

Kemampuan Spasial Siswa SMP Laki-Laki Maskulin dan Perempuan Feminin dalam Memecahkan Masalah Geometri

Siti Suparmi¹, I Ketut Budayasa¹, Rini Setianingsih¹

¹Universitas Negeri Surabaya

*Corresponding Author: rinisetianingsih@unesa.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 Apr 2022

Revised 5 Jun 2022

Accepted 14 Jun 2022

Keywords:

Spatial ability; Gender; Geometri

ABSTRACT

This study aims to describe the spatial ability of masculine male and feminine female students in solving geometric problems. The subjects of this study are one masculine male gender and one feminine female gender junior high school students who had the same mathematical ability. The subject selection was carried out using the Bem Sex Role Inventory instrument and Middle Semester Assessment scores, followed by conducting TPM (Problem Solving Test) and TPM-based interviews. The data collected from the TPM results and TPM-based interviews were then analyzed by applying the following steps: categorization, reduction, data presentation, interpretation, and conclusion. The results showed that subject-1 satisfied five indicators of spatial ability, namely spatial perception, visualization, spatial rotation, spatial relations, and spatial orientation so that it can be said to have high spatial abilities. On the other hand, subject-2 only meets three indicators of spatial ability, namely spatial rotation, spatial relation, and spatial orientation, so it can be said that female students have moderate spatial abilities. It is expected that the results of this study will be useful for future research and the mathematics learning process in schools

© 2022 The Author(s)

Published by JRPM (Jurnal Review Pembelajaran Matematika)

This is an open access article under CC BY-SA license

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

How to cite:

Suparmi, S., Budayasa, I K., Setianingsih, R. (2022). Kemampuan Spasial Siswa SMP Laki-laki Maskulin dan Perempuan Feminin dalam Memecahkan Masalah Geometri. *JRPM (Jurnal Review Pembelajaran Matematika)*, 7(1), 35-54

PENDAHULUAN

Kemampuan spasial dapat diartikan sebagai kemampuan untuk menghasilkan gambaran mental melalui pemikiran individu dan memecahkan masalah praktis atau teoritis (Yang & Chen, 2010). Masalah praktis merupakan masalah yang cenderung mudah untuk dipecahkan, sedangkan masalah teoritis merupakan masalah yang pemecahannya cenderung membutuhkan teori-teori khusus. Lee & Park (2015), menyatakan bahwa kemampuan untuk memvisualisasikan, memahami, dan mengatur hubungan spasial antar objek secara mental disebut kemampuan spasial. Menurut Tambunan (2006), kemampuan spasial merupakan konsep abstrak yang meliputi persepsi spasial yang melibatkan hubungan spasial termasuk

orientasi sampai pada kemampuan yang rumit yang melibatkan manipulasi serta rotasi mental. Kemampuan mengamati tanda yang dipakai sebagai patokan untuk menentukan posisi objek dalam ruang, kemampuan untuk melihat objek dari berbagai sudut pandang, kemampuan untuk memperkirakan jarak antara dua titik, kemampuan membayangkan perputaran objek dalam ruang, dan kemampuan untuk merepresentasikan hubungan spasial dengan memanipulasi secara kognitif disebut kemampuan spasial (Piaget & Inhelder, 1971). Berdasarkan penjelasan-penjelasan para ahli tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa kemampuan spasial adalah kemampuan memvisualisasikan, merotasikan, mengorientasikan, memahami dan mengatur hubungan spasial antar objek secara mental.

Kemampuan spasial memiliki lima indikator yaitu persepsi spasial, visualisasi, rotasi spasial, relasi spasial, dan orientasi spasial (Maier, 1996). Maier menjelaskan bahwa (1) persepsi spasial merupakan kemampuan mental dalam mengamati suatu bangun ruang atau bagian-bagian bangun ruang yang diletakkan dalam posisi vertikal atau horizontal, (2) visualisasi merupakan kemampuan mental dalam memanipulasi gambaran dua-dimensional dan tiga-dimensional, (3) rotasi mental merupakan kemampuan mental dalam memprediksi gambaran bangun ruang pada saat diputar, (4) relasi spasial merupakan kemampuan mental dalam memahami hubungan satu sama lain dari bagian-bagian bangun ruang, dan (5) orientasi spasial merupakan kemampuan mental untuk memprediksi visual bangun ruang bila dilihat dari berbagai sudut pandang.

Menurut Battista (1990) kemampuan spasial merupakan salah satu faktor penting dalam memecahkan masalah geometri. Hal itu didukung oleh Ningsih (2019), yang mengatakan bahwa kemampuan spasial sangat diperlukan untuk memahami materi geometri, yang juga berarti bahwa kemampuan spasial sangat diperlukan untuk memahami masalah geometri. Dalam matematika, masalah geometri dapat diartikan sebagai suatu soal geometri yang tidak mudah dipecahkan oleh seorang siswa. Kurniawan (2019) menyatakan bahwa sebagian siswa SMP masih belum mampu memecahkan masalah geometri. Pendapat yang sama dikatakan Pratiwi & Effendi (2019), yakni bahwa kemampuan pemecahan masalah geometri sebagian siswa SMP masih tergolong rendah.

Adanya hubungan antara kemampuan spasial dan pemecahan masalah geometri, serta kurangnya kemampuan pemecahan masalah siswa SMP membuat penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai kemampuan spasial siswa SMP dalam memecahkan masalah geometri. Dalam penelitian ini dilakukan tinjauan berdasarkan gender, karena menurut penulis, gender memiliki hubungan yang cukup penting dalam kemampuan spasial siswa,

sebagaimana yang dikatakan oleh Yilmaz (2009) bahwa ada beberapa faktor yang akan membuat kemampuan spasial siswa laki-laki dan perempuan berbeda yaitu faktor biologi dan faktor sosial. Faktor biologi yang dimaksud yaitu berkaitan dengan perbedaan hormon androgen antara siswa laki-laki dan perempuan. Sedangkan faktor sosial yang dimaksud adalah cara bermain dan kebiasaan antara siswa laki-laki dan perempuan yang berbeda, misalnya, laki-laki sering menggunakan permainan yang dapat mengembangkan kemampuan spasial seperti permainan balok, dll, sedangkan perempuan sering menggunakan permainan boneka, dll.

Gender memiliki arti yang cukup luas, tidak hanya sekedar laki-laki dan perempuan. Torgrimson dan Minson (2005) menyatakan bahwa dalam sosiologi, gender digambarkan sebagai suatu harapan yang dikaitkan dengan laki-laki dan perempuan dalam masyarakat tertentu. Selain itu, dikatakan juga bahwa gender dapat dianggap sebagai karakter budaya, psikologi, atau perilaku yang seringkali dihubungkan pada satu jenis kelamin (sex). Gender adalah konstruksi sosial, bukan biologis, dan bervariasi dengan peran, norma, dan nilai dari masyarakat atau era tertentu. Mampu melahirkan anak pada dasarnya adalah fungsi biologi, sementara ekspektasi tentang keharusan untuk melahirkan anak, sifat menjadi orang tua, atau status yang terkait dengan menjadi seorang ibu lebih terkait erat dengan peran dan ekspektasi gender (Philip, 2005). Dalam gender terdapat pelabelan, yaitu feminin dan maskulin. Feminin adalah suatu sifat atau perilaku, kepribadian, dan ekspresi konvensional yang cenderung dimiliki oleh jenis kelamin perempuan, seperti cantik, lemah lembut dan anggun, sedangkan maskulin adalah suatu sifat atau perilaku, kepribadian, dan ekspresi secara konvensional yang cenderung dimiliki oleh jenis kelamin laki-laki, seperti perkasa dan kuat (Leaper, 1995).

Pada umumnya siswa laki-laki cenderung memiliki gender maskulin dan siswa perempuan cenderung memiliki gender feminin. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diteliti kemampuan spasial siswa laki-laki maskulin dan perempuan feminin dalam memecahkan masalah geometri. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan spasial siswa SMP laki-laki maskulin dan perempuan feminin dalam memecahkan masalah geometri. Dari hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan untuk peneliti lainnya yang akan mengangkat topik yang sama dengan penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif, yang menggunakan subjek satu siswa SMP laki-laki maskulin dan satu siswa SMP perempuan feminin yang memiliki kemampuan

matematika setara. Alasan dari pemilihan subjek yang berjumlah satu pada tiap kategori adalah menghindari interaksi dengan terlalu banyak siswa, mengingat penelitian dilakukan secara tatap muka dan masih berlangsungnya pandemi covid-19. Subjek penelitian tersebut dipilih melalui langkah-langkah sebagai berikut: (1) memilih sekelompok siswa, (2) memberikan tes maskulinitas dan femininitas dengan menggunakan instrumen BSRI (*Ben Sex Role Inventory*) yang diadopsi dari disertasi (Sanuri, 2020), (3) mengelompokkan siswa dalam kategori maskulin dan feminin, (4) melihat nilai PTS (Penilaian Tengah Semester), dan (5) memilih satu siswa laki-laki maskulin dan satu siswa perempuan feminin dengan kemampuan matematika setara berdasarkan hasil tes BSRI dan nilai PTS.

Setelah subjek terpilih, subjek diminta mengerjakan TPM (Tes Pemecahan Masalah) yang berbentuk soal pilihan ganda dan isian, dilanjutkan dengan wawancara berbasis TPM. Oleh karena itu, untuk keperluan pengumpulan data, dalam penelitian ini digunakan tiga instrumen bantu, yaitu BSRI, TPM, dan pedoman wawancara, sedangkan instrumen utamanya adalah penulis/peneliti sendiri. Dua instrumen bantu yaitu TPM dan pedoman wawancara telah divalidasi oleh dua ahli matematika. Mengacu pada indikator yang dikemukakan oleh Maier (1996), indikator kemampuan spasial yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Indikator Penelitian

Indikator	Aktivitas
Persepsi spasial	<ul style="list-style-type: none"> - Mengamati dan menentukan secara mental, bentuk suatu bangun geometri atau bagian-bagian bangun geometri yang diletakkan dalam posisi vertikal atau horizontal. - Menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam mengamati dan menentukan bentuk suatu bangun geometri atau bagian-bagian bangun geometri yang diletakkan dalam posisi vertikal atau horizontal.
Visualisasi	<ul style="list-style-type: none"> - Membentuk bangun geometri secara mental, jika disajikan jaring-jaring dari bangun geometri tersebut - Menjelaskan secara logis tentang langkah yang diambil dalam memanipulasi atau membentuk bangun geometri, jika disajikan jaring-jaring dari bangun runag sisi datar tersebut.
Rotasi mental	<ul style="list-style-type: none"> - Memutar secara mental sebuah bangun geometri. - Menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam mengidentifikasi gambar ketika diputar.
Relasi spasial	<ul style="list-style-type: none"> - Menentukan hubungan-hubungan dari bangun geometri. - Menjelaskan secara logis langkah yang diambil dalam menentukan hubungan-hubungan dari bangun ruang sisi datar.
Orientasi spasial	<ul style="list-style-type: none"> - Memprediksi bentuk bangun geometri bila dilihat dari berbagai sudut pandang. - Menjelaskan secara logis tentang langkah yang diambil dalam memprediksi bentuk bangun geometri bila dilihat dari berbagai sudut pandang

TPM dilakukan beberapa kali dengan bentuk soal yang sama dan pilihan jawaban yang di acak, hal ini bertujuan untuk mendapatkan data yang kredibel. Teknik yang digunakan dalam mengukur kredibilitas data adalah triangulasi waktu, yang artinya, pemberian tes dan

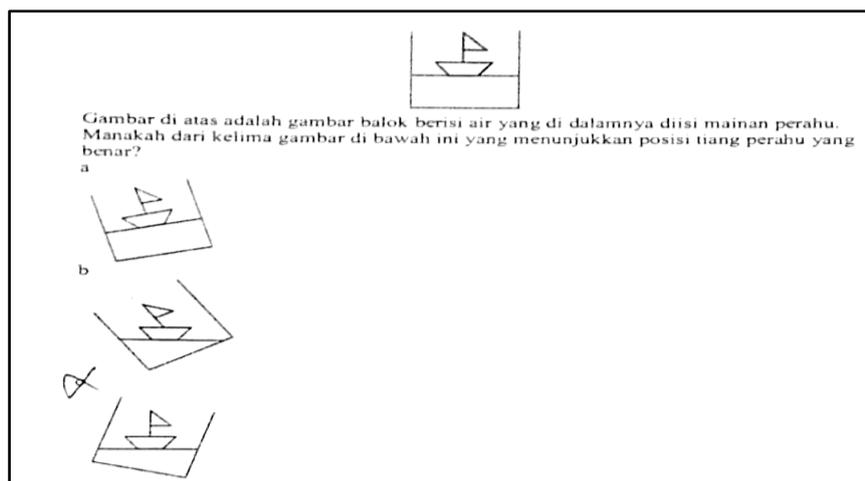
wawancara ke-1 dan ke-2 dilakukan pada waktu yang berbeda yaitu selang waktu satu hari. Setelah data dinyatakan kredibel, yaitu ketika hasil tes dan wawancara 1 dengan hasil tes dan wawancara 2 konsisten, kemudian data dianalisis, menggunakan teknik sebagai berikut: (1) mengkategorisasikan data sesuai indikator, (2) mereduksi data, (3) menyajikan data, (4) menafsirkan (menginterpretasi) data, dan (5) menarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis TPM dan wawancara berbasis TPM diperoleh kemampuan spasial Subjek-1 (siswa laki-laki maskulin) dan Subjek-2 (siswa perempuan feminin) yang diuraikan berikut ini.

Kemampuan Spasial Subjek-1 (Siswa Laki-laki Maskulin)

Kemampuan spasial pada subjek-1 dijelaskan per indikator. Pertama adalah kemampuan spasial pada indikator persepsi spasial. Di bawah ini adalah hasil TPM indikator persepsi spasial.



Gambar 1. Hasil TPM Persepsi Spasial Subjek-1

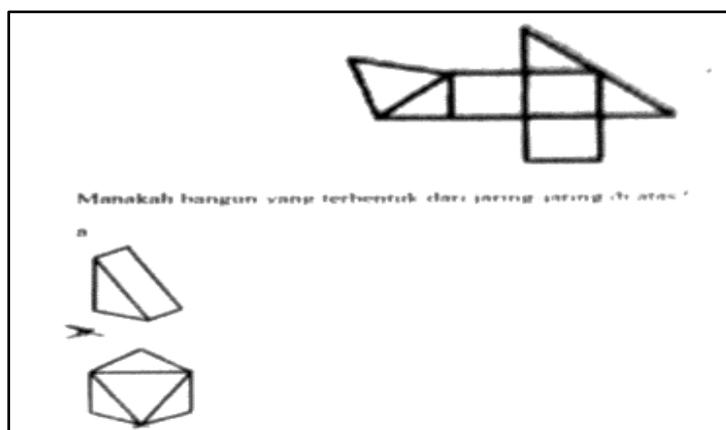
Dari Gambar 1 dapat dikatakan bahwa subjek-1 secara mental mampu mengamati dan menentukan bentuk suatu bangun ruang atau bagian-bagian bangun ruang yang diletakkan dalam posisi vertikal atau horizontal. Hal itu terlihat dari jawaban yang dipilih subjek-1 adalah jawaban yang benar. Selain hal tersebut melalui wawancara berbasis TPM subjek-1 juga mampu memberikan penjelasan secara logis mengenai langkah-langkah yang diambil dalam mengamati dan menentukan bentuk bangun ruang atau bagian-bagian bangun ruang tersebut, yaitu langkah awal yang diambil adalah dengan memahami soal dan menggunakan pengetahuannya terkait sifat dari bagian-bagian bangun.

Salah satu bagian bangun yang dijadikan patokan untuk menentukan jawaban yang

benar adalah air dalam bangun. Subjek-1 berpikir mengenai sifat air yang selalu memiliki permukaan datar meskipun diletakkan dalam wadah yang miring. Dari pemikiran tersebut subjek-1 dapat mengetahui bahwa gambar yang benar ditunjukkan oleh bangun yang tetap memiliki permukaan air datar meskipun dimiringkan. Selain hal tersebut, subjek-1 juga memperhatikan bagian-bagian bangun lainnya seperti bentuk tiang dan bendera. Dengan mengetahui permukaan air yang tetap datar subjek-1 dapat menemukan bahwa bentuk tiang bendera yang benar adalah tetap lurus.

Prastyo (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa subjek penelitiannya yaitu siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi, sedang, dan rendah mempunyai kemampuan persepsi spasial atau secara mental mampu mengamati dan menemukan bentuk dan bagian-bagian dari bangun yang berada dalam posisi vertikal maupun horizontal. Selain itu, Fatmahanik (2021) juga menyatakan hal yang sama bahwa laki-laki memiliki kemampuan persepsi spasial. Dalam penelitian ini subjek-1 memiliki kemampuan matematika yang sedang sehingga dapat dikatakan bahwa penelitian ini memiliki hasil yang sama dengan penelitian Prastyo dan Fatmahanik.

Indikator kedua adalah indikator visualisasi. Di bawah ini hasil TPM indikator visualisasi.



Gambar 2. Hasil TPM Visualisasi Subjek-1

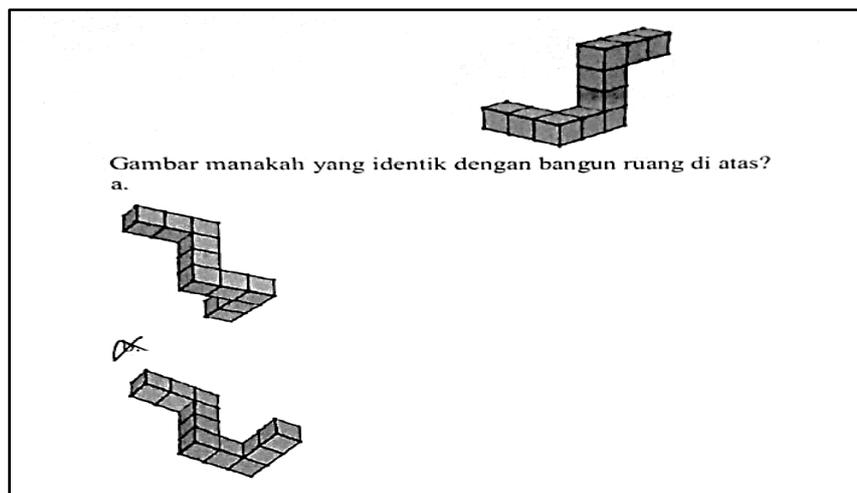
Gambar 2 menunjukkan bahwa subjek-1 mampu membentuk bangun ruang, jika disajikan jaring-jaring bangun ruang tersebut. Hal itu ditunjukkan oleh jawaban yang dipilih subjek-1 adalah jawaban yang benar dan subjek-1 mampu memberikan penjelasan terkait langkah-langkah yang diambil dalam memilih jawaban tersebut. Dalam wawancara subjek-1 menjelaskan bahwa langkah-langkah yang digunakan yaitu mengamati sisi-sisi bangun yang ada pada pilihan jawaban untuk dicocokkan sisi-sisinya dengan jaring-jaring yang ada dalam

soal dan mencoba membayangkan membentuk jaring-jaring menjadi sebuah bangun.

Dari hasil pengamatan, subjek-1 menemukan satu bangun pada pilihan jawaban yang memiliki sisi yang berbeda, seperti yang ada di jaring-jaring yaitu sisi segitiga sama sisi. Selanjutnya untuk memastikan apakah bangun tersebut benar jawabannya, subjek-1 mencoba mencocokkan sisi-sisi yang lainnya pada bangun tersebut dengan jaring-jaring, kemudian subjek-1 mencoba merangkai jaring-jaring dalam imajinasinya, dengan cara dari sisi bawah dilipat ke atas, dan menjadikan sisi persegi yang ada di antara segitiga dan persegi sebagai alasnya, kemudian melipat sisi yang lain ke arah sisi yang dijadikan alas.

Prastyo (2017) menyatakan bahwa siswa laki-laki yang memiliki kemampuan matematika tinggi, sedang, dan rendah memiliki kemampuan visualisasi, atau secara mental mampu memanipulasi objek dua atau tiga dimensi. Dalam penelitian ini subjek-1 memiliki kemampuan matematika sedang, sehingga dapat dikatakan bahwa penelitian ini memiliki hasil yang sama dengan penelitian Prastyo. Pada indikator ini, penelitian ini juga memiliki hasil yang sama dengan penelitian Fatmahanik (2021), yang menyatakan bahwa subjek laki-laki dalam penelitiannya memiliki kemampuan visualisasi.

Selanjutnya akan dibahas tentang indikator ketiga yaitu indikator rotasi spasial. Di bawah ini hasil TPM indikator rotasi spasial.



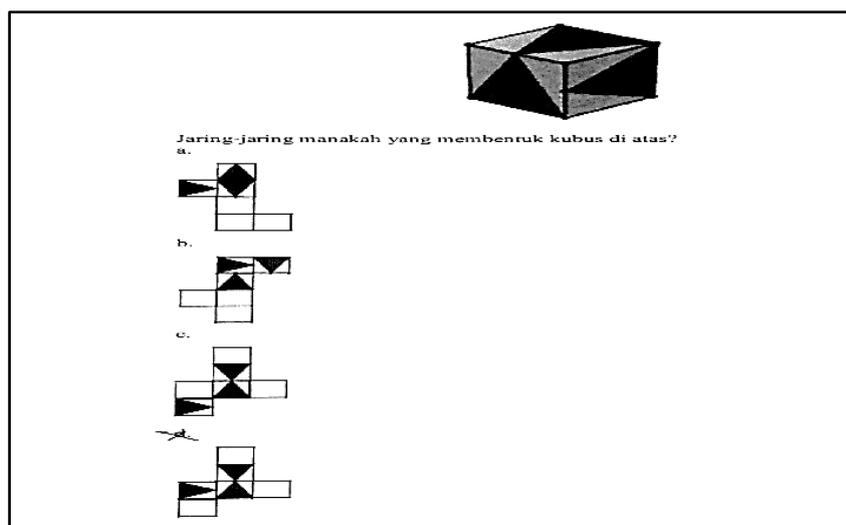
Gambar 3. Hasil TPM Rotasi Spasial Subjek-1

Dari Gambar 3 dapat dikatakan bahwa subjek-1 mampu memutar secara mental suatu bangun ruang. Hal itu terlihat dari jawaban yang dipilih subjek-1 adalah jawaban yang benar. Selain itu subjek-1 mampu menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam mengidentifikasi Gambar ketika diputar. Dalam wawancara, subjek-1 menjelaskan bahwa langkah-langkah yang dilakukan yaitu pertama subjek-1 mengamati bangun yang ada di soal

dengan memperhatikan arah dan menghitung jumlah kotak pada setiap sisi bangun. Kemudian subjek-1 mencocokkan bangun dalam soal dengan bangun yang ada pada pilihan jawaban dengan cara memperhatikan arah setiap bagian bangun yang ada pada pilihan jawaban, menghitung banyak kotak pada setiap bagian bangun pada pilihan jawaban, dan memutar bangun yang ada pada pilihan jawaban untuk disesuaikan arahnya terhadap bangun yang ada dalam soal, yaitu bangun diputar ke arah atas terlebih dahulu, kemudian ke arah kanan dan kiri atau sebaliknya menyesuaikan arah terdekat dengan bentuk Gambar dalam soal.

Prastyo (2017) menyatakan bahwa siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi dan sedang memiliki kemampuan rotasi spasial, atau secara mental mampu memprediksi Gambaran bangun ruang pada saat diputar. Dalam penelitian ini subjek-1 memiliki kemampuan matematika sedang, sehingga dapat dikatakan bahwa hasil penelitian ini dan penelitian Prastyo sama.

Selanjutnya, dibahas indikator ke empat, yaitu indikator relasi spasial. Di bawah ini hasil TPM indikator relasi spasial.



Gambar 4. Hasil TPM Relasi Spasial Subjek-1

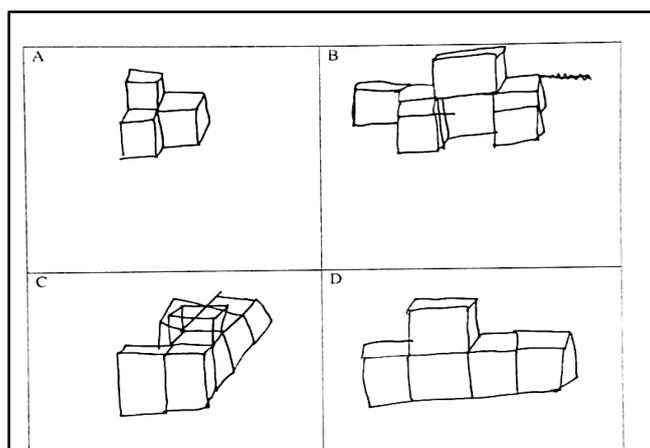
Gambar 4 menunjukkan bahwa subjek-1 mampu menentukan hubungan-hubungan dari bangun ruang. Hal itu terlihat dari jawaban yang dipilih subjek-1 adalah benar. Selain itu subjek-1 juga mampu menjelaskan dengan logis langkah-langkah yang diambil dalam menentukan hubungan-hubungan bangun ruang tersebut, yaitu pertama subjek-1 mengamati setiap sisi yang ada pada bangun dengan memperhatikan posisi-posisi bangun datar segitiga yang ada di beberapa sisi bangun. Kemudian subjek-1 membandingkan posisi-posisi segitiga-

segitiga tersebut dan menghubungkan satu sama lain.

Dari proses tersebut subjek-1 mendapatkan informasi bahwa beberapa sisi pada kubus memiliki hubungan yaitu sisi bagian kiri dan atas ujungnya seperti menyentuh, sisi kanan dan atas segitiganya seperti sejajar, dan segitiga yang berada di sisi kanan dan sisi kiri ujungnya tidak menyentuh dan ujung segitiga di sisi kanan menghadap sisi samping segitiga yang ada di sisi kiri. Selanjutnya, untuk mencari hubungan yang sama pada jaring-jaring, subjek-1 juga melakukan hal yang sama yaitu mengamati jaring-jaring dengan memperhatikan Gambar segitiga pada sisi-sisinya, menghubungkan Gambar dengan sisi-sisi yang lain dan ditambah dengan mencoba merangkai jaring-jaring.

Prastyo (2017) menyatakan bahwa siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi, sedang dan rendah memiliki kemampuan relasi spasial, atau secara mental mampu memahami hubungan satu sama lain dari bagian-bagian bangun ruang. Hal yang sama juga dikatakan oleh Fatmahanik (2021) bahwa laki-laki memiliki kemampuan relasi spasial. Dalam penelitian ini subjek-1 memiliki kemampuan matematika yang sedang, sehingga dapat dikatakan bahwa penelitian ini memiliki hasil yang sama dengan Prastyo dan Fatmahanik.

Indikator ke lima yang akan dibahas adalah indikator orientasi spasial. Di bawah ini hasil TPM indikator orientasi spasial.



Gambar 5. Hasil TPM Orientasi Spasial Subjek-1

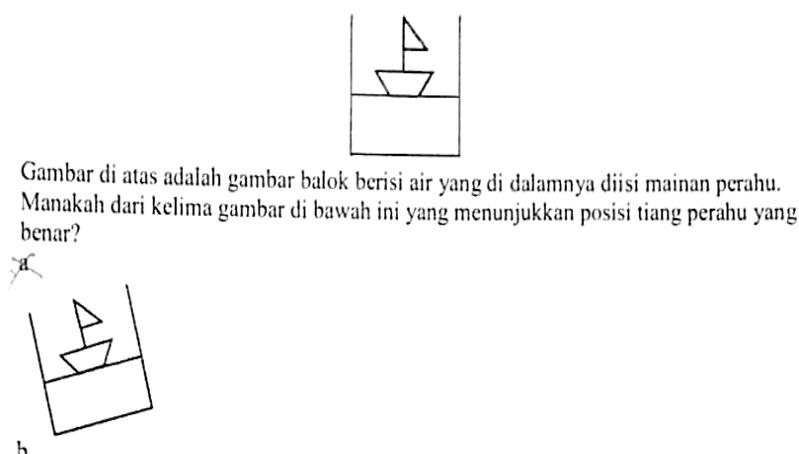
Dari hasil TPM yang memuat indikator orientasi spasial dan wawancara berbasis TPM yang dinyatakan kredibel, dapat dikatakan bahwa subjek-1 mampu memprediksi bentuk bangun ruang bila dilihat dari berbagai sudut pandang. Hal itu terlihat dari Gambar yang dibuat siswa menunjukkan Gambar-Gambar yang benar. Selain itu, subjek-1 juga mampu menjelaskan dengan logis mengenai langkah yang diambil dalam memprediksi bentuk bangun ruang bila dilihat dari berbagai sudut pandang. Langkah yang digunakan yaitu mencoba

membayangkan diri mereka berada di titik-titik yang diketahui dalam soal yaitu A, B, C, dan D. Kemudian, subjek-1 mencoba melihat secara mental bagaimana bentuk permukaan dari bangun yang telah diberikan. Cara subjek-1 melihat bangun dimulai dari sisi yang paling bawah kemudian ke atas. Setelah itu, subjek-1 menggambar bentuk permukaan bangun.

Prastyo (2017) menyatakan bahwa siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi dan sedang memiliki kemampuan orientasi, atau secara mental mampu melihat bangun ruang dari berbagai sudut pandang. Fatmahanik (2021), juga berpendapat sama bahwa siswa laki-laki mampu melakukan orientasi spasial. Dalam penelitian ini subjek-1 memiliki kemampuan matematika yang sedang, sehingga dapat dikatakan bahwa hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Prastyo dan Fatmahanik.

Kemampuan Spasial Subjek-2 (Siswa Perempuan Feminin)

Seperti penjelasan pada kemampuan spasial subjek-1, kemampuan spasial subjek-2 juga dijelaskan per indikator. Pertama adalah indikator persepsi spasial. Di bawah ini hasil TPM indikator persepsi spasial.



Gambar 6. Hasil TPM Orientasi Spasial Subjek-2

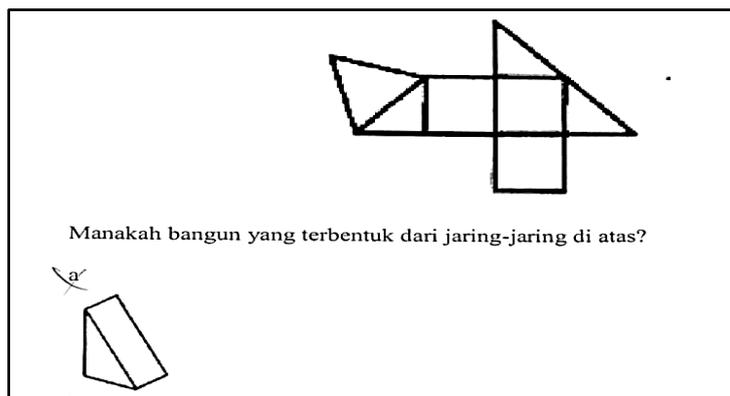
Dari Gambar 6 dapat dikatakan bahwa secara mental subjek-2 belum mampu mengamati dan menentukan bentuk suatu bangun ruang atau bagian-bagian bangun ruang yang diletakkan dalam posisi vertikal atau horizontal. Hal itu ditunjukkan oleh jawaban yang dipilih siswa adalah salah. Selain itu dari hasil wawancara terlihat subjek-2 juga belum mampu menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam mengamati dan menentukan bentuk suatu bangun ruang tersebut. Seperti ketika subjek-2 menjelaskan mengenai jawabannya yaitu ketika bangun balok dimiringkan ke arah kiri subjek-2 hanya mengatakan bahwa permukaan air dan perahu serta tiangnya juga akan miring ke kiri tanpa adanya

penjelasan yang lain. Kemudian pada pilihan jawaban lain, seperti pada Gambar b yaitu bangun balok miring ke kiri dengan permukaan air datar dan tiang bendera yang miring, subjek-2 mengatakan bahwa posisi tiang perahunya terlalu miring padahal airnya datar, Gambar c yaitu bangun balok yang dimiringkan ke kanan dengan permukaan air datar dan tiang bendera pada perahu lurus, subjek-2 mengatakan bahwa harusnya permukaan airnya miring ke kanan dan tidak tetap datar, dan Gambar d bangun balok yang dimiringkan ke kanan dengan permukaan air yang miring ke kiri dan tiang bendera perahu miring, harusnya airnya juga miring ke kanan dan bukan ke kiri. Pernyataan-pernyataan siswa tersebut jika dianalisis lebih mengarah ke pengamatan pada sebuah Gambar (foto) bangun ruang dan bukan pada bangun ruang. Dari sini terlihat bahwa subjek-2 belum mampu membayangkan bagaimana bentuk bangun ruang dan bagian-bagian bangun ruang tersebut ketika dimiringkan.

Hasil penelitian ini kontradiksi dengan hasil penelitian Prastyo (2017) dan Fatmahanik (2021), yang menyatakan bahwa siswa perempuan memiliki kemampuan persepsi spasial, atau secara mental mampu mengamati suatu bangun ruang atau bagian-bagian bangun ruang yang diletakkan dalam posisi vertikal atau horizontal. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh kurangnya pengetahuan subjek-2 terkait benda-benda nyata dan sifat-sifatnya, karena dalam membayangkan objek subjek-2 terlihat tidak membayangkan bangun tersebut sebagai benda ruang yang berisi air, yang mana air memiliki karakteristik memiliki permukaan datar jika ditempatkan dimanapun. Selain hal tersebut subjek-2 terlihat lebih fokus pada keseimbangan dari bagian-bagian gambar, seperti beberapa pernyataan yang dikatakan siswa yaitu jika baloknya miring ke kiri maka airnya ke kiri, dan lain sebagainya.

Sebelumnya telah dijelaskan bahwa menurut Linn dan Petersen (1985), kemampuan persepsi spasial perempuan mengungguli laki-laki ketika berusia 4 tahun, dan mulai berbeda ketika berusia 11 tahun. Hal ini berarti hasil penelitian ini membenarkan pernyataan yang ditulis oleh Linn dan Petersen, karena subjek-1 memiliki kemampuan persepsi spasial lebih baik dibandingkan subjek-2. Akan tetapi ini berbeda dengan hasil penelitian Fatmahanik (2021) dan Prastyo (2017), yang menyatakan bahwa laki-laki dan perempuan di usia lebih dari 11 tahun memiliki kemampuan persepsi spasial yang sama.

Kedua adalah indikator visualiasai. Di bawah ini hasil TPM indikator visualiasai.



Gambar 7. Hasil TPM Visualisasi Subjek-2

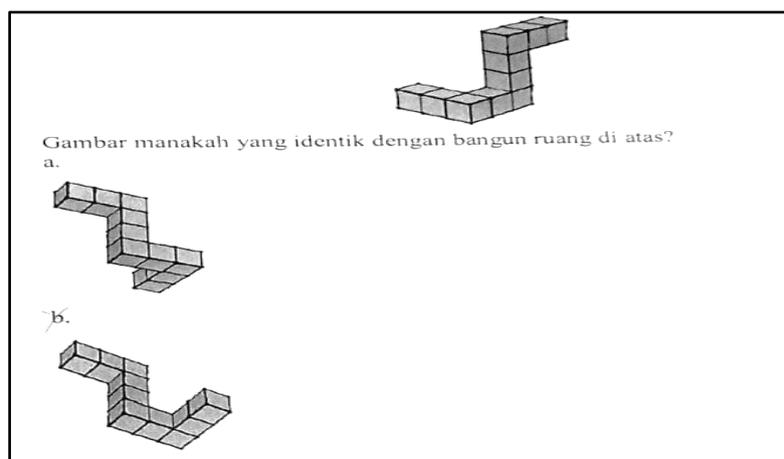
Gambar 7 menunjukkan bahwa secara mental subjek-2 belum mampu membentuk bangun ruang jika disajikan jaring-jaring bangun ruang tersebut. Hal itu terlihat dari jawaban subjek-2 yang salah. Selain hal tersebut subjek-2 juga kurang mampu menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam membentuk bangun ruang tersebut. Dalam wawancara subjek-2 menjelaskan bahwa langkah awal yang diambil dalam memecahkan masalah adalah dengan mengamati sisi-sisi dari bangun dan jaring-jaring, serta mencoba membayangkan merangkai jaring-jaring dari bagian bawah dan menjadikan sisi persegi yang tengah sebagai alas. Subjek-2 mengatakan bahwa bangun yang terbentuk dari jaring-jaring dalam bayangannya tidak dia temukan di pilihan jawaban, dan ketika ditanya terkait bentuk bangun yang terlihat dalam bayangan subjek-2 terlihat bingung menjelaskan. Sehingga dalam memilih jawaban yang benar subjek-2 hanya mengandalkan hasil pengamatan pada sisi-sisi bangun. Alasan subjek memilih bangun a adalah karena menurut subjek-2 pada bangun a terdapat sisi segitiga sama kaki yang sama seperti yang ada pada jaring-jaring. Dalam mengamati bangun pada pilihan jawaban subjek-2 juga mengalami kesalahan yaitu pada pengamatan bangun c subjek-2 mengatakan bahwa pada bangun c sisi-sisinya tersusun oleh bangun datar layang-layang, padahal bangun yang di maksud itu adalah bangun segitiga yang merupakan tutup, yang menempel dengan bangun persegi yang merupakan sisi tegak, yang mana jika dilihat sekilas memang hampir mirip dengan layang-layang. Sehingga dapat dikatakan bahwa subjek-2 juga belum mampu mengamati bentuk sisi-sisi pada bangun ruang secara mental.

Prastyo (2017) menyatakan bahwa siswa perempuan dengan kemampuan matematika sedang, cukup memiliki kemampuan visualisasi, atau secara mental cukup mampu membentuk bangun dari sebuah jaring-jaring. Dalam penelitian Prastyo mengatakan bahwa meskipun ada sedikit kesalahan dalam menaruh gambar segitiga pada setiap sisi kubus subjek

cukup mampu menggambarkan jaring-jaring bangun ruang kubus yang disajikan. Penelitian lain yaitu dari Fatmahanik menyatakan bahwa dalam memecahkan masalah geometri siswa perempuan menggunakan kemampuan visualisasinya yang ditunjukkan dengan kemampuan siswa yang dapat menggambarkan alas sebuah bangun kubus yang terdapat garis. Dalam penelitian ini subjek-2 belum mampu membentuk jaring-jaring yang disajikan menjadi sebuah bangun ruang, sehingga dapat dikatakan pada indikator visualisasi, hasil penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian Prastyo dan Fatmahanik. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh siswa terlalu fokus pada sisi-sisi segitiga sama kaki pada jaring-jaring sehingga dalam imajinasinya sisi tersebut yang terlihat jelas, sehingga hal itu menyebabkan sisi-sisi yang lain tidak terlihat jelas dan bahkan salah ia pahami. Winjayanti, dkk (2016) mengatakan bahwa siswa perempuan memiliki kemampuan berimajinasi yang kurang.

Linn dan Petersen (1985), Ismi, dkk., (2021), Prastyo (2017), dan Fatmahanik (2021), menyatakan bahwa siswa laki-laki dan perempuan memiliki kemampuan visualisasi spasial yang hampir sama. Hal itu sedikit berbeda dengan hasil penelitian ini, karena pada hasil penelitian ini subjek-1 dan subjek-2 memiliki hasil yang berbeda pada indikator visualisasi. Perbedaan itu dapat dilihat dari jawaban yang disampaikan siswa. Dari jawaban yang diberikan terlihat bahwa subjek-1 dapat memberikan jawaban yang benar dan mampu menjelaskan tiap-tiap sisi yang menyusun bangun yang ia pilih sembari mengaitkannya dengan sisi-sisi pada jaring-jaring, sedangkan subjek-2 belum mampu memberikan jawaban yang benar dan masih kebingungan ketika ditanya terkait bangun yang terbentuk dalam bayangan ketika membayangkan merangkai jaring-jaring.

Ketiga adalah indikator rotasi spasial. Di bawah ini hasil TPM indikator rotasi spasial.



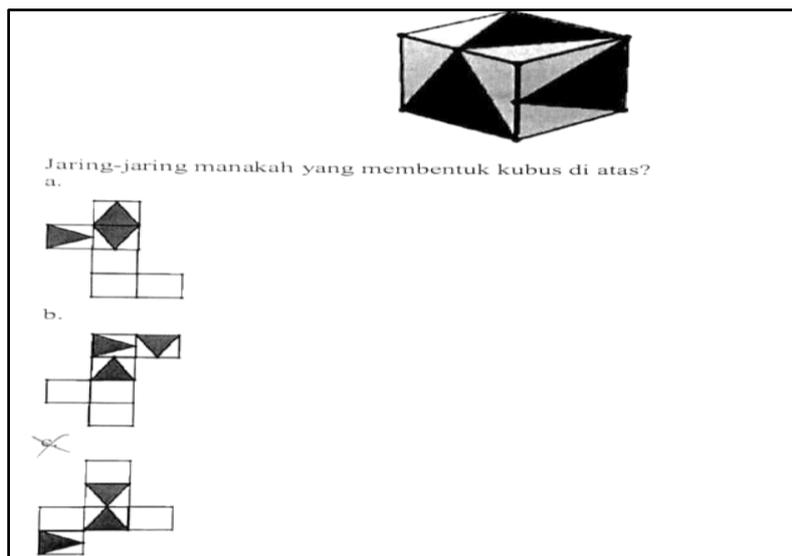
Gambar 8. Hasil TPM Rotasi Spasial Subjek-2

Gambar 8 menunjukkan bahwa subjek-2 mampu memutar secara mental suatu bangun ruang dan mampu menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam mengidentifikasi Gambar ketika diputar. Subjek-2 menjelaskan bahwa langkah-langkah yang dia ambil dalam menemukan bangun identik adalah dengan mengamati bangun yang ada di soal dan di pilihan jawaban dengan menghitung banyak kotak tiap sisi bangun dan memutar bangun. Menghitung banyak kotak yang dimaksud adalah sisi-sisi bangun seperti bangun bagian paling atas pada soal terdapat tiga bangun yang menghadap ke kanan, empat kotak ke bawah, tiga kotak ke kiri, dan tiga kotak kebelakang atau sisi bawah yang paling belakang. Dari cara tersebut subjek-2 mampu menemukan sisi bagian atas, tengah dan belakang pada bangun yang identik. Selain hal tersebut subjek-2 juga memutar bangun dengan cara memutar bangun pada pilihan jawaban a 180 derajat kearah kiri, memutar bangun pilihan jawaban b 180 derajat ke kiri kemudian 90 derajat ke belakang, memutar bangun pilihan c 90 derajat kebelakang, dan memutar bangun d sedikit kearah kanan.

Prastyo (2017) menyatakan bahwa siswa perempuan yang memiliki kemampuan matematika tinggi memiliki kemampuan rotasi spasial, atau secara mental mampu memprediksi gambaran bangun ruang pada saat diputar, sedangkan siswa perempuan yang memiliki kemampuan matematika sedang dan rendah tidak. Hal ini sedikit berbeda dengan hasil penelitian ini. Pada penelitian ini subjek-2 merupakan siswa perempuan feminin yang memiliki kemampuan matematika sedang, akan tetapi ia memiliki kemampuan rotasi spasial. Jadi disini dapat disimpulkan bahwa subjek-2 memiliki kemampuan spasial yang sama seperti subjek siswa perempuan dengan kemampuan tinggi pada penelitian Prastyo.

Taylor, dkk (1999), dan Reilly, dkk., (2017), menyatakan bahwa laki-laki memiliki kemampuan rotasi spasial lebih baik dari pada perempuan, dan Asis, dkk (2015) juga mengatakan bahwa dalam memecahkan masalah geometri terkait rotasi spasial laki-laki lebih banyak menggunakan kemampuan spasialnya daripada perempuan. Hal itu berbeda dengan penelitian ini, karena dalam penelitian ini subjek-1 (laki-laki maskulin) dan subjek-2 (perempuan feminin) terlihat memiliki kemampuan rotasi spasial yang sama, keduanya sama-sama mampu memutar bangun, dibuktikan dengan jawaban yang dipilih siswa dan penjelasan-penjelasan yang dikemukakan siswa dalam wawancara, yaitu keduanya sama-sama menjawab benar dan mengidentifikasi bagian-bagian bangun, serta mencoba membayangkan memutar bangun tanpa memutar kertas.

Keempat adalah indikator relasi spasial. Di bawah ini hasil TPM indikator relasi spasial.



Gambar 9. Hasil TPM Relasi Spasial Subjek-2

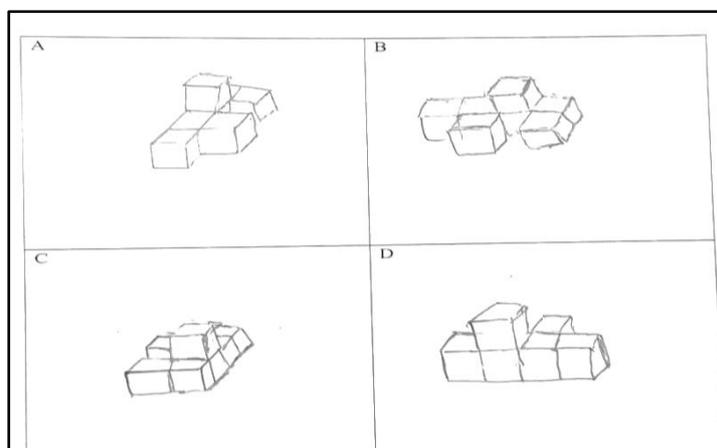
Berdasarkan Gambar 9 menunjukkan bahwa subjek-2 sedikit mampu menentukan hubungan-hubungan dari bangun ruang. Hal itu terlihat dari jawaban yang dipilih subjek-2 adalah jawaban hampir benar. Selain itu subjek-2 juga sedikit mampu menjelaskan dengan logis langkah-langkah yang dia ambil dalam menentukan hubungan-hubungan bangun ruang. Subjek-2 menjelaskan bahwa dalam memecahkan masalah langkah-langkah yang diambil yaitu mengamati sisi-sisi bangun dan jaring-jaring, serta mencocokkan sisi-sisi bangun dengan sisi-sisi jaring-jaring. Pada saat subjek-2 mengamati bangun subjek-2 dapat menemukan bahwa sisi-sisi bangun memiliki hubungan yaitu pada sisi atas dan sisi kiri terdapat segitiga yang ujung atasnya seperti menyentuh, sisi kanan dan sisi atas terdapat segitiga yang sejajar, dan sisi kanan dan kiri terdapat segitiga yang ujungnya tidak menyentuh. Untuk hubungan segitiga yang ujung atasnya seperti menyentuh subjek-2 dapat menemukannya di jaring-jaring c dan d, sedangkan hubungan segitiga yang berada di kanan yaitu segitiga yang sejajar dengan sisi atas dan ujungnya menghadap sisi samping segitiga sisi kiri, subjek-2 belum mampu menemukannya.

Prastyo (2017) menyatakan bahwa siswa perempuan dengan kemampuan matematika tinggi, sedang dan rendah memiliki kemampuan relasi spasial, atau secara mental mampu memahami hubungan satu sama lain dari bagian-bagian bangun ruang. Hal tersebut selaras dengan pendapat Fatmahanik (2021), yang juga menyatakan bahwa perempuan memiliki kemampuan relasi spasial. Dalam penelitian ini meskipun kurang optimal dari hasil dan wawancara subjek-2 cukup mampu mengetahui relasi yang terdapat pada bangun ruang atau

dapat dikatakan bahwa hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian Prastyo dan Fatmahanik.

Jika kita bandingkan, antara subjek-1 dan subjek-2 memiliki perbedaan yaitu 1) dari hasil tes terlihat bahwa subjek-1 dapat menjawab tepat sedangkan subjek-2 hampir tepat, 2) dari langkah-langkah pemecahan masalah subjek-1 membayangkan merangkai jaring-jaring dan membuka bangun, sedangkan subjek-2 tidak. Hasil penelitian ini didukung oleh Ismi (2021), yang menyatakan bahwa dalam memecahkan masalah yang memuat indikator relasi spasial siswa laki-laki lebih dominan menggunakan kemampuan spasialnya dibanding siswa perempuan.

Indikator terakhir yang dibahas adalah indikator orientasi spasial. Di bawah ini hasil TPM indikator orientasi spasial.



Gambar 10. Hasil TPM Relasi Spasial Subjek-1

Gambar 10 menunjukkan bahwa siswa mampu memprediksi bentuk bangun ruang bila dilihat dari berbagai sudut pandang, dan mampu menjelaskan dengan logis mengenai langkah yang diambil dalam memprediksi bentuk bangun ruang bila dilihat dari berbagai sudut pandang, yaitu dengan membayangkan diri mereka berada di titik-titik yang telah ditentukan, kemudian mereka membayangkan bentuk bangun yang berada di depan mereka. Setelah itu mereka mulai menggambarkan apa yang mereka lihat.

Prastyo (2017) menyatakan bahwa siswa perempuan yang memiliki kemampuan matematika tinggi dan sedang memiliki kemampuan orientasi spasial, atau secara mental mampu memprediksi visual bangun ruang bila dilihat dari berbagai sudut pandang. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Prastyo (2017) karena siswa perempuan feminin pada penelitian ini memiliki kemampuan matematika sedang dan secara mental mampu memprediksi visual bangun ruang bila dilihat dari berbagai sudut pandang. Hal ini juga sama

dengan hasil penelitian Fatmahanik (2021), yang menyatakan bahwa perempuan memiliki kemampuan orientasi spasial.

Dari sini dapat dikatakan bahwa siswa laki-laki maskulin dan perempuan feminin dalam penelitian ini memiliki kemampuan orientasi spasial yang sama, dan hal ini sama seperti dalam penelitian Prastyo (2017) dan Fatmahanik (2021). Akan tetapi ini berbeda dengan hasil penelitiannya Ismi, dkk (2021) yang menyatakan bahwa dalam memecahkan masalah yang berkaitan dengan orientasi spasial siswa laki-laki lebih dominan dari siswa perempuan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, kesimpulan dari penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut siswa laki-laki maskulin secara mental mampu mengamati dan menentukan bentuk bangun geometri atau bagian-bagian bangun geometri yang diletakkan dalam posisi vertikal atau horizontal, dan mampu menjelaskan secara logis tentang langkah yang diambil dalam mengamati dan menentukan bentuk bangun tersebut. Siswa laki-laki maskulin juga mampu membentuk bangun geometri secara mental jika disajikan jaring-jaring bangun geometri tersebut, dan mampu menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam membentuk jaring-jaring bangun tersebut. Selain itu, siswa laki-laki maskulin mampu memutar secara mental suatu bangun geometri, serta mampu menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam mengidentifikasi bangun ketika diputar. Kemudian, siswa laki-laki maskulin juga mampu menentukan hubungan-hubungan dari bangun geometri dan mampu menjelaskan dengan logis langkah yang diambil dalam menentukan hubungan-hubungan bangun tersebut. Selanjutnya, siswa laki-laki maskulin mampu memprediksi bentuk bangun geometri bila dilihat dari berbagai sudut pandang, dan mampu menjelaskan dengan logis mengenai langkah yang diambil dalam memprediksi bentuk bangun tersebut. Sehingga, dapat dikatakan bahwa subjek-1 yaitu siswa laki-laki maskulin memiliki kemampuan spasial tinggi.

Di lain pihak, siswa perempuan feminin secara mental belum mampu mengamati dan menentukan bentuk suatu bangun geometri atau bagian-bagian bangun geometri yang diletakkan dalam posisi vertikal atau horizontal, dan belum mampu menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam mengamati dan menentukan bentuk bangun tersebut. Siswa perempuan feminin juga belum mampu membentuk bangun geometri secara mental jika disajikan jaring-jaring bangun geometri tersebut, dan belum mampu menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam memanipulasi atau membentuk bangun geometri

tersebut. Akan tetapi, siswa perempuan feminin sedikit mampu menentukan hubungan-hubungan dari bangun geometri, dan sedikit mampu menjelaskan dengan logis langkah yang diambil dalam menentukan hubungan-hubungan bangun ruang sisi datar. Selanjutnya, siswa perempuan feminin mampu memutar secara mental suatu bangun geometri, dan mampu menjelaskan secara logis mengenai langkah yang diambil dalam mengidentifikasi Gambar ketika diputar. Siswa perempuan feminin juga mampu memprediksi bentuk bangun geometri bila dilihat dari berbagai sudut pandang, dan mampu menjelaskan dengan logis mengenai langkah yang diambil dalam memprediksi bentuk bangun geometri bila dilihat dari berbagai sudut pandang. Jadi dapat dikatakan bahwa siswa perempuan feminin yaitu siswa perempuan feminin memiliki kemampuan spasial sedang.

Salah satu instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal-soal dalam bentuk pilihan ganda dan isian. Hal itu membuat penulis sedikit kesulitan dalam menggali informasi terkait kemampuan spasial siswa, oleh karena itu penulis menyarankan untuk penelitian berikutnya mungkin lebih baik menggunakan bentuk soal uraian. Kemudian selain hal tersebut penelitian ini memiliki kelemahan yaitu tidak melakukan tes kemampuan matematika, sehingga hal tersebut kadang memunculkan keraguan dalam diri penulis ketika hasil tidak sesuai ekpektasi, oleh karenanya disini peneliti juga menyarankan untuk melakukan tes kemampuan matematika.

DAFTAR RUJUKAN

- Asis, M., Arsyad, N., & Alimuddin. (2015). Profil Kemampuan Spasial dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Siswa yang Memiliki Kecerdasan Logis Matematis Tinggi Ditinjau dari Perbedaan Gender (Studi Kasus di kelas XI SMAN 17 Makassar). *Jurnal: Daya Matematis* Volume 3(1). Publikasi Online. DOI: <https://doi.org/10.26858/jds.v3i1.1320>.
- Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education* Volume 21 (1). Online Publication. DOI: <https://doi.org/10.2307/749456>.
- Fatmahanik, U. 2021. Penalaran Spasial Geometri Ruang Mahasiswa Calon Guru MI/SD Berkemampuan Awal Tinggi Berdasarkan Gender. *BRILLIANT: Jurnal Riset dan Konseptual* Volume 6(3). Publikasi Online. DOI: <http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v6i3.651>.
- Ismi, K., Kusari, Al, Kurniawati, K.R.A., & Negara, H. R. P. (2021). Analisis Kemampuan Spasial Matematis Ditinjau dari Perbedaan Gender Siswa Kelas VIII. *Jurnal: Focus Action of Research Mathematic* Volume 4(1). Publikasi Online. DOI: https://doi.org/10.30762/factor_m.v4i1.3327.
- Kurniawan, A. Setiawan, D. & Hidayat, W. (2019). Matematis Siswa SMP Berbantuan Soal

- Kontekstual pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif* Volume 2 (5). Publikasi Online. DOI: <http://dx.doi.org/10.22460/jpmi.v2i5.p271-282>.
- Leaper, C. (1995). The Use of Masculine and Feminine to Describe Women's and Men's Behavior. *The Journal of Social Psychology* Volume 135 (3). DOI: <https://doi.org/10.1080/00224545.1995.9713965.2010>.
- Lee, N., & Park, S. (2015). Stereoscopic Visualization for Improving Student Spatial Skills in Construction Engineering and Management Education Paper presented at 2015 ASEE Annual. *Conference & Exposition, Seattle, Washington*. [10.18260/p.24736](https://doi.org/10.18260/p.24736).
- Linn, M., & Petersen, A. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: *A Meta-Analysis*. *Child Development*, 56, 1479-1498. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1130467>.
- Ningsih, I. (2019). Kemampuan Spasial Matematis Siswa SMP Kelas VIII pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*, Karawang. Hal 623-631.
- Maier, P.H. (1996), *Spatial Geometry and Spatial Ability – How to Make Solid Geometry Solid*, (Online), Diunduh dari <http://www.fmd.uniosnabrueck.de/Maier.pdf>.
- Philips, S. P. (2005). Defining and measuring gender: A social determinant of health whose time has come. *International Journal for Equity in Health*, 4 (11). DOI: [10.1186/1475-9276-4-11](https://doi.org/10.1186/1475-9276-4-11).
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1971). *Mental Imagery in Child*. New York: Basic Books.
- Prastyo. (2017). Deskripsi kemampuan spasial siswa SMP ditinjau berdasarkan perbedaan gender dan kemampuan matematika. *Jurnal Ilmiah: SoulMath* Volume 5(1). Publikasi Online. DOI: <https://doi.org/10.25139/sm.v5i1.454>.
- Pratiwi, A. & Effendi, K. N. S. (2019). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, Sesiomadika*, Karawang. Hal 304-314.
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2017). Gender differences in spatial ability: Implications for STEM education and approaches to reducing the gender gap for parents and educators. In M. S. *Visual-Spatial Ability in STEM Education*. Online Publication. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44385-0_10.
- Sanuri. (2020). *Profil Penalaran Relasional Mahasiswa Calon Guru Matematika dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Ditinjau dari Perbedaan Kemampuan Matematika dan Gender*. (Disertasi tidak diterbitkan). Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Tambunan, S.M. (2006). Hubungan antara Kemampuan Spasial dengan Prestasi Belajar Matematika. *MAKARA, Sosial Humaniora*, 10(1), 27-32. DOI:[10.7454/mssh.v10i1.13](https://doi.org/10.7454/mssh.v10i1.13).
- Taylor, A., Levine, S. C., Huttenlocher, J., & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology* Volume 35(4). Online Publication. DOI: <https://doi.org/10.1037/0012-1649.35.4.940>.
- Torgimson, B. N., & Minson, C. T. (2005). Sex and gender: what is the difference?. *Journals Physiology* Volume 99 (3). Online Publication. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00376.2005>.
- Yang, J. C., & Chen, S.Y. (2010). Effects of gender differences and spatial abilities within a

digital pentominoes game. *Computers & Education* Volume 55 (3). Online Publication. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.019>.

Yilmaz, H. B. (2009). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 83–96. Retrieved from <https://www.iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/279>.