Pengembangan Modul Ajar Interaktif Berdiferensiasi Mengakomodasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis SMP

Selvia Rinjap*[1], Yudi Darma[2], Utin Desy Susiaty[3]
[1,2,3] Program Studi Matematika, Universitas PGRI Pontianak
e-mail: *[1]seviarinjap@gmail.com, [2]yudidarmamtk@gmail.com, [3]2d3or4f4ty4@gmail.com

Abstract. *Mathematical problem-solving ability is an essential competence in mathematics learning. Preliminary analysis involving 20 eighth-grade students at SMP YPK Pontianak indicated difficulties in understanding problems, planning solutions, carrying out procedures, and checking solutions. This condition indicates the need for learning materials that can accommodate differences in students' learning readiness and characteristics. This study aimed to develop an interactive teaching module based on Differentiated Instruction for the Pythagorean Theorem and to determine its validity, practicality, and effectiveness. The study employed Research and Development using a modified 4-D model consisting of define, design, and develop stages. The product was validated by three material experts and three media experts and was then tested with 20 eighth-grade students at SMP YPK Pontianak. Data were collected through validation sheets, teacher and student response questionnaires, and a mathematical problem-solving test. The results showed a combined validity score of 86.5%, categorized as very valid; practicality of 91.6% based on teacher response and 88.6% based on student response, with an overall average of 90.1%, categorized as very practical; and classical mastery of 75% based on the posttest, categorized as effective. These findings indicate that the module meets the criteria of validity, practicality, and limited effectiveness in the context of the trial. However, because the study did not employ a pretest-posttest comparison or a control group, the 75% mastery rate should not be interpreted as evidence of causal improvement in students' mathematical problem-solving ability.*

Keyword: *interactive teaching module, Differentiated Instruction, Pythagorean Theorem, mathematical problem-solving ability.*

Abstrak. *Kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan salah satu kompetensi esensial dalam pembelajaran matematika. Analisis awal terhadap 20 siswa kelas VIII SMP YPK Pontianak menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan prosedur, dan memeriksa kembali hasil penyelesaian. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya bahan ajar yang dapat mengakomodasi perbedaan kesiapan dan karakteristik belajar siswa. Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul ajar interaktif berbasis Differentiated Instruction pada materi Teorema Pythagoras serta mengetahui tingkat validitas, kepraktisan, dan keefektifannya. Penelitian menggunakan metode Research and Development dengan model pengembangan 3D yang merupakan modifikasi model 4D, meliputi tahap define, design, dan develop. Produk divalidasi oleh tiga ahli materi dan tiga ahli media, kemudian diujicobakan kepada 20 siswa kelas VIII SMP YPK Pontianak. Data dikumpulkan melalui lembar validasi, angket respons guru dan siswa, serta tes kemampuan pemecahan masalah matematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata gabungan kevalidan modul sebesar 86,5% dengan kategori sangat valid. Kepraktisan memperoleh 91,6% berdasarkan respons guru dan 88,6% berdasarkan respons siswa, dengan rata-rata 90,1% dan kategori sangat praktis. Keefektifan berdasarkan ketuntasan hasil posttest mencapai 75% dan termasuk kategori efektif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif secara terbatas pada konteks uji coba. Namun, karena penelitian tidak menggunakan desain pretest-posttest maupun kelompok pembanding, tingkat ketuntasan 75% tidak dapat diinterpretasikan sebagai bukti adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis secara kausal.*

Kata Kunci: *modul ajar interaktif, Differentiated Instruction, Teorema Pythagoras, kemampuan pemecahan masalah matematis.*

PENDAHULUAN

Kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan salah satu kompetensi utama yang perlu dikuasai peserta didik karena berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, sistematis, dan kreatif (Mitasari & Murtiyasa, 2023). Keterampilan tersebut tidak semata-mata dibutuhkan untuk memecahkan soal-soal matematis, melainkan juga bersinggungan dengan kapasitas dalam menangani beragam tantangan yang muncul dalam rutinitas keseharian (Muhtasyam, 2023). Dalam kerangka pemecahan masalah, Polya (1973) mengemukakan empat tahap utama, yaitu memahami masalah, menyusun rencana, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali hasil penyelesaian. Keempat tahap tersebut menjadi acuan dalam penelitian ini.

Materi Teorema Pythagoras memiliki karakteristik yang relevan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah karena penerapannya tidak terbatas pada perhitungan sisi segitiga siku-siku, tetapi juga dapat disajikan dalam bentuk masalah kontekstual. Siswa perlu mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan, menentukan hubungan matematis yang sesuai, memilih rumus atau strategi, melaksanakan perhitungan, serta memeriksa kesesuaian hasil dengan konteks masalah. Oleh sebab itu, pembelajaran Teorema Pythagoras perlu memberikan pengalaman belajar yang tidak hanya menekankan penguasaan rumus, tetapi juga proses penyelesaian masalah secara sistematis.

Fakta di lapangan menunjukkan adanya kesulitan siswa dalam menyelesaikan masalah pada materi Teorema Pythagoras. Hasil wawancara dengan guru matematika dan pra-riset terhadap 20 siswa kelas VIII SMP YPK Pontianak menggunakan lima soal uraian menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan pada empat indikator pemecahan masalah. Sebanyak lima siswa belum mampu memahami permasalahan dengan tepat, lima siswa mengalami kesulitan dalam menentukan strategi penyelesaian, lima siswa melakukan kesalahan pada tahap perhitungan, dan lima siswa tidak melakukan pemeriksaan kembali terhadap hasil yang diperoleh. Analisis pekerjaan siswa juga menunjukkan bahwa sebagian siswa telah mampu menentukan konsep yang digunakan, tetapi belum menyelesaikan proses perhitungan secara tepat dan belum menuliskan pemeriksaan kembali secara lengkap. Temuan tersebut memberikan bukti empiris mengenai variasi kesulitan siswa pada setiap tahapan pemecahan masalah.

Hasil observasi pembelajaran menunjukkan bahwa penggunaan buku paket dan LKS masih menjadi bagian utama dalam pembelajaran, sedangkan penyajian bahan ajar cenderung seragam untuk seluruh siswa. Kondisi tersebut belum sepenuhnya memberikan ruang bagi perbedaan kesiapan belajar, minat, dan profil belajar siswa. Temuan ini tidak dimaksudkan untuk menyatakan bahwa karakteristik bahan ajar tersebut secara langsung menyebabkan rendahnya kemampuan pemecahan masalah, tetapi menunjukkan adanya kesesuaian antara kebutuhan siswa yang beragam dan kebutuhan terhadap bahan ajar

yang lebih adaptif. Dalam konteks Kurikulum Merdeka, kebutuhan untuk merespons keberagaman peserta didik menjadi dasar penting dalam merancang pengalaman belajar yang berpusat pada siswa (Kemendikbudristek, 2022).

Salah satu metode yang sesuai untuk menanggapi variasi ini adalah Instruksi yang Berbeda. Tomlinson (2001, 2014) menjelaskan bahwa pembelajaran berdiferensiasi menyesuaikan konten, proses, dan produk berdasarkan kesiapan belajar, minat, dan profil belajar peserta didik. Dalam penelitian ini, prinsip tersebut diterjemahkan ke dalam struktur modul. Diferensiasi konten diwujudkan melalui materi dan soal dengan tingkat kompleksitas yang berjenjang. Diferensiasi proses diwujudkan melalui variasi aktivitas, media, dan tingkat *scaffolding*. Diferensiasi produk diwujudkan melalui variasi bentuk penyajian hasil penyelesaian sesuai kebutuhan dan karakteristik siswa.

Pengembangan modul interaktif menjadi salah satu alternatif untuk mengintegrasikan prinsip diferensiasi ke dalam bahan ajar secara lebih terstruktur. Materi pembelajaran digital dapat memuat kombinasi teks, ilustrasi, rekaman video, aktivitas praktik, dan penilaian, yang memungkinkan peserta didik untuk memperoleh materi melalui beragam format representasi. (Saputra et al., 2022; Smaldino et al., 2014). Penelitian terdahulu mengenai modul interaktif dan pembelajaran berdiferensiasi menunjukkan potensi dalam mendukung pembelajaran matematika. Namun, penelitian yang secara khusus mengintegrasikan *Differentiated Instruction* ke dalam modul ajar interaktif pada materi Teorema Pythagoras dengan fokus pada empat tahapan pemecahan masalah masih terbatas. Celah tersebut menjadi dasar pengembangan produk dalam penelitian ini.

Kebaruan penelitian terletak pada operasionalisasi *Differentiated Instruction* ke dalam struktur modul ajar interaktif. Hasil asesmen diagnostik digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi kesiapan belajar, minat, dan profil belajar siswa. Informasi tersebut selanjutnya digunakan untuk merancang diferensiasi konten, proses, dan produk yang tetap mengarahkan seluruh siswa pada capaian pembelajaran yang sama. Modul juga mengintegrasikan tahapan pemecahan masalah berdasarkan Polya melalui contoh, latihan, dan evaluasi pada materi Teorema Pythagoras.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mendeskripsikan proses pengembangan modul ajar interaktif berbasis Differentiated Instruction pada materi Teorema Pythagoras melalui tahap *define, design*, dan *develop*; dan (2) Menilai validitas, kepraktisan, dan efektivitas modul yang dirancang untuk meningkatkan kompetensi pemecahan masalah matematika siswa SMP.

METODE

Studi ini mengadopsi pendekatan Riset dan Pengembangan (R&D) yang memanfaatkan model pengembangan 3D, yang merupakan adaptasi dari model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan.Semmel, dan

Semmel (1974). Model 4D mencakup empat tahapan: *define* (mendefinisikan), *design* (merancang), *develop* (mengembangkan), dan *disseminate* (menyebarluaskan). Lingkup penelitian ini dibatasi hingga tahap pengembangan, mengingat tujuan utama penelitian adalah penciptaan dan evaluasi awal kelayakan produk melalui validasi pakar serta uji coba terbatas.Dengan demikian, hasil penelitian tidak dimaksudkan untuk menyatakan generalisasi produk pada konteks sekolah yang lebih luas.

Subjek uji coba produk adalah 20 siswa kelas VIII SMP YPK Pontianak tahun ajaran 2025/2026. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan adanya keberagaman kemampuan pemecahan masalah matematis yang teridentifikasi melalui pra-riset serta keterpenuhan materi prasyarat. Validasi produk melibatkan tiga validator ahli materi dan tiga validator ahli media. Dua dosen Program Studi Pendidikan Matematika, yaitu Hartono, M.Pd. dan Dr. Reni Astuti, M.Pd., berperan pada validasi materi dan media; Makdalena Nadia, S.Pd., Gr. berperan sebagai validator materi; dan Ferry Marlianto, S.Kom., M.Pd. berperan sebagai validator media. Uji coba instrumen tes dilakukan secara terpisah pada 15 siswa kelas VIII SMP Budi Baik Pontianak.

Fase definisi dilaksanakan melalui pengamatan terhadap proses pembelajaran, serta wawancara dengan seorang pendidik matematika untuk kelas VIII, dan pra-riset kemampuan pemecahan masalah matematis terhadap 20 siswa. Pra-riset menggunakan lima soal uraian yang mengacu pada empat indikator pemecahan masalah, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali. Hasil analisis kebutuhan digunakan untuk menetapkan karakteristik produk yang diperlukan.

Tahap *design* (perancangan) meliputi penyusunan rancangan modul ajar, penyusunan instrumen penelitian, serta penyusunan perangkat evaluasi. Modul dirancang dengan mengintegrasikan prinsip *Differentiated Instruction* melalui diferensiasi konten, proses, dan produk. Kesiapan belajar siswa diidentifikasi melalui tes diagnostik awal**,** sedangkan minat dan profil belajar siswa diidentifikasi melalui instrument angket minat belajar dan angket gaya belajar yang diberikan sebelum penggunaan modul. Hasil identifikasi tersebut digunakan sebagai dasar pengelompokan siswa ke dalam kategori kesiapan belajar tinggi, sedang, rendah, yang selanjutnya digunakan untuk membedakan ketiga aspek modul sebagai berikut. Diferensiasi konten dilakukan dengan menyediakan materi dan soal Teorema Pythagoras dalam tingkat kompleksitas berjenjang sesuai kategori kesiapan belajar siswa, misalnya soal dasar untuk siswa berkesiapan rendah, soal kontekstual/aplikatif untuk siswa berkesiapan tinggi. Diferensiasi proses dilakukan dengan menyediakan variasi aktivitas belajar sesuai profil belajar siswa, seperti video animasi dan ilustrasi visual untuk siswa dengan gaya belajar visual, narasi penjelasan audio untuk siswa dengan gaya belajar auditori, serta simulasi interaktif untuk siswa dengan gaya belajar kinestetik, disertai tingkat bimbingan (*scaffolding*) yang

disesuaikan dengan kesiapan belajar siswa. Diferensiasi produk dilakukan dengan memberikan pilihan bentuk penyajian hasil penyelesaian masalah sesuai minat siswa, seperti laporan tertulis, presentasi lisan, atau diagram penyelesaian. Dengan demikian, setiap siswa memperoleh pengalaman belajar yang disesuaikan dengan kesiapan belajar, minat, Tahap *design* meliputi penyusunan rancangan modul, perangkat pembelajaran, instrumen validasi, angket respons guru dan siswa, serta instrumen tes. Modul dirancang dalam bentuk *flipbook* interaktif berbantuan *Canva* dan memuat materi, contoh soal, video pembelajaran, ilustrasi, latihan, aktivitas berdiferensiasi, serta evaluasi yang terintegrasi dengan *Google Forms.*

Tahap *develop* meliputi validasi produk, revisi, dan uji coba terbatas. Validasi dilakukan menggunakan skala Likert 1–5. Uji coba produk dilaksanakan di SMP YPK Pontianak. Pada 18 Mei 2026 dilaksanakan pembelajaran menggunakan modul selama satu pertemuan dengan alokasi waktu 2 × 40 menit. Asesmen diagnostik digunakan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan kesiapan belajar. Pada 19 Mei 2026 siswa mengerjakan *posttest* dan mengisi angket respons, sedangkan guru mengisi angket respons terhadap penggunaan modul.

Data validasi dan respons dianalisis menggunakan persentase dengan rumus P = (skor perolehan/skor maksimal) × 100%. Hasil persentase kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria yang digunakan dalam penelitian. Produk dinyatakan sangat valid atau sangat praktis apabila persentase berada pada rentang lebih dari 80% sampai 100%.

Keefektifan produk dianalisis berdasarkan ketuntasan klasikal hasil posttest. Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang digunakan adalah 70. Siswa dinyatakan tuntas apabila memperoleh nilai ≥ 70. Persentase ketuntasan dihitung dengan rumus P = (jumlah siswa tuntas/jumlah seluruh siswa) × 100%. Persentase 51% < P ≤ 85% termasuk kategori efektif.

Tabel 1 Kriteria interpretasi validitas dan kepraktisan

Rentang Persentase	Kategori Validitas/Kepraktisan
>80%–100%	Sangat valid / sangat praktis
>60%–80%	Valid / praktis
>40%–60%	Cukup valid / cukup praktis
>20%–40%	Kurang valid / kurang praktis
0%–20%	Tidak valid / tidak praktis

Tabel 2 Kriteria interpretasi keefektifan

Rentang Persentase	Kategori Keefektifan
>85%–100%	Sangat efektif
>50%–85%	Efektif
>35%–50%	Kurang efektif
20%–35%	Sangat kurang efektif

HASIL DAN PEMBAHASAN

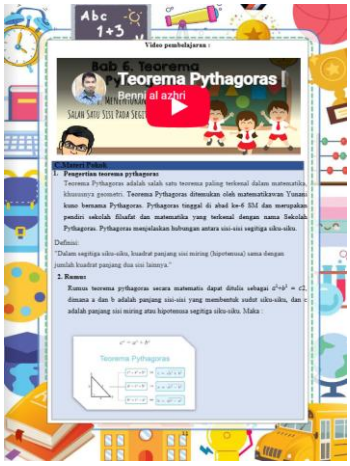
Hasil

Hasil akhir dari modul ini adalah pengembangan sebuah modul ajar interaktif yang mengintegrasikan prinsip-prinsip Instruksi Berdiferensiasi. Modul ini dirancang khusus untuk materi Teorema Pythagoras dan ditujukan bagi siswa kelas VIII Sekolah Menengah Pertama. Modul dikembangkan dalam bentuk *flipbook* digital berbantuan *Canva.* Komponen utama modul meliputi identitas dan tujuan pembelajaran, materi Teorema Pythagoras, contoh soal, video

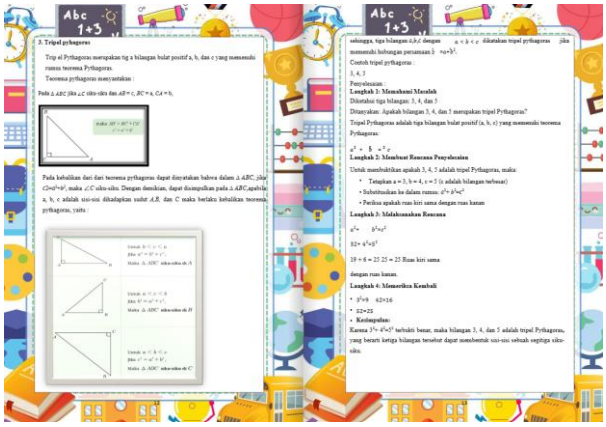
pembelajaran, aktivitas latihan, soal pemecahan masalah, dan evaluasi.



Gambar 1. Tampilan sampul modul ajar interaktif



Gambar 2. Tampilan materi dan video pembelajaran



Gambar 3. Contoh penyajian materi dan tahapan pemecahan masalah

Tabel 3 Pemetaan penerapan *Differentiated Instruction* dalam modul

Dasar Diferensiasi	Hasil Identifikasi	Bentuk Diferensiasi	Implementasi dalam Modul
Kesiapan belajar	Tinggi, sedang, rendah	Konten	Materi dan soal disusun dari tingkat sederhana hingga lebih kompleks.
Profil belajar	Perbedaan cara menerima informasi	Proses	Teks, gambar, video, ilustrasi, dan aktivitas interaktif.
Minat dan kebutuhan	Perbedaan ketertarikan dan cara menunjukkan pemahaman	Produk	Variasi bentuk tugas/penyajian hasil penyelesaian.
Kemampuan pemecahan masalah	Perbedaan capaian pada empat tahap Polya	*Scaffolding* dan latihan	Contoh dan latihan diarahkan pada memahami, merencanakan, melaksanakan, dan memeriksa kembali.

Pemetaan tersebut menunjukkan bahwa diferensiasi tidak hanya disebutkan sebagai pendekatan, tetapi diterjemahkan ke dalam komponen produk. Kesiapan belajar menjadi dasar dalam menentukan tingkat kompleksitas konten dan *scaffolding*. Profil belajar dipertimbangkan melalui variasi representasi dan aktivitas. Sementara itu, minat dan kebutuhan belajar digunakan dalam menyediakan variasi cara siswa menunjukkan hasil belajarnya. Seluruh variasi tersebut tetap diarahkan pada capaian pembelajaran yang sama.

Hasil validasi produk. Validasi dilakukan untuk menilai kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, tampilan, keterbacaan, navigasi, dan kemudahan penggunaan modul. Validasi melibatkan hasil evaluasi tiga ahli materi dan tiga ahli menunjukkan persentase 80,0%, 84,8%, dan 88,2%, dengan rata-rata

84,3% dan kategori sangat valid. Hasil penilaian ahli media menunjukkan persentase 80,0%, 86,1%, dan 100,0%, dengan rata-rata 88,7% dan kategori sangat valid. Rata-rata gabungan kevalidan adalah 86,5% dengan kategori sangat valid.

Tabel 4 Hasil validasi ahli materi dan ahli media

Validator	Persentase	Kategori
Ahli materi 1 – Hartono, M.Pd.	80,0%	Valid
Ahli materi 2 – Dr. Reni Astuti, M.Pd.	84,8%	Sangat valid
Ahli materi 3 – Makdalena Nadia, S.Pd., Gr.	88,2%	Sangat valid
Rata-rata ahli materi	**84,3%**	**Sangat valid**
Ahli media 1 – Hartono, M.Pd.	80,0%	Valid
Ahli media 2 – Dr. Reni Astuti, M.Pd.	86,1%	Sangat valid
Ahli media 3 – Ferry Marlianto, S.Kom., M.Pd.	100,0%	Sangat valid
Rata-rata ahli media	**88,7%**	**Sangat valid**
Rata-rata gabungan	**86,5%**	**Sangat valid**

Masukan validator digunakan sebagai dasar revisi produk. Pada aspek materi, revisi mencakup penyempurnaan contoh soal agar lebih kontekstual, penyesuaian aktivitas dengan karakteristik siswa, dan perbaikan redaksi. Pada aspek media, revisi mencakup penyesuaian tata letak, ukuran huruf, konsistensi warna, dan navigasi *flipbook*. Revisi dilakukan sebelum produk digunakan dalam uji coba terbatas.

Hasil validasi yang tinggi menunjukkan bahwa isi dan tampilan modul telah sesuai dengan kriteria kelayakan yang digunakan dalam penelitian. Temuan ini sejalan dengan prinsip pengembangan bahan ajar yang menekankan pentingnya proses validasi dan revisi sebelum produk diterapkan (Sugiyono, 2022). Dalam konteks modul interaktif, integrasi teks, gambar, video, dan navigasi juga dapat mendukung penyajian materi secara lebih beragam (Smaldino et al., 2014).

Hasil uji keperaktisan, uji kepraktisan dilakukan setelah pembelajaran menggunakan modul melalui angket respons guru dan siswa. Responden terdiri atas satu guru matematika dan 20 siswa kelas VIII SMP YPK Pontianak. Respons guru memperoleh persentase 91,6% dengan kategori sangat praktis, sedangkan respons siswa memperoleh 88,6% dengan kategori sangat praktis. Rata-rata keduanya adalah 90,1%, yang termasuk kategori sangat praktis.

Tabel 5 Hasil uji kepraktisan modul

Responden	Jumlah	Persentase	Kategori
Guru	1	91,6%	Sangat praktis
Siswa	20	88,6%	Sangat praktis
Rata-rata	21	90,1%	Sangat praktis

Rata-rata 90,1% dihitung dari rata-rata aritmetika persentase respons guru dan siswa, yaitu (91,6% + 88,6%)/2 = 90,1%; bukan dari penggabungan skor mentah kedua kelompok.

Respons guru menunjukkan bahwa modul memiliki petunjuk penggunaan yang jelas, penyajian materi yang sistematis, dan komponen pembelajaran yang dapat digunakan untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran. Respons siswa menunjukkan penerimaan positif terhadap tampilan, kemudahan akses, kejelasan materi, dan aktivitas yang tersedia. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa produk

dapat digunakan dalam pembelajaran pada konteks uji coba terbatas.

Kepraktisan tersebut juga berkaitan dengan integrasi prinsip *Differentiated Instruction* dalam aktivitas pembelajaran. Siswa dikelompokkan berdasarkan kesiapan belajar hasil asesmen diagnostik, kemudian memperoleh aktivitas dan tingkat bimbingan yang berbeda. Siswa dengan kesiapan belajar lebih rendah memperoleh bantuan dan soal yang lebih terstruktur, sedangkan siswa dengan kesiapan sedang dan tinggi memperoleh aktivitas yang lebih kompleks. Pola tersebut sesuai dengan prinsip diferensiasi yang menyesuaikan proses belajar dengan kebutuhan peserta didik (Tomlinson, 2001, 2014).

Hasil uji keefektifan, keefektifan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan ketuntasan hasil posttest setelah penggunaan modul. Dari 20 siswa, 15 siswa memperoleh nilai ≥70 dan dinyatakan tuntas, sedangkan lima siswa memperoleh nilai <70. Persentase ketuntasan klasikal adalah 15/20 × 100% = 75%, sehingga termasuk kategori efektif berdasarkan kriteria penelitian.

Tabel 6 Distribusi nilai posttest dan ketuntasan siswa

Kode siswa	Nilai	Status
S1	70	Tuntas
S2	78	Tuntas
S3	57	Belum tuntas
S4	42	Belum tuntas
S5	73	Tuntas
S6	75	Tuntas
S7	35	Belum tuntas
S8	92	Tuntas
S9	35	Belum tuntas
S10	84	Tuntas
S11	67	Belum tuntas
S12	78	Tuntas
S13	88	Tuntas
S14	82	Tuntas
S15	93	Tuntas
S16	86	Tuntas
S17	72	Tuntas
S18	77	Tuntas
S19	70	Tuntas
S20	72	Tuntas

Nilai *posttest* berada pada rentang 35–93 dengan rata-rata 71,3. Data menunjukkan bahwa 15 siswa mencapai KKM dan lima siswa belum mencapai KKM. Hasil ini menunjukkan ketercapaian ketuntasan pada sebagian besar siswa setelah penggunaan modul, tetapi tidak dapat digunakan untuk menyatakan adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis secara kausal karena tidak tersedia pembandingan dengan kondisi sebelum penggunaan modul atau kelompok kontrol.

Tabel 7 Keterkaitan indikator pemecahan masalah dengan fasilitasi modul

Indikator	Fokus penilaian	Bentuk fasilitasi dalam modul
Memahami masalah	Mengidentifikasi informasi diketahui dan ditanyakan.	Contoh soal kontekstual, ilustrasi, dan pertanyaan penuntun.
Merencanakan penyelesaian	Menentukan strategi, rumus, atau hubungan matematis.	*Scaffolding* dan contoh langkah penyusunan strategi.
Melaksanakan rencana	Melakukan perhitungan dan prosedur secara tepat.	Latihan bertahap dan contoh penyelesaian sistematis.
Memeriksa kembali	Memeriksa hasil dan menuliskan kesimpulan.	Pertanyaan pemeriksaan dan penegasan kesesuaian hasil dengan konteks.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul memperoleh kevalidan 86,5%, kepraktisan 90,1%, dan ketuntasan posttest 75%. Ketiga hasil tersebut menunjukkan bahwa

produk telah memenuhi kriteria kualitas yang ditetapkan dalam penelitian pada tahap uji coba terbatas. Kevalidan yang tinggi menunjukkan kesesuaian isi dan media dengan tujuan pengembangan, sedangkan kepraktisan menunjukkan bahwa pengguna dapat menggunakan produk dalam proses pembelajaran. Ketuntasan 75% menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mencapai KKM setelah pembelajaran, tetapi hasil tersebut perlu dipahami sebagai bukti awal pada konteks uji coba, bukan sebagai bukti kausal peningkatan kemampuan.

Kekuatan utama produk terletak pada integrasi *Differentiated Instruction* ke dalam struktur modul. Tomlinson (2001, 2014) menekankan bahwa diferensiasi dapat dilakukan melalui penyesuaian konten, proses, dan produk berdasarkan kesiapan, minat, dan profil belajar siswa. Dalam penelitian ini, prinsip tersebut diterjemahkan melalui materi berjenjang, variasi aktivitas dan bimbingan, serta variasi bentuk tugas. Dengan demikian, pendekatan diferensiasi memiliki bentuk operasional yang dapat diamati dalam produk, bukan sekadar menjadi label pendekatan.

Penerapan tahapan Polya dalam materi dan latihan juga memberikan struktur yang jelas bagi proses pemecahan masalah. Siswa diarahkan untuk memahami informasi, memilih strategi, melaksanakan prosedur, dan memeriksa kembali hasil. Struktur tersebut sesuai dengan pandangan Polya (1973) mengenai pemecahan masalah sebagai proses sistematis untuk menemukan jalan keluar dari suatu masalah. Pada materi Teorema Pythagoras, struktur tersebut relevan karena soal kontekstual sering menuntut siswa menerjemahkan situasi ke dalam hubungan matematis sebelum melakukan perhitungan.

Kepraktisan 90,1% memperlihatkan bahwa modul diterima secara positif oleh pengguna pada uji coba. Respons guru sebesar 91,6% menunjukkan bahwa produk dapat mendukung pengelolaan pembelajaran, sedangkan respons siswa sebesar 88,6% menunjukkan bahwa modul relatif mudah digunakan dan diterima. Temuan tersebut mendukung fungsi modul sebagai bahan ajar yang sistematis dan dapat digunakan dengan dukungan media digital. Namun, karena kepraktisan didasarkan pada persepsi pengguna, hasil tersebut tidak boleh diposisikan sebagai bukti langsung peningkatan hasil belajar.

Hasil ketuntasan 75% perlu ditafsirkan secara hati-hati. Sebanyak 15 dari 20 siswa mencapai KKM 70, sedangkan lima siswa belum tuntas. Hasil ini memberikan indikasi bahwa produk dapat digunakan untuk mendukung proses pembelajaran pada materi Teorema Pythagoras. Akan tetapi, desain penelitian yang tidak menggunakan *pretest-posttest* atau kelompok pembanding tidak memungkinkan peneliti mengisolasi pengaruh modul dari faktor lain. Oleh sebab itu, istilah 'efektif' dalam penelitian ini merujuk pada kriteria ketuntasan yang telah ditetapkan, bukan pada bukti peningkatan kemampuan secara eksperimental.

Temuan penelitian juga memperjelas mekanisme pedagogis yang menjadi kontribusi

produk. Asesmen diagnostik digunakan untuk memperoleh informasi awal mengenai keberagaman siswa; informasi tersebut diterjemahkan menjadi pengelompokan dan perbedaan tingkat dukungan; kemudian modul menyediakan materi dan aktivitas yang sesuai dengan tingkat kesiapan. Mekanisme tersebut memungkinkan satu capaian pembelajaran yang sama dicapai melalui jalur belajar yang berbeda. Inilah aspek yang membedakan produk dari modul digital yang Hasil penelitian ini sejalan dengan kajian mengenai bahan ajar matematika dan pembelajaran berdiferensiasi yang menekankan pentingnya respons terhadap keberagaman peserta didik (Ansari & Puspita, 2022; Wahyuni & Kurniawan, 2021). Penggunaan media interaktif juga mendukung penyajian berbagai bentuk representasi materi (Saputra et al., 2022; Smaldino et al., 2014). Namun, kontribusi penelitian ini perlu ditempatkan secara proporsional karena uji coba masih terbatas pada satu kelas. Dengan demikian, kebaruan penelitian lebih tepat dipahami sebagai desain dan operasionalisasi produk, sedangkan efektivitas yang lebih luas masih memerlukan pengujian lanjutan.

Implikasi penelitian ini adalah bahwa modul dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar untuk mendukung pembelajaran matematika yang lebih adaptif pada materi Teorema Pythagoras. Guru dapat menggunakan hasil asesmen diagnostik untuk menentukan tingkat dukungan yang diperlukan siswa, sedangkan modul dapat menjadi sumber belajar yang memuat variasi representasi, aktivitas, dan latihan. Penelitian lanjutan perlu melibatkan jumlah siswa dan sekolah yang lebih besar, menggunakan desain *pretest-posttest* dan kelompok pembanding, serta menguji tahap *disseminate* agar bukti mengenai efektivitas dan keterterapan produk menjadi lebih kuat.

SIMPULAN (PENUTUP)

Penelitian ini menghasilkan modul ajar interaktif berbasis *Differentiated Instruction* pada materi Teorema Pythagoras untuk siswa kelas VIII SMP melalui model pengembangan 3D yang meliputi define, design, dan develop. Produk mengintegrasikan diferensiasi konten, proses, dan produk berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan asesmen diagnostik, serta mengarahkan aktivitas pemecahan masalah pada tahapan memahami masalah, merencanakan, mengidentifikasi masalah, membuat rencana penyelesaian, dan memeriksa kembali.

Hasil validasi memperoleh rata-rata 86,5% dengan kategori sangat valid. Uji kepraktisan memperoleh 91,6% dari respons guru dan 88,6% dari respons siswa, dengan rata-rata 90,1% dan kategori sangat praktis. Uji keefektifan berdasarkan ketuntasan posttest menunjukkan 15 dari 20 siswa atau 75% mencapai KKM 70 sehingga termasuk kategori efektif berdasarkan kriteria penelitian. Dengan demikian, modul memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif secara terbatas pada konteks uji coba.

Kesimpulan mengenai efektivitas tersebut perlu dibatasi pada indikator ketuntasan yang digunakan. Penelitian ini tidak menggunakan desain *pretest-posttest* maupun kelompok pembanding sehingga hasil 75% belum dapat dijadikan bukti bahwa penggunaan

modul menyebabkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain penelitian yang lebih kuat, melibatkan subjek dan sekolah yang lebih beragam, serta melanjutkan pengembangan hingga tahap *disseminate.*

DAFTAR PUSTAKA

Ansari, B. I., & Puspita, R. (2022). Pemetaan penelitian pengembangan bahan ajar matematika SMP di Indonesia tahun 2017–2022: Sebuah kajian sistematis. Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia, 7(2), 45–58.

Dharma, Firdaus, dan Haryadi (2016). Hubungan antara kemandirian belajar dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang akan menjadi guru matematika Pendidikan: *Journal of Education,* 14(1), 169–178.

Daryanto. (2013). Menyusun modul: Bahan ajar untuk persiapan guru dalam mengajar. Gava Media.

Heacox, D. (2012*). Differentiating instruction in the regular classroom: How to reach and teach all learners. Free Spirit Publishing.*

Kemendikbudristek. (2022). Capaian pembelajaran mata pelajaran matematika fase D. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Mitasari, D., & Murtiyasa, B. (2023). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa dalam menyelesaikan soal cerita pada materi aritmatika sosial berdasarkan langkah Polya. Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 7(2), 1759–1772. https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2399

Muhtasyam, A. *Systematic literature review* tentang kemampuan pemecahan masalah matematis dan model pembelajarannya di satuan pendidikan. *Mathematics Education Journal,* 7.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. NCTM.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method (2nd ed.). Princeton University Press.*

Prastowo, A. (2015). Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif: Menciptakan metode pembelajaran yang menarik dan menyenangkan. Diva Press.

Saputra, E., Jamilah, J., & Susiaty, U. D. (2022). Pengembangan e-modul etnomatematika berbasis model pembelajaran *inquiry* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Jurnal Riset Rumpun Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 1(1), 56–63. https://doi.org/10.55606/jurrimipa.v1i1.176

Smaldino, S. E., Lowther, D. L., & Russell, J. D. (2014). *Instructional technology and media for learning (11th ed.). Pearson Education.*

Sugiyono. (2022). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D (2nd ed.). Alfabeta.

Susiani, N., Darma, Y., & Haryadi, R. (2025). Pembuatan modul ajar berbasis pembelajaran berdasarkan materi statistika berdampak pada kemampuan siswa SMP untuk memecahkan masalah. Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 10(1), 99–109.

Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children. Indiana University.*

Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms (2nd ed.). ASCD.*

Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners (2nd ed.). ASCD.*

Wahyuni, T., & Kurniawan, A. (2021). Kajian literatur: Implementasi Differentiated Instruction dalam pembelajaran matematika dan pengembangan perangkat pembelajaran. Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia, 6(2), 55–67.

Yudhaskara, H. membuat media pembelajaran berbasis Flash berdasarkan kompetensi dan melakukan instalasi software di SMK Gama Kedungadem Bojonegoro.