

PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERDIFERENSIASI BERBASIS KEMANDIRIAN BELAJAR TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS PADA MATERI TEOREMA PYTHAGORAS

Selvina Lian¹, Muchtadi², Utin Desy Susiaty³

^{1,2,3} Universitas PGRI Pontianak, Kota Pontianak, Indonesia

*Email: Selvinalian292@gmail.com.

Abstract: This study aimed to develop a differentiated teaching module based on self-directed learning for the Pythagorean Theorem topic to improve students' mathematical communication skills. The study employed a Research and Development (R&D) approach using a modified 3D development model consisting of the Define, Design, and Develop stages. The research subjects were Grade VIII students of SMP YPK Pontianak. The research instruments included validation sheets, practicality questionnaires, and mathematical communication skill tests. Data were analyzed using descriptive qualitative and quantitative methods. The results indicated that the developed teaching module met the criteria of validity, practicality, and effectiveness. The average validation score from experts reached 85%, indicating that the module was valid for implementation. The practicality test showed an average score of 88.4%, categorized as very practical based on teachers' and students' responses. Furthermore, the effectiveness test demonstrated an N-Gain score of 0.60 (moderate category) with 80% classical learning completeness, indicating that the module effectively improved students' mathematical communication skills. Therefore, the differentiated teaching module based on self-directed learning is feasible to be used as an alternative teaching material in mathematics learning, particularly on the Pythagorean Theorem topic.

Keywords: Differentiated Teaching Module, Self-directed learning, Mathematical Communication Skills, Pythagorean Theorem, Research and Developmentl.

1. Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki berbagai keterampilan, salah satunya kemampuan komunikasi dalam menyampaikan ide dan pemikiran secara efektif (Trilling & Fadel, 2009). Dalam pembelajaran matematika, kemampuan komunikasi matematis menjadi aspek penting karena berkaitan dengan kemampuan siswa dalam mengemukakan gagasan matematika, menjelaskan prosedur penyelesaian masalah, menggunakan simbol maupun representasi matematis, serta menghubungkan konsep matematika dengan permasalahan kehidupan sehari-hari (Hendriana, 2017). Kemampuan komunikasi matematis yang baik dapat membantu siswa membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam dan meningkatkan kemampuan dalam menyelesaikan permasalahan matematika (national council of, 2000).

Namun, kemampuan komunikasi matematis siswa masih menjadi salah satu permasalahan dalam pembelajaran matematika. Siswa sering mengalami kesulitan dalam mengungkapkan ide matematika secara

tertulis maupun lisan, menjelaskan langkah penyelesaian masalah, serta membuat hubungan antara konsep yang dipelajari dengan representasi matematika yang tepat. Permasalahan tersebut juga ditemukan pada materi Teorema Pythagoras, di mana siswa masih mengalami hambatan dalam memahami konsep, menyusun strategi penyelesaian, dan mengkomunikasikan hasil pemikirannya secara sistematis (Fajriah & Noor, 2017). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan suatu pembelajaran yang mampu memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif membangun dan mengkomunikasikan pemahamannya (Vygotskij, 1978).

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika adalah pembelajaran berdiferensiasi (Tomlinson, 2001). Pembelajaran berdiferensiasi merupakan pendekatan yang menyesuaikan proses pembelajaran berdasarkan kesiapan belajar, minat, serta profil belajar peserta didik sehingga setiap siswa memperoleh pengalaman belajar sesuai dengan kebutuhannya (Tomlinson, 2014). Melalui penerapan pembelajaran berdiferensiasi, guru dapat merancang aktivitas pembelajaran yang lebih fleksibel sehingga siswa memiliki kesempatan untuk memahami materi melalui cara yang sesuai dengan karakteristik belajarnya (Tomlinson, 2014).

Penerapan pembelajaran berdiferensiasi perlu didukung oleh perangkat pembelajaran yang sesuai agar proses pembelajaran dapat berlangsung secara optimal (Issom & Nadia, 2021). Modul ajar menjadi salah satu perangkat pembelajaran yang dapat digunakan untuk membantu guru dalam merancang kegiatan belajar yang sistematis dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar secara mandiri. Modul ajar yang dirancang dengan memperhatikan kebutuhan belajar siswa dapat membantu menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Guru tidak hanya berperan mentransfer ilmu, tetapi juga sebagai rekan belajar. Guru dapat menyeberang ke dunia siswa dan membawa siswa ke dunianya melalui proses pembelajaran. Siswa tidak merasa terancam atau tertekan oleh kegiatan belajar, tetapi merasa aman bahkan nyaman. Siswa dapat belajar dengan mengoptimalkan pertumbuhan dan pengembangan potensi yang dimilikinya yaitu akal, fisik, dan budi karena kondisi emosi positif tersebut (Susiati et al., 2019).

Selain itu, aspek kemandirian belajar juga memiliki peran penting dalam keberhasilan pembelajaran matematika. Kemandirian belajar berkaitan dengan kemampuan siswa dalam mengatur proses belajarnya, menentukan strategi penyelesaian masalah, memonitor pemahaman, serta melakukan evaluasi terhadap hasil belajar yang diperoleh (Schunk & Greene, 2018). Siswa dengan tingkat kemandirian belajar yang baik cenderung lebih aktif dalam proses pembelajaran dan memiliki kemampuan komunikasi matematis yang lebih baik karena mampu mengelola proses berpikirnya secara mandiri (Nuriah et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, pengembangan modul ajar berdiferensiasi berbasis kemandirian belajar pada materi Teorema Pythagoras menjadi penting untuk dilakukan (Sari et al., 2024). Pengembangan modul ajar ini diharapkan dapat memberikan alternatif pembelajaran yang mampu menyesuaikan kebutuhan siswa sekaligus meningkatkan kemampuan komunikasi matematis (Darma, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar berdiferensiasi berbasis kemandirian belajar pada materi Teorema Pythagoras serta mengetahui kelayakan modul yang dikembangkan

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa modul ajar berdiferensiasi berbasis kemandirian belajar pada materi Teorema Pythagoras (*Metode Penelitian Sugiyono 2017 | PDF, t.t.*). Penelitian pengembangan merupakan metode yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk pembelajaran melalui proses perancangan, pengembangan, dan pengujian kelayakan produk sebelum digunakan dalam proses pembelajaran (Sugiono, 2017).

Model pengembangan yang digunakan mengacu pada model 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel, yang terdiri atas empat tahap yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Dalam penelitian ini, model 4D dimodifikasi menjadi model 3D dengan menghilangkan tahap *Disseminate* karena penelitian berfokus pada tahap pengembangan dan uji kelayakan produk secara terbatas (Thiagarajan & Others, 1974a). Modifikasi model pengembangan seperti ini sering dilakukan dalam penelitian pengembangan perangkat pembelajaran dengan menyesuaikan tujuan, waktu, serta ruang lingkup penelitian (Trianto, 2024).

Tahap *Define* dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta permasalahan pembelajaran matematika yang menjadi dasar pengembangan produk (Trianto, 2024). Tahap *Design* dilakukan dengan menyusun rancangan awal modul ajar berdasarkan hasil analisis kebutuhan, termasuk penyusunan materi, aktivitas pembelajaran berdiferensiasi, dan instrumen penelitian. Tahap *Develop* dilakukan melalui proses pengembangan produk, validasi oleh ahli materi dan ahli media, serta revisi produk berdasarkan masukan validator (Thiagarajan & Others, 1974). Tahapan tersebut mengikuti prinsip pengembangan perangkat pembelajaran model 4D yang menekankan proses analisis kebutuhan, perancangan, dan pengujian kualitas produk sebelum diterapkan (Thiagarajan & Others, 1974).

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap pengembangan modul ajar berdiferensiasi berbasis kemandirian belajar diawali dengan proses validasi untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Validasi dilakukan oleh ahli materi dan ahli media dengan tujuan menilai kesesuaian isi, penyajian, kebahasaan, serta tampilan modul ajar (Thiagarajan et al., 1974). validasi merupakan salah satu tahapan penting dalam penelitian pengembangan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan telah memenuhi standar kelayakan sebelum digunakan oleh peserta didik. Selain itu, (Prof. Dr. Sugiyono, 2019) menyatakan bahwa proses validasi berfungsi sebagai dasar dalam melakukan penyempurnaan produk berdasarkan masukan dari para ahli

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Validator	Presentasi	Kriteria
Ahli Materi	82,4 %	Valid
Ahli Media	87,6%	Sangat Valid
Rata-rata Keseluruhan	85%	Valid

Berdasarkan Tabel 1, hasil penilaian ahli materi memperoleh persentase sebesar 82,4% dengan kategori valid, sedangkan hasil penilaian ahli media memperoleh persentase sebesar 87,6% dengan kategori sangat valid. Secara keseluruhan, rata-rata hasil validasi mencapai 85% sehingga modul ajar yang dikembangkan termasuk dalam kategori valid dan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa modul ajar telah memenuhi aspek kelayakan isi, penyajian, serta tampilan media. Penyusunan materi yang sistematis, penggunaan bahasa yang mudah dipahami, dan penyajian aktivitas pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik menjadi faktor yang

mendukung tingginya nilai validitas modul. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Darma, 2024) yang menyatakan bahwa perangkat pembelajaran berdiferensiasi yang dikembangkan berdasarkan kebutuhan belajar peserta didik memiliki tingkat kelayakan yang tinggi sehingga dapat mendukung proses pembelajaran secara optimal. Penelitian (Putri & Wardani, 2024) juga menjelaskan bahwa modul ajar yang disusun sesuai karakteristik peserta didik mampu meningkatkan kualitas pembelajaran karena lebih mudah dipahami dan digunakan oleh siswa.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Validator	Presentasi	Kriteria
Siswa	86,6 %	Sangat Praktis
Guru	90%	Sangat Praktis
Rata-rata Keseluruhan	88,4%	Sangat Praktis

Berdasarkan Tabel 2, hasil angket respons peserta didik memperoleh persentase sebesar 86,6%, sedangkan respons guru memperoleh persentase sebesar 90%. Rata-rata keseluruhan mencapai 88,4% dengan kategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul ajar mudah digunakan, memiliki tampilan yang menarik, serta membantu peserta didik memahami materi pembelajaran secara mandiri.

Tingginya tingkat kepraktisan menunjukkan bahwa modul ajar mampu memfasilitasi proses pembelajaran sesuai dengan prinsip pembelajaran berdiferensiasi. Peserta didik memperoleh kesempatan untuk belajar sesuai dengan kesiapan dan karakteristik belajarnya, sedangkan guru memperoleh kemudahan dalam mengelola pembelajaran menggunakan modul yang telah disusun secara sistematis (Herwina, 2021). yang menyatakan bahwa pembelajaran berdiferensiasi mampu mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik melalui penyediaan pengalaman belajar yang fleksibel. Selain itu, (Hidayat dkk., 2023) menjelaskan bahwa perangkat pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara mandiri dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

Keefektifan modul ajar dianalisis berdasarkan hasil pretest dan posttest peserta didik yang selanjutnya dihitung menggunakan nilai N-Gain untuk mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi matematis setelah penggunaan modul ajar.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Terhadap Modul Ajar

Statistik	Nilai
Rata-rata Pretest	50,5
Rata-rata Posttest	111,1
N-Gain	0,60
Kategori	Sedang

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh rata-rata nilai pretest sebesar 50,5, sedangkan rata-rata posttest sebesar 111,1. Hasil analisis menunjukkan nilai N-Gain sebesar 0,60 yang termasuk dalam kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan modul ajar berdiferensiasi berbasis kemandirian belajar mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran.

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis terjadi karena modul ajar tidak hanya berisi materi pembelajaran, tetapi juga dirancang dengan aktivitas yang mendorong peserta didik untuk mengemukakan ide, berdiskusi, serta menyelesaikan permasalahan secara mandiri (Amanda et al., 2024). yang menyatakan bahwa penerapan pembelajaran berdiferensiasi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis sesuai dengan karakteristik belajarnya. Penelitian (Hidayat et al., 2023) juga menjelaskan bahwa kemandirian belajar berperan penting dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis karena peserta didik mampu mengelola strategi belajar dan mengevaluasi pemahamannya secara mandiri. Selanjutnya, tingkat ketuntasan belajar peserta didik setelah menggunakan modul ajar disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Respons Peserta Didik Terhadap Modul Ajar

Kriteria	Jumlah Siswa	Persentase
Tuntas	16	80%
Belum Tuntas	4	20%
Jumlah Siswa	20	100%

Berdasarkan Tabel 4, sebanyak 16 peserta didik (80%) telah mencapai ketuntasan belajar, sedangkan 4 peserta didik (20%) belum mencapai ketuntasan. Persentase ketuntasan tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik telah mencapai indikator pembelajaran yang ditetapkan setelah menggunakan modul ajar yang dikembangkan.

Secara keseluruhan, hasil validitas, kepraktisan, dan keefektifan menunjukkan bahwa modul ajar berdiferensiasi berbasis kemandirian belajar pada materi Teorema Pythagoras memenuhi kriteria sebagai bahan ajar yang layak digunakan dalam pembelajaran matematika. Pengembangan modul ini tidak hanya menghasilkan produk yang valid dan praktis, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis peserta didik.

4. Simpulan dan Saran

Penelitian ini berhasil mengembangkan modul ajar berdiferensiasi berbasis kemandirian belajar pada materi Teorema Pythagoras menggunakan model pengembangan 3D yang merupakan modifikasi dari model 4D, yaitu *Define*, *Design*, dan *Develop*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ajar yang dikembangkan memenuhi kriteria valid dengan rata-rata hasil validasi sebesar 85%, sangat praktis dengan rata-rata hasil respons guru dan peserta didik sebesar 88,4%, serta efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik yang ditunjukkan oleh nilai *N-Gain* sebesar 0,60 dengan kategori sedang dan ketuntasan belajar klasikal mencapai 80%. Dengan demikian, modul ajar berdiferensiasi berbasis kemandirian belajar layak digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar untuk mendukung pembelajaran matematika pada materi Teorema Pythagoras.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, guru disarankan memanfaatkan modul ajar ini sebagai alternatif bahan ajar dalam mengimplementasikan pembelajaran berdiferensiasi dengan tetap menyesuaikan karakteristik dan kebutuhan belajar peserta didik. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan modul ajar pada materi matematika lainnya, melibatkan jumlah subjek yang lebih luas, serta menguji efektivitas produk melalui penelitian eksperimen sehingga diperoleh hasil yang lebih komprehensif mengenai pengaruh modul ajar terhadap kemampuan komunikasi matematis peserta didik.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Muchtadi, M.Pd. dan Ibu Utin Desy Susiaty, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, kritik, serta saran selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada kepala sekolah, guru matematika, validator ahli, serta seluruh peserta didik yang telah bersedia membantu dan berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian. Semoga segala bantuan, dukungan, dan kerja sama yang telah diberikan memperoleh balasan yang baik.

6. Daftar Pustaka

- Amanda, Darma, Y., & Nurmaningsih. (2024). PENERAPAN PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DITINJAU DARI KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SMA. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(04), 739–753. <https://doi.org/10.23969/jp.v9i04.20144>
- Darma, N. (2024). *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. FKIP Universitas Pasundan. <https://doi.org/10.23969/jp.v9i04.20144>

- Fajriah, N., & Noor, J. (2017). *Fajriah, N., & Nor, J. (2018). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Pada Materi Teorema Pythagoras Di Kelas Viii Smp Negeri 15 Banjarmasin Tahun Pelajaran 2016/2017. EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2). <https://repo-dosen.ulm.ac.id/handle/123456789/27104>
- Hendriana, sumarmo. (2017). *Hard Skills and Soft Skills | PDF*. Refika Aditama.
<https://id.scribd.com/document/650854148/Hard-Skills-and-Soft-Skills>
- Herwina, W. (2021). OPTIMALISASI KEBUTUHAN MURID DAN HASIL BELAJAR DENGAN PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 35(2), 175–182.
<https://doi.org/10.21009/PIP.352.10>
- Hidayat, T., Darhim, D., & Herman, T. (2023). KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(2), 1812–1828. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.6628>
- Issom, F. L., & Nadia, Z. (2021). HUBUNGAN KEBERSYUKURAN DENGAN TEACHER WELL-BEING PADA GURU YANG MENGAJAR DI SEKOLAH DASAR INKLUSI. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 35(2), 97–104.
<https://doi.org/10.21009/PIP.352.1>
- Metode Penelitian Sugiyono 2017 | PDF*. (t.t.). Diambil 11 Juli 2026, dari
<https://id.scribd.com/document/606581917/sugiyono-metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-r-d-pdf>
- national council of, teachers of mathematics. (2000). *Prinsip dan Standar—Dewan Nasional Guru Matematika*. NCTM. <https://www.nctm.org/standards2000/>
- Nuriah, C., Silvia, O., Pratiwi, P., Sari, S., Rhomadoni, S., & Zad, T. (2023). Meningkatkan Kemandirian dan Kreativitas Siswa dalam Pendidikan Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1, 11.
<https://doi.org/10.47134/pgsd.v1i2.172>
- Prof. Dr. Sugiyono. (2019). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF, DAN R&D*. Alfabeta.
<http://archive.org/details/buku-metode-penelitian-sugiyono>
- Putri, I. I., & Wardani, K. W. (2024). IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI DENGAN MODEL DISCOVERY LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI SISWA PADA PELAJARAN MATEMATIKA KELAS IV. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 10(2), 1696–1709. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v10i2.3099>
- Sari, A., Karim, K., Khair, M. S., Mahrida, M., & Farapikatan, D. (2024). PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERDIFERENSIASI KONTEKS LAHAN BASAH UNTUK MATEMATIKA SMP/MTS KELAS VII. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 96–110. <https://doi.org/10.20527/edumat.v12i1.18698>

Routledge.

Sugiono. (2017). *Metode Penelitian Sugiyono 2017 | PDF*. Alfabeta.

<https://id.scribd.com/document/606581917/sugiyono-metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-r-d-pdf>

Susiaty, U. D., Prihatin, I., & Iana, emi. (2019). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN QUANTUM LEARNING TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI DAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS. *Jurnal Prodi Pendidikan Matematika (JPPM)*, 1(1), 35–44.

Thiagarajan, S., & Others, A. (1974a). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Council for Exceptional Children, 1920 Association Drive, Reston, Virginia 22091 (Single Copy, \$5).

Thiagarajan, S., & Others, A. (1974b). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Council for Exceptional Children, 1920 Association Drive, Reston, Virginia 22091 (Single Copy, \$5. <https://eric.ed.gov/?id=ED090725>

Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.

Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms* (2nd ed). Association for Supervision and Curriculum Development.

Tomlinson, C. A. (2014). *The Differentiated Classroom: Responding to the Needs of All Learners, 2nd Edition*. ASCD.

Trianto, M. P. (2024). *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Bumi Aksara.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. John Wiley & Sons.

Vygotskij, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Ed.). Harvard University Press.