

Upaya Meningkatkan Kecerdasan Visual-Spasial Siswa Kelas X melalui Penggunaan Simulator Interaktif pada Materi Bentuk Molekul

Ayunda Lingga Pranova^{1)*}, Muntholib¹⁾, Dasianto²⁾

¹⁾Program Pendidikan Profesi Guru, Universitas Negeri Malang

²⁾SMA Brawijaya Smart School

*Corresponding Author: ayunda.lingga.2431279@students.um.ac.id

ABSTRAK

Materi bentuk molekul suatu senyawa kimia menuntut pemahaman terhadap konsep abstrak yang tidak bisa diamati secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan kecerdasan visual-spasial yang baik agar mampu membayangkan dan merepresentasikan bentuk molekul dengan tepat. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kecerdasan visual-spasial siswa melalui pembelajaran berbasis simulator interaktif. Metode penelitian ini menggunakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK), yang dilakukan dalam dua siklus. Pengumpulan data dilakukan melalui tes evaluasi dan observasi aktivitas siswa. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan ketercapaian rata-rata indikator visual-spasial dari 58% pada siklus pertama menjadi 77,5% pada siklus kedua. Selain itu, terdapat perubahan positif pada level kecerdasan siswa menjadi lebih tinggi. Hal ini menunjukkan media simulator interaktif ini efektif dalam membantu siswa meningkatkan kecerdasan visual-spasial pada materi bentuk molekul. Namun, berdasarkan hasil penelitian memiliki keterbatasan dalam mengembangkan aspek *conceptualization* dan *problem solving*. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu mengintegrasikan strategi pembelajaran berbasis simulasi dengan aktivitas analitis, serta memperbanyak latihan dan scaffolding untuk mengembangkan pemahaman konsep melalui representasi bentuk molekul secara tiga dimensi dengan optimal.

Kata Kunci: Kecerdasan Visual-Spasial; Bentuk Molekul; Simulator Interaktif

Received: 24 May 2025; Revised: 15 Jun 2025; Accepted: 20 Jun 2025; Available Online: 21 Jun 2025

This is an open access article under the CC-BY license.



PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu mata pelajaran yang banyak mengajarkan konsep-konsep abstrak, seperti pada struktur atom, ikatan kimia, dan bentuk molekul. Salah satu topik yang cukup sulit dipahami oleh siswa adalah bentuk molekul suatu senyawa. Bentuk molekul dapat didefinisikan dengan struktur tiga dimensi dari susunan atom berdasarkan jumlah pasangan elektron ikatan maupun bebas sesuai teori VSEPR (Palma et al., 2021). Teori VSEPR menyatakan bahwa pasangan elektron, baik yang terikat maupun bebas, akan saling tolak-menolak dan menempati posisi yang dapat meminimalkan gaya tolakan tersebut, sehingga menghasilkan bentuk molekul tertentu seperti linear, *trigonal planar*, maupun tetrahedral (Grabowski, 2021).

Pemahaman terhadap materi bentuk molekul ini sangat bergantung pada kemampuan siswa untuk membayangkan dan memahami susunan tiga dimensi dari struktur molekul tersebut. Hal ini karena siswa tidak dapat mengamati bentuknya secara langsung, melainkan harus membayangkan posisi atom dalam ruang tiga dimensi. Sedangkan pada pembelajaran baik dalam buku maupun penjelasan di kelas, guru sering kali menggunakan media pembelajaran seperti gambar dua dimensi. Media pembelajaran konvensional tersebut membuat siswa merasa kesulitan dalam memvisualisasi bentuk molekul secara utuh, sehingga berdampak juga pada rendahnya pemahaman mereka terhadap materi (Epinur & Miharti, 2024).

Salah satu kecerdasan majemuk yang dibutuhkan untuk memahami bentuk molekul suatu senyawa kimia adalah kecerdasan visual-spasial (Ahmar et al., 2023). Kecerdasan visual-spasial merupakan satu dari delapan kecerdasan majemuk yang dikemukakan oleh Howard Gardner. Kecerdasan visual-spasial ini adalah kemampuan seseorang untuk memvisualisasi, menganalisis dan memanipulasi objek baik yang bersifat dua dimensi maupun tiga dimensi (Shiddiq, 2021). Indikator kecerdasan visual spasial menurut Wijaya et al. (2019) ada 4 indikator

utama. Pertama, *imagination*, yaitu kemampuan membayangkan dan memanipulasi objek yang berdasarkan informasi tertentu. Kedua, *conceptualizing*, yaitu kemampuan dalam pemahaman konsep berdasarkan informasi visual yang diperoleh. Ketiga, *problem solving*, yaitu keterampilan dalam menyelesaikan permasalahan yang melibatkan visualisasi. Keempat, *pattern-seeking*, yaitu kemampuan mengenali pola berdasarkan informasi visual yang ada. Setiap individu memiliki kecerdasan tersebut akan tetapi kapasitas atau kemampuannya berbeda-beda (Winoto et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam meningkatkan kecerdasan visual-spasial secara efektif, khususnya dalam aplikasinya pada materi bentuk molekul.

Strategi pembelajaran pada penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan visualisasi tiga dimensi efektif dalam meningkatkan kecerdasan visual-spasial siswa. Jika tidak ditunjang dengan media pembelajaran visual yang memadai, sebagian besar siswa hanya akan menghafal bentuk molekul tanpa benar-benar memahami dasar spasialnya. Penelitian yang dilakukan oleh Anshori et al. (2022) yaitu menerapkan strategi pembelajaran kooperatif tipe TGT dengan media *puzzle* untuk membantu siswa memahami struktur molekul secara visual dengan cara menyusun ulang bentuk secara langsung. Penelitian lain dilakukan oleh Nisa et al. (2021) menggunakan media pembelajaran berbasis *Virtual Reality* (VR) yang menyajikan bentuk molekul dalam tampilan tiga dimensi yang lebih nyata, sehingga mampu meningkatkan keterlibatan dan persepsi spasial siswa. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Hulu & Dwiningsih (2021) menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis *blended learning* dengan bantuan multimedia interaktif sebagai alat bantu visualisasi, secara efektif melatih kemampuan spasial siswa. Berdasarkan hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan media visual dalam pembelajaran dapat membantu siswa memahami konsep-konsep kimia yang abstrak.

Pendekatan dalam penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya yang cenderung menggunakan media visual statis atau terbatas pada instruksi guru, sedangkan penelitian ini menggunakan media simulator interaktif PhET Colorado yang lebih dinamis dan fleksibel. Simulator interaktif adalah media pembelajaran berbasis komputer yang memungkinkan pengguna untuk mempelajari konsep-konsep sains melalui interaksi langsung dengan visualisasi dinamis. Simulator ini memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep mulai dari dasar dengan menentukan jumlah pasangan elektron ikatan dan bebas, kemudian menggambarkan sendiri bentuk molekul berdasarkan informasi tersebut, mengeksplorasi bentuk molekul dalam bentuk tiga dimensi, sekaligus mendorong pembelajaran aktif (Riantoni et al., 2019). Hal ini juga membuat siswa dapat mengamati langsung bagaimana jumlah pasangan elektron dan atom terikat menentukan bentuk geometri suatu molekul. Pengalaman belajar menggunakan simulator interaktif ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan visual spasial mereka secara lebih optimal karena membantu siswa menghubungkan konsep abstrak dengan representasi nyata. Selain itu, penelitian oleh Salame & Makki (2021) menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET berkontribusi positif terhadap sikap dan pemahaman siswa dalam pembelajaran kimia, terutama yang berkaitan dengan representasi simbolik, makroskopis, dan submikroskopik.

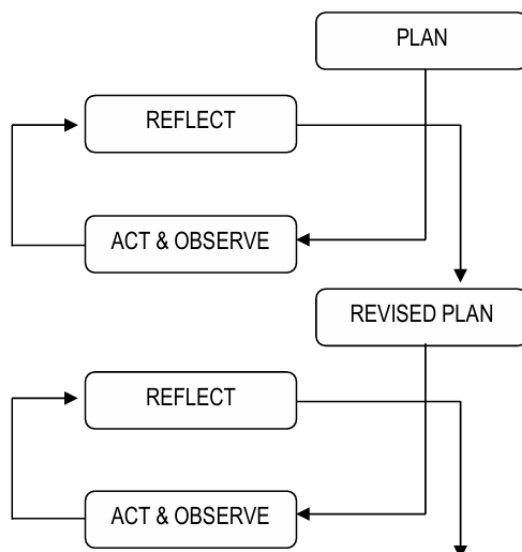
Berdasarkan pemaparan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk meningkatkan kecerdasan visual-spasial siswa kelas X dalam memahami konsep bentuk molekul. Pembelajaran dirancang menggunakan media simulator interaktif yang memungkinkan siswa mengeksplorasi bentuk molekul secara tiga dimensi. Melalui strategi pembelajaran ini, diharapkan siswa dapat melihat secara langsung bentuk molekul suatu senyawa melalui simulator, serta meningkatkan pemahaman bentuk molekul secara visual dan konsep.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) atau *Classroom Action Research* (CAR). Model penelitian yang dikembangkan oleh Kurt Lewin pada tahun 1946 ini terdiri dari 4 tahapan, antara lain perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi (Lafendry, 2023). Penelitian Tindakan Kelas (PTK) merupakan metode penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan mengatasi permasalahan di kelas melalui tindakan-tindakan terencana, seperti merancang, melaksanakan, mengamati, dan merefleksikan tindakan secara siklus (Arikunto et al., 2021).

Model PTK yang digunakan pada penelitian ini yaitu model Kemmis dan Mc Taggart, yang merupakan pengembangan dari konsep awal Kurt Lewin. Perbedaan utamanya terletak pada penggabungan tahap pelaksanaan dan observasi menjadi satu langkah terpadu. Penggabungan ini didasarkan pada kenyataan dalam praktiknya, proses melaksanakan tindakan dan melakukan observasi berlangsung secara bersamaan (Arif &

Oktafiana, 2023). Proses penelitian berlangsung dalam dua siklus, masing-masing terdiri dari tahapan perencanaan (*plan*), pelaksanaan tindakan dan observasi (*act & observe*), serta refleksi (*reflect*). Hasil refleksi dari siklus 1 digunakan sebagai dasar penyusunan rencana perbaikan pada siklus berikutnya. Alur dari siklus model Kemmis dan McTaggart dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Penelitian Tindakan Kemmis & Mc Taggart

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah kecerdasan visual-spasial peserta didik pada materi bentuk molekul kimia. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Computational Thinking* pada model pembelajaran *Learning Cycle-5E*. Materi yang disampaikan yaitu bentuk molekul berdasarkan teori VSEPR dengan menggunakan media simulator interaktif, yaitu PhET Colorado. Media ini digunakan untuk membantu siswa memahami bentuk molekul melalui visualisasi tiga dimensi.

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2025 di SMA Brawijaya Smart School yang beralamat di Jl Cipayung No. 8 Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Subjek penelitian tindakan kelas ini yaitu siswa kelas X-1 yang berjumlah 30 siswa. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *purposive sampling*, sehingga sampel dipilih oleh peneliti dengan beberapa pertimbangan. Pertimbangan tersebut antara lain tempat PPL selama 2 semester sehingga sudah mengetahui karakteristik siswa dan sekolah. Selain itu saat pengambilan data, materi yang diteliti sesuai dengan materi yang seharusnya diajarkan di kelas, sehingga tidak mengganggu aktivitas pembelajaran.

Teknik pengumpulan data yang digunakan antara lain observasi, tes, wawancara. Observasi dilakukan untuk menganalisis aktivitas guru dan siswa, sehingga dapat diketahui kekurangan atau permasalahan selama proses pembelajaran. Tes berupa soal materi bentuk molekul yang disesuaikan untuk mengukur kecerdasan visual-spasial siswa sebelum dan sesudah tindakan (siklus) berdasarkan pada indikator (*imagination, conceptualizing, problem solving, dan pattern seeking*). Selain itu, sebagai data pendukung dilakukan wawancara dan dokumentasi untuk konfirmasi pola pikir mereka ketika mengerjakan tugas serta mengetahui respon dan pengalaman belajar mereka secara lebih mendalam.

Data yang telah diperoleh, dianalisis dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Analisis data kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan aktivitas guru dan siswa selama pembelajaran. Analisis kuantitatif digunakan untuk membandingkan hasil tes siswa sebelum dan sesudah pembelajaran, sehingga dapat diketahui peningkatan kemampuan visual spasial. Peningkatan kemampuan ini juga diukur berdasarkan persentase jumlah siswa yang mencapai indikator visual spasial serta peningkatan level kecerdasan visual spasial siswa.

Persentase ketercapaian tiap indikator kecerdasan visual-spasial dalam penelitian ini dihitung menggunakan rumus persentase ketercapaian, yaitu dengan menghitung persentase perbandingan jumlah siswa yang mencapai indikator tertentu terhadap jumlah seluruh siswa. Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat keberhasilan secara keseluruhan, digunakan rumus rata-rata ketercapaian, yaitu dengan menghitung rata-rata

dari seluruh persentase ketercapaian indikator. Penelitian dinyatakan berhasil ketika rata-rata ketercapaian indikator kecerdasan visual spasial menunjukkan 75% (Zulaikah et al., 2020).

Level kecerdasan visual-spasial siswa dikategorikan berdasarkan jumlah indikator visual-spasial yang dikuasai yang merujuk pada teori level Van Hiele. Semakin banyak indikator yang dikuasai, semakin tinggi tingkat kecerdasan visual-spasialnya (Wijaya et al., 2019). Pengelompokan tersebut dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Kecerdasan Visual Spasial Van Hiele

Level	Deskripsi Tingkat Berpikir	Jumlah Indikator yang dikuasai	Kategori
Level 0	Visualisasi	0-1	Sangat Rendah
Level 1	Analisis	2	Rendah
Level 2	Deduksi Informal	3	Baik
Level 3	Deduksi	4	Sangat Baik

Sumber: (Wijaya et al., 2019)

Efektivitas pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan visual spasial siswa dilakukan dengan menghitung selisih skor *pretest* dan *posttest* tiap siklus dengan menggunakan rumus *N-Gain Score* (Winata, 2024). Kategori interpretasi dari perhitungan *N-Gain* dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Nilai *N-Gain*

Persentase (%)	Kategori
<40	Tidak Efektif
40-55	Kurang Efektif
56-75	Cukup Efektif
>76	Efektif

Sumber: (Winata, 2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pra-Siklus

Tahap awal sebelum tindakan penelitian dilaksanakan, peneliti melakukan *pretest* untuk mengukur kemampuan awal siswa dalam memahami bentuk molekul secara visual-spasial. Tes ini berupa soal bentuk molekul senyawa kimia yang disesuaikan berdasarkan indikator kecerdasan visual-spasial (*imagination, conceptualizing, probelm solving, dan pattern seeking*), serta dikaitkan dengan level berpikir geometris Van Hiele. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Data Kecerdasan Visual Spasial Pra-siklus

No	Indikator	Jumlah Siswa	Persentase (%)
1.	<i>Imagination</i>	12	40,0
2.	<i>Conceptualizing</i>	1	3,3
3.	<i>Probelm Solving</i>	5	16,7
4.	<i>Pattern Seeking</i>	14	46,7
Rata-rata			26,7

Hasil analisis berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa tidak ada indikator kecerdasan visual-spasial yang memenuhi batas minimum keberhasilan klasikal yaitu 75%. Rata-rata ketercapaian indikator adalah 26,7%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan membangun representasi spasial, terutama dalam konteks bentuk molekul.

Level kecerdasan visual-spasial siswa dilihat berdasarkan jumlah indikator visual-spasial yang telah terpenuhi melalui analisis pola jawaban yang diberikan. Setiap soal mewakili satu indikator kecerdasan visual-spasial. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Level Kecerdasan Visual Spasial Siswa Berdasarkan Hasil *Pretest*

Kriteria	Jumlah siswa	Level	Persentase
Memenuhi 0-1 indikator	21	0	70%
Memenuhi 2 indikator	7	1	23,3%
Memenuhi 3 indikator	2	2	6,7%
Memenuhi 4 indikator	0	3	0%

Berdasarkan klasifikasi level kecerdasan visual-spasial pada Tabel 4 menunjukkan bahwa 70% siswa masih berada pada Level 0 (Visualisasi), di mana mereka hanya dapat memvisualisasi bentuk molekul tanpa mengetahui alasan ilmiahnya. Keterbatasan pemahaman konsep siswa ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain kurangnya interaksi atau diskusi serta media pembelajaran yang digunakan tidak mendukung eksplorasi konsep (Fauziah et al., 2024). Oleh karena itu, hal tersebut menjadi pertimbangan dalam perencanaan pembelajaran.

Siklus 1

Perencanaan siklus 1 dilakukan dengan menyusun modul ajar, LKPD, dan instrumen yang akan digunakan selama pembelajaran. Peneliti merancang pembelajaran dengan fokus pada senyawa yang tidak memiliki Pasangan Elektron Bebas (PEB). Model pembelajaran yang digunakan yaitu LC-5E dengan menggunakan pendekatan *Computational Thinking* (CT), serta menggunakan media simulator interaktif (*PhET Colorado-Molecule Shape*). Pendekatan CT terintegrasi secara implisit terutama pada pengumpulan data di sintaks *exploration*, dimana siswa diajak untuk memecah permasalahan (*decomposition*), mengidentifikasi pola (*pattern recognition*), menyederhanakan informasi (*abstraction*), dan menyusun langkah sistematis dalam menentukan bentuk molekul (*algorithmic*). Lembar kerja siswa disusun dengan memperhatikan upaya melatih kecerdasan visual-spasial siswa, sehingga siswa dapat memperoleh pemahaman konsep serta visualisasi tiga dimensi terhadap bentuk molekul sesuai teori VSEPR.

Pelaksanaan siklus 1 diawali dengan memberikan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan rasa ingin tahu siswa terhadap bentuk molekul, serta memberikan penjelasan konsep dasar teori VSEPR untuk mendukung pemahaman konsep awal. Setelah mendapatkan pemahaman awal, siswa secara berkelompok mengeksplorasi bentuk molekul senyawa tanpa PEB menggunakan simulator interaktif (*PhET Colorado-Molecule Shape*) untuk melatih kecerdasan visual spasial dengan mengamati objek tiga dimensi dari berbagai arah rotasi. Aktivitas ini melatih aspek *imagination* dan *conceptualizing* dalam kecerdasan visual spasial siswa. Selain itu, eksplorasi ini juga mendorong siswa untuk menemukan pola (*pattern recognition*) bentuk molekul berdasarkan jumlah dan posisi pasangan elektron. Pada tahap elaborasi, siswa mengerjakan latihan soal untuk melatih aspek *problem solving*. Pembelajaran dilakukan secara berkelompok, dengan tujuan siswa saling berdiskusi dan belajar bersama, sehingga siswa yang memiliki kecerdasan visual spasial lebih baik dapat membantu temannya yang merasa kesulitan. Selama pelaksanaan pembelajaran dilakukan observasi oleh 3 *observer* yaitu guru pamong dan 2 rekan mahasiswa.

Observasi dilakukan untuk menilai aktivitas guru dan siswa selama proses pembelajaran, kejelasan alur, serta efektivitas media simulator dalam membantu pemahaman konsep dan melatih kecerdasan visual spasial siswa pada materi bentuk molekul. Berdasarkan hasil pengamatan, sebagian besar siswa menunjukkan keterlibatan dalam eksplorasi konsep dan visual bentuk molekul. Namun, beberapa siswa masih kebingungan dan memerlukan arahan lebih dari sekali untuk menerapkan langkah sistematis dalam menentukan bentuk molekul dan mengoperasikan simulator PhET, sehingga guru memberikan stimulus tambahan berupa pertanyaan-pertanyaan singkat dan pendampingan. Kendala lain yang terdapat yaitu terdapat kelompok yang tidak dapat mengikuti langkah pembelajaran dengan baik. Hal ini disebabkan pembentukan kelompok yang kurang tepat menyebabkan satu kelompok berisi siswa dengan kemampuan rendah, sehingga diskusi tidak berjalan efektif. Homogenitas dalam tingkat kemampuan ini menyebabkan kurangnya dinamika dalam diskusi kelompok, minimnya pertukaran ide, dan lemahnya kemampuan untuk saling membantu memahami materi. Hal ini sejalan dengan pendapat Kusumaningrum et al. (2019), yang menjelaskan bahwa pengelompokan siswa secara homogen dapat berisiko menurunkan efektivitas pembelajaran kolaboratif, terutama jika semua anggota memiliki kemampuan yang rendah.

Di akhir pembelajaran, dilakukan tes untuk mengukur ketercapaian indikator kecerdasan visual spasial siswa dan membandingkannya dengan sebelum pembelajaran siklus 1 (*pretest*). Perbandingan ketercapaian indikator kecerdasan visual spasial pada *pretest* dan *posttest* siklus 1 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Ketercapaian Indikator Kecerdasan Visual Spasial pada *Pretest* dan *Posttest* Siklus 1

No.	Indikator	<i>Pretest</i>		<i>Posttest</i> Siklus 1	
		Jumlah	Persentase (%)	Jumlah	Persentase (%)
1.	<i>Imagination</i>	12	40,0	18	60
2.	<i>Conceptualizing</i>	1	3,3	14	46,7
3.	<i>Problem Solving</i>	5	16,7	15	50
4.	<i>Pattern Seeking</i>	14	46,7	22	73,3
	Rata-rata	8	26,7	17,25	58%
	Indikator Keberhasilan		75%		75%

Berdasarkan Tabel 5, menunjukkan peningkatan pada seluruh indikator kecerdasan visual spasial setelah dilakukan pembelajaran siklus 1. Hal ini terlihat dari meningkatnya jumlah siswa yang memenuhi semua indikator. Selain itu, rata-rata keberhasilan indikator yaitu 58%, sehingga masih belum mencapai nilai indikator keberhasilan yang telah ditentukan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih kurang efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kecerdasan visual spasial siswa. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pembentukan kelompok yang homogen, di mana satu kelompok terdiri dari siswa dengan kemampuan yang rendah sehingga diskusi tidak berjalan maksimal. Hal ini sesuai pendapat (Zaein et al., 2025) di mana kelompok heterogen lebih memberikan dampak positif dalam pemahaman siswa terhadap materi yang sedang dipelajari dibandingkan kelompok homogen. Selain itu, masih terdapat siswa yang pasif dan kurang terlibat dalam aktivitas eksplorasi.

Hasil ini juga diperkuat berdasarkan wawancara pada beberapa siswa, yang menyatakan bahwa penggunaan simulasi interaktif membantu mereka memvisualisasi bentuk molekul secara lebih konkret dan memahami konsep tanpa menghafal. Melalui media simulator interaktif tersebut, siswa terbantu dengan visualisasi sehingga dapat membedakan bentuk tetrahedral, segitiga planar, dan lain-lain. Namun ada juga siswa yang mengatakan masih kesulitan dalam menentukan dan membedakan bentuk molekul. Kesulitan ini bisa berasal dari kurangnya eksplorasi, serta latar belakang kemampuan visual spasial yang berbeda.

Refleksi siklus 1 menunjukkan bahwa secara umum pembelajaran telah berjalan sesuai dengan rencana yang telah dibuat, namun masih terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki. Sisi perencanaan, perangkat ajar yang dibuat sudah memuat sintaks LC-5E dan pendekatan CT, akan tetapi pada beberapa bagian di LKPD yang masih kurang jelas oleh siswa, terutama dalam instruksi dan pertanyaan. Sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan menyederhanakan kalimat yang mudah dipahami oleh siswa. Sisi pelaksanaan, guru sudah berupaya mengarahkan kegiatan pembelajaran dengan baik, namun manajemen waktu pada setiap tahapan sintaks pembelajaran masih belum optimal. Selain itu, distribusi kemampuan anggota kelompok yang masih belum merata. Sehingga terdapat kelompok yang kurang optimal diskusi dan pembelajarannya, karena kemampuan anggota cenderung homogen (kognitif rendah). Untuk perbaikan pada siklus berikutnya, guru perlu melakukan pengelompokan ulang berdasarkan heterogenitas kemampuan siswa, agar tercipta suasana belajar yang lebih kolaboratif dan saling melengkapi diskusi antar siswa. Guru juga perlu meningkatkan keterampilan dalam membimbing diskusi, sebagaimana menurut (Fikri et al., 2021) kegiatan diskusi berkaitan dengan mental serta emosional siswa dalam berinteraksi dengan orang lain, sehingga guru perlu membimbing agar diskusi berjalan secara efektif. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan melatih kecerdasan visual spasial secara lebih optimal.

Siklus 2

Tahap perencanaan pada siklus 2 dilakukan berdasarkan hasil observasi, tes, dan refleksi pada siklus 1. Perbaikan yang dilakukan antara lain, instruksi dan pertanyaan pada LKPD dibuat dengan bahasa yang sederhana agar mudah dipahami oleh siswa, pembentukan kelompok yang lebih heterogen, peningkatan pendampingan, optimalisasi waktu pembelajaran. Model pembelajaran masih tetap menggunakan LC-5E dengan

pendekatan *Computational Thinking* (CT). Media pembelajaran juga masih menggunakan simulator interaktif (*PhET Colorado-Molecule Shape*). Fokus materi yang disampaikan yaitu bentuk molekul pada senyawa dengan Pasangan Elektron Bebas (PEB). Perencanaan siklus 2 ini diharapkan dapat menciptakan pembelajaran yang lebih inklusif, terarah, dan mendukung semua level kemampuan siswa, serta meningkatkan penguasaan konsep maupun kecerdasan visual spasial siswa.

Pelaksanaan pembelajaran diawali dengan *engagement*, di mana guru menampilkan bentuk molekul CH_4 dan NH_3 , kemudian memberikan pertanyaan “mengapa kedua senyawa tersebut memiliki bentuk molekul yang berbeda meskipun memiliki bilangan koordinasi yang sama?”. Hal ini diharapkan memancing rasa ingin tahu dan mengaktifkan pengetahuan awal siswa untuk eksplorasi lebih dalam. Tahap *exploration* diawali dengan guru memberikan demonstrasi terlebih dahulu terkait penggunaan simulator, untuk membangunkan ingatan siswa dan meminimalkan kebingungan seperti pada siklus sebelumnya. Setelah itu, siswa dibagi menjadi kelompok kecil yang heterogen kemampuannya untuk melakukan eksplorasi lebih lanjut. Mereka melakukan pengamatan dan menganalisis data temuan mereka. Kegiatan eksplorasi mandiri, dengan arahan yang lebih jelas baik secara langsung maupun tertulis di LKPD, serta visualisasi yang mendukung ini diharapkan dapat memperkuat kecerdasan visual spasial serta pemahaman konsep yang lebih mendalam. Tahap *elaboration*, siswa menyelesaikan soal terkait bentuk molekul suatu senyawa untuk memperdalam pemahaman mereka serta memperkuat aspek *conceptualizing* dan *problem solving*. Terakhir, tahap *evaluation* ini mengerjakan soal *posttest* untuk mengukur pemahaman konsep dan kecerdasan visual spasial, karena soal telah disesuaikan dengan indikator kecerdasan visual spasial.

Perbaikan pelaksanaan pembelajaran pada siklus 2 menunjukkan beberapa perubahan positif dibandingkan siklus pertama. Meskipun model yang digunakan tetap sama, yaitu LC 5E dengan menggunakan media simulator interaktif PhET, berdasarkan observasi siswa lebih aktif terlibat dalam proses belajar. Siswa tampak aktif berdiskusi, serta lebih mandiri dalam eksplorasi simulator untuk memahami bentuk molekul. Peningkatan ini disebabkan perubahan strategi pembelajaran dibandingkan siklus 1, yaitu pada tahap *engagement* dan *exploration*. Selain itu, pembagian kelompok diskusi yang lebih heterogen berdasarkan kemampuan, sehingga interaksi dalam diskusi kelompok lebih aktif. Siswa juga sudah lebih lancar dalam mengikuti langkah-langkah terstruktur dalam menentukan bentuk molekul serta memvisualkan pada simulator. Namun, masih terdapat siswa yang belum sepenuhnya aktif mengikuti aktivitas pembelajaran, meskipun jumlahnya jauh lebih sedikit dibandingkan siklus pertama.

Setelah pembelajaran selesai, dilakukan tes untuk mengukur ketercapaian indikator kecerdasan visual spasial siswa. Perbandingan ketercapaian indikator kecerdasan visual spasial pada *posttest* siklus 1 dan *posttest* siklus 2 dapat dilihat pada tabel 6.

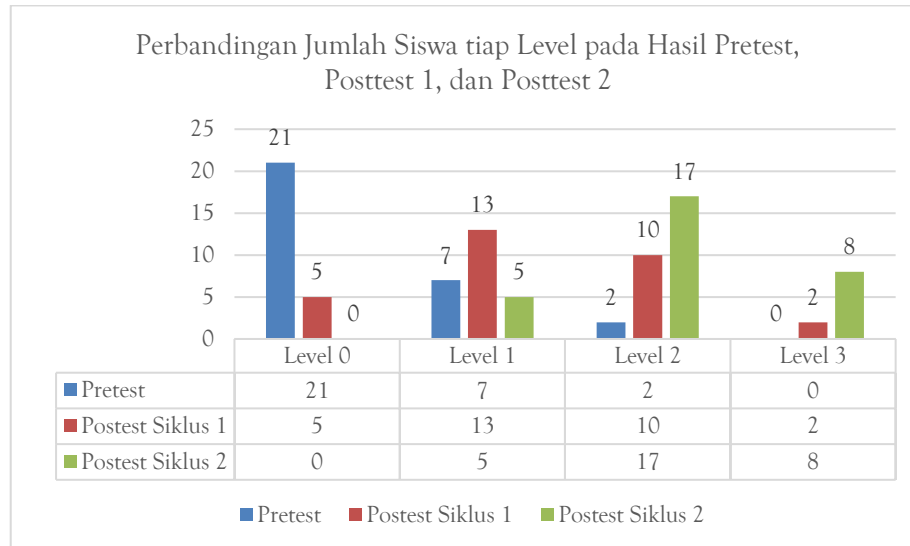
Tabel 6. Perbandingan Ketercapaian Indikator Kecerdasan Visual Spasial pada *Posttest* Siklus 1 dengan *Posttest* Siklus 2

No.	Indikator	<i>Posttest</i> Siklus 1		<i>Posttest</i> Siklus 2	
		Jumlah Siswa	Persentase(%)	Jumlah Siswa	Persentase(%)
1.	<i>Imagination</i>	18	60	27	90
2.	<i>Conceptualizing</i>	14	46,7	18	60
3.	<i>Probelm Solwing</i>	15	50	20	66,7
4.	<i>Pattern Seeking</i>	22	73,3	28	93,3
	Rata-rata		58		77,5

Berdasarkan Tabel 6, hasil *posttest* siklus 2 mengalami peningkatan persentase jumlah siswa yang memenuhi indikator kecerdasan visual spasial. Kenaikan tinggi terdapat pada indikator *imagination*, yaitu dari 60% menjadi 90%, serta indikator *pattern seeking* dari 73,3% menjadi 93,3%. Kenaikan nilai ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis simulator interaktif dapat membantu siswa dalam visualisasi, sehingga membangun imajinasi dengan baik. Sementara itu, indikator *conceptualizing* juga mengalami peningkatan menjadi 60%, yang menunjukkan bahwa mayoritas siswa sudah mampu memahami konsep dengan baik. Indikator yang lain yaitu *problem solving* mengalami kenaikan juga dari 50% menjadi 66,7%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa siswa masih memerlukan dukungan tambahan dalam mengaplikasikan kemampuan visual spasial dalam meningkatkan pemahaman konsep dan menyelesaikan permasalahan kompleks. Rata-rata

ketercapaian seluruh indikator pada siklus 2 yaitu 77,5%, yang menunjukkan telah memenuhi nilai minimal keberhasilan yang digunakan dalam evaluasi yaitu 75% (Zulaikah et al., 2020).

Hasil *posttest* juga digunakan untuk melihat perubahan level kecerdasan visual spasial setelah mengikuti 2 siklus pembelajaran. Perubahan ini dianalisis berdasarkan distribusi siswa dalam mencapai indikator, sebagaimana digambarkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Jumlah Siswa tiap Level pada Hasil Pretest, *Posttest* Siklus 1 dengan *Posttest* Siklus 2

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, terjadi peningkatan yang signifikan pada level kecerdasan visual-spasial siswa dari *pretest* hingga *posttest* siklus 2. Saat *pretest*, sebagian besar siswa berada di Level 0 sebanyak 21 siswa, dan belum ada yang mencapai Level 3. Setelah siklus 1, jumlah siswa level 0 menurun drastis menjadi 5 orang, sementara Level 1 dan 2 mengalami peningkatan masing-masing menjadi 13 dan 10 siswa, bahkan terdapat 2 siswa yang berada di Level 3. Perkembangan level kecerdasan visual-spasial ini berlanjut pada *posttest* siklus 2, di mana tidak ada lagi siswa di Level 0, dan sebagian besar berada di Level 2 yaitu 17 siswa dan Level 3 sebanyak 8 siswa.

Perubahan distribusi level ini menunjukkan intervensi pembelajaran yang dilakukan dalam dua siklus tersebut telah berhasil meningkatkan kecerdasan visual-spasial siswa secara bertahap. Peningkatan ini tidak hanya terlihat dari jumlah siswa yang naik level, tetapi juga dari berkurangnya jumlah siswa di level rendah. Hal ini sejalan dengan pendapat Hayaturreaiyan & Harahap (2022) yang menyatakan strategi pembelajaran yang tepat dapat mendorong perkembangan pola berpikir siswa. Perkembangan tersebut termasuk dalam hal kecerdasan visual-spasial yang berkaitan dengan pemahaman konsep bentuk molekul yang abstrak.

Efektivitas pembelajaran dalam melatih kecerdasan visual spasial dapat dilihat juga berdasarkan perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* menggunakan persamaan matematika *N-gain*. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Nilai Pretest, Posttest, dan Ideal Visual-Spasial

Nilai rata-rata <i>pretest</i>	31
Nilai rata-rata <i>posttest</i> Siklus 2	84
Nilai Ideal	100
<i>N-gain</i>	77%
Kategori	Efektif

Berdasarkan Tabel 7, terdapat peningkatan nilai setelah pembelajaran. Hal ini sesuai dengan pendapat Chotimah & Manoy (2021) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis visualisasi dapat memperkuat kemampuan kognitif dan spasial siswa. Nilai *N-gain* sebesar 77% menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang dilakukan telah efektif dalam membantu siswa memahami konsep (Winata, 2024). Selain itu, peningkatan

nilai tersebut juga mencerminkan bahwa pembelajaran yang dilakukan juga dapat melatih kemampuan visual spasial siswa.

Refleksi hasil pembelajaran pada siklus 2 ini menunjukkan peningkatan positif baik nilai rata-rata hasil test hingga capaian level kecerdasan visual spasial siswa. Namun, berdasarkan analisis ketercapaian indikator visual spasial, peningkatan signifikan hanya terjadi pada indikator *imagination* dan *pattern seeking*, sedangkan indikator *conceptualizing* dan *problem solving* masih perlu untuk ditingkatkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Almatrafi et al. (2024) bahwa *conceptualizing* dan *problem solving* termasuk dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi yang membutuhkan waktu lebih lama untuk berkembang dibandingkan dengan kemampuan dasar seperti *imagination* dan *pattern seeking*. Siswa memerlukan lebih banyak latihan dan *scaffolding* untuk mengaplikasikan konsep dalam penyelesaian masalah. Meskipun pembelajaran sudah dinilai efektif berdasarkan nilai N-Gain, tetapi perlu ditingkatkan pada penekanan analisis konsep teoritis dan aplikasinya dalam masalah kompleks untuk memperkuat aspek *conceptualizing* dan *problem solving*. Akan tetapi, karena keterbatasan waktu guru tidak dapat mengoptimalkan hasil yang diperoleh, sehingga penelitian dicukupkan hingga siklus 2.

SIMPULAN

Strategi pembelajaran berbasis simulator interaktif pada materi bentuk molekul efektif dalam meningkatkan kecerdasan visual spasial siswa. Hal ini ditunjukkan pada nilai peningkatan rata-rata ketercapaian indikator visual spasial pada siklus 2 yaitu 77,5%. Level kecerdasan visual spasial siswa juga mengalami perubahan positif. Jumlah siswa dengan level 0 menurun dari awalnya 21 siswa menjadi 0 siswa, serta terdapat 8 siswa yang berhasil mencapai level tertinggi pada akhir pembelajaran siklus 2. Selain itu, strategi pembelajaran ini juga cukup efektif dalam meningkatkan kecerdasan visual spasial siswa berdasarkan persentase ketercapaian indikator dan nilai N-gain yang sebesar 77%. Hal ini menunjukkan bahwa media simulator interaktif yang digunakan mampu memfasilitasi perkembangan kecerdasan visual spasial. Optimalisasi lebih lanjut dapat mengintegrasikan strategi pembelajaran berbasis simulasi dengan aktivitas analitis, serta memperbanyak latihan dan *scaffolding* untuk mengembangkan pemahaman konsep melalui representasi bentuk molekul secara tiga dimensi secara optimal.

Daftar Pustaka

- Ahmar, D. S., Muhammad Fath Azzajad, & Ahmar, A. S. (2023). The Effect of Review Video Making on Problem Based Learning to Spatial Ability. *JINAV: Journal of Information and Visualization*, 3(2), 104–108. <https://doi.org/10.35877/454ri.jinav1441>
- Almatrafi, O., Johri, A., & Lee, H. (2024). A systematic review of AI literacy conceptualization, constructs, and implementation and assessment efforts (2019–2023). *Computers and Education Open*, 6(March), 100173. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100173>
- Anshori, A. F. J., Purwanto, K. K., & Priyasmika, R. (2022). Pengaruh Strategi Pembelajaran Kooperatif Tgt-Puzzle Terhadap Kecerdasan Spasial-Visual Pada Materi Bentuk Molekul. *Discovery : Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 7(1), 24–29. <https://doi.org/10.33752/discovery.v7i1.2417>
- Arif, S., & Oktafiana, S. (2023). *Penelitian Tindakan Kelas*. Mitra Ilmu.
- Arikunto, S., Supardi, & Suhardjono. (2021). *Penelitian Tindakan Kelas: Edisi Revisi*. PT. Bumi Aksara.
- Chotimah, S. C., & Manoy, J. T. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Powerpoint Visual Basic for Application (VBA) Untuk Mendukung Kemampuan Spasial Siswa. *MATHEdunesa*, 10(2). https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v10n2.ppdf_374-384
- Epinur, & Miharti, I. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputasional Pada Materi Bentuk Molekul. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*, 6(1), 49–58. <https://doi.org/10.25299/jrec.2024>
- Fauziyah, Sugiman, & Munahefi. (2024). Transformasi Pembelajaran Matematika melalui Media Augmented Reality: Keterlibatan Siswa dan Pemahaman Konseptual. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 7, 936–943. <https://proceeding.unnes.ac.id/prisma>

- Fikri, A., Nurona, A., Saadah, L., Nailufa, L. E., & Ismah, V. (2021). Keterampilan Guru Dalam Membimbing Diskusi Pada Pembelajaran Abad 21. *Tanjak: Journal of Education and Teaching*, 2(1), 1-7. <http://ejournal.stainkepri.ac.id/index.php/tanjak>
- Grabowski, S. J. (2021). Classification of so-called non-covalent interactions based on vsepr model. *Molecules*, 26(16). <https://doi.org/10.3390/molecules26164939>
- Hayaturraiyah, H., & Harahap, A. (2022). Strategi Pembelajaran Di Pendidikan Dasar Kewarganagaraan Melalui Metode Active Learning Tipe Quiz Team. *Dirasatul Ibtidaiyah*, 2(1), 108-122. <https://doi.org/10.24952/ibtidaiyah.v2i1.5637>
- Hulu, G., & Dwiningsih, K. (2021). Efektivitas LKPD Berbasis Blended Learning Berbantuan Multimedia Interaktif untuk Melatih Visual Spasial Peserta Didik. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 19(2), 319-333. <https://doi.org/10.31571/edukasi.v19i2.2953>
- Kusumaningrum, D. E., Benty, D. N., & Gunawan, I. (2019). *Manajemen Peserta Didik*. PT Raja Grafindo Persada.
- Lafendry, F. (2023). Urgensi Penelitian Tindakan Kelas Dalam Lingkup Pendidikan. *Tarbawi : Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam*, 6(2), 142-150. <https://doi.org/10.51476/tarbawi.v6i2.520>
- Nisa, A., Rifki, I. Y., Alya, A., & Dwiningsih, K. (2021). The Validity of Molecular Geometry Based Virtual Reality to Improve Student Visual-Spatial Intelligence in New Normal Era. *Journal of Educational Sciences*, 5(3), 393. <https://doi.org/10.31258/jes.5.3.p.393-408>
- Palma, Y., Saputra, R., Ulfah, M., Rasmawan, R., Putra Sartika, R., Kimia, P., & Tanjungpura Pontianak, U. (2021). Pengembangan Media Kit Bentuk Molekul Dikelas X Sma Negeri 8 Pontianak. *Jurnal Education and Development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*, 9(3), 86-91. <https://doi.org/10.37081/ed.v9i3.2704>
- Riantoni, C., Astalini, A., & Darmaji, D. (2019). Studi penggunaan PhET Interactive Simulations dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2), 71. <https://doi.org/10.12928/jrpkf.v6i2.14202>
- Salame, I. I., & Makki, J. (2021). Examining the Use of PhET Simulations on Students' Attitudes and Learning in General Chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), e2247. <https://doi.org/10.21601/ijese/10966>
- Shiddiq, J. (2021). Kaligrafi Kufi dan Strategi Pengembangan Kecerdasan Visual Spasial. *Qolamuna: Jurnal Studi Islam*, 6(2), 277-290. <http://ejournal.stismu.ac.id/ojs/index.php/qolamuna/article/view/288>
- Wijaya, Y. Y., Sunardi, Slamini, Margaretha, P. M., & Wijayanti, N. P. A. A. (2019). Senior high school student's visual-spatial intelligence according to van hiele geometric thinking theory. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 243(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/243/1/012055>
- Winata, A. (2024). The Effect of Using Obak Delik Virtual Reality Media on Increasing The Visual Spatial and Critical Thinking Abilities. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Sains*, 5(3), 126-132. <https://doi.org/10.51673/jips.v5i3.2287>
- Winoto, Y., Aufa, N., & Anwar, R. K. (2020). Model Literasi Informasi Pengajar dalam Mengembangkan Model Kecerdasan Ruang Visual (Spatial Intelligence) : *PUSTABILIA: Journal of Library and Information Science*, 4(1), 59-78. <https://doi.org/10.18326/pustabilia.v4i1.59-78>
- Zaein, N., Kensiwi, D., Wijoyo, S. H., & Hariyanti, U. (2025). Perbandingan Pembentukan Kelompok Heterogen dengan Kelompok Homogen Dalam Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar dan Motivasi Berprestasi Siswa di SMAN 3 Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 9(4), 1-10. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/14689>
- Zulaikah, Suminah, & Sulistiana, R. (2020). Meningkatkan Kecerdasan Visual-Spasial Anak Dengan Memanfaatkan Bahan Limbah Anorganik. *JURPARIA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Anak Usia Dini*, 1(1), 14-24. <http://sia-uniwa.ddns.net:8080/ojs3124/index.php/pgpaud/article/view/20>