Pedagogy **p-ISSN: 2502-3802**
Volume 11 Nomor 4 **e-ISSN: 2502-3799**

ANALISIS PEMAHAMAN MAHASISWA CALON GURU MATEMATIKA DALAM MENGEVALUASI MEDIA PEMBELAJARAN MANIPULATIF DALAM KONTEKS PEMBELAJARAN DIGITAL

Nur Ismiyati[1], Syamsinar[2]
Pendidikan Matematika/Matematika[1,2], Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam [1,2], Universitas Negeri Makassar [1,2]
nurismiyati@unm.ac.id [1], syamsinar@unm.ac.id [2]

Abstrak

Penggunaan media manipulatif dalam pembelajaran matematika dapat membantu menjembatani konsep abstrak dengan pengalaman belajar yang konkret. Namun, kebermaknaan penggunaan media tidak hanya ditentukan oleh bentuk dan daya tariknya, tetapi juga oleh kemampuan calon guru dalam menghubungkan media dengan konsep matematika, aktivitas pembelajaran, kebutuhan peserta didik, serta peluang pengembangannya. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan mendeskripsikan pemahaman mahasiswa calon guru matematika dalam menilai dan memanfaatkan media pembelajaran manipulatif serta mengidentifikasi pertimbangan yang digunakan dalam mengevaluasi dan mengembangkan media tersebut. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain analisis dokumen. Sumber data berupa 39 dokumen jawaban mahasiswa pada mata kuliah Media Pembelajaran Manipulatif yang diperoleh melalui tugas pengamatan dan analisis media pada kanal YouTube Technoparkmath. Data dikumpulkan melalui lima pertanyaan yang mencakup identifikasi media, konsep matematika, pemanfaatan, evaluasi, dan rekomendasi. Analisis dilakukan secara tematik melalui tahap familiarisasi data, pemberian kode, pengelompokan kode, identifikasi tema, dan interpretasi menggunakan lima kategori, yaitu Identifikasi Media (IM), Konsep Matematika (KM), Pemanfaatan Media (PM), Evaluasi Media (EM), dan Rekomendasi Media (RM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya mengenali karakteristik dan komponen media, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan konsep matematika, aktivitas belajar, manfaat, keterbatasan, kondisi penggunaan, serta gagasan adaptasi dan pengembangan. Integrasi unsur fisik dan digital juga muncul sebagai alternatif untuk memperluas representasi dan mengatasi keterbatasan media. Temuan ini berimplikasi pada perlunya aktivitas pembelajaran calon guru yang mendorong analisis media secara sistematis dari aspek konseptual, pedagogis, praktis, dan pengembangan. Penelitian selanjutnya perlu melengkapi analisis dokumen dengan observasi praktik, wawancara, atau penilaian produk untuk memperoleh gambaran kompetensi yang lebih komprehensif.

Kata Kunci: Calon Guru Matematika, Media Manipulatif, Pembelajaran Digital, Evaluasi Media, Pemahaman Mahasiswa

A. Pendahuluan

Matematika merupakan disiplin ilmu yang berlandaskan pada konsep-konsep abstrak, struktur, dan notasi simbolik, sehingga sering kali menjadi tantangan tersendiri bagi peserta didik dalam memahami maknanya secara mendalam (Ishartono et al., 2024; Ismiyati, 2023; Yuniastuti et al., 2025). Untuk menjembatani keterbatasan antara pemikiran operasional konkret peserta didik dan representasi simbolik yang abstrak, penggunaan media pembelajaran manipulatif memiliki peranan yang sangat krusial (Arifi & Mahmuti, 2025; Maboya et al., 2020; Yuniastuti et al., 2025). Penggunaan media manipulatif menjadi penting karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk tidak hanya melihat atau mendengarkan penjelasan mengenai suatu konsep, tetapi juga mengalami dan mengeksplorasi konsep tersebut secara langsung. Media manipulatif seperti blok alas-sepuluh, kartu pecahan, papan geometri, maupun ubin aljabar memberikan pengalaman langsung (*hands-on experience*) yang mengonkretkan konsep abstrak serta membangun pemahaman konseptual, penalaran spasial, dan keterampilan pemecahan masalah (Maboya et al., 2020; Ochogboju & Díez-Palomar, 2025; Stigberg et al., 2022; Unlu, 2022). Dalam perspektif representasi pembelajaran, media manipulatif dapat membantu peserta didik menghubungkan pengalaman konkret dengan representasi visual dan simbolik (Maboya et al., 2020; Ochogboju & Díez-Palomar, 2025; Yuniastuti et al., 2025). Namun demikian, keberadaan fisik media manipulatif semata tidak secara otomatis menjamin terjadinya proses belajar yang bermakna (Maboya et al., 2020). Efektivitasnya sangat bergantung pada bagaimana media tersebut digunakan secara tepat untuk mengaitkan manipulasi fisik dengan simbol dan gagasan matematis yang diwakilinya (Maboya et al., 2020; Unlu, 2022). Oleh karena itu, pemilihan dan penggunaan media manipulatif perlu didasarkan pada pertimbangan yang tidak hanya berkaitan dengan bentuk atau daya tarik media, tetapi juga pada kesesuaiannya dengan konsep matematika dan tujuan pembelajaran.

Seiring dengan pesatnya digitalisasi dan transformasi teknologi dalam dunia pendidikan, bentuk media manipulatif mengalami evolusi dari alat peraga fisik menjadi media manipulatif berbasis digital atau virtual (Ochogboju & Díez-Palomar, 2025; Stigberg et al., 2022; Yuniastuti et al., 2025; Zaklej, 2022). Media

manipulatif digital seperti aplikasi GeoGebra, Polypad, Wordwall, maupun applet interaktif berbasis web menawarkan visualisasi yang dinamis, manipulasi variabel secara langsung, fitur drag-and-drop, serta umpan balik seketika (*immediate feedback*) (Ochogboju & Díez-Palomar, 2025; Yuniastuti et al., 2025; Zaklej, 2022). Berbeda dengan media fisik yang memiliki keterbatasan logistik, biaya, dan ruang penyimpanan, manipulatif berbasis digital dapat menawarkan keunggulan dalam hal aksesibilitas, skalabilitas, serta fleksibilitas untuk menyajikan berbagai representasi matematis secara simultan (Arifi & Mahmuti, 2025; Ochogboju & Díez-Palomar, 2025). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan media manipulatif digital dapat mendukung keterlibatan, kelancaran representasi, dan pemahaman konseptual peserta didik melalui eksplorasi visual yang interaktif (Arifi & Mahmuti, 2025; Farra et al., 2024; Ochogboju & Díez-Palomar, 2025). Namun, penggunaan media digital juga memiliki keterbatasan yang berkaitan dengan ketergantungan pada perangkat elektronik dan ketersediaan jaringan internet (Ismiyati & Pratama, 2021). Oleh karena itu, keunggulan media digital perlu dipertimbangkan bersama dengan kondisi dan kebutuhan pembelajaran.

Dalam konteks pembelajaran berorientasi teknologi, guru memegang peranan sentral sebagai pengambil keputusan pedagogis dan perancang pembelajaran (Gonscherowski et al., 2025; Ochogboju & Díez-Palomar, 2025; Simsek & Yazici, 2021; Wekullo et al., 2026). Penggunaan teknologi dalam pembelajaran perlu dirancang dengan mempertimbangkan tujuan pembelajaran, karakteristik aktivitas belajar, serta keterpaduan antara pembelajaran tatap muka dan lingkungan digital (Ismiyati et al., 2023) Oleh karena itu, penguasaan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) serta kompetensi calon guru matematika dalam mengevaluasi dan memilih media pembelajaran digital (selecting digital learning materials) menjadi kemampuan yang sangat vital (Gonscherowski et al., 2025; Ishartono et al., 2024; Wekullo et al., 2026). Calon guru tidak hanya dituntut untuk mengoperasikan perangkat lunak secara teknis, tetapi juga harus memiliki kognisi kritis dalam menilai apakah suatu media manipulatif digital memenuhi kriteria kesesuaian pedagogis (*teaching appropriateness*), kesesuaian kurikulum (*curriculum appropriateness*), ketepatan konten matematis, kebenaran representasi visual, serta kelayakan teknis dan tampilan (Simsek & Yazici, 2021). Pemilihan

media yang tidak terevaluasi dengan baik berpotensi mengganggu pencapaian tujuan pembelajaran dan dapat menyebabkan peserta didik membangun pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep matematis yang dimaksud (Gonscherowski et al., 2025; Ochogboju & Díez-Palomar, 2025).

Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai integrasi teknologi dalam pendidikan matematika umumnya berfokus pada pengembangan kerangka TPACK secara umum, intensi adopsi teknologi calon guru, maupun dampak langsung media manipulatif digital terhadap hasil belajar siswa sekolah dasar dan menengah (Farra et al., 2024; Gonscherowski et al., 2025; Ishartono et al., 2024; Ochogboju & Díez-Palomar, 2025; Wekullo et al., 2026). Beberapa penelitian masih menggunakan instrumen penilaian mandiri (*self-reported TPACK*) yang belum secara langsung mengukur penalaran evaluatif calon guru (Gonscherowski et al., 2025). Di samping itu, temuan literatur mengindikasikan bahwa meskipun mahasiswa calon guru matematika memiliki keterampilan komputer teknis (*technological knowledge*) yang memadai, mereka masih mengalami kesulitan signifikan dalam mengevaluasi dan mengintegrasikan media digital yang sesuai dengan tuntutan kurikulum, kedalaman konten matematis, serta kebutuhan pedagogis siswa (Bulut & Guveli, 2023; Gonscherowski et al., 2025; Simsek & Yazici, 2021). Hal ini menunjukkan adanya ruang penelitian untuk memahami bagaimana calon guru matematika memberikan pertimbangan ketika menganalisis dan mengevaluasi kualitas matematis, pedagogis, dan praktis dari media manipulatif dalam konteks pembelajaran digital (Ochogboju & Díez-Palomar, 2025; Simsek & Yazici, 2021; Wekullo et al., 2026).

Kebaruan penelitian terletak pada pemetaan pola pemahaman dan pertimbangan mahasiswa calon guru matematika ketika menganalisis media manipulatif melalui lima aspek yang saling berkaitan, yaitu identifikasi media, konsep matematika, pemanfaatan media, evaluasi media, dan rekomendasi pengembangan. Penelitian ini tidak sekadar mengukur tingkat persepsi atau efikasi diri calon guru melalui survei deskriptif, melainkan membedah secara komprehensif kriteria evaluasi yang digunakan calon guru saat menilai media manipulatif digital meliputi ketepatan konsep matematika yang direpresentasikan, efektivitas fitur interaktif (seperti drag-and-drop dan umpan balik), kesesuaian

dengan tahap berpikir siswa, serta kejelasan petunjuk instruksional. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dan praktis berupa pemetaan pola penalaran serta pemahaman calon guru dalam menyeleksi media pembelajaran digital yang berkualitas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, fokus utama penelitian ini adalah pada pemahaman, kriteria analitis, dan kemampuan mahasiswa calon guru matematika dalam mengevaluasi kelayakan serta efektivitas pedagogis media manipulatif berbasis digital. Secara spesifik, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mendeskripsikan pola pemahaman mahasiswa calon guru matematika dalam mengevaluasi media pembelajaran manipulatif berbasis digital serta mengidentifikasi kriteria yang digunakan mahasiswa dalam menilai kesesuaian dan pemanfaatan media tersebut dalam pembelajaran matematika.

B. Metode Penelitian

Jenis Penelitian/Desain

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain analisis dokumen. Desain ini dipilih untuk mengeksplorasi karakteristik kemampuan mahasiswa Pendidikan Matematika dalam menganalisis media pembelajaran manipulatif berdasarkan hasil tugas pada mata kuliah Media Pembelajaran Manipulatif.

Subjek/Data Penelitian

Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika yang mengikuti mata kuliah Media Pembelajaran Manipulatif. Data penelitian berupa 39 dokumen hasil analisis mahasiswa. Data diperoleh melalui tugas analisis media pembelajaran manipulatif yang bersumber dari kanal YouTube Technoparkmath.

Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar tugas analisis media pembelajaran manipulatif dan pedoman analisis data yang dikembangkan peneliti berdasarkan kajian literatur mengenai karakteristik dan penggunaan media manipulatif dalam pembelajaran matematika serta kompetensi calon guru dalam memilih dan mengevaluasi sumber pembelajaran (Sarama & Clements, 2009; Simon, 2022; Uttal & Scudder, 1997). Lembar tugas digunakan untuk memperoleh

data berupa respons tertulis mahasiswa terhadap media pembelajaran manipulatif yang diamati melalui kanal YouTube Technoparkmath. Tugas tersebut terdiri atas lima pertanyaan yang mengarahkan mahasiswa untuk mengidentifikasi media, menghubungkan media dengan konsep matematika, menjelaskan pemanfaatan media dalam pembelajaran, mengevaluasi media, serta memberikan rekomendasi penggunaan atau pengembangannya. Pedoman analisis data digunakan untuk mengorganisasi dan menginterpretasikan respons mahasiswa secara sistematis. Pedoman tersebut dikembangkan berdasarkan fokus penelitian dan kajian mengenai media pembelajaran manipulatif serta penggunaannya dalam pembelajaran matematika. Data dianalisis berdasarkan lima kategori, yaitu Identifikasi Media (IM), Konsep Matematika (KM), Pemanfaatan Media (PM), Evaluasi Media (EM), dan Rekomendasi Media (RM). Setiap kategori digunakan untuk mengidentifikasi informasi yang relevan dalam jawaban mahasiswa dan selanjutnya menjadi dasar dalam proses coding, pengelompokan kategori, serta identifikasi tema disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Kisi-Kisi Instrumen Analisis Data

Aspek Analisis	Kode	Fokus Analisis
Identifikasi Media	IM	Jenis, bentuk, karakteristik media pembelajaran manipulatif yang diamati
Konsep Matematika	KM	Konsep atau materi matematika yang direpresentasikan melalui media
Pemanfaatan Media	PM	Cara dan konteks penggunaan media dalam pembelajaran matematika
Evaluasi Media	EM	Manfaat, keterbatasan, dan kesesuaian media untuk pembelajaran matematika
Rekomendasi	RM	Gagasan penggunaan, adaptasi, modifikasi atau pengembangan media

Prosedur/Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh dari dokumen hasil tugas mahasiswa pada mata kuliah Media Pembelajaran Manipulatif. Tugas diberikan dengan mengarahkan mahasiswa untuk mengamati dan menganalisis media pembelajaran manipulatif yang tersedia pada kanal YouTube Technoparkmath. Mahasiswa diminta memberikan respons terhadap lima pertanyaan yang mencakup identifikasi media, konsep matematika yang direpresentasikan, pemanfaatan media dalam pembelajaran, evaluasi terhadap media, dan rekomendasi penggunaan atau pengembangannya. Setelah tugas diselesaikan, seluruh jawaban mahasiswa dikumpulkan dan didokumentasikan. Dari keseluruhan dokumen yang tersedia,

penelitian ini menggunakan 39 dokumen jawaban mahasiswa sebagai sumber data analisis. Setiap dokumen diberi kode untuk menjaga keterlacakan data. Selanjutnya, jawaban mahasiswa dibaca secara menyeluruh untuk mengidentifikasi informasi yang relevan dengan fokus penelitian. Data kemudian disiapkan untuk proses coding berdasarkan kategori analisis yang telah ditetapkan, yaitu Identifikasi Media (IM), Konsep Matematika (KM), Pemanfaatan Media (PM), Evaluasi Media (EM), dan Rekomendasi Media (RM).

Analisis Data

Data penelitian dianalisis menggunakan analisis tematik untuk mengidentifikasi pola pemahaman mahasiswa dalam mengevaluasi media pembelajaran manipulatif berbasis digital. Analisis dilakukan secara bertahap melalui proses familiarisasi data, pemberian kode, pengelompokan kode, identifikasi tema dan interpretasi temuan.

Tabel 2. Matriks Analisis Data

Kode	Aspek Analisis	Fokus Analisis	Indikator
IM	Identifikasi Media	Pemahaman mahasiswa terhadap karakteristik media manipulatif	Jenis, bentuk, karakteristik media
KM	Konsep Matematika	Pemahaman mahasiswa mengenai hubungan media dengan konsep matematika	Konsep atau materi matematika yang direpresentasikan melalui media
PM	Pemanfaatan Media	Pemahaman mahasiswa mengenai penggunaan media dalam pembelajaran	Cara penggunaan dan konteks pemanfaatan media dalam aktivitas pembelajaran
EM	Evaluasi Media	Pemahaman mahasiswa dalam menilai manfaat dan keterbatasan media	Manfaat, keterbatasan, dan kesesuaian media untuk pembelajaran matematika
RM	Rekomendasi	Pemahaman mahasiswa dalam memberikan gagasan pemanfaatan atau pengembangan media	Ide penggunaan, adaptasi, modifikasi atau pengembangan media

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil

Analisis terhadap 39 dokumen jawaban mahasiswa pada mata kuliah Media Pembelajaran Manipulatif menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap media pembelajaran manipulatif berbasis digital dapat ditelusuri melalui lima aspek, yaitu identifikasi media (IM), konsep matematika (KM), pemanfaatan media (PM), evaluasi media (EM), dan rekomendasi media (RM). Kelima aspek tersebut

tidak berdiri secara terpisah. Pada sejumlah respons, mahasiswa secara bersamaan mengidentifikasi karakteristik media, menghubungkannya dengan konsep matematika, menjelaskan aktivitas pembelajaran, memberikan penilaian, dan mengusulkan pengembangan. Dengan demikian, temuan penelitian disajikan berdasarkan pola pemahaman yang muncul dalam respons mahasiswa, disertai bukti empiris dari dokumen jawaban.

Identifikasi Media

Pada aspek identifikasi media (IM), mahasiswa menunjukkan pemahaman dengan mendeskripsikan media yang diamati berdasarkan nama, bentuk, komponen, serta karakteristik manipulatifnya. Respons mahasiswa tidak hanya menyebutkan media, tetapi pada sejumlah jawaban juga menjelaskan bahwa media dapat disentuh, dipindahkan, disusun, atau digunakan secara langsung oleh peserta didik. Pola tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa mengenali media manipulatif terutama melalui karakteristik fisik dan aktivitas manipulatif yang menyertainya.

> *S01 menjelaskan bahwa media manipulatif merupakan media yang menggunakan benda atau alat yang dapat "disentuh, dipindahkan, disusun, dan dimainkan secara langsung oleh siswa"* (S01, Q5).

Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa identifikasi mahasiswa terhadap media tidak berhenti pada bentuk benda, tetapi juga mencakup karakteristik interaksi langsung antara peserta didik dan media. Pada respons lainnya, karakteristik media dijelaskan melalui komponen dan mekanisme fisik.

> *S05 menggambarkan Descartes Board & Dartesius Game sebagai media yang menggabungkan papan manipulatif untuk visualisasi titik koordinat dengan permainan dart. Deskripsi tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa mengenali karakteristik media melalui kombinasi komponen fisik dan cara komponen tersebut digunakan dalam aktivitas belajar* (S05, Q3).

Temuan pada aspek IM memperlihatkan bahwa pemahaman mahasiswa mengenai media manipulatif cenderung dikaitkan dengan keberadaan objek konkret dan kemungkinan peserta didik melakukan tindakan langsung terhadap objek tersebut. Identifikasi demikian menjadi dasar bagi mahasiswa untuk kemudian menjelaskan konsep matematika dan pemanfaatan media.

Konsep Matematika

Pada aspek konsep matematika (KM), mahasiswa menghubungkan media yang diamati dengan materi atau konsep matematika yang dapat direpresentasikan

melalui media. Respons pada tugas menunjukkan variasi konsep, antara lain aljabar, geometri, statistika, pecahan, relasi dan fungsi, SPLDV, koordinat Kartesius, transformasi geometri, serta operasi bilangan. Hubungan media dan konsep umumnya dijelaskan melalui fungsi representasional media, yaitu bagaimana objek konkret membantu menampilkan atau memanipulasi konsep yang bersifat abstrak.

> *S01 menjelaskan Algebra Building Block sebagai media untuk memahami bentuk aljabar melalui model konkret/manipulatif. Mahasiswa tersebut menyatakan bahwa blok-blok digunakan sebagai representasi suku atau bentuk aljabar yang kemudian dapat "disusun, digabungkan, atau dipisahkan" untuk memahami operasi aljabar secara konkret* (S01, Q1).

Respons tersebut menunjukkan adanya hubungan eksplisit antara karakteristik manipulatif media dan representasi konsep matematika. Contoh lain ditemukan pada S39 yang mengaitkan Papan Statistik Smart Board 3M dengan konsep mean, median, dan modus.

> *Mahasiswa menjelaskan bahwa peserta didik menggunakan papan, bambu kecil, dan penutup botol untuk mengamati, menyusun, dan memindahkan objek sesuai soal dalam menentukan ukuran pemusatan data* (S39, Q1).

Dengan demikian, media dipahami bukan sekadar sebagai alat bantu visual, tetapi sebagai sarana untuk merepresentasikan konsep statistik melalui objek konkret. Secara keseluruhan, temuan KM menunjukkan bahwa mahasiswa telah mengidentifikasi keterkaitan antara media manipulatif dan materi matematika yang dibelajarkan. Hubungan tersebut terutama tampak ketika mahasiswa menjelaskan bagaimana manipulasi objek dapat membantu memvisualisasikan, membentuk, membandingkan, atau menemukan konsep matematika.

Pemanfaatan Media

Pada aspek pemanfaatan media (PM), mahasiswa menjelaskan penggunaan media melalui aktivitas yang dilakukan peserta didik maupun guru. Aktivitas yang muncul meliputi bermain secara berkelompok, menyusun atau memindahkan objek, menyelesaikan soal, melakukan eksplorasi, berdiskusi, menggunakan QR Code atau aplikasi pendukung, serta melakukan refleksi setelah kegiatan. Pola ini menunjukkan bahwa mahasiswa memandang media manipulatif sebagai bagian dari aktivitas pembelajaran, bukan hanya sebagai objek yang ditampilkan guru.

> *S01 menjelaskan bahwa pada Algebrapoly siswa bermain secara berkelompok dan harus menyelesaikan persoalan aljabar untuk dapat melanjutkan permainan atau memperoleh bagian tertentu. Pada Geoboard*

> *3D, siswa menggunakan media untuk membuat atau menyusun bentuk geometri, kemudian mengamati unsur dan sifat bangun yang terbentuk* (S01, Q1).

Respons tersebut memperlihatkan bahwa mahasiswa mampu menguraikan aktivitas belajar yang terkait langsung dengan penggunaan media. Pada media yang mengintegrasikan teknologi digital, PM juga muncul melalui aktivitas yang menggabungkan manipulasi fisik dengan akses digital.

> *S05 menjelaskan bahwa peserta didik dapat memindai kode QR pada media untuk membuka animasi 3D interaktif, sehingga penggunaan media berlangsung melalui kombinasi aktivitas fisik dan digital* (S05, Q1).

Temuan PM menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung memahami pemanfaatan media dalam bentuk aktivitas yang konkret dan terstruktur. Aktivitas tersebut mencakup tindakan manipulatif, penyelesaian masalah, permainan, interaksi kelompok, dan pada sebagian media diperluas melalui teknologi digital.

Evaluasi Media

Aspek evaluasi media (EM) tampak ketika mahasiswa memberikan penilaian terhadap manfaat, keterbatasan, kualitas, atau kesesuaian media untuk pembelajaran matematika. Evaluasi tidak hanya berupa pernyataan bahwa suatu media menarik atau baik, tetapi juga disertai alasan yang menjelaskan aspek yang dinilai. Respons mahasiswa memperlihatkan beberapa bentuk evaluasi, yaitu manfaat dalam membantu pemahaman konsep, keterlibatan peserta didik, keterbatasan penggunaan, kebutuhan terhadap kondisi tertentu, serta kesesuaian media dengan materi atau situasi pembelajaran.

> *S01 menilai bahwa media manipulatif penting karena dapat membuat siswa lebih aktif, tertarik, dan lebih mudah memahami konsep melalui pengalaman langsung. Penilaian tersebut menunjukkan manfaat media yang dikaitkan dengan pengalaman belajar konkret* (S01, Q5).

Evaluasi terhadap keterbatasan juga terlihat pada S05 ketika mahasiswa menilai LaserGeo Ruler.

> *S05 menyatakan bahwa penggunaan laser memiliki potensi risiko terhadap penglihatan siswa dan bahwa akurasi pembacaan dapat dipengaruhi oleh kondisi ruang kelas. Respons tersebut merupakan evaluasi karena mahasiswa mengidentifikasi kondisi penggunaan yang dapat memengaruhi kelayakan media* (S05, Q2).

Contoh lain menunjukkan evaluasi terhadap integrasi digital.

> *S08 menilai bahwa media papan manipulatif fisik efektif untuk konsep dasar, tetapi kurang efisien ketika digunakan untuk kumpulan data yang besar atau data desimal. Ia kemudian mengusulkan pengembangan papan hibrida dengan visualisasi digital* (S08, Q2).

Dalam contoh ini, bagian yang menyatakan kelebihan dan keterbatasan dikategorikan sebagai EM, sedangkan usulan pengembangannya menjadi RM. Temuan EM menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya mengenali dan menjelaskan penggunaan media, tetapi juga mulai mempertimbangkan kondisi nyata penerapannya. Pertimbangan tersebut meliputi kemudahan, keamanan, keterbatasan fisik, keterlibatan siswa, cakupan materi, dan fungsi teknologi pendukung.

Rekomendasi Media

Aspek rekomendasi media (RM) ditunjukkan melalui gagasan mahasiswa untuk menggunakan, mengadaptasi, memodifikasi, memperbaiki, atau mengembangkan media. Rekomendasi muncul terutama pada pertanyaan mengenai media yang masih perlu dikembangkan, media yang menarik untuk dikembangkan, dan ide media baru. Bentuk rekomendasi mencakup penambahan variasi soal, penambahan tingkat kesulitan, perubahan desain, penambahan komponen, integrasi teknologi, serta pengembangan media baru.

> *S01 mengusulkan pengembangan Algebrapoly dengan beberapa tingkat permainan dan variasi soal, mulai dari soal sederhana hingga soal yang membutuhkan kemampuan berpikir lebih tinggi. Pada Algebra Building Block, ia mengusulkan penambahan bentuk dan variasi blok serta aktivitas pemecahan masalah* (S01, Q2).

Gagasan tersebut secara eksplisit mengarah pada perubahan atau pengembangan media. Pada Q4, S01 mengembangkan ide Domino Perkalian. Media tersebut mengadaptasi permainan domino dengan menempatkan soal perkalian dan hasil perkalian pada bagian kartu yang berbeda sehingga pemain harus mencocokkan soal dengan hasil yang sesuai.

> *S01 memberikan alasan bahwa media tersebut dapat membuat latihan perkalian lebih menyenangkan dan mendorong siswa untuk menghitung serta mengambil keputusan* (S01, Q4).

Rekomendasi juga dapat berbentuk integrasi fisik-digital.

> *S05 mengusulkan E-Comic interaktif berbasis web/PDF dengan pertimbangan kemudahan akses melalui telepon genggam atau laptop dan*

fleksibilitas pengembangan menggunakan platform desain yang sederhana (S05, Q4).

Hal ini menunjukkan bahwa gagasan pengembangan mahasiswa tidak terbatas pada media manipulatif fisik, tetapi juga mencakup format digital yang dianggap mendukung aksesibilitas pembelajaran. Dengan demikian, RM memperlihatkan adanya upaya mahasiswa untuk bergerak dari tahap mengamati media menuju tahap merancang alternatif pemanfaatan atau pengembangannya. Rekomendasi yang diberikan umumnya berangkat dari manfaat atau keterbatasan yang mereka identifikasi pada media yang diamati.

Pembahasan

Temuan penelitian menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap media manipulatif tidak berhenti pada pengenalan bentuk media, tetapi mencakup hubungan media dengan konsep matematika, pemanfaatan dalam aktivitas pembelajaran, evaluasi, dan gagasan pengembangan. Pola ini sejalan dengan pandangan Uttal & Scudder (1997) bahwa manipulatif perlu dipahami sebagai simbol yang merepresentasikan konsep matematika, bukan sekadar benda konkret. Perspektif *Learning Through Activity* juga menekankan bahwa keberhasilan penggunaan manipulatif bergantung pada bagaimana aktivitas konkret menjadi dasar untuk membangun konsep abstrak (Simon, 2022; Simon et al., 2018). Dengan demikian, keterkaitan IM dan KM dalam penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa mulai memahami bahwa karakteristik fisik media memperoleh makna pedagogis ketika dikaitkan dengan ide matematika yang hendak direpresentasikan.

Hubungan antara media dan konsep matematika memperkuat pandangan bahwa keberadaan objek konkret saja belum menjamin pembelajaran bermakna. Nilai pedagogis manipulatif ditentukan oleh bagaimana objek digunakan untuk membangun gagasan matematika (Clements, 2000; Samosir & Ermita, 2025; Ummah & Azmi, 2020). Hal tersebut sejalan dengan temuan penelitian ini ketika mahasiswa tidak hanya menyebut media, tetapi menghubungkan manipulasi objek dengan representasi aljabar, geometri, statistika, pecahan, dan konsep lainnya. Penggunaan manipulatif yang dirancang secara strategis dapat mendukung keterlibatan dan proses pemahaman konsep matematika. Oleh karena itu, pemahaman calon guru terhadap media perlu diarahkan dari pertanyaan “apa

medianya" menuju pertanyaan "konsep apa yang dapat dibangun melalui media tersebut" (Angco & Angco, 2024).

Pada aspek pemanfaatan, mahasiswa memaknai media melalui aktivitas bermain, manipulasi objek, pemecahan masalah, diskusi, dan pada beberapa kasus integrasi digital. Temuan ini mendukung penelitian yang menempatkan perencanaan dan kompetensi guru sebagai faktor penting dalam penggunaan media manipulatif (Angco & Angco, 2024). Namun, hasil penelitian ini perlu dibedakan dari kompetensi praktik mengajar. Penelitian terhadap 21 calon guru matematika, menemukan bahwa sebagian besar peserta mengalami kesulitan menggunakan manipulatif secara efektif dan sesuai tujuan serta mengalami kesulitan menghubungkan konsep matematika, kehidupan sehari-hari, dan manipulatif (Unlu, 2022). Perbedaan konteks ini menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa menjelaskan kemungkinan pemanfaatan media dalam respons tertulis belum dapat disamakan dengan kemampuan menerapkannya secara efektif di kelas.

Evaluasi mahasiswa memperlihatkan bahwa penilaian terhadap media mulai mencakup manfaat, keterbatasan, keamanan, kesesuaian, keterlibatan siswa, dan kondisi penggunaan. Hal ini menunjukkan pergeseran dari penilaian berbasis daya tarik menuju pertimbangan pedagogis dan praktis. Kemampuan calon guru matematika dalam memilih bahan belajar digital perlu melibatkan alasan yang berkaitan dengan pengetahuan konten dan pedagogis, bukan sekadar preferensi terhadap teknologi (Gonscherowski et al., 2025; Mangram & Sun, 2021). Penelitian ini memperluas konteks tersebut karena mahasiswa mengevaluasi media manipulatif yang diperoleh dari lingkungan digital dan mempertimbangkan sekaligus aspek matematika, pembelajaran, kondisi penggunaan, serta dukungan teknologi. Dengan demikian, evaluasi media dalam penelitian ini memperlihatkan awal terbentuknya pengambilan keputusan pedagogis berbasis alasan.

Kehadiran integrasi fisik-digital dalam respons mahasiswa juga menunjukkan bahwa teknologi tidak selalu diposisikan sebagai pengganti manipulatif konkret. Mahasiswa mengusulkan atau menjelaskan penggunaan QR Code, animasi 3D, dan media hibrida sebagai pelengkap aktivitas manipulatif. Visualisasi mendukung pembelajaran matematika, tetapi penggunaan teknologi tidak secara otomatis lebih unggul daripada visualisasi analog (Farra et al., 2024; Rau, 2020; Schoenherr et al.,

2024). Penelitian ini menunjukkan pola yang lebih kontekstual: mahasiswa cenderung mempertimbangkan integrasi digital ketika teknologi dipandang dapat mengatasi keterbatasan media fisik atau memperluas representasi dan akses. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap media inovatif mulai bergerak ke arah kombinasi affordance fisik dan digital.

Pada aspek rekomendasi, mahasiswa bergerak dari pengguna atau pengamat media menjadi pengusul perubahan media. Gagasan yang muncul meliputi variasi soal, perubahan desain, penambahan komponen, integrasi teknologi, dan penciptaan media baru. Pola ini berkaitan dengan penelitian Sulistyaningsih et al. (2017) yang menempatkan kemampuan membuat dan mengimplementasikan manipulatif sebagai bagian dari pembelajaran calon guru matematika. Perbedaannya, penelitian tersebut berfokus pada implementasi pembelajaran dalam mata kuliah workshop manipulatif, sedangkan penelitian ini menelusuri gagasan pengembangan yang lahir dari kegiatan mengamati dan mengevaluasi media yang telah tersedia. Dengan demikian, aktivitas analisis media dapat menjadi jembatan pedagogis dari kemampuan menggunakan media menuju kemampuan merancang dan memperbaikinya.

Kelima aspek analisis memperlihatkan pola pemahaman yang saling berhubungan. IM menjadi dasar ketika mahasiswa mengenali bentuk, komponen, dan karakteristik manipulatif suatu media. Pemahaman tersebut kemudian terhubung dengan KM ketika mahasiswa menjelaskan konsep matematika yang direpresentasikan. Selanjutnya, PM terlihat ketika mahasiswa menerjemahkan media ke dalam aktivitas pembelajaran. Pada tahap berikutnya, EM muncul ketika mahasiswa memberikan penilaian terhadap manfaat, keterbatasan, dan kesesuaian media. RM kemudian tampak ketika mahasiswa menggunakan hasil pengamatan dan evaluasi tersebut sebagai dasar untuk mengusulkan modifikasi atau pengembangan. Dengan demikian, kontribusi penelitian bukan untuk menentukan media mana yang paling efektif, tetapi untuk menunjukkan bagaimana calon guru membangun pertimbangan pedagogis ketika membaca, menggunakan, mengevaluasi, dan mengembangkan media pembelajaran matematika.

D. Kesimpulan

Pemahaman mahasiswa calon guru matematika dalam mengevaluasi media pembelajaran manipulatif berbasis digital dapat dipahami melalui keterkaitan antara kemampuan mengidentifikasi karakteristik media, menghubungkannya dengan konsep matematika, memahami pemanfaatannya dalam pembelajaran, mengevaluasi manfaat dan keterbatasannya, serta merumuskan gagasan pengembangan atau pemanfaatan lebih lanjut. Kelima aspek tersebut memperlihatkan bahwa evaluasi media tidak hanya berkaitan dengan kemampuan mengenali bentuk atau jenis media, tetapi juga mencakup kemampuan mempertimbangkan hubungan media dengan konsep matematika, aktivitas belajar, kebutuhan peserta didik, serta peluang pengembangan media. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pemetaan pemahaman mahasiswa calon guru matematika dalam mengevaluasi media manipulatif melalui kerangka IM-KM-PM-EM-RM, yang dapat menjadi dasar untuk merancang aktivitas pembelajaran pada mata kuliah Media Pembelajaran Manipulatif agar mahasiswa tidak hanya mengenal media, tetapi juga mampu mempertimbangkan nilai pedagogis dan peluang pengembangannya.

Keterbatasan penelitian terletak pada penggunaan dokumen jawaban tertulis mahasiswa sebagai sumber data, sehingga temuan penelitian menggambarkan pemahaman yang diekspresikan secara tertulis dan belum secara langsung menunjukkan kemampuan mahasiswa dalam menerapkan atau mengembangkan media tersebut dalam praktik pembelajaran di kelas. Selain itu, penelitian berfokus pada satu konteks pembelajaran dan satu kelompok mahasiswa sehingga penerapan temuan pada konteks yang berbeda perlu dilakukan secara hati-hati. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk mengombinasikan analisis dokumen dengan observasi praktik, wawancara, atau penilaian terhadap produk dan praktik penggunaan media, sehingga dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai perkembangan kompetensi calon guru matematika dalam memilih, menggunakan, mengevaluasi, dan mengembangkan media pembelajaran manipulatif berbasis digital.

Daftar Pustaka

Angco, R. J. N., & Angco, L. B. (2024). A Meta-Synthesis of Effective Practices

and Outcomes in the Use of Manipulatives for Teaching Mathematics. *Human Behavior, Development and Society*, *25*(2), 50–59. https://doi.org/10.62370/hbds.v25i2.274848

Arifi, A., & Mahmuti, A. (2025). Integration of Virtual Manipulatives for Teaching and Learning Perimeter and Area in Lower Secondary Education. *Innovaciencia*, *13*(1), 1–14. https://doi.org/10.15649/2346075X.5051

Bulut, D. B., & Guveli, E. (2023). Determination of Technology Pedagogy Content Knowledge Levels of Preservice Mathematics Teachers through Activities. *International E-Journal of Educational Studies*, *7*(13), 89–106. https://doi.org/10.31458/iejes.1223463

Clements, D. H. (2000). Concrete Manipulatives, Concrete Ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, *1*(1), 45–60. https://doi.org/10.2304/ciec.2000.1.1.7

Farra, N. K. Al, Belbase, S., Tairab, H., Qablan, A., Opoku, M. P., & Safi, S. K. (2024). Impact of Using Virtual and Concrete Manipulatives on Students' Learning of Fractions. *Cogent Education*, *11*(1), 1–20. https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2379712

Gonscherowski, P., Lindenbauer, E., Kaspar, K., & Rott, B. (2025). Assessing the Selection of Digital Learning Materials: A Facet of Pre-Service Teachers' Digital Competence. *Applied Sciences (Switzerland)*, *15*(11), 1–23. https://doi.org/10.3390/app15116024

Ishartono, N., Halili, S. H. B., Razak, R. B. A., & Jufriansah, A. (2024). Factors Shaping Indonesian Preservice Math Teachers' Digital Media Adoption in Online Mathematics Teaching Practice: An Instrument Development and Validation Study. *Journal on Mathematics Education*, *15*(4), 1219–1250. https://doi.org/10.22342/jme.v15i4.pp1219-1250

Ismiyati, N. (2023). Deskripsi Proses Abstraksi Matematika Siswa Berdasarkan Gaya Kognitif Konseptual Tempo. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *6*(1), 267–277. https://doi.org/10.30605/proximal.v6i1.2301

Ismiyati, N., Mulbar, U., & Rusli. (2023). Development of Procedures in Designing Blended Learning Integrated Soft Skills in Higher Education. *Advances in Research*, *24*(6), 39–49. https://doi.org/10.9734/air/2023/v24i6982

Ismiyati, N., & Pratama, R. A. (2021). Penggunaan Edmodo dalam Proses Pembelajaran Daring pada Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *12*(1), 60–70. https://doi.org/10.36709/jpm.v12i1.15842

Maboya, M. J., Jita, L. C., & Chimbi, G. T. (2020). South African Teachers' Beliefs and The Use of Manipulatives to Resolve The Concept-Symbol Schism in Mathematics Learning. *Universal Journal of Educational Research*, *8*(11), 5414–5424. https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081144

Mangram, C., & Sun, K. L. (2021). Supporting Preservice Secondary Mathematics Teachers' Professional Judgment Around Digital Technology Use. *Mathematics Teacher Educator*, *9*(2), 145–159. https://doi.org/10.5951/MTE.2020.0046

Ochogboju, A. O., & Díez-Palomar, J. (2025). Modeling Concrete and Virtual Manipulatives for Mathematics Teacher Training: A Case Study in ICT-Enhanced Pedagogies. *Information (Switzerland)*, *16*(8).

https://doi.org/10.3390/info16080698

Rau, M. A. (2020). Comparing Multiple Theories About Learning with Physical and Virtual Representations: Conflicting or Complementary Effects? *Educational Psychology Review*, *32*(2), 297–325. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09517-1

Samosir, R. N., & Ermita, E. (2025). Studi Deskriptif Terhadap Produk Media Manipulatif Mahasiswa dan Relevansinya Terhadap Konsep Matematika. *Cakrawala Jurnal Ilmiah Bidang Sains*, *4*(1), 61. https://doi.org/10.28989/cakrawala.v4i1.2984

Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). Concrete: Computer Manipulatives in Mathematics Education. *Child Development Perspectives*, *3*(3), 145–150. https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2009.00095.x

Schoenherr, J., Strohmaier, A. R., & Schukajlow, S. (2024). Learning With Visualizations Helps: A Meta-Analysis of Visualization Interventions in Mathematics Education. *Educational Research Review*, *45*(100639), 1–17. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100639

Simon, M. A. (2022). Contributions of The Learning Through Activity Theoretical Framework to Understanding and Using Manipulatives in The Learning and Teaching of Mathematical Concepts. *The Journal Of Mathematical Behavior*, *66*(100945), 1–20.

Simon, M. A., Kara, M., Placa, N., & Avitzur, A. (2018). Towards an Integrated Theory of Mathematics Conceptual Learning and Instructional Design: The Learning Through Activity Theoretical Framework. *The Journal Of Mathematical Behavior*, *52*, 95–115.

Simsek, M., & Yazici, N. (2021). Examining The Digital Learning Material Preparation Competencies of Preservice Mathematics Teachers. *Participatory Educational Research*, *8*(3), 323–343. https://doi.org/10.17275/per.21.68.8.3

Stigberg, S. K., Stigberg, H., & Maugesten, M. (2022). Making Manipulatives for Mathematics Education. *ACM International Conference Proceeding Series*. https://doi.org/10.1145/3535227.3535228

Sulistyaningsih, Mawarsari, Hidayah, & Dwijanto. (2017). Manipulatives Implementation For Supporting Learning Of Mathematics for Prospective Teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, *755*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001

Ummah, S. K., & Azmi, R. D. (2020). Konstruksi Konsep Matematika Melalui Pembuatan Media Manipulatif Terintegrasi Teknologi. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *9*(1), 43–52. https://doi.org/10.24127/ajpm.v9il.2653

Unlu, M. (2022). How Do Preservice Mathematics Teachers Use Manipulatives to Teach Mathematics? *Acta Didactica Napocensia*, *15*(2), 343–355. https://doi.org/10.24193/adn.15.2.16

Uttal, D. H., & Scudder, K. V. (1997). Manipulatives as Symbols: A New Perspective on The Use of Concrete Objects to Teach Mathematics. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *18*(1), 37–54.

Wekullo, B. J., Montano Ramos, R., & Castillo, A. H. (2026). Equipping Mathematics Pre-Service Teachers for the Digital Classroom: Research on Tools, Pedagogies, and Instructional Design. *Journal of Computers for Science and Mathematics Learning*, *3*(1), 60–73.

https://doi.org/10.70232/jcsml.v3i1.51

Yuniastuti, L., Murtafiah, W., & Pradana, L. N. (2025). Interactive Digital Manipulatives Using Wordwall to Enhance Elementary Students' Interest and Learning Outcomes in Addition and Subtraction. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *11*(12), 1133–1142. https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i12.13693

Zaklej, A. (2022). European Journal of Educational Research. *European Journal of Educational Research*, *11*(2), 639–652.