EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika *ISSN: 2338-2759 (print)*
https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/edumat *ISSN: 2597-9051 (online)*

PENGEMBANGAN *HANDOUT* GEOMETRI EUCLID UNTUK MENUMBUHKAN KOMUNIKASI MATEMATIS MAHASISWA BERBASIS PROYEK

Alfiani Athma Putri Rosyadi*[1], Baiduri[2], Arif Hidayatul Khusna[3], Elli Kusumawati[4]
[1,2,3]Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia
[4]Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia
*Penulis Korespondensi (alfi_rosyadi@umm.ac.id)

DOI: http://dx.doi.org/10.20527/edumat.v13i1.21614
Received : 14 Januari 2025 **Accepted :** 24 April 2025 **Published :** 30 April 2025

Abstrak: Komunikasi matematis merupakan keterampilan yang sangat penting bagi mahasiswa matematika. Namun, banyak mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam mengkomunikasikan ide-ide matematis mereka secara efektif. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa salah satu faktor yang menyebabkan kesulitan ini adalah kurangnya pengalaman dalam menerapkan konsep-konsep matematika dalam konteks yang nyata. Geometri Euclid, sebagai salah satu cabang matematika yang fundamental, seringkali diajarkan secara abstrak dan kurang menarik bagi mahasiswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan HandOut geometri Euclid yang berbasis proyek dengan harapan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* dengan menggunakan model ADDIE. Instrumen yang digunakan adalah tes dan wawancara. Subjek pada penelitian ini adalah mahasiswa semester tiga jurusan pendidikan matematika Universitas Muhammadiyah Malang. Pengembangan *HandOut* geometri Euclid untuk menumbuhkan komunikasi matematis mahasiswa berbasis proyek dilakukan melalui tahapan analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Secara umum, hasil pengembangan *HandOut* ini memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Hasil yang diperoleh yaitu kejelasan penyampaian, kelengkapan penyelesaian, dan interpretasi hasil mendapatkan hasil baik. Sedangkan untuk penggunaan model dan representasi ide pada kategori cukup. Posisi penelitian ini berada dalam tren pengembangan bahan ajar matematika yang inovatif, khususnya HandOut, yang tidak hanya menyajikan materi tetapi juga dirancang untuk meningkatkan komunikasi matematis mahasiswa.

Kata kunci: HandOut, komunikasi matematis, geometri Euclid, berbasis proyek

Abstract: *Mathematical communication is an essential skill for mathematics students. However, many students still experience difficulties in communicating their mathematical ideas effectively. Previous research has shown that one of the factors causing this difficulty is the lack of experience in applying mathematical concepts in a real context. Euclid geometry, one of the fundamental branches of mathematics, is often taught abstractly and less appealing to students. Therefore, this study aims to develop a project-based Euclid geometry HandOut to improve students' mathematical communication skills. The method used is Research and Development using the ADDIE model. The instruments used are tests and interviews. The subjects in this study were third-semester students majoring in mathematics education at*

This is open access article under the CC-BY-ND license *© 2025 EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*

Muhammadiyah University of Malang. The development of Euclid geometry HandOuts to foster project-based student mathematical communication through the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The results of developing this HandOut meet the validity, practicality, and effectiveness criteria. The results obtained are clarity of delivery, completeness of completion, and interpretation of results, which get good results for using models and representing ideas in the sufficient category. The position of this research is in the trend of developing innovative mathematics teaching materials, especially HandOuts, which not only present material but are also designed to improve students' mathematical communication.

Keywords: *HandOut, mathematical communication, Euclid geometry, project-based*

PENDAHULUAN

Komunikasi matematis merupakan keterampilan esensial yang harus dimiliki oleh setiap individu, terutama mahasiswa matematika (Ats-Tsauri et al., 2021a; Suryawati et al., 2023a; Wijayanti et al., 2019). Kemampuan untuk menjelaskan konsep matematika secara jelas, logis, dan akurat sangat penting dalam berbagai konteks, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam dunia kerja (Edi & Rosnawati, 2021). Namun, banyak mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam mengkomunikasikan ide-ide matematis mereka secara efektif (Yulianto & Sutiarso, 2017; Ika & Pranyata, 2023). Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan komunikasi matematis adalah kurangnya pengalaman dalam menerapkan konsep-konsep matematika dalam konteks yang nyata. Proyek berbasis geometri Euclid dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini. Melalui proyek, mahasiswa dapat memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep geometri Euclid sekaligus melatih kemampuan komunikasi matematis mereka.

Geometri Euclid merupakan salah satu cabang matematika yang fundamental. Namun, pembelajaran geometri di perguruan tinggi seringkali masih terpusat pada penyelesaian soal-soal latihan secara individu (Sukayasa, 2022; Rahman & Yunita, 2018). Akibatnya, mahasiswa kurang memiliki kesempatan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. Selain itu, presentasi materi geometri yang terlalu abstrak seringkali membuat mahasiswa kesulitan untuk menghubungkan konsep-konsep geometri dengan dunia nyata (Imanah, 2021). Pengembangan *HandOut* geometri Euclid yang berbasis proyek dapat menjadi alternatif yang menarik untuk mengatasi permasalahan tersebut. *HandOut* ini diharapkan dapat membantu mahasiswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran, serta meningkatkan kemampuan mereka dalam mengkomunikasikan ide-ide matematis (Lukman & Ibad, 2020; Dewimarni et al., 2022).

HandOut adalah materi tertulis yang berfungsi sebagai alat bantu belajar, berisi ringkasan materi, contoh soal, latihan, dan informasi tambahan, yang bertujuan untuk membantu siswa memahami dan menguasai konsep matematika secara lebih efektif (Rosyadi, 2018). *HandOut* juga dapat mengarahkan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa sehingga pelaksanaan berjalan dengan baik.

Perkembangan kurikulum matematika saat ini semakin menekankan pada pentingnya pembelajaran yang

berpusat pada siswa (Cholilah et al., 2023; Hehakaya & Pollatu, 2022; Resa, 2023) Salah satu pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan paradigma tersebut adalah pembelajaran berbasis proyek (Hasanah et al., 2023; Munahefi et al., 2023; Norhikmah et al., 2022). Proyek berbasis geometri Euclid dapat menjadi salah satu implementasi dari pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa (Sari et al., 2021; Baharuddin et al., 2021). Melalui proyek, mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikasi. Pengembangan *HandOut* geometri Euclid yang berbasis proyek diharapkan dapat menjadi kontribusi bagi pengembangan kurikulum matematika yang lebih relevan dan efektif (Dewi & Yahya, 2022; Wahyuni, 2023; Rakhman & Rokmanah, 2023; Novitasari, 2023). Urgensi dari penelitian ini adalah dapat dijadikan referensi untuk menyusun perangkat pembelajaran yang menumbuhkan komunikasi matematis mahasiswa.

Komunikasi matematis merupakan kemampuan yang esensial dalam pembelajaran matematika. Hal ini melibatkan kemampuan siswa untuk mengidentifikasi, menerapkan, dan mengaitkan konsep-konsep matematika, serta menyampaikan ide dan pemikiran matematika baik secara lisan maupun tertulis (Yuliani et al., 2020; Melinda & Zainil, 2020). Kemampuan komunikasi matematis mencakup berbagai bentuk komunikasi seperti tertulis, lisan, visual, atau gestural, dengan tingkat presisi konseptual, teoretis, dan teknis yang berbeda. Dalam konteks pembelajaran, komunikasi matematis dapat ditingkatkan melalui model pembelajaran berbasis proyek, problem posing, *Model Eliciting Activities* (MEAs), reciprocal teaching, dan generatif. Indikator kemampuan komunikasi matematis meliputi menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika, menjelaskan ide matematika secara lisan atau tulisan, menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa matematika, serta mendengarkan, berdiskusi, dan menulis tentang matematika. Penelitian juga menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti *self-efficacy*, gender, dan *self-concept*. Pengembangan perangkat pembelajaran yang berbasis problem-based learning juga dapat mendukung peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa. Pada konteks literasi matematis, kemampuan literasi matematis juga memainkan peran penting dalam menerapkan, merumuskan, dan mengartikan matematika dalam berbagai konteks.

Project Based Learning (PjBL) adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran dengan menggunakan proyek atau kegiatan sebagai sarana untuk mencapai kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan (Pramasdyahsari et al., 2023). Pada PjBL, siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran dengan mengerjakan proyek yang nyata dan relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Sintak PjBL adalah langkah-langkah atau tahapan yang dilakukan dalam penerapan PjBL. Adapun sintak umum PjBL adalah menentukan pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, monitoring dan evaluasi, pengujian hasil, serta evaluasi pengalaman (Ananda et al., 2023)

Penelitian tentang komunikasi matematis dan project based learning sudah dilakukan, yaitu penelitian yang mengkaitkan komunikasi matematika dengan PJBL dan

STEM. Hasil penelitian Mawaddah pada tahun 2021 tersebut mengkaitkan dengan STEM dan perangkat pembelajarannya (Mawaddah & Mahmudi, 2021). Selanjutnya hasil penelitian lain juga menyebutkan bahwa Strategi *Think Talk Write* dapat meningkatkan komunikasi matematis (Rakhman & Rokmanah, 2023). Penelitian ini mencoba mengkolaborasikan antara penyusunan *HandOut* sebagai perangkat pembelajaran dengan menggunakan Pembelajaran Berbasis Proyek untuk menumbuhkan komunikasi matematis mahasiswa.

Novelty dari penelitian ini terletak pada penggabungan antara pengembangan *HandOut* khusus untuk materi Geometri Euclid, yang sering dianggap sulit, dengan tujuan menumbuhkan komunikasi matematis mahasiswa melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek. Fokus pada pengembangan keterampilan komunikasi matematis tingkat tinggi, bukan hanya penguasaan konsep, serta penggunaan pendekatan berbasis proyek untuk mengasah kemampuan tersebut, menjadikan penelitian ini inovatif, terutama dengan target mahasiswa yang memerlukan kemampuan komunikasi matematis yang kuat. Berdasarkan uraian di atas, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan *HandOut* mata kuliah geometri euclid untuk menumbuhkan komunikasi mahasiswa dengan pembelajaran berbasis proyek.

METODE

Jenis Penelitian yang digunakan yaitu penelitian pengembangan/ *Research and Development*. Desain Penelitian ini menggunakan ADDIE (Analisis, *Design*/ Desain, *Develop*/Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi) (Nababan, 2020). Subjek Penelitian yang digunakan yaitu mahasiswa Pendidikan matematika Universitas Muhammadiyah Malang semester III pada matakuliah Geometri Euclid. Populasi penelitian ini menggunakan 15 mahasiswa sedangkan sampel penelitian menggunakan tiga mahasiswa kemampuan tinggi, sedang, dan rendah untuk mengetahui penerapan dari *HandOut*. Pemilihan tiga mahasiswa dilakukan karena dianggap sudah mewakili setiap kemampuan pada kelas yang dipilih.

Instrumen Penelitian yang digunakan yaitu tes dan wawancara untuk mengetahui proses pertumbuhan komunikasi matematis mahasiswa setelah diberikan *HandOut* berbasis proyek. Objek penelitian ini adalah *HandOut* berbasis proyek. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi dan wawancara tidak terstruktur. Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar validasi ahli, post-test yang terdapat dalam *HandOut*, dan lembar refleksi mahasiswa. Angket validasi ahli disebarkan kepada validator akademisi dan praktisi. Post-test dan lembar refleksi pembelajaran diberikan kepada mahasiswa. Angket validasi media menggunakan penilaian skala Likert, dengan nilai skala Likert tertinggi 4 (Sangat Setuju) dan terendah 1 (Sangat Tidak Setuju) (Lestari et al., 2022). Hasil kuesioner dikonversi ke dalam bentuk persentase dan selanjutnya dianalisis berdasarkan kriteria penilaian validasi. Setiap aspek pada kisi-kisi kuesioner uji validasi diberi skor sesuai dengan pedoman jawaban yang telah disediakan.

Tabel 1 Kriteria Kevalidan

Skor	Kriteria
85 < P ≤ 100	Sangat Valid
70< P ≤ 85	Valid
55 < P ≤ 70	Cukup
40 < P ≤ 55	Tidak Valid
P ≤ 50	Sangat Tidak Valid

Analisis kepraktisan digunakan untuk mengetahui tingkat kepraktisan *HandOut* yang dikembangkan sesuai dengan pernyataan pada lembar validasi bagian pemanfaatan (kepraktisan). Skala yang digunakan pada lembar tersebut adalah skala Likert dengan menggunakan teknik *checklist*. Hasil akhir dari pernyataan selanjutnya akan disajikan berdasarkan kriteria kepraktisan (Rosyadi, 2023)

Tabel 2 Kriteria Kepraktisan

Skor	Kriteria
0 < P ≤ 20	Sangat tidak Praktis
20< P ≤ 40	Tidak Praktis
40 < P ≤ 60	Kurang Praktis
60 < P ≤ 80	Praktis
80 < P ≤ 100	Sangat Praktis

Selanjutnya untuk mengetahui kemampuan komunikasi digunakan menggunakan narasi deskriptif sesuai dengan kriteria komunikasi tulis yang sudah ada. Kriteria komunikasi tulis sebagaimana yang sudah dijelaskan pada Tabel 3 dirancang berdasarkan indikator komunikasi matematis dan kriterianya disusun dalam empat kategori sesuai dengan karakteristik jawaban mahasiswa (Ats-Tsauri et al., 2021b).

Tabel 3 Kriteria Komunikasi Matematis

Kriteria	Sangat Baik	Baik	Cukup	Perlu Perbaikan
Kejelasan Penyampaian	Menyampaikan ide dengan sangat jelas, runtut, dan mudah dipahami. Penggunaan bahasa matematika yang tepat dan akurat.	Menyampaikan ide dengan cukup jelas, namun masih terdapat beberapa bagian yang kurang rinci. Penggunaan bahasa matematika umumnya tepat.	Penyampaian ide masih kurang jelas dan kurang runtut. Terdapat beberapa kesalahan dalam penggunaan bahasa matematika.	Penyampaian ide sangat sulit dipahami. Terdapat banyak kesalahan dalam penggunaan bahasa matematika.

Kriteria	Sangat Baik	Baik	Cukup	Perlu Perbaikan
Kelengkapan Penyelesaian	Menyelesaikan masalah secara lengkap, sistematis, dan benar. Menampilkan semua langkah penyelesaian dengan jelas.	Menyelesaikan masalah secara lengkap, namun terdapat beberapa langkah yang kurang rinci atau kurang tepat.	Menyelesaikan masalah secara sebagian, namun masih terdapat banyak kesalahan dalam penyelesaian.	Tidak dapat menyelesaikan masalah dengan benar.
Penggunaan Model Matematika	Menggunakan model matematika yang tepat dan relevan untuk menyelesaikan masalah. Menjelaskan pemilihan model dengan jelas.	Menggunakan model matematika yang tepat, namun penjelasan mengenai pemilihan model masih kurang.	Menggunakan model matematika yang kurang tepat atau tidak relevan.	Tidak menggunakan model matematika dalam menyelesaikan masalah.
Interpretasi Hasil	Menginterpretasikan hasil penyelesaian dengan benar dan menghubungkannya dengan konteks masalah. Menarik kesimpulan yang logis.	Menginterpretasikan hasil dengan cukup baik, namun masih terdapat beberapa kesalahan dalam penarikan kesimpulan.	Interpretasi hasil masih kurang tepat dan kesulitan menghubungkan dengan konteks masalah.	Tidak dapat menginterpretasikan hasil dengan benar.
Representasi Ide	Menggunakan simbol, diagram, grafik, atau representasi lain secara efektif untuk menjelaskan ide matematika. Menunjukkan kemampuan untuk berdiskusi dan berargumentasi secara matematis.	Menggunakan simbol dan representasi lainnya dengan cukup baik, namun masih terdapat beberapa kesalahan dalam penggunaannya.	Jarang menggunakan simbol dan representasi lain untuk menjelaskan ide matematika.	Tidak menggunakan simbol atau representasi lain dalam menyelesaikan masalah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HandOut yang telah disusun sesuai dengan tahapan pengembangan teori ADDIE. Berikut adalah penjelasan dari setiap tahapnya

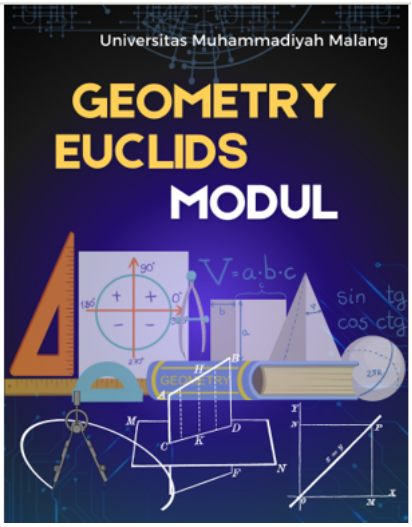
ANALISIS

Pada tahap analisis ini dilakukan kajian kurikulum tentang matakuliah geometri euclid. Selain itu juga menentukan CPMK dan SubCPMK, hal ini dilakukan untuk memudahkan proses penilaian komunikasi matematis mahasiswa setelah mengerjakan *HandOut.* CPL yang dipilih yaitu : a) Memiliki komitmen beretika dan bertanggung jawab secara mandiri atas pekerjaan, b) Menguasai konsep matematika yang diperlukan untuk melaksanakan pembelajaran di satuan pendidikan dasar dan menengah dan/atau melanjutkan ke

jenjang pendidikan berikutnya, dan pengetahuan dasar kewirausahaan, dan c) Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi didaktik-pedagogic dan ilmu matematika yang memperhatikan dan menerapkan perkembangan IPTEKS, nilai humaniora yang sesuai dengan bidang Pendidikan Matematika. Sedangkan CPMK yang digunakan yaitu Menganalisis pengertian-pengertian, mendefinisikan bangun bangun geometri. Untuk SubCPMK yang dipilih yaitu menganalisis unsur-unsur pokok geometri, menentukan ukuran ruas garis, ukuran sudut, dan ukuran phi.

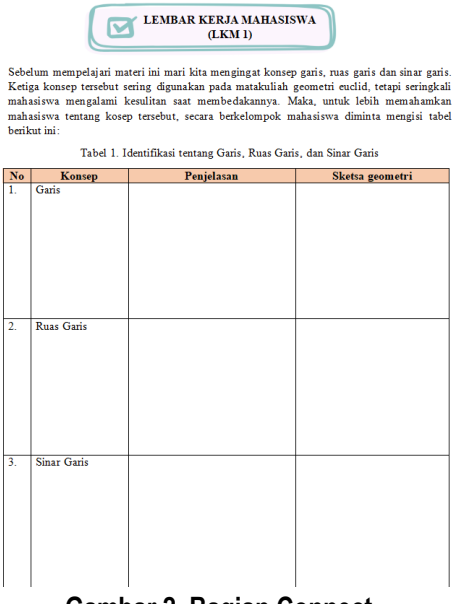
DESAIN

Proses desain dimulai dengan menyusun kerangka besar dari bagian *HandOut* yang terdiri dari Empat bagian. Empat bagian tersebut yaitu : a) *Connect*, b) *Explain*, c) *Experience* dan d) *discuss*. Pada bagian Experience, terdapat kegiatan PJBL. Pada langkah Experience ini mahasiswa diberikan proyek sederhana tentang pengukuran sudut pada suatu bangunan di area kampus. Kemudian mahasiswa diminta untuk mengkaitkan antara konteks sehari-hari dengan konsep yang diberikan. Hasil pekerjaan mahasiswa disampaikan pada *HandOut* yaitu *discuss*. Mahasiswa melakukan presentasi dan diskusi dengan teman hasil proyeknya



Gambar 1. Cover

Pada bagian *connect* mahasiswa diarahkan untuk mengkaitkan materi yang sudah pernah dipelajari sebelumnya. Hal ini digunakan untuk menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika. Deskriptor pada bagian ini adalah a) menyebutkan konsep dasar titik, garis, dan sudut, b) menyajikan konsep titik, garis, dan sudut dalam bentuk penyajian geometri, dan c) menyajikan keterkaitan antara ketiga konsep tersebut dalam bentuk skema.



LEMBAR KERJA MAHASISWA
(LKM 1)

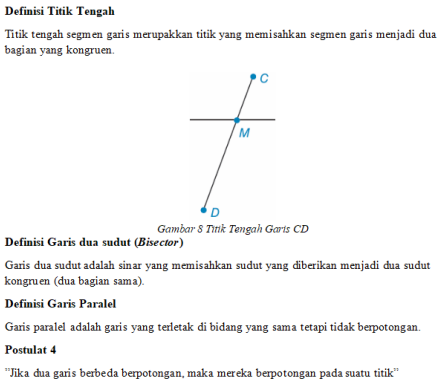
Sebelum mempelajari materi ini mari kita mengingat konsep garis, ruas garis dan sinar garis. Ketiga konsep tersebut sering digunakan pada matakuliah geometri euclid, tetapi seringkali mahasiswa mengalami kesulitan saat membedakannya. Maka, untuk lebih memahamkan mahasiswa tentang kosep tersebut, secara berkelompok mahasiswa diminta mengisi tabel berikut ini:

Tabel 1. Identifikasi tentang Garis, Ruas Garis, dan Sinar Garis

No	Konsep	Penjelasan	Sketsa geometri
1.	Garis		
2.	Ruas Garis		
3.	Sinar Garis		

Gambar 2. Bagian Connect

Bagian yang kedua adalah *Explain.* Pada bagian ini diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan ide matematika secara lisan atau tulisan. Deskriptornya antara lain: a) menjelaskan hasil skema keterkaitan antara titik, garis, dan sudut dalam deskripsi, b) menjelaskan hasil skema keterkaitan antara titik, garis, dan sudut dalam presentasi.

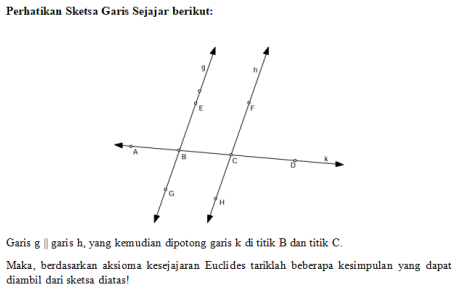


Gambar 3. Bagian *Explain*

Bagian berikutnya adalah *experience*. Pada bagian ini mahasiswa dapat menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa matematika, serta pengalamannya. Deskriptornya antara lain yaitu : a) mencari aplikasi titik, garis, dan sudut dalam kehidupan sehari-hari, b) menjelaskan aplikasi titik, garis, dan sudut dalam kehidupan sehari-hari dalam bentuk tulisan dan lisan.

Gambar 5. Diskusi di Kelas

Pada bagian *discuss* mahasiswa mendengarkan, berdiskusi, dan menulis tentang matematika. Deskriptor pada bagian ini yaitu : a) melakukan diskusi berdasarkan hasil skema dan aplikasi konsep, dan b) Memberikan saran dan masukan hasil pekerjaan teman berkaitan dengan konsep yang diberikan



Gambar 4. *Experience dan Discuss*

DEVELOP (PENGEMBANGAN)

Tahap pengembangan ini peneliti melakukan ujicoba ahli berkaitan dengan *HandOut* yang sudah disusun. Validasi dilakukan pada ahli materi dan media. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan masukan berharga berkaitan dengan penerapan *HandOut* ini pada mahasiswa. Berikut ini adalah hasil penilaian validator terhadap *HandOut* yang diberikan tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli

Aspek	Deskriptor	Skor Validator 1	Skor Validator 2
Isi	Relevansi dengan kurikulum	80	83
	Akurasi Materi	85	85
	Kelengkapan materi	79	80
	Kesesuaian dengan Tingkat kognitif mahasiswa	80	80
Bahasa	Kejelasan bahasa	86	86
	Konsistensi bahasa	85	83
	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia	88	88
Desain	Tampilan	80	79
	Kejelasan tata letak	84	84
	Kualitas Visual	85	83
	Kesesuaian dengan prinsip desain	80	80
Validasi Pedagogis	Keterkaitan dengan aktifitas proyek	86	86
	Stimulasi berpikir kritis	80	80
	Fleksibilitas	80	81

Hasil kepraktisan *HandOut* juga mendapatkan skor 81 yaitu memenuhi kriteria sangat praktis. Skor ini diperoleh dari rata-rata skor angket yang diberikan kepada mahasiswa setelah menggunakan *HandOut* yang diberikan.

IMPLEMENTASI

Penerapan *HandOut* ini dilakukan selama dua kali pertemuan. Pertemuan pertama mengerjakan bagian *connect* dan *explain*. Sedangkan pertemuan kedua bagian *experience* dan *discuss.* Dalam tahap *Connect*, dosen memulai dengan mengangkat isu nyata atau pertanyaan pemantik yang relevan dengan kehidupan dan bidang studi mahasiswa, membangun koneksi antara teori dan realitas. Selanjutnya, pada tahap *Explain*, dosen menjelaskan tujuan proyek, langkah-langkah pelaksanaan, serta kriteria penilaian. Mahasiswa kemudian menyusun rencana kerja secara mandiri atau kolaboratif berdasarkan arahan tersebut.

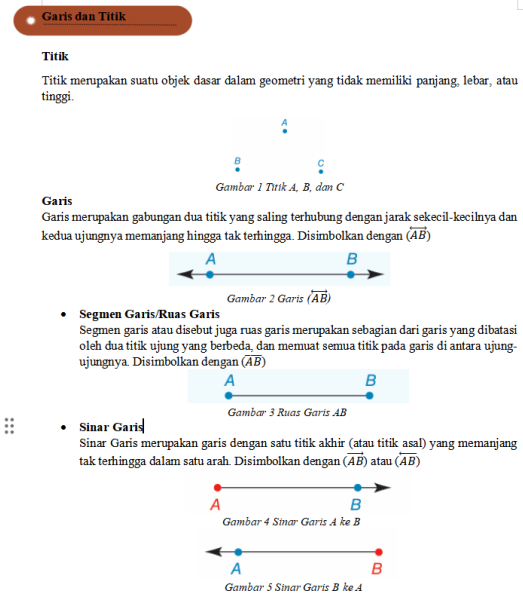
Tahap *Experience* menjadi inti dari pembelajaran, di mana mahasiswa terlibat langsung dalam pengerjaan proyek seperti riset, observasi, atau pembuatan produk. Dosen berperan sebagai fasilitator, memberikan bimbingan dan memantau proses. Terakhir, pada tahap Discuss, mahasiswa mempresentasikan hasil proyek dan berdiskusi secara terbuka untuk mendapatkan umpan balik serta melakukan refleksi terhadap pengalaman belajar mereka. Integrasi antara PjBL dan *HandOut* ini mendorong mahasiswa untuk belajar aktif, berpikir kritis, serta mengembangkan keterampilan kolaborasi dan problem solving secara nyata. Selama proses pembelajaran, dilakukan proses penilaian komunikasi mahasiswa. Hasil penilaian komunikasi mahasiswa disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil komunikasi mahasiswa

Kriteria	Rata-rata	Keterangan
Kejelasan Penyampaian	82	Baik
Kelengkapan Penyelesaian	83	Baik
Penggunaan Model Matematika	78	Cukup
Interpretasi Hasil	84	Baik
Representasi Ide	77	Cukup

Evaluasi

Berdasarkan hasil penerapan *HandOut* diperoleh informasi bahwa penggunaan model matematika mahasiswa dan representasi ide. Penggunaan model matematika muncul pada saat mahasiswa menjelaskan konsep tentang garis, titik, dan sudut. Penggunaan model bisa menggunakan konsep geometri maupun aljabar pada saat menunjukkan apa itu garis, ruas garis dan sinar garis.



Gambar 6. Konsep Titik dan Garis

Pada saat menyampaikan hasil ide, mahasiswa masih kesulitan menyampaikan. Saat dikonfirmasi melalui wawancara, ada ide yang belum disampaikan saat presentasi. Hal ini dikarenakan mahasiswa merasa bingung, canggung dan susah menyampaikan komunikasi lisannya.

Berdasarkan hasil validasi dan angket yang diberikan kepada mahasiswa, dapat dilihat bahwa penggunaan *HandOut* Geometri Euclid dapat menumbuhkan aspek yang ada pada komunikasi mahasiswa. Hasil yang diperoleh yaitu kejelasan penyampaian, kelengkapan penyelesaian, dan interpretasi hasil mendapatkan hasil baik. Sedangkan untuk penggunaan model dan representasi ide pada kategori cukup

Pengembangan *HandOut* geometri Euclid pada isi dan penerapan sudah mengarah pada pembelajaran berbasis proyek. Selain itu juga untuk pelaksanaan dilihat bagaimana komunikasi matematis mahasiswa setelah menggunakan *HandOut*. Penggunaan media dalam menumbuhkan komunikasi matematis sejalan dengan penelitian (Sugianto et al., 2022) yang menyebutkan bahwa penggunaan media cukup efektif. Selain itu disebutkan bahwa strategi pembelajaran yang sesuai juga bisa memunculkan komunikasi matematis (Cholily et al., 2024; Mawaddah & Mahmudi, 2021; Rakhman & Rokmanah, 2023; Sugianto et al., 2022).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa HandOut Geometri Euclid berbasis proyek secara umum efektif dalam menumbuhkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. Indikator efektivitas ini terlihat dari meningkatnya kejelasan dalam penyampaian ide, kelengkapan solusi, dan interpretasi hasil oleh mahasiswa. Kemampuan mahasiswa untuk menjelaskan langkah-langkah penyelesaian, mengemukakan argumen logis, serta

mengkomunikasikan proses berpikir matematis secara sistematis mengalami peningkatan yang signifikan setelah menggunakan HandOut ini dalam pembelajaran.

Integrasi pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) dalam pengembangan HandOut terbukti menjadi faktor penting dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa secara aktif (Fitriyah & Ramadani, 2021; Pramasdyahsari et al., 2023). Pendekatan ini diformulasikan ke dalam struktur (*Connect, Explain, Experience, Discuss*) yang membimbing mahasiswa untuk berpikir kritis sejak awal pembelajaran, memahami konsep, menerapkannya dalam proyek, dan mengkomunikasikan hasilnya (Rosyadi, 2021). Struktur ini menciptakan alur belajar yang memfasilitasi pemahaman konseptual dan keterampilan komunikasi sekaligus (Suryawati et al., 2023b). Mahasiswa tidak hanya mengerjakan tugas, tetapi juga mengalami proses konstruksi pengetahuan secara langsung dalam konteks nyata (Nugraha & Pujiastuti, 2019).

Temuan ini sejalan dengan teori dari NCTM (2000) yang menekankan pentingnya komunikasi sebagai bagian dari standar proses matematika. Hasil ini juga memperkuat studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa bahan ajar kontekstual dapat membantu mahasiswa memahami konsep abstrak dengan lebih baik (Khusna & Rosyadi, 2021; Putri Rosyadi & Khusna, 2020).Dengan demikian, penelitian ini menegaskan kembali bahwa pengembangan bahan ajar harus memperhatikan aspek kognitif sekaligus afektif dan sosial dari proses belajar matematika.

Meskipun hasil pengembangan menunjukkan efektivitas secara umum, aspek representasi ide masih berada dalam kategori cukup. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa masih perlu dibimbing dalam memilih dan menggunakan representasi visual atau simbolik (seperti gambar, model, atau software geometri) secara tepat dalam menjelaskan ide matematis. Ini menjadi tantangan sekaligus peluang untuk pengembangan lanjutan, misalnya dengan menyisipkan petunjuk visualisasi dalam HandOut atau menggunakan pendamping berbasis teknologi (Khotimah et al., 2023)

Penelitian ini berada dalam tren pengembangan bahan ajar matematika inovatif yang menekankan pada keterampilan abad ke-21, seperti komunikasi, kolaborasi, dan pemecahan masalah. HandOut tidak hanya diposisikan sebagai media transfer materi, tetapi sebagai sarana penguatan proses berpikir mahasiswa (Fitriyah & Ramadani, 2021; Yohanes, 2022). Kontribusi utama dari penelitian ini adalah menunjukkan bahwa pengembangan bahan ajar dapat diarahkan untuk mengembangkan keterampilan proses matematika, bukan sekadar menyampaikan isi konten.

Pada penelitian ini strategi yang digunakan yaitu dengan menggunakan pembelajaran berbasis proyek. Hal ini sejalan dengan penelitian (Rakhman & Rokmanah, 2023) yang menyebutkan bahwa dengan pembelajaran berbasis proyek, mahasiswa bisa menyampaikan gagasan baik secara lisan maupun tulis. Penelitian lainnya juga mengungkapkan dengan adanya proyek yang diberikan kepada mahasiswa, dapat menumbuhkan kemampuan untuk mengkomunikasikan ide serta memunculkan kemampuan berpikir yang lebih baik (Alhayat et al., 2023; Melinda & Zainil, 2020; Sumarno et al., 2022; Wulandari et al., 2023).

Kemampuan komunikasi mahasiswa setelah diberikan *HandOut* secara umum berjalan baik, tetapi pada aspek penggunaan

model dan representasi ide perlu dikaji lagi. Menurut penelitian (Mawaddah & Mahmudi, 2021) proses representasi yang belum maksimal dapat ditumbuhkan dengan model yang sesuai. Sehingga model yang bisa dikolaborasikan dengan pembelajaran proyek yaitu open ended (Effendi & Irene, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa tipe soal *open-ended* yang disejajarkan dengan pembelajaran berbasis proyek bisa memunculkan representasi mahasiswa baik lisan maupun tulisan (Baiduri et al., 2023).

PENUTUP

Pengembangan *HandOut* geometri euclid untuk menumbuhkan komunikasi matematis mahasiswa berbasis proyek dilakukan melalui tahapan analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Pada tahap analisis ini dilakukan kajian kurikulum tentang matakuliah geometri euclid dan menentukan CPMK dan SubCPMK. Proses desain dimulai dengan menyusun kerangka besar dari bagian *HandOut* yang terdiri dari Empat bagian. Empat bagian tersebut yaitu : a) *Connect*, b) *Explain*, c) *Experience* dan d) *Discuss*. Tahap pengembangan ini peneliti melakukan ujicoba ahli berkaitan dengan *HandOut* yang sudah disusun. Uji coba dilakukan pada ahli materi dan media dengan kriteria valid. Penerapan *HandOut* ini dilakukan selama dua kali pertemuan. Pertemuan pertama mengerjakan bagian *connect* dan *explain*. Sedangkan pertemuan kedua bagian *experience* dan *discuss.* Selama proses pembelajaran, dilakukan proses penilaian komunikasi.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu untuk memunculkan komunikasi tulis pada bagian representasi ide perlu ditambahkan soal *open-ended* pada pembelajaran berbasis proyek. Selain itu juga bisa dikolaborasikan dengan *Two stay two stray* agar mahasiswa bisa lebih maksimal dalam berkomunikasi. Hal ini dikarenakan pada saat melakukan kegiatan berkunjung dan tinggal, komunikasi mahasiswa dapat dioptimalkan

DAFTAR RUJUKAN

Alhayat, A., Mukhidin, M., Utami, T., & Yustikarini, R. (2023). The Relevance of the Project-Based Learning (PjBL) Learning Model with "Kurikulum Merdeka Belajar." *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(1). 105-115 https://doi.org/10.20961/jdc.v7i1.69363

Ananda, L. R., Rahmawati, Y., & Khairi, F. (2023). Critical Thinking Skills of Chemistry Students by Integrating Design Thinking With STEAM-PjBL. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1). https://doi.org/10.3926/jotse.1938

Rosyadi, A. A. P. (2018). Development of Project Based Handouts in Algebra Structure Course. *University of Muhammadiyah Malang's 1st International Conference of Mathematics Education (INCOMED 2017)*, 288-289. https://doi.org/10.2991/incomed-17.2018.61

Ats-Tsauri, M. S., Cholily, Y. M., Azmi, R. D., & Kusgiarohmah, P. A. (2021a). Modul Relasi dan Fungsi Berbasis Kemampuan Komunikasi Matematis. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 5(1), 109-124. https://doi.org/10.33603/jnpm.v5i1.3569

Ats-Tsauri, M. S., Cholily, Y. M., Azmi, R. D., & Kusgiarohmah, P. A. (2021b). Modul Relasi dan Fungsi Berbasis Kemampuan Komunikasi Matematis.

JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika), 5(1), 109-124. https://doi.org/10.33603/jnpm.v5i1.3569

Baharuddin, M. R., A., F., & Nasir, F. (2021). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Assesmen Kompetensi Minimum Siswa. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 4(2), 105-111. https://doi.org/10.46918/equals.v4i2.1093

Baiduri, B., Kurniawati Putri, O., & Athma Putri Rosyadi, A. (2023). Effectiveness of Laps-Heuristic Learning With An Open-Ended Approach on Critical Thinking Ability. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 13(3), 1150-1161. https://doi.org/10.23960/jpp.v13.i3.202319

Cholilah, M., Tatuwo, A. G. P., Komariah, & Rosdiana, S. P. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Dalam Satuan Pendidikan Serta Implementasi Kurikulum Merdeka Pada Pembelajaran Abad 21. *Sanskara Pendidikan dan Pengajaran*, 1(2), 56-67. https://doi.org/10.58812/spp.v1i02.110

Cholily, Y. M., Amalia, S., & PR, A. A. (2024). Student's Mathematical Communication Ability Given Self Concept in Learning Mathematics Through Discovery Learning. *Prima: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 89-101. https://doi.org/10.31000/prima.v8i1.9902

Dewi, A. C., & Yahya, M. (2022). Efektifitas Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Mata Kuliah Perencanaan Pembelajaran Kejuruan. *Jurnal Konsepsi*, 11(2), 373-379.

Dewimarni, S., Rizalina, R., & Zefriyenni, Z. (2022). Validitas Media Pembelajaran Statistika Berbasis Android dengan Teknik Peta Konsep untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Statistika. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 329-337. https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.1087

Edi, S., & Rosnawati, R. (2021). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Matematika Model Discovery Learning. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 5(2), 234-246. https://doi.org/10.33603/jnpm.v5i2.3604

Effendi, Moh. M., & Irene, S. (2021). Pengembangan Pembelajaran Model Group Investigasi Berbasis Penalaran Berbantuan Soal Open-Ended Pada Kurikulum Matematika SMP. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2),1213-1221. . https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3734

Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh Pembelajaran Steam Berbasis PJBL (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Berpikir Kritis. *Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209-226.

Hasanah, E., Suyata, S., Ghazi, M. I. Al, Fauzia, F., & Akbar, S. (2023). Pengembangan Keterampilan Kepemimpinan Mahasiswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*,

9(1), 337-381. https://doi.org/10.58258/jime.v9i1.4579

Hehakaya, E., & Pollatu, D. (2022). Problematika Guru Dalam Mengimplementasikan Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan DIDAXEI*, 3(2), 394-408.

Ika, Y., & Pranyata, P. (2023). Kajian Teori Konstruktivis Sosial Dan Scaffolding Dalam Pembelajaran Matematika. *JIP : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 1(2), 280-292.

Imanah, U. N. (2021). Kemampuan Mahasiswa Calon Guru Matematika Dalam Menyelesaikan Soal Olimpiade Matematika Pada Materi Aljabar Dan Geometri. *Journal of Mathematics Education and Science*, 4(1), 37-40. https://doi.org/10.32665/james.v4i1.177

Khotimah, K., Effendi, Moh. M., & Rosyadi, A. A. P. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(2), 2621-2629. https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.7055

Khusna, A. H., & Rosyadi, A. A. P. (2021). Karakteristik Miskonsepsi Mahasiswa Pada Konsep Himpunan Ditinjau Dari Kemampuannya Dalam Mengkonsruksi Bukti Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(3), 1422-1431. https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i3.3735

Lukman, & Ibad, A. Z. (2020). Pemilihan Metode Dan Media Pembelajaran Dalam Blended Learning. *Promis*, 1(2), 1–10.

Mawaddah, S., & Mahmudi, A. (2021). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa Melalui Penggunaan Project-Based Learning Terintegrasi STEM. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(1), 167-182. https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i1.3179

Melinda, V. ., & Zainil, M. (2020). Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Sekolah Dasar (Studi Literatur). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 4(2), 1526–1539. https://doi.org/10.31004/jptam.v4i2.618

Munahefi, D., Lestari, F., Mashuri, M., & Kharisudin, I. (2023). Pengembangan Kemampuan Literasi Numerasi Melalui Pembelajaran Tematik Terintegrasi Berbasis Proyek. PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika, 6, 663-669.

Nababan, N. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Geogebra Dengan Model Pengembangan ADDIE di Kelas XI Sman 3 Medan. *Inspiratif: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 37-50.

NCTM. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. In School Science and Mathematics.

Norhikmah, N., Rizky, N. F., Puspita, D., & Saudah, S. (2022). Inovasi Pembelajaran dimasa Pendemi: Implementasi Pembelajaran

berbasis Proyek Pendekatan Destinasi Imajinasi. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(5), 3901–3910. https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i5.1886

Novitasari, S. A. (2023). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek di Luar Kelas: Memperkuat Keterlibatan Siswa Melalui Pembelajaran di Komunitas Lokal. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(4), 248-257.

Nugraha, T. H., & Pujiastuti, H. (2019). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa berdasarkan perbedaan gender. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 1–7.

Pramasdyahsari, A. S., Setyawati, R. D., Aini, S. N., Nusuki, U., Arum, J. P., Astutik, L. D., Widodo, W., Zuliah, N., & Salmah, U. (2023). Fostering students' mathematical critical thinking skills on number patterns through digital book STEM PjBL. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7). https://doi.org/10.29333/ejmste/13342

Rosyadi, A. A. P., & Khusna, A. H. (2020). Analisis Penggunaan Modul Berbasis REACT Pada Matakuliah Kalkulus Terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Matematika (JPM)*, 7(1), 20-25. https://doi.org/10.33474/jpm.v7i1.5414

Rahman, A. A., & Yunita, A. (2018). Penerapan model pembelajaran PACE untuk meningkatkan kemampuan pembuktian matematika siswa di kelas VII SMP pada materi geometri. *Maju*, 5(1), 27-38.

Rakhman, P. A., & Rokmanah, S. (2023). Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMA Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Dengan Strategi Think-Talk-Write. *Pelita Calistung: Jurnal Keilmuan Dan Pendidikan Dasar*, 4(1), 28-37.

Resa, A. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka Berdasarkan Pendekatan Understanding by Design. *Jurnal Primary*, 4(1), 31-41.

Rosyadi, A. A. P. (2021). Analisis Berpikir Kritis Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Masalah Kontroversial Matematika. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 1-13. https://doi.org/10.20527/edumat.v9i1.9988

Rosyadi, A. A. P. (2023). *Metode Penelitian Kualitatif*. Malang; UMMPress.

Sari, L. K., Sunanih, S., & Saleh, Y. T. (2021). Model Pembelajaran Berbasis Proyek Berpengaruh terhadap Hasil Belajar IPA. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(1), 112-117.

Sugianto, R., Cholily, Y. M., Darmayanti, R., Rahmah, K., & Hasanah, N. (2022). Development of Rainbow Mathematics Card in TGT Learning For Increasing Mathematics Communication Ability. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(2), 221-233. https://doi.org/10.15294/kreano.v13i2.38068

Sukayasa, S. (2022*)*. Karakteristik bernalar mahasiswa dalam memecahkan masalah geometri ditinjau dari

perbedaan gender. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 11(2), 203-219. https://doi.org/10.33387/dpi.v11i2.5104

Sumarno, W. K., Shodikin, A., Solikha, N. I., Pratama, N. K., & Valensiana, B. F. (2022*). Integrative Teaching Material with Project-based Learning Approach to Improve Elementary School Students' Bilingual Literacy and Numeracy Skills*. *International Journal of Elementary Education*, 6(3), 600-611. https://doi.org/10.23887/ijee.v6i4.52392

Suryawati, S., Hasbi, M., Suri, M., & Kurniawati, S. (2023). Faktor Yang Mempengaruhi Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP. Journal of Education Science, 9(1), 7-16. https://doi.org/10.33143/jes.v9i1.2849

Wahyuni, A. S. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Dengan Strategi Berdiferensiasi Terhadap Keterampilan Berfikis kritis dan Berfikir Kreatif Siswa Pada Mata Pelajaran IPA. Doctoral Dissertation, Universitas Pendidikan Ganesha.

Wijayanti, I. D., Hariastuti, R. M., & Yusuf, F. I. (2019). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Ditinjau dari Gaya Belajar. *INDIKTA (Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika)*, 2(1), 68–76. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31851/indiktika.v2i1.3429

Wulandari, A. P., Zulkarnain, I., & Noorbaiti, R. (2023). Studi Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Penerapan Kurikulum Merdeka Pada Pembelajaran Matematika di SMA Negeri 8 Banjarmasin. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 305-315. https://doi.org/10.20527/edumat.v11i2.16234

Yohanes, R. (2022). Proses Berpikir Mahasiswa dalam Mengkonstruksi Pembuktian Matematika. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 5, 185-194

Yuliani, D., Andriani, L., & Fitri, I. (2020). Pengaruh Penerapan Pendekatan RME (Realistic Mathematic Education) Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Berdasarkan Self Efficacy Siswa SMPN 18 Pekanbaru. *JURING (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 3(2), 193-200. https://doi.org/10.24014/juring.v3i2.9386

Yulianto, & Sutiarso, S. (2017). Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Matematika. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika 2017*, 1(5), 289–295.