengan tingkat kerumitan materi yang akan dipelajari, semakin kompleks materi, semakin tinggi beban kognitif intrinsiknya. Kedua, *extrinsic cognitive load* atau dikenal dengan beban kognitif ekstrinsik berkaitan dengan cara materi disajikan, yang dapat mempengaruhi tingkat kesulitan dalam pemahaman materi tersebut. Ketiga *german cognitive load* atau dikenal dengan beban kognitif konstruktif merujuk pada beban yang diperlukan untuk mendalami dan memahami materi secara mendalam, yang berfokus pada proses pengorganisasian dan penghubungan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah ada. Ketiga jenis beban kognitif ini penting untuk diperhatikan agar proses pembelajaran dapat berjalan secara efektif dan optimal.

Cara materi disajikan, metode, media, dan strategi yang dipakai dalam kegiatan pembelajaran adalah semua faktor yang dapat memengaruhi beban kognitif ekstrinsik. Jika materi disajikan oleh guru dengan baik, maka beban kognitif ekstrinsik akan mengalami penurunan. Dengan demikian akibat dari beban kognitif ekstrinsik yang semakin menurun, beban kognitif konstruktif akan mengalami peningkatan. Peningkatan ini akan membantu siswa membuat informasi menjadi pengalaman yang bermakna. *Cognitive load theory* yang didasarkan pada informasi tentang kognisi manusia, juga merupakan dasar untuk desain instruksional yang dibangun. Tujuannya adalah agar bahan yang diberikan kepada siswa dapat diproses dengan baik sehingga konsep pengetahuan dapat disimpan dengan baik dalam ingatan jangka panjang.

Akibat dari pembelajaran yang masih monoton, terjadi ketidakseimbangan antara beban yang dibawa oleh materi dan cara penyajian materi. Dengan mempertimbangkan beban kognitif yang dapat menghambat pembelajaran, dapat digunakan solusi berupa pengembangan perangkat pembelajaran yang sesuai dengan kondisi kelas yang dapat membantu meningkatkan desain instruksional dan mengurangi beban kognitif yang menghambat pembelajaran. Terutama beban kognitif ekstrinsik, yang merupakan faktor yang dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran.

Maka, peneliti mempunyai keinginan untuk memberikan pembelajaran geometri transformasi yang inovatif dengan mengembangkan sebuah bahan ajar berupa modul elektronik atau *e-modul*. Selain itu, bahan ajar ini juga mendukung pemerintah dalam mewujudkan kurikulum merdeka dan menyesuaikan tuntutan digitalisasi serta kemandirian belajar siswa. Menurut [Putri et al., \(2022\)](#) dan [Maulida et al., \(2022\)](#), modul elektronik atau disapa dengan *e-modul* merupakan media pembelajaran elektronik yang diintegrasikan dengan konten multimedia yang memuat informasi yang didukung dengan teknologi audio visual yang nantinya akan memiliki tampilan *flipbook* seperti buku elektronik. Oleh karena itu penerapan modul elektronik akan memudahkan siswa dalam mempelajari dan memahami materi yang akan disampaikan serta akan sangat menarik bagi siswa.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh [Haryati et al., \(2023\)](#), yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar E-Learning Berbasis *Cognitive Load Theory*", penelitian ini menunjukkan bahwa *e-modul* yang dikembangkan terbukti efektif, praktis, dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. *e-Modul* tersebut menggunakan teknologi *flip pdf professional* sebagai sarana untuk menyajikan materi. Dengan kata lain, teknologi *flip pdf professional* digunakan dalam pengembangan bahan ajar tersebut dan hasilnya menunjukkan bahwa *e-modul* ini berhasil mencapai tujuan yang diinginkan, baik dari segi efektivitas,

kemudahan penggunaannya, maupun kelayakannya dalam mendukung proses pembelajaran. Hasil penilaian dari ahli media menunjukkan *e*-modul tersebut memiliki tingkat keefektifan sebesar 76%, yang masuk dalam kategori valid. Selain itu, uji coba produk kepada siswa menghasilkan respons positif sebesar 86,07%, yang juga tergolong valid. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa *e*-modul berbasis *Cognitive Load Theory* memiliki validitas tinggi dan layak digunakan untuk mendukung proses pembelajaran.

Agar mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan, *e*-modul yang dikembangkan diintegrasikan dengan suatu pendekatan. Pendekatan yang diterapkan dalam rangka peningkatan kreativitas matematis siswa adalah pendekatan *understanding by design*. Pendekatan *understanding by design* membantu memastikan bahwa pengajaran dan pembelajaran lebih terfokus pada hasil yang signifikan dan relevan bagi siswa, serta memungkinkan mereka untuk memperoleh pemahaman yang lebih luas dan keterampilan yang tidak terbatas pada satu kondisi saja.

Menurut Wiggins & McTighe (2005), UbD atau *Understanding by Design* adalah sebuah kerangka atau alat yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Ini berarti bahwa UbD memberikan panduan atau struktur yang jelas dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran agar dapat mencapai hasil yang diinginkan. Selanjutnya, Rahadi et al., (2023) menyatakan bahwa *Understanding by Design* merupakan suatu pendekatan dalam pembelajaran yang menekankan pada perencanaan dan penyusunan proses pembelajaran dengan menggunakan metode yang disebut *backward design* atau desain pembelajaran terbalik. Dalam pendekatan ini, perencanaan dimulai dengan menetapkan tujuan akhir atau hasil yang ingin dicapai, baru kemudian merancang langkah – langkah dan strategi pembelajaran yang sesuai untuk mencapai tujuan tersebut. Dengan kata lain, perencanaan pembelajaran tidak dimulai dari materi atau kegiatan yang akan dilakukan, melainkan dimulai dengan mengidentifikasi tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Penyusunan dimulai dengan standar yang diinginkan (tujuan pembelajaran), kemudian berdasarkan bukti pembelajaran (*assessment* berdasarkan standar), dan selanjutnya perencanaan pengalaman belajar. Dengan berorientasi pada hasil akhir dari pembelajaran, maka guru bukan hanya sekadar mengajar, tetapi juga mengarahkan keberhasilan yang bermakna.

Dalam proses pembelajaran, implementasi *understanding by design* (UbD) sangat diperlukan. Dengan menggunakan kerangka kerja *understanding by design* (UbD), guru dapat memastikan bahwa penilaian, konten, dan kurikulum yang diterapkan selaras dengan hasil dan keterampilan spesifik yang ingin dicapai oleh siswa. UbD memfokuskan pada perencanaan pembelajaran yang dimulai dengan tujuan yang jelas, memastikan bahwa semua elemen pembelajaran mendukung pencapaian tujuan tersebut. Hal ini sejalan dengan prinsip Kurikulum Merdeka, di mana guru diharuskan untuk terlebih dahulu mengevaluasi kemampuan siswa sebelum merencanakan kegiatan belajar mengajar. Hal ini akan berfungsi sebagai referensi untuk merencanakan bahan ajar, media pembelajaran dan proses belajar mengajar yang akan digunakan oleh guru.

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan di atas, karena itu dikembangkan sebuah bahan ajar berupa *e*-modul berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory* dalam rangka meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa pada materi geometri transformasi. Karena itu, penelitian dengan judul “Pengembangan *e*-Modul Berbasis *Understanding By Design* Berdasarkan *Cognitive Load Theory* Untuk Meningkatkan Kemampuan Kreativitas Matematis Siswa Pada Materi Geometri Transformasi” menarik minat peneliti.

Metode

Jenis Penelitian

Jenis penelitian dan pengembangan atau *research and develop* (R&D) digunakan untuk menjawab rumusan permasalahan pada penelitian ini. Dimana *research and develop* merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan atau menghasilkan sebuah produk baru ataupun menyempurnakan suatu produk yang sudah ada sebelumnya dan kemudian diuji kelayakan serta keefektifan produknya. Dengan demikian, R&D tidak hanya menciptakan produk, tetapi juga mengevaluasi sejauh mana produk tersebut berhasil memenuhi harapan. Dalam penelitian pengembangan ini, digunakan model pengembangan ADDIE. Adapun menurut Branch (2009), tahapannya terdiri atas *analyze* atau tahap analisis, *design* atau tahap perancangan, *develop* atau tahap pengembangan, *implement* atau tahap implementasi, dan *evaluate* atau tahap evaluasi.

Subjek

Penelitian ini melibatkan dua dosen dari program studi Pendidikan Matematika di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi, masing – masing bertugas sebagai ahli materi dan desain. Guru matematika kelas XI SMAN Purwodadi kemudian mengikuti uji coba perorangan. Siswa kelas XI IPA 2 SMAN Purwodadi kemudian mengikuti uji coba kelompok kecil, dengan 9 siswa yang dipilih secara acak. Selanjutnya, 35 siswa dari kelas XI IPA 2 SMAN Purwodadi mengikuti uji coba kelompok besar.

Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen berupa angket validasi materi, angket validasi desain, angket praktikalitas *e*-modul (guru), angket praktikalitas *e*-modul (siswa), angket efektifitas *e*-modul dan tes kemampuan kreativitas matematis siswa serta beban kognitif siswa. Sebelum digunakan, instrumen tersebut divalidasi oleh ahli instrumen terlebih dahulu untuk mendapatkan instrumen yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Hasil validasi instrumen penelitian oleh ahli instrumen dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Instrumen Penelitian

Instrumen	Jumlah Skor diperoleh	Jumlah Skor Maksimal	Persentase Validitas	Kriteria
Angket Validasi Materi <i>e</i> -Modul	37	45	82,22%	Sangat Valid
Angket Validasi Desain <i>e</i> -Modul	38	45	84,44%	Sangat Valid
Angket Praktikalitas <i>e</i> -Modul (Guru)	39	45	86,66%	Sangat Valid
Angket Praktikalitas <i>e</i> -Modul (Siswa)	40	45	88,88%	Sangat Valid
Angket Efektivitas <i>e</i> -Modul	36	45	80%	Valid

Tes kemampuan kreativitas matematis diberikan pada tahap implementasi *e*-modul berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory* pada materi geometri transformasi siswa dengan tujuan untuk mengetahui keefektifan produk yang dikembangkan. Tabel 2 menunjukkan kisi tes kemampuan kreativitas matematis siswa.

Tabel 2. Kisi-Kisi Tes Kemampuan Kreativitas Matematis Siswa

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Kreativitas Matematis	No. Butir
Berpikir kreatif dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan geometri transformasi	<ul style="list-style-type: none"> • Fluency Siswa dapat menyelesaikan soal dengan tepat dan memiliki jawaban yang tidak tunggal, namun memiliki penyelesaian atau cara yang tunggal • Flexibility Siswa dapat menyelesaikan soal dengan menggunakan berbagai strategi atau cara yang berbeda, namun menghasilkan satu jawaban yang benar • Originality Siswa dapat menemukan solusi dengan menggunakan bahasa mereka sendiri, , unik dari biasanya 	1,2,3

Variabel lainnya yang diukur dalam penelitian ini adalah *cognitive load* atau beban kognitif. Beban kognitif diukur dengan menggunakan *self-rating cognitive load scale*, yaitu skala penilaian diri yang memungkinkan siswa untuk menilai tingkat beban kognitif yang mereka rasakan selama menyelesaikan soal – soal. Pengukuran ini disesuaikan dengan muatan kognitif yang diperlukan oleh siswa untuk menyelesaikan setiap soal, yang berarti semakin sulit soal yang diberikan, semakin tinggi beban kognitif yang dirasakan siswa. Skala untuk mengukur beban kognitif ini memiliki rentang nilai dari 1 hingga 9, di mana nilai 1 menunjukkan soal yang sangat mudah dan nilai 9 menunjukkan soal yang sangat sulit. Dengan demikian, skala ini menggambarkan tingkat kesulitan soal yang dihadapi siswa. Skala *cognitive load* ini dapat dilihat pada [Gambar 2](#).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sangat-sangat mudah	Sangat mudah	Mudah	Agak mudah	Tidak keduanya	Agak sulit	Sulit	Sangat sulit	Sangat-sangat sulit

Gambar 2. Skala *cognitive load* (Borahima & Endah Retnowati, 2023)

Pengumpulan Data

Untuk menguji kelayakan serta keefektifan *e-modul*, data dikumpulkan melalui uji validitas, uji praktikalitas dan uji efektifitas. Pertama, ahli materi dan ahli desain diberi angket validasi untuk memvalidasi produk yang dikembangkan berdasarkan aspek materi yang disajikan dan desain produknya. Kedua, guru dan siswa diberikan angket pada saat uji coba perorangan dan uji coba kelompok kecil untuk memperoleh masukan dan penilaian kepraktisan terhadap produk *e-modul* yang dikembangkan. Ketiga, pada saat uji coba kelompok besar sebanyak 35 siswa diberikan angket respon siswa untuk mengetahui keefektifan dari *e-modul*. Selanjutnya untuk mengukur kemampuan kreativitas matematis dan beban kognitif siswa, data dikumpulkan melalui tes kemampuan kreativitas matematis siswa sekaligus *skor self-rating cognitive load scale* untuk mengukur beban kognitif siswa. Tes tersebut diberikan kepada 35

siswa sebelum dan sesudah menggunakan *e*-modul. Terakhir, data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari instrumen pengumpul data dianalisis untuk mengetahui kualitas dari *e*-modul yang dihasilkan. Untuk melakukan analisis data dalam penelitian ini, berbagai data dari berbagai sumber digunakan. Data pertama berasal dari angket validasi yang telah diuji dan disetujui oleh tim ahli materi dan desain untuk memastikan kesesuaiannya. Selain itu, ada juga angket praktikalitas yang diisi oleh guru dan siswa. Penelitian ini juga mengumpulkan data dari angket respon siswa untuk memahami bagaimana tanggapan siswa terhadap materi yang diajarkan. Selain itu, tes kemampuan kreativitas matematis siswa juga dilakukan. Terakhir, dilakukan pengukuran beban kognitif siswa. Selanjutnya, data ini diperiksa untuk membuat kesimpulan tentang seberapa efektif *e*-modul yang digunakan dalam penelitian ini.

Data kualitatif yang diperoleh selama proses pengembangan tentunya dianalisis secara deskriptif kualitatif dan dapat disimpulkan sebagai bahan masukan dalam merevisi produk yang dibuat. Sedangkan pengumpulan data – data kuantitatif yang diperoleh selama proses pengujian produk dilakukan proses analisis secara deskriptif kuantitatif. Skala *likert* digunakan untuk mengukur analisis data kuantitatif.

Hasil Penelitian

Penelitian pengembangan yang telah dilakukan bertujuan meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa pada materi geometri transformasi. Penelitian tersebut menghasilkan sebuah *e*-Modul berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory*. Proses pengembangan *e*-modul berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory* untuk meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa pada materi geometri transformasi ini mengikuti tahapan model pengembangan ADDIE. Dalam penyusunan *e*-modul, peneliti menggunakan panduan WHERETO yang terdapat dalam *understanding by design*. *e*-Modul tersebut disusun mulai dari *where and why, hook and hold, equip and experience, rethink and revise, evaluate, tailored* hingga *organized*. Desain *e*-modul berbasis *Understanding by Design* berdasarkan *Cognitive Load Theory* pada materi geometri transformasi bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain *e*-Modul

Kualitas *e*-modul berbasis *Understanding by Design* berdasarkan *Cognitive Load Theory* untuk meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa dalam materi geometri

transformasi dievaluasi melalui tiga kriteria kelayakan, yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas. **Tabel 3** menunjukkan hasil uji kualitas *e*-modul.

Tabel 3. Hasil Uji Kualitas *e*-Modul

Validasi Uji Kualitas <i>e</i> -Modul	Persentase	Kriteria
Hasil Validasi Materi <i>e</i> -Modul	81,05%	Sangat Valid
Hasil Validasi Desain <i>e</i> -Modul	90%	Sangat Valid
Hasil Praktikalitas <i>e</i> -Modul (Guru)	93,84%	Sangat Praktis
Hasil Praktikalitas <i>e</i> -Modul (Siswa)	86,91%	Sangat Praktis
Hasil Efektivitas <i>e</i> -Modul	90,70%	Sangat Efektif

Untuk mengetahui keefektifan *e*-modul dilihat melalui tes kemampuan kreativitas matematis siswa sebelum dan sesudah belajar menggunakan *e*-modul, perolehan rata – rata persentase kemampuan kreativitas matematis siswa sebelum belajar menggunakan *e*-modul adalah 20,31% dengan kriteria kurang kreatif, sedangkan perolehan rata – rata persentase kemampuan kreativitas matematis siswa sesudah belajar menggunakan *e*-modul adalah 65,29% dengan kriteria kreatif, kemudian berdasarkan hasil tes beban kognitif siswa diperoleh persentase sebesar 46,34% dengan kategori “agak mudah”. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa *e*-modul berbasis *Understanding by Design* berdasarkan *Cognitive Load Theory* untuk meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa pada materi geometri transformasi dapat mengurangi beban kognitif siswa dan meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa.

Diskusi

Modul elektronik atau *e*-modul berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory* untuk meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa pada materi geometri transformasi telah dikembangkan dan didesain melalui proses yang panjang berdasarkan model pengembangan ADDIE. Model pengembangan ADDIE, menurut Branch (2009), terdiri dari lima tahapan yang saling berhubungan. Tahap pertama, analisis (*analyze phase*) berfokus pada identifikasi kebutuhan pembelajaran dan analisis siswa. Kemudian, pada tahap perancangan (*design phase*), dirancang materi dan strategi pembelajaran yang akan digunakan. Tahap pengembangan (*develop phase*), mencakup pembuatan materi pembelajaran dan pengujian efektivitasnya. Setelah itu, tahap implementasi (*implement phase*) melibatkan penerapan materi pembelajaran kepada subjek yang dituju. Terakhir, tahap evaluasi (*evaluate phase*) dilakukan untuk menilai keberhasilan setiap tahap dan efektivitas keseluruhan, dengan tujuan perbaikan berkelanjutan.

Tahap analisis dilakukan untuk mendapatkan data – data yang dibutuhkan pada saat penyusunan rencana dalam merancang *e*-modul berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory* dalam rangka meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa pada materi geometri transformasi. Inti dari tahapan ini, yakni bertujuan untuk menganalisis faktor penyebab kesenjangan yang mungkin terjadi dalam proses pembelajaran dan merumuskan pemecahan masalah terkait kesenjangan tersebut sebelum mengembangkan produk. Berdasarkan hasil observasi kemampuan kreativitas matematis siswa dan observasi terkait beban kognitif intrinsik siswa kelas XI IPA 2 di SMAN Purwodadi, diperoleh informasi bahwa kemampuan kreativitas matematis siswa pada pembelajaran matematika tergolong kurang kreatif. Hal ini ditunjukkan melalui hasil tes kemampuan kreativitas matematis siswa yang diberikan, bahwasannya kemampuan kreativitas matematis siswa memberikan persentase

yang tergolong kurang kreatif yaitu sebesar 20,31%. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara bersama guru matematika diperoleh informasi bahwa guru mengajar di kelas hanya menggunakan bahan ajar yang tersedia yakni buku paket Matematika Tingkat Lanjut kelas XI SMA Kurikulum Merdeka.

Kemudian, guru mengungkapkan bahwa di SMAN Purwodadi memperbolehkan siswa membawa *smartphone* sebagai alat bantu belajar dan siswa kelas XI IPA 2 telah mempunyai *smartphone* masing – masing dan sudah mahir dalam mengoperasikannya, sehingga dalam hal ini siswa juga akan lebih tertarik untuk belajar apabila bahan ajar yang digunakan berbasis teknologi dan praktis digunakan, serta dapat dipelajari secara mandiri dimanapun dan kapanpun. Peneliti juga melakukan observasi terkait beban kognitif intrinsik siswa. Diperoleh informasi bahwa persentase beban kognitif materi (intrinsik) terhadap siswa tergolong kategori sulit yaitu sebesar 77,14%. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi tersebut diperoleh beberapa poin penting terkait kesenjangan yang terjadi pada, yakni rendahnya kemampuan kreativitas matematis siswa (kurang kreatif), tingginya beban kognitif materi (intrinsik) siswa serta proses pembelajaran matematika yang masih cenderung monoton. Berdasarkan hasil analisis kesenjangan kinerja yang terjadi pada kelas melalui pengalaman dan hambatan yang dirasakan oleh guru dan siswa dalam kegiatan belajar mengajar, maka diperlukan solusi berupa pengembangan perangkat pembelajaran yang selaras dengan kondisi di dalam kelas yang dapat meningkatkan desain intruksional dan meminimalkan beban kognitif siswa. Oleh karena itu, peneliti mengembangkan sebuah bahan ajar berupa modul elektronik (*e-modul*) untuk memberikan pembelajaran geometri transformasi yang inovatif.

Pada tahap *design* atau tahap perancangan, peneliti mulai membuat rancangan bahan ajar berupa *e-modul* berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory* guna meningkatkan kemampuan kreativitas matematis pada siswa untuk materi geometri transformasi. Rancangan *e-modul* ini disusun sesuai dengan pedoman penyusunan *e-modul* dan dirancang berdasarkan panduan WHERETO. *e-Modul* didesain dan dikembangkan menggunakan beberapa *software*. Adapun *software* yang digunakan yaitu *Microsoft Word* untuk penyusunan struktur *e-modul* dan penyajian materi, selanjutnya didesain menggunakan aplikasi Canva untuk pengeditan tema *background*, *layout* dan pemilihan *font* yang menarik serta pembubuhan gambar dan ilustrasi animasi yang variatif. *e-Modul* didesain menggunakan ukuran kertas A4 atau berukuran 21 × 29,7 cm dengan perpaduan warna *background* putih dan orange. Namun, pada *background* isi lebih dominan menggunakan warna putih, dengan tujuan agar penyajian materi dan rumus – rumus yang digunakan terlihat lebih jelas.

Pada tahap pengembangan, peneliti melakukan validasi instrumen penelitian dan uji kualitas produk bahan ajar berupa *e-modul*. Uji kualitas produk ini terbagi menjadi beberapa tahap diantara uji validitas, uji praktikalitas, dan uji efektifitas dari bahan ajar *e-modul* yang dikembangkan. Tujuan dilakukannya tahapan ini yaitu untuk mengukur dan mengetahui tingkat validitas, praktikalitas dan efektifitas dari *e-modul* yang dikembangkan. Berdasarkan hasil validasi instrumen diperoleh hasil bahwa instrumen penelitian ini dapat digunakan setelah dilakukan revisi berdasarkan komentar dan saran dari ahli instrumen karena memiliki kriteria sangat valid dan valid. Setelah *e-modul* diuji kevalidannya dan telah dinyatakan valid oleh para ahli (materi dan desain), maka langkah selanjutnya peneliti melakukan uji coba perorangan terlebih dahulu terhadap *e-modul* yang telah dikembangkan.

Uji coba perorangan ini dilakukan oleh salah satu guru matematika. Aspek penilaian kepraktisan *e-modul* yang ditinjau melalui angket praktikalitas *e-modul*, yaitu aspek keterpakaian, aspek komprehensif, aspek kesesuaian dan aspek keindahan *e-modul*. Uji coba kelompok kecil yang dilakukan oleh 9 siswa, yang dipilih secara acak oleh guru matematika, menunjukkan hasil "sangat praktis" dengan persentase rata-rata sebesar 93,84%. Tujuan uji coba ini adalah untuk melihat respon dan masukan dari siswa sebagai subjek utama pengguna *e-modul* dan melihat apakah *e-modul* yang dikembangkan dapat dinyatakan praktis untuk

digunakan sebelum dilakukan uji coba kelompok besar kepada seluruh siswa. Adapun aspek penilaian kepraktisan *e-modul* yang ditinjau oleh 9 siswa tersebut melalui angket praktikalitas *e-modul*, yaitu aspek kejelasan pembelajaran dan aspek kelayakan *e-modul*. penilaian praktikalitas *e-modul* oleh siswa menunjukkan hasil “sangat praktis” dengan persentase rata – ratanya sebesar 86,91%.

Setelah *e-modul* diuji kepraktisannya dan telah dinyatakan praktis oleh guru matematika dan 9 orang siswa, maka selanjutnya untuk mengetahui keefektifan dari *e-modul* yang digunakan, *e-modul* diterapkan pada kegiatan belajar mengajar di kelas yang diimplementasikan pada saat uji coba kelompok besar (lapangan) oleh seluruh siswa yang berjumlah 35 siswa. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan sebanyak 6 kali pertemuan. Uji coba kelompok besar ini melibatkan seluruh siswa yang berjumlah 35 orang siswa, dengan tujuan untuk melihat keefektifan *e-modul* berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory* dan mengetahui respon siswa setelah melakukan pembelajaran menggunakan *e-modul* tersebut. Adapun aspek penilaian keefektifan *e-modul* yang ditinjau oleh seluruh siswa, yaitu aspek isi, aspek tujuan pembelajaran, aspek kebahasaan dan aspek fungsi *e-modul*. Penilaian efektivitas atau respon siswa terhadap *e-modul* menunjukkan hasil “sangat efektif” dengan rata – rata persentasenya sebesar 90,70%.

Selanjutnya, dilakukan pengukuran kemampuan kreativitas matematis siswa setelah mengalami pembelajaran melalui tes kemampuan kreativitas matematis siswa yang dibagikan kepada seluruh kelas. Adapun hasil persentase rata – rata pengukuran kemampuan kreativitas matematis mayoritas siswa berada pada kriteria “kreatif” yaitu dengan rata – rata persentase 65,29%. Sedangkan persentase beban kognitif siswa menunjukkan hasil pada kriteria “agak mudah” yaitu sebesar 46,34%. Dari hasil tes beban kognitif siswa ini, persentase beban kognitif siswa sesudah pembelajaran menggunakan *e-modul* mengalami penurunan dari persentase beban kognitif siswa sebelum pembelajaran menggunakan *e-modul*. Dalam hal ini, menandakan bahwa beban kognitif intrinstik siswa sesudah pembelajaran berkurang dibandingkan sebelum pembelajaran menggunakan *e-modul*. Hal ini menunjukkan bahwa materi telah disajikan dengan baik, ditandai oleh beban kognitif intrinstik siswa yang berkurang. Hal tersebut disebabkan oleh beban konstruktif yang meningkat karena beban kognitif ekstrinsiknya semakin menurun akibat dari penggunaan bahan ajar berupa *e-modul* berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory*.

Dalam rangka menghasilkan produk bahan ajar berupa *e-modul* yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif dilakukan tahap evaluasi, sehingga dapat meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa. Tahap evaluasi ini dilakukan pada setiap tahapan, dengan tujuan agar kualitas *e-modul* selalu terjaga di setiap tahapan pembuatannya. Pada proses tahap ini, *e-modul* dilakukan revisi atau perbaikan terus – menerus berdasarkan masukan dan saran dari pihak terkait di setiap tahapannya, hingga akhirnya *e-modul* dapat dikatakan layak digunakan dalam kegiatan belajar mengajar. Evaluasi ini juga dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk para peneliti lain dalam mengembangkan sebuah bahan ajar atau media pembelajaran lainnya.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa *e-modul* berbasis *Understanding by Design* yang didasarkan pada *Cognitive Load Theory* efektif dalam meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa pada materi geometri transformasi, dengan hasil yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan kreativitas matematis siswa serta penurunan beban kognitif. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Senjayawati et al. (2023), yang juga menunjukkan bahwa penggunaan *Cognitive Load Theory* dapat meningkatkan kemampuan berpikir reflektif matematis mahasiswa. Selain itu, temuan ini sejalan dengan penelitian Putra et al. (2023), yang mengungkapkan efektivitas modul ajar berbasis *Understanding by Design* dalam meningkatkan hasil belajar, dengan tingkat ketuntasan yang sangat tinggi. Meskipun

penelitian sebelumnya lebih berfokus pada peningkatan berpikir reflektif dan hasil belajar, temuan penelitian ini memberikan kontribusi dengan menunjukkan bahwa penerapan *e*-modul berbasis *Understanding by Design* dan *Cognitive Load Theory* tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga mempengaruhi kemampuan kreativitas matematis siswa secara signifikan.

Hasil penelitian Haryati et al. (2023) juga mendukung temuan ini, yang menunjukkan bahwa *e*-modul berbasis *Cognitive Load Theory* dapat menarik perhatian siswa dan meningkatkan kualitas pembelajaran. Oleh karena itu, *e*-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa, sebagaimana juga ditemukan dalam penelitian oleh Hasanah et al. (2023) yang menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa melalui penggunaan *e*-modul berbasis *flip pdf professional*.

Simpulan

Penelitian pengembangan ini menghasilkan sebuah produk berupa bahan ajar yakni *e*-modul berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory*, dalam rangka meningkatkan kemampuan kreativitas matematis pada siswa untuk materi geometri transformasi. Proses pengembangan *e*-modul berbasis *understanding by design* berdasarkan *cognitive load theory* untuk meningkatkan kemampuan kreativitas matematis siswa pada materi geometri transformasi ini mengikuti tahapan model pengembangan ADDIE. Dalam penyusunan *e*-modul, peneliti menggunakan panduan WHERETO yang terdapat dalam *understanding by design*. *e*-Modul tersebut disusun mulai dari *where and why, hook and hold, equip and experience, rethink and revise, evaluate, tailored hingga organized*.

Kualitas *e*-modul yang berbasis *Understanding by Design* dan didasarkan pada *Cognitive Load Theory* untuk meningkatkan kreativitas matematis siswa dalam materi geometri transformasi dievaluasi melalui tiga kriteria kelayakan, yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Kriteria validitas *e*-modul ditentukan dari hasil angket validasi oleh tim ahli yang terdiri dari ahli materi dan ahli desain. Hasilnya, persentase kevalidan untuk aspek materi mencapai 81,05% (sangat valid), sedangkan untuk aspek desain mencapai 90% (sangat valid). Untuk kriteria kepraktisan, hasil angket praktikalitas *e*-modul oleh guru pada uji coba perorangan dan oleh siswa pada uji coba kelompok kecil menunjukkan tingkat kepraktisan yang sangat tinggi, dengan persentase 93,84% dari guru dan 86,91% dari siswa. Kriteria efektivitas dilihat dari angket efektivitas oleh siswa, tes kemampuan kreativitas matematis siswa sebelum dan sesudah menggunakan *e*-modul, serta tes beban kognitif siswa. Berdasarkan angket efektivitas, diperoleh persentase 90,70% yang menunjukkan tingkat efektivitas yang sangat tinggi. Tes kreativitas matematis menunjukkan bahwa sebelum menggunakan *e*-modul, rata-rata persentase kemampuan siswa hanya 20,31% (kurang kreatif), namun setelah menggunakan *e*-modul, meningkat menjadi 65,29% (kreatif). Hasil tes beban kognitif menunjukkan persentase 46,34%, yang tergolong dalam kategori "agak mudah". Berdasarkan hasil temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *e*-modul berbasis *Understanding by Design* berdasarkan *Cognitive Load Theory* efektif dalam mengurangi beban kognitif siswa sekaligus meningkatkan kreativitas matematika siswa pada materi geometri transformasi.

Pada pengembangan *e*-modul dalam penelitian ini tentunya memiliki beberapa keterbatasan yang perlu kita diperhatikan. Pertama, subjek uji coba hanya terbatas pada siswa, sehingga hasil penelitian ini tidak dapat digeneralisasi untuk seluruh siswa di sekolah atau tingkat pendidikan lainnya. Selain itu, *e*-modul yang dikembangkan hanya mencakup materi geometri transformasi, yaitu dilatasi, refleksi, rotasi, dan translasi pada semester genap kelas XI SMA, yang berarti tidak mencakup keseluruhan materi matematika di tingkat tersebut. Selain itu, fokus pengembangan hanya berorientasi pada pengurangan beban kognitif dan peningkatan kemampuan kreativitas matematis siswa. Sehingga Peneliti menyarankan kepada

peneliti lain pada penelitian pengembangan selanjutnya untuk dapat mengembangkan bahan ajar berupa *e-modul* berbasis *Understanding by Design* berdasarkan *Cognitive Load Theory* pada materi geometri transformasi yang dimodifikasi dengan lebih inovatif dan kreatif yang dapat meningkatkan kemampuan/keterampilan matematika lainnya dengan menggunakan metode, model dan strategi kegiatan pembelajaran yang lebih baik.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

Kontribusi Penulis

Penulis pertama V. sebagai penyusun penelitian, membuat instrumen penelitian, memahami gagasan penelitian, mengumpulkan data, menganalisis data, mengolah data, dan memaparkan hasil dan pembahasan penelitian. Penulis kedua H.S. berpartisipasi dalam merevisi penelitian dan menyesuaikan keseluruhan informasi dalam penelitian. Penulis ketiga S.A. berpartisipasi dalam menyesuaikan penelitian dan pembahasan serta persetujuan atas hasil akhir karya. Total persentase kontribusi untuk konseptualisasi, penyusunan, dan koreksi artikel ini adalah sebagai berikut: V.: 50%, H.S.: 25%, dan R.J.: 25%

Pernyataan Ketersediaan Data

Penulis menyatakan data yang mendukung hasil penelitian ini akan disediakan oleh penulis koresponden, [V.], atas permintaan yang wajar.

Referensi

- Andiyana, M. A., Maya, R., & Hidayat, W. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa SMP Pada Materi Bangun Ruang. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(3), 239–248. <https://doi.org/10.25273/jipm.v6i2.2007>
- Borahima, D. Q. P. M., & Endah Retnowati. (2023). Pengaruh Pendekatan Faded Example secara Kolaboratif terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Cognitive Load. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran Matematika*, 5(2), 104–118. <https://doi.org/10.14421/jppm.2023.52.104-118>
- Branch, R. M. (2009). Instructional Design: The ADDIE Approach. In I. Springer.
- Dwi, D. N. U. R., Dorisno, D., & Frasandy, R. N. (2023). Internalisasi Nilai Dalam Pembelajaran Matematika Untuk Melatih Profil Pelajar Pancasila Peserta Didik Sd/Mi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 7(1), 28–36. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.7.1.28-36>
- Fitri, Y., & Yudhi, P. (2021). Pembuktian Ketegaklurusan Garis terhadap Bidang pada Kubus dan Balok. *Journal of Science and Technology*, 1(1), 105–114. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15548/jostech.v1i1.2434>
- Haryati, B., Yuhana, Y., & Setiani, Y. (2023). Pengembangan Bahan Ajar E-Learning Berbasis Cognitive Load Theory. *Wilangan: Jurnal Inovasi Dan Riset Pendidikan Matematika*, 4(3), 184–192. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.56704/jirpm.v4i3.19986>
- Hasanah, M., Supeno, & Wahyuni, D. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Flip Pdf Professional untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 10(1), 44–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.21093/twt.v10i1.5424>

- Mahdiansyah, & Rahmawati. (2014). Literasi Matematika Siswa Pendidikan Menengah: Analisis Menggunakan Desain Tes Internasional dengan Konteks Indonesia. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 20(4), 452–469. <https://doi.org/https://doi.org/10.24832/jpnk.v20i4.158>
- Maulida, M. H., Siraj, Taufiq, & Nasrah, S. (2022). Efektivitas Manajemen Pembelajaran Melalui Perancangan E-Modul pada Sekolah Menengah Kejuruan. *Journal of Social Interactions and Humanities*, 1(1), 1–14. <https://doi.org/10.55927/jsih.v1i1.438>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Drucker, K. T. (2012). PIRLS 2011 International Results in Reading. In *TIMSS & PIRLS International Study Center*. http://timss.bc.edu/pirls2011/reports/downloads/P11_IR_FullBook.pdf%5Cnpapers2://publication/uuid/048FDFAE-2EE0-4781-84C7-3EE8024C4C56
- Nopriana, T. (2015). Disposisi Matematis Siswa Melalui Model Pembelajaran Geometri Van Hiele. *FIBONACCI Jurnal Pendidikan Matematika & Matematika*, 1(2), 80–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/fbc.1.2.80-94>
- PISA. (2023). PISA 2022 Results Factsheets Indonesia. *The Language of Science Education*, 1, 1–9. <https://oecdch.art/a40de1dbaf/C108>.
- Putra, Z. R. A., Pratama, C. E., Pramudito, M. S. P., & Nur Fauziyah. (2023). Pengembangan Modul Ajar Matematika Berdiferensiasi Berbasis Understanding by Design (UbD). *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 4(1), 128–139. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30587/postulat.v4i1.5695>
- Putri, R. R. R. R., Kaspul, & Arsyad, M. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Modul Elektronik (E-Modul) Berbasis Flip Pdf Professional Pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas XI SMA. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(2), 93–104. <https://doi.org/10.55784/jupeis.vol1.iss2.46>
- Rahadi, I. W. S., Wikanta, I. M. I. A., Suardika, K. W., & Umam, E. K. (2023). *Panduan Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Understanding by Design*. Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia.
- Safrina, K., Ikhsan, M., & Ahmad, A. (2014). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Geometri melalui Pembelajaran Kooperatif Berbasis Teori Van Hiele. *Jurnal Didaktik Matematika*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.24815/jp.v6i2.12730>
- Senjayawati, E., Akbar, E. R., & Fauziyyah, H. (2023). Pengembangan Modul Ajar Geometri Analitik Berbasis Cognitive Load Theory Untuk Meningkatkan Berpikir Reflektif Matematik Mahasiswa. *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 1074–1084. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6663>
- Sintawati, M., & Mardati, A. (2023). *Kemampuan Berpikir dalam Pembelajaran Matematika* (1st ed.). K-Media.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). Cognitive Load Theory. In *Springer*. Springer.
- Wahyudin, D., Subkhan, E., Malik, A., Hakim, M. A., Sudiapermana, E., LeliAlhapip, M., Nur Rofika Ayu Shinta Amalia, L. S., Ali, N. B. V., & Krisna, F. N. (2024). Kajian Akademik Kurikulum Merdeka. In *Kemendikbud* (1st ed.). Pusat Kurikulum dan Pembelajaran Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by Design* (2nd ed.). Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Yohanes, B., Subanji, & Sisworo. (2016). Beban kognitif siswa dalam pembelajaran materi geometri. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 1(Nomor 2), 187–195. <https://doi.org/https://doi.org/10.17977/jp.v1i2.6121>

Biografi Penulis

	<p>Vini, merupakan mahasiswa dari program studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi. Riset saat ini terkait pengembangan perangkat ajar. Email: vinividi242@gmail.com</p>
	<p>Husni Sabil, merupakan dosen program studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi. Beliau menyelesaikan studi magister di Universitas Negeri Jakarta tahun 2007. Riset saat ini terkait pendidikan. Email: husni.sabil@unja.ac.id</p>
	<p>Ranisa Junita, merupakan dosen program studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi. Beliau menyelesaikan studi magister di Universitas Negeri Yogyakarta. Riset saat ini terkait <i>cognitive load theory</i> dan pengembangan perangkat ajar. Email: ranisa.junita@unja.ac.id</p>