



Penggunaan Simulator Digital untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Siswa pada Materi Bentuk Molekul

Ghilmani Firdausiyah^{1✉}, Muntholib², Dasianto³

Universitas Negeri Malang, Indonesia^{1,2}

SMA Brawijaya Smart School, Indonesia³

e-mail : ghilmani.firdausiyah.2431277@students.um.ac.id¹, muntholib.fmipa@um.ac.id²,
dasianto31@gmail.com³

Abstrak

Kolaborasi menjadi salah satu keterampilan penting yang perlu dikuasai siswa dalam menghadapi tantangan abad 21, karena selain berperan dalam pembelajaran kolaborasi sangat diperlukan manusia sebagai makhluk sosial dalam memecahkan masalah kehidupan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa dalam pembelajaran kimia menggunakan media simulator digital. Media ini tidak hanya mempermudah pemahaman konsep abstrak, namun menjadi sarana eksplorasi bersama yang mendorong interaksi, diskusi, dan pemecahan masalah. Jenis penelitian yang digunakan adalah Penelitian Tindakan Kelas (Classroom Action Research) yang dilakukan dalam dua siklus tindakan. Subjek penelitian ini adalah 32 siswa kelas X-2 SMA Brawijaya Smart School tahun pelajaran 2024/2025. Instrumen yang digunakan adalah tes, angket, lembar observasi, dan catatan lapangan. Adapun teknik analisis data yang digunakan meliputi analisis data secara kuantitatif dan kualitatif. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan rata-rata keterampilan kolaborasi dari prasiklus 59,87%, siklus 1 74,63%, dan siklus 2 81,45%. Hasil belajar siswa juga meningkat dari prasiklus 0%, siklus 1 53%, dan siklus 2 81%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan simulator digital pada materi bentuk molekul efektif dalam meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa, serta diharapkan dapat menjadi acuan bagi guru untuk mengintegrasikan simulator digital dalam pembelajaran abad 21.

Kata Kunci: Keterampilan Kolaborasi, Hasil Belajar, Simulator Digital.

Abstract

Collaboration is one of the important skills that students need to master to face the challenges of the 21st century. Collaboration skills are not only important in learning but are also essential for solving real-life problems. The purpose of this study is to enhance students' collaboration skills and learning outcomes in high school chemistry lessons by utilizing digital simulators. The type of research used is Classroom Action Research. The participants consist of 32 tenth-grade students (Class X-2) of Brawijaya Smart School for the 2024/2025 academic year. The data collection instruments used include tests, questionnaires, observation sheets, and field notes. The data analysis techniques employed in this study encompass both quantitative and qualitative data analysis. Quantitative analysis was conducted to examine changes in the average scores of collaboration skills and student learning outcomes, while qualitative analysis was used to observe the dynamics of the learning process and student interactions. An increase in the average scores of collaboration skills and student learning outcomes in each cycle of the action implementation marked the success indicators of this study. The data obtained showed an improvement in collaboration skills and student learning outcomes in chemistry learning.

Keywords: Collaborative skills, Learning outcomes, Digital simulation.

Copyright (c) 2025 Ghilmani Firdausiyah, Muntholib, Dasianto

✉ Corresponding author :

Email : ghilmani.firdausiyah.2431277@students.um.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v7i5.8510>

ISSN 2656-8063 (Media Cetak)

ISSN 2656-8071 (Media Online)

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad 21 semakin kompleks, membawa dampak positif bagi masyarakat dalam meningkatkan kualitas hidup serta kemampuan bersaing di era global. Kondisi ini menuntut sekolah sebagai lembaga pendidikan untuk mengembangkan keterampilan abad 21 yang mencakup berpikir kreatif, berpikir kritis, berkomunikasi, dan berkolaborasi. Salah satu keterampilan yang relevan dan esensial dalam berbagai aspek kehidupan adalah keterampilan kolaborasi dan menjadi keterampilan yang harus dikuasai oleh siswa. Keterampilan kolaborasi mencerminkan kemampuan siswa terlibat aktif, saling menghargai, dan bekerja sama demi mencapai tujuan bersama. Sebagai makhluk sosial, manusia membutuhkan kolaborasi sehingga siswa perlu dibiasakan untuk bekerja sama dan berinteraksi baik di lingkungan kerja maupun masyarakat luas.

Keterampilan kolaborasi memungkinkan siswa berinteraksi dengan teman sebaya, berbagi ide, menghargai pendapat, dan bekerja sama dalam pembelajaran. Hal ini memudahkan siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir dan pemecahan masalah. Relevan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Hidayati et al., 2020) menyatakan bahwa keterampilan kolaborasi siswa dalam memecahkan masalah yang dihadapi secara bersama-sama, dengan melibatkan berbagai peran, interaksi yang positif, dan saling ketergantungan turut mendorong pencapaian hasil belajar siswa karena di dalam kelompok, siswa saling berupaya memahami dan dipahami sehingga tercipta pengetahuan bersama. Selama kegiatan kolaborasi siswa berpartisipasi aktif, sehingga dapat membantu mereka menyelesaikan tugas lebih baik, dapat mengemukakan gagasan dengan lebih baik, serta meningkatkan capaian pembelajaran. Sebaliknya, lemahnya keterampilan kolaborasi menghambat keterlibatan siswa dalam kelompok sehingga mempengaruhi capaian pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi kelas selama melaksanakan kegiatan mengajar pada Praktik Pengenalan Lapangan (PPL) 1 dan wawancara dengan guru kimia menyatakan bahwa siswa kelas X-2 SMA Brawijaya Smart School menunjukkan keterampilan kolaborasi yang rendah, terlihat dari pola kerja siswa saat menyelesaikan tugas dan berdiskusi kelompok. Beberapa siswa tampak mendominasi pembicaraan ketika kegiatan diskusi, sementara yang lain kesulitan berpartisipasi atau menyampaikan pendapat. Selain itu, perbedaan perspektif di antara kelompok juga membuat mereka sulit mencapai kesepakatan dalam memecahkan masalah. Dengan demikian, pengembangan keterampilan kolaborasi dalam pembelajaran masih perlu ditingkatkan. Temuan ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh (Riaz & Din, 2023) menyatakan tingkat keterampilan kolaborasi siswa masih rendah dan belum dipraktikkan secara optimal.

Berdasarkan tinjauan terhadap permasalahan tersebut, maka penting bagi seorang guru menciptakan suasana belajar yang mendorong partisipasi siswa secara seimbang. Guru dapat memfasilitasi pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran yang interaktif untuk mendorong siswa lebih aktif dalam melakukan diskusi selama proses pembelajaran berlangsung. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar adalah *Learning Cycle (LC) 5E (Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, dan Evaluation)* (Amaliyah et al., 2023). Model pembelajaran ini merupakan pendekatan konstruktivisme yang berpusat pada siswa (*students centered learning*). Pada fase *exploration, explanation, dan elaboration* dalam *Learning Cycle 5E*, siswa dituntut berperan aktif dalam pembelajaran, termasuk mendorong siswa untuk berkolaborasi. Penelitian yang dilakukan (Sari et al., 2022) mengungkapkan bahwa keterampilan kolaborasi dapat dikembangkan pada sintaks pembelajaran *Learning Cycle 5E*, terutama pada fase *exploration*.

Dalam konteks pembelajaran kimia, materi bentuk molekul merupakan topik yang dianggap abstrak dan membutuhkan pemahaman visual yang mendalam. Untuk memahami struktur molekul, siswa tidak hanya menerima penjelasan verbal atau gambar dua dimensi melainkan membutuhkan media untuk memvisualisasikannya. Salah satu media simulator digital yang dapat digunakan adalah PhET (*Physics*

Education Technology). Situs ini menyediakan simulasi pembelajaran gratis dalam bidang ilmu fisika, matematika, kimia, biologi, dan ilmu kebumihangsaan yang dapat diunduh untuk mendukung kegiatan pembelajaran di kelas. Penggunaan PhET dapat membantu siswa untuk memvisualisasikan bentuk molekul secara nyata yang dapat berputar 360° dan membantu siswa meningkatkan pemahamannya. Selain itu, simulator PhET ini membantu menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoritis dan penerapannya di dunia nyata, sehingga membuat pembelajaran kimia menjadi lebih mudah diakses dan menarik bagi siswa. Hal ini sejalan dengan praktik baik dalam pendidikan karena mendorong pembelajaran yang aktif, meningkatkan keterampilan kolaborasi, meningkatkan pemahaman konseptual dan dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

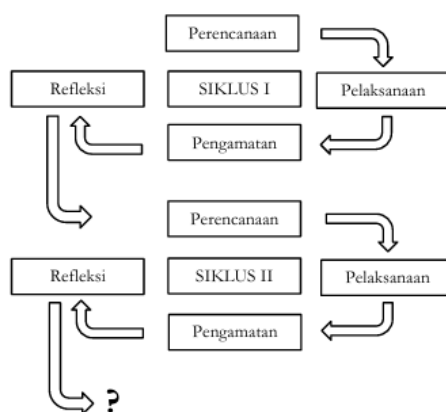
Banyak studi telah mengkaji dan menggunakan model *Learning Cycle 5E* atau media simulator digital (PhET) secara terpisah. Oleh karena itu, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian dengan mengintegrasikan keduanya pada materi bentuk molekul dengan pendekatan *Computational Thinking* (CT) untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa. Kajian topik kolaborasi ini dalam konteks pembelajaran kimia, khususnya pada materi bentuk molekul masih jarang dilakukan di Indonesia maupun di lingkungan dengan karakteristik serupa. Penelitian sebelumnya oleh (Pang et al., 2018) cenderung berfokus pada pengukuran keterampilan kolaborasi secara umum tanpa mengintegrasikannya mendalam ke dalam pembelajaran berbasis STEM yang relevan dengan materi bentuk molekul. Dengan demikian, penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan dan mengimplementasikan strategi pembelajaran yang secara khusus dirancang untuk mengintegrasikan keterampilan kolaborasi ke dalam proses pemahaman konsep bentuk molekul.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan model *Learning Cycle 5E* berbantuan PhET dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa. Maka, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan proses dan peningkatan keterampilan kolaborasi serta hasil belajar siswa melalui penerapan model tersebut. Sehingga ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis maupun praktis bagi pendidik. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan memperkaya literatur tentang desain pembelajaran kimia yang responsif terhadap kebutuhan keterampilan abad ke-21. Secara praktis, hasilnya diharapkan menjadi rujukan dalam penyusunan kebijakan pendidikan maupun pengembangan kurikulum STEM di tingkat sekolah menengah, sehingga mampu meningkatkan kualitas pembelajaran sekaligus menyiapkan siswa menghadapi tantangan global.

METODE

Penelitian ini termasuk Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang dirancang untuk menyelesaikan permasalahan pembelajaran di kelas. Penelitian dilakukan secara bertahap melalui suatu siklus yang mencakup perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi terhadap hasil yang diperoleh (Wijaya et al., 2023). Penelitian ini dilakukan di SMA Brawijaya Smart School Malang dengan subjek penelitian sebanyak 32 siswa kelas X-2. PTK dilaksanakan pada bulan April 2025. Hal ini sesuai dengan sub bab materi Bentuk Molekul yang menjadi materi terakhir pada semester genap tahun pelajaran 2024/2025. Variabel dalam penelitian ini adalah keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa yang diukur melalui penerapan pendekatan *Computational Thinking* dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* berbantuan media simulator PhET pada materi bentuk molekul.

Penelitian Tindakan Kelas ini menganut model Kemmis dan Taggart (Kemmis et al., 2014) yang menggunakan siklus berulang dalam penerapannya hingga memperoleh hasil yang diinginkan. Penelitian ini dilaksanakan dalam dua siklus yang meliputi siklus 1 pada sub materi bentuk molekul tanpa PEB dan siklus 2 pada sub materi bentuk molekul dengan PEB. Desain Penelitian Tindakan Kelas dengan empat tahapan, yaitu perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi sesuai pada Gambar 1 (Kemmis et al., 2014).



Gambar 1. Alur Penelitian Tindakan Kelas (PTK)

Instrumen penelitian ini terdiri dari tes, angket, dan lembar observasi. Tes digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa pada materi Bentuk Molekul yang terdiri dari 10 soal bentuk AKM (Asesmen Kompetensi Minimum). Angket digunakan untuk mengidentifikasi tingkat keterampilan kolaborasi siswa yang dijabarkan dalam 15 pertanyaan. Angket dirancang untuk menggali informasi berdasarkan lima indikator keterampilan kolaborasi. Lembar observasi digunakan peneliti untuk mengobservasi aktivitas guru dan siswa selama proses pembelajaran. Teknik pengambilan data dilakukan dengan mengumpulkan hasil tes, menyebarkan angket keterampilan kolaborasi siswa setelah pembelajaran pada setiap siklus, dan mengisi lembar observasi secara langsung oleh observer yakni rekan sejawat dan guru pamong. Selain itu, penelitian ini juga memperoleh data kualitatif berupa catatan lapangan yang berguna untuk pencatatan tertulis mengenai hasil penelitian. Pedoman pengkategorian keterampilan kolaborasi dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Pedoman Pengkategorian Keterampilan Kolaborasi (Widoyoko, 2014)

Kriteria	Kategori
$80 < x \leq 100$	Sangat Baik
$60 < x \leq 80$	Baik
$40 < x \leq 60$	Cukup
$20 < x \leq 40$	Kurang
$0 < x \leq 20$	Sangat Kurang

Indikator yang digunakan untuk menentukan ketercapaian PTK ini adalah nilai rata-rata keterampilan kolaborasi siswa dengan skor $\geq 80\%$ kategori sangat baik (Solikhah et al., 2024). Apabila standar keberhasilan kolaborasi siswa telah terpenuhi, maka pelaksanaan PTK tidak dilanjutkan dan dinyatakan berhasil. Pada tahap analisis data, penulis melakukan evaluasi secara mendalam terhadap data yang diperoleh melalui observasi untuk menilai sejauh mana keterampilan kolaborasi siswa meningkat selama penelitian. Indikator keterampilan kolaborasi yang menjadi acuan penilaian dijelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Keterampilan Kolaborasi Siswa (Arifah & Nuswowati, 2024)

No	Indikator	Keterangan
1	Berkontribusi secara aktif	Berperan dalam menyampaikan gagasan, merangkum hasil diskusi, dan menemukan solusi
2	Tanggung jawab	Menjalankan tugas dengan tanggung jawab, disiplin waktu, dan sesuai arahan
3	Saling menghargai	Mencerminkan sikap menghargai dan menghormati pendapat teman dalam diskusi,

		menghindari pemaksaan terhadap pendapat pribadi, dan menerima keputusan bersama
4	Fleksibilitas dan kompromi	Mampu menerima kritik dan saran dengan sikap terbuka, terlibat aktif dalam mendiskusikan perbedaan pendapat secara konstruktif, dan bersedia menerima tugas yang diberikan
5	Bekerja secara produktif	Berpartisipasi dalam diskusi, menuntaskan tugas secara efisien, fokus melakukan diskusi untuk mencari solusi serta berkomunikasi dengan lancar dalam diskusi

Tabel 3. Skala Likert Keterampilan Kolaborasi (Sugiyono, 2021)

Jawaban	Skor butir pernyataan	
	Positif	Negatif
Sangat Setuju	5	1
Setuju	4	2
Ragu-ragu	3	3
Tidak Setuju	2	4
Sangat Tidak Setuju	1	5

Hasil belajar siswa diperoleh dari nilai post test, kemudian dihitung menggunakan rumus persentase deskriptif berikut ini.

$$\text{Nilai Ketuntasan Individu} = \frac{\sum \text{jawaban benar}}{\sum \text{soal keseluruhan}} \times 100$$

Siswa yang mendapatkan nilai < 70 dinyatakan mengalami kesulitan belajar, sedangkan siswa yang memperoleh nilai ≥ 70 dinyatakan telah mencapai tujuan pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian tindakan kelas ini, peneliti melaksanakan kegiatan dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi tindakan. Pembelajaran menggunakan model *Learning Cycle 5E* (*engagement, exploration, explanation, elaboration, dan evaluation*) berbantuan simulator digital PhET dengan pendekatan pembelajaran *Computational Thinking* (CT). Pendekatan CT diintegrasikan secara implisit pada sintaks *exploration* yakni pada tahap mengumpulkan data. Didukung dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa penerapan CT dalam tahap eksplorasi mampu meningkatkan keterampilan analisis dan penalaran logis melalui proses pengumpulan serta pengolahan data yang sistematis (Epinur & Miharti, 2024). Pada sintaks ini, siswa diajak untuk memecah permasalahan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil (*decomposition*), mengenali pola yang muncul (*pattern recognition*), menyaring informasi penting (*abstraction*), dan mengurutkan langkah-langkah sistematis dalam menentukan bentuk molekul (*algorithmic*). Penerapan model pembelajaran, penggunaan media, dan pendekatan pembelajaran ini dilakukan dengan maksimal pada tiap tahapannya sesuai rencana yang sudah dirancang. Kemudian di setiap akhir siklus siswa mengisi angket berupa *self-assessment* (penilaian diri) untuk mengukur keterampilan kolaborasi dan *post test* untuk mengetahui hasil belajarnya.

Pra Siklus

Sebelum memulai tindakan pada siklus 1, langkah awal yang dilakukan untuk mengetahui keterampilan kolaborasi, siswa diminta untuk mengisi angket menggunakan *google form*. Hasil angket dikomparasikan dengan hasil observasi yang telah dilakukan selama pembelajaran.

Tabel 5. Hasil Kolaborasi Siswa Pra-siklus

No	Indikator	Persentase (%)	Kategori
1	Berkontribusi secara aktif	58,28%	Cukup
2	Tanggung jawab	58,75%	Cukup
3	Saling menghargai	62,19%	Baik
4	Fleksibilitas dan kompromi	60,13%	Baik
5	Bekerja secara produktif	60,00%	Cukup
	Rata-rata	59,87%	Cukup

Tabel 5 menunjukkan kolaborasi siswa masih tergolong cukup dengan rata-rata persentase sebesar 59,87%, sehingga diperlukan tindakan untuk meningkatkannya. Hasil angket ini sejalan dengan observasi peneliti dan teman sejawat sebagai observer yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum berkontribusi secara aktif, kurang bertanggung jawab akan tugasnya, belum sepenuhnya saling menghargai, fleksibilitas dan kompromi yang masih rendah, serta siswa belum mampu bekerja secara produktif. Kondisi ini terlihat dari kecenderungan siswa bergantung pada satu anggota kelompok untuk menyelesaikan tugas, sementara anggota lainnya pasif dalam berdiskusi. Selain itu, pembagian kelompok yang masih belum merata juga menjadi faktor penghambat terciptanya kerja sama kelompok yang efektif. Temuan ini didukung oleh penelitian (Ilma et al., 2022) yang menyatakan bahwa pembagian kelompok yang tidak seimbang menimbulkan kesenjangan partisipasi dalam pembelajaran, sehingga keterampilan kolaborasi siswa tidak berkembang merata.

Sedangkan untuk mengetahui pemahaman siswa pada materi bentuk molekul dilakukan *pre test*.

Tabel 6. Hasil *Pre-test* Siswa

Keterangan	Nilai
Nilai terendah	12
Nilai tertinggi	65
Jumlah siswa tuntas	0
Jumlah siswa tidak tuntas	32
Rata-rata nilai	26
Persentase ketuntasan (%)	0%

Berdasarkan Tabel 6, hasil *pre test* yang diikuti oleh 32 siswa menunjukkan bahwa persentase ketuntasan tidak tercapai pada materi bentuk molekul. Hal tersebut dapat dikatakan seluruh siswa belum mengetahui materi bentuk molekul yang akan mereka pelajari. Hasil tes ini tidak menjadi dasar satu-satunya dalam pembagian kelompok. Peneliti membagi kelompok berdasarkan nilai yang telah diperoleh pada pembelajaran sebelumnya dan hasil dari observasi secara langsung.

Siklus 1

Pelaksanaan siklus 1 mencakup dua kali pertemuan dengan tujuan pembelajaran “Melalui simulator digital interaktif (PhET-Molecules Shape), siswa mampu menentukan bentuk molekul tanpa pasangan elektron bebas (PEB) berdasarkan teori VSEPR dengan tepat”. Kegiatan inti pembelajaran berpedoman pada sintak pembelajaran *Learning Cycle* 5E. Berikut langkah-langkah pembelajaran yang dilakukan:

Fase Engagement: kegiatan siswa pada fase ini mengamati narasi terkait salah satu senyawa kimia dalam kehidupan sehari-hari. Fase ini memusatkan fokus siswa, mendorong kemampuan berpikir, dan membantu mengakses pengetahuan awal yang telah dimiliki.

Fase Exploration: siswa pada fase ini melakukan kegiatan eksplorasi pengetahuan melalui bahan ajar yang telah disediakan dan mengisi lembar kegiatan belajar 1. Kemudian pada kegiatan belajar 2, siswa mengeksplor pengetahuan terkait bentuk molekul menggunakan media simulator PhET dan melengkapi tabel

yang telah tersedia di Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Siswa diberikan kesempatan berkolaborasi dalam kelompok untuk melakukan pengamatan, mengumpulkan data, dan membuat suatu kesimpulan dari kegiatan eksplorasi yang telah dilakukan (Diab et al., 2024).

Fase Explanation: siswa pada kegiatan ini dilibatkan dalam menganalisis pemahamannya berdasarkan aktivitas yang telah dilakukan dan menginterpretasikan konsep yang telah dipahami dengan bahasanya sendiri. Kegiatan ini juga dilakukan secara berkelompok untuk mendorong diskusi, saling bertukar pendapat, serta memperkuat pemahaman melalui klarifikasi ide antar anggota kelompok (Antonio & Castro, 2023). Guru berperan sebagai fasilitator yang membantu meluruskan miskonsepsi dan memperdalam pemahaman konsep siswa.

Fase Elaboration: fase ini melibatkan kemampuan siswa memperluas materi yang didapatkan selama pembelajaran dan menerapkan pengetahuan yang mereka peroleh untuk kegiatan berbeda. Pada fase ini siswa secara berkelompok mengerjakan latihan soal dengan variasi soal yang berbeda.

Fase Evaluation: Kegiatan siswa pada fase ini ialah mengerjakan post test untuk mengetahui pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajarinya.

Keterampilan Kolaborasi Siswa

Tabel 7. Hasil Kolaborasi Siswa Siklus 1

No	Indikator	Persentase (%)	Kriteria
1	Berkontribusi secara aktif	73,90%	Baik
2	Tanggung jawab	72,81%	Baik
3	Saling menghargai	74,38%	Baik
4	Fleksibilitas dan kompromi	74,88%	Baik
5	Bekerja secara produktif	77,19%	Baik
Rata-rata		74,63%	Baik

Informasi pada Tabel 7 menunjukkan adanya peningkatan setiap indikator keterampilan kolaborasi siswa dari pra siklus dengan persentase di atas 70% kategori baik. Namun, penelitian dilanjutkan ke siklus 2 karena hasil angket tidak sejalan dengan temuan di lapangan. Observasi menunjukkan beberapa siswa belum berkontribusi aktif, kurang bertanggung jawab, dan belum sepenuhnya saling menghargai, terlihat dari adanya keluhan terkait anggota kelompok yang tidak mengerjakan tugas, keterlambatan penyelesaian LKPD, serta adanya kesenjangan nilai LKPD yang cukup besar dalam satu kelompok. Hal ini juga mengindikasikan perlunya peningkatan fleksibilitas, kompromi, dan produktivitas kerja kelompok. Temuan ini didukung oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Riaz & Din, 2023) yang menunjukkan bahwa rendahnya kontribusi aktif, tanggung jawab, keterampilan kompromi dan produktivitas dalam kelompok dapat menghambat tujuan pembelajaran, sehingga diperlukan strategi lanjutan untuk mengoptimalkan keterampilan kolaborasi.

Hasil Belajar Siswa

Proses pengambilan nilai hasil belajar siswa dilakukan setelah melakukan proses pembelajaran pada siklus pertama. Hal ini dilakukan untuk mengukur pemahaman konsep siswa pada bab bentuk molekul tanpa PEB yang telah dipelajari. Tes yang digunakan tertulis dengan jumlah 5 soal bentuk AKM (pilihan ganda kompleks dan uraian). Data hasil belajar siswa pada siklus 1 disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Belajar Siklus 1

Keterangan	Nilai
Nilai terendah	35
Nilai tertinggi	76

Jumlah siswa tuntas	17
Jumlah siswa tidak tuntas	15
Rata-rata nilai	65,81
Persentase ketuntasan (%)	53%

Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan nilai rata-rata yang diperoleh sebesar 65,81 dari 32 siswa yang mengikuti tes dengan persentase ketuntasan 53% siswa yang telah mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), sehingga penelitian dilanjutkan pada siklus 2 karena belum mencapai nilai ≥ 70 dan mengindikasikan siswa belum memahami materi dengan baik. Hasil analisis terhadap jawaban siswa pada LKPD maupun *post test* menunjukkan bahwa sebagian siswa masih mengalami miskonsepsi, salah satunya ketidakmampuan dalam menggambar struktur Lewis dengan tepat. Sebagian siswa merepresentasikan struktur tersebut hanya sebagai rangkaian garis ikatan kovalen tanpa memperhatikan keberadaan pasangan elektron bebas, padahal pemahaman yang benar mengenai struktur Lewis merupakan langkah penting dalam menentukan bentuk molekul secara tepat (Pratiwi et al., 2023).

Siklus 2

Siklus 2 terdiri dari dua pertemuan dengan tujuan pembelajaran “Melalui simulator digital interaktif (PhET Colorado), siswa mampu menentukan bentuk molekul dengan pasangan elektron bebas (PEB) berdasarkan teori VSEPR dengan tepat”. Kegiatan inti pembelajaran berpedoman pada sintak pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Kegiatan pembelajaran pada siklus ini sama halnya dengan pembelajaran pada siklus 1. Namun, perbedaan terletak pada kegiatan eksplorasi. Pada siklus ini kegiatan eksplorasi diawali dengan penguatan konsep terkait materi bentuk molekul dengan PEB. Hal ini merupakan catatan pada siklus sebelumnya, siswa masih kesulitan dalam menentukan bentuk molekul. Hal ini juga didasari oleh siswa belum seutuhnya melakukan aktivitas pembelajaran secara berkelompok. Sehingga pada siklus 2 ini guru memberikan penekanan terkait peran masing-masing individu dalam pembelajaran dilakukan secara berkelompok.

Keterampilan Kolaborasi.

Tabel 9. Hasil Kolaborasi Siswa Siklus 2

No	Indikator	Persentase (%)	Kriteria
1	Berkontribusi secara aktif	80,31%	Sangat Baik
2	Tanggung jawab	80,63%	Sangat Baik
3	Saling menghargai	81,56%	Sangat Baik
4	Fleksibilitas dan kompromi	81,63%	Sangat Baik
5	Bekerja secara produktif	83,13%	Sangat Baik
	Rata-rata	81,45%	Sangat Baik

Hasil angket pada setiap indikator keterampilan kolaborasi siswa, sebagaimana tercantum dalam Tabel 9, menunjukkan rata-rata 81,45% pada siklus 2 yang menandakan adanya peningkatan dari siklus 1. Indikator berkontribusi secara aktif memperoleh persentase sebesar 80,31% dengan kriteria sangat baik, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah mencapai kemampuan optimal dalam memberikan kontribusi aktif pada saat diskusi kelompok. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sari et al., 2022) mengungkapkan bahwa pada fase *exploration*, *explanation*, dan *elaboration* dalam *Learning Cycle 5E*, siswa dituntut berperan aktif dalam pembelajaran, termasuk mendorong siswa untuk berkolaborasi. Indikator tanggung jawab memperoleh persentase sebesar 80,63% dengan kriteria sangat baik, yang menunjukkan bahwa siswa telah memiliki rasa tanggung jawab dalam kelompok. Capaian ini mengindikasikan bahwa siswa

mulai memiliki kesadaran akan peran dan tanggung jawabnya dalam menyampaikan gagasan, berbagi informasi, serta terlibat secara konstruktif dalam mengambil keputusan secara bersama. Hal ini tercermin dari kesediaan siswa menyelesaikan tugas sesuai peran yang diberikan dan menjaga komitmen untuk mencapai tujuan bersama.

Indikator sikap saling menghargai memperoleh persentase sebesar 81,56% dengan kriteria sangat baik, yang menunjukkan sebagian besar siswa dapat menerima keputusan bersama dalam menyelesaikan masalah. Indikator fleksibilitas dan kompromi memperoleh persentase sebesar 81,63% dengan kategori sangat baik, yang menunjukkan siswa saling menerima kritik dan saran ketika berdiskusi, presentasi, serta melakukan kompromi bersama teman sekelompok. Indikator bekerja secara produktif memiliki persentase tertinggi dibandingkan indikator lainnya yakni sebesar 83,13% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mampu memanfaatkan waktu dan sumber daya secara efektif sehingga dapat menyelesaikan tugas tepat waktu. Temuan ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Hidayati et al., 2020) yang menyatakan bahwa selama kegiatan kolaborasi siswa berpartisipasi aktif, sehingga dapat membantu mereka menyelesaikan tugas lebih baik, dapat mengemukakan gagasan dengan lebih baik, serta meningkatkan capaian pembelajaran.

Hasil Belajar Siswa

Proses pengambilan nilai hasil belajar siswa dilakukan setelah selesai melakukan proses pembelajaran pada siklus kedua. Hal ini dilakukan untuk mengukur pemahaman konsep siswa pada bab bentuk molekul tanpa PEB yang telah dipelajari. Tes yang digunakan tertulis dengan jumlah 5 soal bentuk AKM (pilihan ganda kompleks dan uraian). Data hasil belajar siswa siklus 2 ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Belajar Siswa Siklus 2

Keterangan	Nilai
Nilai terendah	50
Nilai tertinggi	100
Jumlah siswa tuntas	26
Jumlah siswa tidak tuntas	6
Rata-rata nilai	78,38
Persentase ketuntasan (%)	81%

Informasi Tabel 10 menunjukkan rata-rata nilai pada siklus 2 sebesar 78,38 dari 32 siswa yang mengikuti tes dengan persentase ketuntasan 81% siswa yang telah mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Penelitian tidak dilanjutkan karena telah mencapai keberhasilan dari PTK. Peningkatan hasil belajar siswa pada materi bentuk molekul dihitung dengan menggunakan N-Gain seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.

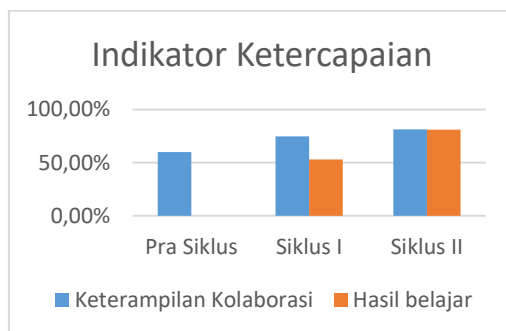
Tabel 11. Hasil Perhitungan Nilai N-Gain

Skor pre test	26
Skor pos test	78,38
Nilai ideal	100
N-Gain	70,8%
Kategori	Cukup efektif

Berdasarkan hasil analisis menggunakan N-Gain diperoleh bahwa penggunaan simulator digital dengan model *Learning Cycle* 5E cukup efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi bentuk molekul dengan nilai N-Gain 70,8%. Relevan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Winata, 2024) menyatakan

bahwa penggunaan media interaktif dalam pembelajaran membantu siswa memahami dan menganalisis informasi secara mendalam, kemudian siswa dapat menarik kesimpulan yang logis berdasarkan bukti-bukti yang relevan. Simulator digital PhET berfungsi sebagai platform untuk eksplorasi aktif yang mendorong pembelajaran siswa menjadi lebih konkret, sehingga memudahkan mereka dalam memvisualisasikan konsep abstrak, memperdalam pemahaman materi, dan pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar (Kizito & Hassan, 2024).

Secara keseluruhan data menunjukkan adanya kenaikan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa antar siklus yang dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2. Indikator Ketercapaian Penelitian

Gambar 2 mengindikasikan bahwa penerapan model pembelajaran *Learning Cycle* 5E dengan mengintegrasikan pendekatan *Computational Thinking* dan menggunakan media PhET dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa. Berdasarkan hasil observasi penggunaan media simulator pada sintaks *exploration* dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan kolaborasi; berkontribusi secara aktif, bertanggung jawab, dan saling menghargai dalam membangun pemahaman bersama terkait bentuk molekul. Relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Cherbonnier et al., 2024) menyatakan bahwa penerapan model pembelajaran *Learning Cycle* 5E menggunakan media PhET dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi. Selain itu, model pembelajaran LC 5E terintegrasi media PhET juga dapat memaksimalkan hasil belajar karena siswa dapat memahami konsep dengan memvisualisasikan menggunakan media.

Simulator PhET menyajikan konsep abstrak secara visual dan interaktif, sehingga menstimulus keterampilan berpikir siswa, meningkatkan pemahaman konseptual (Kizito & Hassan, 2024) dan hasil belajar siswa (Pratiwi et al., 2023). Hal tersebut membuktikan bahwa keterampilan kolaborasi berbanding lurus dengan hasil belajar siswa yang meningkat. Relevan dengan penelitian yang dilakukan (Hidayati et al., 2020) menyatakan keterampilan kolaborasi juga berkorelasi dengan pencapaian hasil belajar. Jika siswa memiliki keterampilan kolaborasi yang baik, maka mereka cenderung lebih mampu berbagi ide, mendengarkan pendapat orang lain, serta menyelesaikan tugas secara efektif, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep dari berbagai perspektif dan berpengaruh langsung pada peningkatan hasil belajar siswa (Nurulaisyah et al., 2024). Pernyataan ini didukung dengan catatan lapangan yang diperoleh dari hasil observasi selama dilakukannya tindakan oleh peneliti dan mitra kolaborasi. Hasilnya menunjukkan siswa yang awalnya pasif, dominan individu, serta terganggu oleh ponsel menjadi lebih aktif berdiskusi, bekerja sama, dan terlibat dalam pembelajaran.

SIMPULAN

Hasil dari langkah nyata yang telah dilakukan terhadap permasalahan mengungkapkan bahwa penggunaan media simulator digital (PhET) dengan model pembelajaran *Learning Cycle* 5E terbukti efektif

dalam meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa kelas X-2. Berdasarkan data, hasil observasi, dan catatan lapangan ditemukan bahwa siswa yang awalnya pasif dan dominan individu menjadi lebih aktif berdiskusi, bekerja sama, serta terlibat dalam pembelajaran. Peningkatan hasil belajar terlihat dari pemahaman konsep dan nilai evaluasi pembelajaran yang diperoleh siswa. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan, baik dalam memperkuat kajian teoritis sebagai landasan pengembangan ilmu pedagogik, maupun dalam penerapan praktis yang dapat diadaptasi atau dimodifikasi oleh pendidik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran abad 21. Temuan ini direkomendasikan untuk kelas dengan karakteristik serupa, khususnya siswa yang menghadapi tantangan dalam berkolaborasi. Untuk kajian lanjutan, disarankan agar model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dengan media simulator digital tidak hanya difokuskan pada peningkatan keterampilan kolaborasi, tetapi juga ditujukan untuk melatih dan meningkatkan keterampilan abad 21 lainnya. Selain itu, penggunaan media konkret pada materi bentuk molekul juga perlu dipertimbangkan agar siswa dapat lebih mudah memvisualisasikan struktur tiga dimensi molekul secara nyata, sehingga mendorong siswa dalam mengembangkan keterampilan abad 21 seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kreativitas melalui keterlibatan langsung dalam kegiatan pembelajaran. Dengan demikian, kombinasi media digital dan konkret dapat menciptakan pembelajaran yang lebih menyeluruh, bermakna, dan berorientasi pada perkembangan zaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPTK Universitas Negeri Malang khususnya Sekolah Pascasarjana sebagai penyelenggara PPG Prajabatan Tahun 2024 Gelombang 2 yang telah memfasilitasi penelitian tindakan ini dan sejumlah pihak terkait meliputi dosen pembimbing lapangan, guru pamong kimia, dan kepala sekolah SMA Brawijaya Smart School.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliyah, T., Rusdianto, R., & Supeno, S. (2023). The Effect Of The 5e Learning Cycle Model On The Critical Thinking Skills Of Junior High School Students In Learning Science. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan Ipa Ikip Mataram*, 11(2), 253. <https://doi.org/10.33394/J-Ps.V11i2.7223>
- Antonio, R. P., & Castro, R. R. (2023). Effectiveness Of Virtual Simulations In Improving Secondary Students' Achievement In Physics: A Meta-Analysis. *International Journal Of Instruction*, 16(2), 533–556. <https://doi.org/10.29333/Iji.2023.16229a>
- Arifah, S., & Nuswowati, M. (2024). Upaya Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Melalui Pendekatan Teaching At The Right Level Dalam Pembelajaran Ipa Kelas Vii. *Seminar Nasional Pendidikan Unnes*, 1474–1482.
- Cherbonnier, A., Hémon, B., Michinov, N., Jamet, E., & Michinov, E. (2024). Collaborative Skills Training Using Digital Tools: A Systematic Literature Review. *International Journal Of Human-Computer Interaction*, 41(7), 4155–4173. <https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2348227>
- Diab, H., Daher, W., Rayan, B., Issa, N., & Rayan, A. (2024). Transforming Science Education In Elementary Schools: The Power Of Phet Simulations In Enhancing Student Learning. *Multimodal Technologies And Interaction*, 8(105), 1–16. <https://doi.org/10.3390/Mti8110105>
- 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.Vol6\(1\).17558](https://doi.org/10.25299/Jrec.2024.Vol6(1).17558)
- Hidayati, N., Zubaidah, S., Suarsini, E., & Praherdhiono, H. (2020). Cognitive Learning Outcomes: Its Relationship With Communication Skills And Collaboration Skills Through Digital Mind Maps-Integrated Pbl. *International Journal Of Information And Education Technology*, 10(6), 443–448.

- 1162 *Penggunaan Simulator Digital untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Siswa pada Materi Bentuk Molekul - Ghilmani Firdausiyah, Muntholib, Dasianto*
DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v7i5.8510>
- <https://doi.org/10.18178/Ijiet.2020.10.6.1404>
- Ilma, S., Al-Muhdhar, M. H. I., Rohman, F., & Saptasari, M. (2022). Students Collaboration Skills In Science Learning. *Proceedings Of The 2nd International Conference On Innovation In Education And Pedagogy (Iciep 2020)*, 619, 204–208.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). The Action Research Planner: Doing Critical Participatory Action Research. In *Springer Science+Business Media Singapore*. <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2>
- Kizito, I. G., & Hassan, S. (2024). Phet Interactive Simulations As An Effective Tool For Teaching Chemistry: A Review. *International Journal Of Innovative Social & Sciences Education Researh*, 2(12), 166–169.
- Nurulaisyah, D., Maya Probosari, R., & Antrakusuma, B. (2024). Problem-Based Learning Model On The Collaboration And Computational Thinking Skills. *Innovations In Science Education And Practice*, 1(1), 36–46. <https://doi.org/10.20961/Isep.V1i1.1757>
- Pang, C., Lau, J., Seah, C. P., Cheong, L., & Low, A. (2018). Socially Challenged Collaborative Learning Of Secondary School Students In Singapore. *Education Sciences*, 8(4), 1–10. <https://doi.org/10.3390/Educsci8010024>
- Pratiwi, F., Tiur, H., Silitonga, M., & Karolina, V. (2023). Pengaruh Media Pembelajaran Phet Simulation Terhadap Hasil Belajar Kelas X Pada Materi Geometri Molekul. *Journal On Education*, 06(01), 9593–9602.
- Riaz, M., & Din, M. (2023). Collaboration As 21st Century Learning Skill At Undergraduate Level. *Sir Syed Journal Of Education & Social Research*, 6(1), 93–99. [https://doi.org/10.36902/Sjesr-Vol6-Iss1-2023\(93-99\)](https://doi.org/10.36902/Sjesr-Vol6-Iss1-2023(93-99))
- Sari, N. F., Indrawati, & Wahyuni, D. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 7e Terhadap Keterampilan Kolaborasi Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Ipa Smp. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan Ipa*, 12(2), 105–114. <https://doi.org/10.24929/Lensa.V12i2.241>
- Solikhah, L. A., Hidayati, & Nurwinanti, D. (2024). Peningkatan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Melalui Model Cooperative Learning Tipe Tgt Di Smp Negeri 15 Yogyakarta. 3(1), 2988–4268.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Pendidikan* (3rd Ed.). Alfabeta.
- Widoyoko, E. P. (2014). *Penilaian Hasil Pembelajaran Di Sekolah* (1st Ed.). Pustaka Belajar.
- Wijaya, H., Amir, A., Riyanti, D., Setiana, S. C., & Somakila, R. S. (2023). Siklus Kemmis Dan McTaggart: Contoh Dan Pembahasan. In *Iain Pontianak Press*.
- 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>