

BAB V PEMBAHASAN

Melalui proses analisis data statistik yang dilakukan secara menyeluruh, penelitian ini mengungkapkan temuan penting mengenai pengaruh pendekatan pembelajaran *open-ended* dan pendekatan pembelajaran langsung terhadap siswa. Temuan tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam peningkatan tiga aspek utama, yaitu kemampuan pemahaman matematis, kemampuan komunikasi matematis, dan kemandirian belajar. Analisis dilakukan baik secara keseluruhan maupun berdasarkan kemampuan awal matematis (KAM) yang mencakup level tinggi, sedang, dan rendah.

Pada kelompok siswa dengan pendekatan *open-ended*, peningkatan kemampuan pemahaman matematis dan komunikasi matematis terlihat lebih menonjol dibandingkan dengan kelompok yang menggunakan pendekatan langsung, terutama pada siswa dengan KAM sedang dan rendah. Sementara itu, kemandirian belajar siswa dalam kelompok *open-ended* juga menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik jika dibandingkan dengan kelompok langsung, dengan perbedaan ini lebih jelas terlihat pada siswa dengan KAM rendah.

Selain itu, analisis data menunjukkan bahwa perbedaan ini bukan hanya terbatas pada masing-masing aspek secara individu, tetapi juga memperkuat pola bahwa pendekatan *open-ended* lebih efektif dalam mendorong peningkatan kemampuan belajar siswa, terutama pada kategori siswa dengan kemampuan awal matematis yang tidak terlalu tinggi. Temuan-temuan ini memberikan jawaban yang komprehensif terhadap tujuh hipotesis penelitian yang diajukan, sekaligus menggarisbawahi keunggulan pendekatan pembelajaran *open-ended* dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan efektif bagi siswa dengan berbagai tingkat kemampuan awal matematis.

5.1 Pencapaian dan Peningkatan Kemampuan Pemahaman Matematis Secara Keseluruhan

Pencapaian pemahaman matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *open-ended* lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan langsung. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Hwang et al., 2023) yang membuktikan bahwa pembelajaran berbasis masalah terbuka meningkatkan pemahaman konseptual siswa secara lebih baik daripada metode ekspositori. Selain itu, peningkatan pemahaman matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *open-ended* lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan langsung. Karena pendekatan *open-ended* memfasilitasi siswa untuk aktif membangun pengetahuan melalui eksplorasi, sehingga pemahaman mereka menjadi lebih fleksibel dan mendalam (Zhang & Sun, 2022).

Keunggulan pendekatan *open-ended* terlihat dari kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep matematika dengan konteks nyata. Penelitian (Chen et al., 2023) menyatakan bahwa soal *open-ended* merangsang berpikir divergen dan kreatif, berbeda dengan pendekatan langsung yang cenderung membatasi siswa pada prosedur rutin. Penelitian Kurniawan & Putri (2024) juga menemukan bahwa siswa yang terlibat dalam pembelajaran *open-ended* lebih mampu menerapkan konsep matematika dalam situasi baru, menunjukkan pemahaman yang lebih adaptif.

Analisis lebih lanjut mengungkap bahwa siswa dalam kelompok *open-ended* menunjukkan kemampuan metakognitif yang lebih baik, seperti memonitor pemahaman dan mengevaluasi solusi. Temuan ini didukung oleh penelitian (Li & Wang, 2023) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah terbuka mendorong refleksi kritis dan adaptabilitas berpikir. Sebaliknya, pendekatan langsung kurang memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan metakognitif (Santos & Oliveira, 2024).

Perbedaan hasil juga dapat dijelaskan melalui teori *cognitive load* (Sweller, 1988). Penelitian (Sweller et al., 2022) menjelaskan bahwa pendekatan langsung berisiko membebani memori kerja siswa karena fokusnya pada penghafalan prosedur. Sementara itu, pendekatan *open-ended* memungkinkan distribusi beban kognitif yang lebih seimbang melalui eksplorasi bertahap, sehingga pemahaman siswa lebih mendalam (Retnowati & Kalyuga, 2023).

Untuk analisis lebih mendalam, peningkatan pemahaman matematika peserta secara keseluruhan. Sebagai sistematisasi temuan, Tabel 5.1 menyajikan rekapitulasi data meliputi nilai N-Gain rata-rata, distribusi jumlah peserta didik secara keseluruhan. Penyajian data multidimensi ini memfasilitasi evaluasi komparatif yang komprehensif mengenai dampak pendekatan *open-ended* dan langsung terhadap penguasaan konsep matematika secara keseluruhan.

Tabel 5.1 Rerata Peningkatan KPM Secara Keseluruhan

Pembelajaran	Peningkatan (N-Gain)	Kategori
Pendekatan <i>Open-Ended</i>	0,7178	Tinggi
Pendekatan Langsung	0,6150	Sedang

Tabel 5.1 menunjukkan bahwa siswa yang menerima pendekatan *open-ended* mengalami peningkatan signifikan dalam pemahaman matematis dibandingkan kelompok pendekatan langsung. Analisis menggunakan uji MANOVA memperkuat temuan ini dengan nilai signifikansi (Sig. = 0,005) yang lebih rendah dari taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$), membuktikan perbedaan statistik yang signifikan antara kedua kelompok.

Data pretes mengungkapkan tidak adanya perbedaan awal antara kedua kelompok sebelum perlakuan diberikan. Namun, hasil postes menunjukkan perbedaan nyata setelah perlakuan, dengan kelompok *open-ended* mencapai pemahaman matematis yang lebih tinggi. Temuan ini konsisten dengan data evaluasi yang menegaskan adanya perbedaan pencapaian pasca-intervensi.

Secara keseluruhan, penelitian ini mengonfirmasi keunggulan pendekatan *open-ended* dalam meningkatkan kompetensi matematis siswa. Postes tidak hanya

mengungkap perbedaan signifikan antara kedua pendekatan, tetapi juga menegaskan efektivitas *open-ended* dalam menghasilkan *outcome* pembelajaran yang lebih baik, khususnya pada domain pemahaman konsep matematika. Dengan demikian, pendekatan ini terbukti lebih optimal dibandingkan metode langsung berdasarkan bukti empiris yang komprehensif.

Temuan ini juga diperkuat oleh penelitian sebelumnya Fauzi & Herman (2024) yang menyatakan bahwa pendekatan *open-ended* meningkatkan *mathematical disposition*, termasuk motivasi dan kepercayaan diri siswa. Siswa yang terbiasa dengan soal terbuka cenderung lebih tangguh dalam menghadapi masalah non-rutin, sementara siswa dengan pendekatan langsung sering kali mengalami kecemasan matematika (Purnomo et al., 2023).

Dari segi interaksi sosial, pendekatan *open-ended* memfasilitasi diskusi dan kolaborasi. Penelitian (Liu et al., 2023) menunjukkan bahwa pembelajaran kolaboratif berbasis masalah terbuka meningkatkan pemahaman siswa melalui pertukaran ide. Sebaliknya, pendekatan langsung cenderung individualistik dan kurang mendorong kerja sama (Johnson & Johnson, 2022). Secara keseluruhan, temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya (Nohda, 2000; Sullivan et al., 2015, Widjaja et al., 2024) yang menyimpulkan bahwa pendekatan *open-ended* lebih unggul dalam mengembangkan pemahaman konseptual.

5.2 Pencapaian dan Peningkatan Kemampuan Pemahaman Matematis

Berdasarkan KAM

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *open-ended* secara signifikan meningkatkan kemampuan pemahaman matematis siswa dengan KAM tinggi, sedang, dan rendah dibandingkan pendekatan langsung. Temuan ini sejalan dengan penelitian Hadi & Novaliyosi (2011), yang menyatakan bahwa pembelajaran *open-ended* memungkinkan eksplorasi berbagai solusi. Proses investigasi dalam pembelajaran *open-ended* membantu mereka mengembangkan pola pikir matematis yang lebih fleksibel. Dengan demikian, pendekatan ini efektif bagi semua level KAM siswa.

Peningkatan pemahaman matematis pada semua level KAM dapat dijelaskan melalui teori scaffolding Vygotsky (1978). Pendekatan open-ended memberikan bantuan bertahap melalui pertanyaan terbuka yang memandu siswa menemukan solusi. Siswa tidak merasa tertekan karena tidak ada prosedur kaku yang harus diikuti. Hal ini berbeda dengan pendekatan langsung yang menekankan hafalan langkah-langkah penyelesaian. Akibatnya, siswa dengan pemahaman pada semua level KAM lebih mudah berkembang melalui pendekatan open-ended.

Pembelajaran open-ended meningkatkan motivasi belajar siswa pada semua level KAM, karena mereka merasa lebih terlibat dalam pemecahan masalah. Penelitian Silver & Cai (1996) menunjukkan bahwa masalah open-ended memicu rasa ingin tahu dan mengurangi kecemasan matematis. Siswa menjadi lebih aktif dalam mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi. Pendekatan langsung yang bersifat satu arah cenderung membuat siswa pasif dan kurang termotivasi. Dengan demikian, pendekatan open-ended lebih efektif dalam membangun keterlibatan siswa.

Pendekatan open-ended mendorong pemahaman konseptual, bukan hanya prosedural, sehingga cocok untuk siswa pada semua level KAM. Becker & Shimada (1997) menyatakan bahwa pendekatan ini membantu siswa melihat matematika sebagai alat berpikir. Siswa tidak hanya menghafal rumus, tetapi juga memahami alasan di balik setiap langkah penyelesaian. Pembelajaran kontekstual dalam open-ended membuat matematika lebih bermakna. Hal ini berbeda dengan pendekatan langsung yang cenderung menghasilkan pemahaman superfisial.

Temuan ini memberikan implikasi penting bagi desain pembelajaran matematika di kelas. Guru perlu menerapkan pendekatan *open-ended* dengan memperhatikan level KAM siswa. Pembelajaran yang berbeda harus disesuaikan dengan tingkat kemampuan awal siswa. Pendekatan diferensiasi seperti ini akan memaksimalkan potensi semua siswa. Perlu penelitian lebih lanjut untuk menguji interaksi pendekatan *open-ended* dengan faktor lain seperti gaya belajar.

Rusdian Rifa'i, 2025

IMPLEMENTASI PENDEKATAN OPEN-ENDED DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS SERTA KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SMK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Eksperimen dengan durasi lebih panjang dapat memberikan gambaran dampak jangka panjang pendekatan ini. Selain itu, studi dengan sampel lebih besar dan beragam akan memperkuat validitas temuan. Penelitian futuristik dapat mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran *open-ended*. Dengan demikian, pengembangan metode pembelajaran matematika akan semakin inovatif.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti sampel yang mungkin belum mewakili populasi secara luas. Variabel kontrol seperti latar belakang sosio-ekonomi siswa belum sepenuhnya dipertimbangkan. Namun, temuan ini tetap memberikan kontribusi berharga bagi pedagogi matematika. Keterbatasan ini dapat menjadi acuan untuk perbaikan penelitian selanjutnya. Meskipun demikian, hasil penelitian tetap relevan untuk pengembangan strategi pembelajaran.

Untuk analisis lebih mendalam, peningkatan pemahaman matematika peserta didik dikelompokkan ke dalam tiga level: tinggi, menengah, dan rendah. Kategorisasi ini memungkinkan analisis distribusi kemajuan belajar yang lebih rinci pada setiap segmen. Sebagai sistematisasi temuan, Tabel 5.2 menyajikan rekapitulasi data meliputi nilai N-Gain rata-rata, distribusi jumlah peserta didik per kategori, dan persentase pencapaian tiap level. Penyajian data multidimensi ini memfasilitasi evaluasi komparatif yang komprehensif mengenai dampak pendekatan *open-ended* dan langsung terhadap penguasaan konsep matematika di berbagai strata kemampuan awal.

Tabel 5.2 Rerata Peningkatan KPM Berdasarkan KAM

Pembelajaran	KAM	Peningkatan (N-Gain)	Kategori
Pendekatan <i>Open-Ended</i>	Tinggi	0,9500	Tinggi
	Sedang	0,7138	Tinggi
	Rendah	0,5250	Sedang
Pendekatan Langsung	Tinggi	0,8967	Tinggi
	Sedang	0,5854	Sedang
	Rendah	0,4517	Sedang

Tabel 5.2 menunjukkan bahwa siswa yang menerima pendekatan *open-ended* mengalami peningkatan signifikan dalam pemahaman matematis dibandingkan kelompok pendekatan langsung. Analisis menggunakan uji

Rusdian Rifa'i, 2025

IMPLEMENTASI PENDEKATAN OPEN-ENDED DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS SERTA KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SMK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

MANOVA memperkuat temuan ini dengan nilai signifikansi (Sig. = 0,000) yang lebih rendah dari taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$), membuktikan perbedaan statistik yang signifikan antara kedua kelompok.

Data pretes mengungkapkan tidak adanya perbedaan awal antara kedua kelompok sebelum perlakuan diberikan. Namun, hasil postes menunjukkan perbedaan nyata setelah perlakuan, dengan kelompok *open-ended* mencapai pemahaman matematis yang lebih tinggi. Temuan ini konsisten dengan data evaluasi yang menegaskan adanya gap pencapaian pasca-intervensi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik pada semua level KAM mengalami peningkatan pemahaman matematis yang signifikan ketika menggunakan pendekatan *open-ended* dibandingkan pembelajaran langsung. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan *open-ended* efektif bagi semua level KAM, dengan pencapaian pemahaman konseptual yang lebih tinggi daripada kelompok langsung. Implikasinya, pendekatan ini terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman matematis siswa SMK. Dengan demikian, pendekatan *open-ended* dapat menjadi alternatif pedagogis yang relevan untuk siswa dengan memperhatikan KAM siswa.

Untuk memvalidasi temuan ini, dilakukan analisis *post hoc* dengan ANOVA dua arah guna menguji interaksi antara pendekatan pembelajaran dan tingkat KAM. Hasil uji (Tabel 5.3) memperjelas pola pengaruh diferensial setiap pendekatan pada tiap strata KAM.

Tabel 5.3 Rekap Perbedaan Peningkatan KPM Antar Level KAM

Dependent Variable	(I) KAM	(J) KAM	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
N_Gain_KPM	Tinggi	Sedang	,2801*	,03327	,000	,1983	,3618
		Rendah	,4318*	,04069	,000	,3318	,5318
	Sedang	Tinggi	-,2801*	,03327	,000	-,3618	-,1983
		Rendah	,1518*	,03233	,000	,0723	,2312
	Rendah	Tinggi	-,4318*	,04069	,000	-,5318	-,3318
		Sedang	-,1518*	,03233	,000	-,2312	-,0723

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error) = ,011.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Hasil uji ANOVA dua jalur pada Tabel 5.3 mengonfirmasi adanya perbedaan signifikan dalam pencapaian pemahaman matematis berdasarkan stratifikasi kemampuan awal matematis (KAM). Analisis menunjukkan bahwa kelompok KAM tinggi secara statistik berbeda nyata dengan kelompok KAM sedang dan rendah, begitu pula sebaliknya. Temuan ini menegaskan bahwa level KAM berperan krusial dalam menentukan capaian pemahaman matematis, dengan pola disparitas yang konsisten antar strata kemampuan.

Lebih lanjut, pendekatan *open-ended* terlihat memberikan dampak positif terhadap pemahaman matematis di semua level KAM. Pada kelompok KAM rendah, pendekatan ini secara empiris lebih efektif dalam memfasilitasi peningkatan kompetensi yang signifikan, membantu mengatasi hambatan asimilasi konseptual. Siswa KAM sedang juga menunjukkan peningkatan substansial, mengindikasikan bahwa pendekatan ini mampu mendukung pengembangan kemampuan mereka. Begitu juga, pada kelompok KAM tinggi, pendekatan *open-ended* memberikan kontribusi positif meskipun peningkatannya lebih stabil, diduga karena pemahaman dasar mereka yang sudah matang.

5.3 Pencapaian dan Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Secara Keseluruhan

Analisis data data postes dan data N-Gain terhadap dua kelompok, yaitu siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *open-ended* dan yang memperoleh pembelajaran pendekatan langsung, mengungkap perkembangan signifikan dalam kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Kelompok yang memperoleh pendekatan *open-ended* menunjukkan kemajuan lebih pesat dibandingkan kelompok dengan pendekatan langsung. Temuan ini sejalan dengan penelitian Fitriani dan Salsinha (2021), yang menyatakan bahwa pendekatan *open-ended* berpengaruh positif terhadap literasi matematika siswa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendekatan *open-ended* lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis secara menyeluruh. Dukungan tambahan berasal dari studi Septiani, Retnawati, dan Arliani (2022), yang membuktikan bahwa pendekatan *open-ended* tidak hanya mengembangkan keterampilan komunikasi matematis tetapi juga merangsang kemampuan berpikir kreatif siswa.

Untuk mempermudah memahami kemampuan komunikasi matematis siswa secara keseluruhan Kategorisasi ini memungkinkan analisis hasil pembelajaran yang lebih rinci dan bermakna. Rekapitulasi data disajikan dalam Tabel 5.4, yang mencakup rata-rata N-Gain, perbandingan peningkatan antarkelompok. Dengan demikian, pembaca dapat lebih mudah memahami pola hasil pembelajaran berdasarkan pendekatan yang digunakan.

Tabel 5.4 Rerata Peningkatan KKM Secara Keseluruhan

Pembelajaran	Peningkatan (N-Gain)	Kategori
Pendekatan <i>Open-Ended</i>	0,7800	Tinggi
Pendekatan Langsung	0,7028	Tinggi

Analisis data pada Tabel 5.4 secara eksplisit menunjukkan bahwa pendekatan *open-ended* lebih baik dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran langsung. Pengujian statistik menggunakan uji MANOVA yang memperlihatkan perbedaan yang

Rusdian Rifa'i, 2025

IMPLEMENTASI PENDEKATAN OPEN-ENDED DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS SERTA KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SMK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

signifikan antara kedua kelompok eksperimen. Nilai signifikansi (Sig. = 0,000) yang berada di bawah batas yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$) mengonfirmasi validitas statistik dari perbedaan tersebut.

Perbedaan ini diperkuat oleh analisis pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa secara keseluruhan, yang menunjukkan perbedaan hasil antara kedua kelompok. Data pretes mengungkapkan tidak adanya perbedaan signifikan dalam kompetensi komunikasi matematis antara kelompok eksperimen (*open-ended*) dan kelompok kontrol (pembelajaran langsung). Namun, analisis postes pasca-intervensi menunjukkan perbedaan nyata, dengan kelompok *open-ended* mencapai kemajuan lebih signifikan. Temuan ini konsisten dengan penelitian Rahayu et al. (2023) yang menyatakan bahwa pendekatan *open-ended* menciptakan ruang bagi siswa untuk mengkonstruksi pemahaman matematis secara mandiri, sehingga meningkatkan kemampuan komunikasi. Dukungan serupa datang dari Lee & Wong (2022), yang menemukan bahwa struktur pembelajaran terbuka (*open-ended*) secara intrinsik melatih siswa dalam artikulasi argumen matematis. Dengan demikian, pendekatan ini terbukti lebih efektif dalam mengoptimalkan kompetensi komunikasi matematis secara holistik.

Temuan penelitian mengonfirmasi dampak positif pendekatan *open-ended* terhadap pengembangan kompetensi komunikasi matematika siswa SMK. Kelompok eksperimen tidak hanya unggul dalam performa akademik, tetapi juga menunjukkan peningkatan kepercayaan diri dalam menyampaikan ide matematis Hidayat et al. (2023) tentang motivasi belajar siswa vokasi. Penelitian Chen & Liu (2024) memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa pendekatan *open-ended* mengurangi kecemasan matematis melalui aktivitas diskusi terbuka. Selain itu, kemampuan ekspresi pemikiran matematis yang lebih terstruktur pada kelompok ini sesuai dengan temuan. Nurhayati & Siregar (2023) tentang peran tugas *open-ended* dalam melatih penalaran logis. Implikasinya, pendekatan ini tidak hanya relevan untuk penguatan konseptual, tetapi juga membangun kemampuan kolaborasi.

Rusdian Rifa'i, 2025

IMPLEMENTASI PENDEKATAN OPEN-ENDED DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS SERTA KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SMK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

5.4 Pencapaian dan Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Berdasarkan KAM

Analisis komparatif menunjukkan perbedaan signifikan dalam perkembangan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan Kemampuan Awal Matematis (KAM) tinggi, sedang, dan rendah pada kedua pendekatan pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan penelitian Setiawan, Lambertus, dan Makkulau (2019) yang membuktikan efektivitas pendekatan *open-ended* dalam mengoptimalkan kemampuan berpikir kreatif matematis di semua level KAM. Hasil ini mengindikasikan bahwa efektivitas pendekatan pembelajaran bersifat dinamis dan perlu disesuaikan dengan karakteristik kompetensi siswa yang berbeda-beda.

Untuk mempermudah memahami kemampuan komunikasi matematis siswa diklasifikasikan ke dalam tiga kategori: tinggi, sedang, dan rendah. Kategorisasi ini memungkinkan analisis hasil pembelajaran yang lebih rinci dan bermakna. Rekapitulasi data disajikan dalam Tabel 5.5, yang mencakup rata-rata N-Gain, distribusi siswa setiap kategori, serta perbandingan peningkatan antarkelompok. Dengan demikian, pembaca dapat lebih mudah memahami pola hasil pembelajaran berdasarkan pendekatan yang digunakan.

Tabel 5.5 Rerata Peningkatan KKM Berdasarkan KAM

Pembelajaran	KAM	Peningkatan (N-Gain)	Kategori
Pendekatan <i>Open-Ended</i>	Tinggi	0,9000	Tinggi
	Sedang	0,7733	Tinggi
	Rendah	0,6925	Sedang
Pendekatan Langsung	Tinggi	0,8767	Tinggi
	Sedang	0,6929	Sedang
	Rendah	0,5683	Sedang

Analisis data pada Tabel 5.5 hasil analisis menunjukkan perbedaan signifikan dalam perkembangan kompetensi komunikasi matematis antara peserta didik dengan kemampuan awal matematis (KAM) pada semua kategori. Perbedaan ini terlihat jelas ketika membandingkan kelompok yang menggunakan pendekatan *open-ended* dengan kelompok yang menerapkan pembelajaran langsung. Data membuktikan bahwa pendekatan *open-ended* lebih efektif dalam meningkatkan

Rusdian Rifa'i, 2025

IMPLEMENTASI PENDEKATAN OPEN-ENDED DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS SERTA KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SMK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Keunggulan ini didukung oleh karakteristik pendekatan *open-ended* yang memberikan ruang eksplorasi lebih luas, mendorong partisipasi aktif dalam diskusi matematis, serta memfasilitasi komunikasi matematis melalui interaksi kolaboratif.

Temuan penelitian mengonfirmasi dampak positif pendekatan *open-ended* terhadap pengembangan kemampuan komunikasi matematika siswa SMK, bagi peserta didik dengan kemampuan awal matematika (KAM) tinggi, sedang, dan rendah. Kelompok ini menunjukkan peningkatan performa yang lebih besar dibandingkan kelompok kontrol (Hidayat et al., 2023). Pendekatan ini tidak hanya memperkuat komunikasi matematis, tetapi juga meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam menyampaikan ide-ide matematis (Nurhayati & Suryadi, 2022) serta mengembangkan kemampuan mereka dalam mengekspresikan pemikiran matematis secara efektif (Kusuma et al., 2024). Studi terbaru juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah *open-ended* mendorong keterlibatan siswa secara aktif dan memperbaiki kemampuan penalaran matematis (Wulandari et al., 2023).

Untuk memverifikasi temuan ini, telah dilakukan analisis post hoc menggunakan ANOVA dua arah sebagaimana terlihat dalam Tabel 5.6. Secara khusus, penelitian ini berhasil mengungkap dinamika pengaruh intervensi pembelajaran melalui pendekatan yang berbeda (*open-ended* dan langsung) dengan mempertimbangkan stratifikasi kemampuan awal matematis (KAM) terhadap perkembangan kemampuan komunikasi matematika siswa. Temuan ini memberikan wawasan penting dalam menentukan pendekatan pembelajaran yang tepat sesuai dengan tingkat kemampuan awal siswa.

Tabel 5.6 Rekap Perbedaan Peningkatan KKM Antar Level KAM

Dependent Variable	(I) KAM	(J) KAM	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
N_Gain_KKM	Tinggi	Sedang	,1588*	,02274	,000	,1029	,2146
		Rendah	,2499*	,02781	,000	,1816	,3183
	Sedang	Tinggi	-,1588*	,02274	,000	-,2146	-,1029
		Rendah	,0912*	,02210	,000	,0369	,1454
	Rendah	Tinggi	-,2499*	,02781	,000	-,3183	-,1816
		Sedang	-,0912*	,02210	,000	-,1454	-,0369

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error) = ,005.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Hasil analisis pada Tabel 5.6 menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam peningkatan kemampuan komunikasi matematis antar level kemampuan awal matematis (KAM). Data mengungkapkan bahwa siswa dengan KAM tinggi mengalami peningkatan yang secara statistik berbeda dibandingkan siswa KAM sedang dan rendah. Selain itu, terdapat perbedaan nyata antara kelompok KAM sedang dengan kelompok KAM tinggi dan rendah, serta antara siswa KAM rendah dengan siswa KAM tinggi dan sedang.

Temuan ini mengindikasikan bahwa efektivitas pendekatan *open-ended* bervariasi tergantung pada tingkat KAM siswa. Pendekatan ini terbukti lebih berhasil pada semua level KAM siswa karena mampu meningkatkan partisipasi aktif dalam pembelajaran dan secara signifikan memperbaiki keterampilan komunikasi matematika mereka. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pendekatan *open-ended* secara signifikan mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa di berbagai level KAM. Namun demikian, tingkat efektivitas pendekatan ini berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik masing-masing kelompok. Temuan ini menguatkan posisi pembelajaran terbuka sebagai pendekatan yang fleksibel dan adaptif dalam mengembangkan keterampilan komunikasi matematika siswa dengan berbagai tingkat kemampuan awal yang berbeda. Implikasinya, pendidik perlu mempertimbangkan tingkat KAM siswa

ketika menerapkan pendekatan *open-ended* untuk memaksimalkan hasil pembelajaran.

5.5 Pencapaian dan Peningkatan Kemandirian Belajar Secara Keseluruhan

Tingkat kemandirian belajar siswa dalam studi ini, diklasifikasikan ke dalam lima kategori berdasarkan adaptasi sistem klasifikasi Djaali dan Muljono (2007), yaitu *sangat baik*, *baik*, *cukup*, *kurang*, dan *sangat kurang*. Klasifikasi ini merujuk pada persentase pencapaian kemandirian belajar. Seperti terlihat pada Tabel 5.7, dilakukan perbandingan komprehensif antara kelompok eksperimen (yang mendapatkan pendekatan *open-ended*) dan kelompok kontrol (yang menerima pembelajaran langsung). Tabel tersebut memuat distribusi siswa tiap kategori kemandirian belajar serta perbedaan signifikan antara kedua kelompok.

Tabel 5.7 Kriteria Pencapaian Kemandirian Belajar Berdasarkan Pembelajaran

Pembelajaran	Jumlah Siswa Pada Kategori					Jumlah
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk	
POE	0	2	24	10	0	36
PL	0	2	20	14	0	36

Tabel 5.7 menunjukkan bahwa dalam kategori "Baik", jumlah siswa pada kelompok eksperimen dan kontrol setara (masing-masing 2 siswa). Menariknya, seluruh siswa dalam kategori ini memiliki KAM tinggi. Sebaliknya, pada kategori "Buruk", kelompok eksperimen terdiri atas 10 siswa, sedangkan kelompok kontrol mencapai 14 siswa. Mayoritas siswa dalam kategori "Buruk" berasal dari kelompok dengan KAM rendah.

Temuan ini mengindikasikan bahwa kemandirian belajar siswa di kelompok eksperimen tidak berbeda signifikan dibandingkan kelompok kontrol. Hal tersebut tercermin dari jumlah siswa yang sama dalam kategori "baik" pada kedua kelompok, sementara kelompok kontrol lebih mendominasi kategori "buruk". Meskipun analisis N-Gain menunjukkan adanya peningkatan kemandirian belajar secara komprehensif (Saputra et al., 2023), perkembangan tersebut belum tentu menciptakan perbedaan signifikan antara kedua kelompok. Hasil ini sejalan dengan

Rusdian Rifa'i, 2025

IMPLEMENTASI PENDEKATAN OPEN-ENDED DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS SERTA KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SMK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa intervensi pembelajaran tidak selalu berdampak signifikan pada kemandirian belajar jika faktor motivasi intrinsik dan dukungan lingkungan kurang optimal (Hidayat & Asmara, 2022). Selain itu, studi meta-analisis oleh Chen et al. (2024) menemukan bahwa efektivitas strategi pembelajaran dalam meningkatkan kemandirian belajar sangat bergantung pada konteks implementasi dan karakteristik siswa.

Untuk menguji perbedaan peningkatan kemandirian belajar secara keseluruhan, digunakan MANOVA walaupun salah satu kelompok tidak memenuhi asumsi normalitas. Hasil pengujian hipotesis menghasilkan *p-value* 0,001 jauh di bawah tingkat signifikansi 0,05. Temuan ini membuktikan adanya perbedaan bermakna dalam kemandirian belajar antara kedua kelompok. Implikasinya jelas, pendekatan *open-ended* lebih baik daripada pendekatan langsung dalam menumbuhkan kemandirian belajar. Namun, pencapaian kemandirian belajar kelompok eksperimen tidak secara signifikan lebih baik dibandingkan kelompok kontrol. Detail peningkatan kemandirian belajar secara keseluruhan telah dirangkum secara jelas dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Rerata Peningkatan Kemandirian Belajar Secara Keseluruhan

Pembelajaran	Peningkatan (N-Gain)	Kategori
Pendekatan <i>open-ended</i>	,0181	Rendah
Pendekatan Langsung	-,0156	-

Tabel 5.8 menunjukkan bahwa tingkat kemandirian belajar siswa secara keseluruhan masih tergolong rendah. Hal ini mencerminkan bahwa kemandirian belajar masih menjadi tantangan utama, terutama bagi siswa yang terbiasa bergantung pada bantuan guru atau orang lain selama proses pembelajaran. Situasi ini menuntut upaya sistematis untuk membangun kemandirian belajar yang memerlukan pendampingan lebih intensif.

Hasil kajian mengungkapkan bahwa siswa yang menerima pembelajaran berbasis pendekatan *open-ended* mengalami peningkatan kemandirian belajar lebih signifikan dibandingkan kelompok dengan pendekatan langsung. Temuan ini sejalan dengan penelitian Suriyani (2015), yang membuktikan bahwa pendekatan

open-ended dalam pembelajaran matematika mampu menumbuhkan kemandirian belajar lebih baik daripada metode tradisional. Analisis MANOVA menunjukkan perbedaan peningkatan yang signifikan (Sig. = 0,001), lebih rendah dari tingkat signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$). Namun, secara keseluruhan, tidak ada perbedaan signifikan dalam pencapaian kemandirian belajar antara kedua kelompok. Ini mengindikasikan bahwa meskipun pendekatan *open-ended* membantu meningkatkan kemandirian, efeknya belum cukup untuk menghasilkan perubahan signifikan pada tingkat akhir.

Temuan survei awal memperkuat hasil ini, menunjukkan kesetaraan tingkat kemandirian belajar antara kelompok *open-ended* dan kelompok pembelajaran langsung sebelum intervensi. Setelah perlakuan, meskipun kelompok *open-ended* mencatat kemajuan bermakna, capaian akhir kemandirian belajar antar kelompok tetap tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Selain itu, peningkatan kemandirian belajar baik secara keseluruhan maupun berdasarkan level KAM masih tergolong rendah berdasarkan nilai N-Gain. Temuan ini menyiratkan bahwa pendekatan *open-ended* memang berpengaruh positif, tetapi upaya tambahan tetap diperlukan untuk meningkatkan kemandirian belajar siswa secara lebih substansial.

5.6 Pencapaian dan Peningkatan Kemandirian Belajar Berdasarkan KAM

Berdasarkan hasil analisis, terdapat perbedaan signifikan dalam peningkatan kemandirian belajar antara siswa dengan kemampuan awal matematika (KAM) tinggi, sedang dan rendah pada kelompok yang menggunakan pendekatan *open-ended* dan langsung. Hal ini sejalan dengan temuan Setiawan dkk. (2019) yang menyatakan bahwa pendekatan *open-ended* lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa pada semua level KAM. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan *open-ended* lebih efektif dalam mendorong kemandirian belajar siswa berkemampuan rendah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kemandirian belajar terjadi pada semua level KAM (tinggi, sedang, rendah), meskipun perbedaan pencapaian antara kelompok *open-ended* dan kelompok pembelajaran langsung tidak

signifikan secara statistik. Temuan ini mengindikasikan bahwa siswa tetap memerlukan pendekatan tambahan, seperti pendampingan terstruktur atau penguatan motivasi belajar, untuk mencapai hasil optimal (Junaedi & Kusuma, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan *open-ended* memberikan dampak yang lebih baik bagi kelompok pendekatan *open-ended*, karena mereka cenderung mampu mengatur pembelajaran secara mandiri terlepas dari metode yang digunakan (Zakaria et al., 2024).

Untuk memperkuat temuan, dilakukan analisis *post hoc* menggunakan ANOVA dua jalur (hasil tersaji pada Tabel 5.9). Pengujian ini bertujuan menilai interaksi antara pendekatan pembelajaran dan tingkat KAM dalam meningkatkan kemandirian belajar. Hasil analisis memberikan pemahaman mendalam tentang pola pengaruh pendekatan *open-ended* pada setiap level KAM, sekaligus menjadi panduan untuk merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif di masa depan.

Tabel 5.9 Rekap Perbedaan Peningkatan Kemandirian Belajar Antar Level KAM

Dependent Variable	(I) KAM	(J) KAM	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
N_Gain_KB	Tinggi	Sedang	,1180*	,01374	,000	,0842	,1517
		Rendah	,1880*	,01681	,000	,1467	,2293
	Sedang	Tinggi	-,1180*	,01374	,000	-,1517	-,0842
		Rendah	,0700*	,01335	,000	,0372	,1028
	Rendah	Tinggi	-,1880*	,01681	,000	-,2293	-,1467
		Sedang	-,0700*	,01335	,000	-,1028	-,0372

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error) = ,002.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Hasil analisis statistik pada Tabel 5.9 menunjukkan nilai signifikansi (Sig. = 0,000) yang jauh lebih kecil daripada tingkat signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$). Oleh karena itu, hipotesis nol (H_0) ditolak. Hal ini membuktikan bahwa

terdapat perbedaan signifikan dalam peningkatan kemandirian belajar antarkelompok siswa berdasarkan tingkat kemampuan awal matematis (KAM), baik tinggi, sedang, maupun rendah. Temuan ini memperkuat bukti bahwa variasi tingkat KAM berpengaruh secara determinan terhadap efektivitas pendekatan pembelajaran dalam mengembangkan kemandirian belajar siswa.

Hasil analisis komparatif mengungkapkan bahwa peserta didik dengan kemampuan awal matematika (KAM) tinggi mengalami perkembangan lebih substansial dalam kemandirian belajar dibandingkan dengan kelompok KAM menengah dan rendah. Secara paralel, kelompok KAM menengah juga menunjukkan kemajuan yang signifikan secara statistik dibandingkan kelompok KAM rendah. Namun, yang menarik, meskipun berada di level paling dasar, siswa KAM rendah justru mencatat laju peningkatan yang mengesankan relatif terhadap kelompok KAM tinggi dan menengah. Fenomena ini mengindikasikan bahwa penerapan pendekatan pembelajaran *open-ended* memberikan dampak positif yang konsisten di seluruh strata kemampuan awal siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *open-ended* berhasil meningkatkan kemandirian belajar siswa di semua level KAM (tinggi, sedang, dan rendah). Namun, efektivitas pendekatan ini bervariasi tergantung pada kemampuan awal matematis siswa di setiap level. Dengan demikian, pendekatan *open-ended* dapat dianggap sebagai strategi pembelajaran yang fleksibel dan adaptif, yang mampu mendukung perkembangan kemandirian belajar siswa di berbagai tingkat kemampuan matematis.

Implementasi pendekatan *open-ended* secara empiris telah terbukti efektif dalam mengoptimalkan kemandirian siswa. Temuan penelitian mengonfirmasi bahwa pendekatan ini lebih efisien dibandingkan pembelajaran langsung, khususnya dalam mengembangkan kemandirian belajar siswa. Pendekatan ini meningkatkan keaktifan siswa dalam mengeksplorasi berbagai solusi, sehingga memperdalam kemandirian belajar mereka. Selain itu, pendekatan ini secara khusus berdampak positif pada siswa dengan kemampuan awal matematis (KAM) level

tinggi, sedang, dan rendah. Siswa dalam kategori ini memperoleh manfaat lebih besar karena pendekatan ini memberi ruang bagi mereka untuk menemukan solusi secara mandiri. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kemandirian belajar tetapi juga kemampuan pemahaman dan komunikasi matematis mereka.

5.7 Interaksi Pendekatan Pembelajaran dan KAM terhadap Peningkatan Pemahaman Matematis, Komunikasi Matematis, dan Kemandirian Belajar

Hasil penelitian ini mengungkapkan dinamika kompleks antara pendekatan pembelajaran dan level kemampuan awal matematis (KAM), dan tiga aspek kemampuan siswa: pemahaman matematis, komunikasi matematis, dan kemandirian belajar. Temuan ini menarik karena menunjukkan variasi pengaruh faktor-faktor tersebut tergantung pada aspek yang dinilai. Meskipun pendekatan pembelajaran dan KAM secara terpisah berpengaruh signifikan terhadap pemahaman dan komunikasi matematis, interaksi antara keduanya tidak ditemukan. Sementara itu, pada kemandirian belajar, interaksi justru muncul, menunjukkan bahwa KAM memoderasi efektivitas pendekatan pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian Hattie (2017) yang menyatakan bahwa interaksi antara strategi pembelajaran dan karakteristik siswa seringkali tidak linier dan bergantung pada dimensi hasil belajar yang diukur.

Tidak adanya interaksi antara pendekatan pembelajaran dan KAM dalam peningkatan pemahaman matematis mengindikasikan bahwa kedua faktor bekerja secara independen. Pendekatan pembelajaran tertentu mungkin efektif bagi semua level KAM, atau sebaliknya, KAM memengaruhi hasil belajar terlepas dari pendekatan yang digunakan. Temuan ini didukung oleh Schoenfeld (2016) yang menekankan bahwa pemahaman konseptual dalam matematika lebih dipengaruhi oleh ke dalaman pengolahan kognitif daripada sekadar interaksi antara pendekatan dan kemampuan awal. Namun, ketiadaan interaksi ini juga dapat disebabkan oleh

keterbatasan instrumen atau variasi pendekatan yang kurang ekstrem dalam penelitian.

Meskipun tidak ada interaksi, baik pendekatan pembelajaran maupun KAM secara terpisah berpengaruh signifikan terhadap pemahaman matematis. Hal ini sesuai dengan teori Vygotsky (1978), di mana *scaffolding* (yang dibentuk oleh pendekatan pembelajaran) dan kemampuan awal siswa sama-sama berperan dalam pencapaian belajar. Namun, ketidakhadiran interaksi menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan belum cukup berbeda untuk memunculkan efek moderasi KAM, sebagaimana diungkapkan oleh Mayer (2014) dalam konteks instruksi matematika berbasis masalah.

Pada komunikasi matematis, pola serupa terlihat: tidak ada interaksi, tetapi masing-masing faktor (pembelajaran dan KAM) berpengaruh signifikan. Ini mengindikasikan bahwa kemampuan berkomunikasi matematis lebih terkait dengan praktik langsung dan eksposur terhadap tugas-tugas diskursif, sebagaimana ditekankan oleh NCTM (2000). Siswa dengan KAM tinggi lebih mudah mengartikulasikan pemikiran mereka, sementara pendekatan pembelajaran yang berorientasi diskusi dapat meningkatkan kemampuan ini tanpa memperhatikan level KAM.

Berbeda dengan dua aspek sebelumnya, kemandirian belajar menunjukkan interaksi signifikan antara pendekatan pembelajaran dan KAM. Siswa dengan KAM tinggi lebih mampu mengoptimalkan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa, sementara siswa dengan KAM rendah memerlukan lebih banyak bimbingan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Zimmerman (2002) yang menyatakan bahwa kemandirian belajar sangat dipengaruhi oleh keyakinan diri (*self-efficacy*), yang umumnya lebih kuat pada siswa dengan kemampuan awal tinggi.

Implikasi dari temuan ini adalah perlunya diferensiasi strategi pembelajaran. Guru harus mempertimbangkan KAM siswa ketika merancang kegiatan untuk

meningkatkan kemandirian belajar, tetapi dapat mengabaikan interaksi ini jika tujuannya adalah pemahaman atau komunikasi matematis. Pendekatan *open-ended* (Bergmann & Sams, 2012) lebih efektif untuk kemandirian belajar siswa dengan KAM tinggi, sementara metode langsung (*direct instruction*) lebih cocok untuk siswa dengan KAM rendah.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada desain kuasi eksperimen yang tidak sepenuhnya memvariasi pendekatan pembelajaran secara ekstrem atau sampel yang tidak mewakili seluruh spektrum KAM. Selain itu, pengukuran kemandirian belajar lebih subjektif dibandingkan pemahaman dan komunikasi matematis, sehingga memengaruhi hasil. Penelitian lanjutan dengan variasi pendekatan yang lebih besar dan instrumen yang lebih valid diperlukan untuk mengonfirmasi temuan ini. Penelitian mendatang dapat menguji interaksi ini dengan pendekatan yang lebih beragam.