

**Article History**

Received: 20/02/2021

Accepted: 08/05/2021

Published: 15/06/2021

\*Corresponding author

[fahmiechems@gmail.com](mailto:fahmiechems@gmail.com)**PENGEMBANGAN STRATEGI PEMBELAJARAN BERBASIS INTERTEKSTUAL DENGAN MODEL VISUALISASI PADA KONSEP GEOMETRI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL SISWA****DEVELOPMENT OF INTERTEXTUAL BASED LEARNING STRATEGY USING VISUALIZATION MODEL TO IMPROVE SPATIAL ABILITY ON MOLECULAR GEOMETRY CONCEPT**Zulfahmi<sup>a\*</sup>, Wiji<sup>b</sup>, Sri Mulyani<sup>b</sup><sup>a</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh, Indonesia<sup>b</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi pada konsep geometri molekul untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Dalam penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Subjek penelitian yang digunakan sebanyak 20 siswa SMA kelas 10. Dalam penelitian ini instrumen yang digunakan berupa lembar validasi strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi, software visualisasi 3D, dan tes kemampuan spasial. Kemampuan spasial terdiri dari tiga indikator yang akan dievaluasi yaitu hubungan spasial, orientasi spasial, dan visualisasi spasial. Hasil penelitian strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi yang dikembangkan mampu meningkatkan kemampuan spasial. Siswa dapat memahami geometri molekul dari konsep teori VSEPR dan teori ikatan valensi. Hasil pretes siswa pada kemampuan hubungan spasial (26,67%), orientasi spasial (10,10%), dan visualisasi spasial (7,41%). Setelah diujicobakan strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi hasil postes siswa pada kemampuan hubungan spasial (58,33%), orientasi spasial (50,00%), dan visualisasi spasial (27,78%).

**Kata Kunci:** strategi pembelajaran berbasis intertekstual, geometri molekul, model visualisasi, kemampuan spasial

**Abstract**

This study aims to develop intertextual-based learning strategies using visualization models to improve students' spatial abilities on molecular geometry concepts. In this study using the method of Research and Development (R&D). The research subjects used were 20 high school 10th grade students. In this study the instrument used was in the form of an intertextual-based learning strategy validation sheet with visualization models, 3D visualization software, and spatial ability tests. Spatial ability consists of three indicators to be evaluated, namely spatial relations, spatial orientation, and spatial visualization. The results of intertextual-based learning strategy research with developed visualization models can improve spatial ability. Students can understand molecular geometry from the concept of VSEPR theory and valence bond theory. Results pre-test student on the spatial relations (26.67%), spatial orientation (10.10%), and spatial visualization (7.41%). After being tested intertextual-based learning strategies with visualization models of students' post-test results on the spatial relations (58.33%), spatial orientation (50.00%), and spatial visualization (27.78%).

**Keywords:** intertextual based learning strategy, molecular geometry, visualization model, spatial ability

doi:10.24815/jcd.v9i1.20078



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

**PENDAHULUAN**

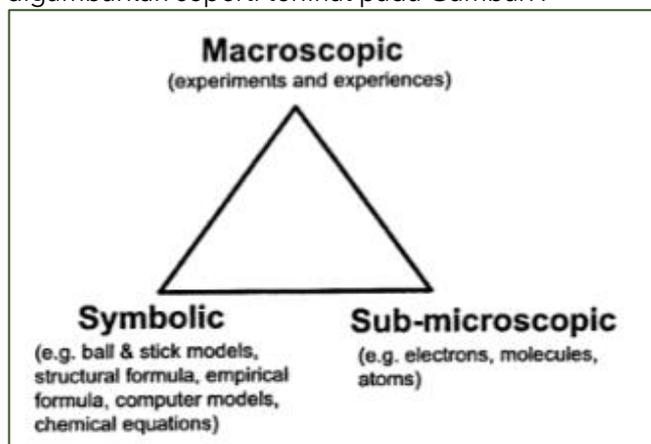
Ilmu kimia merupakan cabang dari ilmu pengetahuan alam yang berhubungan dengan sifat, struktur, perubahan, hukum dan prinsip, serta konsep dari teori yang merepresentasikannya [1]. Kajian ilmu kimia mengharuskan siswa untuk memahami apa dan

bagaimana suatu fenomena dapat terjadi di lingkungan. Penjelasan konsep-konsep kimia yang saling terkait dan bersifat abstrak menyebabkan siswa sulit dalam memahami konsep kimia secara mendalam. Sifat abstrak pada konsep kimia melibatkan berbagai representasi baik dalam level makroskopik,

submikroskopik, maupun simbolik. Proses-proses kimia dan semua realita kimia (fenomena makroskopik) secara paradigmatik dapat dijelaskan dari perspektif molekular (submikroskopik) sehingga kimia dipandang sebagai ilmu submikroskopik[2].

Salah satu konsep dalam pembelajaran kimia di SMA yang bersifat abstrak adalah konsep geometri molekul. Untuk memahami geometri molekul dengan baik, siswa harus memahami beberapa konsep yang mendasarinya yaitu tentang konfigurasi elektron, elektron valensi, struktur Lewis, kestabilan molekul, dan pasangan elektron[3]. Kemampuan spasial juga diperlukan dalam memahami geometri molekul. Konsep materi geometri molekul merupakan materi yang sulit dipahami oleh siswa. Maka dari itu dalam pembelajaran kimia sebaiknya memiliki hubungan konseptual antara representasi makroskopik (fenomena proses kimia), submikroskopik (molekuler), dan simbolik. Bagian penting dalam pembelajaran kimia adalah siswa harus dapat memahami konsep kimia dalam tiga level representasi kimia dan menghubungkan keterkaitan ketiga level representasi yaitu level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik [4].

Ketiga level ini saling berhubungan dan berkontribusi dalam pemahaman siswa yang harus dicapai oleh siswa terhadap konsep kimia. Berdasarkan pandangan diatas, representasi kimia dapat digambarkan seperti terlihat pada Gambar.1



**Gambar 1.** Tiga level representasi kimia [5]

Para ahli kimia merepresentasikan pengalaman sensorinya dengan atom dan molekul, kemudian menerjemahkannya ke dalam simbol dan rumus-rumus. Dengan mengkaji evolusi cara ahli kimia berargumen bahwa representasi submikroskopik yang sekarang digunakan ahli kimia muncul dari analogi fenomenologis pengalaman sensori pada level makroskopik. Namun, pemahaman submikroskopik dan representasi simbolik dirasakan sulit bagi siswa. Kesulitan siswa untuk berpikir abstrak pada level representasi submikroskopik dan simbolik merupakan salah satu alasan tidak berhasilnya proses

pembelajaran kimia disebabkan oleh representasi tersebut tidak tampak dan abstrak dan juga seringnya terjadi miskonsepsi pada siswa dalam proses berpikir ilmiah terhadap informasi yang diterima dalam pembelajaran kimia [2].

Kozma et al [6] memberi argumen dalam pandangan berbeda dari pembelajaran kimia yang berfokus pada perkembangan kompetensi representasi siswa dalam konteks sosial. Kompetensi representasi tersebut termasuk merumuskan tujuan representasi, menggunakan representasi untuk membuat eksplanasi, menggunakan representasi dalam konteks sosial untuk mengkomunikasikan pemahaman dan membuat tautan antar representasi. Oleh karena itu, untuk mengembangkan pemahaman siswa mengenai kimia, kurikulum kimia dapat membimbing mereka untuk menggunakan representasi majemuk dalam hubungannya dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Lingkungan belajar termasuk guru, materi kurikulum atau peralatan teknologi harus secara eksplisit memperlihatkan hubungan diantara level-level makroskopik, mikroskopik dan simbol dalam konteks inkuiri.

Untuk dapat memudahkan pemahaman kimia pada level submikroskopik, penggunaan alat teknologi seperti komputer dapat dijadikan sebagai alternatif karena penggunaan komputer dapat memvisualisasikan pada level submikroskopik. Penggunaan komputer memungkinkan terjadinya *display simultan* representasi molekular yang sesuai dengan observasi pada level submikroskopik. Penggunaan visualisasi animasi dalam pembelajaran kimia sangat berguna untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan imajinasi. Menurut Gilbert et al [7] penelitian yang tumbuh dalam pendidikan ilmu pengetahuan menunjukkan pentingnya penggunaan berbagai jenis visualisasi dalam kaitannya dengan pembelajaran sains siswa.

Berbagai hasil penelitian terkini menunjukkan bahwa umumnya siswa bahkan pada tingkat mahasiswa yang nilainya bagus dalam ujian, namun mengalami kesulitan mempelajari ilmu kimia disebabkan ketidakmampuan dalam memvisualisasikan struktur dan proses pada level submikroskopik dan tidak mampu menghubungkannya dengan level representasi kimia yang lain [8]. Saat ini dengan adanya perkembangan teknologi komputer baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak memungkinkan siswa untuk pemodelan geometri molekul dengan menggunakan komputer.

Beberapa *software open source* yang tersedia di internet dapat digunakan untuk visualisasi model molekul dengan mengaitkan multiple representasi dalam pembelajaran. Tasker & Dalton [9] menyatakan bahwa strategi pembelajaran berbasis multiple representasi dengan menggunakan model visualisasi

molekuler merupakan sebuah pengalaman belajar yang khas untuk siswa dalam konteks pembelajaran.

Hubungan multiple representasi dengan menggunakan visualisasi memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan interaksi antar molekul dan memahami konsep-konsep kimia menjadi lebih baik. Penggunaan animasi secara efektif akan mengarahkan perhatian siswa untuk dapat meningkatkan belajar yang bermakna daripada pengetahuan sebelumnya [10],[11],[9].

Menurut Mayer [12] bahwa kemampuan visualisasi spasial adalah kemampuan mental untuk memutar objek dalam dua atau tiga dimensi dengan membayangkan perubahan dari suatu objek yang terlihat seperti manipulasi. Kemampuan spasial merupakan kemampuan untuk membangun aspek kognitif dan fakta secara komprehensif yang dapat digunakan untuk menjelaskan komponen yang berbeda dari suatu objek baik dalam bentuk 2D maupun 3D. Kemampuan spasial sangat penting untuk berfikir tentang hubungannya bentuk visual dalam 2D maupun 3D dan merepresentasikan dalam diagram maupun gambar. Siswa menggunakan beberapa cara untuk membuat diagram dan gambar dengan mengandalkan penalaran imagistik [13],[14],[15].

Kemampuan spasial adalah kemampuan untuk membayangkan secara tepat dan akurat objek-objek dalam suatu ruang, mengetahui hubungan objek-objek tersebut dalam ruang dan mampu memanipulasi di dalam pikiran (imajinasi). Kemampuan spasial terdiri dari tiga indikator yaitu:

1. Hubungan spasial adalah kemampuan memahami susunan dari suatu objek dan memutarnya baik dalam bentuk 2D maupun 3D serta bagiannya yang terhubung satu sama lain.
2. Orientasi spasial adalah kemampuan untuk membayangkan suatu benda atau objek dari berbagai sudut pandang yang berbeda baik pada bentuk 2D maupun 3D.
3. Visualisasi spasial adalah kemampuan untuk menunjukkan aturan perubahan atau perpindahan suatu susunan dari gambar atau bentuk bangun ruang dari bentuk 3D ke 2D atau sebaliknya.

Halliday & Hasan dalam [16] mendefinisikan teks sebagai bahasa fungsional yang berupa percakapan atau tulisan atau berbagai macam media yang dapat mengekspresikan apa yang kita pikirkan.

Berdasarkan definisi tersebut, maka level representasi kimia yang terdiri dari representasi kimia yang berbeda yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik berkaitan dengan pengalaman sehari-hari serta kejadian-kejadian di dalam kelas yang dapat dipandang sebagai teks. Ketika siswa mengkonstruksi pemahaman konsep-konsep kimia, mereka dapat mengkoordinasikan representasi yang berbeda-beda dengan pengalamannya sehari-hari.

Pertautan diantara representasi, pengalaman kehidupan sehari-hari, dan kejadian-kejadian di kelas yang dilakukan siswa dapat dipandang sebagai hubungan intertekstual. Maka dari itu, hubungan intertekstual dalam proses pembelajaran dapat menjadi sumber untuk memberikan pemahaman konsep yang utuh dan guru dapat menggunakan intertekstual sebagai strategi pembelajaran dalam membantu siswa memahami konsep kimia.

Salah satu jenis strategi yang dikembangkan agar tiga level representasi kimia dapat dipahami pada siswa secara utuh adalah strategi intertekstual. Hubungan antara representasi kimia dengan pengalaman sehari-hari dan kejadian di kelas yang dialami siswa dapat dipandang sebagai hubungan intertekstual. Hubungan intertekstual antar representasi kimia tidak hanya dibangun dari pemikiran siswa, namun juga interaksi sosial antar teman kelas, buku teks, dan pelajaran lainnya[16]. Dengan demikian hubungan intertekstual antara tiga level representasi kimia sangat penting dalam pembelajaran kimia dengan menggunakan intertekstual sebagai strategi pembelajaran untuk membantu siswa memahami konsep kimia secara utuh.

Strategi pembelajaran berbasis intertekstual ini mengadaptasi langkah pembelajaran dengan menggunakan level representasi kimia melalui model visualisasi yang dikembangkan oleh Tasker dan Dalton [9], sehingga memunculkan urutan pembelajaran (sintaks) seperti pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Urutan langkah strategi pembelajaran berbasis intertekstual melalui model visualisasi

Langkah-langkah	Deskripsi
Langkah 1 : Pengamatan Data Hasil Eksperimen	Mengamati suatu data hasil eksperimen melalui demonstrasi pembelajaran dengan video, kegiatan laboratorium atau artikel ilmiah dengan menuliskan apa yang diamati dalam kata-kata/kalimat sendiri dari siswa
Langkah 2 : Eksplorasi Gagasan Awal	Upaya awal membangun pengetahuan melalui peningkatan pemahaman atas suatu data hasil eksperimen dalam memfasilitasi proses belajar siswa dari tidak tahu menjadi tahu. Siswa menghubungkan pikiran yang terdahulu dengan pengalaman belajarnya kemudian menggambarkan pemahamannya dengan memberikan respon yang mendalam.
Langkah 3 : Memperagakan Geometri Molekul	Memperagakan geometri molekul dengan menggunakan visualisasi 3D seperti memutar molekul, menentukan sudut ikatan dan panjang ikatan serta menggambarkan molekul dinamis

Langkah-langkah	Deskripsi
Langkah 4 : Refleksi	dengan lebih baik daripada gambar statis Mengetahui sejauh mana pemahaman siswa dengan memberikan pertanyaan dengan tujuan agar dapat memperoleh umpan balik mengenai kualitas pembelajaran dan tercapainya kepuasan dalam diri siswa.
Langkah 5 : Evaluasi Hasil	Mendorong siswa untuk berdiskusi dan mempresentasikan hasil diskusi dengan mengaitkan tiga level representasi.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengembangan strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi pada konsep geometri molekul untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian *Research and Development* (R & D) dalam rangka mengembangkan suatu produk yaitu strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi pada konsep geometri molekul untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Desain penelitian pengembangannya menggunakan desain yang dikemukakan oleh Borg & Gall [17]. Namun, dalam penelitian ini hanya membatasi hingga langkah kelima karena keterbatasan waktu penelitian. Hasil dari revisi atau perbaikan produk awal pada langkah 5 yang sudah dilakukan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan oleh peneliti selanjutnya dalam penyempurnaan strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi yang dikembangkan.

Penelitian ini dilakukan di salah satu SMA Negeri Kabupaten Bandung Barat tahun ajaran 2017/2018. Subjek penelitian ini siswa kelas X yang berjumlah 20 siswa. Untuk mengukur kemampuan spasial menggunakan soal tes yang telah diadaptasi dari tes kemampuan spasial yang dikembangkan oleh Carlisle et al. [18] dan Merchant, et al [19] yaitu berupa tes pilihan ganda yang dilengkapi dengan gambar submikroskopik. Soal tes menuntut siswa untuk mampu memvisualisasikan gambar geometri molekul dalam bentuk 3 dimensi (3D) dan memutar geometri molekul baik dalam bentuk 2D maupun 3D dengan menerapkan teori VSEPR dan kepolaran molekul suatu senyawa.

Sebelum instrumen digunakan, semua instrumen yang terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), lembar kegiatan strategi pembelajaran dengan model visualisasi pada materi geometri molekul, lembar kerja siswa (LKS), instrumen observasi, instrumen tes kemampuan spasial, divalidasi terlebih dahulu oleh pakar yang relevan sebanyak 3 orang dengan

mengamati langsung pembelajaran pada materi geometri molekul di kelas mahasiswa pendidikan kimia angkatan 3 Universitas Pendidikan Indonesia tahun 2017.

Analisis data tentang kemampuan spasial dari hasil soal tes (pretes dan postes) yang berupa soal pilihan ganda dengan pemberian skor pada masing-masing jawaban siswa. data tentang kemampuan spasial pada materi geometri molekul ditentukan melalui skor N-gain [20]. Instrumen yang digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan spasial siswa terhadap strategi pembelajaran berbasis intertekstual yaitu terdapat 20 soal tes pilihan ganda.

- a. Menghitung nilai pretes dan postes

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

$$\text{Skor maksimum} = 100$$

- b. Menghitung peningkatan penguasaan konsep dan kemampuan spasial (N-Gain) yaitu:

$$\text{N-Gain} = \frac{\text{Skor postes} - \text{skor pretes}}{\text{skor maks} - \text{skor pretes}} \times 100\%$$

Kriteria gain ternormalisasi ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kriteria gain ternormalisasi

% N-Gain	Kriteria
$\geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > \text{N-Gain} \geq 0,3$	Sedang
$< 0,3$	Rendah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kemampuan Umum Spasial Siswa pada Materi Geometri Molekul

Kemampuan spasial siswa dapat diukur dengan menggunakan instrumen kemampuan spasial yang diadaptasi dari tes kemampuan spasial yang dikembangkan oleh Carlisle et al [18] dan Merchant et al [19] yaitu berupa tes pilihan ganda sebanyak 20 soal dan beberapa soal dilengkapi dengan gambar molekul 3D. Soal tes menuntut siswa untuk mampu memvisualisasikan gambar geometri molekul dalam bentuk 3 dimensi (3D) dengan menerapkan teori VSEPR dan teori ikatan valensi, serta kepolaran molekul suatu senyawa. Dalam strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi selain mengukur penguasaan konsep juga mengukur kemampuan spasial siswa. Peneliti beralasan ingin mengetahui sejauh mana kemampuan spasial siswa yaitu dalam membayangkan secara tepat dan akurat molekul dari sudut pandang yang berbeda dari bentuk 3D ke 2D atau sebaliknya dan mampu memanipulasi molekul didalam pikiran siswa (imajinatif) pada materi geometri molekul.

Dari hasil ujicoba terbatas, berupa nilai pretes dan postes siswa pada materi geometri molekul dengan menggunakan strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi pada kemampuan spasial secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel. 3.

**Tabel 3.** Hasil pretes dan postes secara keseluruhan (Kemampuan Spasial)

No	Subjek	Nilai		N-Gain	Kategori
		Pretes	Postes		
1	S01	15	50	0,41	Sedang
2	S02	0	45	0,45	Sedang
3	S03	0	30	0,30	Sedang
4	S04	0	30	0,30	Sedang
5	S05	0	30	0,30	Sedang
6	S06	25	35	0,13	Rendah
7	S07	0	55	0,55	Sedang
8	S08	20	30	0,13	Rendah
9	S09	0	35	0,35	Sedang
10	S10	0	35	0,35	Sedang
11	S11	5	45	0,42	Sedang
12	S12	20	35	0,19	Rendah
13	S13	30	65	0,50	Sedang
14	S14	30	35	0,07	Rendah
15	S15	30	30	0,00	Rendah
16	S16	5	30	0,26	Rendah
17	S17	5	55	0,53	Sedang
18	S18	5	40	0,37	Sedang
19	S19	25	55	0,40	Sedang
20	S20	5	55	0,53	Sedang
Jumlah		220	820	6,53	Sedang
Rata-Rata		11,00	41,00	0,33	

Hasil rata-rata pretes siswa pada materi geometri molekul diperoleh secara keseluruhan yaitu sebesar 11,00%. Hal ini berarti sebelum pembelajaran dilakukan, kemampuan spasial siswa masih tergolong rendah sehingga perlu adanya perlakuan yang diberikan oleh guru untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa melalui strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan menggunakan visualisasi. Dalam penelitian ini dibantu program visualisasi 3D yaitu *software* Jmol dan model molekul yang dibuat oleh siswa dari *playdough* dan tusuk gigi. Kemampuan spasial siswa yang tergolong rendah diduga siswa belum mampu mengetahui bidang visual, menangkap bentuk dan posisi dari suatu molekul, membentuk representasi mental dari bentuk dan posisi visual, dan berimajinasi atau membayangkan molekul bentuk 3D.

Kemampuan spasial siswa awal yang telah diketahui akan membantu guru untuk mengidentifikasi aspek kemampuan spasial dalam memahami materi geometri molekul. Selanjutnya hasil rata-rata postes siswa diperoleh secara keseluruhan yaitu sebesar 41,00%. Hal ini membuktikan bahwa kemampuan spasial siswa setelah diberikan perlakuan oleh guru melalui strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan menggunakan visualisasi 3D meningkat. Keterlaksanaan strategi pembelajaran berbasis

intertekstual dengan model visualisasi secara umum telah sesuai dengan rencana dan harapan memberikan dampak positif pada kemampuan spasial siswa. Berdasarkan analisis data diperoleh N-gain sebesar 0,33 yang menunjukkan bahwa kemampuan spasial rata-rata tergolong sedang.

Hal ini sesuai dengan pernyataan para ahli bahwa hubungan multiple representasi dengan menggunakan visualisasi menjadikan siswa untuk mahir dalam memvisualisasikan interaksi antar molekul dan memahami konsep-konsep kimia yang terkait. Dengan menggunakan animasi secara efektif akan mengarahkan perhatian siswa untuk dapat meningkatkan belajar yang bermakna dengan pengetahuan sebelumnya [10],[11],[9]

### Kemampuan Spasial Siswa per Indikator

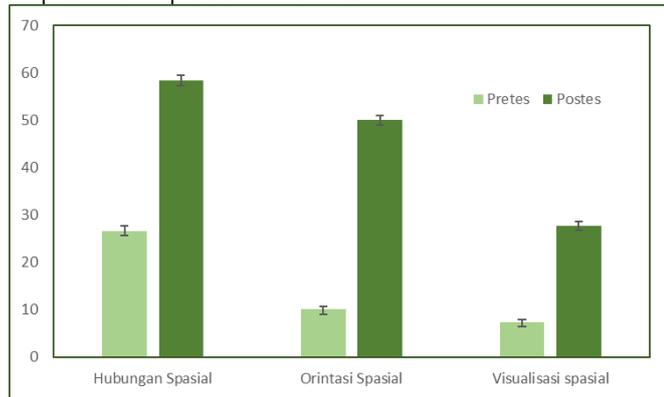
Kemampuan spasial terdiri dari 3 indikator yang akan dievaluasi yaitu hubungan spasial, orientasi spasial, dan visualisasi spasial. Hasil persentase pretes dan postes pada masing-masing indikator kemampuan spasial dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Persentase hasil pretes, postes, dan N-gain pada masing-masing indikator kemampuan spasial

No	Indikator Kemampuan Spasial	Pretes (%)	Postes (%)	N-gain	Kategori
1	Hubungan Spasial	26,67%	58,33%	0,43	Sedang
2	Orientasi Visual	10,10%	50,00%	0,37	Sedang
3	Visualisasi Spasial	7,41%	27,78%	0,18	Rendah

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan informasi peningkatan kemampuan spasial dari ketiga indikator kemampuan spasial tersebut. Pada indikator kemampuan spasial pertama yaitu hubungan spasial termasuk kategori sedang. Hal ini siswa mampu memahami dan memutar molekul dalam bentuk 3D dan 2D seperti memutar molekul dengan searah jarum jam dari sumbu putar. Pada indikator kedua yaitu orientasi spasial termasuk kategori sedang. Dalam hal ini siswa mampu membayangkan suatu molekul baik bentuk 3D maupun 2D dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Namun pada indikator ketiga yaitu visualisasi spasial dikategorikan rendah, karena siswa masih adanya kesulitan dalam memvisualisasikan suatu molekul dari bentuk 3D ke 2D dan sebaliknya, contohnya siswa dapat menentukan sudut ikatan dari molekul 3D pada kertas yang bentuk 2D yaitu irisan/ baji padat  untuk ikatan yang menuju ke pengamat, garis putus-putus  untuk ikatan menjauh dari pengamat dan garis  untuk ikatan di bidang kertas. Peningkatan tiap indikator kemampuan

spasial berdasarkan persentase hasil pretes dan postes dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Persentase Hasil Pretes dan Postes pada Masing-Masing Indikator

Dari Gambar 2 di atas dapat diketahui bahwa indikator hubungan spasial pada pretes 26,67% yang artinya bahwa siswa belum mampu memahami dan memutar suatu molekul dalam bentuk 3D dan 2D seperti memutar molekul dengan searah jarum jam dari sumbu putarnya. Hal ini terlihat pada soal tes kemampuan spasial nomor 1 dan 2 mengenai hubungan spasial berikut ini.

1. Perhatikan geometri molekul dibawah ini

Putarlah molekul 180° searah jarum jam dari sumbu y. Manakah geometri molekul yang sesuai setelah diputar?

A B C D

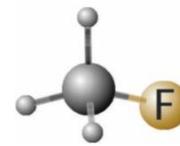
2. Perhatikan geometri molekul dibawah ini.

Putarlah molekul 180° pada sumbu x. Manakah gambar yang sesuai untuk merepresentasikan molekul tersebut?

A B C D

Soal nomor 1 dan 2 pada indikator hubungan spasial diharapkan dari siswa agar dapat dalam memutar molekul pada posisi vertikal dan horizontal dalam memahami materi geometri molekul. Pada soal tersebut siswa ketika pretes belum mampu memutar molekul yang memiliki sumbu putar simetri 180°. Hal ini sebenarnya melatih siswa agar dapat mengetahui bahwa geometri molekul memiliki sumbu putar simetri. Sumbu rotasi atau putar merupakan garis atau sumbu khayalan yang dianggap sebagai posisi suatu objek diputar hingga dihasilkan posisi yang sama dengan posisi awal.

3. Berikut ini adalah geometri molekul dari CH<sub>3</sub>F.



Berdasarkan apa yang telah anda ketahui tentang kepolaran molekul. manakah yang mengalami gaya tarik terbesar dari atom fluor pada molekul CH<sub>3</sub>F?

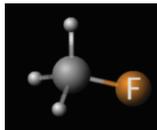
A B C D

A, B, C memiliki daya tarik yang sama

Selanjutnya pada nomor 3 dengan tujuan agar siswa dapat mengetahui kepolaran molekul dengan sifat keelektronegatifan suatu unsur. Pada soal tersebut siswa ketika pretes belum mengetahui atom yang manakah yang lebih elektronegatif, sehingga siswa kesulitan menentukan kepolaran molekul CH<sub>3</sub>F. Siswa kesulitan dalam mengetahui atom yang lebih elektronegatif pada molekul CH<sub>3</sub>F. Hal ini sebenarnya siswa dapat menentukan atom F yang memiliki daya tarik yang lebih besar, sehingga ikatan C - F lebih polar. Ketika ikatan dipol dalam molekul CH<sub>3</sub>F tidak saling meniadakan, maka molekul CH<sub>3</sub>F adalah polar.

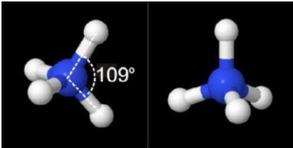
Pada indikator orientasi spasial pada saat pretes 10,10% siswa belum mampu membayangkan suatu molekul baik bentuk 3D maupun 2D dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Seperti soal tes kemampuan spasial no.6 sebagai berikut.

6. Perhatikan senyawa fluoromethane (CH<sub>3</sub>F). Apakah molekul CH<sub>3</sub>F memiliki bidang simetris?



A. Ya  
B. Tidak  
C. Tidak yakin

7. Berikut ini dua gambar 3D dari kelompok geometri molekul yang sama. Pilihlah geometri molekul yang tepat.

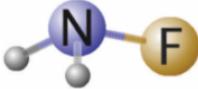


A. Bent atau bengkok  
B. Quadrangular  
C. Triangular  
D. Heksagonal  
E. Tetrahedral terdistorsi atau *see-saw*  
F. Trigonal bipiramida  
G. Linear  
H. Segiempat datar  
I. Trigonal planar  
J. Oktahedral  
K. Segiempat piramida  
L. Trigonal piramida  
M. Pentagonal  
N. Tetrahedral  
O. Bentuk T

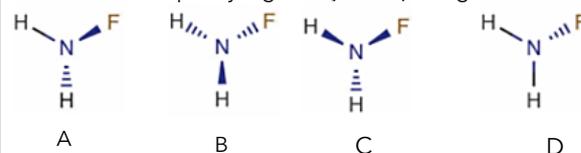
Untuk soal nomor 6 pada indikator orientasi spasial diharapkan dari siswa agar dapat membayangkan sketsa sebuah molekul yang simetri dari sisi yang berbeda. Pada indikator orientasi spasial ini juga memfokuskan keterampilan siswa dalam mengidentifikasi jenis geometri molekul yang sama dan memprediksi geometri molekul berdasarkan teori VSEPR. Hal ini siswa memerlukan konsep dari teori struktur Lewis untuk menentukan geometri molekul dengan sudut ikatannya. Dapat dilihat pada soal tes kemampuan spasial nomor 7 sampai dengan 14. Siswa diminta agar mampu mengidentifikasi jenis geometri molekul yang sama dan menentukan geometri molekul. Jika siswa mampu menjawab soal tes tersebut siswa dapat dikategori orientasi spasial mereka baik.

Selanjutnya untuk indikator visualisasi spasial pada pretes 7,41%, siswa diminta untuk siswa memvisualisasikan suatu molekul dari bentuk 3D ke 2D atau sebaliknya. Hal ini terlihat pada soal tes kemampuan spasial no. 15 sebagai berikut.

15. Perhatikan molekul  $\text{NH}_2\text{F}$  dibawah ini.



Manakah bentuk molekul yang benar untuk merepresentasikan molekul  $\text{NH}_2\text{F}$  seperti yang ditunjukkan pada gambar diatas.



Untuk soal nomor 15 siswa diharapkan dapat menafsirkan geometri molekul 3D pada bidang kertas ke 2D dan menentukan sudut ikatan molekul. Dalam Indikator visualisasi spasial ini memfokuskan pada kemampuan siswa dalam menentukan sudut ikatan dari molekul 3D pada kertas yang bentuk 2D yaitu irisan/baji padat  untuk ikatan yang menuju ke pengamat, garis putus-putus  untuk ikatan menjauh dari pengamat dan garis  untuk ikatan di bidang kertas.

Dalam proses pembelajaran kemampuan spasial awal siswa secara keseluruhan belum mengetahui bidang visual, menangkap bentuk dan posisi dari suatu molekul, membentuk representasi mental dari bentuk dan posisi visual, dan belum mampu berimajinasi atau membayangkan molekul bentuk 3D. Namun setelah guru memberikan perlakuan melalui strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi kemampuan spasial siswa menjadi lebih baik dan meningkat. Hal ini dibuktikan dari hasil jawaban postes kemampuan spasial siswa. Pada indikator hubungan spasial memperlihatkan siswa termasuk kategori sedang dengan persentase rata-rata sebesar 58,33% dan nilai N-gain sebesar 0,43 yang artinya sebagian siswa telah mampu memutar molekul dengan searah jarum jam dari sumbu tertentu. Terampil memutar molekul menggunakan *software* Jmol dengan tujuan agar siswa dapat memutar molekul pada posisi vertikal dan horizontal dalam memahami geometri molekul suatu senyawa, serta dapat mengetahui kepolaran molekul dengan sifat keelektronegatifan suatu unsur.

Kemudian pada indikator orientasi spasial termasuk kategori sedang dengan persentase rata-rata sebesar 50,00% dan nilai N-gain sebesar 0,37. Hal ini terbukti bahwa siswa telah mampu membayangkan sketsa bidang simetri pada molekul dan melatih keterampilan siswa dalam mengidentifikasi geometri molekul yang sejenis, serta memprediksi geometri molekul berdasarkan teori VSEPR. Namun, terlihat pada indikator visualisasi spasial siswa tergolong rendah dengan persentase rata-rata sebesar 27,78% dan nilai N-gain sebesar 0,18. Hal ini terlihat pada soal tes kemampuan spasial nomor 15 dan 20, bahwa siswa masih kesulitan dalam menafsirkan geometri molekul 3D pada bidang kertas ke 2D dan menentukan sudut ikatan molekul, meskipun terdapat peningkatan dari hasil pretes dan postes pada indikator kemampuan

visualisasi spasial. Hal ini dikarenakan siswa belum dapat memahami teori VSEPR dengan baik, sehingga sulit bagi siswa untuk memahami secara utuh notasi struktur tiga dimensi pada kertas yang berdimensi dua.

Dari Tabel 4 di atas dapat diketahui bahwa ujicoba terbatas yang dilakukan strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi pada materi geometri molekul ditemukan masih adanya siswa kesulitan dalam mengetahui bidang visual, menangkap bentuk dan posisi dari suatu molekul, membentuk representasi mental dari bentuk dan posisi visual, dan belum mampu berimajinasi atau membayangkan molekul bentuk 3D yang dapat dikategorikan kemampuan spasial siswa yang sedang. Dari hasil kemampuan spasial siswa tersebut perlu adanya latihan dan bimbingan yang lebih dari guru guna untuk mengembangkan kemampuan visuospatial siswa. Sesuai dengan pernyataan Barke [21] kemampuan spasial dalam menafsirkan struktur molekul harus dilatih dengan model molekul. Selanjutnya berdasarkan pendapat Carlisle et al [18] untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa khususnya dalam ilmu kimia harus sering dilatih dari waktu ke waktu dengan memberikan bimbingan dan perhatian secara lebih mendalam kepada siswa.

Setelah dilakukan uji coba terbatas pada siswa kelas X disalah satu SMA Negeri Kabupaten Bandung Barat, maka dilakukan revisi terhadap strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi pada materi geometri molekul. Hasil revisi strategi pembelajaran dilakukan berdasarkan temuan di kelas terhadap ketercapaian dari kemampuan spasial siswa. Dalam proses pembelajaran yang dilaksanakan menggunakan LKS sebagai panduan siswa dalam mempelajari materi geometri molekul dan disesuaikan dengan langkah pembelajaran yang dikembangkan. Pada langkah pertama dan kedua strategi pembelajaran telah sesuai dengan keterlaksanaan dalam proses pembelajaran. Hal itu dapat dilihat dari siswa dalam memulai pembelajaran dengan mengamati data hasil eksperimen secara berkelompok dilanjutkan dengan menggambarkan geometri molekul  $\text{BeCl}_2$  berjalan baik dan sesuai.

Selanjutnya pada langkah ketiga dalam menggunakan program visualisasi 3D, siswa menggunakan *software* Jmol untuk memperagakan dan melihat geometri molekul pada molekul  $\text{BeCl}_2$ . Siswa dibimbing oleh guru cara memutar objek molekul  $\text{BeCl}_2$ , kemudian siswa menentukan sudut ikatan dan panjang ikatannya. Tujuan tindakan guru agar siswa mampu memahami dan memutar objek molekul dengan searah jarum jam dari sumbu tertentu. Siswa dilatih juga agar dapat mengetahui bahwa geometri molekul memiliki sumbu putar simetri. Hal ini siswa melakukannya dengan menggunakan *software* Jmol dan mengikuti petunjuknya seperti yang tertera pada LKS.

Ada dua cara operasi simetri putar, yaitu (1) objek diputar searah dengan jarum jam dengan sumbu putar yang bersangkutan sementara itu sumbu-sumbu cartes tetap diam, dan (2) sumbu-sumbu cartes diputar berlawanan arah putaran jarum jam dengan sumbu putar yang bersangkutan sementara objek tetap diam. Setiap kegiatan memutar ini merupakan disebut operasi simetri. Sumbu rotasi atau putar merupakan garis atau sumbu khayalan yang dianggap sebagai posisi suatu object diputar hingga dihasilkan posisi yang sama dengan posisi awal. Misalnya molekul  $\text{BeCl}_2$  yang memiliki geometri yang simetris, sehingga dapat diputar  $180^\circ$  dan kemudian bidang cermin posisi horizontal, sehingga dapat diletakkan seperti membelah atom-atom dalam molekul  $\text{BeCl}_2$ . Setelah itu siswa memperagakan geometri molekul  $\text{BeCl}_2$  mencatat sudut ikatan dan panjang ikatan.

Kemudian setelah menggunakan program visualisasi 3D, siswa membuat model geometri molekul  $\text{BeCl}_2$  yang berbahan *playdough* dan tusuk gigi. Tujuan tindakan guru agar siswa terampil dalam membuat model geometri molekul yang sederhana dari bahan-bahan yang ada dilingkungan seperti *playdough* dan tusuk gigi. Setelah itu siswa diminta oleh guru untuk menggambarkan geometri molekul dari bentuk 3D ke 2D yang sesuai dengan model molekul yang mereka buat secara bersamaan. Selanjutnya siswa diminta untuk menggambarkan geometri molekul 3D pada bidang kertas ke 2D yaitu irisan/ baji padat  untuk ikatan yang menuju ke pengamat, garis putus-putus  untuk ikatan menjauh dari pengamat dan garis  untuk ikatan di bidang kertas. Hal ini bertujuan agar siswa terampil dalam menafsirkan geometri molekul 3D pada bidang kertas ke 2D dan dapat meningkatkan kemampuan visualisasi spasial siswa.

Langkah keempat guru menginstruksikan siswa untuk berdiskusi untuk memahami geometri molekul berdasarkan teori VSEPR dan teori ikatan valensi serta menjawab beberapa pertanyaan bimbingan yang terdapat dalam LKS. Kemudian langkah terakhir dalam strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model visualisasi, guru meminta siswa untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok terkait geometri molekul ke dalam level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik yang meliputi konsep teori VSEPR, kepolaran molekul dan teori ikatan valensi. Kegiatan penutup dalam pembelajaran, guru bersama siswa menyimpulkan hasil belajar pada materi geometri molekul dan diakhiri dengan pemberian postes untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep dan kemampuan spasial siswa.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan 1) Keterlaksanaan strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan model

visualisasi pada materi geometri molekul melalui uji coba terbatas berjalan sesuai dengan langkah pembelajaran yang dikembangkan karena di dalam proses kegiatan pembelajaran antara aktivitas guru dan siswa saling berkesinambungan. 2) Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan membantu setiap langkah pembelajaran dengan memberikan pertanyaan bimbingan bagi siswa dalam menjelaskan geometri molekul dengan menggunakan visualisasi. 3) Kemampuan spasial siswa pada indikator hubungan spasial dan orientasi spasial mengalami peningkatan yang lebih berarti dibandingkan indikator visualisasi spasial.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh Dosen Pendidikan Kimia dan Staff Laboratorium Kimia FPMIPA UPI dan guru-guru di SMA

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendy, *A-Level Chemistry for Senior High School Students Volume 2 A*. Malang: Bayumedia Publishing, 2007.
- [2] H. K. Wu, J. S. Krajcik, and E. Soloway, "Promoting Conceptual Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom," *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 38, no. 7, pp. 821-842, 2001.
- [3] C. Wang, "The Role of Mental-Modeling Ability, Content Knowledge, and Mental Models In General Chemistry Student's Understanding About Molecular Polarity," Ph.D. dissertation. Faculty of the Graduate School., University of Missouri - Columbia, 2007.
- [4] A. Johnstone, "TEACHING OF CHEMISTRY - LOGICAL OR PSYCHOLOGICAL?," *Chem. Educ. Res. Pract. Eur. Educ. Res. Pr. Eur.*, vol. 1, no. 1, pp. 9-15, 2000.
- [5] D. Treagust, G. Chittleborough, and T. Mamiala, "The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations," *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 25, no. July 2013, pp. 1353-1368, 2003.
- [6] R. Kozma, E. Chin, J. Russell, and N. Marx, "The Roles of Representations and Tools in the Chemistry Laboratory and Their Implications for Chemistry Learning," *J. Learn. Sci.*, vol. 9, no. 2, pp. 105-143, 2000.
- [7] J.K. Gilbert., M. Reiner., and M. Nakhleh, Ed., "Models and Modeling In Science Education," in *Visualization: Theory and Practice in Science Education*, 3rd ed., Springer, 2008, p. 319.
- [8] I. Devetak, M. Urbančič, K. S. Wissiak Grm, D. Krnel, and S. A. Glažar, "Submicroscopic representations as a tool for evaluating students' chemical conceptions," *Acta Chim. Slov.*, vol. 51, no. 4, pp. 799-814, 2004.
- [9] R. Tasker and R. Dalton, "Research into practice: visualisation of the molecular world using animations," *Chem. Educ. Res. Pract.*, vol. 7, no. 2, p. 141, 2006.
- [10] V. M. Williamson., and M. Abraham, "The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students," *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 32, no. 5, pp. 521-534, 1995.
- [11] C. F. Copolo., and P.B. Hounshell, "Using three-dimensional models to teach molecular structures in high school chemistry," *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 4, no. 4, pp. 295-305, 1995.
- [12] R. E. Mayer, "Visual Aids to Knowledge Construction: Building Mental Representations from Pictures and Words," *Adv. Psychol.*, vol. 108, no. C, pp. 125-138, 1994.
- [13] M. Stieff., M., Ryu, M., Dixon, B., Hegarty, "The Role of Spatial Ability and Strategy Preference for Spatial Problem Solving in Organic Chemistry," *J. Chem. Educ.*, vol. 89, pp. 854-859, 2012.
- [14] H. B. Yilmaz, "On the development and measurement of spatial ability," *Int. Electron. J. Elem. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 1-14, 2009.
- [15] M. Harle, M., Towns, "A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction," *J. Chem. Educ.*, vol. 88, no. 3, pp. 351-360, 2011.
- [16] H. K. Wu, "Linking the Microscopic View of Chemistry to Real-Life Experiences: Intertextuality in a High-School Science Classroom," *Sci. Educ.*, vol. 87, no. 6, pp. 868-891, 2003.
- [17] Gall, M. D, Gall J. P, and Borg, W.R *Educational Research: An Introduction*, Seventh Ed. New York: Pearson Education, Inc, 2003.
- [18] M. Carlisle, D., Tyson, J., Nieswandt, "Fostering spatial skill acquisition by general chemistry students," *Chem. Educ. Res. Pr.*, vol. 16, no. 3, pp. 478-517, 2015.
- [19] O. Merchant, Z., Goetz, E.T., Keeney-Kennicutt, W., Kwok and T. J. Cifuentes, L., Davis, "The learner characteristics, features of desktop 3D virtual reality environments.; College chemistry instruction: A structural equation modeling analysis," *Comput. Educ.*, vol. 59, no. 2, pp. 551-568, 2012.
- [20] "Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74." [Online]. Available: <http://www.sciepub.com/reference/112690>. [Accessed: 18-Feb-2021].
- [21] H. . Barke, "Chemical education and spatial ability," *J. Chem. Educ.*, vol. 70, no. 12, pp. 968-971, 1993.