

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran merupakan proses yang dirancang secara sistematis untuk membangun kemampuan berpikir, kreativitas, serta pemahaman konseptual siswa (Afitaningrum & Dewi, 2024). Dalam pembelajaran yang ideal, siswa berperan aktif dalam menemukan konsep, menelaah informasi, serta menarik kesimpulan melalui pengalaman langsung. Praktik pembelajaran pada satuan pendidikan lebih didominasi metode ceramah dan kegiatan belajar satu arah, sehingga siswa kurang memperoleh kesempatan untuk melakukan aktivitas ilmiah secara langsung. Berdasarkan hasil PISA tahun 2022, Indonesia menduduki posisi ke-67 dari 81 negara partisipan dalam aspek sains, dengan perolehan skor rata-rata 383 (Pusmendik, 2023). Analisis terhadap tren hasil PISA dari waktu ke waktu mengungkapkan bahwa kemajuan literasi sains siswa Indonesia cenderung tetap dan belum adanya peningkatan yang signifikan.

Rendahnya literasi sains secara nasional tersebut berbanding lurus dengan penguasaan konsep dasar fisika di tingkat sekolah. Berdasarkan hasil studi pendahuluan melalui tes pemahaman konsep di kelas XI SMA Negeri 3 Rambah, ditemukan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam menginternalisasi prinsip-prinsip fisis dasar. Rata-rata skor pemahaman konsep yang diperoleh siswa sebesar 39,5 yang tergolong dalam kategori

rendah dan belum memenuhi kriteria ketuntasan yang ditetapkan. Kondisi tersebut berimplikasi langsung pada rendahnya Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa, karena pemahaman konsep yang kokoh merupakan fondasi utama bagi siswa untuk dapat melakukan observasi, merumuskan hipotesis, hingga menganalisis data eksperimen secara akurat. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa siswa SMA masih mengalami kesulitan dalam menganalisis hubungan antarbesaran fisika, mengolah data percobaan, serta memformulasikan temuan secara logis (Fitriani *et al.*, 2021). Rendahnya KPS ini menandakan bahwa pembelajaran sains, termasuk fisika, belum memberikan pengalaman eksploratif yang konsisten dan bermakna yang seharusnya menjadi inti pembelajaran fisika.

Permasalahan KPS dalam pembelajaran fisika juga terjadi pada materi listrik. Materi ini bersifat abstrak dan membutuhkan percobaan langsung memvisualisasikan konsep seperti arus, beda potensial, dan resistivitas. Tanpa pengalaman investigatif langsung, siswa cenderung membangun pemahaman yang dangkal dan rentan mengalami kesalahpahaman konsep (G. Safitri *et al.*, 2022). Pelaksanaan praktikum listrik sekolah tidak berjalan optimal karena keterbatasan alat, risiko keselamatan, dan kendala waktu. Sehingga materi listrik sering diajarkan secara konseptual melalui ceramah.

Berdasarkan hasil observasi di SMA Negeri 3 Rambah, sekolah ini belum memiliki alat praktikum listrik yang lengkap sehingga pelaksanaan praktikum tidak dapat dilakukan. Kegiatan praktikum dilakukan di kelas sehingga siswa jarang terlibat dalam aktivitas pengukuran, pengamatan langsung, atau analisis

data. Minimnya kesempatan melakukan percobaan berdampak nyata pada rendahnya KPS. Hal ini diperkuat oleh hasil tes awal KPS kelas X yang menunjukkan capaian rata-rata 53,6% termasuk kategori sangat rendah. Indikator mengamati memperoleh persentase sebesar 56%, mengelompokkan 52%, menafsirkan 56%, meramalkan 52%, mengomunikasikan 54%, mengajukan pertanyaan 52%, mengajukan hipotesis 56%, merencanakan percobaan 52%, menggunakan alat/bahan dan sumber 56%, menerapkan konsep 56%, serta melakukan percobaan 48%. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa masih perlu ditingkatkan melalui penerapan model pembelajaran yang mampu memfasilitasi siswa untuk terlibat secara aktif dalam kegiatan ilmiah, sehingga keterampilan proses sains dapat berkembang secara optimal.

Seiring berkembangnya teknologi, keterbatasan laboratorium fisika dapat diatasi melalui pemanfaatan *virtual laboratorium*. *Virtual lab* menjadikan siswa melakukan simulasi eksperimen secara digital yang menyerupai kegiatan praktikum nyata (Sa'adah *et al.*, 2025). Melalui media ini siswa dapat mengontrol variabel, mengamati fenomena, menganalisis data, dan mengulangi eksperimen tanpa dibatasi ketersediaan alat maupun waktu. Meskipun demikian, penggunaan *virtual lab* baru akan memberikan dampak signifikan apabila didukung oleh model pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk menyelidiki, menemukan pola, dan memvalidasi konsep secara mandiri. Dengan kata lain, *virtual lab* memerlukan model pembelajaran yang mampu mengaktifkan proses berpikir ilmiah siswa secara sistematis.

Salah satu bentuk *virtual lab* yang relevan untuk materi listrik adalah *virtual lab* geolistrik. Melalui simulasi geolistrik, siswa dapat melihat keterkaitan antara arus listrik, beda potensial, dan resistivitas secara konkret. Berbeda dari *virtual lab* kelistrikan umum yang hanya mensimulasikan rangkaian dasar, *virtual lab* geolistrik menawarkan representasi fenomena resistivitas bawah permukaan yang kaya data dan memiliki karakteristik pengukuran yang serupa dengan eksperimen lapangan. Karakteristik ini memberikan peluang lebih besar bagi siswa untuk melakukan analisis kuantitatif, menafsirkan grafik, serta memvalidasi hubungan antarvariabel secara lebih autentik.

Model *discovery learning* dipandang relevan dikolaborasikan dengan *virtual lab* karena menuntun siswa melalui serangkaian tahapan ilmiah mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis informasi, hingga penarikan kesimpulan (Fatmawati *et al.*, 2025). Model *discovery learning* yang dipadukan dengan *virtual lab* mendorong pengembangan keterampilan proses sains melalui pengalaman belajar autentik yang menyerupai kegiatan praktikum di laboratorium. Siswa tidak hanya mengamati fenomena, tetapi juga menalar hubungan sebab-akibat, membuat dugaan, dan memvalidasi hipotesis berdasarkan bukti empiris (Solpa *et al.*, 2022). Dengan demikian integrasi kedua pendekatan ini memiliki potensi kuat dalam meningkatkan keterampilan proses sains.

Berdasarkan penjelasan tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Pengaruh Model *Discovery learning* Berbasis**

***Virtual lab* Geolistrik terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Negeri 3 Rambah**”. Melalui penelitian ini diharapkan adanya peningkatan signifikan pada keterampilan proses sains siswa, khususnya pada materi listrik serta kontribusi dalam pengembangan pendidikan fisika yang adaptif terhadap kemajuan teknologi sekaligus mendukung penguatan kompetensi ilmiah siswa pada era pendidikan abad ke-21.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana Pengaruh Model *Discovery learning* Berbasis *Virtual lab* Geolistrik terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Negeri 3 Rambah?”

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh Model *Discovery learning* Berbasis *Virtual lab* Geolistrik terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Negeri 3 Rambah.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang diteliti tidak terlalu luas ruang lingkupnya serta terarah tujuan yang akan dicapai, maka permasalahan dalam penelitian dibatasi yaitu penelitian ini dilakukan pada kelas X SMA Negeri 3 Rambah sebagai

subjek penelitian. Adapun materi pembelajaran yang dikaji secara khusus dibatasi pada materi listrik, dengan penekanan pada konsep-konsep inti yaitu arus listrik, beda potensial, dan resistivitas.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi siswa, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan pemahaman konsep materi listrik secara lebih mendalam dan aplikatif melalui pembelajaran yang interaktif dan kontekstual dengan media *virtual lab*.
2. Bagi guru, penelitian ini memberikan alternatif model pembelajaran inovatif yang dapat membantu guru menyampaikan materi abstrak dengan metode yang lebih menarik dan efektif.
3. Bagi peneliti, untuk menambah wawasan serta pengalaman bagi penulis tentang penggunaan *virtual lab* geolistrik sebagai bahan ajar yang digunakan

1.6 Definisi Istilah

Untuk menghindari kesalahan dalam memahami penelitian ini, maka perlu dijelaskan kata-kata istilah yang terdapat dalam judul diatas, yaitu sebagai berikut:

1. Model *Discovery learning*

Model *discovery learning* adalah proses pembelajaran yang diperoleh melalui observasi atau eksperimen, menciptakan lingkungan inovatif yang

mendorong siswa aktif menemukan pengetahuan sendiri untuk meningkatkan hasil belajar secara mendalam (Fiska *et al.*, 2025). Model *discovery learning* adalah metode pembelajaran yang melatih kemampuan intelektual siswa melalui penyelidikan masalah, sehingga meningkatkan rasa ingin tahu, motivasi belajar, dan perubahan perilaku positif. Model ini menekankan proses terstruktur untuk membentuk pengetahuan baru dari pengalaman langsung (Fatmawati *et al.*, 2025). Dalam penelitian ini, model *discovery learning* adalah proses inovatif di mana siswa secara aktif mengubah informasi menjadi pengetahuan baru melalui hipotesis, induksi, dan tahapan sistematis seperti stimulasi serta pengumpulan data.

2. *Virtual lab*

Virtual lab adalah ruangan simulasi pembelajaran dalam ruang virtual yang memfasilitasi interaksi dan pengelolaan kelompok, berbasis perangkat lunak untuk observasi atau percobaan di PC/Android, hemat biaya, dan fleksibel "kapan saja, di mana saja" (Pavitasari *et al.*, 2025). *Virtual lab* (V-Lab) merupakan platform simulasi berbasis website yang memfasilitasi praktikum, menawarkan fleksibilitas belajar mandiri melalui video, teks dinamis, dan konfigurasi aman tanpa ketergantungan alat fisik. Pendekatan ini meningkatkan keterampilan praktik secara efektif (Sa'adah *et al.*, 2025). Pada penelitian ini, *virtual lab* adalah pembelajaran praktikum berbasis web yang menyajikan simulasi interaktif lengkap dengan fitur pencatatan data sehingga siswa dapat melakukan percobaan, mengelola

kelompok, dan berlatih keterampilan prosedural secara aman dan hemat biaya layaknya di laboratorium nyata.

3. Geolistrik

Geolistrik didefinisikan sebagai salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di permukaan bumi untuk mendeteksi lapisan bawah tanah seperti akuifer air tanah (Mayori *et al.*, 2023). Geolistrik didefinisikan sebagai metode geofisika yang menggunakan sifat kelistrikan untuk mengenali kondisi bawah permukaan bumi melalui pengukuran resistivitas (Serpong, 2020). Pada penelitian ini, geolistrik merupakan metode geofisika yang memanfaatkan sifat kelistrikan tanah dan batuan untuk mendeteksi serta memetakan lapisan bawah permukaan bumi melalui pengukuran aliran listrik atau resistivitas.

4. Keterampilan Proses Sains (KPS)

KPS sebagai kemampuan memahami, mengembangkan, merefleksi, dan memformulasi ilmu pengetahuan melalui pengalaman belajar, mencakup proses dasar dan terintegrasi untuk membangun pengetahuan secara mandiri (Angelia & Suparti, 2022). KPS merupakan kompetensi fundamental yang memungkinkan siswa menerapkan metode ilmiah untuk mengeksplorasi fenomena sains, melatih observasi, analisis, dan pemecahan masalah (Septiana *et al.*, 2024). Pada penelitian ini, KPS merupakan kemampuan ilmiah terintegrasi yang digunakan siswa untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan pengetahuan sains melalui serangkaian

langkah kerja ilmiah, seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, menafsirkan data, melakukan eksperimen, dan menyimpulkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model Pembelajaran *Discovery learning*

Discovery learning adalah proses mental dimana siswa mampu mengasimilasikan suatu konsep atau prinsip, dimana proses mental tersebut adalah mengamati, menjelaskan, mengelompokan, membuat kesimpulan dan sebagainya (Andriani *et al.*, 2021). *Discovery learning* adalah belajar penemuan yaitu belajar dari studi kontemporer dalam psikologi kognitif untuk mendorong pengembangan metode yang lebih spesifik, yang didefinisikan karakteristiknya adalah bahwa siswa harus menghasilkan unit dan struktur pengetahuan abstrak seperti konsep dan alur oleh penalaran induktif mereka sendiri tentang hal yang bukan abstrak dalam materi pembelajaran (Marisya & Sukma, 2020).

Discovery learning merupakan rangkaian kegiatan pembelajaran yang melibatkan secara maksimal kemampuan siswa untuk menyelidiki secara sistematis, kritis, dan logis guna menemukan pengetahuan, sikap, serta keterampilan sebagai wujud perubahan perilaku belajar (Fadilah *et al.*, 2025). *Discovery learning* adalah belajar mencari dan menemukan sendiri. Dalam sistem belajar mengajar ini guru menyajikan bahan pelajaran tidak dalam bentuk yang final, tetapi siswa diberi peluang untuk mencari dan menemukan sendiri dengan mempergunakan teknik pendekatan pemecahan masalah.

Tujuan dari pembelajaran *Discovery learning* adalah sebagai berikut (Nababan *et al.*, 2023):

1. Pada kegiatan penyelidikan ataupun penemuan siswa mempunyai kesempatan supaya terlibat dalam proses pembelajaran.
2. Melalui penemuan yang telah dilakukan, siswa belajar menemukan pola dalam situasi konkret dan juga abstrak.
3. Siswa belajar merumuskan strategi tanya jawab yang konkret dan mudah dipahami melalui penggunaan metode tanya jawab untuk memperoleh pengetahuan baru.
4. Pembelajaran melalui penemuan mampu membantu siswa dalam membentuk cara bekerja sama dengan efektif, saling memberi informasi, mampu mendengar pendapat orang lain
5. Keterampilan-keterampilan, konsep, serta prinsip yang dipelajari akan lebih bermakna jika dilakukan melalui penemuan-penemuan oleh siswa.
6. Keterampilan yang dipelajari mampu dilakokan dalam kehidupan sehari-hari.

Agar pelaksanaan model *discovery learning* di kelas berjalan lancar, tahapan atau prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan belajar mengajar secara umum adalah sebagai berikut (Suwiti, 2022):

1. *Stimulation* (pemberian rangsangan): siswa dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungan, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Stimulasi

pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu siswa dalam mengeksplorasi bahan.

2. *Problem statement* (pernyataan/identifikasi masalah): guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang berkaitan dengan mata pelajaran. Setelah itu, dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban awal dari pertanyaan yang dimaksud).
3. *Data collection* (pengumpulan data): Siswa harus mengumpulkan sebanyak mungkin data yang relevan untuk membuktikan apakah prediksi itu benar atau tidak. Siswa diberi kesempatan untuk memperoleh berbagai informasi penting, studi literatur, menelaah item, mewawancarai sumber, melaksanakan eksperimen sendiri, dan lain-lain.
4. *Data Processing* (pengolahan data): kegiatan mengolah data dan informasi yang diperoleh siswa melalui wawancara, observasi, dan sebagainya. Selanjutnya ditafsirkan, dan semuanya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi, bahkan bila perlu dihitung cara tertentu serta ditafsirkan pada tingkat kepercayaan tertentu. *data processing* disebut juga dengan pengkodean (*coding*)/kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi.
5. *Verification* (pembuktian): Siswa melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil *data processing*. Berdasarkan hasil pengolahan dan tafsiran atau informasi yang ada, pernyataan atau

hipotesis yang telah dirumuskan terdahulu, kemudian di cek, apakah terjawab atau tidak, apakah terbukti atau tidak.

6. *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi): merupakan proses menarik kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama dengan memerhatikan hasil verifikasi. Berdasarkan hasil verifikasi maka dirumuskan prinsip-prinsip yang mendasari generalisasi. Setelah menarik kesimpulan, siswa harus memerhatikan proses generalisasi yang menekankan pentingnya penguasaan atas makna dan kaidah atau prinsip-prinsip yang luas yang mendasari pengalaman seseorang, serta pentingnya proses pengaturan dan generalisasi dari pengalaman-pengalaman itu.

Adapun kelebihan dari model *discovery learning* adalah (A. O. Safitri *et al.*, 2022):

1. Membantu siswa untuk memperbaiki dan meningkatkan keterampilan-keterampilan dan proses-proses kognitif
2. Model ini memungkinkan siswa berkembang dengan cepat dan sesuai dengan kecepatannya sendiri
3. Meningkatkan tingkat penghargaan pada siswa, karena unsur berdiskusi,
4. Mampu menimbulkan perasaan senang dan bahagia karena siswa berhasil melakukan penelitian
5. Membantu siswa menghilangkan skeptisme (keragu-raguan) karena mengarah pada kebenaran yang final dan tertentu atau pasti

Adapun kekurangan dari model *discovery learning* adalah (Aldiyansyah *et al.*, 2024):

1. Siswa harus memiliki kesiapan dan kematangan mental, siswa harus berani dan berkeinginan untuk mengetahui keadaan sekitarnya dengan baik. Terkadang terhitung sangat sulit untuk mewujudkannya.
2. Dalam keadaan di kelas gemuk atau yang memiliki jumlah siswa terlalu banyak, maka metode ini tidak akan mencapai hasil yang memuaskan. Guru akan kesulitan untuk benar-benar memperhatikan proses pembelajaran setiap siswa.
3. Guru dan siswa yang sudah sangat terbiasa dengan PBM gaya lama maka metode *discovery learning* ini akan mengecewakan
4. Ada kritik yang menyatakan bahwa bahwa proses dalam model *discovery* terlalu mementingkan proses pemahaman saja, sementara perkembangan sikap dan keterampilan siswa dikhawatirkan kurang menjadi sorotan

2.2 Virtual lab

Virtual lab adalah platform berbasis web yang menyediakan simulasi 3D realistis dengan elemen interaktif seperti kontrol variabel independen, pengukuran data *real-time*, visualisasi grafis, serta fitur kolaboratif multi-pengguna, sehingga siswa dapat melakukan praktikum mandiri kapan saja, di mana saja, sambil mengurangi risiko kecelakaan dan biaya operasional laboratorium tradisional (Almira *et al.*, 2023).

Virtual lab sebagai sistem pembelajaran adaptif yang mengintegrasikan video tutorial dinamis, teks instruksional, animasi proses mikroskopis, dan umpan balik otomatis berbasis AI untuk mendukung pengembangan keterampilan proses sains dasar seperti mengamati, mengklasifikasikan, dan menyimpulkan, khususnya efektif dalam pendidikan sains jarak jauh (Sa'adah *et al.*, 2025).

Virtual lab didefinisikan lebih luas sebagai infrastruktur teknologi terbuka yang aman, skalabel, dan aksesibel via perangkat mobile, di mana eksperimen dapat diulang tak terbatas dengan variasi parameter untuk mendukung pendekatan *inquiry-based learning*, termasuk *discovery learning* dalam konteks fisika dan geofisika (Gunawan *et al.*, 2023)

Terdapat beberapa karakteristik *laboratorium virtual* antara lain.

1. *Accessibility*, memberikan kemudahan kepada siswa untuk mengakses *laboratorium virtual* dengan situasi yang sama pada situasi nyata
2. *Observability*, kebanyakan latihan laboratorium merupakan bentuk dari eksperimen dimana siswa ingin menelusuri fakta atau hasil eksperimen yang telah mereka lakukan. *Laboratorium virtual* tidak membatasi kemampuan siswa dalam mengobservasi suatu objek penelitian
3. *Ability to stimulate realistic scenario*, kenyataan virtual sebuah laboratorium tidak membatasi kemampuan siswa dalam laboratorium untuk mensimulasikan hal yang bersifat realistis
4. *Realistic*, sebuah *laboratorium virtual* mempunyai kapasitas dalam mengembangkan peralatan

5. *Insulated*, aktivitas di lab seharusnya tidak terikat dengan tempat

Penggunaan *virtual lab* dalam pembelajaran fisika memiliki sejumlah kelebihan, di antaranya meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan eksperimen, membantu pemahaman konsep melalui visualisasi dan simulasi, serta menghemat biaya dan waktu praktikum. *Virtual lab* juga memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara berulang sehingga mendorong terjadinya proses belajar yang lebih mendalam. Namun demikian, *virtual lab* memiliki keterbatasan karena siswa tidak berinteraksi secara langsung dengan alat dan bahan nyata, sehingga pengalaman psikomotor tertentu belum dapat berkembang secara optimal.

Dalam konteks penerapan model *discovery learning*, *virtual lab* berperan sebagai media yang memfasilitasi proses penemuan konsep oleh siswa. Melalui kegiatan simulasi eksperimen, siswa dilatih untuk mengamati fenomena, mengumpulkan dan mengolah data, menguji hipotesis, serta menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis. Aktivitas tersebut secara langsung melibatkan indikator keterampilan proses sains, sehingga penggunaan *virtual lab* menjadi sarana yang efektif dalam mendukung pengembangan keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran fisika.

2.3 *Virtual lab* Geolistrik

Geolistrik merupakan salah satu aplikasi konsep kelistrikan yang memanfaatkan aliran arus listrik dan pengukuran beda potensial untuk

memahami karakteristik suatu

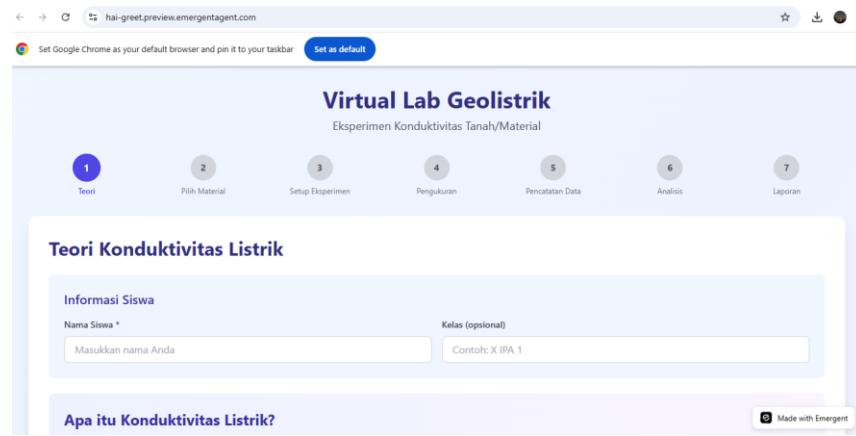
medium. Dalam konteks pendidikan fisika SMA, geolistrik tidak diposisikan sebagai kajian geofisika yang bersifat teknis, melainkan sebagai konteks pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami konsep-konsep dasar kelistrikan yang bersifat abstrak, seperti arus listrik, beda potensial, dan resistivitas. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pembelajaran fisika yang menekankan pemahaman konsep melalui pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual (Sudana *et al.*, 2022).

Dalam konteks geolistrik, *virtual lab* geolistrik berfungsi sebagai media pembelajaran yang menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Melalui simulasi geolistrik, siswa dapat mengamati hubungan antarbesaran listrik secara visual dan interaktif, sehingga membantu mereka membangun pemahaman konseptual yang lebih baik. Selain itu, aktivitas simulasi geolistrik mendorong siswa untuk melakukan proses penemuan melalui pengumpulan dan analisis data, yang selaras dengan karakteristik model *discovery learning* (Nosela *et al.*, 2021).

Langkah-langkah menggunakan *virtual lab* geolistrik:

1. Akses tautan *virtual lab* geolistrik

Kunjungi <https://hai-greet.preview.emergentagent.com/> melalui perangkat digital yang tersedia.

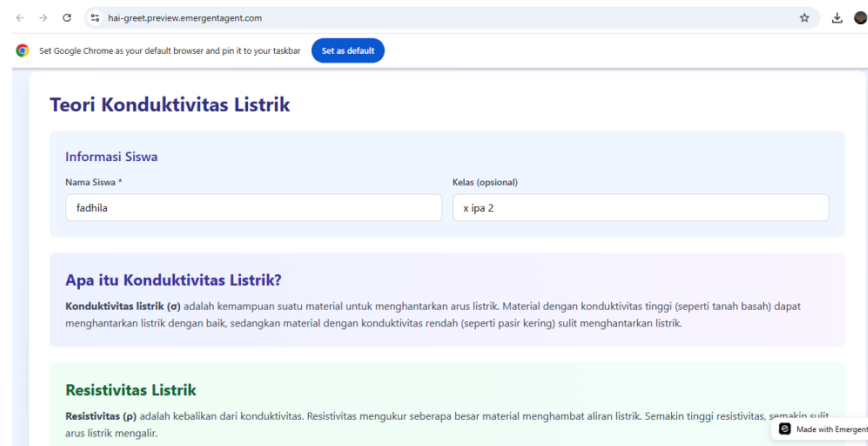


Gambar 2. 1 Tampilan *virtual lab* geolistrik

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2026)

2. Lengkapi informasi siswa

Siswa diarahkan untuk mengisi identitas diri yang telah disediakan pada tampilan awal media. Kemudian menggulir layar ke bagian bawah halaman untuk melanjutkan ke tahap berikutnya, kemudian menekan tombol “Selanjutnya”.

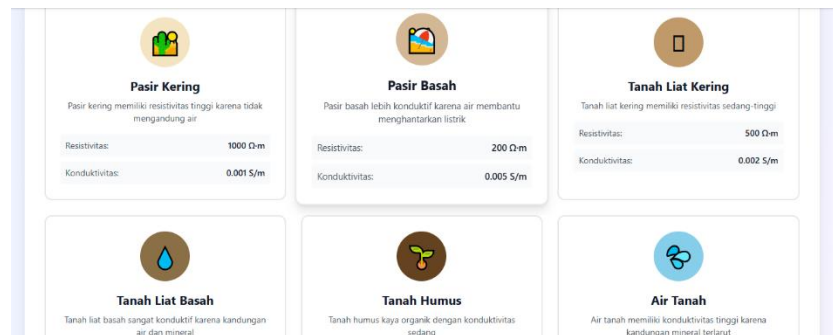


Gambar 2. 2 Tampilan pengisian informasi siswa

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2026)

3. Pemilihan material

Pada tahap pemilihan material, siswa diarahkan untuk memilih sedikitnya dua jenis material yang tersedia pada *virtual lab* geolistrik untuk digunakan dalam praktikum *virtual*.

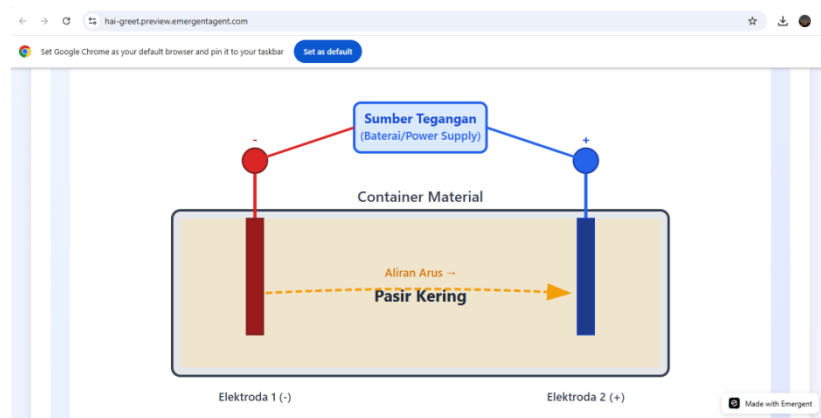


Gambar 2. 3 Tampilan menu pemilihan material

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2026)

4. Pengaturan eksperimen

Pada tahap pengaturan eksperimen, siswa menentukan parameter yang akan digunakan dalam simulasi *virtual*.

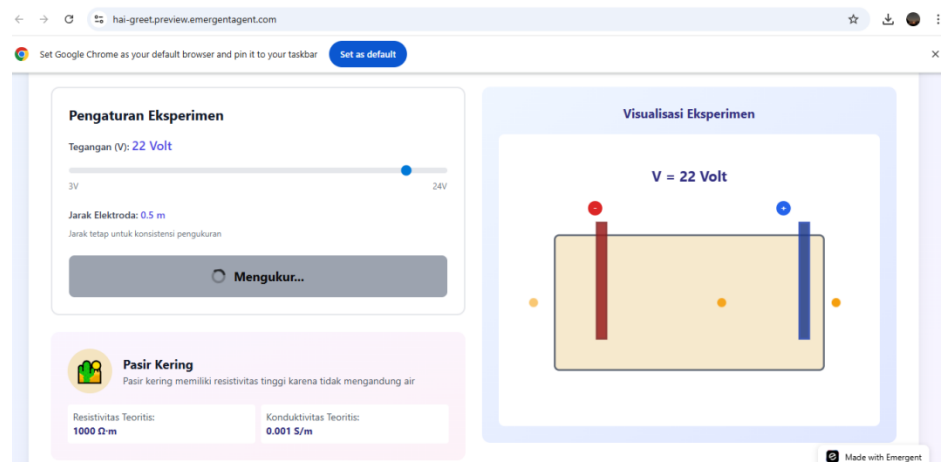


Gambar 2. 4 Tampilan menu pengaturan eksperimen

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2026)

5. Pelaksanaan pengukuran

Siswa melakukan pengukuran eksperimen terhadap material yang telah dipilih. Pengukuran dilakukan dengan mengamati nilai-nilai besaran listrik yang ditampilkan pada simulasi sesuai dengan pengaturan eksperimen yang telah ditentukan sebelumnya.

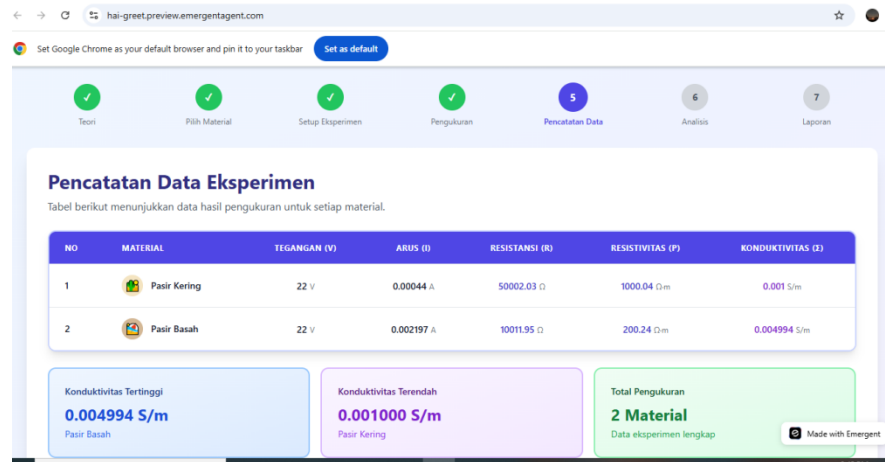


Gambar 2. 5 Tampilan menu pelaksanaan pengukuran

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2026)

6. Pencatatan data

Virtual lab menampilkan menu pencatatan data yang digunakan untuk merekam hasil pengukuran eksperimen yang telah dilakukan.

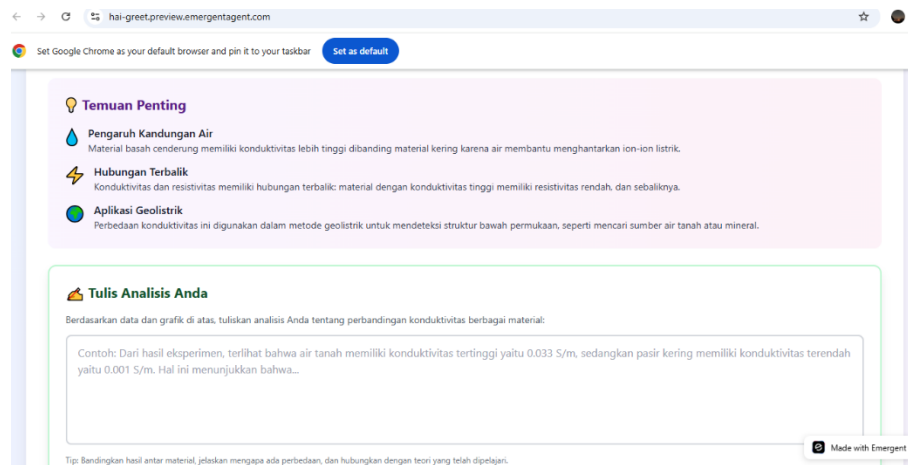


Gambar 2. 6 Tampilan menu pencatatan data

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2026)

7. Analisis data

Data yang telah dicatat kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi pola hubungan antar variabel yang diamati pada masing-masing material. Melalui proses analisis ini, siswa diarahkan untuk menafsirkan data hasil simulasi serta mengaitkannya dengan konsep kelistrikan yang dipelajari.

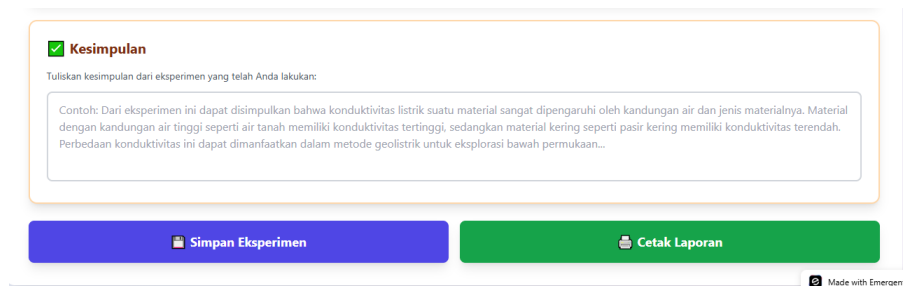


Gambar 2. 7 Tampilan menu analisis data

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2026)

8. Laporan Eksperimen

Siswa menyajikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis data dan pengamatan selama praktikum *virtual*. Penyusunan kesimpulan bertujuan untuk merangkum temuan utama eksperimen serta menunjukkan pemahaman siswa terhadap hubungan antar variabel yang diamati.



Gambar 2. 8 Tampilan menu laporan eksperimen

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2026)

Integrasi geolistrik sebagai media pembelajaran berbasis *virtual lab* dengan model *discovery learning* memberikan pengalaman belajar yang

berorientasi pada proses. Siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi didorong untuk menemukan konsep melalui aktivitas eksplorasi dan investigasi. Dengan demikian, geolistrik dalam pembelajaran fisika SMA berperan sebagai media kontekstual yang mendukung pengembangan keterampilan proses sains secara optimal, khususnya dalam aspek mengamati, mengukur, menginterpretasi data, dan menarik kesimpulan (Fikriyah & Ahied, 2022).

2.4 Keterampilan Proses Sains

Keterampilan Proses Sains (KPS) didefinisikan sebagai proses kognitif saintifik yang mencakup keterampilan dasar (observasi, pengukuran, klasifikasi, kuantifikasi, inferensi, prediksi) dan terintegrasi (identifikasi masalah, hipotesis, desain eksperimen, interpretasi data); secara lebih luas, KPS membekali siswa dengan kemampuan untuk menerapkan metode ilmiah secara sistematis, sehingga meningkatkan pemahaman mendalam terhadap prinsip-prinsip sains dan kemampuan memecahkan masalah kompleks di lingkungan pendidikan (Septiana *et al.*, 2024).

KPS melibatkan proses pemikiran kognitif tingkat tinggi dengan 11 indikator utama, termasuk pengamatan, pengklasifikasian, komunikasi, prediksi, kesimpulan, interpretasi data, hipotesis, pengendalian variabel, definisi operasional, dan eksperimen; definisi ini menekankan peran KPS sebagai fondasi pembelajaran aktif yang memfasilitasi siswa untuk tidak hanya

menghafal fakta sains tetapi juga membangun pengetahuan melalui inkuiri mandiri dan kolaboratif (Susanti et al., 2025).

KPS digambarkan sebagai keterampilan dasar sains yang esensial untuk pembelajaran efektif, di mana siswa dilatih menjadi aktif, bertanggung jawab, dan mandiri melalui aktivitas seperti observasi, pengukuran, klasifikasi, serta integrasi proses seperti hipotesis dan analisis data; kelebihan utamanya adalah memperkuat metode penelitian saintifik, sehingga siswa mampu menghasilkan pengetahuan autentik yang relevan dengan konteks kehidupan nyata (Rahmaniati & Aulia, 2025).

Adapun KPS dan indikator dijabarkan dalam Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2. 1 Indikator KPS

No	Keterampilan Proses Sains	Indikator
1.	Mengamati	- Menggunakan berbagai indera - Mengumpulkan/menggunakan fakta yang relevan
2.	Mengelompokkan	- Mencatat setiap pengamatan secara terpisah - Mencari perbedaan, persamaan - Mengkontraskan ciri-ciri - Membandingkan - Mencari dasar pengelompokkan
3.	Menafsirkan	- Menghubungkan hasil pengamatan - Menemukan pola/keteraturan dalam suatu seri pengamatan - Menarik kesimpulan sementara
4.	Meramalkan	- Menggunakan pola-pola - Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum terjadi
5.	Mengkomunikasikan	- Mendeskripsikan data empiris hasil percobaan dengan grafik/table/diagram - Menyusun laporan secara sistematis dan jelas - Menjelaskan hasil percobaan - Membaca tabel/grafik/diagram - Mendiskusikan hasil kegiatan

No	Keterampilan Proses Sains	Indikator
6.	Mengajukan pertanyaan	- Bertanya apa, bagaimana dan mengapa - Bertanya untuk meminta penjelasan - Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis
7.	Mengajukan hipotesis	- Menguji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau cara melakukan pemecahan masalah
8.	Merencanakan percobaan	- Menentukan alat, bahan atau sumber yang digunakan - Menentukan variabel atau faktor-faktor penentu - Menentukan apa yang dilaksanakan berupa langkah kerja
9.	Menggunakan alat/bahan/sumber	- Memakai alat/bahan/sumber - Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan/sumber
10.	Menerapkan konsep	- Menggunakan konsep/prinsip yang telah dipelajari dalam situasi baru - Menggunakan konsep/prinsip pada pengalaman baru untuk menjelaskan yang sedang terjadi
11.	Melakukan percobaan	- Melakukan percobaan sesuai langkah-langkah percobaan yang telah direncanakan

Sumber : (Aditias & Kuswanto, 2024)

2.5 Materi

2.5.1 Listrik

Arus listrik adalah aliran muatan listrik yang bergerak melalui suatu penghantar dalam selang waktu tertentu. Arus listrik terjadi apabila terdapat beda potensial antara dua titik dan rangkaian berada dalam keadaan tertutup. Besarnya arus listrik menunjukkan jumlah muatan yang mengalir setiap satuan waktu dan dinyatakan dalam satuan ampere (A).

Secara matematis, arus listrik dirumuskan sebagai:

$$I = \frac{Q}{t}$$

(2.1)

Dengan:

I = Arus listrik (A)

Q = Muatan (c)

t = Waktu (s)

Dalam pembelajaran fisika SMA, pengukuran arus listrik dilakukan menggunakan amperemeter yang dipasang secara seri pada rangkaian. Melalui kegiatan pengukuran ini, siswa dilatih untuk mengamati aliran arus, membaca alat ukur, serta menganalisis pengaruh perubahan komponen rangkaian terhadap besar arus listrik.

2.5.2 Beda Potensial

Beda potensial listrik adalah besaran fisika yang menyatakan energi listrik per satuan muatan antara dua titik dalam suatu rangkaian listrik. Beda potensial berperan sebagai gaya pendorong yang menyebabkan muatan listrik dapat bergerak sehingga menimbulkan arus listrik. Satuan beda potensial listrik adalah volt (V).

$$V = \frac{W}{Q}$$

(2.2)

Dengan:

V = Beda Potensial (V)

W = Energi atau Usaha listrik (J)

Q = Muatan listrik (C)

Hubungan antara beda potensial, arus listrik, dan hambatan dalam suatu rangkaian dinyatakan melalui Hukum Ohm, yaitu:

$$V = I \cdot R$$

(2.3)

Keterangan :

R = Hambatan Listrik (Ω)

Dalam pembelajaran fisika SMA, beda potensial diukur menggunakan voltmeter yang dipasang secara paralel. Aktivitas ini membantu siswa memahami hubungan fungsional antara tegangan dan arus listrik, sekaligus melatih kemampuan menginterpretasi data hasil pengukuran.

2.5.3 Resistivitas

Resistivitas merupakan sifat intrinsik suatu bahan yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut dalam menghambat aliran arus listrik. Nilai

resistivitas dipengaruhi oleh jenis bahan, kondisi fisik, dan suhu, namun tidak bergantung pada bentuk maupun ukuran geometris bahan. Dalam kajian fisika, resistivitas digunakan untuk membedakan karakteristik kelistrikan berbagai medium, baik padat, cair, maupun medium alam seperti tanah.

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.4)$$

Dengan :

R: Resistivitas (Ωm)

L: Panjang silinder konduktor (m)

A: Luas penampang silinder konduktor (m^2)

Dalam kajian geolistrik, resistivitas digunakan sebagai parameter utama untuk membedakan kondisi tanah berdasarkan respons kelistrikannya terhadap arus yang diinjeksi. Perbedaan nilai resistivitas mencerminkan variasi sifat fisik tanah, sehingga dapat digunakan untuk menginterpretasikan kondisi bawah permukaan. Melalui pembelajaran berbasis *virtual lab* geolistrik, siswa dapat mengamati perubahan nilai resistivitas pada berbagai kondisi tanah secara visual dan sistematis, sehingga membantu pemahaman konsep serta pengembangan keterampilan proses sains.

2.6 Penelitian Yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Hartati (2022) dengan judul “Keterampilan Proses Sains Siswa melalui Model Pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)* pada Materi Biologi” yang diterbitkan di JIIP Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan Volume 5 Nomor 12 Desember 2022. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh model *PBL* terhadap keterampilan proses sains (KPS) siswa pada praktikum biologi. Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan *pre-test post-test control group design*. Penelitian ini menggunakan subjek siswa kelas X IPA SMAN 2 Kota Bima, dengan kelas eksperimen (26 siswa) dan kelas kontrol (24 siswa). Dari penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan KPS kelas eksperimen rata-rata 72,82 (kategori baik) dibanding kelas kontrol 56,31 (kategori cukup), dengan aspek observasi dan komunikasi tertinggi; respon siswa terhadap *PBL* mencapai 97,6% sangat baik/setuju. Perbedaan dengan penelitian ini pada penelitian Hartati menggunakan *PBL* pada materi biologi di SMAN 2 Bima, sedangkan penelitian ini menggunakan *discovery learning* berbantuan *virtual lab* untuk keterampilan proses sains pada materi fisika geolistrik di SMA Negeri 3 Rambah.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Santiawati (Santiawati *et al.*, 2022) dengan judul “Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Negeri 2 Burneh”. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan persentase dan tingkat keterampilan proses sains siswa pada materi getaran, gelombang, dan bunyi. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan

pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Subjek penelitian terdiri dari siswa kelas VIII SMP Negeri 2 Burneh yang berjumlah 20 siswa yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes keterampilan proses sains berbentuk soal esai yang mencakup empat indikator, yaitu mengamati, memprediksi, mengkomunikasikan, dan menyimpulkan. Selain itu, berdasarkan kategori tingkat keterampilan proses sains diperoleh bahwa 15% siswa berada pada kategori tinggi, 45% kategori sedang, dan 40% kategori rendah. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Santiawati dkk. terletak pada tujuan dan konteks penelitian.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Widiastutik (2023) dengan judul “Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas VIII E melalui Model *Problem Based Learning*”. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa melalui penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning*. Jenis penelitian ini menggunakan penelitian tindakan kelas yang dilaksanakan dalam dua siklus, dimana setiap siklus terdiri dari tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Penelitian ini menggunakan subjek yang terdiri dari siswa kelas VIII E di SMP Negeri 17 Semarang. Dari penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan keterampilan proses sains siswa, dimana pada siklus I hasil observasi keterampilan proses sains memperoleh rata-rata 72,42 dengan kategori tinggi dan meningkat pada siklus II menjadi 86,09 dengan kategori sangat tinggi. Selain itu, hasil tes tertulis

keterampilan proses sains juga mengalami peningkatan dari rata-rata 70 pada siklus I menjadi 86,56 pada siklus II dengan kategori sangat tinggi. Perbedaan dengan penelitian ini pada penelitian yang dilakukan oleh Widiastutik dkk. menggunakan model *Problem Based Learning* dan dilaksanakan pada jenjang SMP, sedangkan pada penelitian ini menggunakan model *discovery learning* untuk melihat keterampilan proses sains siswa pada materi fisika listrik di SMA Negeri 3 Rambah.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Azhar (Azhar *et al.*, 2023) dengan judul *The Effectiveness of The Virtual lab-Assisted Guided Discovery learning Model on Students' Science Process Skills*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterampilan proses sains siswa setelah menggunakan model *guided discovery* yang dibantu oleh *virtual lab PhET* pada materi getaran dan gelombang serta efektivitas penerapan model pembelajaran *guided discovery* yang dibantu oleh *virtual lab PhET*. Penelitian ini dilakukan di SMPN 2 Siak. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi-eksperimen* dengan rancangan *posttest-only control group design*. Sampel penelitian ini adalah kelas eksperimen dan kelas kontrol, masing-masing kelas memiliki 33 siswa. Data penelitian diperoleh dengan menggunakan instrumen tes keterampilan proses sains. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata keterampilan proses kelas eksperimen $\bar{x}=76,76$ dan kelas kontrol $\bar{x}=57,23$. Hasil uji *t* menggunakan perangkat lunak SPSS diperoleh dengan $(\text{sig}) 0,000 < 0,05$. Disimpulkan bahwa model pembelajaran *guided discovery* yang dibantu oleh *virtual lab PhET* lebih

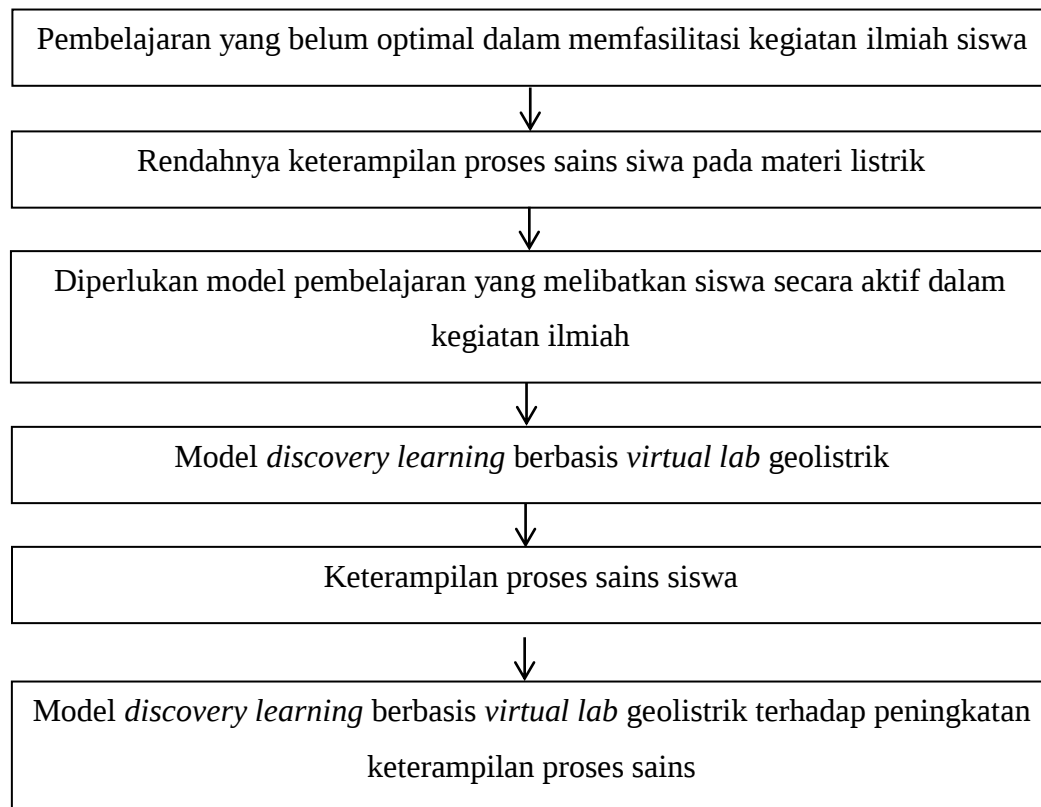
efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses siswa. Perbedaan dengan penelitian ini pada penelitian yang dilakukan oleh Azhar untuk melihat keterampilan proses sains berbantuan *virtual lab PhET* pada materi getaran dan gelombang, sedangkan pada penelitian ini untuk melihat keterampilan proses sains berbasis *virtual lab* pada materi fisika geolistrik.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Yumniya & Hamdani (2025) dengan judul “Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa pada Pembelajaran IPA”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran IPA. Jenis penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Penelitian ini menggunakan subjek yang terdiri dari siswa kelas VIII di salah satu sekolah menengah pertama. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes keterampilan proses sains yang mencakup beberapa indikator, yaitu mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan data, memprediksi, dan mengkomunikasikan. Dari penelitian ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa masih berada pada kategori sedang hingga rendah pada beberapa indikator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator mengamati memiliki persentase yang lebih tinggi dibandingkan indikator lainnya, sedangkan indikator menafsirkan data dan memprediksi masih tergolong rendah sehingga perlu adanya upaya peningkatan melalui penerapan model pembelajaran yang lebih efektif. Perbedaan dengan penelitian ini pada penelitian yang dilakukan oleh Mawaddah dan Hidayat berfokus pada analisis tingkat

keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran IPA secara umum, sedangkan pada penelitian ini untuk melihat keterampilan proses sains siswa pada materi fisika geolistrik di SMA Negeri 3 Rambah.

2.7 Kerangka Konseptual

Berdasarkan permasalahan pembelajaran fisika yang belum optimal dalam memfasilitasi kegiatan ilmiah siswa, menyebabkan keterampilan proses sains (KPS) siswa pada materi listrik masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, diperlukan suatu model pembelajaran yang dapat melibatkan siswa secara aktif dalam proses penemuan konsep dan kegiatan ilmiah. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah model *Discovery Learning* berbasis *Virtual Lab* Geolistrik. Melalui penerapan model tersebut, siswa diharapkan dapat terlibat dalam kegiatan penyelidikan, pengamatan, dan analisis data sehingga keterampilan proses sains siswa dapat meningkat. Kerangka konseptual penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9 Kerangka Konseptual

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif. Desain yang digunakan berbentuk *pre-eksperimental* desain tipe *one-group pretest posttest* (tes awal – tes akhir kelompok tunggal). Penggunaan desain penelitian ini ditandai dengan pemberian *pretest* di awal pembelajaran yang kemudian diberikan perlakuan (*treatment*) dan diberi *posttest* pada tahap akhir pembelajaran. Desain penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Desain ini digambarkan pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Desain Penelitian

<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>
O ₁	X	O ₂

(3.1)

Sumber : (Sugiyono, 2019)

Keterangan:

O₁ : Nilai *pretest* (sebelum diberikan perlakuan)

X : Perlakuan (*Treatment*)

O₂ : Nilai *posttest* (setelah diberi perlakuan)

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Waktu penelitian adalah waktu yang digunakan selama penelitian

berlangsung. Penelitian ini dilakukan pada pembelajaran semester genap.

3.2.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 3 Rambah, Kecamatan Rambah, Kabupaten Rokan Hulu.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari objek/subjek dengan kualitas dan karakteristik khusus yang ditetapkan peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulan (Amin *et al.*, 2023). Berdasarkan uraian tersebut maka yang menjadi subjek penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMA Negeri 3 Rambah yang terdiri dari 1 kelas dengan jumlah 25 siswa.

3.3.2 Sampel Penelitian

Menurut Sugiyono (2019) menyatakan bahwa Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Pengambilan sampel sangatlah diperlukan dalam sebuah penelitian karena hal ini digunakan untuk menentukan siapa saja anggota dari populasi yang hendak dijadikan sampel. Untuk itu teknik pengambilan sampel haruslah secara jelas tergambarkan dalam rencana penelitian sehingga jelas dan tidak membingungkan ketika terjun di lapangan.

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel yaitu sampling jenuh. Menurut Sugiyono (2019) pengertian dari sampling jenuh adalah teknik penentuan sampel bila semua anggota populasi dijadikan sampel, hal ini bila dilakukan bila jumlah populasi *relative* kecil, kurang dari 35. Jadi jumlah sampel pada penelitian ini berjumlah 25 siswa.

Tabel 3. 2 Sampel Siswa Kelas X SMA Negeri 3 Rambah

Kelas	Jumlah	
	Laki-Laki	Perempuan
X	13	12
Total	25	

(Sumber : Observasi Awal di Kelas X SMA Negeri 3 Rambah, 2026)

3.4 Variabel Penelitian

Dalam edisi terbaru, Sugiyono (2019) menyatakan bahwa variabel penelitian adalah segala sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari, sehingga informasi dapat diperoleh dan ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini variabel digunakan yaitu :

3.4.1 Variabel Bebas (*Independen*)

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penerapan model *discovery learning* berbasis *virtual lab* geolistrik.

3.4.2 Variabel Terikat (*Dependen*)

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian pada pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan
 - a. Melakukan survei dan berkonsultasi dengan kepala sekolah serta guru mata pelajaran Fisika SMA Negeri 3 Rambah untuk meminta izin melaksanakan penelitian.
 - b. Menentukan materi yang akan digunakan sebagai materi penelitian.
2. Tahap Pelaksanaan
 - a. Memberikan tes untuk meningkatkan keterampilan proses sains
3. Tahap Akhir
 - a. Mengolah data yang telah diperoleh dari hasil penelitian
 - b. Menganalisis data hasil penelitian
 - c. Membahas hasil pengolahan data yang telah diperoleh
 - d. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil dari pengolahan data

3.6 Instrumen Penelitian

Pada prinsipnya melakukan penelitian adalah melakukan pengukuran, maka harus ada alat ukur yang baik. Alat ukur dalam penelitian biasa dinamakan instrumen penelitian. Menurut Sugiyono, instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari modul, soal dan lembar observasi.

3.6.1 Uji Validitas Instrumen dan Reliabilitas

1. Uji Validitas

Pada prinsipnya melakukan penelitian adalah melakukan pengukuran, maka harus ada alat ukur yang baik. Alat ukur dalam penelitian biasa dinamakan instrumen penelitian. Menurut Sugiyono, instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati.

Menurut Khairinal untuk menguji apakah instrumen yang digunakan valid atau tidak, maka digunakan rumus korelasi product moment sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{N \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{N \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

(3.2)

Keterangan :

r_x = Koefisien Kolerasi Antar x dan y

N = Banyak Objek Penelitian

$\sum x^2$ = Jumlah Kuadrat x

$\sum y^2$ = Jumlah Kuadrat y

$\sum xy^2$ = Jumlah perkalian perkalian x dan y

Selanjutnya angka korelasi yang diperoleh dibandingkan dengan angka korelasi r tabel product moment 5% dengan jumlah sampel 21 orang yaitu 0,433. Apabila $r_{xy} > r$ tabel maka soal dapat dikatakan valid, sedangkan jika $r_{xy} < r$ tabel maka soal dikatakan tidak valid. Hasil yang

diperoleh kemudian diinterpretasikan berdasarkan aturan interpretasi korelasi pada Tabel 3.3

Tabel 3. 3 Interpretasi Mengenai Besarnya Koefisien Korelasi

Koefisien Korelasi	Interpretasi Validitas
0,8 – 1	Sangat Tinggi
0,6 – 0,8	Tinggi
0,4 – 0,6	Cukup
0,2 – 0,4	Rendah
0 – 0,2	Sangat Rendah

Sumber : (Sugiyono, 2019)

Sebelum mengetahui keterampilan proses sains siswa di sekolah penelitian melakukan pengujian validitas soal yang akan diuji kepada siswa-siswi yang sudah belajar materi listrik sebelumnya dengan jumlah soal 25 soal. Oleh sebab itu peneliti melakukan pengujian soal tes tersebut kepada siswa-siswa kelas XI.

Berdasarkan hasil analisis perhitungan validitas butir soal dapat diperoleh data sebagai berikut :

Perhitungan validasi soal No.1

Diketahui: $N = 21$ $\Sigma xy = 337$

$\Sigma x = 16$ $\Sigma x^2 = 16$

$\Sigma y = 436$ $\Sigma y^2 = 9218$

Ditanya: $r_{xy} = \dots?$

$$\text{Jawab: } r_{xy} = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{\{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2\} \{N \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2\}}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{21 \cdot 337 - 16 \cdot 436}{\sqrt{(21 \cdot 16 - 16^2)(21 \cdot 9218 - 436^2)}} \\
&= \frac{7077 - 6976}{\sqrt{(336 - 256)(193578 - 190096)}} \\
&= \frac{101}{\sqrt{(80)(3482)}} \\
&= \frac{101}{\sqrt{278560}} = \frac{101}{527,7}
\end{aligned}$$

$$r_{xy} = 0,191$$

Dengan $N = 21$ maka didapatkan $r_{\text{tabel}} = 0,433$ karena $r_{xy} < r_{\text{tabel}}$ yaitu $0,191 < 0,433$ maka untuk soal nomor 1 adalah tidak valid.

Selanjutnya untuk perhitungan soal No.2

$$\begin{array}{ll}
\text{Diketahui: } N = 21 & \Sigma xy = 423 \\
\Sigma x = 20 & \Sigma x^2 = 20 \\
\Sigma y = 436 & \Sigma y^2 = 9218
\end{array}$$

Ditanya: $r_{xy} = \dots?$

$$\begin{aligned}
\text{Jawab: } r_{xy} &= \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{\{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2\} \{N \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2\}}} \\
&= \frac{21 \cdot 423 - 20 \cdot 436}{\sqrt{(21 \cdot 20 - 20^2)(21 \cdot 9218 - 436^2)}} \\
&= \frac{8883 - 8720}{\sqrt{(420 - 400)(193578 - 190096)}} \\
&= \frac{163}{\sqrt{(20)(3482)}}
\end{aligned}$$

$$= \frac{163}{\sqrt{69640}} = \frac{163}{263,8}$$

$$r_{xy} = 0,618$$

Dengan $N = 21$ maka didapatkan $r_{\text{tabel}} 0,433$ karena $r_{xy} > r_{\text{tabel}}$ yaitu $0,618 > 0,433$ maka untuk soal nomor 2 adalah valid. Berikut ini hasil perhitungan validasi soal nomor 1 sampai 25 yang memenuhi kriteria soal valid atau tidak valid dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3. 4 Hasil Perhitungan Uji Validasi

No	r_{xy}	r_{tabel}	Keterangan
1	0,191	0,433	Tidak Valid
2	0,618	0,433	Valid
3	0,477	0,433	Valid
4	0,477	0,433	Valid
5	0,433	0,433	Valid
6	0,433	0,433	Valid
7	-0,228	0,433	Tidak Valid
8	0,061	0,433	Tidak Valid
9	0,472	0,433	Valid
10	0,088	0,433	Tidak Valid
11	0,459	0,433	Valid
12	0,549	0,433	Valid
13	-0,041	0,433	Tidak Valid
14	0,618	0,433	Valid
15	-0,166	0,433	Tidak Valid
16	0,492	0,433	Valid
17	0,618	0,433	Valid
18	0,434	0,433	Valid
19	0,434	0,433	Valid
20	0,477	0,433	Valid
21	0,492	0,433	Valid

No	r_{xy}	r_{tabel}	Keterangan
22	0,498	0,433	Valid
23	0,434	0,433	Valid
24	0,510	0,433	Valid
25	-0,347	0,433	Tidak Valid

Berdasarkan tabel 3.4 diperoleh bahwa dari 25 soal terdapat 18 soal dengan kategori valid dan 7 soal dengan kategori tidak valid. Soal yang masuk ke dalam kategori valid menggambarkan keberhasilan sejumlah besar pertanyaan dalam mengukur pemahaman siswa terhadap materi. Namun terdapat 7 soal yang dinyatakan tidak valid memberikan indikasi terhadap potensi perbaikan. Analisis terhadap butir-butir soal yang tidak valid menjadi penting untuk mengevaluasi sejauh mana butir soal memenuhi kriteria kevalidan dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mungkin menyebabkan tidak valid (Anshari *et al.*, 2024).

Salah satu faktor yang mempengaruhi kevalidan berasal dari jawaban siswa. Seringkali terjadi interpretasi item (butir pertanyaan) tidak valid, karena jawaban yang diinterpretasi pada item-item soal tes masih belum benar (Mahmudah, 2016). Selain itu kurangnya kesiapan siswa, soal yang terlalu sulit atau mudah dapat membuat soal tidak valid dikarenakan tidak dapat menunjukkan kemampuan siswa secara baik. Hal tersebut selaras dengan pendapat (Khaerudin, 2015) menyatakan bahwa soal yang terlalu sulit dapat membuat siswa putus asa dalam menyelesaikannya sedangkan soal yang terlalu mudah tidak merangsang kemampuan siswa dalam memecahkan masalah.

2. Uji Reliabilitas

Menurut Sugiyono (2019) hasil penelitian yang reliabel, bila terdapat kesamaan data dalam waktu yang berbeda. Instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama akan menghasilkan data yang sama. Untuk mengetahui besarnya koefisien reliabilitas soal tes, maka digunakan koefisien reliabilitas *alfa Cronbach* adalah sebagai berikut :

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{s^2 - \sum pq}{s^2} \right) \quad (3.3)$$

Keterangan :

r_{11} = Koefisien Reabilitas *Alfa Cronbach*

k = Banyak Butir Soal

p = Proporsi subjek yang menjawab benar

q = Proporsi subjek yang menjawab benar

s = Standar deviasi dari tes (standar deviasi adalah standar varians)

Tabel 3. 5 Klasifikasi Reliabilitas

Interval R11	Kriteria
$0,800 \leq R_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,600 \leq R_{11} \leq 0,79$	Tinggi
$0,400 \leq R_{11} \leq 0,599$	Cukup
$0,200 \leq R_{11} \leq 0,399$	Rendah
$R_{11} \leq 0,200$	Sangat Rendah

Sumber: (Arikunto, 2013)

Untuk mengetahui reliabilitas soal, maka soal tersebut diuji menggunakan persamaan Kuder-Richardson (KR-20). Berikut ini hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan KR-20:

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{s^2 - \sum pq}{s^2} \right)$$

$$r_{11} = \left(\frac{18}{18-1} \right) \left(\frac{10,26 - 2,236}{10,26} \right)$$

$$r_{11} = (1,06)(0,782)$$

$$r_{11} = 0,828$$

Nilai r_{11} yang diperoleh dikonsultasikan dengan rtabel product moment dengan taraf signifikan 5%, jika $r_{11} > r_{\text{tabel}}$ maka instrument tersebut reliabel, namun jika $r_{11} < r_{\text{tabel}}$ maka instrument tersebut tidak reliabel. Berikut hasil perhitungan uji reliabilitas soal dapat dilihat pada Tabel 3.6

Tabel 3. 6 Perhitungan Reliabilitas Soal

No Soal	$\sum pq$	Varian Skor Total	K	k-1	Reliabilitas KR 20	Tingkat Reliabilitas
1-18	2,236	10,26	18	17	0,828	Sangat Tinggi

Berdasarkan tabel 3.6 diperoleh $r_{11} > r_{\text{tabel}}$ dengan nilai $0,828 > 0,433$ maka dapat disimpulkan bahwa instrumen yang digunakan adalah reliabel.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teknik pengumpulan data berupa :

1. Tes

Salah satu syarat tes yang baik menurut (Sopiah *et al.*, 2019) adalah

tes yang baik haruslah terdiri dari soal-soal yang ditulis dengan baik dan dapat mengukur kemampuan dan keterampilan siswa yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Tes yang diberikan kepada siswa di dalam penelitian dimaksudkan untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains sebelum atau sesudah penerapan *virtual lab* geolistrik. Tes dalam penelitian ini terbagi dua yaitu tes *pretest* dan *posttest*.

2. Lembar Observasi

Umumnya observasi dilakukan untuk mengamati, menilai dan mencatat suatu objek dari suatu variabel yang diteliti (Djaali, 2020). Lembar observasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan lembar penilaian yang bersumber dari kegiatan pengamatan peneliti terhadap aktivitas siswa selama melakukan percobaan di dalam kelas dalam rangka mengukur keterampilan proses sains. Pengisian lembar observasi dilakukan dengan menyisipkan tanda centang (*checklist*) pada setiap indikator KPS.

3.8 Teknik Analisis Data

Analisis data menurut Sugiyono (2019) adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan dan dokumentasi, dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain.

Teknik analisa data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui hasil penelitian peningkatan keterampilan proses sains siswa pada pembelajaran fisika dengan penerapan model *discovery learning* berbasis *virtual lab* geolistrik yang diperoleh dari data *pretest* dan *posstest*.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk mengolah data hasil tes tersebut adalah :

1. Nilai *Pretest* dan *Posttest*

Lembar jawaban *pretest* dan *posttest* diberi skor terlebih dahulu. Skor untuk pilihan ganda yaitu jawaban benar diberi skor satu dan jawaban salah diberi skor nol. Untuk menghitung nilai siswa, diperoleh menggunakan rumus :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100 \quad (3.4)$$

Sumber : (Arikunto, 2021)

Nilai tes dipakai untuk melihat persentase penguasaan KPS siswa dimana dengan menghitung skor yang didapat pada indikator KPS dibagi dengan skor maksimum pada indikator KPS memakai rumus :

$$\text{NP} = \frac{R}{SM} \times 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan :

NP : Nilai persentase perindikator KPS

R : Skor yang didapat pada indikator KPS

SM : Skor maksimum pada indikator KPS

Terdapat kriteria keterampilan proses sains yang dapat dilihat pada Tabel

3.7

Tabel 3. 7 Kategori Skor KPS

Nilai (%)	Kategori
90-100	Sangat Tinggi
70-89	Tinggi
66-69	Sedang
55-65	Rendah
0-55	Sangat Rendah

Sumber : (Tawil, 2024)

2. Lembar Observasi

Pengamatan KPS siswa dilakukan secara menyeluruh oleh tiga orang observer pada pertemuan pembelajaran. Setiap observer memberikan penilaian berupa skor 1 sampai 4 berdasarkan persentase jumlah siswa di kelas yang menunjukkan keaktifan pada indikator yang diamati. Skor dari ketiga observer pada setiap indikator dikumpulkan untuk dicari nilai rata-rata, kemudian dikonversi menjadi persentase ketercapaian.

$$NP = \frac{\sum \text{Skor observer}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\% \quad (3.6)$$

(Adilla & Utami, 2022)

3. N-Gain

Untuk mengetahui peningkatan perlakuan yang telah diberikan. Normalitas Gain adalah (N-Gain) adalah selisih antara nilai *pretest* dan

posttest untuk mengetahui peningkatan nilai terhadap perlakuan yang diberikan. Teknik analisis data menggunakan N-Gain yang disebut gain ternormalisasi oleh DR. Moh Irma (2024) dalam buku Suryacahya sebagai berikut :

$$Ngain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Ideal - Skor\ Pretest} \quad (3.7)$$

Tabel 3. 8 Kategori Perolehan Skor N-Gain

Batasan	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Sumber:(Hake, 2009)