

# Efektivitas Pelatihan Visual Imagery Dan Spasial Konkret Terhadap Kemampuan Penalaran Spasial

Genta Rizki Alfaridzi <sup>1,\*</sup>, Vigie Priantika Putra Utama <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Psikologi; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; e-mail: [202310515083@mhs.ubharajaya.ac.id](mailto:202310515083@mhs.ubharajaya.ac.id)

<sup>2</sup> Fakultas Teknik dan Teknologi; Institut Pertanian Bogor; e-mail: [vigiepriantikaputra@apps.ipb.ac.id](mailto:vigiepriantikaputra@apps.ipb.ac.id)

\* Korespondensi: e-mail: [202310515083@mhs.ubharajaya.ac.id](mailto:202310515083@mhs.ubharajaya.ac.id)

Submitted: 14/04/2026; Revised: 17/04/2026; Accepted: 28/04/2026; Published: 30/05/2026

## Abstract

*Addressing the limitations of prior research, which has predominantly focused on the assessment of spatial ability without systematically evaluating intervention effectiveness, particularly the integration of visual imagery and concrete spatial manipulation, this study employs a post-test-only between-subjects experimental design involving 60 undergraduate students (aged 19–26), who were assigned to four groups: visual imagery, concrete spatial (non-imagery), a combination of both, and a control group. Spatial ability was assessed using Subtests 7 (Figureauswahl) and 8 (Würfelaufgaben) of the Intelligence Structure Test (IST). Data were analyzed using the Kruskal–Wallis test, followed by Dunn’s post hoc comparisons with Holm correction. The results indicate that all intervention groups significantly outperformed the control group ( $p < .001$ ), underscoring the plasticity of spatial ability in response to structured training. However, no significant differences were observed among the experimental groups on Subtest 7 ( $p > .05$ ), suggesting comparable effectiveness across training modalities in two-dimensional spatial processing. In contrast, Subtest 8 revealed a significant difference between the concrete spatial group and the combined training group ( $p = .038$ ), indicating the advantage of an integrative approach for tasks involving more complex three-dimensional mental rotation. Gender did not emerge as a significant moderating factor. These findings highlight the task-specific nature of spatial training effectiveness and offer practical implications for the development of cognitive interventions and visual-spatial learning strategies, particularly within non-STEM domains.*

**Keywords:** Brain-based learning, Mental rotation, Spatial ability, Visual imagery, Visual-spatial processing

## Abstrak

Menanggapi keterbatasan penelitian sebelumnya yang sebagian besar berfokus pada pengukuran kemampuan spasial tanpa secara sistematis mengevaluasi efektivitas intervensi, khususnya terkait integrasi citra visual dan manipulasi spasial konkret, penelitian ini menggunakan desain eksperimen post-test-only between-subjects yang melibatkan 60 mahasiswa (usia 19–26 tahun), yang dibagi ke dalam empat kelompok: citra visual, spasial konkret (non-imajeri), kombinasi keduanya, dan kelompok kontrol. Kemampuan spasial diukur menggunakan Subtes 7 (Figureauswahl) dan Subtes 8 (Würfelaufgaben) dari Intelligence Structure Test (IST). Data dianalisis menggunakan uji Kruskal–Wallis, yang dilanjutkan dengan perbandingan post hoc Dunn dengan koreksi Holm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh kelompok intervensi memiliki kinerja yang secara signifikan lebih baik dibandingkan kelompok kontrol ( $p < .001$ ), yang menegaskan adanya plastisitas kemampuan spasial sebagai respons terhadap pelatihan terstruktur. Namun, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antar kelompok eksperimen pada Subtes 7 ( $p > .05$ ), yang mengindikasikan efektivitas yang sebanding antar metode pelatihan dalam pemrosesan spasial dua dimensi. Sebaliknya, pada

Subtes 8 ditemukan perbedaan signifikan antara kelompok spasial konkret dan kelompok kombinasi ( $p = .038$ ), yang menunjukkan keunggulan pendekatan integratif untuk tugas yang melibatkan rotasi mental tiga dimensi yang lebih kompleks. Jenis kelamin tidak terbukti sebagai faktor moderator yang signifikan. Temuan ini menegaskan sifat spesifik tugas dalam efektivitas pelatihan spasial serta memberikan implikasi praktis bagi pengembangan intervensi kognitif dan strategi pembelajaran visual-spasial, khususnya di luar bidang STEM.

**Kata kunci:** Pembelajaran berbasis otak, Rotasi mental, Kemampuan spasial, Citra visual, Pemrosesan visual spasial

## 1. Pendahuluan

Revolusi industri yang bergerak secara eksponensial telah menjadikan hampir seluruh aspek kehidupan manusia lebih efisien dan terautomatisasi. Kita kini hidup di era teknologi abad ke-21 di mana berbagai fenomena geometris dan spasial telah tertanam dalam perangkat lunak (Brooks, 2022). Namun, jika kita menengok masa lalu, tokoh-tokoh seperti Heron, Euclid, dan Eratosthenes mencapai prestasi intelektual luar biasa tanpa dukungan perangkat visualisasi apa pun (Brooks, 2022). Mereka melatih pikiran mereka untuk membayangkan dan memanipulasi bentuk-bentuk geometris secara mental. Pencapaian mereka adalah bukti tentang kekuatan otak manusia dalam kemampuan spasial manusia.

Sebaliknya, di era modern, terdapat inherensi pada teknologi visual seperti AutoCAD untuk desain struktural atau GPS untuk bernavigasi dan mengetahui titik koordinat. Hal tersebut telah mendisrupsi kebutuhan manusia untuk menggunakan kemampuan spasialnya secara alami. Bahkan, pilot penerbangan masih dilatih menghitung jalur rhumb dan loxodrome sebagai antisipasi jika sistem navigasi digital gagal (Brooks, 2022). Sementara masyarakat umum semakin jarang melakukan visualisasi spasial secara manual. Kondisi ini berpotensi terjadi penurunan kognitif dan mendegradasi kemampuan berpikir spasial dan kreativitas visual (Lövdén et al., 2012). Hasil penelitian tersebut, terjadi penurunan volume hipokampus yang ditemukan pada kelompok kontrol (Lövdén et al., 2012). Lebih jauh, pada tingkat neuronal, kelompok pelatihan spasial menunjukkan perubahan aktivasi yang signifikan dari sebelum hingga sesudah tes, khususnya pada gyrus temporal superior dan tengah serta lobus temporal medial di belahan otak kanan sebagai bagian dari jaringan saraf yang mengkodekan hubungan spasial, yang terkait dalam menghitung koordinat spasial (Hötting et al., 2013). Tak heran, jika beberapa matematikawan kesulitan menghitung  $\sin, \cos, \tan$  secara manual dalam trigonometri yang merupakan konsekuensi atas deklinasi spasial. Seperti seseorang yang menggunakan kalkulator secara kontinu sehingga daya komputasi matematis secara manual menjadi rendah. Sedangkan, kemampuan tersebut merupakan salah satu komponen vital dalam kecerdasan visual-spasial manusia.

Berdasarkan kondisi tersebut, latar belakang permasalahan penelitian ini terletak pada potensi berkurangnya stimulasi kemampuan spasial karena eskalasi ketergantungan terhadap teknologi, yang menimbulkan kebutuhan akan intervensi untuk mengoptimalkan kembali kemampuan tersebut. Namun demikian, hingga saat ini masih terdapat keterbatasan dalam literatur mengenai efektivitas berbagai strategi pelatihan visual-spasial, mengingat sebagian

besar penelitian didominasi pada pengukuran kemampuan dibandingkan pengembangannya. Akibatnya, efektivitas relatif metode pelatihan yang berbeda masih belum jelas, khususnya dalam membandingkan pendekatan visual imagery dan manipulasi spasial konkret dalam meningkatkan kemampuan spasial. Maka, permasalahan ini menjadi penting untuk dikaji dan diteliti dengan mengeksplorasi secara sistematis mengenai bagaimana kemampuan tersebut dapat dikembangkan.

Kemampuan spasial mencakup proses persepsi, manipulasi, dan transformasi informasi visual dalam ruang tiga dimensi (Newcombe et al., 2013). Keterampilan ini memungkinkan individu untuk menavigasi lingkungan, memahami bentuk dan posisi objek, serta melakukan transformasi 2D dan 3D (Newcombe & Frick, 2010). Salah satu bentuk kemampuan spasial yang paling banyak dikaji adalah rotasi mental, yaitu kemampuan untuk membayangkan pergerakan atau rotasi objek dalam pikiran (Weber et al., 2024). Penelitian menunjukkan bahwa kemampuan ini berkorelasi positif dengan penalaran matematis (Geer et al., 2019). Dalam konteks yang sama, pelatihan spasial dapat membantu meningkatkan jumlah orang yang memasuki bidang STEM (Uttal & Cohen, 2012). Penelitian lain menunjukkan bahwa keterampilan spasial dan motivasi matematika berkontribusi dan berinteraksi untuk memprediksi prestasi matematika siswa sekolah menengah (Atit et al., 2020). Sejalan dengan itu, berkaitan dengan kinerja akademik dalam sains dan matematika (Mix et al., 2017). Kemampuan representasi dan berpikir secara spasial memiliki peran penting dalam evolusi setiap organisme yang bergerak. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan untuk melakukan transformasi spasial secara mental sudah muncul sejak dini, bahkan dalam bentuk awal pada bayi (Newcombe & Frick, 2010).

Penelitian klasik oleh Shepard dan Metzler membuktikan bahwa waktu respon individu meningkat secara linear dengan besarnya derajat rotasi. Hal tersebut menggambarkan manusia memproses rotasi objek secara mental bersifat analog dengan rotasi fisik (Shepard & Metzler, 1971). Penelitian lainnya membuktikan bahwa citra mental memiliki struktur spasial seperti peta nyata, semakin jauh jarak antara dua titik dalam bayangan mental, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk memindainya (Kosslyn et al., 1978). Selain itu, gambar yang secara subjektif lebih besar membutuhkan waktu lebih lama untuk dipindai daripada gambar yang secara subjektif lebih kecil (Kosslyn et al., 1978). Ia juga menemukan bahwa ukuran objek dalam bayangan mental memengaruhi kecepatan pengenalan detail (Kosslyn, 1975).

Penelitian berikutnya menunjukkan bahwa kemampuan imajinasi visual (imagery ability) dan kompleksitas bentuk (figural complexity) memoderasi strategi dalam tugas rotasi mental. Individu dengan kemampuan imagery tinggi (good imagers) lebih cepat dan akurat menggunakan strategi holistik, sedangkan individu dengan kemampuan rendah (poor imagers) cenderung menggunakan strategi piecemeal (Khooshabeh et al., 2013). Dalam penelitian neurofisiologis, memberikan bukti langsung bahwa rotasi mental terefleksikan pada aktivitas neuron di korteks motorik kera rhesus, memperkuat dasar empiris biologis dari representasi visual (Georgopoulos et al., 1989). Menurut Maier, ada beberapa kemampuan spasial

mencakup beberapa elemen, yaitu, spatial perception, spatial visualization, mental rotation, spatial relations, dan spatial orientation (Maier, 1998). Elemen ini adalah kemampuan berpikir spasial dan bisa dijadikan parameter melalui latihan kognitif berbasis imagery dan konkret.

Sejumlah penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa manusia menggunakan proses mental dalam proses kognitif kompleks seperti rotasi mental dan visualisasi spasial. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengukuran kemampuan spasial, bukan pada pengembangan melalui latihan atau intervensi sistematis. Selain itu, belum banyak studi yang mengintegrasikan latihan visualisasi mental dengan aktivitas konkret berbasis manipulasi ruang (misalnya block design atau maze games) untuk memperkuat kemampuan spasial secara simultan, sehingga belum memberikan bukti empiris yang komprehensif mengenai hasil dari kedua metode pelatihan. Dengan demikian, masih terdapat celah empiris mengenai efektivitas visual-spatial imagery training terhadap peningkatan kemampuan spasial. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi kekosongan tersebut dengan mengembangkan model latihan visual-spatial yang menginterseksi aspek kognitif (imajinasi visual) dan pengalaman konkret (manipulasi bentuk nyata). Dengan menggunakan tiga bentuk intervensi berbeda, yaitu imagery murni, permainan konkret, dan kombinasi keduanya. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dan aplikasi praktis terhadap mekanisme peningkatan kemampuan spasial serta berkontribusi dalam pengembangan strategi pembelajaran berbasis kognitif visual-spasial di era digital yang semakin teramplifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai strategi pelatihan visual-spasial terhadap kemampuan spasial serta mengkaji perubahan kinerja peserta selama sesi intervensi. Berdasarkan kerangka teoritis dan temuan penelitian sebelumnya, kami berhipotesis bahwa H1: Terdapat perbedaan skor kemampuan spasial pada IST Subtes 7 dan Subtes 8 antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. H2: Terdapat perbedaan skor kemampuan spasial pada IST Subtes 7 dan Subtes 8 antar kelompok eksperimen yang menerima jenis pelatihan visual-spasial yang berbeda. H3: Gender tidak memoderasi secara signifikan hubungan antara jenis pelatihan visual-spasial dan skor kemampuan spasial pada post-test IST Subtes 7 dan Subtes 8.

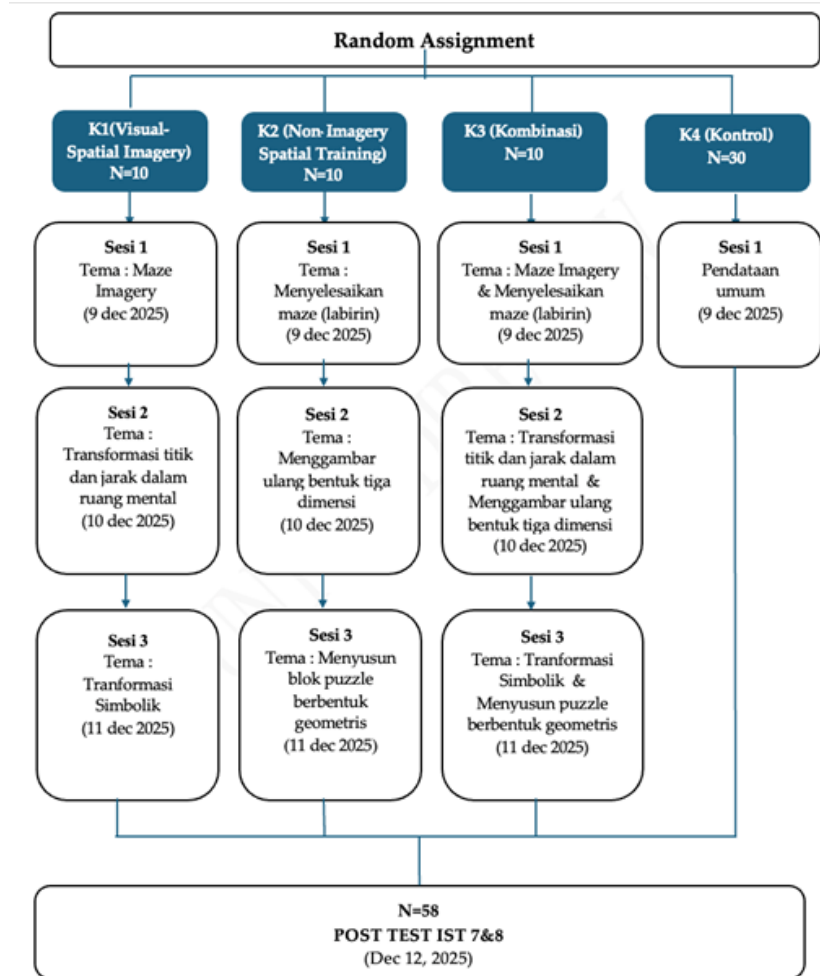
## 2. Metode Penelitian

Studi ini menggunakan desain eksperimental *post-test only* saja untuk mengukur efek pelatihan visual-spasial pada kemampuan spasial sambil menghindari potensi efek pembelajaran dari pra-pengujian. Prosedur penelitian ini mengacu pada prinsip desain eksperimen yang menekankan kontrol variabel dan validitas internal (Hastjarjo, 2011; Shadish et al., 1998). Penelitian ini memiliki tiga variabel utama, yaitu variabel independen, variabel dependen, dan variabel moderator. Variabel independen adalah strategi pelatihan visual-spasial yang dioperasionalkan ke dalam empat kelompok: (1) visual imagery, (2) non-imagery (konkret), (3) kombinasi keduanya, dan (4) kelompok kontrol. Variabel dependen adalah kemampuan spasial, didefinisikan sebagai kapasitas kognitif untuk memproses, memanipulasi, dan

memvisualisasikan hubungan spasial dalam ruang dua dan tiga dimensi. Kemudian, jenis kelamin dimasukkan sebagai variabel moderator. Penelitian ini menggunakan desain between-subjects. Pengukuran dilakukan dengan dua cara. Pertama, yaitu manipulation checks, setelah setiap sesi latihan, hasil tugas partisipan dievaluasi secara objektif melalui skor kinerja pada masing-masing jenis latihan (sesi 1, sesi 2, dan sesi 3). Hal tersebut dilakukan untuk mengkuantifikasi setiap progress intervensi. Kedua, kemampuan spasial diukur pada hari terakhir intervensi menggunakan Intelligence Structure Test (IST), khususnya pada Subtes 7 (Figurenauswahl) dan Subtes 8 (Würfelaufgaben). Alat ukur IST Subtests 7 dan 8, yang masing-masing mengukur konstruksi spasial dua dimensi dan rotasi mental tiga dimensi. Pada Subtes 7 Figurenauswahl (FA), peserta membayangkan dan mengkonstruksi bentuk visual secara dua dimensi (2D) dan memilih potongan-potongan bentuk yang ketika digabungkan akan membentuk suatu pola geometri tertentu. Sedangkan pada subtes 8, mengukur kemampuan peserta untuk mengidentifikasi figur kubus 3D yang diputar relatif berdasarkan derajat tertentu dan diproses dalam ruang mental. Instrumen ini dipilih karena validitasnya dalam menilai kemampuan visual-spasial.

Peserta awalnya terdiri dari 60 mahasiswa sarjana (berusia 19-26 tahun) dari sebuah universitas di Bekasi, Indonesia, yang direkrut melalui purposive sampling. Selama fase implementasi intervensi, jumlah peserta dalam kelompok percobaan tetap konstan pada 30 orang. Namun, pada tahap pasca tes, satu peserta dari kelompok tiga (K3) tidak dapat hadir, sehingga jumlah peserta dalam kelompok eksperimen berkurang menjadi 29 orang. Untuk menjaga keseimbangan antara kelompok eksperimental dan kelompok kontrol, satu peserta dari kelompok kontrol kemudian digugurkan dari analisis. Alhasil, jumlah akhir peserta yang dianalisis dalam penelitian ini berjumlah 58 orang, terdiri dari 29 peserta kelompok eksperimen dan 29 peserta dalam kelompok kontrol.

Siswa dari latar belakang teknik dan matematika dikecualikan untuk meminimalkan bias terkait pengalaman spasial sebelumnya. Peserta secara acak ditugaskan ke empat kelompok. Karena gesekan, sampel akhir mencakup 58 peserta (29 eksperimental, 29 kontrol). Kriteria inklusi termasuk penglihatan normal, tidak ada gangguan neurologis atau kognitif, dan tidak ada pengalaman pelatihan visual-spasial sebelumnya. Peserta secara acak dibagi menjadi empat kelompok: K1 (citra), K2 (non-citra), K3 (gabungan), dan K4 (kontrol). Setiap kelompok eksperimen terdiri dari 10 peserta. Intervensi dilakukan selama tiga sesi dalam satu minggu. Sesi K1 dan K2 berlangsung sekitar 30-45 menit, sedangkan sesi K3 berlangsung sekitar 60 menit untuk mengakomodasi pelatihan gabungan. Kelompok kontrol tidak menerima intervensi apa pun dan hanya berpartisipasi dalam post-test. Berikut diagram diagram alur eksperimental dalam visual:



Sumber: Data Primer (2025)

Gambar 1. Diagram alur desain eksperimen

Pada Kelompok 1 (K1), yaitu *Visual-Spatial Imagery* (K1). Ada 3 tema intervensi yang berbeda dengan tujuan yang sama, yaitu melatih keterampilan spasial. Pada Sesi 1 *Maze imagery*, Peserta secara mental membayangkan rute di labirin, menentukan arah, belokan, belokan dan posisi akhir tanpa menggunakan media fisik. Sesi 2 mengubah titik dan jarak dalam ruang mental, yaitu dengan memvisualisasikan perpindahan titik dan perubahan jarak dalam ruang dua atau tiga dimensi grid 4x4. Sesi 3. Tebak urutan huruf dan posisi dalam kalimat menggunakan aritmatika mental. Peserta diberikan serangkaian huruf atau kata dan diminta untuk memanipulasi mental urutan huruf berdasarkan instruksi aritmatika simbolis. Instruksi diberikan dalam bentuk operasi sederhana yang berkorelasi dengan arah pergerakan huruf. "Tambah" ( + ) berarti memajukan satu posisi ke kanan, "Kurang" ( - ) berarti memindahkan satu posisi kembali ke kiri, "Waktu" ( x ) mengalikan langkah sesuai dengan nilai yang dinyatakan dan "Bagi" ( : ) membagi posisi awal dengan n, jika hasilnya adalah angka desimal, maka dibulatkan ke atas. Peserta secara mental menghitung urutan posisi huruf dan

menentukan huruf yang dimaksud sesuai dengan hasil transformasi aritmatika dan kemudian mengubah urutannya berdasarkan logika spasial.

Kelompok 2 (K2), Non-imagery. Kelompok ini menerima pelatihan non-citra spasial, yang berfokus pada manipulasi objek spasial secara fisik dan konkret, tanpa menggunakan imajinasi mental. Peserta menyelesaikan tugas berdasarkan persepsi visual langsung dari rangsangan yang terlihat. Seperti tugas spasial praktis, antara lain, (1) menyelesaikan labirin (2) menggambar ulang bentuk tiga dimensi (3D) berdasarkan contoh gambar yang diberikan dan (3) menyusun blok puzzle berbentuk geometris. Selama pelaksanaan intervensi, peserta tidak diberi instruksi untuk membayangkan bentuk atau rotasi secara mental, hanya diarahkan untuk menyelesaikan tugas berdasarkan persepsi langsung dari rangsangan visual yang ada.

Kelompok 3 (K3) Kelompok ini menerima intervensi yang merupakan penggabungan latihan K1 (*Visual-Spatial Imagey*) dan K2 (*Non-Imagery*). Sementara itu, kelompok kontrol tidak mendapatkan intervensi apapun selama masa pelatihan. Pada sesi pertama, kelompok ini hanya menjalani proses pendataan administrasi untuk keperluan identifikasi peserta. Setelah itu, peserta kontrol dijadwalkan hanya mengikuti sesi pengukuran akhir kemampuan spasial (post-test) menggunakan alat ukur yang sama dengan kelompok eksperimen (IST Subtest 7 dan 8). Kelompok ini hanya untuk perbandingan untuk melihat sejauh mana perubahan skor pada kelompok eksperimen disebabkan oleh intervensi yang diberikan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik demografis peserta dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Secara umum, tidak terdapat perbedaan mencolok antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dalam hal usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, maupun bidang studi. peserta berasal dari berbagai latar belakang yang bervariasi pada masing-masing kelompok.

Tabel 1. Karakteristik Responden (N=60)

Karakteristik	Grup Eksperimen N=30 n, (%)	Grup Kontrol N=30 n, (%)	p.value p <.05
Usia			
19-26	19-23	19-26	-
Jenis Kelamin			
Pria (30)	15 (50)	15 (50)	-
Wanita (30)	15 (50)	15 (50)	-
Pendidikan			
Status saat ini	Mahasiswa (100)	Mahasiswa (100)	
Tingkat pendidikan	Sarjana S1 (100)	Sarjana S1 (100)	
Bidang Studi			
Komunikasi	12 (40)	9 (30)	-
Hukum	8 (26,7)	12 (40)	-
Psikologi	2 (6,7)	7 (23,3)	-
Pendidikan	3 (10)	2 (6,7)	-

Manajemen & Bisnis	5 (16,7)	-	-
--------------------	----------	---	---

Notes. Karakteristik demografis disajikan secara deskriptif, tidak ada pengujian statistik inferensial yang dilakukan pada variabel demografis

Sumber: Data Primer (2025)

Hasil analisis statistik nonparametrik disajikan pada Tabel 2. Pengujian perbedaan antar kelompok dilakukan menggunakan uji Kruskal–Wallis, yang kemudian dilanjutkan dengan uji post hoc Dunn dengan koreksi Holm. Hasil manipulation check pada kondisi non-imagery dan visual imagery menunjukkan variasi nilai statistik antar kelompok dan sesi. Berdasarkan hal tersebut, analisis pada IST Subtes 7 dan Subtes 8 memberikan bukti adanya perbedaan nilai statistik antar kelompok berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan.

Tabel 2. Ringkasan analisis statistik nonparametrik manipulation check dan post-test

Variable measures	Eksperimen group N=29	Control group N=29	Statistik $\chi^2$	p.value p <.05	Rank $\eta^2$	rrb
Manipulation check (Non imagery)						
Sesi 1-3						
	K2 (10)	-	$\chi^2F = 6.643$	.036		
	K3 (10)	-	$\chi^2F = 12.38$	.002		
Jenis kelamin	K2 vs K3 (20)	-	$\chi^2H = 21.631$	<.001		
Kelompok	K2 vs K3 (20)	-	$\chi^2H = 1.854$	.173		
	K2 vs K3 (20)	-	$\chi^2H = 0.632$	.427		
Manipulation check (Visual imagery)						
Sesi 1-3						
	K1 (10)	-	$\chi^2F = 13.87$	<.001		
	K3 (10)	-	$\chi^2F = 13.47$	.001		
	K1 vs K3 (20)	-	$\chi^2H = 19.905$	<.001		
Jenis Kelamin	K1 vs K3 (20)	-	$\chi^2H = 1.501$	.221		
Kelompok	K1 vs K3 (20)	-	$\chi^2H = 15.419$	.001		
IST Subtest 7						
Kelompok	K1 (10)	Control (29)	$\chi^2H = 47.227$	<.001	0.819	
	K2 (10)					
	K3 (9)					
Jenis Kelamin	K1, K2, K3 (29)	Control (29)	$\chi^2H = 0.118$	.731	0.000	
Dunn's Post Hoc Analysis						
	K1 vs K2 (20)			.473 (holm)		0.505
	K1 vs K3 (20)			.375 (holm)		0.856
	K1 vs Control (39)			<.001*** (holm)		-1.000
	K2 vs K3 (39)			.131 (holm)		0.922
	K2 vs Control (39)			.001** (holm)		-1.000
	K3 vs Control (38)			.001*** (holm)		-1.000

IST Subtest 8					
Kelompok	K1 (10)	Control (29)	$\chi^2H = 47.137$	<.001	0.817
	K2 (10)				
Jenis kelamin	K3 (9)				
<i>Dunn's Post Hoc Analysis</i>	K1, K2, K3 (29)	Control (29)	$\chi^2H = 0.451$	.502	0.000
	K1 vs K2 (20)			.216 (holm)	-0.99
	K1 vs K3 (20)			.354 (holm)	0.774
	K1 vs Control (39)			<.001*** (holm)	-0.997
	K2 vs K3 (39)			.038* (holm)	1.000
	K2 vs Control (39)			.014* (holm)	-0.924
	K3 vs Control (38)			<.001*** (holm)	-1.000

Sumber: Hasil Analisis Pengolahan Data Primer (2025)

### 3.1. Hasil Manipulation Check

#### 3.1.1. Non-Imagery (Concrete Practice K2 & K3)

Uji normalitas menunjukkan nilai  $p < .05$ , yang mengindikasikan bahwa asumsi normalitas tidak terpenuhi. Oleh karena itu, analisis inferensial dilakukan menggunakan uji non-parametrik Kruskal–Wallis untuk menguji pengaruh kelompok eksperimen (K2 vs K3), gender, dan sesi pengukuran terhadap skor progress penalaran spasial pada kondisi non-imagery (concrete practice). Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh utama kelompok yang signifikan,  $\chi^2(1) = 0.632$ ,  $p = .427$ , bahwa distribusi skor penalaran spasial konkret antara kelompok K2 dan K3 tidak berbeda. Selain itu, pengaruh utama gender juga tidak signifikan,  $\chi^2(1) = 1.854$ ,  $p = .173$ , sehingga tidak ditemukan perbedaan skor yang konsisten antara peserta laki-laki dan perempuan pada tahap pengukuran intervensi.

#### 3.1.2. Visual Imagery (K1 & K3)

Pengujian awal menunjukkan bahwa data pada kelompok K1 dan K3 selama fase intervensi tidak didistribusikan secara normal ( $p < 0,01$ ), sehingga pendekatan nonparametrik digunakan dalam analisis. Pada hasil uji Kruskal-Wallis, terdapat perbedaan skor penalaran spasial antar sesi,  $H(2) = 19,905$ ,  $p < 0,001$ . Kemampuan peserta berubah secara sistematis seiring berjalannya sesi, mencerminkan efek adaptasi dan pembelajaran selama intervensi citra visual. Selain itu, terdapat perbedaan antara kelompok antara K1 dan K3,  $H(1) = 15.419$ ,  $p < 0,001$ . Di sisi lain, variasi skor tidak berbanding lurus dengan faktor gender,  $H(1) = 1,501$ ,  $p = 0,221$ . Hal ini menegaskan bahwa dinamika perubahan skor dalam kondisi citra visual hanya ditentukan oleh efek latihan dan pengembangan antar-sesi serta karakteristik kelompok, tanpa indikasi langsung dari pengaruh perbedaan gender.

### 3.2. Reliabilitas

Tabel 3. Analisis Statistik Intervensi Kelompok Eksperimen (Sesi 1,2,3)

Coefficient	Estimate
Coefficient $\alpha$	0.706

Guttman's $\lambda^2$	0.707
Mean	13.717
Variance	194.274

Sumber: Data Primer (2025)

Pengukuran intervensi memiliki tingkat keandalan internal yang cukup memadai. Nilai alfa Cronbach  $\alpha = 0,706$ . Perkiraan reliabilitas selanjutnya menggunakan lambda-2 Guttman menunjukkan koefisien yang sedikit setara, yaitu  $\lambda^2 = 0,707$ , kedua estimasi analisis instrumen memiliki nilai reliabilitas yang cukup untuk menunjukkan konsistensi internal.

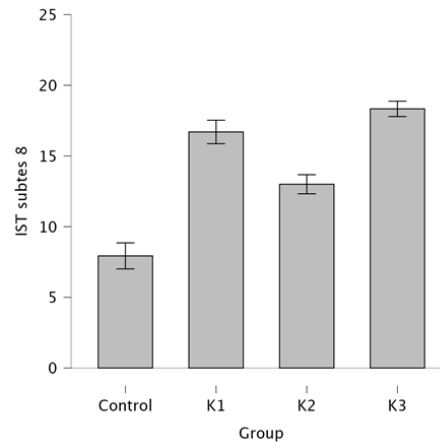
### 3.3. Hasil Post-Test

#### 3.3.1. IST Subtest 7

Karena data skor IST Subtest 7 tidak memenuhi asumsi normalitas, maka analisis perbedaan antar kelompok dilakukan dengan menggunakan uji nonparametrik. Hasil analisis menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antar kelompok,  $\chi^2(3) = 47,227$ ,  $p < ,001$ , dengan ukuran efek yang sangat besar (peringkat  $\eta^2 = 0,819$ , 95% CI [0,801, 0,848]). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan kelompok menjelaskan proporsi varians peringkat skor dominan, sehingga menunjukkan bahwa intervensi yang diberikan memiliki pengaruh yang kuat terhadap kinerja penalaran spasial pada pengukuran akhir Subtes 7. Sebaliknya, faktor jenis kelamin tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan pada skor Subtest 7,  $\chi^2(1) = 0,118$ ,  $p = 0,731$ , dengan ukuran efek (peringkat  $\eta^2 = 0,000$ ). Bahwa kinerja peserta dalam subtes ini relatif konsisten terlepas dari perbedaan gender. Untuk mengidentifikasi pasangan kelompok yang berbeda secara signifikan, tes tindak lanjut Dunn dengan koreksi Holm dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua kelompok eksperimen memiliki skor yang jauh lebih tinggi daripada kelompok kontrol ( $p < ,001$ ). Namun, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara semua kelompok percobaan (K1, K2, K3) ( $p_{\text{holm}} = >0,05$ ). Meskipun perbandingan K2 dan K3 menunjukkan nilai  $p$  yang tidak disesuaikan di bawah 0,05 ( $p = 0,044$ ), perbedaannya tidak lagi signifikan setelah penyesuaian Holm ( $p_{\text{holm}} = 0,131$ ). Dengan demikian, baik citra visual maupun metode intervensi spasial konkret memiliki dampak yang relatif sama pada kinerja peserta dalam Subtest 7 IST.

#### 3.3.2. IST Subtest 8

Dengan mempertimbangkan bahwa distribusi skor IST Subtest 8 menyimpang dari normalitas, evaluasi perbedaan kinerja antar kelompok dilakukan melalui pendekatan nonparametrik. Hasil pengujian mengungkapkan bahwa ada perbedaan yang sangat signifikan pada kelompok,  $\chi^2(3) = 47,137$ ,  $p < ,001$ , disertai dengan besarnya efek (peringkat  $\eta^2 = 0,817$ , 95% CI [0,762, 0,863]). Temuan ini menunjukkan bahwa variasi kinerja peserta pada Subtes 8 secara substansial dipengaruhi oleh perbedaan perlakuan yang diterima. Analisis tambahan menunjukkan bahwa jenis kelamin atau jenis kelamin secara signifikan tidak koheren dengan pencapaian skor Subtes 8 ( $\chi^2(1) = 0,451$ ,  $p = 0,502$ ). Oleh sebab itu, perbedaan kinerja yang diamati dalam subtes ini tidak dapat dijelaskan oleh faktor gender



Sumber: Histogram Data Primer (2025)

Gambar 2. Bar Plot IST Subtest 8

Tahap berikutnya, untuk mengidentifikasi pasangan kelompok yang berkontribusi pada perbedaan spesifik, tes post-hoc dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua kelompok percobaan menunjukkan skor yang lebih tinggi secara konsisten daripada kelompok kontrol (Lihat gambar 2). Di sisi lain, pola perbandingan antar kelompok perlakuan tidak sepenuhnya homogen. Perbedaan yang signifikan pada kelompok percobaan hanya terdeteksi antara kelompok K2 dan K3 ( $p_{\text{holm}} = 0,038$ ). Sebaliknya, perbandingan antara K1 dan K2, serta K1 dan K3, tidak menunjukkan perbedaan statistik ( $p_{\text{holm}} >,05$ ). Namun, perbedaan pada masing-masing kelompok eksperimen dan kontrol secara statistik signifikan ( $p = <0,05$ ). Analisis ini menunjukkan bahwa efek intervensi pada Subtest 8 bersifat diferensial dan tidak seragam di seluruh kelompok percobaan.

### 3.4. Diskusi dan Pembahasan

Terdapat diferensiasi performa yang sangat jelas antar kelompok, dengan ukuran efek yang sangat besar pada kedua subtes IST. Besarnya proporsi varians yang dapat dijelaskan oleh faktor perlakuan yang mengindikasikan bahwa manipulasi eksperimen yang diimplementasikan berperan dominan dalam membentuk outcome kognitif, melampaui variasi individual yang umumnya inheren pada kemampuan spasial. Secara substantif, seluruh kelompok eksperimen mempunyai performa yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol dan berbeda secara statistik ( $p = <.005$ ). Yang menyatakan bahwa exposure terhadap aktivitas pelatihan spasial secara sistematis memfasilitasi peningkatan efisiensi pemrosesan visual-spasial. Efektivitas intervensi visual-spasial bersifat task-dependent. Pada IST Subtes 7, tidak ditemukan perbedaan signifikan antar kelompok eksperimen (K1, K2, dan K3), bahwa ketiga pendekatan pelatihan menghasilkan tingkat performa yang relatif kongruen pada tugas yang menuntut pemrosesan spasial dua dimensi. Subtes ini menuntut kemampuan untuk melakukan dekomposisi dan rekonstruksi figur geometris, serta mengintegrasikan hubungan spasial antar elemen untuk membentuk representasi objek yang koheren. Alhasil, baik mental imagery

maupun manipulasi konkret (non-imagery) secara independen tampak homogen dalam pembentukan representasi spasial.

Perbedaan antar kelompok eksperimen hanya termanifestasi pada IST Subtes 8, khususnya antara kelompok non-imagery (K2) dan kelompok gabungan (K3), yang menuntut integrasi spasial tiga dimensi dan rotasi mental yang lebih kompleks. Keunggulan K3 tidak sepenuhnya dapat dijelaskan oleh durasi latihan yang lebih panjang, karena jika durasi menjadi faktor utama, maka perbedaan seharusnya konsisten pada seluruh subtes. Namun, tidak ditemukan perbedaan pada Subtes 7 ( $p = >.005$ ), sehingga penambahan waktu latihan tidak memberikan kontribusi yang krusial. Dalam konteks ini, kombinasi *visual imagery* dan manipulasi spasial konkret pada K3 memungkinkan pembentukan representasi spasial yang lebih robust, namun spesifik pada Subtes 8. Disparitas performa tersebut merefleksikan integrasi sistem visual dan sensorimotor yang lebih efektif, terutama ketika peserta dihadapkan pada tuntutan transformasi spasial tingkat tinggi dalam ruang tiga dimensi. Lebih lanjut, transformasi simbolik pada sesi 3 untuk K1 dan K3 yang melibatkan operasi aritmetika mental tetap beroperasi dalam kerangka representasi spasial terorganisasi, di mana aritmetika berfungsi sebagai aturan transformasional untuk memanipulasi posisi dan relasi simbol, bukan sebagai sumber utama peningkatan performa. Hasil numerik tidak diproses sebagai informasi abstrak, melainkan langsung dipetakan ke dalam perubahan posisi dalam ruang visual. Intervensi yang diberikan tetap koheren dengan mekanisme mental imagery dan tidak dapat dijelaskan sebagai efek peningkatan working memory semata.

Kedua bentuk intervensi kemungkinan besar mengaktivasi mekanisme kognitif yang tumpang tindih dan paralel, termasuk pemrosesan visuo-konstruktif, kapasitas spatial working memory, dan transformasi relasional antar komponen spasial. Implikasinya, efektivitas relatif dari masing-masing intervensi tampaknya tidak bersifat universal, melainkan terkodifikasi pada karakteristik tugas spesifik, khususnya pada tuntutan representasional dan tingkat abstraksi spasial yang dominan dalam subtes yang diukur. Berdasarkan hal tersebut, perbedaan implikasi intervensi lebih tepat dipahami sebagai *task-specific sensitivity*. Analisis berikutnya, tidak adanya diferensiasi signifikan menunjukkan bahwa paparan pelatihan yang sistematis mendorong konvergensi variabilitas performa yang sebelumnya bergantung pada gender. Perbedaan gender dalam kemampuan spasial yang merupakan hasil evolusi panjang dan bersifat kontekstual, dapat diminimalisasi melalui pelatihan. Hal ini merefleksikan tingginya plastisitas kognitif, di mana stimulus yang terstruktur mampu memodulasi dan meningkatkan kemampuan kognitif sesuai konteks intervensi. Dari sisi praktis, hasil penelitian ini menggarisbawahi potensi pelatihan visual-spasial sebagai intervensi kognitif yang memiliki nilai aplikatif dalam konteks pendidikan tinggi, khususnya bagi populasi mahasiswa yang tidak secara intensif terpapar tuntutan spasial dalam kurikulum akademiknya.

Terlepas dari temuan yang diperoleh, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan metodologis. Pertama, desain pengukuran *post-test only* tidak memungkinkan kontrol terhadap perbedaan kemampuan spasial awal antar peserta. Meskipun terdapat pengukuran antar sesi

untuk memantau progres inkremental, data tersebut tidak berfungsi sebagai baseline, dan kemungkinan terdapat diskontinuitas kemampuan awal antar kelompok yang tidak dapat diabaikan. Kedua, durasi penelitian yang singkat membatasi penggunaan IST secara berulang karena berisiko menimbulkan efek latihan dan memori yang dapat mengaburkan efek intervensi. Oleh karena itu, pre-test tidak digunakan, dan pengukuran antar sesi difokuskan untuk memantau perkembangan, sementara IST digunakan sebagai indikator hasil akhir. Ketiga, penelitian ini tidak mengevaluasi keberlanjutan efek pelatihan dalam jangka panjang, sehingga belum dapat dipastikan apakah peningkatan performa bersifat temporal atau persisten. Meskipun demikian, keterbatasan ini membuka peluang penelitian lanjutan untuk menggunakan desain longitudinal, mengeksplorasi variabel moderator, serta menguji kembali kemampuan spasial dalam periode follow-up.

#### **4. Kesimpulan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelatihan visual-spasial secara signifikan meningkatkan performa kemampuan spasial pada IST Subtes 7 dan 8 pada post-test. Seluruh kelompok intervensi (*visual imagery*, *non-imagery*, dan *mix*) memperoleh skor lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol dengan ukuran efek besar, yang mengindikasikan efektivitas pelatihan dalam meningkatkan penalaran dan pemrosesan spasial. Namun, perbedaan antar kelompok eksperimen hanya muncul pada Subtes 8, khususnya antara K2 dan K3 ( $p < 0,05$ ), sedangkan pada Subtes 7 tidak ditemukan perbedaan signifikan, di mana kedua pendekatan intervensi memberikan dampak yang sebanding. Selain itu, tidak ditemukan pengaruh gender terhadap hasil pada kedua subtes. Secara umum, hipotesis pertama didukung secara parsial, hipotesis kedua tidak sepenuhnya terkonfirmasi karena efek antar kelompok hanya terjadi pada Subtes 8, dan hipotesis ketiga didukung sepenuhnya. Berdasarkan keseluruhan temuan, pelatihan visual-spasial efektif dalam meningkatkan kemampuan spasial mahasiswa, namun efeknya bersifat selektif dan bergantung pada karakteristik tugas yang diukur.

#### **Daftar Pustaka**

- Atit, K., Power, J. R., Veurink, N., Uttal, D. H., Sorby, S., Panther, G., Msall, C., Fiorella, L., & Carr, M. (2020). Examining the role of spatial skills and mathematics motivation on middle school mathematics achievement. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S40594-020-00234-3/FIGURES/1>
- Brooks, M. (2022). *Michael Brooks - The Maths That Made Us: How Numbers Created Civilisation*.
- Geer, E. A., Quinn, J. M., & Ganley, C. M. (2019). Relations between spatial skills and math performance in elementary school children: A longitudinal investigation. *Developmental Psychology*, 55(3), 637–652. <https://doi.org/10.1037/DEV0000649>
- Georgopoulos, A. P., Lurito, J. T., Petrides, M., Schwartz, A. B., & Massey, J. T. (1989). Mental rotation of the neuronal population vector. *Science (New York, N.Y.)*, 243(4888), 234–236.

- <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.2911737>
- Hastjarjo, D. T. (2011). Validitas Eksperimen. *Buletin Psikologi*, 19(2), 70–80.
- Hötting, K., Holzschneider, K., Stenzel, A., Wolbers, T., & Röder, B. (2013). *Effects of a cognitive training on spatial learning and associated functional brain activations*. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-14-73>
- Khooshabeh, P., Hegarty, M., & Shipley, T. F. (2013). Individual Differences in Mental Rotation. *Https://Doi.Org/10.1027/1618-3169/A000184*, 60(3), 164–171. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/A000184>
- Kosslyn, S. M. (1975). Information representation in visual images. *Cognitive Psychology*, 7(3), 341–370. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(75\)90015-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(75)90015-8)
- Kosslyn, S. M., Ball, T. M., & Reiser, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4(1), 47–60. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.4.1.47>
- Lövdén, M., Schaefer, S., Noack, H., & Christian, N. (2012). Spatial navigation training protects the hippocampus against age-related changes during early and late adulthood. *NBA*, 33(3), 620.e9-620.e22. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2011.02.013>
- Maier, P. H. (1998). Annual Conference of Didactics of Mathematics. In *Spatial geometry and spatial ability-how to make solid?*
- Mix, K. S., Levine, S. C., Cheng, Y. L., Young, C. J., Hambrick, D. Z., & Konstantopoulos, S. (2017). The Latent Structure of Spatial Skills and Mathematics: A Replication of the Two-Factor Model. *Journal of Cognition and Development*, 18(4), 465–492. <https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1346658>
- Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 102–111. <https://doi.org/10.1111/J.1751-228X.2010.01089.X>
- Newcombe, N. S., Uttal, D. H., & Sauter, M. (2013). Spatial development. *Oxford University Press*, 1, 564–590.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (1998). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701–703. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.171.3972.701>
- Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial Thinking and STEM Education: When, Why, and How? *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory*, 57, 147–181. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394293-7.00004-2>
- Weber, A. M., Bobrowicz, K., Greiff, S., & Leuchter, M. (2024). Mental rotation is supported by block play in boys and girls. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 91, 101630. <https://doi.org/10.1016/J.APPDEV.2023.101630>