

KEMAMPUAN SPASIAL DAN KAITANNYA DENGAN PEMAHAMAN MAHASISWA TERHADAP MATERI SIMETRI

Brian Anggriawan¹, Effendy², Endang Budiasih²

¹Pendidikan Kimia-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

²Pendidikan Kimia-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 19-6-2017

Disetujui: 20-12-2017

Kata kunci:

spatial ability;
symmetry;
correlation;
kemampuan spasial;
simetri;
korelasi

Alamat Korespondensi:

Brian Anggriawan
Pendidikan Kimia
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: brian.anggriawan89@gmail.com

ABSTRAK

Abstract: Students' achievement in mastering symmetry is estimated being influenced by their spatial ability. The objectives of study are to: (1) describe students' spatial ability, (2) describe students' mastering of symmetry, and (3) find out the correlation between students' spatial ability and their mastering of symmetry. This research is a quantitative descriptive and correlational research. Research data were analyzed using Pearson product moment correlation. Findings revealed that: (1) 40% of students have spatial ability in low category, (2) students' mastering of symmetry included in the good category, and (3) students' spatial ability is influenced their mastering of symmetry.

Abstrak: Kesuksesan mahasiswa dalam memahami materi Simetri diduga dipengaruhi oleh kemampuan spasial yang mereka miliki. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mendeskripsikan kemampuan spasial mahasiswa jurusan kimia dan (2) mendeskripsikan pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri, serta (3) menguji korelasi kemampuan spasial dan pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri. Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif deskriptif dan korelasional. Analisis korelasi kemampuan spasial dan pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri dilakukan melalui analisis parametrik *Pearson product moment correlation*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) sebanyak 40% mahasiswa masih memiliki kemampuan spasial rendah; (2) pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri termasuk dalam kategori baik; (3) kemampuan spasial memengaruhi kesuksesan mahasiswa dalam memahami materi Simetri.

Salah satu materi yang diajarkan pada matakuliah Ikatan Kimia adalah Simetri. Materi Simetri mencakup tiga submateri, yaitu pengertian simetri, kepolaran molekul dan kaitannya dengan simetri, dan kekiralan molekul dan kaitannya dengan simetri. Materi Simetri penting untuk dipahami dengan benar oleh mahasiswa sebab pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri merupakan prasyarat untuk mempelajari banyak materi lanjutan, misalnya kelompok titik, memprediksi spektra inframerah, mendeskripsikan orbital yang digunakan dalam ikatan, memprediksi aktivitas optikal, dan menginterpretasi spektra elektron (Miessler *et al.*, 2014:75).

Materi Simetri membahas tentang operasi simetri yang mungkin dimiliki oleh suatu objek dan kaitannya dengan sifat kepolaran dan kekiralan molekul. Objek kajian materi Simetri utamanya adalah molekul yang merupakan objek abstrak. Oleh sebab itu, mahasiswa harus mampu membangun visualisasi mental bentuk molekul tiga dimensi dengan tepat untuk dapat mempelajari materi Simetri dengan baik (Tuvi-Arad & Gorsky, 2007:62). Proses membangun visualisasi mental bentuk molekul membutuhkan kemampuan memahami rumus struktur dan menerjemahkannya menjadi representasi tiga dimensi. Hal ini disebabkan molekul dan unsur-unsur simetri yang dimilikinya umumnya direpresentasikan secara dua dimensi dalam buku teks. Proses kognitif tersebut dapat dilakukan dengan baik oleh mahasiswa jika mereka memiliki *spatial visualization* yang tinggi. *Spatial visualization* merupakan kemampuan untuk memahami secara akurat bentuk dan orientasi objek tiga dimensi berdasarkan representasi dua dimensinya (Barnea, 2000:308).

Memahami materi Simetri juga membutuhkan kemampuan untuk membayangkan penampilan bentuk molekul dari berbagai sudut pandang (Tuvi-Arad & Gorsky, 2007:62). Kemampuan tersebut dibutuhkan mahasiswa ketika menentukan posisi unsur-unsur simetri relatif terhadap molekul secara akurat. Proses kognitif tersebut dapat dilakukan dengan baik oleh mahasiswa jika mereka memiliki *spatial orientation* yang tinggi. *Spatial orientation* merupakan kemampuan untuk menentukan bagaimana penampilan suatu objek bila dilihat dari sudut pandang yang berbeda (Lohman, 1979:189).

Materi Simetri menyangkut konsep yang bersifat dinamis, yaitu operasi rotasi melalui sumbu rotasi sejati (C_n), operasi refleksi pada bidang cermin (σ), operasi inversi melalui pusat simetri (i), dan operasi rotasi melalui sumbu rotasi semu (S_n). Dalam mempelajari konsep-konsep tersebut, mahasiswa harus mampu membayangkan bagaimana pergerakan molekul saat dikenai operasi rotasi, refleksi, dan inversi, serta meramalkan bagaimana penampilan molekul setelah dilakukan operasi-operasi tersebut (Tuvi-Arad & Gorsky, 2007:62). Oleh sebab itu, mahasiswa harus mampu secara kognitif memanipulasi visualisasi mental bentuk molekul dalam ruang tiga dimensi. Proses kognitif tersebut dapat dilakukan dengan baik oleh mahasiswa jika mereka memiliki *spatial relation* yang tinggi. *Spatial relation* merupakan kemampuan untuk mengimajinasikan pergerakan objek dua dimensi atau tiga dimensi saat dikenai rotasi, refleksi, dan inversi (Lohman, 1979:189).

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa untuk memahami materi Simetri membutuhkan *spatial visualization*, *spatial orientation*, dan *spatial relation* yang tinggi serta pemahaman yang baik terhadap materi Bentuk Molekul. *Spatial visualization*, *spatial orientation*, dan *spatial relation* secara satu kesatuan disebut sebagai kemampuan spasial. Menurut Lohman (1979:126) kemampuan spasial merupakan kemampuan untuk menciptakan, mengontrol, dan memanipulasi gambar visual yang bersifat abstrak. Mahasiswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi berpotensi untuk mampu melakukan ketiga proses kognitif tersebut dengan mudah sehingga mereka dapat mengidentifikasi keseluruhan operasi simetri yang ada pada molekul dengan lengkap dan tepat (Tuvi-Arad & Gorsky, 2007:62). Sebaliknya, mahasiswa yang memiliki kemampuan spasial rendah berpotensi mengalami kesulitan untuk melakukan satu atau lebih proses kognitif tersebut sehingga mereka tidak mampu atau kesulitan mengidentifikasi operasi simetri yang ada pada molekul dengan tepat (Tuvi-Arad & Gorsky, 2007:70). Sebagai contoh, jika *spatial visualization* mahasiswa rendah, maka kemungkinan besar mahasiswa membangun representasi internal bentuk molekul dengan tidak tepat. Akibatnya, mahasiswa akan mengidentifikasi operasi simetri yang ada pada bentuk molekul yang tidak tepat tersebut. Mengingat kemampuan spasial sangat dibutuhkan untuk mempelajari materi Simetri dan mengingat pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri yang benar sangat dibutuhkan dalam mempelajari banyak materi lanjutan, maka penting untuk mengetahui bagaimana (1) kemampuan spasial mahasiswa jurusan kimia dan (2) pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri, serta (3) menguji korelasi kemampuan spasial dan pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dan korelasional. Penelitian dilaksanakan di jurusan Kimia Universitas Negeri Surabaya. Populasi penelitian adalah 96 mahasiswa semester tiga program studi Pendidikan Kimia tahun ajaran 2016/2017. Sampel penelitian adalah 72 mahasiswa yang dipilih menggunakan teknik *convenience sampling*.

Pengukuran Kemampuan Spasial Mahasiswa

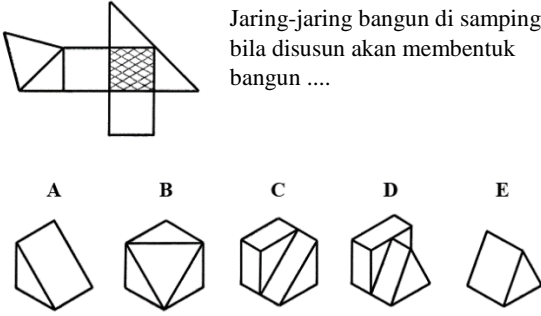



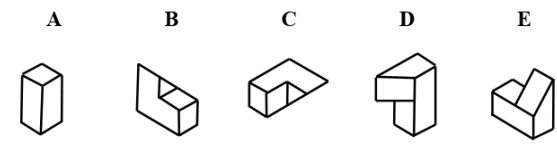
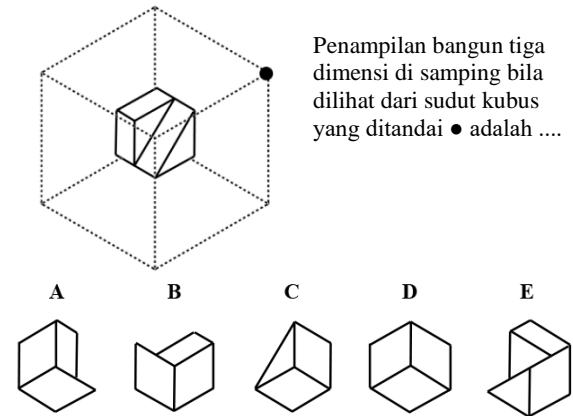
Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah instrumen tes kemampuan spasial dan instrumen tes pemahaman materi Simetri. Instrumen tes kemampuan spasial yang digunakan diadopsi dari *Purdue Spatial Visualization Test* (PSVT) yang disusun oleh Roland Guay (1976). Faktor kemampuan spasial yang diukur adalah faktor *spatial visualization*, *spatial relation*, dan *spatial orientation* sebab ketiganya diduga berpengaruh terhadap kesuksesan mahasiswa dalam memahami materi Simetri (Antonoglou *et al.*, 2011:457). Indikator dan contoh soal pada instrumen tes kemampuan spasial diberikan pada Tabel 1. Instrumen tes berupa tes pilihan ganda dan terdiri dari 30 butir soal. Instrumen tes kemampuan spasial tersebut telah divalidasi oleh dua orang dosen Universitas Negeri Malang dan didapatkan tingkat validitas isi sebesar 93,5%. Selanjutnya, berdasarkan hasil uji coba diketahui bahwa instrumen tes kemampuan spasial memiliki koefisien reliabilitas berdasarkan uji Spearman-Brown sebesar 0,94.

Tes kemampuan spasial dilakukan sebelum mahasiswa menerima pembelajaran materi Simetri. Waktu pengerjaan tes kemampuan spasial dibagi menjadi tiga bagian. Pada paruh waktu pertama mahasiswa mengerjakan tes bagian *spatial visualization*; pada paruh waktu kedua mahasiswa mengerjakan tes bagian *spatial relation*; dan pada paruh waktu ketiga mahasiswa mengerjakan tes bagian *spatial orientation*. Waktu yang diberikan kepada mahasiswa untuk mengerjakan setiap bagian tes adalah 12 menit. Sebelum mahasiswa mengerjakan setiap bagian tes, peneliti terlebih dahulu memberikan penjelasan kepada mahasiswa terkait perintah soal yang akan dikerjakan.

Pengukuran Pemahaman Mahasiswa terhadap Materi Simetri

Instrumen tes pemahaman materi Simetri berupa tes tulis uraian dan terdiri dari sepuluh butir soal. Pada lima butir soal pertama diberikan rumus struktur, sedangkan pada lima butir soal berikutnya tidak diberikan rumus struktur. Contoh soal dalam instrumen tes pemahaman materi Simetri diberikan pada Gambar 1. Instrumen tes telah divalidasi oleh dua orang dosen Universitas Negeri Malang dan didapatkan tingkat validitas isi sebesar 94,2%. Selanjutnya, berdasarkan hasil uji coba diketahui bahwa instrumen tes memiliki koefisien reliabilitas berdasarkan uji *Alpha Cronbach* sebesar 0,843.

Tabel 1. Indikator Soal dan Contoh Soal pada Instrumen Tes Kemampuan Spasial

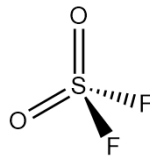
No.	Indikator Soal	Contoh Soal
1.	<p><i>Spatial visualization</i></p> <p>a. Kemampuan mahasiswa untuk menentukan bangun tiga dimensi yang dapat dibentuk dari jaring-jaring bangun.</p> <p>b. Kemampuan mahasiswa untuk menentukan jaring-jaring bangun dari suatu bangun tiga dimensi.</p>	<p>Jaring-jaring bangun di samping bila disusun akan membentuk bangun</p> 
2.	<p><i>Spatial relation</i></p> <p>Kemampuan mahasiswa untuk menentukan orientasi bangun tiga dimensi setelah dilakukan operasi rotasi.</p>	<p>Bangun  dirotasi menjadi </p> <p>Dengan rotasi yang sama, bangun  berubah menjadi</p> 
3.	<p><i>Spatial orientation</i></p> <p>Kemampuan mahasiswa untuk menentukan penampilan bangun tiga dimensi dilihat dari sudut pandang tertentu.</p>	<p>Penampilan bangun tiga dimensi di samping bila dilihat dari sudut kubus yang ditandai • adalah</p> 

Tes pemahaman materi Simetri diberikan setelah proses pembelajaran materi Simetri. Mahasiswa menerima pembelajaran materi Simetri selama tiga kali pertemuan dengan total waktu kurang lebih 6×50 menit. Proses pembelajaran materi Simetri menggunakan multimedia pembelajaran (Anggriawan dkk., 2016).

Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah skor tes kemampuan spasial dan skor tes pemahaman materi Simetri. Skor tes kemampuan spasial digunakan untuk menentukan kategori tingkat kemampuan spasial mahasiswa. Kriteria pengkategorian tingkat kemampuan spasial mahasiswa yang digunakan adalah diadaptasi dari kategori *Intelligence Quotion* (IQ) menurut *Wechsler Adult Intelligence Scale* (WAIS-III) tahun 1997. Di sisi lain, skor tes kemampuan spasial digunakan untuk menghitung persentase jawaban benar pada setiap indikator soal tes. Pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri ditentukan berdasarkan nilai rata-rata persentase jawaban benar pada setiap indikator soal tersebut.

Diberikan molekul sulfuril fluorida, SO_2F_2 dengan bentuk sebagai berikut.



- Tunjukkan dengan gambar sumbu rotasi sejati yang mungkin ada pada molekul SO_2F_2 !
- Sebutkan sumbu utama yang mungkin ada pada molekul SO_2F_2 ! Mengapa sumbu tersebut disebut sebagai sumbu utama!
- Tunjukkan dengan gambar bidang cermin yang mungkin ada pada molekul SO_2F_2 ! Sebutkan nama masing-masing bidang cermin dan jelaskan alasan penamaan tersebut!
- Tunjukkan dengan gambar operasi inversi melalui pusat simetri yang mungkin ada pada molekul SO_2F_2 !
- Tunjukkan dengan gambar sumbu rotasi semu yang mungkin ada pada molekul SO_2F_2 !
- Berdasarkan operasi simetri yang dimilikinya, ramalkan sifat kepolaran molekul SO_2F_2 !
- Berdasarkan operasi simetri yang dimilikinya, ramalkan sifat kekiralan molekul SO_2F_2 !

Gambar 1. Contoh Soal Pada Instrumen Tes Pemahaman Materi Simetri

Skor tes kemampuan spasial dan skor tes pemahaman materi Simetri selanjutnya digunakan dalam analisis korelasi dengan didahului uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan uji homogenitas menggunakan *Levene's test*. Berdasarkan hasil uji normalitas tersebut diketahui bahwa data skor tes kemampuan spasial dan skor tes pemahaman materi Simetri terdistribusi normal. Berdasarkan hasil uji homogenitas tersebut diketahui bahwa skor tes kemampuan spasial dan skor tes pemahaman materi Simetri adalah homogen atau memiliki varians yang sama. Dengan demikian, analisis korelasi kemampuan spasial dan pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri dilakukan melalui analisis parametrik *Pearson product moment*.

HASIL

Sebaran mahasiswa berdasarkan kemampuan spasialnya sebelum mempelajari materi Simetri diberikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa kemampuan spasial mahasiswa sangat bervariasi. Diketahui pula banyak mahasiswa yang masih memiliki kemampuan spasial pada kategori di bawah rata-rata, rendah, dan sangat rendah, yaitu total sebanyak 40%.

Tabel 2. Sebaran Mahasiswa Berdasarkan Kemampuan Spasialnya

Skor	Kategori	Persentase Mahasiswa
26—30	Sangat baik	9
24—25	Baik	6
22—23	Di atas rata-rata	13
18—21	Rata-rata	32
16—17	Di bawah rata-rata	11
14—15	Rendah	8
0—13	Sangat rendah	21

Data persentase jawaban benar pada tiap indikator soal tes pemahaman materi Simetri diberikan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri termasuk dalam kategori baik. Akan tetapi, kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi operasi rotasi melalui sumbu rotasi sejati, operasi refleksi pada bidang cermin, dan operasi rotasi melalui sumbu rotasi semu masih rendah.

Ikhtisar hasil uji korelasi *Pearson product moment* diberikan pada Tabel 4. Berdasarkan harga koefisien korelasi (r_{hitung}) yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa kemampuan spasial memengaruhi kesuksesan mahasiswa dalam memahami materi Simetri.

Tabel 3. Persentase Jawaban Benar pada Tiap Indikator Soal Tes Pemahaman Materi Simetri

No.	Indikator Soal	Persentase Jawaban Benar
1.	Mengidentifikasi operasi rotasi melalui sumbu rotasi sejati	77
2.	Mengidentifikasi sumbu utama	78
3.	Mengidentifikasi operasi refleksi pada bidang cermin	67
4.	Mengidentifikasi operasi inversi melalui pusat simetri	88
5.	Mengidentifikasi operasi rotasi melalui sumbu rotasi semu	79

6.	Meramalkan kepolaran molekul	84
7.	Meramalkan kekiralan molekul	87
Rata-rata		80

Tabel 4. Ikhtisar Uji Korelasi

H ₀	Kriteria Uji	Hasil Uji	Keputusan
H ₀ = Tidak ada hubungan antara kemampuan spasial dengan pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri	<ul style="list-style-type: none"> H₀ ditolak bila r_{hitung} bernilai positif dan $r_{hitung} > r_{tabel}$ Diketahui $r_{tabel}(0,05, 70) = 0,235$	$r_{hitung} = +0,58$ maka $r_{hitung} > r_{tabel}$	<ul style="list-style-type: none"> H₀ ditolak, terdapat hubungan antara kemampuan spasial dengan pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri. Hubungan kedua variabel termasuk dalam kategori kuat.

PEMBAHASAN

Kemampuan Spasial Mahasiswa

Pada penelitian yang dilakukan, didapatkan mahasiswa pada semua kategori tingkat kemampuan spasial. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan spasial mahasiswa sangat bervariasi. Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa persentase mahasiswa yang mencapai kategori rata-rata adalah paling tinggi, yaitu sebanyak 32% mahasiswa. Selanjutnya, persentase mahasiswa pada kategori sangat rendah adalah tertinggi kedua, yaitu sebanyak 21% mahasiswa.

Penelitian terkait pengukuran kemampuan spasial mahasiswa jurusan sains juga telah dilakukan oleh Carter *et al.* (1987), Pribyl & Bodner (1987), Ozdemir (2009), dan Lutfiah (2014). Hasil pengukuran kemampuan spasial pada keempat penelitian tersebut diberikan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa mahasiswa jurusan sains umumnya memiliki kemampuan spasial pada kategori rata-rata. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa mahasiswa yang mampu mencapai kategori rata-rata atau lebih tinggi adalah mahasiswa yang telah mengembangkan kemampuan spasialnya dengan baik. Sebaliknya, mahasiswa yang belum mampu mencapai kategori rata-rata dianggap belum mengembangkan kemampuan spasialnya dengan baik.

Tabel 5. Beberapa Hasil Penelitian Terdahulu Terkait Pengukuran Kemampuan Spasial Mahasiswa Jurusan Sains

No.	Penelitian	Faktor yang Diukur	Hasil	Kategori
1	Carter et al. (1987)	Spatial relation	$\bar{x} = 13,2$ dari skor maksimal = 20 (Carter et al., 1987:647).	Rata-rata
2	Pribyl & Bodner (1987)	Spatial relation	$\bar{x} = 13,2$ dari skor maksimal = 20 (Pribyl & Bodner, 1987:231).	Rata-rata
3	Ozdemir (2009)	a. Spatial visualization	$\bar{x} = 40,4$ dari skor maksimal = 60	Rata-rata
		b. Spatial orientation	$\bar{x} = 23,0$ dari skor maksimal = 42 (Ozdemir, 2009:749).	Di bawah rata-rata
4	Lutfiah (2014)	Spatial visualization	Sebanyak 64,8% mahasiswa memiliki skor tes kemampuan spasial antara 16 sampai 20 (Daniatul, 2014:53). Skor maksimal = 28.	Rata-rata

Pada penelitian yang dilakukan, diperoleh hanya sebanyak 60% (Tabel 2) mahasiswa mampu mencapai kategori rata-rata atau lebih tinggi, sedangkan 40% lainnya belum mampu mencapai kategori rata-rata. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak sampel penelitian yang belum mengembangkan kemampuan spasialnya dengan baik. Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Barke (1993:970) yang menunjukkan bahwa kemampuan spasial anak mulai berkembang dengan baik pada rentang usia 14 sampai 16 tahun. Dengan demikian mahasiswa pada rentang usia 20 sampai 21 tahun seharusnya telah mengembangkan kemampuan spasialnya dengan baik. Belum berkembangnya kemampuan spasial mahasiswa diduga disebabkan mahasiswa belum mencapai tahap kemampuan berpikir formal, rendahnya pengalaman spasial yang dimiliki mahasiswa.

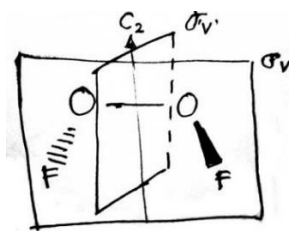
Belum berkembangnya kemampuan spasial mahasiswa diduga disebabkan mereka belum mencapai tahap kemampuan berpikir formal. Seseorang yang masih berada pada tahap kemampuan berpikir konkret akan mengalami kesulitan atau tidak mampu mengerjakan tes kemampuan spasial sebab untuk mengerjakan tes kemampuan spasial seseorang perlu membangun dan memanipulasi representasi internal objek abstrak (Barke, 1993:968). Hal ini sesuai dengan pendapat Piaget & Inhelder (dalam Yilmaz, 2009:88) yang menyatakan bahwa seseorang mulai mengembangkan kemampuan spasialnya ketika mereka telah mencapai tahap kemampuan berpikir formal. Selanjutnya, hasil penelitian yang dilakukan oleh Wiji dkk. (2014:151) menunjukkan bahwa masih banyak mahasiswa yang belum mencapai tahap kemampuan berpikir formal, yaitu sebanyak 18,6% mahasiswa jurusan pendidikan kimia masih berada pada tahap kemampuan berpikir konkret dan sebanyak 14,5% mahasiswa masih berada pada tahap transisi kemampuan berpikir konkret-formal.

Belum berkembangnya kemampuan spasial mahasiswa juga diduga disebabkan oleh rendahnya kuantitas dan kualitas pengalaman spasial yang mereka alami dalam kehidupan sehari-hari. Pengalaman spasial dapat berupa pengalaman berpikir tiga dimensi saat mempelajari sains dengan menggunakan diagram, model, dan animasi (Barnea, 2000:309). Tingginya jumlah mahasiswa belum mengembangkan kemampuan spasialnya dengan baik mengindikasikan bahwa banyak sampel penelitian sering kali tidak bersungguh-sungguh dalam memahami diagram, model, dan animasi pada proses perkuliahan mengingat ketiga mode visualisasi tersebut sering digunakan untuk memvisualisasikan konsep atau proses kimia. Di samping itu, mahasiswa juga diduga memiliki sedikit pengalaman spasial dalam kehidupan sehari-hari seperti pengalaman bermain konstruksi bongkar pasang, bermain *game* komputer yang bersifat tiga dimensi, dan melakukan jenis olahraga tertentu yang melatih koordinasi mata dan tangan (Sorby, 1999:24).

Pemahaman Mahasiswa terhadap Materi Simetri

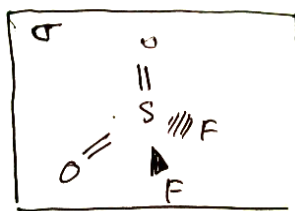
Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa persentase pemahaman mahasiswa pada materi Simetri adalah 80% dan termasuk dalam kategori baik. Akan tetapi, kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi operasi rotasi melalui sumbu rotasi sejati dan operasi refleksi pada bidang cermin, yaitu berturut-turut sebesar 77% dan 67%. Berdasarkan analisis terhadap uraian jawaban mahasiswa saat tes, dapat diketahui bahwa rendahnya kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi operasi rotasi melalui sumbu rotasi sejati dan operasi refleksi pada bidang cermin disebabkan ketidakmampuan mahasiswa melakukan salah satu atau beberapa proses kognitif yang diperlukan mengidentifikasi operasi simetri yang ada pada molekul.

Pertama, mahasiswa tidak mampu membangun visualisasi mental bentuk molekul berdasarkan rumus struktur dengan benar. Sebagai contoh, pada saat postes sebanyak 41% mahasiswa berkemampuan spasial rendah menyatakan bahwa molekul O_2F_2 memiliki dua buah bidang cermin vertikal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Hal ini terjadi diduga disebabkan mahasiswa tidak mampu membangun representasi internal bentuk molekul O_2F_2 dengan tepat, yaitu molekul O_2F_2 dengan posisi kedua ikatan $O-F$ adalah sebidang. Ketidakmampuan mahasiswa membangun representasi internal bentuk molekul dengan tepat dapat disebabkan oleh rendahnya *spatial visualization* mahasiswa sehingga mereka kurang mampu menerjemahkan kode visual notasi ikatan penuh (—) dan notasi ikatan putus-putus (.....) yang ada pada gambar struktur molekul menjadi informasi arah ikatan yang ada (Wu & Shah, 2004:466).



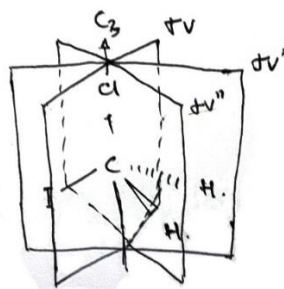
Gambar 2. Representasi mahasiswa yang menunjukkan bahwa molekul O_2F_2 memiliki dua bidang cermin vertikal

Kedua, mahasiswa tidak mampu membayangkan bentuk molekul dari berbagai sudut pandang. Sebagai contoh, pada saat postes sebanyak 45% mahasiswa berkemampuan spasial rendah tidak mampu mengidentifikasi operasi simetri yang ada pada molekul SO_2F_2 dengan lengkap. Mereka menyatakan bahwa molekul SO_2F_2 hanya memiliki sebuah bidang cermin σ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Jawaban yang benar adalah molekul SO_2F_2 memiliki sebuah sumbu rotasi sejati C_2 dan dua buah bidang cermin σ_v . Pada kasus ini dapat dipastikan bahwa ketidakmampuan mahasiswa tersebut bukan disebabkan oleh kesulitan dalam membangun representasi internal bentuk molekul SO_2F_2 sebab semua mahasiswa dapat merepresentasikan bentuk molekul tetrahedral terdistorsi (soal nomor 6-a) dengan tepat. Ketidakmampuan mahasiswa tersebut diduga disebabkan rendahnya *spatial orientation* (Tuvi-Arad & Gorsky, 2007:62) sehingga mereka tidak mampu membayangkan molekul SO_2F_2 dari berbagai sudut pandang untuk menemukan perspektif yang paling mudah menemukan adanya sumbu rotasi sejati C_2 dan bidang cermin lainnya.



Gambar 3. Representasi mahasiswa yang hanya mampu mengidentifikasi sebuah bidang cermin σ pada molekul SO_2F_2

Ketiga, rendahnya pemahaman konsep operasi simetri dan kemampuan mahasiswa dalam memanipulasi visualisasi mental bentuk molekul dalam ruang. Sebagai contoh, sebanyak 42% mahasiswa menyatakan bahwa molekul CH_2ClI memiliki sumbu C_3 yang posisinya melalui ikatan C—H dan tiga bidang cermin vertikal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Kesulitan ini dapat disebabkan mahasiswa tidak memahami konsep operasi rotasi melalui sumbu rotasi sejati secara mendasar sehingga mahasiswa tidak memahami bahwa operasi rotasi molekul CH_2ClI melalui sumbu C_3 bukan merupakan operasi simetri karena molekul hasil rotasi tidak ekuivalen dengan molekul awalnya. Selain itu kesulitan ini juga dapat disebabkan oleh rendahnya *spatial relation*. Mahasiswa dengan *spatial relation* rendah tidak mampu membuat dan membandingkan representasi internal bentuk molekul sebelum dan sesudah dikenai operasi sehingga mereka tidak mampu menentukan apakah operasi yang dilakukan termasuk operasi simetri atau bukan (Tuvi-Arad & Gorsky, 2007:62).



Gambar 4. Representasi mahasiswa yang menunjukkan bahwa molekul CH_2ClI memiliki sumbu C_3 dan tiga bidang cermin vertikal

Hubungan antara Kemampuan Spasial dan Pemahaman Mahasiswa terhadap Materi Simetri

Hasil uji korelasi *Pearson product moment* antara skor tes kemampuan spasial dan skor postes materi Simetri diperoleh koefisien korelasi, r_{hitung} , sebesar +0,58 (Tabel 3). Hal ini menunjukkan ada hubungan antara kemampuan spasial mahasiswa dan pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri. Hubungan antara kemampuan spasial mahasiswa dan pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri termasuk dalam kategori kuat. Adanya hubungan yang kuat antar kedua variabel membuktikan bahwa kemampuan spasial memengaruhi kesuksesan mahasiswa dalam memahami materi Simetri. Kemampuan spasial mahasiswa menyumbang keragaman sebesar 33,6% terhadap pemahaman materi Simetri mahasiswa. Pengaruh kemampuan spasial terhadap kesuksesan mahasiswa dalam memahami materi Simetri dapat dijelaskan sebagai berikut. Mahasiswa berkemampuan spasial tinggi mampu membangun representasi internal bentuk molekul tiga dimensi dengan kualitas yang baik (Harle & Town, 2011:357). Di samping itu, mereka juga mampu memanipulasi representasi internalnya dalam ruang dengan baik (Tuvi-Arad & Gorsky, 2007:62). Kemampuan tersebut memungkinkan mahasiswa untuk membayangkan molekul dari berbagai sudut pandang dan membayangkan pergerakan molekul saat dikenai suatu operasi dengan baik. Kualitas representasi internal dan kemampuan memanipulasi yang baik tersebut sangat mendukung mahasiswa berkemampuan spasial tinggi untuk dapat mengidentifikasi keseluruhan operasi simetri yang ada pada molekul dengan tepat.

Sebaliknya, mahasiswa berkemampuan spasial rendah umumnya kurang mampu membangun representasi internal bentuk molekul tiga dimensi dengan tepat (Harle & Town, 2011:357). Jika representasi internal bentuk molekul yang dibangun mahasiswa tidak tepat, maka mereka akan mengidentifikasi operasi simetri yang ada pada bentuk molekul yang tidak tepat. Akibatnya, jawaban yang dihasilkan juga tidak tepat. Di samping itu, mahasiswa berkemampuan spasial rendah umumnya kurang mampu membayangkan molekul dari berbagai sudut pandang dan membayangkan pergerakan molekul saat dikenai suatu operasi (Tuvi-Arad & Gorsky, 2007:62). Hal ini dapat menyebabkan mahasiswa tidak mampu mengidentifikasi keseluruhan operasi simetri yang ada pada molekul dengan lengkap dan tepat.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ferk *et al.* (2003:1239) yang menunjukkan bahwa skor tes *spatial relation* siswa dan mahasiswa berkorelasi positif dan signifikan terhadap skor *Chemistry Visualization Test* (CVT), yaitu tes yang bertujuan untuk menilai kemampuan mahasiswa dalam memahami bentuk molekul tiga dimensi dari berbagai jenis representasi serta kemampuan mahasiswa dalam menentukan penampilan molekul setelah dirotasi atau dicerminkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan bahwa (1) sebanyak 40% mahasiswa masih memiliki kemampuan spasial rendah; (2) pemahaman mahasiswa terhadap materi Simetri termasuk dalam kategori baik; (3) terdapat hubungan yang kuat antara kemampuan spasial dengan pemahaman mahasiswa pada materi Simetri. Artinya, kemampuan spasial memengaruhi kesuksesan mahasiswa dalam memahami materi Simetri.

Bagi pendidik diharapkan untuk mengukur dan memerhatikan perkembangan kemampuan spasial mahasiswa secara berkala, terlebih kepada mahasiswa tingkat pertama dan kedua. Kemudian, pendidik juga diharapkan dapat memberi perhatian dan pelatihan khusus kepada mahasiswa berkemampuan spasial rendah agar mereka dapat mengembangkan kemampuan spasialnya dengan baik, yang selanjutnya akan memfasilitasi mahasiswa untuk mengembangkan pemahaman materi Simetri dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggriawan, B., Effendy, & Budiasih, E. 2017. *Efektivitas Penggunaan Multimedia Interaktif Berbasis Guided-Discovery Learning dalam Mengembangkan Pemahaman Mahasiswa terhadap Materi Simetri Molekul*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional III, Program Studi Pendidikan Biologi FKIP, UMM, Malang 29 April 2017.
- Antonoglou, L. D., Charistos, N. D. & Sigalas, M. P. 2011. Design, Development and Implementation of a Technology Enhanced Hybrid Course on Molecular Symmetry: Students' Outcomes and Attitudes. *Chemistry Education Research and Practice*, 12: 454—468.
- Barke, H. 1993. Chemical Education and Spatial Ability. *Journal of Chemical Education*, 70(12):968—971.
- Barnea, N. 2000. Teaching and Learning about Chemistry and Modelling with a Computer managed Modelling System. Dalam J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education*, (hlm. 307-323). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Carter, C. S., Larussa, M. A. & Bodner, G. M. 1987. A Study of Two Measure of Spatial Ability as Predictors of Success in Different Levels of General Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (7):645—657. DOI: 10.1002/tea.3660240705.
- Frek, V., Frtacnik, M., Blejec, A. & Gril, A. 2003. Students' Understanding of Molecular Structure Representations. *International Journal of Science Education*, 25 (10):1227—1245.
- Harle, M. & Towns, M. 2011. A Review of Spatial Ability Literature, Its Connection to Chemistry, and Implications for Instruction. *Journal of Chemical Education*, 88 (3):351—360.
- Lohman, D. F. 1979. *Spatial Ability: A Review and Reanalysis of the Correlational Literature*, in *Aptitude Research Project*. California: Stanford University.
- Lutfia, D. 2014. *Pengaruh Pengajaran Remedial Menggunakan Model Konkret Struktur Kristal terhadap Kemampuan Visuospasial dan Pemahaman Mahasiswa pada Materi Struktur Kristal*, Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Miessler, G. L., Fischer, P. J. & Tarr, D. A. 2014. *Inorganic Chemistry* (5th ed). New York: Pearson Education, Inc.
- Ozdemir, G. 2010. Exploring Visuospatial Thinking in Learning about Mineralogy: Spatial Orientation Ability and Spatial Visualization Ability. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 737—759.
- Pribyl, J. R. & Bodner, G. M. 1987. Spatial Ability and its Role in Organic Chemistry: A Study of Four Organic Courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3):229—240. DOI: 10.1002/tea.3660240304
- Sorby, S. A. 1999. Developing 3-D Spatial Visualization Skills. *Engineering Design Graphics Journal*. (Online), 63 (2):21—32, (<http://www.edgj.org/index.php/EDGJ/article/viewFile/126/122>, diakses 20 Mei 2017).
- Tuvi-Arad, I. & Gorsky, P. 2007. New Visualization Tools for Learning Molecular Symmetry: a Preliminary Evaluation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(1), 61—72.
- Wu, H. -K. & Shah, P. 2004. Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. *Science Education*, 88 (3):465—492.
- Wiji, L., Wahyu Sopandi., & Muhammad A. K. M. 2014. Kemampuan Berpikir Logis dan Model Mental Kimia Sekolah Mahasiswa Calon Guru. *Cakrawala Pendidikan*. (Online), 33 (1):147—156. (<https://journal.uny.ac.id/index.php/cp/article/view/1871/pdf>, diakses 20 Mei 2017).
- Yilmaz, H. B. 2009. On the Development and Measurement of Spatial Ability. *International Electronic Journal of Elementary Education*. (Online), 1 (2):83—96, (<https://www.iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/279>, diakses 20 Mei 2017).