



Evaluasi Keterampilan Psikomotorik Murid melalui Praktikum Rangkaian Listrik Berbantuan PhET

Sri Insani¹, Hendro Prasetyono^{2*}

^{1,2} Pendidikan MIPAS, Pascasarjana, Universitas Indraprasta PGRI (UNINDRA)

sriinsani2@gmail.com, hendro_prasetyono@unindra.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keterampilan psikomotorik murid kelas V dalam praktikum rangkaian listrik berbantuan simulasi Physics Education Technology (PhET). Pembelajaran IPAS di sekolah dasar dapat menghadapi keterbatasan alat praktikum, risiko kerusakan komponen, dan waktu pembelajaran yang terbatas. Simulasi PhET digunakan sebagai laboratorium virtual yang memungkinkan murid mengeksplorasi pemasangan, manipulasi, dan pengujian rangkaian listrik secara aman. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan teknik observasi kinerja. Subjek penelitian terdiri atas 32 murid kelas V-A SD Negeri Bukit Duri 05 Tahun Ajaran 2025/2026. Data dikumpulkan melalui lembar observasi keterampilan psikomotorik, penilaian hasil rangkaian listrik virtual pada LKPD, dan penilaian presentasi. Data dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh persentase ketercapaian pada setiap indikator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata keterampilan psikomotorik murid mencapai 87,80% dan termasuk kategori sangat baik. Sebanyak 23 murid (71,88%) berada pada kategori sangat baik, 7 murid (21,88%) berada pada kategori baik, dan 2 murid (6,25%) berada pada kategori cukup. Indikator penggunaan komponen memperoleh capaian tertinggi sebesar 91,41%, sedangkan presentasi hasil memperoleh capaian 82,81%. Temuan ini menunjukkan bahwa simulasi PhET dapat mendukung aktivitas merangkai, memanipulasi, mengamati, dan memperbaiki rangkaian listrik secara berulang. PhET dapat dimanfaatkan sebagai media pelengkap praktikum IPAS, terutama ketika sarana praktikum fisik terbatas, dengan tetap dipadukan dengan LKPD dan penilaian kinerja yang terarah.

Kata Kunci: Keterampilan Psikomotorik, Rangkaian Listrik, Simulasi Phet, Praktikum IPAS, Sekolah Dasar

1. Pendahuluan

Pembelajaran IPAS di sekolah dasar tidak hanya diarahkan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan murid melakukan aktivitas ilmiah melalui pengamatan, percobaan, manipulasi objek, dan penyampaian hasil. Pada materi rangkaian listrik, pengalaman praktik menjadi penting karena murid perlu menghubungkan konsep yang dipelajari dengan tindakan nyata dalam menyusun dan menguji rangkaian. Namun, pelaksanaan praktikum di sekolah dasar dapat menghadapi keterbatasan jumlah komponen, ketersediaan kit listrik, kondisi alat, waktu pembelajaran, serta kebutuhan pengawasan ketika murid melakukan percobaan. Kondisi tersebut dapat membatasi kesempatan murid untuk melakukan eksplorasi secara berulang.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk melengkapi kegiatan praktikum adalah laboratorium virtual berbantuan Physics Education Technology (PhET). Penggunaan media PhET dalam pembelajaran IPAS sekolah dasar telah dikaji dalam beberapa penelitian, termasuk pada materi rangkaian listrik. Pemanfaatan PhET dapat memberikan lingkungan simulasi yang memungkinkan murid melakukan manipulasi komponen dan mengamati respons rangkaian secara langsung. Kajian mengenai penggunaan PhET pada konsep rangkaian listrik sekolah dasar menunjukkan bahwa media tersebut dapat menjadi alternatif untuk membantu murid memahami hubungan antarkomponen dalam suatu rangkaian (Dzakiroh et al., 2024). Penelitian lain juga menunjukkan pemanfaatan PhET pada pembelajaran IPAS sekolah dasar dapat mendukung proses pembelajaran melalui penyajian komponen dan fenomena secara interaktif (Dzakiroh et al., 2024; Roosyanti, 2022; Bahtiar et al., 2024).

Penggunaan laboratorium virtual juga berkaitan dengan pengembangan keterampilan proses dan keterampilan prosedural. Pembelajaran menggunakan laboratorium virtual dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan aktivitas percobaan secara berulang serta mengembangkan keterampilan melalui proses pengamatan dan manipulasi (Nirmala & Darmawati, 2021; Arumningtyas et al., 2022). Penelitian Laksono et al. (2024) menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat digunakan untuk mendukung keterampilan prosedural melalui kegiatan eksperimen yang terarah. Sementara itu, penelitian Ana Rato et al. (2024) dan Kadir (2023) menunjukkan bahwa penerapan laboratorium virtual berbasis inkuiri dapat mendukung perkembangan keterampilan proses sains.

Penggunaan PhET juga telah dikembangkan melalui integrasi dengan lembar kerja dan model pembelajaran tertentu. Buhera et al. (2024) menunjukkan bahwa integrasi simulasi PhET dengan worksheet berbasis inkuiri dapat digunakan untuk mendukung keterampilan proses sains. Pengembangan worksheet yang dipadukan dengan PhET juga dilakukan dalam pembelajaran hukum Ohm dan menunjukkan potensi penggunaan media virtual sebagai bagian dari aktivitas pembelajaran yang terstruktur (Buhera et al., 2025). Selain itu, penggunaan media laboratorium virtual yang dipadukan dengan pendekatan STEM dapat mendukung literasi sains dan motivasi belajar peserta didik (Arumningtyas et al., 2022; Kadir, 2023). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa manfaat media virtual tidak hanya terletak pada visualisasi konsep, tetapi juga pada aktivitas yang dilakukan peserta didik selama proses pembelajaran.

Pada konteks rangkaian listrik sekolah dasar, penggunaan PhET juga telah dikaji melalui berbagai pendekatan pembelajaran. Isbah dan Adi (2024) melaporkan penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran rangkaian listrik pada kelas VI sekolah dasar melalui model Problem Based Learning. Masruroh et al. (2021) juga mengkaji penggunaan simulasi PhET pada materi rangkaian listrik. Penelitian Narulita et al. (2024) secara khusus membahas penggunaan simulasi PhET pada pembelajaran IPAS sekolah dasar pada materi rangkaian listrik. Sementara itu, penerapan pembelajaran berbasis proyek yang memanfaatkan PhET pada materi rangkaian listrik sederhana juga menjadi salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengembangkan pengalaman belajar murid (Pradana et al., 2026).

Meskipun penelitian sebelumnya telah banyak membahas penggunaan PhET untuk meningkatkan pemahaman konsep, hasil belajar, literasi sains, keterampilan proses, maupun kemampuan berpikir tingkat tinggi, kajian yang secara khusus mengevaluasi keterampilan psikomotorik murid sekolah dasar selama praktikum rangkaian listrik berbantuan PhET masih perlu dikembangkan. Penelitian mengenai penggunaan PhET pada materi rangkaian listrik umumnya lebih menekankan hasil belajar atau penguasaan konsep, sedangkan keterampilan melakukan tindakan praktikum, seperti menggunakan komponen, merangkai, memanipulasi rangkaian, mengikuti prosedur, melakukan pengamatan, menyelesaikan tugas, dan mengomunikasikan hasil belum selalu menjadi fokus utama. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi yang memberikan gambaran lebih terukur mengenai keterampilan psikomotorik murid selama mengikuti praktikum virtual. Kajian tentang kombinasi eksperimen nyata dan virtual juga menunjukkan bahwa lingkungan virtual lebih tepat diposisikan sebagai pelengkap pengalaman eksperimen, bukan pengganti mutlak praktikum nyata (Wörner et al., 2022).

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi keterampilan psikomotorik murid kelas V-A SD Negeri Bukit Duri 05 dalam praktikum rangkaian listrik berbantuan simulasi PhET. Evaluasi dilakukan melalui observasi kinerja, penilaian hasil rangkaian pada LKPD, dan presentasi hasil praktikum. Kebaruan penelitian terletak pada pemusatan evaluasi terhadap keterampilan psikomotorik murid sekolah dasar melalui beberapa aspek kinerja praktikum secara terpadu, bukan hanya pada hasil belajar atau penguasaan konsep. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan laboratorium virtual sebagai media pelengkap praktikum IPAS, khususnya ketika sekolah memiliki keterbatasan sarana praktikum rangkaian listrik. Pendekatan ini juga sejalan dengan temuan tentang efektivitas laboratorium virtual dalam mendukung keterampilan proses sains (Kadir, 2023).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai keterampilan psikomotorik murid dalam melakukan praktikum rangkaian listrik berbantuan simulasi Physics Education Technology (PhET). Pendekatan ini digunakan karena penelitian berfokus pada pengamatan proses dan kinerja murid selama melaksanakan kegiatan praktikum, meliputi kemampuan menggunakan komponen, merancang rangkaian, memanipulasi rangkaian, melakukan pengamatan, menyelesaikan tugas, dan mempresentasikan hasil praktikum.

Penelitian dilaksanakan pada murid kelas V-A SD Negeri Bukit Duri 05 pada Tahun Ajaran 2025/2026. Subjek penelitian berjumlah 32 murid yang mengikuti pembelajaran IPAS pada materi rangkaian listrik. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan dengan memanfaatkan simulasi PhET sebagai lingkungan praktikum virtual. Murid melakukan kegiatan praktikum secara berkelompok dengan mengikuti langkah-langkah kegiatan yang tercantum dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Materi praktikum meliputi pengenalan komponen rangkaian listrik, penyusunan rangkaian seri dan paralel, pengamatan hasil simulasi, pencatatan data, serta penyampaian hasil praktikum.

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui tiga tahap, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap persiapan, peneliti menyiapkan perangkat pembelajaran, LKPD, simulasi PhET, serta instrumen penilaian keterampilan psikomotorik. Peneliti juga memastikan murid memperoleh petunjuk penggunaan simulasi dan memahami langkah kerja praktikum. Pada tahap pelaksanaan, murid melakukan eksplorasi komponen listrik pada

simulasi PhET, menyusun rangkaian seri dan paralel, mengubah susunan komponen, mengamati respons rangkaian, serta mencatat hasil pengamatan pada LKPD. Selama kegiatan berlangsung, peneliti melakukan observasi terhadap kinerja murid. Pada tahap evaluasi, peneliti menilai hasil rangkaian virtual, hasil pekerjaan LKPD, dan kemampuan murid dalam mempresentasikan hasil praktikum.

Teknik pengumpulan data terdiri atas observasi kinerja, penilaian hasil karya, dan presentasi. Observasi kinerja digunakan untuk memperoleh data mengenai keterampilan murid selama melakukan kegiatan praktikum. Penilaian hasil karya digunakan untuk menilai ketepatan rangkaian listrik virtual yang dibuat berdasarkan tugas pada LKPD. Penilaian presentasi digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kemampuan murid dalam menjelaskan proses, hasil pengamatan, dan perbedaan karakteristik rangkaian seri dan paralel.

Instrumen penelitian berupa lembar observasi keterampilan psikomotorik, lembar penilaian hasil karya rangkaian listrik virtual, dan lembar penilaian presentasi. Instrumen keterampilan psikomotorik mencakup delapan indikator, yaitu persiapan praktikum, penggunaan komponen, ketepatan merangkai, manipulasi rangkaian, ketelitian pengamatan, kemampuan mengikuti prosedur, penyelesaian tugas, dan presentasi hasil. Setiap indikator dinilai menggunakan skala empat tingkat sesuai dengan kualitas kinerja yang ditunjukkan murid selama kegiatan praktikum.

2.1. Instrumen Penilaian Keterampilan Psikomotorik

Instrumen penilaian disusun untuk memperoleh gambaran keterampilan murid dalam melaksanakan praktikum rangkaian listrik berbantuan simulasi PhET. Indikator penilaian disesuaikan dengan aktivitas yang dapat diamati secara langsung selama proses praktikum. Rincian indikator penilaian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Penilaian Keterampilan Psikomotorik Murid

No.	Indikator Keterampilan	Deskripsi Kinerja
1	Persiapan praktikum	Murid menyiapkan simulasi PhET, LKPD, dan memahami langkah kerja sebelum praktikum dimulai.
2	Penggunaan komponen	Murid mampu memilih, menempatkan, dan menggunakan komponen listrik pada simulasi PhET dengan tepat.
3	Ketepatan merangkai	Murid mampu menghubungkan komponen sesuai rancangan rangkaian listrik yang ditentukan.
4	Manipulasi rangkaian	Murid mampu mengubah susunan komponen untuk membentuk rangkaian seri dan paralel sesuai kebutuhan praktikum.
5	Ketelitian pengamatan	Murid mampu mengamati perubahan yang terjadi pada rangkaian dan mencatat hasil pengamatan secara tepat.
6	Mengikuti prosedur	Murid melaksanakan langkah-langkah praktikum sesuai petunjuk LKPD secara sistematis.
7	Penyelesaian tugas	Murid mampu menyelesaikan rancangan rangkaian dan tugas praktikum sesuai waktu yang ditentukan.
8	Presentasi hasil	Murid mampu menunjukkan dan menjelaskan hasil rangkaian serta menyampaikan hasil pengamatan secara runtut.

Sumber: Data penelitian, diolah peneliti (2026).

Setiap indikator dinilai menggunakan skala 1–4. Skor 4 menunjukkan kinerja sangat baik, yaitu murid mampu melaksanakan indikator secara mandiri, tepat, dan tanpa bantuan. Skor 3 menunjukkan kinerja baik, yaitu murid mampu melaksanakan indikator dengan sedikit arahan. Skor 2 menunjukkan kinerja cukup, yaitu murid mampu melaksanakan sebagian indikator tetapi masih memerlukan arahan. Skor 1 menunjukkan kinerja kurang, yaitu murid belum mampu melaksanakan indikator dengan tepat dan masih memerlukan bimbingan secara intensif.

Dengan delapan indikator dan skor maksimal 4 pada setiap indikator, skor maksimal yang dapat diperoleh setiap murid adalah 32. Nilai keterampilan psikomotorik dihitung dengan membandingkan skor yang diperoleh dengan skor maksimal menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Nilai Psikomotorik} = (\text{Skor yang diperoleh} / \text{Skor maksimal}) \times 100 \quad (1)$$

dengan nilai psikomotorik merupakan persentase ketercapaian keterampilan murid, skor yang diperoleh merupakan jumlah skor dari seluruh indikator yang dicapai murid, dan skor maksimal merupakan skor tertinggi yang dapat diperoleh pada seluruh indikator, yaitu 32.

Hasil penilaian kemudian dikategorikan untuk memperoleh gambaran tingkat keterampilan psikomotorik murid. Kategori penilaian ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Keterampilan Psikomotorik Murid

Rentang Nilai	Kategori
86–100	Sangat Baik
76–85	Baik

Rentang Nilai	Kategori
66-75	Cukup
≤65	Kurang

Sumber: Diadaptasi dan disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.

2.2. Teknik Analisis Data

Data penelitian dianalisis secara deskriptif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data hasil observasi, penilaian karya, dan presentasi terlebih dahulu diperiksa dan dikelompokkan berdasarkan indikator keterampilan psikomotorik. Skor hasil observasi selanjutnya dihitung untuk memperoleh nilai keterampilan setiap murid berdasarkan persamaan (1).

Data yang telah diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan uraian deskriptif. Penyajian data digunakan untuk melihat kecenderungan keterampilan murid pada setiap indikator, baik dalam kategori sangat baik, baik, cukup, maupun kurang. Selain nilai keseluruhan, hasil penilaian setiap indikator dianalisis untuk mengetahui aspek keterampilan yang paling menonjol dan aspek yang masih memerlukan penguatan.

Data hasil karya rangkaian listrik virtual pada LKPD digunakan sebagai data pendukung untuk melihat kemampuan murid dalam menerapkan keterampilan merancang dan memanipulasi komponen rangkaian. Sementara itu, data presentasi digunakan untuk memperkuat informasi mengenai kemampuan murid dalam menjelaskan proses dan hasil praktikum. Ketiga sumber data tersebut dibandingkan dan diinterpretasikan secara keseluruhan untuk memperoleh gambaran keterampilan psikomotorik murid dalam praktikum rangkaian listrik berbantuan simulasi PhET.

Keabsahan data diperkuat melalui triangulasi teknik, yaitu membandingkan hasil observasi kinerja, penilaian hasil karya, dan penilaian presentasi. Dengan menggunakan beberapa teknik pengumpulan data, hasil evaluasi keterampilan psikomotorik tidak hanya didasarkan pada satu bentuk penilaian, tetapi mempertimbangkan proses, produk, dan kemampuan murid dalam mengomunikasikan hasil praktikum.

2.3. Prosedur Praktikum

Praktikum dilaksanakan dengan memanfaatkan simulasi PhET sebagai lingkungan percobaan virtual. Pada tahap awal, murid diarahkan mengenali komponen yang tersedia pada simulasi dan memahami fungsi setiap komponen yang digunakan dalam rangkaian. Peneliti memberikan instruksi melalui LKPD agar kegiatan berlangsung secara terarah. Murid kemudian menyusun rangkaian sesuai tugas, menghubungkan komponen, mengamati respons rangkaian, dan melakukan perubahan susunan ketika hasil yang diperoleh belum sesuai dengan tujuan kegiatan.

Pada tahap pelaksanaan, keterampilan murid diamati ketika memilih dan menggunakan komponen, menyusun rangkaian, melakukan manipulasi, mengikuti prosedur, serta mengamati gejala kelistrikan yang ditampilkan simulasi. Murid juga diarahkan untuk mencoba kembali rangkaian apabila terjadi kesalahan pemasangan. Kesempatan melakukan percobaan dan perbaikan secara berulang menjadi bagian penting dari aktivitas karena memungkinkan murid memperoleh pengalaman langsung melalui tindakan, bukan hanya melalui penjelasan verbal. Karakteristik tersebut sesuai dengan pemanfaatan laboratorium virtual untuk memberikan pengalaman eksperimen yang terarah dan dapat diulang (Nirmala & Darmawati, 2021; Arumningtyas et al., 2022).

Setelah rangkaian selesai, murid mencatat hasil pengamatan pada LKPD dan mempersiapkan penyampaian hasil. Penilaian presentasi digunakan untuk melihat kemampuan murid mengomunikasikan proses dan hasil kegiatan. Dengan demikian, evaluasi tidak hanya menilai keberhasilan akhir rangkaian, tetapi juga proses tindakan yang dilakukan murid selama praktikum. Pendekatan ini mendukung penggunaan laboratorium virtual sebagai bagian dari pengalaman belajar yang menggabungkan aktivitas manipulatif, pengamatan, pencatatan, dan komunikasi hasil (Ana Rato et al., 2024; Kadir, 2023).

2.4. Pengolahan Skor

Skor setiap indikator diperoleh dari hasil observasi kinerja dan penilaian kegiatan yang dilakukan selama praktikum. Setiap indikator menggunakan rentang skor 1 sampai 4. Skor kemudian dijumlahkan dan dibandingkan dengan skor maksimal untuk memperoleh persentase ketercapaian. Penggunaan persentase memungkinkan hasil penilaian antarindikator dibandingkan secara lebih mudah dan memberikan gambaran mengenai aspek keterampilan yang paling menonjol maupun aspek yang masih memerlukan penguatan.

Data hasil karya rangkaian listrik virtual dan presentasi digunakan sebagai data pendukung untuk memperkuat hasil observasi. Ketiga sumber data tersebut dibandingkan untuk melihat kesesuaian antara tindakan murid selama praktikum, produk rangkaian yang dihasilkan, dan kemampuan menjelaskan hasil. Prosedur tersebut membantu memberikan gambaran keterampilan psikomotorik secara lebih utuh dan tidak hanya didasarkan pada produk akhir.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keterampilan psikomotorik murid kelas V-A SD Negeri Bukit Duri 05 dalam melaksanakan praktikum rangkaian listrik berbantuan simulasi Physics Education Technology (PhET). Penilaian dilakukan terhadap 32 murid melalui observasi kinerja selama praktikum, penilaian hasil rangkaian listrik virtual pada LKPD, dan penilaian presentasi hasil kegiatan. Aspek yang diamati meliputi persiapan praktikum, penggunaan komponen, ketepatan merangkai, manipulasi rangkaian, ketelitian pengamatan, kemampuan mengikuti prosedur, penyelesaian tugas, dan kemampuan mempresentasikan hasil.

Selama praktikum, murid melakukan eksplorasi rangkaian listrik menggunakan lingkungan virtual PhET. Murid memilih komponen yang diperlukan, menghubungkan komponen, mengubah susunan rangkaian, dan mengamati respons yang muncul. Ketika terdapat kesalahan dalam penyusunan rangkaian, murid memiliki kesempatan untuk melakukan perbaikan dan menguji kembali rangkaian. Karakteristik tersebut sejalan dengan penggunaan laboratorium virtual yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan aktivitas eksperimen secara berulang dan mengembangkan keterampilan proses melalui kegiatan yang terarah (Nirmala & Darmawati, 2021; Ana Rato et al., 2024).

3.1. Capaian Keterampilan Psikomotorik Murid

Hasil penilaian terhadap 32 murid menunjukkan bahwa sebagian besar murid mampu melaksanakan praktikum rangkaian listrik berbantuan simulasi PhET pada kategori baik dan sangat baik. Rekapitulasi hasil penilaian ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Kategori Keterampilan Psikomotorik Murid

No.	Kategori	Jumlah Murid	Persentase
1	Sangat Baik	23	71,88%
2	Baik	7	21,88%
3	Cukup	2	6,25%
4	Kurang	0	0,00%
Jumlah		32	100%

Sumber: Data penelitian, diolah peneliti (2026).

Berdasarkan Tabel 3, sebanyak 23 murid atau 71,88% berada pada kategori sangat baik, 7 murid atau 21,88% berada pada kategori baik, dan 2 murid atau 6,25% berada pada kategori cukup. Tidak terdapat murid yang berada pada kategori kurang. Dengan demikian, sebanyak 30 dari 32 murid atau 93,75% berada pada kategori baik dan sangat baik.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar murid mampu melakukan aktivitas praktikum dengan baik ketika menggunakan simulasi virtual. Lingkungan simulasi memberikan kesempatan kepada murid untuk melakukan tindakan secara langsung terhadap komponen rangkaian dan memperoleh respons dari rangkaian yang dibuat. Temuan ini sejalan dengan penelitian mengenai penggunaan PhET pada rangkaian listrik sekolah dasar yang menunjukkan bahwa simulasi dapat digunakan untuk membantu murid berinteraksi dengan konsep dan komponen rangkaian secara lebih konkret (Dzakiroh et al., 2024; Kurniawan et al., 2024).

3.2. Pencapaian Setiap Indikator Keterampilan Psikomotorik

Analisis terhadap setiap indikator menunjukkan bahwa penggunaan komponen memperoleh capaian tertinggi, sedangkan presentasi hasil memperoleh capaian terendah. Hasil tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Pencapaian Setiap Indikator Keterampilan Psikomotorik

No.	Indikator	Persentase Pencapaian	Kategori
1	Persiapan praktikum	88,28%	Sangat Baik
2	Penggunaan komponen	91,41%	Sangat Baik
3	Ketepatan merangkai	90,63%	Sangat Baik
4	Manipulasi rangkaian	89,84%	Sangat Baik
5	Ketelitian pengamatan	84,38%	Baik
6	Mengikuti prosedur	88,28%	Sangat Baik
7	Penyelesaian tugas	86,72%	Sangat Baik
8	Presentasi hasil	82,81%	Baik

Sumber: Data penelitian, diolah peneliti (2026).

Penggunaan komponen memperoleh pencapaian tertinggi sebesar 91,41%. Hasil ini menunjukkan bahwa murid relatif mudah melakukan manipulasi terhadap komponen yang tersedia dalam simulasi. Murid dapat memilih, memindahkan, dan menghubungkan komponen sesuai dengan kebutuhan rangkaian. Karakteristik interaktif tersebut menjadi salah satu keunggulan laboratorium virtual karena memberikan kesempatan kepada murid untuk melakukan percobaan tanpa keterbatasan penggunaan komponen fisik.

Ketepatan merangkai memperoleh pencapaian sebesar 90,63%, sedangkan manipulasi rangkaian mencapai 89,84%. Kedua indikator tersebut menunjukkan kemampuan murid dalam menyusun dan mengubah rangkaian sesuai dengan instruksi. Hasil ini relevan dengan penelitian yang menggunakan PhET pada materi rangkaian listrik dan menunjukkan bahwa simulasi dapat digunakan sebagai media pendukung aktivitas pembelajaran rangkaian listrik (Isbah & Adi, 2024; Narulita et al., 2024).

Ketelitian pengamatan memperoleh pencapaian 84,38% dan termasuk kategori baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian murid masih memerlukan penguatan dalam mengamati perubahan dan mencatat hasil percobaan secara sistematis. Penggunaan worksheet atau LKPD yang terintegrasi dengan simulasi dapat menjadi strategi untuk mengarahkan murid agar tidak hanya melakukan manipulasi komponen, tetapi juga mencatat dan menginterpretasikan hasil pengamatan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang mengintegrasikan PhET dengan worksheet untuk mendukung keterampilan proses sains (Buhera et al., 2024, 2025).

Presentasi hasil memperoleh pencapaian sebesar 82,81% dan menjadi indikator dengan nilai paling rendah. Meskipun masih berada pada kategori baik, hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan melakukan praktikum belum sepenuhnya diikuti kemampuan mengomunikasikan hasil. Oleh karena itu, kegiatan praktikum perlu dilengkapi dengan aktivitas refleksi dan presentasi agar murid memiliki kesempatan untuk menjelaskan proses, hasil, serta alasan dari rangkaian yang dibuat.

3.3. Rekapitulasi Skor Keterampilan Psikomotorik

Rekapitulasi skor rata-rata setiap indikator disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Skor Keterampilan Psikomotorik Berdasarkan Indikator

No.	Indikator	Skor Rata-rata	Persentase	Kategori
1	Persiapan praktikum	3,53	88,28%	Sangat Baik
2	Penggunaan komponen	3,66	91,41%	Sangat Baik
3	Ketepatan merangkai	3,63	90,63%	Sangat Baik
4	Manipulasi rangkaian	3,59	89,84%	Sangat Baik
5	Ketelitian pengamatan	3,38	84,38%	Baik
6	Mengikuti prosedur	3,53	88,28%	Sangat Baik
7	Penyelesaian tugas	3,47	86,72%	Sangat Baik
8	Presentasi hasil	3,31	82,81%	Baik
Rata-rata		3,51	87,80%	Sangat Baik

Sumber: Data penelitian, diolah peneliti (2026).

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata keseluruhan keterampilan psikomotorik murid mencapai 87,80% dan termasuk kategori sangat baik. Penggunaan komponen memperoleh pencapaian tertinggi sebesar 91,41%, sedangkan presentasi hasil memperoleh pencapaian sebesar 82,81%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa keterampilan melakukan tindakan praktikum berkembang lebih tinggi dibandingkan kemampuan mengomunikasikan hasil kegiatan.

Temuan tersebut mendukung penggunaan PhET sebagai media pelengkap praktikum, terutama ketika fasilitas laboratorium fisik terbatas. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat memberikan pengalaman eksperimen yang memungkinkan peserta didik melakukan percobaan dan mengembangkan keterampilan proses (Nirmala & Darmawati, 2021; Laksono et al., 2024). Pada konteks sekolah dasar, penggunaan PhET juga telah dilaporkan relevan untuk pembelajaran IPAS dan rangkaian listrik (Dzakiroh et al., 2024; Roosyanti, 2022; Masruroh et al., 2021).

Penggunaan PhET bersama LKPD memberikan struktur yang lebih jelas terhadap aktivitas praktikum. Murid tidak hanya melakukan manipulasi komponen, tetapi juga diarahkan untuk mengamati, mencatat, menyelesaikan tugas, dan menyampaikan hasil. Pendekatan tersebut sejalan dengan penelitian Buhera et al. (2024, 2025) yang mengembangkan integrasi PhET dengan worksheet untuk mendukung keterampilan proses sains.

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa PhET dapat digunakan dalam berbagai pendekatan pembelajaran. Penelitian Isbah dan Adi (2024) menggunakan PhET dalam pembelajaran berbasis masalah pada materi rangkaian

listrik, sedangkan penelitian Bahtiar et al. (2024) menunjukkan pemanfaatan PhET untuk mendukung pemahaman konsep IPAS. Penelitian Arumningtyas et al. (2022) dan Kadir (2023) juga memperlihatkan bahwa laboratorium virtual dapat mendukung keterampilan proses sains. Temuan tersebut memperkuat posisi PhET sebagai media yang fleksibel untuk mendukung aktivitas pembelajaran berbasis pengalaman.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menyatakan bahwa simulasi virtual sepenuhnya menggantikan praktikum menggunakan komponen fisik. PhET lebih tepat ditempatkan sebagai media pelengkap yang dapat memberikan kesempatan eksplorasi dan pengulangan ketika penggunaan alat nyata terbatas. Dengan demikian, penggunaan simulasi dapat dikombinasikan dengan kegiatan praktik menggunakan komponen fisik apabila sarana tersedia.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi PhET dapat digunakan untuk mendukung keterampilan psikomotorik murid dalam praktikum rangkaian listrik. Capaian rata-rata 87,80% pada kategori sangat baik menunjukkan bahwa murid mampu melakukan berbagai aktivitas praktikum, terutama penggunaan dan manipulasi komponen serta penyusunan rangkaian. Penggunaan PhET yang dipadukan dengan LKPD dan penilaian kinerja memberikan alternatif pembelajaran IPAS yang dapat diterapkan pada kondisi keterbatasan sarana praktikum.

3.6. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam membaca hasil. Pendekatan yang digunakan bersifat deskriptif kualitatif dan subjek penelitian berasal dari satu kelas dengan jumlah 32 murid. Oleh karena itu, hasil penelitian memberikan gambaran mengenai kondisi keterampilan psikomotorik pada konteks penelitian yang dilakukan dan belum dimaksudkan untuk digeneralisasikan secara luas kepada seluruh murid sekolah dasar. Penelitian lanjutan dengan melibatkan beberapa kelas atau sekolah dapat memberikan gambaran yang lebih beragam mengenai penggunaan PhET dalam praktikum rangkaian listrik.

Keterbatasan lain berkaitan dengan karakteristik simulasi virtual yang digunakan. PhET memberikan kesempatan kepada murid untuk memanipulasi komponen dan menguji rangkaian, tetapi pengalaman tersebut berbeda dengan penggunaan komponen listrik secara fisik. Pada praktikum nyata, murid dapat berhadapan langsung dengan bentuk, ukuran, posisi, dan kondisi komponen. Karena itu, hasil penelitian ini lebih tepat dimaknai sebagai bukti bahwa simulasi virtual dapat mendukung keterampilan praktikum tertentu, bukan sebagai pengganti seluruh pengalaman praktikum menggunakan alat nyata. Penggabungan kegiatan virtual dan nyata dapat menjadi arah pengembangan yang relevan, sebagaimana ditunjukkan dalam kajian mengenai kombinasi eksperimen fisik dan virtual (Wörner et al., 2022).

Selain itu, penilaian psikomotorik dalam penelitian ini menggunakan observasi kinerja, hasil karya rangkaian virtual, dan presentasi. Ketiga sumber tersebut memberikan informasi yang saling melengkapi, tetapi penelitian berikutnya dapat mengembangkan instrumen yang lebih rinci dengan rubrik yang divalidasi oleh beberapa ahli dan pengamatan oleh lebih dari satu penilai. Pengembangan tersebut dapat membantu meningkatkan konsistensi penilaian dan memperkuat bukti mengenai perkembangan keterampilan psikomotorik murid. Meskipun terdapat keterbatasan, hasil penelitian tetap memberikan informasi praktis bahwa PhET dapat dimanfaatkan secara terarah melalui LKPD, observasi kinerja, dan kegiatan presentasi untuk mendukung pembelajaran IPAS.

Implikasi praktis lainnya adalah perlunya guru menetapkan tujuan keterampilan secara eksplisit sebelum simulasi digunakan. Murid perlu mengetahui bahwa keberhasilan kegiatan tidak hanya ditentukan oleh rangkaian yang menyala, tetapi juga oleh ketepatan mengikuti prosedur, kemampuan melakukan pengamatan, ketelitian mencatat hasil, dan kemampuan menjelaskan temuan. Penetapan indikator sejak awal membantu guru mengarahkan perhatian murid pada proses dan membantu murid memahami alasan setiap tindakan yang dilakukan. Dalam pembelajaran berbantuan PhET, struktur kegiatan yang jelas juga dapat mengurangi kemungkinan murid hanya mencoba komponen secara acak tanpa menghubungkan tindakan dengan tujuan pembelajaran. Dengan demikian, LKPD berfungsi sebagai pengarah aktivitas sekaligus alat dokumentasi proses belajar, sedangkan observasi kinerja memberikan informasi mengenai tindakan murid selama kegiatan. Pola tersebut dapat diterapkan pada materi IPAS lain yang membutuhkan eksplorasi dan pengujian secara bertahap, dengan menyesuaikan komponen simulasi, indikator keterampilan, dan bentuk tugas yang digunakan.

Dari sisi pengelolaan pembelajaran, hasil penelitian menunjukkan bahwa guru perlu mengatur urutan aktivitas agar murid tidak langsung berfokus pada hasil akhir rangkaian. Tahap pengenalan komponen, penyusunan, pengujian, perbaikan, dan pencatatan hasil dapat disusun sebagai satu alur kegiatan. Urutan tersebut membantu murid memahami bahwa kesalahan pemasangan merupakan bagian dari proses belajar yang dapat diperbaiki melalui pengamatan terhadap respons simulasi. Kondisi ini menjadi salah satu alasan penggunaan laboratorium virtual dapat memberikan pengalaman eksplorasi yang lebih aman karena kesalahan tidak menyebabkan kerusakan komponen fisik. Dalam konteks keterampilan psikomotorik, pengalaman mencoba, menemukan kesalahan, dan

memperbaiki rangkaian menjadi bagian penting dari pembentukan keterampilan. Guru juga dapat menggunakan hasil observasi untuk memberikan umpan balik yang lebih spesifik, misalnya mengarahkan murid yang sudah mampu merangkai tetapi masih kurang teliti dalam mencatat hasil atau menjelaskan proses. Dengan demikian, penilaian kinerja tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk memberikan nilai, tetapi juga sebagai dasar perbaikan proses pembelajaran berikutnya. Penggunaan PhET yang terintegrasi dengan LKPD, observasi, dan presentasi dapat membentuk rangkaian aktivitas yang lebih lengkap karena aspek tindakan, produk, dan komunikasi dinilai secara bersamaan. Temuan ini juga menunjukkan bahwa pemanfaatan media virtual perlu disertai desain pembelajaran yang terarah agar teknologi tidak menjadi tujuan pembelajaran, melainkan sarana untuk mencapai tujuan keterampilan dan pemahaman IPAS. Pada kondisi sarana sekolah yang beragam, guru dapat menyesuaikan intensitas penggunaan simulasi dengan ketersediaan alat nyata, karakteristik murid, dan tujuan praktikum yang hendak dicapai.

3.4. Interpretasi Hasil Kinerja Murid

Capaian keterampilan psikomotorik yang tinggi menunjukkan bahwa aktivitas virtual dapat menyediakan ruang bagi murid untuk melakukan tindakan praktikum secara langsung pada lingkungan simulasi. Keterampilan penggunaan komponen, ketepatan merangkai, dan manipulasi rangkaian memperoleh persentase lebih tinggi dibandingkan indikator ketelitian pengamatan dan presentasi. Pola tersebut memperlihatkan bahwa aktivitas yang bersifat manipulatif lebih mudah dilakukan ketika komponen dapat dipindahkan dan dihubungkan secara langsung pada layar, sedangkan aktivitas yang membutuhkan pencatatan hasil dan komunikasi memerlukan pembiasaan yang lebih terstruktur.

Perbedaan capaian antarindikator juga memberikan informasi bagi guru dalam merancang kegiatan lanjutan. Ketelitian pengamatan yang mencapai 84,38% menunjukkan bahwa LKPD perlu memberikan ruang yang cukup untuk mencatat perubahan rangkaian, kondisi komponen, dan hasil pengamatan. Presentasi yang mencapai 82,81% menunjukkan perlunya kesempatan bagi murid untuk menjelaskan kembali prosedur dan hasil praktikum. Dengan demikian, penggunaan PhET sebaiknya tidak berhenti pada tahap membuat rangkaian, tetapi dilanjutkan dengan kegiatan mencatat, menafsirkan, dan mengomunikasikan hasil.

Temuan ini memperkuat penelitian yang menempatkan laboratorium virtual sebagai sarana pendukung keterampilan proses dan prosedural. Ana Rato et al. (2024) menekankan pentingnya aktivitas virtual yang terarah untuk mengembangkan keterampilan proses sains, sedangkan Laksono et al. (2024) menunjukkan bahwa eksperimen berbantuan laboratorium virtual dapat digunakan untuk melatih keterampilan prosedural. Integrasi PhET dengan worksheet juga memberikan struktur bagi murid dalam melakukan aktivitas, mengamati hasil, dan merefleksikan proses yang dilakukan (Buhera et al., 2024; Buhera et al., 2025).

3.5. Implikasi Pembelajaran

Hasil penelitian memberikan implikasi bahwa PhET dapat digunakan sebagai media pelengkap ketika sekolah belum memiliki perangkat praktikum yang memadai atau ketika jumlah komponen fisik tidak memungkinkan seluruh murid melakukan percobaan secara bersamaan. Lingkungan virtual memungkinkan guru memberikan kesempatan eksplorasi yang lebih luas dan memungkinkan murid mengulangi prosedur ketika terjadi kesalahan. Penelitian mengenai PhET pada pembelajaran IPAS sekolah dasar dan rangkaian listrik menunjukkan bahwa media tersebut dapat mendukung aktivitas belajar yang bersifat interaktif (Dzakiroh et al., 2024; Roosyanti, 2022; Narulita et al., 2024).

Namun, penggunaan PhET tetap perlu ditempatkan dalam rancangan pembelajaran yang mempertimbangkan pengalaman praktikum nyata. Simulasi tidak sepenuhnya merepresentasikan seluruh karakteristik manipulasi komponen fisik, sehingga kombinasi antara pengalaman virtual dan nyata dapat memberikan pengalaman yang lebih lengkap. Kajian sistematis tentang eksperimen nyata dan virtual menunjukkan manfaat pendekatan yang menggabungkan keduanya sesuai tujuan pembelajaran (Wörner et al., 2022). Dalam konteks penelitian ini, PhET dapat menjadi tahap persiapan, latihan, atau penguatan sebelum murid melakukan praktikum dengan alat nyata apabila sarana tersedia.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan simulasi Physics Education Technology (PhET) sebagai media pelengkap praktikum rangkaian listrik dapat mendukung keterampilan psikomotorik murid kelas V-A SD Negeri Bukit Duri 05. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap 32 murid, keterampilan psikomotorik secara keseluruhan mencapai rata-rata 87,80% dan berada pada kategori sangat baik. Sebanyak 23 murid (71,88%) berada pada kategori sangat baik, 7 murid (21,88%) berada pada kategori baik, dan 2 murid (6,25%) berada pada kategori cukup, sedangkan tidak terdapat murid yang berada pada kategori kurang.

Capaian tertinggi terdapat pada kemampuan penggunaan komponen dengan persentase 91,41%, diikuti ketepatan merangkai sebesar 90,63% dan manipulasi rangkaian sebesar 89,84%. Sementara itu, ketelitian pengamatan mencapai 84,38% dan kemampuan presentasi hasil mencapai 82,81%, yang keduanya berada pada kategori baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa simulasi PhET dapat memberikan kesempatan kepada murid untuk melakukan eksplorasi, manipulasi, pengamatan, dan perbaikan rangkaian secara berulang dalam lingkungan praktikum yang aman dan fleksibel.

Pemanfaatan PhET dapat diterapkan sebagai alternatif media pendukung praktikum IPAS, terutama pada sekolah dasar yang memiliki keterbatasan perangkat praktikum rangkaian listrik. Penggunaan simulasi sebaiknya dipadukan dengan LKPD dan penilaian kinerja agar aktivitas virtual tetap terarah dan keterampilan murid dapat dievaluasi secara menyeluruh. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan penelitian dengan melibatkan jumlah subjek yang lebih besar, membandingkan praktikum virtual dan praktikum menggunakan komponen fisik, serta menggunakan desain penelitian kuantitatif untuk memperoleh bukti empiris yang lebih kuat mengenai efektivitas penggunaan simulasi PhET terhadap keterampilan psikomotorik.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Pascasarjana Universitas Indraprasta PGRI (UNINDRA) atas dukungan akademik yang diberikan selama penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Sekolah dan guru-guru SD Negeri Bukit Duri 05 atas izin, dukungan, dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian.

Reference

- Ana Rato, A. U., Herdiawan, A. A., Wilujeng, I., Nurohman, S., Rahmawati, L., & Natadiwijaya, I. F. (2024). The Effect Of Inquiry-Based Virtual Laboratory On Students' Science Process Skills. *Jurnal Eduscience*, 11(3), 658–671. <https://doi.org/10.36987/Jes.V11i3.6484>
- Arumningtyas, N., Budiyanto, M., & Purnomo, A. R. (2022). Penerapan Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Di Masa Pandemi. *PENSA E-JURNAL: Pendidikan Sains*, 10(2), 246–252. <https://doi.org/10.26740/Pensa.V10i2.45056>
- Bahtiar, B., Ibrahim, I., & Maimun, M. (2024). The Effect Of Phet Simulation-Based Learning On The Ability To Understand Elementary Science Concepts In Work And Energy Material. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA)*, 5(1), 28–35. <https://doi.org/10.56842/Jp-Ipa.V5i1.286>
- Buhera, R., Ayu, S. B., & Nurohman, S. (2024). Enhancing Students' Science Process Skills Through Design Worksheet-Based Inquiry Integrated Phet Simulation On Acid And Base Material. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 8(3), 267–285. <https://doi.org/10.24815/Jipi.V8i3.39762>
- Buhera, R., Ayu, S. B., Abdillah, L. H. A., & Nurohman, S. (2025). Designing Discovery Learning Based-Worksheets Integrated Phet Simulation To Improve Students' Science Process Skills On Ohm's Law Material. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 14(1). <https://doi.org/10.23887/Jpiundiksha.V14i1.85345>
- Dzakiroh, A., Haniifah, A., Rosa, D., Khoerunisa, R., & Maulidah, N. (2024). Utilization Of Phet Media In Understanding The Concept Of Electrical Circuits Of Elementary School Students: A Literature Review. *Indonesian Journal Of Primary Education*, 8(2), 175–190. <https://doi.org/10.17509/Ijpe.V8i2.77146>
- Isbah, H., & Adi, B. S. (2024). The Influence Of The Problem Based Learning (PBL) Learning Model Assisted By Phet Simulation Media To Increase HOTS Of Class 6 Elementary School Students In Electrical Circuits. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(4), 1847–1854. <https://doi.org/10.29303/Jppipa.V10i4.6225>
- Kadir, A. (2023). Effectiveness Of Virtual Laboratory Utilization In Improving Students' Science Process Skills. *Ta'dib*, 26(2), 355–366. <https://doi.org/10.31958/Jt.V26i2.10913>
- Laksono, M. L. T., Samputri, S., & Rusli, M. A. (2024). Penerapan Metode Eksperimen Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Prosedural Peserta Didik Kelas VIII SMP Islam Al-Azhar 24 Makassar. *Celebes Science Education*, 3(3). <https://doi.org/10.35580/Cse.V3i3.50952>
- Masruroh, N. C., Vivianti, A., Anggraeni, P. M., Waroh, S. N., & Wakhidah, N. (2021). Application Of Phet Simulation To Electrical Circuits Material In Online Learning. *INSECTA: Integrative Science Education And Teaching Activity Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.21154/Insecta.V1i2.2312>
- Narulita, L., Rizqi, N. F., Wati, R., Amelia, S. D., & Alpian, Y. (2024). Penggunaan Media Simulasi Phet Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Di SD Pada Materi Rangkaian Listrik. *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 1582–1593. <https://doi.org/10.47467/Elmujtama.V4i3.1640>
- Nirmala, W., & Darmawati, S. (2021). The Effectiveness Of Discovery-Based Virtual Laboratory Learning To Improve Student Science Process Skills. *Journal Of Education Technology*, 5(1), 103–112. <https://doi.org/10.23887/Jet.V5i1.33368>
- Pradana, D. W., Sholikhah, S., & Kumala, F. N. (2026). Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Project Based Learning Berbantuan Phet Terhadap Peningkatan Penguasaan Konsep Rangkaian Listrik Sederhana Pada Siswa Sekolah Dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(1). <https://doi.org/10.23969/Jp.V11i1.41814>
- Roosyanti, A. (2022). Phet Interactive Simulation As A Virtual Laboratory For Science Learning In Elementary School During The COVID-19 Pandemic. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 9(2), 121–135. <https://doi.org/10.24252/Auladuna.V9i2a1.2022>
- Wörner, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2022). The Best Of Two Worlds: A Systematic Review On Combining Real And Virtual Experiments In Science Education. *Review Of Educational Research*, 92(6). <https://doi.org/10.3102/00346543221079417>