

Spatial Ability sebagai Prediktor Pemahaman Konsep Transformasi Geometri pada Siswa SMK

Abdul Hakim Junaid^{1*} dan Iqbal Mukaddas²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Matematika, Institut Cokroaminoto Pinrang, Sulawesi Selatan, Indonesia
Email Corresponding Author : abdulhakimjunaid@gmail.com

Info Artikel

Article history:

Kirim: 10/06/2026

Perbaikan: 17/06/2026

Terima: 25/06/2026

Publikasi: 30/06/2026

Kata-kata kunci:

Kemampuan Spasial;
Pemahaman Konsep;
Transformasi Geometri;
Regresi Linear; Siswa SMK

ABSTRAK

Penalaran visual-spasial merupakan salah satu kemampuan kognitif yang mendukung siswa dalam memahami perubahan posisi, orientasi, dan ukuran objek pada materi transformasi geometri. Namun, kontribusi kemampuan tersebut terhadap pemahaman konsep siswa SMK masih perlu diuji secara empiris, khususnya melalui analisis prediktif kuantitatif. Penelitian ini bertujuan menganalisis kontribusi kemampuan spasial dalam memprediksi pemahaman konsep transformasi geometri siswa kelas XI SMKN 3 Pinrang. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *ex post facto* korelasional. Sampel terdiri atas 43 siswa, yaitu 25 siswa kelas XI AKL dan 18 siswa kelas XI TKJ, yang dipilih melalui purposive sampling dan total sampling pada kelas sampel. Data dikumpulkan menggunakan tes kemampuan spasial pilihan ganda berbasis gambar sebanyak 10 butir dan tes pemahaman konsep berbentuk uraian sebanyak 5 butir. Instrumen dinyatakan valid secara isi berdasarkan penilaian ahli dengan indeks Aiken's V di atas kriteria minimum. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, korelasi Pearson Product Moment, dan regresi linear sederhana pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata skor kemampuan spasial sebesar 71,163 (SD = 8,510) dan rata-rata skor pemahaman konsep sebesar 68,558 (SD = 10,349). Uji korelasi memperoleh $r = 0,133$ dengan $p = 0,395$, sedangkan regresi menghasilkan persamaan $\hat{Y} = 57,046 + 0,16 X$ dan $R^2 = 0,018$. Temuan ini menunjukkan bahwa hubungan kedua variabel positif, tetapi sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik. Dengan demikian, kemampuan spasial belum terbukti sebagai prediktor signifikan dalam konteks penelitian ini. Pembelajaran transformasi geometri di SMK perlu dirancang secara integratif dengan menggabungkan aktivitas visual-spasial, penjelasan konseptual, dan representasi matematis yang beragam.

1. PENDAHULUAN

Kemampuan spasial (*spatial ability*) merupakan salah satu konstruk kognitif yang paling fundamental dan konsisten mendapatkan perhatian dalam literatur pendidikan matematika dan psikologi kognitif selama beberapa dekade terakhir. (Linn & Petersen, 1985) mendefinisikan kemampuan spasial sebagai kapasitas individu untuk merepresentasikan, mentransformasi, menghasilkan, dan mengingat informasi simbolik non-verbal yang berkaitan dengan ruang — sebuah definisi yang tetap relevan dan menjadi landasan bagi berbagai kajian selanjutnya. Dalam perkembangan lebih lanjut, (Maier, 1996) mengurai kemampuan spasial ke dalam lima komponen utama yang saling melengkapi: *spatial perception* (persepsi spasial),

spatial visualization (visualisasi spasial), *mental rotation* (rotasi mental), *spatial relations* (relasi spasial), dan *spatial orientation* (orientasi spasial). Kelima komponen ini memainkan peran berbeda namun sinergis dalam membentuk kapasitas seseorang untuk berpikir secara geometris. (Ishikawa & Newcombe, 2021) menegaskan bahwa meskipun kemampuan verbal dan numerik secara tradisional mendominasi perhatian dalam kurikulum pendidikan sebagaimana tercermin dalam ungkapan klasik "*three Rs*" kemampuan spasial memiliki peran yang tidak kalah vital dalam pencapaian akademik, terutama di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Lebih dari sekadar kecerdasan pelengkap, kemampuan spasial kini dipandang sebagai komponen inti dari berpikir matematis yang menyeluruh.

Bukti ilmiah tentang signifikansi kemampuan spasial datang dari berbagai penelitian komprehensif berskala besar. (Wai et al., 2009) melakukan kajian longitudinal terhadap lebih dari 400.000 individu dan menyimpulkan bahwa kemampuan spasial yang terukur pada masa remaja merupakan prediktor kuat terhadap pencapaian jangka panjang di bidang STEM, bahkan setelah efek kemampuan verbal dan numerik dikontrol secara statistik. Temuan ini menegaskan bahwa kemampuan spasial memiliki nilai prediktif yang mandiri dan tidak dapat sepenuhnya digantikan oleh kecerdasan verbal atau numerik semata. Pada dimensi lain, (Uttal et al., 2013) melalui meta-analisis terhadap 217 studi intervensi membuktikan bahwa kemampuan spasial bersifat *malleable* dapat dilatih secara sistematis dan bahwa efek pelatihan tersebut bersifat *transferable* ke domain kognitif lain, termasuk penalaran matematis abstrak. Implikasi pedagogis dari temuan ini sangat penting: kemampuan spasial bukan sekadar bakat bawaan, melainkan kapabilitas yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang terancang dengan baik. Merespons akumulasi bukti ini, (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) secara eksplisit merekomendasikan agar *spatial thinking* diintegrasikan sebagai komponen tetap dalam kurikulum STEM di semua jenjang pendidikan sebuah rekomendasi yang menandai pergeseran paradigma dari sekadar pengakuan menjadi tindakan sistemik.

Keterkaitan antara kemampuan spasial dan topik transformasi geometri bersifat inheren secara konseptual. Transformasi geometri yang mencakup translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi merupakan operasi yang mengubah posisi, orientasi, atau ukuran suatu bangun di dalam bidang koordinat. Untuk benar-benar memahami operasi-operasi ini secara konseptual, siswa dituntut mampu membayangkan posisi akhir suatu bangun setelah digeser, memvisualisasikan bayangan simetris suatu objek terhadap garis cermin tertentu, merotasi secara mental suatu bangun mengelilingi titik pusat dengan sudut tertentu, atau memprakirakan perubahan bentuk dan posisi hasil dilatasi dengan skala yang bervariasi. Seluruh aktivitas kognitif ini secara langsung melibatkan komponen kemampuan spasial, khususnya *mental rotation*, *spatial visualization*, dan *spatial relations*. (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) menegaskan bahwa pemahaman transformasi geometri merupakan salah satu kompetensi inti dalam pembelajaran geometri karena konsep ini menghubungkan geometri Euclidean dengan aljabar, sistem koordinat, dan fungsi matematis sebuah koneksi yang hanya dapat terbangun jika siswa memiliki representasi mental yang memadai tentang apa yang secara spasial terjadi dalam setiap transformasi.

Relevansi hubungan ini semakin diperkuat oleh kerangka pemahaman konsep (*conceptual understanding*) sebagaimana didefinisikan oleh (Kilpatrick, 2001). Pemahaman konseptual adalah komprehensi terpadu dan fungsional tentang ide-ide matematis kapasitas untuk mengenali, mengklasifikasikan, menerapkan, dan menghubungkan konsep dalam berbagai konteks yang beragam. Pemahaman ini berbeda secara kualitatif dari kefasihan prosedural (*procedural fluency*): jika yang terakhir mengukur kemampuan seseorang mengeksekusi langkah-langkah penyelesaian secara efisien, maka pemahaman konseptual mencerminkan kedalaman tentang *mengapa* suatu prosedur berlaku dan *apa* makna matematis di baliknya. Dalam konteks transformasi geometri, seorang siswa yang sungguh memahami konsep refleksi mampu menjelaskan mengapa setiap titik bayangan berjarak sama dari garis cermin dengan arah tegak lurus bukan sekadar mengingat aturan perubahan koordinat. Siswa yang memiliki pemahaman konseptual tentang rotasi dapat memprediksi orientasi suatu bangun setelah diputar 270° tanpa menghitung koordinat setiap titik satu per satu, karena mereka membangun representasi mental yang akurat tentang proses tersebut. Secara teoretis, kemampuan spasial yang kuat memberikan infrastruktur kognitif yang dibutuhkan untuk membangun pemahaman konseptual semacam ini: semakin baik siswa dapat merepresentasikan dan memanipulasi objek geometri di dalam "ruang mental"-nya, semakin dalam pemahaman konseptualnya tentang apa yang terjadi dalam setiap operasi transformasi.

Di Indonesia, keprihatinan terhadap kualitas pembelajaran geometri siswa telah menjadi isu pendidikan yang berkelanjutan. Hasil *Programme for International Student Assessment* (OECD, 2023) menempatkan Indonesia dengan skor rata-rata matematika sebesar 366 poin, jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 472 poin (OECD, 2023). Salah satu temuan yang paling relevan dengan kajian ini adalah data Click or tap here to enter text. yang menunjukkan bahwa Indonesia berada di antara negara-negara dengan proporsi terendah dalam hal kepercayaan diri siswa mengekstrak informasi matematis dari diagram, grafik, atau simulasi visual sebuah kemampuan yang secara langsung berkaitan dengan penalaran spasial (OECD, 2023). Kondisi ini mengindikasikan bahwa kelemahan siswa Indonesia dalam matematika tidak semata-mata bersifat prosedural-kalkulatif, melainkan mencakup defisit yang lebih mendasar pada dimensi representasi dan penalaran visual-spasial. Lemahnya dimensi ini pada gilirannya menjadi faktor penghambat dalam membangun pemahaman konseptual geometri yang bermakna khususnya pada topik-topik yang secara inheren memerlukan kemampuan visualisasi spasial seperti transformasi geometri.

Pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), tantangan ini menghadirkan kompleksitas yang lebih khas. Siswa SMK, dengan orientasi belajar yang lebih berorientasi pada aspek praktis dan kontekstual, sering kali menghadapi hambatan tersendiri ketika berhadapan dengan konsep-konsep matematika yang bersifat abstrak dan formal. Penelitian (Junaid et al., 2026) yang dilaksanakan di SMKN 3 Pinrang secara empiris membuktikan adanya gap antara kefasihan prosedural dan pemahaman konseptual pada siswa SMK kelas XI: meskipun siswa mampu mengikuti langkah-langkah penyelesaian, pemahaman mendalam tentang konsep yang mendasarinya masih lemah dan memerlukan intervensi khusus untuk ditingkatkan. Dalam bingkai yang lebih luas, (Mukaddas, 2025) mengidentifikasi pola

miskonsepsi yang sistemik pada siswa SMK di sekolah yang sama suatu kondisi yang mencerminkan lemahnya fondasi pemahaman konseptual matematika secara umum. Kedua temuan ini, meskipun masing-masing berfokus pada topik berbeda dari transformasi geometri, secara bersama-sama membentuk gambaran yang konsisten: ada persoalan mendasar dalam kualitas pemahaman konsep matematika siswa SMK di SMKN 3 Pinrang. Dari gambaran tersebut muncul pertanyaan penelitian yang penting: faktor kognitif apa yang berkontribusi terhadap variasi kualitas pemahaman konsep matematika siswa SMK dan apakah kemampuan spasial merupakan salah satu prediktor yang relevan, khususnya untuk topik transformasi geometri yang secara inheren bergantung pada penalaran visual-spasial?

Beberapa penelitian terbaru telah mengeksplorasi hubungan antara kemampuan spasial dan kompetensi geometri dari berbagai perspektif, dan secara kolektif memberikan landasan empiris yang penting bagi penelitian ini. Di tingkat internasional, (Liu et al., 2021) membuktikan melalui pemodelan persamaan struktural bahwa kemampuan visual-spasial merupakan prediktor signifikan terhadap pencapaian akademik matematis, dengan jalur pengaruh yang bersifat langsung maupun dimediasi oleh kemampuan aritmatika. Di tingkat nasional, (Maulid et al., 2024) secara spesifik menganalisis kemampuan spasial matematis siswa SMK pada materi dimensi tiga dan menemukan bahwa siswa dengan level berpikir Van Hiele yang rendah secara konsisten mengalami defisit pada komponen spasial yang paling dibutuhkan dalam transformasi geometri, yaitu visualisasi dan rotasi mental. (Munawaroh et al., 2024) mengkonfirmasi pola yang serupa dalam konteks siswa kelas XI SMK Al-Azhar: kemampuan spasial terdistribusi secara tidak merata sesuai level berpikir geometrisnya, dengan siswa berlevel berpikir rendah menunjukkan profil spasial yang jauh lebih terbatas. Lebih langsung lagi, (Febrianti et al., 2024) melaporkan bahwa kemampuan spasial siswa secara nyata berpengaruh terhadap penguasaan materi transformasi geometri, dan bahwa pendekatan pembelajaran yang secara eksplisit memperkuat visualisasi spasial memberikan dampak signifikan pada pemahaman konsep transformasi. (Hermiati & Julianti, 2023) juga menemukan bahwa kesulitan utama siswa dalam pembelajaran transformasi geometri terletak pada tahap visualisasi dan representasi mental bukan pada langkah komputasional yang secara langsung menunjuk pada peran sentral kemampuan spasial dalam membangun pemahaman konseptual.

Apabila temuan-temuan di atas disintesis, terlihat benang merah yang konsisten: kemampuan spasial memiliki keterkaitan yang signifikan dengan kompetensi dan pemahaman geometri siswa. Namun demikian, setelah ditelaah secara lebih kritis, terdapat setidaknya tiga celah penelitian (*research gap*) yang belum terisi. Pertama, penelitian tentang hubungan antara kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri secara spesifik di jenjang SMK masih sangat terbatas. Kajian yang ada umumnya dilaksanakan pada jenjang SMP atau SMA, sedangkan karakteristik khas siswa SMK termasuk orientasi vokasional dan keragaman program keahliannya belum mendapatkan perhatian yang memadai. Studi pada siswa SMK program AKL dan TKJ yang tidak memiliki latar belakang materi teknis-spasial memiliki relevansi tersendiri karena profil kognitif spasial mereka kemungkinan berbeda dari siswa SMA reguler. Kedua, penelitian yang secara kuantitatif mengukur kontribusi prediktif (*predictor role*) kemampuan spasial terhadap pemahaman konsep transformasi geometri menggunakan

desain korelasional-regresi masih jarang ditemukan dalam konteks Indonesia. Penelitian yang ada cenderung bersifat deskriptif atau berbasis intervensi, sehingga pertanyaan tentang *seberapa besar* kemampuan spasial secara statistik menjelaskan variasi pemahaman konsep transformasi geometri belum terjawab dengan bukti kuantitatif yang presisi. Ketiga, rangkaian penelitian sebelumnya di SMKN 3 Pinrang telah memotret kondisi pemahaman konsep matematika siswa (Junaid et al., 2026; Mukaddas, 2025), namun peran kemampuan kognitif spasial sebagai variabel penjelas yang berpotensi berkontribusi terhadap kondisi tersebut belum pernah diinvestigasi sebuah pertanyaan yang secara logis merupakan langkah penelitian berikutnya yang perlu dijawab.

Novelty penelitian ini terletak pada upayanya mengisi ketiga celah tersebut secara simultan. Pertama, penelitian ini menargetkan siswa SMK secara eksplisit sebagai populasi kajian, mencakup dua program keahlian berbeda (AKL dan TKJ) yang memungkinkan analisis tentang konsistensi pola hubungan antar-program. Kedua, penelitian ini menggunakan desain *ex post facto* dengan pendekatan korelasional dan analisis regresi linear sederhana untuk mengukur kontribusi prediktif kemampuan spasial secara kuantitatif dan presisi, dilengkapi koefisien determinasi yang menunjukkan besarnya persentase variasi pemahaman konsep yang dapat dijelaskan oleh kemampuan spasial. Ketiga, penelitian ini merupakan kelanjutan organisasi dari peta jalan penelitian di SMKN 3 Pinrang membangun di atas potret miskonsepsi dan tantangan pemahaman konsep yang telah diidentifikasi sebelumnya, untuk kemudian menginvestigasi kemampuan spasial sebagai variabel prediktor yang berpotensi menjelaskan sebagian dari variasi tersebut. Kontribusi kumulatif dari rangkaian penelitian ini diharapkan menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang faktor-faktor kognitif yang membentuk kualitas pemahaman matematika siswa SMK.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi celah penelitian yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi kemampuan spasial (*spatial ability*) sebagai prediktor pemahaman konsep transformasi geometri pada siswa SMK di SMKN 3 Pinrang. Penelitian dilaksanakan pada 43 siswa kelas XI AKL (25 siswa) dan XI TKJ (18 siswa). Pertanyaan utama yang hendak dijawab adalah: seberapa besar kontribusi kemampuan spasial dalam memprediksi tingkat pemahaman konsep transformasi geometri pada siswa SMK di SMKN 3 Pinrang?

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan korelasional dan desain *ex post facto*. Pendekatan ini digunakan karena penelitian bertujuan untuk menganalisis hubungan dan kontribusi prediktif kemampuan spasial terhadap pemahaman konsep transformasi geometri siswa SMK. Penelitian tidak memberikan perlakuan atau intervensi pembelajaran tertentu, melainkan mengukur variabel kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri sebagaimana adanya pada siswa setelah mereka memperoleh materi transformasi geometri.

Jenis Penelitian dan Desain

Penelitian ini menggunakan desain ex post facto korelasional (Creswell, 2017). Desain ex post facto dipilih karena variabel bebas dalam penelitian ini, yaitu kemampuan spasial, merupakan atribut kognitif yang telah melekat pada diri siswa dan tidak dimanipulasi oleh peneliti. Dengan demikian, penelitian ini tidak bertujuan membandingkan kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, tetapi menguji sejauh mana kemampuan spasial dapat menjelaskan variasi pemahaman konsep transformasi geometri.

Pendekatan korelasional digunakan karena penelitian ini melibatkan dua variabel kuantitatif, yaitu kemampuan spasial sebagai variabel prediktor (X) dan pemahaman konsep transformasi geometri sebagai variabel kriteria (Y). Hubungan kedua variabel dianalisis menggunakan korelasi Pearson Product Moment, sedangkan kontribusi prediktif kemampuan spasial terhadap pemahaman konsep transformasi geometri dianalisis menggunakan regresi linear sederhana. Secara konseptual, hubungan antarvariabel dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:

Kemampuan Spasial (X) → Pemahaman Konsep Transformasi Geometri (Y)

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMKN 3 Pinrang, Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa sekolah tersebut memiliki siswa kelas XI dari program keahlian yang relevan dengan karakteristik sampel penelitian, telah melaksanakan pembelajaran materi transformasi geometri, serta memberikan dukungan administratif terhadap pelaksanaan penelitian.

Penelitian dilaksanakan pada Februari–Maret 2026, disesuaikan dengan jadwal pembelajaran matematika kelas XI pada materi transformasi geometri dalam Kurikulum Merdeka.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMKN 3 Pinrang tahun ajaran 2025/2026 yang telah menerima materi transformasi geometri. Sampel penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu kelas XI Akuntansi dan Keuangan Lembaga (AKL) dan kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ).

Pemilihan kelas dilakukan menggunakan teknik purposive sampling, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. Kriteria pemilihan sampel meliputi: (1) siswa berada pada kelas XI; (2) siswa telah atau sedang mempelajari materi transformasi geometri; (3) siswa berasal dari kelas yang memungkinkan pelaksanaan pengambilan data secara klasikal; dan (4) sekolah memberikan izin pelaksanaan penelitian.

Setelah dua kelas ditetapkan sebagai sampel, seluruh siswa pada kedua kelas tersebut diikutsertakan sebagai responden. Dengan demikian, pengambilan data pada kelas sampel menggunakan teknik total sampling. Rincian sampel penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Sampel Penelitian

Kelas	Program Keahlian	Jumlah Siswa
XI AKL	Akuntansi dan Keuangan Lembaga	25
XI TKJ	Teknik Komputer dan Jaringan	18
Total		43

Variabel dan Definisi Operasional

Penelitian ini melibatkan dua variabel utama, yaitu kemampuan spasial sebagai variabel prediktor (X) dan pemahaman konsep transformasi geometri sebagai variabel kriteria (Y).

Kemampuan spasial didefinisikan secara operasional sebagai kapasitas kognitif siswa dalam merepresentasikan, memvisualisasikan, memanipulasi, dan mengorientasikan objek geometri dua dimensi secara mental. Dalam penelitian ini, kemampuan spasial dibatasi pada tiga dimensi utama yang paling relevan dengan materi transformasi geometri, yaitu spatial visualization, mental rotation, dan spatial orientation. Skor kemampuan spasial diperoleh dari tes pilihan ganda berbasis gambar sebanyak 10 butir. Setiap jawaban benar diberi skor 1 dan jawaban salah diberi skor 0. Skor total berada pada rentang 0–10 dan dikonversi ke skala 0–100.

Pemahaman konsep transformasi geometri didefinisikan secara operasional sebagai kemampuan siswa dalam menjelaskan, mengklasifikasikan, merepresentasikan, menggunakan prosedur secara bermakna, dan mengaplikasikan konsep transformasi geometri yang meliputi translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi. Skor pemahaman konsep diperoleh dari tes uraian sebanyak 5 butir. Setiap butir diberi skor maksimum 5 berdasarkan rubrik penskoran analitik. Skor total berada pada rentang 0–25 dan dikonversi ke skala 0–100.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri atas dua jenis tes, yaitu tes kemampuan spasial dan tes pemahaman konsep transformasi geometri. Kedua instrumen dikembangkan oleh peneliti berdasarkan indikator variabel, karakteristik materi transformasi geometri, dan kesesuaian dengan tingkat perkembangan kognitif siswa SMK kelas XI.

Tes Kemampuan Spasial

Tes kemampuan spasial disusun dalam bentuk pilihan ganda berbasis gambar dengan empat opsi jawaban, yaitu A, B, C, dan D. Instrumen ini terdiri atas 10 butir soal yang mengukur tiga dimensi kemampuan spasial, yaitu spatial visualization, mental rotation, dan spatial orientation. Tes ini dirancang untuk mengukur kemampuan siswa dalam membayangkan hasil transformasi, mengenali perubahan posisi dan orientasi bangun, serta membedakan hasil transformasi geometri secara visual.

Distribusi butir tes kemampuan spasial disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisi-Kisi Tes Kemampuan Spasial

No. Butir	Dimensi	Indikator	Materi Terkait	Level Kognitif	Skor
1	Spatial Visualization	Mengidentifikasi hasil translasi suatu bangun ke arah dan jarak tertentu	Translasi	C3	1
2	Spatial Visualization	Mengidentifikasi hasil refleksi suatu bangun terhadap sumbu-y	Refleksi	C3	1
3	Spatial Visualization	Mengidentifikasi hasil dilatasi suatu bangun dengan faktor skala $k = 2$ terhadap titik asal	Dilatasi	C3	1
4	Spatial Visualization	Memilih gambar hasil dua transformasi berurutan	Refleksi dan Translasi	C4	1
5	Mental Rotation	Mengidentifikasi hasil rotasi 90° searah jarum jam terhadap titik asal	Rotasi	C3	1
6	Mental Rotation	Mengidentifikasi hasil rotasi 180° terhadap titik asal	Rotasi	C3	1
7	Mental Rotation	Menentukan besar dan arah rotasi berdasarkan posisi bangun asal dan bayangannya	Rotasi	C3	1
8	Mental Rotation	Membedakan hasil rotasi dari hasil pencerminan pada bangun yang sama	Rotasi dan Refleksi	C4	1
9	Spatial Orientation	Mengidentifikasi posisi dan orientasi bangun setelah refleksi terhadap sumbu-y	Refleksi	C3	1
10	Spatial Orientation	Mengidentifikasi orientasi dan posisi bangun setelah rotasi 90° berlawanan arah jarum jam	Rotasi	C3	1
Total					10

Tes pemahaman konsep transformasi geometri disusun dalam bentuk uraian sebanyak 5 butir. Tes uraian dipilih karena pemahaman konsep tidak hanya menuntut jawaban akhir yang benar, tetapi juga menuntut siswa menjelaskan alasan, menunjukkan representasi, dan menghubungkan prosedur dengan makna geometrisnya.

Instrumen ini mengukur lima indikator inti pemahaman konsep, yaitu: menyatakan ulang konsep, mengklasifikasikan transformasi, menyajikan konsep dalam berbagai representasi, menggunakan prosedur secara bermakna, dan mengaplikasikan konsep dalam pemecahan masalah. Distribusi butir tes pemahaman konsep transformasi geometri disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kisi-Kisi Tes Pemahaman Konsep Transformasi Geometri

No. Butir	Indikator	Materi Transformasi Geometri	Deskripsi Kemampuan yang Diukur	Level Kognitif	Skor Maksimum
1	Menyatakan ulang konsep	Translasi	Siswa menjelaskan kembali konsep translasi dengan kata-kata sendiri dan menyebutkan sifat-sifat geometris translasi	C2	5
2	Mengklasifikasikan transformasi	Translasi, Refleksi, Rotasi	Siswa mengidentifikasi jenis transformasi berdasarkan pasangan koordinat dan memberikan alasan geometris	C2–C4	5
3	Menyajikan konsep dalam berbagai representasi	Rotasi	Siswa menyajikan rotasi dalam bentuk verbal, gambar, dan koordinat	C3	5
4	Menggunakan prosedur secara bermakna	Refleksi	Siswa menentukan bayangan titik hasil refleksi dan menjelaskan alasan geometris berlakunya aturan refleksi	C3–C4	5
5	Mengaplikasikan konsep dalam pemecahan masalah	Dilatasi	Siswa menyelesaikan masalah kontekstual tentang dilatasi, menentukan koordinat bayangan, serta menjelaskan sifat yang tetap dan berubah	C3–C4	5
Total					25

Penskoran tes pemahaman konsep menggunakan rubrik analitik dengan tiga aspek, yaitu kebenaran konsep, kelengkapan respons, dan kualitas penalaran konseptual. Setiap butir memiliki skor maksimum 5. Skor pemahaman konsep dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Skor Pemahaman Konsep} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{25} \times 100$$

Validasi Instrumen

Validitas isi instrumen diperoleh melalui expert judgment oleh tiga validator yang memiliki keahlian dalam pendidikan matematika, evaluasi pembelajaran, dan/atau pembelajaran matematika sekolah. Validator menilai kesesuaian butir dengan indikator, ketepatan konsep matematika, kejelasan bahasa, kualitas gambar atau stimulus visual, kesesuaian tingkat kesulitan dengan siswa SMK, serta kelayakan rubrik penskoran.

Hasil penilaian validator dianalisis menggunakan indeks Aiken's V (Aiken, 1985). Instrumen dinyatakan valid secara isi apabila memperoleh nilai Aiken's V minimal 0,75. Berdasarkan hasil validasi ahli, instrumen kemampuan spasial memperoleh rata-rata Aiken's V sebesar 0,873 dengan nilai minimum 0,778. Instrumen pemahaman konsep transformasi geometri memperoleh rata-rata Aiken's V sebesar 0,902 dengan nilai minimum 0,778. Rubrik penskoran memperoleh rata-rata Aiken's V sebesar 0,956 dengan nilai minimum 0,889. Seluruh nilai Aiken's V berada di atas kriteria minimum 0,75, sehingga instrumen dinyatakan valid secara isi dan layak digunakan setelah revisi teknis minor.

Revisi teknis minor dilakukan pada aspek kejelasan gambar, keterbacaan bahasa soal, dan ketepatan redaksi beberapa butir agar instrumen lebih mudah dipahami oleh siswa. Setelah revisi dilakukan, instrumen digunakan untuk pengambilan data penelitian.

Reliabilitas Instrumen

Reliabilitas instrumen dianalisis sesuai dengan karakteristik masing-masing tes. Reliabilitas tes kemampuan spasial yang berbentuk pilihan ganda dengan skor dikotomis dianalisis menggunakan KR-20 (Kuder & Richardson, 1937). Sementara itu, reliabilitas tes pemahaman konsep transformasi geometri yang berbentuk uraian dianalisis menggunakan koefisien Cronbach's Alpha (Cronbach, 1951). Untuk menjaga konsistensi penskoran pada tes uraian, rubrik penskoran digunakan sebagai pedoman penilaian. Apabila penilaian dilakukan oleh lebih dari satu penilai, konsistensi antarpemilai dapat dianalisis menggunakan inter-rater reliability.

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap pasca-pengumpulan data.

Pada tahap persiapan, peneliti menyusun instrumen berdasarkan kisi-kisi yang telah ditetapkan, melakukan validasi isi melalui expert judgment, merevisi instrumen berdasarkan saran validator, serta menyiapkan perangkat pengambilan data berupa lembar soal, lembar jawaban, pedoman penskoran, dan daftar peserta penelitian. Peneliti juga berkoordinasi dengan pihak sekolah dan guru matematika terkait jadwal pelaksanaan tes.

Pada tahap pelaksanaan, tes diberikan kepada seluruh siswa sampel secara klasikal. Tes kemampuan spasial diberikan terlebih dahulu dengan alokasi waktu 25 menit, kemudian dilanjutkan dengan tes pemahaman konsep transformasi geometri dengan alokasi waktu 45 menit. Kedua tes dilaksanakan dalam kondisi pengawasan yang sama untuk menjaga objektivitas dan keseragaman prosedur. Siswa mengerjakan soal secara mandiri tanpa bantuan teman, guru, maupun sumber belajar lain.

Pada tahap pasca-pengumpulan data, peneliti memeriksa kelengkapan lembar jawaban, melakukan penskoran sesuai pedoman yang telah ditetapkan, mengonversi skor ke skala 0–100, melakukan entri data ke perangkat lunak statistik, dan memeriksa kembali kelengkapan serta kewajaran data sebelum dianalisis.

Teknik Analisis Data

Data penelitian dianalisis secara kuantitatif menggunakan statistik deskriptif dan statistik inferensial. Analisis dilakukan pada taraf signifikansi 0,05.

Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan tingkat kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri siswa. Statistik yang dihitung meliputi nilai minimum, maksimum, rata-rata, standar deviasi, dan distribusi kategori skor. Kategori skor dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi, berdasarkan kriteria yang ditetapkan peneliti.

Sebelum dilakukan analisis korelasi dan regresi, terlebih dahulu dilakukan uji asumsi. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri berdistribusi normal. Karena jumlah sampel penelitian kurang dari 50, uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05.

Selanjutnya, uji linearitas dilakukan untuk mengetahui apakah hubungan antara kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri bersifat linear. Hubungan kedua variabel dinyatakan linear apabila nilai signifikansi deviation from linearity lebih besar dari 0,05.

Setelah asumsi terpenuhi, hubungan antara kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri dianalisis menggunakan korelasi Pearson Product Moment. Koefisien korelasi digunakan untuk mengetahui arah dan kekuatan hubungan antara kedua variabel. Apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas, maka analisis korelasi dilakukan menggunakan korelasi Spearman sebagai alternatif nonparametrik.

Untuk mengetahui kontribusi kemampuan spasial dalam memprediksi pemahaman konsep transformasi geometri, digunakan analisis regresi linear sederhana dengan model persamaan:

$$\hat{Y} = a + b X$$

Keterangan:

$\hat{Y}$ = skor prediksi pemahaman konsep transformasi geometri

a = konstanta

b = koefisien regresi

X = skor kemampuan spasial

Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengetahui besarnya persentase variasi pemahaman konsep transformasi geometri yang dapat dijelaskan oleh kemampuan spasial. Nilai R^2 menjadi dasar utama untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai seberapa besar kontribusi kemampuan spasial sebagai prediktor pemahaman konsep transformasi geometri pada siswa SMK.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi kemampuan spasial sebagai prediktor pemahaman konsep transformasi geometri pada siswa SMK. Data penelitian diperoleh dari 43 siswa kelas XI SMKN 3 Pinrang yang terdiri atas 25 siswa kelas XI AKL dan 18 siswa kelas XI TKJ. Data yang dianalisis meliputi skor kemampuan spasial dan skor pemahaman konsep transformasi geometri.

Statistik Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk memperoleh gambaran umum mengenai tingkat kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri siswa. Ringkasan hasil statistik deskriptif disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Statistik Deskriptif Kemampuan Spasial dan Pemahaman Konsep Transformasi Geometri

Variabel	N	Mean	Standar Deviasi
Kemampuan Spasial	43	71,163	8,510
Pemahaman Konsep Transformasi Geometri	43	68,558	10,349

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata skor kemampuan spasial siswa adalah 71,163 dengan standar deviasi 8,510. Sementara itu, rata-rata skor pemahaman konsep transformasi geometri adalah 68,558 dengan standar deviasi 10,349. Hasil ini menunjukkan bahwa secara umum kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri siswa berada pada tingkat sedang. Nilai standar deviasi pada pemahaman konsep transformasi geometri lebih besar dibandingkan kemampuan spasial, yang menunjukkan bahwa variasi pemahaman konsep antar siswa relatif lebih beragam dibandingkan variasi kemampuan spasial.

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri berdistribusi normal. Karena jumlah sampel penelitian kurang dari 50 siswa, uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data kemampuan spasial tidak berdistribusi normal karena nilai signifikansi berada di bawah 0,05. Oleh karena itu, hasil analisis korelasi Pearson perlu ditafsirkan secara hati-hati dan dapat dilengkapi dengan analisis nonparametrik sebagai pembanding.

Uji Korelasi Pearson Product Moment

Analisis korelasi Pearson Product Moment dilakukan untuk mengetahui arah dan kekuatan hubungan antara kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri. Hasil analisis korelasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Korelasi Kemampuan Spasial dan Pemahaman Konsep Transformasi Geometri

Variabel	r	Sig.
Kemampuan Spasial dan Pemahaman Konsep Transformasi Geometri	0,133	0,395

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar $r = 0,133$ dengan nilai signifikansi $p = 0,395$. Nilai korelasi tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri bersifat positif, tetapi berada pada kategori sangat lemah (Cohen, 1998). Nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik. Dengan demikian, kemampuan spasial belum terbukti memiliki hubungan yang signifikan dengan pemahaman konsep transformasi geometri pada sampel penelitian ini.

Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana dilakukan untuk mengetahui kontribusi kemampuan spasial dalam memprediksi pemahaman konsep transformasi geometri. Hasil analisis menunjukkan persamaan regresi sebagai berikut.

$$\hat{Y} = 57,046 + 0,162 X$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu satuan skor kemampuan spasial diprediksi meningkatkan skor pemahaman konsep transformasi geometri sebesar 0,162 poin. Namun, karena hubungan kedua variabel tidak signifikan, persamaan regresi tersebut tidak dapat digunakan sebagai dasar prediksi yang kuat.

Nilai koefisien determinasi yang diperoleh adalah $R^2 = 0,018$. Artinya, kemampuan spasial hanya mampu menjelaskan sekitar 1,77% variasi pemahaman konsep transformasi geometri siswa. Sisanya, sebesar 98,23%, dijelaskan oleh faktor-faktor lain di luar kemampuan spasial yang tidak dianalisis dalam penelitian ini.

Tabel 6. Hasil Regresi Linear Sederhana

Komponen	Nilai
Konstanta	57,046
Koefisien Regresi Kemampuan Spasial	0,162
R	0,133
R^2	0,018
Sig.	0,395

Berdasarkan hasil tersebut, kemampuan spasial tidak terbukti sebagai prediktor yang signifikan terhadap pemahaman konsep transformasi geometri siswa SMK. Meskipun arah hubungan yang diperoleh bersifat positif, kontribusi kemampuan spasial terhadap pemahaman konsep transformasi geometri dalam penelitian ini tergolong sangat kecil.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan spasial memiliki hubungan positif dengan pemahaman konsep transformasi geometri, tetapi hubungan tersebut berada pada kategori sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik. Nilai koefisien korelasi sebesar $r = 0,133$ dengan signifikansi $p = 0,395$ menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan spasial cenderung diikuti oleh peningkatan pemahaman konsep transformasi geometri, tetapi kecenderungan tersebut tidak cukup kuat untuk dinyatakan signifikan pada taraf signifikansi

0,05. Hasil regresi linear sederhana juga memperkuat temuan tersebut, dengan nilai R^2 sebesar 0,018. Artinya, kemampuan spasial hanya menjelaskan sekitar 1,77% variasi pemahaman konsep transformasi geometri siswa, sedangkan sebagian besar variasi lainnya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar kemampuan spasial yang tidak dianalisis dalam penelitian ini.

Temuan ini menunjukkan bahwa kemampuan spasial belum dapat dinyatakan sebagai prediktor yang kuat terhadap pemahaman konsep transformasi geometri pada siswa SMK dalam konteks penelitian ini. Secara teoretis, kemampuan spasial memiliki hubungan erat dengan transformasi geometri karena siswa perlu membayangkan pergeseran, pencerminan, perputaran, dan perubahan ukuran bangun dalam bidang koordinat. Proses mental seperti memvisualisasikan posisi akhir bangun, membayangkan hasil rotasi, dan mengenali orientasi bayangan merupakan bagian penting dari aktivitas kognitif dalam memahami transformasi geometri. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak sepenuhnya menolak pentingnya kemampuan spasial, tetapi menunjukkan bahwa pada sampel yang diteliti, kemampuan spasial saja tidak cukup menjelaskan variasi pemahaman konsep transformasi geometri secara signifikan.

Salah satu kemungkinan penyebab lemahnya hubungan tersebut adalah bahwa pemahaman konsep transformasi geometri tidak hanya bergantung pada kemampuan visual-spasial, tetapi juga dipengaruhi oleh penguasaan konsep prasyarat, pengalaman belajar, kualitas penjelasan guru, kemampuan aljabar-koordinat, dan kebiasaan siswa dalam menjelaskan alasan matematis. Dalam tes pemahaman konsep, siswa tidak hanya diminta mengenali gambar atau hasil transformasi, tetapi juga menjelaskan alasan, menyajikan representasi, dan mengaitkan prosedur dengan makna geometris. Dengan demikian, siswa yang memiliki kemampuan spasial cukup baik belum tentu mampu mengungkapkan pemahaman konseptual secara tertulis apabila kemampuan komunikasi matematis dan penalaran konseptualnya belum berkembang secara memadai.

Kemungkinan lain adalah perbedaan karakteristik antara instrumen kemampuan spasial dan instrumen pemahaman konsep. Tes kemampuan spasial dalam penelitian ini berbentuk pilihan ganda berbasis gambar, sedangkan tes pemahaman konsep berbentuk uraian. Perbedaan format ini dapat memengaruhi pola respons siswa. Pada tes pilihan ganda, siswa dapat memilih jawaban berdasarkan pengenalan visual atau intuisi spasial. Sebaliknya, pada tes uraian, siswa harus menyusun penjelasan, menggunakan istilah matematika yang tepat, dan menunjukkan hubungan antaride secara eksplisit. Perbedaan tuntutan kognitif ini dapat menyebabkan skor kemampuan spasial dan skor pemahaman konsep tidak bergerak secara paralel, meskipun keduanya berkaitan dengan topik yang sama.

Selain itu, konteks siswa SMK juga perlu dipertimbangkan. Siswa SMK memiliki latar pengalaman belajar yang beragam sesuai dengan program keahlian masing-masing. Meskipun penelitian ini melibatkan siswa kelas XI AKL dan XI TKJ yang telah memperoleh materi transformasi geometri, pengalaman mereka dalam menggunakan representasi visual, koordinat, dan penalaran geometris kemungkinan tidak sama. Pada sebagian siswa, kemampuan menyelesaikan soal transformasi geometri mungkin lebih banyak dipengaruhi oleh hafalan aturan koordinat daripada pemahaman visual-spasial yang mendalam. Sebaliknya, siswa lain

mungkin mampu membayangkan transformasi secara visual, tetapi belum terbiasa menjelaskan proses tersebut dalam bentuk uraian matematis. Kondisi ini dapat melemahkan hubungan statistik antara kemampuan spasial dan pemahaman konsep.

Temuan penelitian ini juga dapat dibaca sebagai indikasi bahwa pembelajaran transformasi geometri di kelas belum sepenuhnya mengintegrasikan aktivitas spasial dengan pengembangan pemahaman konseptual. Apabila pembelajaran lebih banyak menekankan penggunaan rumus atau aturan perubahan koordinat, siswa dapat memperoleh skor pemahaman konsep tertentu melalui prosedur yang dihafal, bukan melalui representasi spasial yang kuat. Dalam kondisi seperti ini, kemampuan spasial tidak akan muncul sebagai prediktor dominan karena pemahaman siswa lebih banyak dibentuk oleh latihan prosedural daripada eksplorasi visual, manipulasi objek, atau diskusi konseptual tentang makna transformasi.

Hasil ini berbeda dari kecenderungan sejumlah penelitian sebelumnya yang menempatkan kemampuan spasial sebagai faktor penting dalam keberhasilan belajar geometri dan matematika. Beberapa kajian menunjukkan bahwa kemampuan spasial mendukung siswa dalam memahami objek geometri, membangun representasi mental, dan menyelesaikan masalah yang melibatkan perubahan posisi atau orientasi objek. Akan tetapi, perbedaan hasil penelitian dapat terjadi karena perbedaan jenjang pendidikan, karakteristik sampel, jenis instrumen, cakupan materi, dan model analisis yang digunakan. Penelitian ini secara khusus dilakukan pada siswa SMK dengan jumlah sampel terbatas dan menggunakan instrumen ringkas, sehingga hasilnya lebih tepat dipahami sebagai temuan kontekstual daripada generalisasi luas tentang hubungan kemampuan spasial dan pemahaman transformasi geometri.

Meskipun hubungan yang ditemukan tidak signifikan, hasil penelitian ini tetap memiliki makna pedagogis. Temuan ini menunjukkan bahwa meningkatkan kemampuan spasial saja belum tentu cukup untuk memperkuat pemahaman konsep transformasi geometri apabila tidak disertai pembelajaran yang membantu siswa menghubungkan visualisasi, prosedur, dan penalaran konseptual. Guru perlu merancang pembelajaran transformasi geometri yang tidak hanya meminta siswa menentukan koordinat bayangan, tetapi juga mendorong siswa menjelaskan mengapa suatu aturan berlaku, membandingkan hasil beberapa transformasi, membuat sketsa, mendiskusikan sifat invarian dan sifat yang berubah, serta menghubungkan representasi visual dengan representasi simbolik. Dengan cara ini, kemampuan spasial dapat berfungsi bukan sekadar sebagai kemampuan visual, tetapi sebagai jembatan menuju pemahaman konsep yang lebih bermakna.

Dari sisi metodologis, rendahnya kontribusi kemampuan spasial juga menunjukkan perlunya kehati-hatian dalam menggunakan instrumen ringkas untuk mengukur konstruk kognitif yang kompleks. Instrumen kemampuan spasial dalam penelitian ini hanya mengukur tiga dimensi utama, yaitu spatial visualization, mental rotation, dan spatial orientation. Sementara itu, dimensi lain seperti spatial perception dan spatial relations tidak dimasukkan secara eksplisit karena keterbatasan jumlah butir. Penyederhanaan ini membuat instrumen lebih efisien untuk digunakan di kelas, tetapi berpotensi membatasi cakupan konstruk kemampuan spasial yang diukur. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat menggunakan instrumen dengan jumlah butir yang lebih luas, melibatkan dimensi kemampuan spasial yang lebih

lengkap, serta menguji kembali hubungan kemampuan spasial dan pemahaman konsep transformasi geometri pada sampel yang lebih besar.

Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam dua hal. Pertama, secara empiris penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan spasial pada siswa SMK memiliki arah hubungan positif dengan pemahaman konsep transformasi geometri, tetapi kontribusinya sangat kecil dan tidak signifikan. Kedua, secara pedagogis penelitian ini menegaskan bahwa pemahaman konsep transformasi geometri merupakan hasil dari interaksi berbagai faktor, bukan hanya kemampuan spasial. Faktor-faktor seperti pemahaman konsep prasyarat, pengalaman belajar, kemampuan representasi, komunikasi matematis, dan kualitas pembelajaran perlu diperhatikan dalam upaya meningkatkan pemahaman siswa terhadap transformasi geometri. Oleh karena itu, pembelajaran transformasi geometri di SMK sebaiknya dirancang secara lebih integratif, dengan menggabungkan aktivitas visual-spasial, representasi koordinat, penalaran konseptual, dan penjelasan matematis secara seimbang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kemampuan spasial memiliki hubungan positif dengan pemahaman konsep transformasi geometri pada siswa SMK, tetapi hubungan tersebut berada pada kategori sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik. Hasil analisis korelasi menunjukkan nilai $r = 0,133$ dengan nilai signifikansi $p = 0,395$. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan spasial cenderung diikuti oleh peningkatan pemahaman konsep transformasi geometri, tetapi kecenderungan tersebut belum cukup kuat untuk dinyatakan sebagai hubungan yang bermakna secara statistik pada sampel penelitian ini.

Hasil analisis regresi linear sederhana menunjukkan bahwa kemampuan spasial belum terbukti sebagai prediktor yang signifikan terhadap pemahaman konsep transformasi geometri siswa SMK. Nilai koefisien determinasi sebesar $R^2 = 0,018$ menunjukkan bahwa kemampuan spasial hanya menjelaskan sekitar 1,77% variasi pemahaman konsep transformasi geometri. Dengan demikian, sebagian besar variasi pemahaman konsep siswa kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lain di luar kemampuan spasial, seperti penguasaan konsep prasyarat, pengalaman belajar, strategi pembelajaran, kemampuan representasi matematis, kemampuan komunikasi matematis, serta kebiasaan siswa dalam memberikan alasan konseptual.

Temuan ini menunjukkan bahwa kemampuan spasial tetap penting dalam pembelajaran transformasi geometri, tetapi tidak dapat dipandang sebagai satu-satunya faktor yang menentukan pemahaman konsep siswa. Dalam konteks siswa SMK yang diteliti, pemahaman konsep transformasi geometri tampaknya lebih kompleks karena melibatkan kemampuan visual, prosedural, representasional, dan konseptual secara bersamaan. Oleh karena itu, pembelajaran transformasi geometri perlu dirancang secara integratif dengan menggabungkan aktivitas visual-spasial, penggunaan koordinat, penjelasan konseptual, representasi gambar, serta diskusi tentang sifat-sifat transformasi.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah sampel yang relatif terbatas dan penggunaan instrumen kemampuan spasial versi ringkas yang hanya mencakup tiga dimensi utama, yaitu spatial visualization, mental rotation, dan spatial orientation. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih luas, menggunakan

DOI: <https://doi.org/10.63976/jimat.v7i2.1484>

instrumen kemampuan spasial dengan cakupan dimensi yang lebih lengkap, serta mempertimbangkan variabel lain yang berpotensi memengaruhi pemahaman konsep transformasi geometri, seperti kemampuan awal matematika, representasi matematis, motivasi belajar, dan kualitas pembelajaran di kelas.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala SMKN 3 Pinrang, guru matematika, serta siswa kelas XI AKL dan XI TKJ yang telah memberikan dukungan dan berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada para validator yang telah memberikan masukan terhadap instrumen penelitian sehingga instrumen dapat digunakan secara lebih layak dalam proses pengumpulan data.

REFERENSI

- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Cohen, J. (1998). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W., & C. J. D. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Febrianti, D. A., Tambunan, E. E. B., Tarigan, G. H., Lestari, J. A., Tampubolon, S. T. V., & Siregar, B. H. (2024). Peningkatan Kemampuan Spasial Siswa SMP Negeri 17 Kelas IX Melalui Penerapan RME Berbantuan Media Interaktif GeoGebra pada Materi Transformasi Geometri. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(3), 553–561. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v4i3.792>
- Hermiati, K., & Julianti, A. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Visual-Spatial Siswa dalam Pembelajaran Transformasi Geometri. *ARITMATIKA: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(2), 96–106. <https://doi.org/10.35719/aritmatika.v4i2.257>
- Ishikawa, T., & Newcombe, N. S. (2021). Why Spatial is Special in Education, Learning, and Everyday Activities. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 6(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00274-5>
- Junaid, A. H., St Nurkhalifah Ali, & Ahmad Talib. (2026). Efektivitas Media Digital Berbasis Kecerdasan Buatan (AI) dengan Memaksimalkan Kecerdasan Linguistik terhadap Pemahaman Konsep Polinomial Siswa SMK. *Al-Irsyad Journal of Mathematics Education*, 5(1), 365–374. <https://doi.org/10.58917/ijme.v5i1.569>
- Kilpatrick, J., S. J., & F. B. (2001). *Adding it Up: Helping Children Learn Mathematics*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9822>
- Kuder, G. F., & Richardson, M. W. (1937). The theory of the estimation of test reliability. *Psychometrika*, 2(3), 151–160. <https://doi.org/10.1007/BF02288391>
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56(6), 1479. <https://doi.org/10.2307/1130467>

DOI: <https://doi.org/10.63976/jimat.v7i2.1484>

- Liu, S., Wei, W., Chen, Y., Hugo, P., & Zhao, J. (2021). Visual–Spatial Ability Predicts Academic Achievement Through Arithmetic and Reading Abilities. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591308>
- Maier, P. H. (1996). Spatial geometry and spatial ability–How to make solid geometry solid. *Selected Papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics*, 63–75.
- Maulid, A. I., Nindiasari, H., & Hendrayana, A. (2024). Analisis Kemampuan Spasial Matematis Siswa SMK Ditinjau dari Tingkat Berpikir Van Hiele pada Materi Dimensi Tiga. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(2), 915–932. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i2.1690>
- Mukaddas, I., J. A. H., & H. H. (2025). Pola Miskonsepsi Siswa dalam Konsep Bunga dan Pajak: Studi Komparatif Pemodelan Matematis di SMKN 3 Pinrang. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 15(2), 815–823. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i2.3041>
- Munawaroh, S. M. H., Masrurotullaily, M., & Septiadi, D. D. (2024). Kemampuan Spasial Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Geometri Berdasarkan Level Berpikir Van Hiele. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(2), 1478–1495. <https://doi.org/https://doi.org/10.54373/imeij.v5i2.394>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. *National Council of Teachers of Mathematics*.
- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I). In *PISA*. Paris. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of Spatial Skills: A Meta-Analysis of Training Studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies its Importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835. <https://doi.org/10.1037/a0016127>