

PENINGKATAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DENGAN MODEL PROJECT BASED LEARNING BERBANTUAN GEOGEBRA: SOLUSI INOVATIF PENDIDIKAN MODERN

Neng Lismayanti¹, Masta Hutajulu², Linda³

^{1,2,3} IKIP Siliwangi, Jl. Terusan Jenderal Sudirman. Cimahi, Indonesia

¹ lismayanti766@gmail.com, ² mastahutajulu@yahoo.com, ³ linda1010@ikipsiliwangi.ac.id

ARTICLE INFO

Article History

Received Aug 22, 2024

Revised Oct 7, 2024

Accepted Nov 7, 2024

Keywords:

Communication Skills;
Project Based Learning;
Geogebra;
Mathematics

ABSTRACT

This study aims to research the improvement of students' mathematical communication skills through the application of a project-based learning model supported by geogebra and conventional learning. The research method used is a quasi-experimental method with a non-equivalent control group design. The sample in the study was class VIII A with a total of 30 students and Class VIII B with a total of 30 students and the sample selection was not carried out randomly. The research instruments used for tests and non-tests are mathematical communication skills tests in the form of descriptions of 6 questions and questionnaires of student responses to the stages of the project-based learning model. This research procedure includes three main phases: preparation, implementation, and evaluation. The data processing technique uses two independent sample tests with the help of SPSS version 25. The results of this study indicate that the mathematical communication skills of students who use the project-based learning model with the help of geogebra increase significantly compared to conventional learning.

Corresponding Author:

Linda,
IKIP Siliwangi
Cimahi, Indonesia
Linda1010@ikipsiliwangi.ac.id

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa melalui penerapan model pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh geogebra dan pembelajaran konvensional. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuasi eksperimen dengan *design non-equivalent control group*. Sampel pada penelitian adalah kelas VIII A dengan jumlah 30 siswa dan Kelas VIII B dengan jumlah 30 siswa serta pemilihan sampel tidak dilakukan secara acak. Instrumen penelitian yang digunakan tes dan non tes yaitu tes soal kemampuan komunikasi matematis berupa uraian sebanyak 6 butir soal dan angket respon siswa terhadap tahapan-tahapan model *project based learning*. Prosedur penelitian ini mencakup tiga fase utama: persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Teknik pengolahan data menggunakan uji dua *sample independent* dengan bantuan SPSS versi 25. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran berbasis proyek dengan bantuan geogebra meningkat lebih signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

How to cite:

Lismayanti, N., Hutajulu, M., & Linda, L. (2024). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis dengan model project-based learning berbantuan geogebra: solusi inovatif pendidikan modern. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 7(6), 1033-1044.

PENDAHULUAN

Matematika ialah “*queen of science*” yang mendasari bidang ilmu pengetahuan lain untuk mengembangkan pola pikir manusia. Tidak hanya itu, beberapa perkembangan teknologi juga berkembang pesat seiring berjalannya waktu. Peran matematika yang berkaitan langsung dengan siswa sangat penting dalam kemajuan teknologi saat ini. sehingga siswa harus mampu mengimbangi perkembangan teknologi. Hal tersebut sesuai dengan pembelajaran abad 21, dimana siswa dituntut terampil dalam memanfaatkan teknologi. Namun pada situasi di lapangan, masih ada hambatan-hambatan yang dialami siswa, diantaranya banyak siswa yang mengalami hambatan dalam penerapan teknologi selama proses pembelajaran matematika contohnya penggunaan *geogebra*.

Di samping itu, hambatan lainnya yang dihadapi oleh siswa yaitu mengalami kesulitan menyelesaikan permasalahan matematik. Hal ini diakibatkan oleh persepsi negatif siswa terhadap matematika (Septiani et al., 2022). Siswa merasa bahwa matematika adalah mata pelajaran yang sulit dimengerti karena sifatnya yang abstrak. Selain itu, menurut Windari & Maryono (2023) menyatakan matematika dianggap sulit karena berhubungan dengan angka, rumus, bahkan simbol-simbol yang menyebabkan siswa harus memiliki pemahaman lebih untuk memahami materi matematika. Persepsi negatif terhadap matematika menyebabkan kemampuan siswa dalam mempelajari matematika menjadi rendah diantaranya kemampuan komunikasi matematis.

Kemampuan komunikasi merupakan hal yang penting bagi siswa karena dapat mengungkapkan ide atau gagasannya dengan efektif, baik melalui bahasa tertulis, simbol matematika, maupun dalam percakapan sehari-hari (Dzimar & Abadi, 2024). NCTM (Mutamima & Manoy, 2019) mengatakan bahwa kemampuan komunikasi merupakan bagian dari standar proses yang ada pada pembelajaran matematika. Kemampuan komunikasi matematis memiliki signifikansi yang besar karena tidak hanya memungkinkan siswa untuk mengartikulasikan konsep-konsep matematika secara jelas dan sistematis kepada orang lain, tetapi juga membantu dalam membangun pemahaman yang mendalam terhadap materi tersebut. Menurut Hutajulu (2022) siswa yang memiliki kemampuan komunikasi matematis adalah siswa yang mampu mengartikulasikan pemikiran matematis dengan jelas, terstruktur, dan efektif baik dalam bentuk tulisan maupun lisan. Komunikasi secara tulisan dapat dilihat dari siswa dapat mencatat informasi yang telah diberikan dan perlu dicari dalam soal yang kemudian dituangkan dalam bentuk tabel, grafik, atau bahasa matematika. Sedangkan komunikasi secara lisan dapat diamati ketika siswa mengungkapkan ide atau gagasan secara verbal dalam bentuk ujaran yang melibatkan konten matematika.

Berdasarkan penjelasan di atas ditemukan bahwa komunikasi matematis mempunyai peran penting terhadap perkembangan siswa dalam proses pembelajaran matematika. Namun, situasi di lapangan ditemukan bahwa kemampuan komunikasi matematis ini masih rendah dari 60 siswa ditingkat pendidikan menengah pertama di kota Cimahi dengan perolehan nilai rerata kompetensi dalam menyelesaikan permasalahan matematika yaitu sebesar 30 dari 100, sehingga diindikasikan dalam kategori rendah. Peneliti sebelumnya yang dilakukan oleh Safitri & Effendi, (2022) menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis peserta didik masih kurang baik, dengan nilai tertinggi hanya mencapai 38 dan rata-rata sebesar 25,56 yang belum memenuhi standar ketuntasan minimal (KKM).

Rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa dapat disebabkan oleh beberapa faktor kompleks salah satunya pada proses pembelajaran, siswa terbiasa menyelesaikan masalah

sendirian tanpa adanya kesempatan mengkomunikasikan hasil pekerjaannya, baik secara individu maupun secara kelompok. Selain itu, berdasarkan kondisi di lapangan, ditemukan bahwa faktor penyebab rendahnya komunikasi matematis pada metode pengajaran. Metode pengajaran yang sering digunakan yaitu berpusat pada guru, dimana siswa hanya menerima informasi yang disampaikan oleh guru. Sehingga fokus utama dalam pembelajaran bukan lagi siswa.

Hal tersebut dapat membatasi perkembangan kemampuan komunikasi matematis siswa. Berdasarkan paparan di atas, mengingat rendahnya kemampuan komunikasi matematika maka diperlukan pembaharuan dari aspek metode pengajaran yang digunakan. Pemilihan model pembelajaran harus mengintegrasikan secara aktif pengembangan kemampuan komunikasi matematis dalam setiap tahapan pembelajaran (Madhavia et al., 2020). Model pembelajaran yang dipilih merupakan model pembelajaran aktif dan kolaboratif, sehingga memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan ide atau pemikirannya kepada orang lain secara jelas. Model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam penelitian ini adalah model *project based learning*.

Model pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu model pembelajaran yang selaras dengan kurikulum merdeka dalam ilmpelentasi proses pembelajaran. Menurut Magfirah (2022) model pembelajaran *project based learning* yaitu proses pembelajaran yang berpusat kepada siswa, sehingga siswa dianjurkan lebih aktif dalam proses pembelajarannya. Tidak hanya itu, model *project based learning* dapat menjadikan siswa belajar secara mandiri dalam penyelesaian masalah yaitu membuat produk yang realistis (Triningsih & Mawardi, 2020). Model pembelajaran seperti ini akan memberikan siswa banyak kesempatan untuk menyampaikan ide atau gagasannya dalam memilih topik, merencanakan, dan menyelesaikan proyek. Sehingga siswa terlibat langsung dalam proses pembelajaran dengan pembuatan proyek.

Di zaman sekarang, media teknologi memiliki peran yang sangat penting dalam proses pembelajaran salah satu nya dalam pembelajaran matematika. Menurut Arifin et al., (2020) penggunaan teknologi tidak hanya mengubah cara siswa belajar akan tetapi dapat memberikan pemahaman konsep matematis secara mendalam. Penggunaan media teknologi dapat memberikan pengajaran matematika menjadi lebih inklusif. Selain itu, media teknologi dapat memvisualisasikan konsep-konsep matematis yang abstrak atau rumit menjadi lebih sederhana. Media teknologi yang dapat mendukung hal tersebut diantaranya aplikasi *geogebra*.

Geogebra merupakan perangkat lunak matematika yang dinamis dalam mendukung proses pembelajaran matematika. *Geogebra* adalah media pembelajaran matematika yang mengintegrasikan geometri, kalkulus, aljabar, dan statistik dalam satu paket yang tidak diragukan lagi. Menuurt Sugandi et al., (2020) mendalami materi melalui diskusi dan menggunakan aplikasi *geogebra* dapat memberikan kemudahan kepada siswa dalam berpikir. Penggunaan *geogebra* memungkinkan mereka mengilustrasikan geometri secara detail dan memperlihatkan sifat-sifatnya dengan jelas. Sejalan dengan Septian et al., (2023) beberapa keuntungan menggunakan aplikasi *geogebra* yaitu dapat membantu siswa untuk memvisualisasikan konsep matematika secara langsung karena siswa dapat menggambar, memanipulasi objek, serta mengeksplorasi konsep matematika yang abstrak menjadi jelas.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti melakukan penelitian fokus pada penerapan model *project based learning* berbantuan *geogebra* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Penelitian ini dilakukan berdasarkan tantangan nyata dalam menyelesaikan

permasalahan matematika yang memerlukan solusi inovatif. Maka dari itu penelitian yang dilakukan berjudul “Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis dengan Model Project Based Learning berbantuan Geogebra: Solusi Inovatif Pendidikan Modern”.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuasi eksperimen dengan *design non-equivalent control group*. Dalam penelitian ini ada dua kelas yang dibandingkan dengan memberikan perlakuan yang berbeda. Dengan desain penelitian menurut Abraham & Supriyati (2022) sebagai berikut:

Tabel 1. Desain Penelitian

M	:	O	X	O
<u>M</u>	:	<u>O</u>	<u>Y</u>	<u>O</u>

Dengan keterangan: M adalah Siswa kelas VIII, O adalah *Pretest* dan *Posttest*, X adalah Pembelajaran dengan model *project based learning* berbantuan *software geogebra*, Y adalah Pembelajaran biasa.

Penelitian dilaksanakan di SMP 5 PGRI Cimahi pada semester dua tahun ajaran 2024/2025 dimulai pada bulan April - Mei 2024. Populasi dalam penelitian ini seluruh siswa kelas VIII SMP 5 PGRI. Sampel pada penelitian adalah kelas VIII A dengan jumlah 30 siswa dan Kelas VIII B dengan jumlah 30 siswa serta pemilihan sampel tidak dilakukan secara acak. Kelas eksperimen pada kelas VIII B memperoleh pembelajaran dengan model *project based learning* berbantuan *software geogebra* dan kelas kontrol pada kelas VIII A memperoleh pembelajaran konvensional.

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan penelitian, dan tahap evaluasi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen tes dan non tes yaitu kemampuan komunikasi matematis dalam bentuk uraian yang terdiri dari 6 butir soal dan angket respon siswa terhadap langkah-langkah model *project based learning*. Teknik pengolahan data dilakukan dengan uji dua sample independent dengan bantuan SPSS versi 25. Adapun tahapan-tahapan pengolahan data dalam penelitian ini meliputi: 1) uji normalitas digunakan untuk melihat data tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) berdistribusi normal atau tidak; 2) uji homogenitas varians digunakan untuk melihat data tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) homogen atau tidak; 3). *Uji-t* dilakukan apabila data kedua kelas berdistribusi normal, namun jika tidak berdistribusi normal maka dilakukan uji *Mann Whitney*. Rumus yang digunakan untuk menghitung *N-gain* menurut Ramadhani & Amudi (2020) sebagai berikut.

$$N - gain (g) = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{nilai maximal} - \text{nilai pretest}}$$

Hasil perhitungan *N-gain* diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi menurut Melzer (Supiarmo et al., 2022) sebagai berikut:

Tabel 2. Klasifikasi *N-gain*

Nilai <i>N-Gain</i>	Interpretasi
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Sedangkan hasil perhitungan angket respon siswa diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi penilaian keterlaksanaan model *project based learning* menurut Purwanto (Fitari, 2019) sebagai berikut:

Tabel 3. Klasifikasi penilaian keterlaksanaan model *project based learning*

No	Tingkat Penguasaan	Interpretasi
1.	≤ 54 %	Kurang Sekali
2.	55 – 59 %	Kurang
3.	60 – 75 %	Cukup
4.	76 – 85 %	Baik
5.	86 – 100 %	Sangat Baik

Adapun uji hipotesis dalam penelitian ini adalah:

$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$ (Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP kelas VIII yang pembelajarannya menggunakan model *project based learning* berbantuan *geogebra* tidak lebih baik atau sama dengan siswa yang pembelajarannya menggunakan pembelajaran konvensional).

$H_1: \mu_1 > \mu_2$ (Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP kelas VIII yang pembelajarannya menggunakan model *project based learning* berbantuan *geogebra* lebih baik daripada siswa yang pembelajarannya menggunakan pembelajaran konvensional).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Temuan-temuan yang didapatkan dari penelitian mengenai penerapan model berbasis proyek berbantuan *geogebra* akan dibahas pada bagian hasil. Penelitian ini dilaksanakan selama 10 pertemuan dengan tiga tahapan kegiatan. Tahapan pertama, peneliti memberikan tes awal (*pretest*) kepada kedua kelas untuk mengetahui kemampuan awal. Kemudian, tahap kedua peneliti memberikan perlakuan (*treatment*) kepada kedua kelas tersebut dengan perlakuan (*treatment*) yang berbeda. Untuk kelas eksperimen proses pembelajarannya menggunakan model *project based learning*, sedangkan untuk kelas kontrol dengan pembelajaran biasa. Dan tahap ketiga, peneliti memberikan tes akhir (*posttest*) kepada kedua kelas yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan akhir setelah diberikan perlakuan (*treatment*). Berikut hasil statistika deskriptif data *pretest*, *posttest*, dan *N-gain*.

Tabel 4. Hasil Statistik Deskriptif Skor *Pretest*, *Posttest*, dan *N-gain*

Variabel	Eksperimen			Kontrol		
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>
N	30	30	30	30	30	30
Mean	40,4	82,3	0,704	40,6	77,8	0,627
Simpangan Baku	8,712	4,65	0,076	9,714	6,15	0,095
Skor Maksimum Ideal: 100						

Tabel di atas menyajikan data hasil perolehan pengujian statistika deskriptif kelas eksperimen dan kelas kontrol kemampuan komunikasi matematis. Kelas eksperimen dengan nilai rata-rata skor *pretest* sebesar 40,4 dan kelas kontrol dengan perolehan nilai rata-rata skor *pretest* sebesar 40,6. Artinya bahwa kemampuan awal tidak adanya perbedaan antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Ini disebabkan siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki tingkat pengetahuan awal yang relatif sama sebelum diberikan perlakuan. Kemudian data tersebut

menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata skor *posttest* sebesar 82,3 dan kelas kontrol memperoleh nilai rata-rata skor *posttest* sebesar 77,8. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol. Besarnya kenaikan rata-rata kelas eksperimen dari skor *pretest* ke skor *posttest* sebesar 41,9% dari skor ideal, sedangkan kenaikan rata-rata kelas kontrol dari *pretest* ke *posttest* sebesar 37,2% dari skor ideal. Dengan demikian, hasil analisis data tersebut dinyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol. Jika dilihat dari hasil uji *N-gain*, kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol. Berikut hasil analisis statistik inferensial menggunakan *SPPS* versi 25.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas *N-gain*

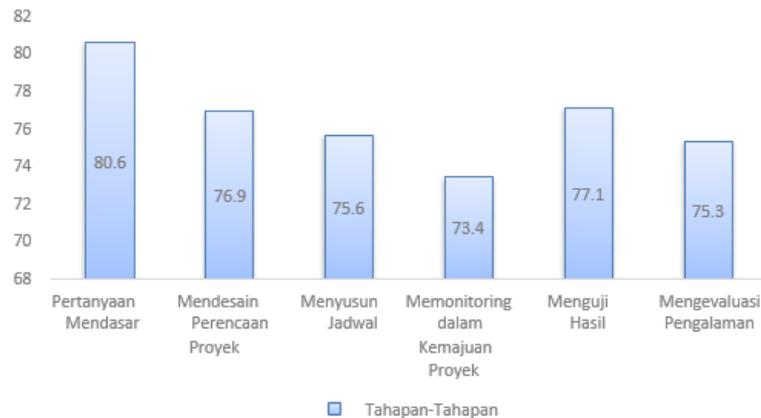
		<i>Kolmogorov-Smirnov</i>		
Kelas		Statistik	Df	Sig
<i>N-gain</i>	Eksperimen	0,113	30	0,200
	Kontrol	0,208	30	0,002

Uji normalitas data *N-gain* menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* karena data yang digunakan dalam penelitian ≥ 50 subjek. Hal ini sesuai dengan pendapat Sundayana (2020) menyatakan bahwa uji *Shapiro Wilk* digunakan jika subjek < 50 , sedangkan jika ≥ 50 subjek maka digunakan *Kolmogorov Smirnov*. Dari tabel di atas, menunjukkan bahwa hasil *N-gain* kelas eksperimen dengan nilai sig sebesar $0,200 \geq 0,05$ maka H_0 diterima, artinya skor *N-gain* kelas eksperimen berdistribusi normal. Sedangkan untuk hasil *N-gain* kelas kontrol dengan nilai $< 0,05$ maka H_0 ditolak, artinya skor *N-gain* kelas kontrol tidak berdistribusi normal. Karena salah satu kelas tidak berdistribusi normal, maka uji selanjutnya dilakukan menggunakan uji *non parametrik* yaitu uji *Mann Whitney*

Tabel 6. Hasil Uji *Mann Whitney N-gain*

	<i>N-gain</i>
<i>Mann-Whitney U</i>	244,000
<i>Wilcoxon W</i>	709,00
<i>Z</i>	-3,048
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,002

Berdasarkan table di atas, diperoleh nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* yaitu $0,002/2 = 0,001 < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 , artinya peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP kelas VIII menggunakan model *project based learning* lebih baik daripada yang menggunakan pembelajaran biasa dengan perolehan persentase pada Gambar 1. dan kriteria penilaian pada Tabel 3. keterlaksanaan pada tahapan model *project based learning* yang dilakukan berikut ini.



Gambar 1. Grafik hasil angket respon siswa

Pada tahapan model *project based learning* dalam Pertanyaan Mendasar mendapatkan presentase 80,6% dengan kriteria Baik, tahapan kedua yaitu Mendesain Perencanaan Proyek mendapatkan presentase 76,9% dengan kriteria Baik, tahapan ketiga yaitu Menyusun Jadwal mendapatkan presentase 75,6% dengan kriteria Cukup, tahapan ke-empat yaitu Memonitoring dalam Kemajuan Proyek mendapatkan presentase 73,4% dengan kriteria cukup, tahapan ke-lima yaitu Menguji Hasil mendapatkan presentase 77,1% dengan kriteria Baik, dan pada tahapan terakhir yaitu Mengevaluasi Pengalaman mendapatkan presentase 75,3% dengan kriteria cukup.

Pembahasan

Pembahasan dalam artikel ini akan mengeksplorasi hasil penelitian yang telah diuraikan sebelumnya dengan fokus pada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa menggunakan model *project based learning* berbantuan *software geogebra*. Berdasarkan hasil data *pretest* menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen yang menggunakan model *project based learning* berbantuan *geogebra* tidak terdapat perbedaan kemampuan awal dengan siswa yang menggunakan pembelajaran biasa. Hal ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya sampel yang diukur memiliki kriteria yang mirip, seperti proses pembelajarannya sebelum diberikan perlakuan. Selain itu, faktor lainnya yaitu sampel yang dipilih memiliki tingkat pengetahuan yang relatif sama sebelum diberikan perlakuan, sehingga menyebabkan hasil kemampuan awal sama. Namun, hal tersebut dapat menjadi landasan yang kuat untuk mengevaluasi dampak dari perlakuan pada hasil *posttest* atau *N-gain*.

Dengan memperoleh skor kenaikan rata-rata kelas eksperimen lebih besar daripada skor kenaikan rata-rata kelas kontrol mengindikasikan bahwa kemampuan komunikasi matematis menggunakan model *project based learning* berbantuan *geogebra* lebih baik daripada menggunakan pembelajaran biasa. Selain itu, hasil perolehan nilai *N-gain* pada kelas eksperimen menginterpretasikan bahwa siswa yang pembelajarannya menggunakan model *project based learning* berbantuan *geogebra* mengalami peningkatan dengan klasifikasi tinggi. Sedangkan perolehan nilai *N-gain* kelas kontrol sebesar menginterpretasikan sedang.

Berdasarkan hasil penelitian memperlihatkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VIII menggunakan model *project based learning* berbantuan *geogebra* lebih baik daripada menggunakan pembelajaran biasa. Hal ini menunjukkan bahwa model *project based learning* berbantuan *geogebra* dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Hal ini didukung penelitian sebelumnya oleh Melinda & Zainil (2020) menyatakan bahwa terjadi peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada

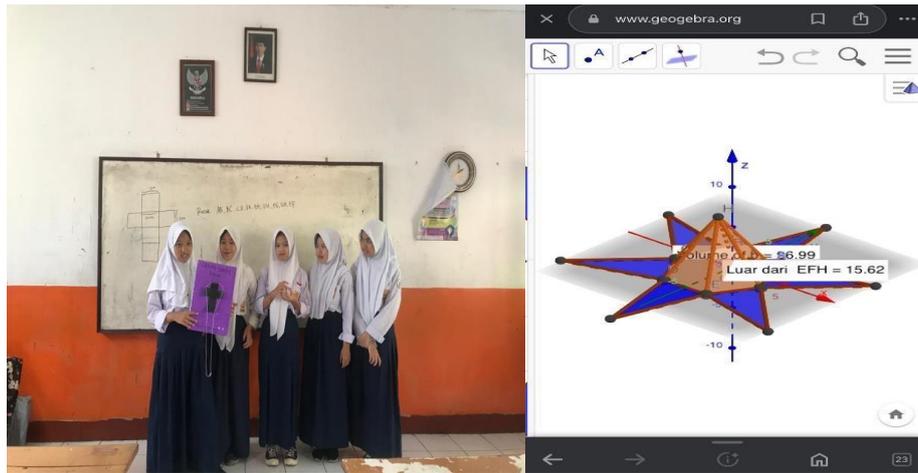
saat menggunakan model *project based learning*. Demikian juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Lusiana et al., (2019); Putri et al., (2019) menyatakan bahwa model berbasis proyek ini memotivasi dan mendorong agar terlibat langsung dalam proses pembelajaran, salah satunya pada proses diskusi berani untuk menanggapi pendapat temannya sehingga proses presentasi hasil produk lebih menarik.



Gambar 2. Proses pembelajaran menggunakan model *project based learning* berbantuan *geogebra*

Model pembelajaran berbasis proyek mendorong siswa untuk belajar secara aktif melalui proyek yang menuntut pemecahan masalah nyata. Siswa memiliki kesempatan untuk mengambil inisiatif dalam merencanakan, merancang, dan mengeksekusi proyek mereka sendiri artinya proses pembelajaran akan berpusat pada siswa, disini guru hanya sebagai fasilitator saja. Selain itu, model *project based learning* dapat meningkatkan keterampilan abad-21 seperti keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi. Melalui *project based learning* juga siswa dapat mengembangkan pemahaman yang lebih dalam terkait materi yang dipelajari melalui kegiatan proyek yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Penelitian ini juga didukung dengan penggunaan media pembelajaran *geogebra* sebagai fasilitasi dalam menyelesaikan proyek. Penggunaan *geogebra* dapat membantu siswa terbiasa dengan teknologi dalam pembelajaran matematika. Selain itu, *geogebra* menjadikan siswa bekerja secara kolaboratif dalam menyelesaikan proyek. Siswa dapat berdiskusi, berbagi ide, dan memecahkan masalah bersama menggunakan perangkat lunak ini. kolaborasi seperti ini tidak hanya mengembangkan keterampilan sosial saja, namun dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengkomunikasikan ide atau gagasannya dengan konten matematika baik secara verbal maupun tertulis. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Arnanda et al., (2021) menyatakan bahwa media pembelajaran *geogebra* dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.



Gambar 3. Hasil produk siswa

Berdasarkan hasil angket respon siswa terhadap tahapan-tahapan model *project based learning* dengan indikator pertanyaan mendasar memperoleh persentase paling besar dengan klasifikasi baik. Hal ini dikarenakan pertanyaan-pertanyaan mendasar pada tahapan-tahapan *project based learning* merupakan fondasi utama. Pertanyaan mendasar dirancang untuk mengarahkan siswa dalam mengidentifikasi masalah yang relevan dan merumuskan tujuan yang jelas untuk proyek mereka. Selain itu, dengan merancang pertanyaan-pertanyaan yang mendalam dan relevan, guru dapat memastikan bahwa siswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang topik, serta mengasah keterampilan kritis dan analitis mereka. Pertanyaan-pertanyaan mendasar dapat mendorong siswa untuk menggali lebih dalam untuk memecahkan masalah secara kreatif dan menghasilkan proyek yang bermakna. Oleh karena itu, kualitas pertanyaan mendasar dalam tahapan model *project based learning* secara langsung mempengaruhi keberhasilan dan efektivitas keseluruhan dari model pembelajaran berbasis proyek.

Selain itu, hasil angket respon siswa pada tahapan kedua yaitu tahapan mendesain perencanaan proyek memperoleh klasifikasi baik. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah adanya kejelasan dan struktur yang baik dalam intruksi yang diberikan. Ketika guru memberikan panduan yang jelas dan terperinci tentang bagaimana merencanakan sebuah proyek, siswa merasa lebih percaya diri dan memiliki pemahaman yang lebih baik tentang apa yang diharapkan dari mereka. Kejelasan ini tentu membantu siswa untuk mendesain perencanaan proyek yang akan dilakukan. Keberhasilan perencanaan proyek sangat bergantung pada seberapa baik siswa dapat merencanakan langkah-langkah secara rinci dan bagaimana mereka menilai rencana tersebut dalam mencapai tujuan proyek. Mendesain perencanaan yang baik memberikan keuntungan signifikan bagi siswa yaitu siswa dapat memmanage waktu dengan lebih efektif. Di samping itu, siswa yang terlibat dalam perencanaan proyek yang lebih baik dapat mengembangkan keterampilan kritis dan kreatif. Hal ini sejalan dengan penelitian Wena (2019) menyatakan bahwa model pembelajaran berbasis proyek yang mencakup perencanaan proyek yang baik dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Tahapan ketiga yaitu menyusun jadwal memperoleh hasil angket respon siswa dalam klasifikasi baik. Ketika siswa merasa terlibat dan termotivasi dalam proyek akan berkomitmen untuk menyusun jadwal dengan baik. Motivasi ini sering kali berasal dari minat siswa terhadap topik proyek yang menarik sehingga berkeinginan untuk mencapai hasil yang memuaskan. Hal ini tentu membuat siswa cenderung memperhatikan detail-detail penting dalam penyusunan jadwal.

Tahapan keempat yaitu memonitoring dalam kemajuan proyek memperoleh hasil angket respon siswa paling rendah dalam klasifikasi cukup. Pada tahap ini siswa mengalami kesulitan karena tidak terbiasa menggunakan *geogebra* sehingga membatasi kemampuan siswa dalam memonitor kemajuan proyek secara akurat. Di samping itu, proyek yang dikerjakan melibatkan kerja kelompok, siswa mengalami hambatan dalam berkomunikasi dan berkoordinasi dengan anggota kelompoknya. Kurangnya komunikasi yang efektif dapat menghambat kemampuan siswa untuk memonitor kemajuan proyek. Di samping itu, guru mengalami keterbatasan waktu untuk memberikan umpan balik yang cukup sering atau mendalam mengenai kemajuan proyek siswa karena beban kerja yang berat yaitu siswa belum mempunyai keterampilan dasar dalam penggunaan *geogebra*. Hal ini mengakibatkan monitoring kemajuan proyek menjadi kurang terfokus dan kurang efektif. Selain itu, pengalaman yang dimiliki siswa kurang dalam menggunakan media *geogebra*, sehingga guru harus melakukan *scaffolding* kepada beberapa kelompok yang mengalami kesulitan.

Tahapan kelima yaitu menguji hasil memperoleh hasil angket respon siswa dalam klasifikasi baik. Pada tahap ini, guru memberikan motivasi kepada siswa untuk mempresentasikan hasil proyek yang telah dibuat. Motivasi siswa terbentuk dari dorongan guru serta percaya diri yang dimiliki karena sudah menyelesaikan proyeknya. Ketika siswa tertarik dengan tema proyek yang akan dibuat, maka siswa akan menyelesaikannya dengan baik, hal ini akan mendorong siswa untuk memiliki percaya diri. Selain itu, guru memotivasi siswa yang lain untuk menanggapi kelompok yang presentasi.

Tahapan terakhir yaitu mengevaluasi pengalaman memperoleh hasil angket respon siswa dalam klasifikasi baik. Dalam mengevaluasi pengalaman, siswa diharapkan mampu melihat kembali keseluruhan proses proyek, menganalisis apa yang berhasil dan yang tidak, serta memahami pelajaran yang dapat diambil dari pengalaman tersebut. Dukungan bimbingan yang efektif dari guru juga berperan penting. Guru memberikan arahan yang jelas dan spesifik tentang bagaimana mengevaluasi pengalaman dengan teknik refleksi, contohnya memberikan pertanyaan pemandu terkait proses keseluruhan pengerjaan proyek.

Model *project based learning* berbantuan *geogebra* ini mempunyai keunggulan dari penelitian sebelumnya yaitu dapat mendorong siswa untuk belajar secara aktif melalui proyeknya. Selain itu dengan menggunakan *geogebra* siswa dapat membuat model matematika yang interaktif dan dinamis yang membantu mereka menjelajahi konsep-konsep matematika lebih mendalam. Sehingga kombinasi model *project based learning* dengan *geogebra* akan memperkaya pengalaman belajar serta siswa dapat terlibat langsung dalam proses pembelajaran. Hal inilah yang mengakibatkan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menerapkan model *project based learning* lebih baik daripada yang menerapkan model pembelajaran biasa. Sehingga model *project based learning* berbantuan *geogebra* dapat menjadi solusi inovatif pembelajaran modern.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa SMP kelas VIII dapat meningkat dengan menggunakan model *project based learning* berbantuan *geogebra*. Hal ini berdasarkan hasil perolehan skor *N-gain* kemampuan komunikasi yang termasuk interpretasi tinggi. Selain itu berdasarkan uji hipotesis memperoleh hasil rata-rata *N-gain* kelompok eksperimen lebih besar dari hasil rata-rata *N-gain* kelompok kontrol. Ini merepresentasikan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya peningkatan kemampuan komunikasi siswa menggunakan model *project based learning* lebih

baik daripada menggunakan pembelajaran biasa. Hal ini menunjukkan bahwa model *project based learning* berbantuan *geogebra* dapat menjadi model pembelajaran inovatif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. Berdasarkan hasil penelitian muncul sebuah pertanyaan apakah model *project based learning* berbantuan *geogebra* dapat diterapkan pada materi lain selain bangun ruang sisi datar. Hal ini dapat dijadikan rumusan masalah pada penelitian berikutnya. Selain itu, rekomendasi lain yaitu dapat melakukan penelitian dengan menyelidiki bagaimana penerapan model *project based learning* berbantuan *geogebra* mempengaruhi kemampuan matematika lainnya, seperti pemecahan masalah, pemahaman konsep, atau kemampuan berpikir kritis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih pada IKIP Siliwangi dan SMP 5 PGRI Cimahi yang telah memberikan kesempatan dan peluang hingga penelitian ini dapat terlaksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, I., & Supriyati, Y. (2022). Desain kuasi eksperimen dalam pendidikan: literatur review. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(3), 2476–2482. <https://doi.org/10.36312/jime.v8i3.3800>
- Arifin, U., Purwasih, R., & Santana, F. D. T. (2020). Transfer IPTEK mathematic realistic worksheet berbasis ICT kepada guru-guru SDIT dalam rangka meningkatkan keterampilan matematis pada konsep geometris. *JPM (Jurnal Pemberdayaan Masyarakat)*, 5(1), 380–387. <https://doi.org/10.21067/jpm.v5i1.3548>
- Arnanda, A. N., Dafik, D., Oktavianingtyas, E., Harmi, H., & Firmani, I. (2021). Analisis penerapan media pembelajaran *geogebra* dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa pokok bahasan sistem persamaan linier dua variabel. *Journal of Mathematics Education and Learning*, 1(1), 38–50. <https://doi.org/10.19184/jomeal.v1i1.24374>
- Dzimar, M. D., & Abadi, A. P. (2024). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa smp kelas VIII dalam memecahkan soal pada materi SPLDV. *Prosiding Sesiomadika*, 5(1), 75–87. <https://journal.unsika.ac.id/index.php/sesiomadika/article/view/10375>
- Fitary, R.M., (2019). Penerapan model *project based learning* sebagai upaya meningkatkan penguasaan konsep dan kecerdasan naturalistik siswa pada materi *plantae*. Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hutajulu, M. (2022). The effectiveness of using google meet in online learning to improve mathematical communication skills. (*Jiml*) *Journal of Innovative Mathematics Learning*, 5(1), 53–61. <https://doi.org/10.22460/jiml.v5i1.10858>
- Lusiana, R., Susanti, V. D., & Andari, T. (2019). Pengaruh *project based learning* berbasis media interaktif terhadap kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 8(3), 354–361. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v8i3.2203>
- Madhavia, P., Murni, A., & Saragih, S. (2020). Pengaruh model *problem based learning* terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VII SMP kabupaten kuantan singingi. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 1239–1245. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.357>
- Magfirah, N. (2022). Penerapan model pembelajaran *project based learning* dalam pembelajaran biologi. *Hybrid : Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains*, 1(1), 42–46. <https://doi.org/10.51574/hybrid.v1i1.549>

- Melinda, V., & Zainil, M. (2020). Penerapan model project based learning untuk meningkatkan komunikasi matematis siswa sekolah dasar (studi literatur). *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 4(2), 1526–1539. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v8i2.579>
- Mutamima, M., & Manoy, J. T. (2019). Kemampuan komunikasi matematika siswa SMP dalam menyelesaikan soal cerita ditinjau dari tipe kepribadian. *MATHEdunesa*, 8(3), 576–582. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v8n3.p576-582>
- Putri, A. D., Syutaridho, S., Paradesa, R., & Afgani, M. W. (2019). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa melalui inovasi pembelajaran berbasis proyek. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 3(1), 135–152. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v3i1.1884>
- Ramadhani, R., & Amudi, A. (2020). Efektifitas penggunaan modul matematika dasar pada materi bilangan terhadap hasil belajar. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(1), 64–71. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i1.2443>
- Safitri, D. D., & Effendi, K. N. S. (2022). Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik SMP pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal LEMMA: Letters Of Mathematics Education*, 8(2), 99–114. <https://doi.org/10.22202/jl.2022.v8i2.5606>
- Septian, A., Setiawan, E., & Noersapitri, Y. (2023). Peningkatan kemampuan representasi matematis siswa menggunakan geogebra. *Jurnal Padagogik*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.35974/jpd.v6i1.2905>
- Septiani, A., Pujiastuti, H., & Faturrohman, M. (2022). Systematic literature review : penerapan model problem based learning untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(6), 7882–7893. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i6.4263>
- Sugandi, A. I., Bernard, M., & Linda. (2020). Efektivitas pembelajaran daring berbasis masalah berbantuan geogebra terhadap kemampuan penalaran matematis di era covid-19. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 993–1004. <https://doi.org/10.24127/ajpm.vi4.3133>
- Sundayana, R., (2020). *Statistika penelitian pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Supiarmono, M. G., Sholikin, N. W., Harmonika, S., & Gaffar, A. (2022). Implementasi pembelajaran matematika realistik untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional siswa. *Numeracy*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.46244/numeracy.v9i1.1750>
- Triningsih, R., & Mawardi, M. (2020). Efektivitas problem based learning dan project based learning ditinjau dari keterampilan berpikir kritis siswa SD. *JRPD (Jurnal Riset Pendidikan Dasar)*, 3(1), 51–56. <https://doi.org/10.26618/jrpd.v3i1.3228>
- Wena, M. (2016). *Strategi pembelajaran inovatif kontemporer: suatu tinjauan konseptual operasional*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Windari, V. S., & Maryono. (2023). Analisis tingkat kecemasan siswa dalam menyelesaikan soal perbandingan ditinjau dari gaya kognitif. *AKSIOMA : Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 14(1), 30–40. <https://doi.org/10.26877/aks.v14i1.12426>.