



Perbandingan Metode Eksperimen Sederhana dan Simulasi Phet Listrik Terhadap Sikap Ilmiah Siswa di Pembelajaran Fisika

Raden Muhammad Afrialdi ^{1*}, Rohima ²

^{1,2} Universitas Jambi

Alamat: Jl. Jambi - Muara Bulian No.KM. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi

Korespondensi penulis: afrialdialdi4@gmail.com

Abstract. *This study aims to compare the effectiveness of simple experimental methods and static electricity PhET simulations in developing scientific attitudes and improving learning outcomes for grade XII students. Grade XII PMIA 1 was taught using simple experiments utilizing readily available tools, while grade XII PMIA 2 used Static Electricity PhET simulations to visualize concepts interactively. This study used a quasi-experimental design with a nonequivalent control group design through the administration of pretests and posttests to both classes. The results showed that both methods provided significant improvements in understanding the concept of static electricity. The simple experimental method produced large improvements but with a more varied distribution of scores, while the PhET simulation produced a higher average post-test score and a more even increase among students. These findings indicate that PhET simulations are more effective in providing stability in understanding abstract material, while simple experiments remain superior in providing concrete experiences to students. Overall, both methods can be used as effective learning alternatives in improving students' learning outcomes and scientific attitudes in static electricity.*

Keywords: Simple Experiments, Phet Simulation, Static Electricity

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode eksperimen sederhana dan simulasi PhET listrik statis dalam mengembangkan sikap ilmiah serta meningkatkan hasil belajar siswa kelas XII. Kelas XII PMIA 1 diberikan pembelajaran menggunakan eksperimen sederhana dengan memanfaatkan alat-alat yang mudah ditemukan, sedangkan kelas XII PMIA 2 menggunakan simulasi PhET Static Electricity untuk memvisualisasikan konsep secara interaktif. Penelitian ini menggunakan desain quasi eksperimen dengan bentuk nonequivalent control group design melalui pemberian pretest dan posttest pada kedua kelas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode sama-sama memberikan peningkatan signifikan terhadap pemahaman konsep listrik statis. Metode eksperimen sederhana menghasilkan peningkatan besar namun dengan sebaran nilai yang lebih bervariasi, sedangkan simulasi PhET menghasilkan rerata nilai post-test yang lebih tinggi dan peningkatan yang lebih merata antar siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa simulasi PhET lebih efektif dalam memberikan stabilitas pemahaman pada materi abstrak, sementara eksperimen sederhana tetap unggul dalam memberikan pengalaman konkret kepada siswa. Secara keseluruhan, kedua metode dapat dijadikan alternatif pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah siswa pada materi listrik statis.

Kata kunci: Eksperimen Sederhana, Simulasi Phet, Listrik Statis

Received Desember 02, 2025; Revised Desember 03, 2025; Accepted Desember 05, 2025

* Raden Muhammad Afrialdi, afrialdialdi4@gmail.com

LATAR BELAKANG

Pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah atas memiliki peran penting dalam membentuk kemampuan berpikir ilmiah, pemahaman konsep, serta keterampilan siswa dalam mengaitkan fenomena sehari-hari dengan prinsip-prinsip fisika (Najminnur Hasanatun Nida, 2019). Salah satu aspek yang sangat ditekankan dalam Kurikulum Merdeka maupun Kurikulum 2013 adalah pengembangan sikap ilmiah, yang mencakup rasa ingin tahu, objektivitas, berpikir kritis, keterbukaan terhadap bukti baru, dan kemampuan bekerja secara sistematis (Abidin, 2024). Sikap ilmiah menjadi fondasi penting agar siswa tidak hanya memahami konsep fisika secara kognitif, tetapi juga memiliki karakter ilmuwan dalam memecahkan permasalahan. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang mampu mengembangkan sikap ilmiah siswa secara optimal.

Pada dasarnya, pembelajaran fisika menuntut siswa untuk mengalami langsung fenomena alam maupun representasi visual yang menjadi dasar konsep yang dipelajari. Hal ini dapat diwujudkan melalui berbagai metode, salah satunya metode eksperimen, yang memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengamati gejala fisika secara nyata (Ospankulova, Maxutov, Lathrop, Anuarova, & Balta, 2025). Selain itu, perkembangan teknologi juga menyediakan alternatif pembelajaran berupa simulasi interaktif, seperti PhET, yang memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep fisika secara virtual. Kedua metode tersebut diyakini mampu meningkatkan pemahaman siswa, namun masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda dalam memengaruhi pengembangan sikap ilmiah (Lestari Putri, Khotimah, & Imron, 2023).

Materi listrik statis merupakan salah satu topik fisika yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, tetapi sering dianggap abstrak oleh siswa ketika hanya disampaikan secara teoritis (Panca et al., 2019). Fenomena seperti penggaris plastik yang dapat menarik potongan kertas setelah digosok, atau rambut yang berdiri setelah digesekkan dengan sisir, merupakan contoh sederhana yang dapat membantu siswa memahami konsep muatan listrik dan gaya Coulomb. Kegiatan eksperimen sederhana tersebut memungkinkan siswa terlibat aktif, mengamati perubahan secara langsung, serta melakukan proses ilmiah mulai dari merumuskan masalah sampai menarik kesimpulan (Melati, Anggraini, Heru, Suryanti, & Widyaningrum, 2021).

Di sisi lain, simulasi PhET listrik statis menyediakan visualisasi konsep yang sulit diamati secara langsung. Melalui simulasi ini, siswa dapat melihat perpindahan muatan, interaksi antar objek bermuatan, dan perubahan gaya listrik secara lebih terstruktur dan presisi (Mei Ika Sari, Ningsih, & Saifuddin Zuhri Purwokerto, 2024). Penggunaan simulasi juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk melakukan percobaan virtual tanpa keterbatasan alat, waktu, maupun risiko keselamatan. Dengan demikian, baik eksperimen sederhana maupun simulasi PhET memiliki potensi besar dalam mendukung proses pembelajaran yang bermakna, khususnya terkait pengembangan sikap ilmiah (Wardani & Suriani, 24 C.E.).

Dalam penelitian ini, kelas XII PMIA 1 diberikan pembelajaran menggunakan metode eksperimen sederhana, yaitu dengan memanfaatkan alat-alat yang mudah ditemukan seperti penggaris dan sisir yang digosokkan pada rambut untuk mengamati fenomena listrik statis. Sementara itu, kelas XII PMIA 2 diberikan pembelajaran menggunakan simulasi PhET Static Electricity. Sebelum pembelajaran dimulai, kedua kelas diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal siswa terhadap materi. Setelah materi disampaikan menggunakan metode masing-masing, kedua kelas kembali diberikan posttest dengan soal yang sama untuk melihat perubahan hasil belajar serta perkembangan sikap ilmiah siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

Dengan adanya perbedaan pendekatan pembelajaran di dua kelas tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode eksperimen sederhana dan simulasi PhET listrik statis dalam mengembangkan sikap ilmiah siswa (Kolomuç & Demir Sağlam, 2025). Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai metode mana yang lebih optimal digunakan dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi listrik statis, serta dapat menjadi acuan bagi guru dalam memilih strategi pembelajaran yang sesuai dengan kondisi kelas dan karakteristik siswa (Bytyqi-Damoni & Metaj-Macula, 2025).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan efektivitas antara metode eksperimen sederhana dan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika pada materi listrik statis, khususnya dalam mengembangkan sikap ilmiah siswa. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mendeskripsikan bagaimana masing-masing metode memengaruhi sikap ilmiah siswa selama proses pembelajaran, serta menganalisis perubahan kemampuan siswa sebelum dan sesudah pembelajaran melalui hasil pretest

dan posttest yang diberikan pada kedua kelas. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai metode pembelajaran yang lebih efektif diterapkan di kelas XII dalam konteks pengembangan sikap ilmiah dan pemahaman konsep listrik statis (Dere, 2024).

KAJIAN TEORITIS

Eksperimen sederhana listrik statis merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang efektif untuk membantu siswa memahami konsep dasar gaya listrik, muatan, serta fenomena interaksi antar benda bermuatan. Pada eksperimen menggunakan sisir dan penggaris, siswa dapat mengamati secara langsung bagaimana gesekan antara benda seperti menggosok sisir pada rambut atau menggosok penggaris plastik pada kain wol dapat menimbulkan perpindahan elektron sehingga menghasilkan muatan listrik statis. Melalui demonstrasi sederhana ini, siswa dapat melihat gejala nyata seperti potongan kertas kecil yang tertarik, rambut yang berdiri, atau gaya tarik-menarik antara penggaris bermuatan dengan benda ringan di sekitarnya. Di Pengalaman langsung ini memberi landasan konkret bagi siswa untuk memahami konsep abstrak dalam listrik statis yang sering kali sulit dipahami hanya dengan penjelasan verbal (Irwanto, 2022).

Selain memberikan pengalaman empiris, eksperimen sederhana ini juga mendorong siswa berpikir ilmiah melalui proses observasi, perumusan pertanyaan, pengambilan data, dan penarikan kesimpulan. Siswa dapat diajak membandingkan perbedaan respon benda ketika sisir digosok lebih lama, menggunakan kain berbeda, atau mengubah jarak terhadap benda yang tertarik. Aktivitas semacam ini meningkatkan keterlibatan siswa dan memfasilitasi pembelajaran berbasis inkuiri, karena siswa dapat bereksperimen dengan variabel mandiri yang mudah dimanipulasi (Wibawa, Susanta, Parmithi, & Mahendra, 2023). Dengan demikian, eksperimen sisir dan penggaris bukan hanya menyampaikan konsep listrik statis, tetapi juga mengembangkan kemampuan investigasi ilmiah serta memupuk sikap ilmiah seperti rasa ingin tahu, ketelitian, dan pemahaman sebab-akibat.

Simulasi PhET *Static Electricity* menawarkan representasi visual dan interaktif yang memungkinkan siswa mempelajari konsep listrik statis secara lebih mendalam melalui lingkungan virtual. Simulasi ini menyediakan animasi mengenai perpindahan elektron, proses pengisian melalui gesekan, serta interaksi antara benda bermuatan positif, negatif, dan netral (AlAli & Al-Barakat, 2024). Dengan fitur drag-and-drop yang

intuitif, siswa dapat mengamati pergerakan muatan pada objek seperti balon, dinding, atau bahan lainnya sehingga konsep yang abstrak menjadi lebih nyata. PhET juga memungkinkan eksplorasi berbagai skenario yang sulit dilakukan pada eksperimen nyata, misalnya mengubah jumlah muatan secara presisi atau melihat distribusi muatan di dalam benda.

Selain itu, penggunaan PhET mendukung pembelajaran mandiri dan berbasis penemuan (*guided discovery*), karena siswa dapat memanipulasi parameter, menguji prediksi, dan mempelajari hubungan antar variabel tanpa keterbatasan alat atau risiko keselamatan (Amaliyah, Aznam, & Dewi, 2024). PhET juga membantu siswa dengan gaya belajar visual karena menyediakan representasi dinamis yang tidak dapat diberikan oleh eksperimen sederhana. Kombinasi antara visualisasi interaktif dan kebebasan bereksplorasi ini terbukti dapat meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus mendukung pengembangan keterampilan ilmiah seperti mengamati, memprediksi, menganalisis, dan mengevaluasi fenomena listrik statis. Dengan demikian, simulasi PhET menjadi alternatif yang sangat efektif dalam pembelajaran fisika modern (Nuril Arofah Kiai Haji Ahmad Siddiq, 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi eksperimen tipe nonequivalent control group design, karena melibatkan dua kelas yang sudah terbentuk tanpa proses pengacakan (Megawati & Sulisworo, 2025). Kedua kelas diberikan perlakuan berbeda, yaitu metode eksperimen sederhana pada kelas XII PMIA 1 dan metode simulasi PhET pada kelas XII PMIA 2. Meskipun demikian, kedua kelas memperoleh materi yang sama, yakni listrik statis, sehingga perbedaan hasil yang muncul dapat dikaitkan dengan perbedaan metode pembelajaran yang digunakan (Muttabiah, Kartika, & Purwanti, 2023).

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XII PMIA 1 dan XII PMIA 2 pada salah satu SMA dengan jumlah siswa yang relatif sebanding. Kelas XII PMIA 1 bertindak sebagai kelas eksperimen I yang diberikan perlakuan berupa kegiatan eksperimen sederhana menggunakan alat-alat sederhana seperti penggaris dan sisir yang digosokkan pada rambut untuk mengamati fenomena listrik statis. Sementara itu, kelas XII PMIA 2 bertindak sebagai kelas eksperimen II yang mendapatkan pembelajaran menggunakan

simulasi PhET Static Electricity untuk memvisualisasikan konsep perpindahan muatan dan interaksi gaya listrik secara digital.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua jenis instrumen utama, yaitu tes hasil belajar dan angket sikap ilmiah siswa. Tes hasil belajar diberikan dalam bentuk pretest dan posttest, yang disebarakan menggunakan Google Form untuk memudahkan pengumpulan data secara cepat dan akurat. Pretest diberikan sebelum pembelajaran dimulai untuk mengetahui pemahaman awal siswa, sementara posttest diberikan setelah perlakuan pembelajaran dengan soal yang sama untuk melihat adanya peningkatan pemahaman konsep (Adya Winata, Hasanah, Sangga Buana, Sunan, & Djati, 2021).

Selain tes hasil belajar, penelitian ini juga menggunakan angket sikap ilmiah untuk mengetahui bagaimana pembelajaran melalui metode eksperimen sederhana maupun simulasi PhET memengaruhi sikap ilmiah siswa. Angket ini diberikan dalam bentuk lembar cetak (printed questionnaire) yang diisi secara langsung oleh siswa pada akhir pembelajaran. Angket tersebut memuat pernyataan terkait indikator sikap ilmiah seperti rasa ingin tahu, objektivitas, ketelitian, keterbukaan terhadap bukti, dan sikap tidak mudah menyerah dalam menghadapi masalah ilmiah.

Prosedur penelitian dimulai dengan pemberian pretest kepada kedua kelas. Setelah itu, masing-masing kelas mendapatkan perlakuan sesuai metode pembelajaran yang telah ditentukan. Kelas XII PMIA 1 melaksanakan eksperimen sederhana yang memungkinkan siswa mengamati gejala listrik statis secara langsung. Kelas XII PMIA 2 mengikuti pembelajaran menggunakan simulasi PhET yang memberikan visualisasi interaktif terhadap konsep yang sama. Setelah kegiatan pembelajaran selesai, kedua kelas diberikan posttest dan angket sikap ilmiah untuk mengukur perubahan pemahaman konsep dan sikap ilmiah.

Data yang diperoleh dari hasil pretest dan posttest dianalisis untuk melihat perkembangan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Sementara itu, data dari angket sikap ilmiah dianalisis untuk mendeskripsikan kecenderungan sikap ilmiah siswa pada masing-masing metode pembelajaran. Seluruh hasil analisis ini kemudian dibandingkan untuk mengetahui metode mana yang memberikan pengaruh lebih baik

terhadap sikap ilmiah siswa dalam pembelajaran fisika pada materi listrik statis (Wanudyastuti, Rino, Raekhan, Rizqiah, & Setiyoko, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Analisis Pre-test dan Post-test Kelas XII PMIA 1 Menggunakan Metode Eksperimen Sederhana

Statistik	Pre-test	Post-test
Jumlah Soal	30	30
Mean (Rata-rata)	10,2	79,18
Median	10	79,92
Modus	11	66,6
Nilai Terendah	3,33	46,62
Nilai Tertinggi	30	99,9
Standar Deviasi	4,16	13,87
Keterangan	3–4 soal benar	±24 soal benar

Peningkatan nilai pada kelas XII PMIA 1 mencerminkan keberhasilan metode eksperimen sederhana dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi listrik statis. Berdasarkan 30 soal yang diberikan, hasil pre-test menunjukkan kemampuan awal siswa berada pada tingkat rendah dengan rata-rata hanya 10,2, yang setara dengan 3–4 soal benar dari 30 soal. Hal ini menandakan bahwa mayoritas siswa belum memahami konsep dasar listrik statis. Selain itu, standar deviasi yang kecil (4,16) menunjukkan bahwa hampir semua siswa berada pada level kemampuan yang sama, yaitu rendah.

Setelah pembelajaran dengan eksperimen sederhana, nilai post-test menunjukkan lonjakan drastis. Nilai rata-rata meningkat menjadi 79,18, yang setara dengan 24 soal benar dari 30 soal, menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual yang signifikan. Median dan modus juga meningkat jauh dibandingkan pre-test, menandakan bahwa peningkatan tidak hanya terjadi pada sebagian siswa, tetapi merata pada seluruh kelas. Standar deviasi post-test (13,87) lebih tinggi, menunjukkan variasi peningkatan kemampuan yang lebih luas namun semuanya tetap berada di kategori sedang ke tinggi.

Keberhasilan ini dipengaruhi oleh pengalaman langsung siswa ketika melakukan percobaan. Kegiatan menggesek penggaris, mengamati interaksi benda bermuatan, dan fenomena gaya Coulomb membuat siswa lebih mudah menjawab soal yang bersifat analitis dan aplikatif. Hal ini menegaskan bahwa eksperimen sederhana memberikan pengalaman belajar konkret yang efektif dalam meningkatkan pemahaman fisika.

Tabel 2. Analisis Pre-test dan Post-test Kelas XII PMIA 2 Menggunakan Simulasi Phet Listrik Statis

Statistik	Pre-test	Post-test
Statistik	Nilai	Nilai
Modus	46.62	83.25
Mean	44.53	89.94
Median	48.62	88.55
Nilai Terendah	19.98	49.95
Nilai Tertinggi	96.57	99.9
Standar Deviasi	19.76	12.82
Keterangan	3–10 soal benar	±25 soal benar

Peningkatan nilai pada kelas XII PMIA 2 menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan simulasi PhET sangat efektif dalam membantu siswa memahami konsep listrik statis. Berdasarkan 30 soal post-test yang diberikan, nilai mean pre-test sebesar 44,53 menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa masih berada pada kategori rendah hingga sedang, yang setara dengan 13–14 soal benar. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum mampu menjawab setengah dari keseluruhan soal dengan benar sebelum pembelajaran dilakukan.

Nilai median pre-test sebesar 48,62 juga masih tergolong rendah karena hanya setara dengan 15 soal benar dari 30 soal. Modus pre-test sebesar 46,62 atau sekitar 14 soal benar menunjukkan bahwa nilai yang paling sering muncul berada pada kategori kemampuan awal yang rendah. Selain itu, nilai terendah 19,98 menunjukkan bahwa ada siswa yang hanya mampu menjawab sekitar 6 soal dengan benar. Standar deviasi pre-test relatif besar (19,76), mengindikasikan perbedaan kemampuan awal yang cukup lebar di antara siswa.

Setelah pembelajaran menggunakan simulasi PhET, terdapat peningkatan yang sangat signifikan pada post-test. Nilai mean meningkat menjadi 89,94, yang setara dengan sekitar 27 soal benar dari total 30 soal. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu menjawab hampir seluruh soal dengan benar setelah pembelajaran. Median post-test 88,55 atau sekitar 26–27 soal benar juga menunjukkan bahwa peningkatan ini terjadi secara merata di seluruh siswa.

Nilai modus post-test sebesar 83,25 (± 25 soal benar) merupakan nilai yang paling sering muncul, yang menunjukkan bahwa mayoritas siswa berhasil mencapai hasil yang sangat baik. Nilai terendah post-test adalah 49,95, yang berarti bahkan siswa dengan nilai paling rendah sekalipun mampu menjawab 15 soal dengan benar, jauh di atas pre-test

mereka. Nilai tertinggi mencapai 99,9, yang menunjukkan bahwa ada siswa yang hampir menjawab seluruh soal dengan benar.

Penurunan standar deviasi dari 19,76 pada pre-test menjadi 12,82 pada post-test menandakan bahwa pemahaman siswa menjadi lebih merata setelah pembelajaran. Siswa tidak hanya meningkat, tetapi juga menjadi lebih seragam dalam tingkat penguasaan materi yang mereka capai. Hal ini merupakan karakteristik pembelajaran dengan simulasi PhET yang memberikan struktur visual dan interaktif yang sama untuk semua siswa.

Peningkatan nilai yang sangat signifikan menunjukkan bahwa simulasi PhET mampu membantu siswa memahami konsep abstrak listrik statis dengan lebih mudah. Siswa dapat melihat secara langsung alur perpindahan muatan, interaksi gaya Coulomb, dan perubahan-perubahan variabel dalam simulasi. Visualisasi interaktif ini memberikan keuntungan besar terutama bagi siswa yang sebelumnya kesulitan memahami konsep secara teoritis.

Selain itu, simulasi PhET memungkinkan siswa melakukan eksplorasi berulang tanpa batas waktu dan tanpa risiko kesalahan eksperimen seperti pada percobaan langsung. Kemampuan untuk memanipulasi variabel seperti jarak, jenis muatan, dan jumlah muatan membantu siswa memahami hubungan sebab akibat secara lebih dalam. Hal ini menjelaskan mengapa nilai post-test PMIA 2 tidak hanya meningkat tetapi juga stabil di berbagai siswa.

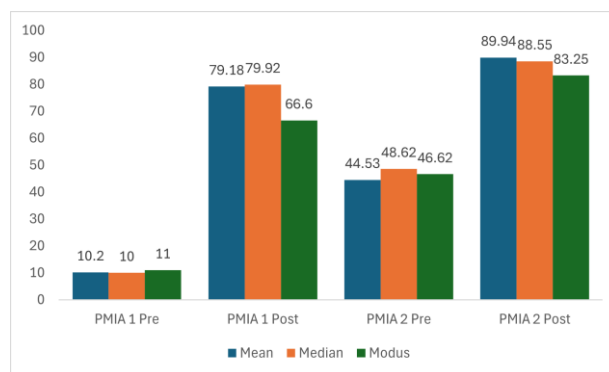
Secara umum, meningkatnya nilai mean, median, modus, dan nilai tertinggi, serta menurunnya nilai terendah dan standar deviasi, menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan simulasi PhET sangat efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep listrik statis. Dengan kata lain, PhET tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga meningkatkan pemerataan pemahaman antar siswa.

Tabel 3. Hasil Perbandingan 2 Kelas

Aspek	XII PMIA 1 (Eksperimen)	XII PMIA 2 (PhET)
Mean Post-test	79.18	89.94
Median	79.92	88.55
Modus	66.6	83.25
Kenaikan rata-rata	Sangat besar tetapi lebih variatif	Sangat besar & sangat stabil
Cocok untuk Sebaran nilai	Materi konkret Lebar	Materi abstrak Sempit (seragam)

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang sangat signifikan pada kedua kelas setelah diberikan pembelajaran dengan metode yang berbeda. Pada kelas XII PMIA 1 yang menggunakan metode eksperimen sederhana, nilai rata-rata meningkat dari 10,2 menjadi 79,18, dengan median naik dari 10 menjadi 79,92, serta modus dari 11 menjadi 66,6. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pengalaman langsung melalui percobaan sederhana mampu memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep listrik statis. Meskipun peningkatan hasil belajar pada kelas ini sangat besar, sebaran nilai yang ditunjukkan oleh standar deviasi yang lebih tinggi (13,87) menandakan bahwa peningkatan yang terjadi tidak sepenuhnya merata, tetapi tetap mengarah pada perbaikan signifikan di seluruh kelompok siswa.

Sementara itu, kelas XII PMIA 2 yang menggunakan simulasi PhET menunjukkan peningkatan yang tidak kalah besar namun lebih stabil. Nilai rata-rata meningkat dari 44,53 menjadi 89,94, dengan median dari 48,62 menjadi 88,55, serta modus dari 46,62 menjadi 83,25. Peningkatan ini menggambarkan bahwa visualisasi interaktif yang diberikan oleh simulasi dapat membantu siswa memahami konsep abstrak listrik statis dengan lebih baik dan merata. Standar deviasi post-test (12,82) yang lebih rendah dibandingkan pre-test mengindikasikan adanya pemerataan peningkatan kemampuan di kelas ini. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kedua metode efektif meningkatkan hasil belajar, namun simulasi PhET cenderung menghasilkan peningkatan yang lebih seragam, sedangkan eksperimen sederhana memberikan dampak yang sangat kuat terutama bagi siswa dengan kemampuan awal rendah.



Gambar 1. Grafik perbandingan Pre-Post Kedua Kelas

Grafik batang yang ditampilkan menunjukkan perubahan nilai mean, median, dan modus antara hasil pre-test dan post-test pada dua kelas, yaitu XII PMIA 1 dan XII PMIA 2. Pada bagian pre-test, terlihat bahwa nilai PMIA 1 berada di rentang yang sangat rendah,

sedangkan PMIA 2 berada pada kategori sedang. Namun setelah pembelajaran diberikan, kedua kelas mengalami peningkatan yang signifikan, terutama pada indikator mean yang melonjak jauh dari nilai sebelumnya. Kelas PMIA 2 memiliki hasil post-test yang lebih tinggi dan lebih merata dibandingkan PMIA 1, ditunjukkan oleh kemiripan nilai mean, median, dan modus. Secara umum, grafik ini memberikan gambaran visual yang kuat bahwa intervensi pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman siswa secara substansial, dengan peningkatan yang tampak jelas di semua indikator statistik.

Secara keseluruhan, hasil analisis data beserta grafik yang menyertainya menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran pada kedua kelas memberikan dampak positif yang sangat kuat terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Baik metode eksperimen sederhana maupun simulasi PhET terbukti efektif dalam memperkuat pemahaman konsep, meskipun masing-masing memberikan karakteristik peningkatan yang berbeda. Peningkatan yang besar pada kedua kelas menegaskan pentingnya strategi pembelajaran yang menarik, interaktif, dan sesuai dengan karakteristik materi. Dengan demikian, keseluruhan pembahasan ini menguatkan bahwa penggunaan pendekatan pembelajaran inovatif dapat menjadi solusi efektif untuk membantu siswa memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak, serta mampu meningkatkan performa belajar secara signifikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis pre-test dan post-test serta pembahasan yang dilakukan pada kedua kelas, dapat disimpulkan bahwa baik metode eksperimen sederhana maupun simulasi PhET listrik statis sama-sama efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah siswa. Metode eksperimen sederhana pada kelas XII PMIA 1 memberikan peningkatan yang sangat besar terutama bagi siswa dengan kemampuan awal rendah, karena kegiatan percobaan langsung mampu memberikan pengalaman konkret yang mempermudah pemahaman konsep. Namun demikian, peningkatan yang terjadi masih cukup variatif antar siswa, ditunjukkan oleh sebaran nilai yang lebih lebar.

Sementara itu, pembelajaran menggunakan simulasi PhET pada kelas XII PMIA 2 menghasilkan peningkatan yang sangat signifikan dan lebih merata. Visualisasi interaktif yang disediakan PhET membantu siswa memahami konsep abstrak listrik statis secara lebih terstruktur, sehingga nilai mean, median, dan modus post-test kelas ini lebih tinggi

dan lebih stabil. Dengan demikian, secara keseluruhan kedua metode dapat meningkatkan hasil belajar siswa, namun simulasi PhET terbukti memberikan pemerataan pemahaman yang lebih baik, sedangkan eksperimen sederhana lebih unggul dalam memberikan pengalaman nyata yang memperkuat dasar konsep pada siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak sekolah dan seluruh siswa kelas XII PMIA 1 dan XII PMIA 2 yang telah berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada para guru fisika yang telah memberikan dukungan selama proses pengumpulan data berlangsung.

DAFTAR REFERENSI

- Abidin, D. (2024). Korelasi Ilmu Sosial Dan Karakter Siswa Sebagai Basis Sosiologi Pendidikan. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Psikologi*.
- Adya Winata, K., Hasanah, A., Sangga Buana, U., Sunan, U., & Djati, G. (2021). Implementasi Model Pembelajaran Interaksi Sosial Untuk Meningkatkan Karakter Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan*, 9(1).
- Alali, R., & Al-Barakat, A. (2024). Young Children's Attitudes Toward Science Learning In Early Learning Grades. *Asian Education And Development Studies*, 13(4), 340–355. <https://doi.org/10.1108/Aeds-02-2024-0036>
- Amaliyah, N. I., Aznam, N., & Dewi, S. S. (2024). Analysis Of Students' Scientific Attitude Through Experience Practicum Activities In Chemistry Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 10(1), 19–27. <https://doi.org/10.29303/Jppipa.V10i1.6068>
- Bytyqi-Damoni, A., & Metaj-Macula, A. (2025). Adaption And Validation Of The Behaviors, Related Attitudes, And Intentions Toward Science-Survey (Brains) For Albanian-Speaking Students. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2025.2569134>
- Dere, Z. (2024). Do Scientific Attitude And Intelligence Affect Motivation Towards Stem? Structural Equation Modelling. *Frontiers In Psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/Fpsyg.2024.1481229>

- Irwanto, I. (2022). The Impact Of Research-Oriented Collaborative Inquiry Learning On Pre-Service Teachers' Scientific Process Skills And Attitudes. *Journal Of Technology And Science Education*, 12(2), 410–425. <https://doi.org/10.3926/Jotse.1583>
- Kolomuç, A., & Demir Sağlam, M. (2025). Development Of Science Attitude Scale For Middle School Students With Special Needs Studying In Inclusive Education Program. *International Journal Of Science And Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/S10763-024-10537-4>
- Lestari Putri, A., Khotimah, K., & Imron, A. (2023). Strategi Guru Ips Dalam Membentuk Karakter Sosial Siswa Di Smpn Satu Atap Sidoarjo. *Jurnal Unesa*, 3(1), 65–75.
- Megawati, M., & Sulisworo, D. (2025). Transformative Education In Character Development Of Students In Religious-Based Schools: Narrative Review. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(03), 1475–1488. <https://doi.org/10.47709/Educendikia.V4i03.5336>
- Mei Ika Sari, S., Ningsih, T., & Saifuddin Zuhri Purwokerto, U. K. (2024). Membangun Pendidikan Karakter Siswa Sekolah Dasar Dengan Masyarakat Melalui Interaksi Sosial. *Jurnal Pendidikan Sosiologi*.
- Melati, P., Anggraini, N., Heru, H., Suryanti, S., & Widyaningrum, R. (2021). Analisis Karakter Peduli Sosial Pada Peserta Didik Kelas V Di Sdn Sambirejo Surakarta. *Jurnal Sinektik*, 4, 1–8. <https://doi.org/10.33061/Js.V3i2.0000>
- Muttabiah, A., Kartika, &, & Purwanti, Y. (2023). Keefektifan Model Interaksi Sosial Role Playing Berbantuan Media Dussmart Terhadap Sikap Sosial Siswa Kelas Iii Sd. *Jurnal Papeda*, 5(2).
- Najminnur Hasanatun Nida. (2019). Pendidikan Karakter Perilaku Sosial Anak Usia Sekolah Dasar Dalam Keluarga Di Kota Banjarmasin. *Jurnal Tarbiyah Ilmiah Kependidikan*, 8(1), 2019.
- Nuril Arofah Kiai Haji Ahmad Siddiq, D., Adzani Sihabuddin Kiai Haji Ahmad Siddiq, M., Yusril Ubaidillah, A., & Rahma Dhona Kiai Haji Ahmad Siddiq, L. (2022). Journal Of Science And Technological Education An Analysis Of Students' Scientific Attitude Towards Biology Practice At Man 1 Situbondo. In *Online) Journal Of Science And Technological Education* (Vol. 1). Retrieved From www.Meta.Amiin.Or.Id

- Ospankulova, E., Maxutov, S., Lathrop, R., Anuarova, L., & Balta, N. (2025). Science Students' Attitudes, Learning, Critical Thinking And Engagement In Project-Based Learning. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2024.2445358>
- Panca, P., Ppkn, J., Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan Vol, J., Kanji, H., & Nawir, M. (2019). Jurnal Etika Demokrasi Evaluasi Integrasi Pendidikan Karakter Dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial Di Sekolah Dasar. *Jurnal Etika Demokrasi*, 4(2). Retrieved From www.unismuh.ac.id
- Wanudyastuti, A., Rino, M., Raekhan, R., Rizqiah, N., & Setiyoko, T. (2024). Analisis Pola Interaksi Sosial Terhadap Perilaku Peserta Didik Di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 2025(A), 27–35.
- Wardani, R. A., & Suriani, A. (24 C.E.). Kontribusi Interaksi Teman Sebaya Terhadap Pembentukan Karakter Siswa Sekolah Dasar. *Central Publisher*. Retrieved From <http://centralpublisher.co.id>
- Wibawa, I. M. C., Susanta, I. W., Parmithi, N. N., & Mahendra, I. W. E. (2023). Improving The Scientific Attitude Of Elementary School Students Through Problem-Based Learning. *Mimbar Pgsd Undiksha*, 11(1), 18–23. <https://doi.org/10.23887/jpgsd.v11i1.61884>