



## Efektivitas Pembelajaran Berbantuan Simulasi Virtual Lab Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Pada Materi Pengukuran Kelas X

Lisa Nurfatimah  
Universitas Jambi

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi  
Korespondensi penulis: [lisaauuy@gmail.com](mailto:lisaauuy@gmail.com)

**Abstract.** *This study aims to determine the effectiveness of Virtual Lab simulation-assisted learning in improving conceptual understanding of measurement material for grade X high school students. The study used a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design. The study sample consisted of two classes, namely the experimental class that received learning using Virtual Lab simulation and the control class that received conventional learning. The instrument used was a conceptual understanding test given before and after learning. Data analysis was carried out using the N-Gain test to determine the level of improvement in students' conceptual understanding. The results showed that the average N-Gain value in the experimental class was in a higher category than the control class. This finding indicates that Virtual Lab-assisted learning is able to provide a more significant increase in conceptual understanding than conventional learning. Thus, the use of Virtual Lab simulation can be used as an alternative effective learning media in supporting the physics learning process, especially in measurement material. This study also provides an illustration that the integration of technology in learning can improve student interaction, understanding, and motivation..*

**Keywords:** *Virtual Lab, conceptual understanding, measurement, learning effectiveness.*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran berbantuan simulasi Virtual Lab dalam meningkatkan pemahaman konsep pada materi pengukuran siswa kelas X SMA. Penelitian menggunakan metode quasi eksperimen dengan desain pretest-posttest control group design. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang mendapatkan pembelajaran menggunakan simulasi Virtual Lab dan kelas kontrol yang mendapatkan pembelajaran konvensional. Instrumen yang digunakan adalah tes pemahaman konsep yang diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran. Analisis data dilakukan menggunakan uji N-Gain untuk mengetahui tingkat peningkatan pemahaman konsep siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata N-Gain pada kelas eksperimen berada pada kategori lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan Virtual Lab mampu memberikan peningkatan pemahaman konsep yang lebih signifikan daripada pembelajaran konvensional. Dengan demikian, penggunaan simulasi Virtual Lab dapat dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran yang efektif dalam mendukung proses pembelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran. Penelitian ini juga memberikan

gambaran bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran mampu meningkatkan interaksi, pemahaman, dan motivasi siswa.

**Kata kunci:** Virtual Lab, pemahaman konsep, pengukuran, efektivitas pembelajaran.

## **LATAR BELAKANG**

Pembelajaran fisika pada tingkat SMA sering menghadapi tantangan dalam mengembangkan pemahaman konseptual siswa terhadap materi yang bersifat abstrak, seperti pengukuran yang melibatkan pemahaman alat ukur, ketelitian, satuan, dan kesalahan pengukuran (Arsyad, 2022). Seringkali siswa hanya menerima teori secara verbal melalui metode ceramah, tanpa kesempatan melakukan eksperimen yang memungkinkan mereka mengaitkan konsep dengan pengalaman nyata (Rugayya et al., 2022). Akibatnya, banyak siswa belum mampu mentransfer konsep ke praktik dan kesulitan menyelesaikan soal yang menuntut pemahaman mendalam. Kondisi ini menunjukkan perlunya inovasi media pembelajaran yang mampu menjembatani kesenjangan antara konsep dan praktik untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran fisika di sekolah.

Salah satu media yang menjanjikan untuk menjawab tantangan tersebut adalah simulasi laboratorium virtual (Virtual Lab). Virtual Lab memungkinkan siswa melakukan kegiatan praktikum secara digital tanpa harus bergantung pada fasilitas laboratorium fisik yang terbatas. Media ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk memanipulasi variabel, melihat visualisasi dinamis, dan melakukan eksperimen secara interaktif serta berulang. Hal ini sejalan dengan pendapat (Gunawan et al., 2018) yang menyatakan bahwa “the use of virtual laboratory gave a positive effect on students’ conceptual understanding” dalam pembelajaran fisika. Temuan ini memperlihatkan bahwa penggunaan Virtual Lab memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep siswa.

Menurut (Simbolon & Silalahi, 2023), penerapan simulasi berbasis PhET sebagai alternatif praktikum nyata dapat meningkatkan interaksi siswa dengan materi dan mempermudah pemahaman konsep yang sulit dipahami hanya melalui teori. Lebih lanjut, (Setiawan et al., 2025) menegaskan bahwa implementasi web-based Virtual Laboratory dalam pembelajaran fisika menghasilkan skor aktivitas proses ilmiah siswa sebesar 90,3% dan persepsi siswa terhadap media mencapai 86,42%. Temuan tersebut

menunjukkan bahwa Virtual Lab tidak hanya meningkatkan aktivitas belajar siswa tetapi juga membangun persepsi positif terhadap pembelajaran.

Penelitian oleh (Azizah et al., 2022) juga memperkuat pandangan tersebut, di mana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan media Virtual Lab pada materi pengukuran memberikan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan pembelajaran tanpa media. Sementara itu, (Ambusaidi et al., 2018) menemukan bahwa penggunaan Virtual Lab berpengaruh signifikan terhadap sikap ilmiah dan prestasi belajar siswa, menunjukkan bahwa media ini memiliki potensi luas dalam konteks sekolah menengah.

Pemahaman konsep sendiri merupakan aspek penting dalam pembelajaran sains. (Wandi et al., 2023) menjelaskan bahwa “conceptual understanding in physics education is the profound grasp and practical application of the foundational principles governing the realm of physics.” Dengan demikian, pemahaman konsep tidak hanya diukur dari kemampuan mengingat teori, tetapi juga dari kemampuan menerapkan konsep pada situasi nyata. Dalam konteks ini, pembelajaran dengan simulasi Virtual Lab berperan besar karena menyediakan lingkungan eksploratif yang memungkinkan siswa memahami hubungan antarvariabel secara langsung dan visual (Fauzi et al., 2013).

Virtual Lab juga didefinisikan sebagai media interaktif yang digunakan untuk kegiatan praktikum berbasis simulasi komputer. (Firdaus et al., 2023) menyatakan bahwa “Virtual Laboratory (V-Lab) is a media platform for interaction and visualization of learning for practicum-based courses.” Artinya, Virtual Lab tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga sebagai sarana interaksi dan eksperimen yang mendukung pembelajaran berbasis inkuiri. Selain itu, menurut (Fitriah & Zawanis, 2023), perkembangan teknologi informasi telah mengubah cara pembelajaran sains berlangsung. Di bidang fisika, konsep-konsep abstrak yang sulit diamati langsung dapat divisualisasikan melalui laboratorium virtual yang aman, efisien, dan interaktif.

(Sari et al., 2023) menemukan bahwa banyak siswa kesulitan memahami hubungan antara konsep dalam fisika seperti panas dan suhu karena keterbatasan pengalaman eksperimen. Hal ini menunjukkan pentingnya penggunaan media yang mampu menampilkan hubungan konsep secara visual. Lebih jauh lagi, (Abdelmoneim et al., 2022) menambahkan bahwa “the use of virtual laboratories in science education can provide a safe environment that reduces the occurrence of real laboratory obstacles and develops expert thinking and decision-making skills among students.” Ini

memperlihatkan bahwa Virtual Lab bukan hanya sarana pembelajaran, tetapi juga wadah untuk mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah siswa.

Meskipun berbagai penelitian menunjukkan keunggulan media ini, masih terbatas penelitian yang secara spesifik menguji efektivitas pembelajaran berbantuan simulasi Virtual Lab pada materi pengukuran di tingkat SMA, terutama dengan desain pretest-posttest yang membandingkan pembelajaran konvensional dengan pembelajaran berbantuan Virtual Lab (Sodikin et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini dirancang untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan tujuan untuk mengetahui apakah pembelajaran berbantuan simulasi Virtual Lab efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep pengukuran siswa SMA. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis maupun praktis bagi guru fisika, pengembang media pembelajaran, dan peneliti pendidikan, terutama dalam penerapan teknologi digital yang mendukung pembelajaran abad 21.

## **KAJIAN TEORITIS**

Pembelajaran berbantuan media simulasi telah menjadi salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pendidikan sains untuk membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak. Media simulasi seperti Virtual Laboratory menawarkan pengalaman belajar yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara digital layaknya di laboratorium nyata. Firdaus et al. (2023) menyatakan bahwa Virtual Laboratory (V-Lab) is a media platform for interaction and visualization of learning for practicum-based courses, yang berarti bahwa Virtual Lab tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai lingkungan interaktif tempat siswa dapat melakukan percobaan secara mandiri. Sejalan dengan perkembangan teknologi informasi, Fitriah dan Zawanis (2023) menjelaskan bahwa pembelajaran sains kini dapat dilakukan lebih efektif melalui representasi digital, di mana konsep abstrak dapat divisualisasikan dengan lebih mudah.

Virtual Lab telah terbukti memberikan pengaruh positif terhadap proses pembelajaran fisika. Gunawan et al. (2018) menemukan bahwa penggunaan laboratorium virtual mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa karena siswa dapat memanipulasi variabel dan mengamati perubahan secara langsung. Hasil serupa disampaikan oleh Simbolon dan Silalahi (2023), yang melaporkan bahwa simulasi berbasis PhET dapat meningkatkan interaksi siswa dan mempermudah pemahaman konsep yang sebelumnya sulit dijelaskan melalui metode ceramah. Selain itu, penelitian

Setiawan et al. (2025) menunjukkan bahwa penerapan web-based Virtual Laboratory menghasilkan aktivitas proses ilmiah siswa sebesar 90,3% dan persepsi positif terhadap media sebesar 86,42%, yang mengindikasikan bahwa Virtual Lab mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran fisika.

Pemahaman konsep merupakan salah satu aspek esensial dalam pembelajaran fisika. Wandu et al. (2023) mendefinisikan pemahaman konsep sebagai “the profound grasp and practical application of the foundational principles governing the realm of physics”, menegaskan bahwa pemahaman bukan hanya sekadar hafalan, tetapi kemampuan menerapkan konsep dalam berbagai situasi. Namun, kemampuan ini tidak mudah dicapai apabila siswa tidak memperoleh pengalaman belajar yang bersifat eksploratif. Sari et al. (2023) mencatat bahwa banyak siswa mengalami kesulitan memahami hubungan antar konsep fisika karena minimnya pengalaman eksperimen. Di sinilah Virtual Lab memiliki keunggulan, karena menyediakan lingkungan praktik yang aman, efisien, dan dapat diulang sesuai kebutuhan siswa. Abdelmoneim et al. (2022) menambahkan bahwa laboratorium virtual membantu mengurangi hambatan yang sering muncul pada laboratorium nyata dan mampu mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah, termasuk pengambilan keputusan dan pemecahan masalah.

Pada materi pengukuran, siswa dituntut memahami alat ukur, ketelitian, satuan, ketidakpastian, dan kesalahan pengukuran. Konsep-konsep ini sering menimbulkan kesulitan karena memerlukan pengalaman langsung dalam menggunakan alat ukur dan membandingkan hasil pengukuran. Virtual Lab memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengeksplorasi berbagai alat ukur digital dan memahami hubungan antar variabel pengukuran secara visual. Penelitian Azizah et al. (2022) membuktikan bahwa penggunaan Virtual Lab pada materi pengukuran menghasilkan peningkatan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan pembelajaran tanpa media. Selain itu, studi Ambusaidi et al. (2018) menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual tidak hanya meningkatkan prestasi belajar, tetapi juga mempengaruhi sikap ilmiah siswa secara positif.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan desain pretest–posttest control group design. Desain ini melibatkan dua kelas yang telah terbentuk pada tingkat X SMA. Kelas eksperimen menerima pembelajaran berbantuan simulasi Virtual

Lab, sedangkan kelas kontrol menerima pembelajaran menggunakan metode ceramah. Sebelum perlakuan diberikan pretest kepada kedua kelas untuk mengetahui kemampuan awal siswa terkait konsep pengukuran, meliputi alat ukur, ketelitian, kesalahan pengukuran, dan satuan. Setelah kegiatan pembelajaran selesai, kedua kelas diberikan posttest dengan instrumen yang sama untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep.

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMA pada tahun ajaran 2025/2026. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu dua kelas yang memiliki karakteristik kemampuan akademik relatif seimbang. Kelas eksperimen berjumlah 19 siswa, sedangkan kelas kontrol berjumlah 22 siswa. Instrumen penelitian terdiri atas tes pemahaman konsep berupa soal pilihan ganda yang telah divalidasi oleh ahli, serta angket sikap ilmiah yang diberikan khusus kepada kelas eksperimen untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap penggunaan Virtual Lab dalam pembelajaran.

Data hasil penelitian dianalisis melalui beberapa tahap. Pertama, menghitung skor pretest dan posttest dari kedua kelas untuk melihat perubahan hasil belajar. Kedua, menghitung nilai N-Gain untuk mengetahui tingkat peningkatan pemahaman konsep siswa. Selanjutnya dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai prasyarat analisis parametrik. Terakhir, dilakukan uji-t independen untuk menentukan perbedaan peningkatan pemahaman konsep antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menilai efektivitas penggunaan Virtual Lab dalam pembelajaran konsep pengukuran.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

Penelitian ini dilaksanakan pada dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang menggunakan pembelajaran berbantuan simulasi Virtual Lab dan kelas kontrol yang menggunakan metode ceramah. Nilai pretest dan posttest diperoleh untuk melihat peningkatan pemahaman konsep siswa pada materi pengukuran. Secara umum, kedua kelas memiliki kemampuan awal yang relatif sama, terlihat dari nilai rata-rata pretest yang tidak berbeda jauh. Namun, setelah perlakuan, kedua kelas menunjukkan peningkatan yang berbeda.

Kelas kontrol diikuti oleh 22 siswa dan diajar menggunakan metode ceramah. Berdasarkan analisis data, nilai rata-rata pretest siswa adalah 54, kemudian meningkat

menjadi 74 pada posttest. Meskipun terjadi peningkatan, nilai N-Gain rata-rata yang diperoleh hanya sebesar 0,159 atau 15,97%, yang termasuk kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar melalui metode ceramah tidak terlalu signifikan. Sebagian besar siswa mengalami kenaikan yang kecil, bahkan beberapa siswa tidak mengalami peningkatan nilai yang berarti.

No	Nama Siswa	Kode Kelompok	Kelas X E1						Kategori
			Pre-test	Post-test	Post-Pre	100 - Pre	N Gain	N Gain (%)	
1	Ashif As-Safha	1	50	67	17	50	0,333333	33	Tidak efektif
2	Amirah Syaifqoh	1	50	70	20	50	0,4	40	Kurang efektif
3	Aqilla Amira Agung	1	57	70	13	43	0,307692	30,76923	Tidak efektif
4	Arkhan Alifakhri Kyandra	1	57	70	13	43	0,307692	31	Tidak efektif
5	Baginda Harun Alhakim	1	53	73	20	47	0,428571	42,85714	Kurang efektif
6	Carlisa Putri	1	80	90	10	20	0,5	50	Kurang efektif
7	Delipetro Alfalaq Ginting	1	50	77	27	50	0,533333	53	Kurang efektif
8	Fadnila Khansa Putri	1	57	90	33	43	0,538462	53,84615	Kurang efektif
9	Farhan Arfin Nugrah	1	40	70	30	60	0,5	50	Kurang efektif
10	Ghifla Aliyah Sya'bani	1	57	67	10	43	0,230769	23	Tidak efektif
11	Hilal Elfairuzy	1	43	67	23	57	0	0	Tidak efektif
12	Irena Dutta Elviona	1	60	80	20	40	0,5	50	Kurang efektif
13	M.Alamayah Arrasyid	1	63	70	7	37	0,181818	18	Tidak efektif
14	M.Rafa Hafidza Tri Putra	1	33	63	30	67	0,45	45	Kurang efektif
15	Muhammad Dzaky Alfarizi	1	60	73	13	40	0,333333	33	Tidak efektif
16	Muthia Zulakhta Althofunisa	1	67	90	23	33	0,7	70	Cukup efektif
17	Nisrina Khairina Khair	1	50	77	27	50	0,533333	53	Kurang efektif
18	Putra Anumdani	1	53	73	20	47	0,428571	42,85714	Kurang efektif
19	Sakhi Talitha Junetta	1	47	63	17	53	0,3125	31,25	Tidak efektif
20	Silvi Aura Rizqi	1	63	83	20	37	0,545455	54,54545	Kurang efektif
21	Syifia Angel Fiantary	1	43	67	23	57	0,411765	41,17647	Kurang efektif
22	Zulfatan Alif	1	60	87	27	40	0,666667	67	Cukup efektif
MEAN			54	74	20	46	0	42	
MEDIAN			54	73	20	46	0	43	
MODUS			50	70	26,666667	50	0,5	50	
STANDAR DEVIASI			10,03601	8,076117	6,5795169	10,03601	0,1597227	15,972273	
MINIMUM			33	63	7	20	0	0	
MAKSIMUM			80	90	30	67	1	70	

Gambar 1. Data Nilai Pretest dan Postest Kelas X2

Kelas eksperimen terdiri dari 19 siswa yang mendapatkan pembelajaran menggunakan Virtual Lab. Nilai rata-rata pretest siswa adalah 55, kemudian meningkat menjadi 79 pada posttest. Nilai N-Gain rata-rata pada kelas ini sebesar 0,51 atau 51%, yang termasuk kategori sedang, dan menunjukkan peningkatan hasil belajar yang cukup efektif. Siswa pada kelas eksperimen menunjukkan peningkatan nilai yang lebih merata karena mereka terlibat secara aktif dalam kegiatan simulasi, mencoba alat ukur digital, dan melakukan percobaan secara interaktif.

No	Nama Siswa	Kode Kelompok	Kelas X E1						Kategori
			Pre-test	Post-test	Post-Pre	100 - Pre	N Gain	N Gain (%)	
1	Aghniya Callsya H	1	67	73	7	33	0,2	20	Tidak efektif
2	Ahmad Syukron Arda	1	57	83	27	43	0,615385	61,53846154	Cukup efektif
3	Aleka Raxi Pratama	1	63	80	17	37	0,454545	45,45454545	Kurang efektif
4	Ashfiya	1	47	73	27	53	0,5	50	Kurang efektif
5	Calsyabilah Arumi H	1	30	67	37	70	0,52381	52,38095238	Kurang efektif
6	Deza Khoira Nazvana	1	63	83	20	37	0,545455	54,54545455	Kurang efektif
7	Faiha Dzakia Fauzana	1	57	83	27	43	0,615385	62	Cukup efektif
8	Farras Azzam Lukman	1	60	77	17	40	0,416667	41,66666667	Kurang efektif
9	Hafidza Ghaisani	1	60	80	20	40	0,5	50	Kurang efektif
10	Hapysa	1	63	77	13	37	0,363636	36	Tidak efektif
11	Kevin Alvaro Kurniawan	1	47	83	37	53	0	0	Tidak efektif
12	M.Abdillah Al-Farouge	1	73	93	20	27	0,75	75	Cukup efektif
13	M.Arkan Priza Gufron	1	30	70	40	70	0,571429	57	Cukup efektif
14	M.Giyod Nauili P	1	57	77	20	43	0,461538	46,15384615	Kurang efektif
15	Naila Sabrina Akbar	1	50	80	30	50	0,6	60	Cukup efektif
16	Nur Amalia Kusuma Wardani	1	60	80	20	40	0,5	50	Kurang efektif
17	Raihan Abiy Zaky	1	43	80	37	57	0,647059	65	Cukup efektif
18	Rianti Anitasari	1	53	80	27	47	0,571429	57,14285714	Cukup efektif
19	Zainab Nurul Azizah Al-Ansori	1	73	90	17	27	0,625	62,5	Cukup efektif
MEAN			55	79	24	45	0	50	
MEDIAN			57	80	22	43	1	51	
MODUS			56,6667	80	16,6667	43,3333	0,61538462	61,53846154	
STANDAR DEVIASI			12,1315	6,31119	8,99787	12,1315	0,16967646	16,96764602	
MINIMUM			30	67	7	27	0	0	
MAKSIMUM			73	93	40	70	1	75	

Gambar 2. Data Nilai Pretest dan Postest Kelas X3

Perbandingan antara dua kelas menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang hampir setara. Namun, peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran berbantuan Virtual Lab lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep pengukuran. Media Virtual Lab memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan percobaan secara mandiri, melihat visualisasi alat ukur, dan mengulang percobaan tanpa batasan waktu, sehingga lebih mudah membangun pemahaman konseptual (Azizah et al., 2022; Firdaus, 2023; Ojomoh et al., 2024).

### **Pembahasan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan simulasi Virtual Lab dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan dibandingkan pembelajaran konvensional. Nilai N-Gain kelas eksperimen yang mencapai 51% menunjukkan bahwa siswa mengalami peningkatan pemahaman dalam kategori sedang, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 15,97%, termasuk kategori rendah. Perbedaan hasil ini disebabkan oleh adanya kesempatan belajar yang lebih interaktif, visual, dan eksploratif pada kelas eksperimen.

Temuan ini konsisten dengan penelitian Firdaus (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan V-Lab secara signifikan meningkatkan penguasaan konsep fisika dengan peningkatan N-Gain kategori sedang. Hasil tersebut juga sejalan dengan penelitian Azizah, Nandiyanto, & Kurniawan (2022) yang secara spesifik pada materi pengukuran menunjukkan efektivitas Virtual Lab dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

Selain itu, (Simamora et al., 2022) melalui tinjauan sistematis menemukan bahwa penggunaan virtual laboratory di berbagai jenjang pendidikan sains secara konsisten memberikan hasil belajar dan pemahaman konsep yang lebih baik dibandingkan metode tradisional. Dukungan serupa ditunjukkan oleh (Guntani et al., 2025) yang menyimpulkan bahwa Virtual Lab membantu siswa memahami konsep fisika yang kompleks, menumbuhkan pemikiran kritis, dan meningkatkan keterampilan ilmiah.

Virtual Lab memberikan pengalaman belajar yang mirip dengan praktikum nyata namun lebih fleksibel, karena siswa dapat mengulang percobaan kapan pun, mengubah variabel, dan melihat konsekuensinya secara langsung. Hal ini memungkinkan siswa memahami konsep abstrak seperti ketelitian alat ukur, skala pengukuran, dan kesalahan pengukuran dengan lebih baik. Hasil ini sejalan dengan pendapat Gunawan et al. (2018)

bahwa penggunaan laboratorium virtual mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan, serta temuan (Simbolon & Silalahi, 2023) yang menunjukkan bahwa simulasi digital menjadi alternatif efektif ketika laboratorium fisik terbatas.

Temuan penelitian ini juga didukung oleh hasil (Phang et al., 2024) yang menunjukkan bahwa mahasiswa dengan pembelajaran Virtual Lab memperoleh skor yang lebih tinggi dibandingkan yang menggunakan laboratorium konvensional. Penelitian (Meilina et al., 2023) menemukan bahwa penggunaan laboratorium virtual tidak hanya meningkatkan penguasaan konsep tetapi juga motivasi dan keterampilan proses sains siswa. Sementara itu, (OE & KUNIMOTO, 2021) menemukan bahwa penggunaan Virtual Lab di sekolah menengah dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami konsep fisika serta melaksanakan eksperimen secara virtual.

Lebih lanjut, (Nurroniah & Farizi, 2025) menunjukkan bahwa integrasi Virtual Lab meningkatkan motivasi belajar, pengalaman eksperimen yang aman, fleksibel, dan menarik bagi siswa. Hasil-hasil ini sejalan dengan penelitian Simbolon et al. (2023) yang menegaskan bahwa virtual laboratory dapat menjadi alternatif valid untuk praktikum nyata.

Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat posisi Virtual Lab sebagai media pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan hasil belajar fisika, khususnya pada materi pengukuran. Penggunaan media ini tidak hanya memberikan peningkatan pemahaman konsep, tetapi juga meningkatkan motivasi dan rasa ingin tahu siswa karena pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif. Oleh karena itu, penggunaan Virtual Lab direkomendasikan sebagai alternatif pembelajaran yang dapat digunakan guru fisika, terutama pada materi yang membutuhkan praktik langsung (Meronda et al., 2025; Meilina et al., 2023).

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbantuan simulasi Virtual Lab efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi pengukuran. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata posttest yang lebih tinggi pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Nilai N-Gain kelas eksperimen mencapai 0,51 (kategori sedang), sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 0,159 (kategori rendah). Perbedaan peningkatan tersebut menunjukkan bahwa Virtual Lab memberikan dampak positif terhadap pemahaman siswa.

Pembelajaran menggunakan Virtual Lab memungkinkan siswa melakukan percobaan secara interaktif, memanipulasi variabel, dan mengamati hasil pengukuran secara langsung melalui simulasi digital. Fitur ini membantu siswa memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak pada materi pengukuran, sehingga pemahaman konsep mereka menjadi lebih baik dibandingkan pembelajaran dengan metode ceramah.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbantuan Virtual Lab layak diterapkan sebagai alternatif media pembelajaran pada materi pengukuran di SMA, khususnya untuk meningkatkan pemahaman konsep dan mendukung proses pembelajaran fisika yang lebih aktif, menarik, dan bermakna bagi siswa.

### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan simulasi Virtual Lab mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi pengukuran, disarankan agar guru fisika dapat memanfaatkan media ini secara lebih optimal dalam proses pembelajaran, terutama pada materi yang bersifat abstrak dan membutuhkan visualisasi konsep. Selain itu, peneliti selanjutnya dapat memperluas cakupan penelitian dengan menerapkan Virtual Lab pada materi fisika lainnya atau menambahkan variabel lain, seperti motivasi belajar, sikap ilmiah, atau keterampilan proses sains, sehingga hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak penggunaan Virtual Lab dalam pembelajaran fisika. Penelitian lanjutan juga dapat mempertimbangkan variasi desain eksperimen atau kombinasi media pembelajaran untuk melihat potensi integrasi teknologi yang lebih luas dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala sekolah, guru mata pelajaran fisika, dan seluruh siswa yang telah memberikan izin, kesempatan, dan dukungan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Penulis juga menyampaikan penghargaan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan artikel ini. Tidak lupa penulis berterima kasih kepada keluarga serta rekan-rekan yang selalu memberikan motivasi dan dukungan.

## DAFTAR REFERENSI

- Abdelmoneim, R., Hassounah, E., & Radwan, E. (2022). Effectiveness of virtual laboratories on developing expert thinking and decision-making skills among female school students in Palestine. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12708>
- Ambusaidi, A., Al Musawi, A., Al-Balushi, S., & Al-Balushi, K. (2018). The impact of virtual lab learning experiences on 9th grade students' achievement and their attitudes towards science and learning by virtual lab. *Journal of Turkish Science Education*, 15(2), 13–29. <https://doi.org/10.12973/tused.10227a>
- Arsyad, M. (2022). *ANALISIS KETERAMPILAN MELAKUKAN PENGUKURAN BERBASIS MEDIA VIDEO TUTORIAL PADA PESERTA DIDIK. 1*, 77–89.
- Azizah, E. V., Nandiyanto, A. B. D., Kurniawan, T., & Bilad, M. R. (2022). The Effectiveness of Using a Virtual Laboratory in Distance Learning on the Measurement Materials of the Natural Sciences of Physics for Junior High School Students. *ASEAN Journal of Science and Engineering Education*, 2(3), 207–214. <https://doi.org/10.17509/ajsee.v2i3.38599>
- Fauzi, A., Wiyono, E., & Budiawanti, S. (2013). PENGEMBANGAN MODEL PRAKTIKUM FISIKA BERBASIS ANALISIS KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 3(2), 33–39.
- Firdaus, T., Sinensis, A. R., & Effendi. (2023). Virtual Laboratory in Physics Education: Penguasaan Konsep Mahasiswa dalam Mata Kuliah Fisika Inti. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 7(1), 40–45. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v7i1.2234>
- Fitriah, I., & Zawanis, S. F. (2023). *The Effectiveness of Virtual Laboratory Media in Physics Education: A Meta-Analysis on Students' Conceptual Understanding and Higher-Order Thinking Skills*. 4(3), 95–103.
- Gunawan, G., Nisrina, N., Suranti, N. M. Y., Herayanti, L., & Rahmatiah, R. (2018). Virtual Laboratory to Improve Students' Conceptual Understanding in Physics Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1108/1/012049>

- Guntani, J. M., Irvani, A. I., & Mulvia, R. (2025). Enhancing Physics Learning with Virtual Labs: Insights from the Last Ten Years. *International Conference on Educational Innovations and Practices (ICIEP) 2024*, 8–13. [https://www.researchgate.net/publication/393750422\\_Enhancing\\_Physics\\_Learning\\_with\\_Virtual\\_Labs\\_Insights\\_from\\_the\\_Last\\_Ten\\_Years](https://www.researchgate.net/publication/393750422_Enhancing_Physics_Learning_with_Virtual_Labs_Insights_from_the_Last_Ten_Years)
- Meilina, I. L., Rohmah, A. A., F, D. S. N., A, L. L., & Farikha, N. (2023). Adanya laboratorium dianggap sangat penting karena menunjang kegiatan pembelajaran fisika yang materinya sangat dibutuhkan dalam pengamatan dan percobaan di laboratorium. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(2), 40–50.
- Nurroniah, N. S., & Farizi, T. Al. (2025). *The Use of Virtual Laboratories and Immersive Technology in Science Education in the Digital Era Penggunaan Laboratorium Virtual dan Teknologi Imersif dalam Pembelajaran Sains di Era Digital*. 215–225.
- OE, A., & KUNIMOTO, M. (2021). The Impact of the Virtual Laboratory on Students' Self-adjustment Learning. *Journal of JSEE*, 69(3), 3\_18-3\_23. [https://doi.org/10.4307/jsee.69.3\\_18](https://doi.org/10.4307/jsee.69.3_18)
- Phang, F. A., Ojomoh, V. K., & Nawi, N. D. (2024). The Effect of the Virtual Laboratory Method on the Conceptual Understanding of Thermal Physics among Undergraduates. *International Journal of Advanced Research in Future Ready Learning and Education*, 34(1), 124–130. <https://doi.org/10.37934/frle.34.1.124130>
- Rugayya, S., Iqbal, Nismayanti, A., Kasim, S., & Syamsiah, L. (2022). Pelatihan Penggunaan Alat Ukur Dasar Bagi Siswa Kelas X SMA IT Al Fahmi Palu. *Indonesian Journal of Community Empowerment and Service (ICOMES)*, 2(2), 115–118. <https://doi.org/10.33369/icom.es.v2i2.25507>
- Sari, Y., Qadar, R., & Hakim, A. (2023). Analysis of High School Students' Conceptual Understanding of Physics on Temperature and Heat Concepts. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 3(1), 212–224. <https://doi.org/10.53889/ijses.v3i1.92>
- Setiawan, T., Suwanda, R., Anshari, S. F., Ananda, R., & Fanita, F. (2025). Student Activities and Perceptions of Web-Based Virtual Laboratory: Insight From Physics Learning. *Jurnal Eduscience*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.36987/jes.v12i1.6449>

- Simamora, N. N., Astalini, & Darmaji. (2022). Jurnal Pendidikan MIPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(1), 1–7.
- Simbolon, D. H., & Silalahi, E. K. (2023). Virtual Physics Learning Simulation " to Improve Student Learning Activities " PhET. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 7(3), 461–468.
- Sodikin, Santoso, G., Sakinah, A. A., Syariuddin, A., & Christi, S. L. (2024). Menjelajahi Dimensi: Pengukuran Panjang dan Berat dalam Kehidupan Sehari-hari Versi Mahasiswa. *Jupetra: Jurnal Pendidikan Transformatif*, 03(01), 19–27.
- Wandi, W., Mardianti, F., Suwarma, I. R., & Liliawati, W. (2023). Theory and Practice of Conceptual Understanding in Physics Education: A Literature Review and Bibliometric Analysis of the Recent Decades. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 6(2), 107–117. <https://doi.org/10.37891/kpej.v6i2.483>