

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERSTRUKTUR BERBANTUAN *VIRTUAL-LABORATORY PhET* UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP LISTRIK DINAMIS

Mamluatin Ni'mah¹, Wahono Widodo^{2*}

^{1,2} Jurusan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

*E-mail: wahonowidodo@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan keterlaksanaan pembelajaran, respons siswa, dan pengaruh pembelajaran menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* untuk meningkatkan pemahaman konsep listrik dinamis. Penelitian ini berjenis *pre-experiment* dengan *one group pretest posttest design* sebagai rancangan penelitian. Sampel penelitian ini terdiri dari 26 siswa kelas IX MTs Miksyaful Ulum. Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode tes, angket, dan observasi dengan instrumen berupa lembar tes tertulis, lembar angket respons siswa, dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Hasil penelitian ini, yaitu: (1) keterlaksanaan pembelajaran dengan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* pada pertemuan pertama dan kedua mendapatkan kategori sangat baik, (2) penerapan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* mendapatkan respons positif dari siswa dengan kategori sangat kuat, (3) terdapat perbedaan yang signifikan antara pemahaman konsep sebelum dan sesudah menggunakan model inkuiri berbantuan *virtual-laboratory PhET*, dan (4) nilai rata-rata *N-Gain* dari keseluruhan subkonsep mendapatkan kategori tinggi. Oleh karena itu, pembelajaran dengan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Kata Kunci: Inkuiri terstruktur, *virtual-laboratory PhET*, pemahaman konsep

Abstract

This study aimed to describe the implementation of learning, student responses, and the effect of learning with a structured inquiry learning model assisted by virtual-laboratory PhET to improve the mastery of the concept of dynamic electricity. This study was a pre-experimental design with one group pretest-posttest as a research design. Samples in this study were 26 students of IX grade in MTs Miksyaful Ulum. The data were collected using tests, questionnaire, and observation by applied in the form of written tests, student response questionnaires, and learning implementation observation sheets as the instruments. The findings revealed that: (1) the implementation of learning with a structured inquiry learning model assisted by virtual-laboratory PhET at the first and second meeting got a very good category, (2) the implementation of structured inquiry learning model assisted by virtual-laboratory PhET got positive responses from students with a very good category, (3) there were significant differences between understanding the concept before and after using a structured inquiry model assisted by virtual-laboratory PhET, and (4) the average value of N-gain of all subconcept got a high category. Therefore, learning with structured inquiry learning assisted by virtual-lab PhET can improve student conceptual understanding.

Keywords: Structured inquiry, *virtual-laboratory PhET*, concept understanding

How to cite: Ni'mah, M., & Widodo, W. (2022). Penerapan model pembelajaran inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* untuk meningkatkan pemahaman konsep listrik dinamis. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2). pp. 297-304.

© 2022 Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

IPA merupakan bidang ilmu yang memuat produk ilmiah seperti teori, hukum, dan konsep sebagai hasil proses dan sikap ilmiah (Sulistijo et al., 2017).

Pembelajaran IPA di SMP bertujuan untuk membimbing siswa dalam memahami sejumlah konsep IPA sehingga dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan di kehidupan nyata (Dede et al., 2018).

Pemahaman konsep IPA sangat penting bagi siswa agar mereka mampu memahami setiap fenomena alam yang terjadi di sekitar mereka (Suhartono et al., 2019; Anderson & Krathwohl, 2016). Agar siswa memiliki pemahaman terhadap suatu konsep tertentu, maka kegiatan pembelajaran harus melibatkan peran siswa secara aktif (Yolanda et al., 2019).

Berdasarkan Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, pembelajaran di sekolah idealnya harus melibatkan peran siswa dalam proses penemuan sejumlah konsep atau pengetahuan. Namun, berdasarkan fakta yang ada, proses pembelajaran IPA di sekolah masih cenderung satu arah bersifat *teacher centered*, sehingga siswa cenderung menghafal konsep dan kurang mendapatkan kesempatan untuk terlibat secara aktif dalam menemukan konsepnya sendiri (Munira et al., 2018). Permasalahan serupa terjadi di MTs Miksyaful Ulum. Hasil wawancara dengan guru IPA menunjukkan bahwa proses pembelajaran IPA masih menerapkan metode konvensional ceramah. Akibatnya, siswa sering kali merasa bosan dan tidak fokus dalam mendengarkan penjelasan dari guru.

Berdasarkan pemaparan guru IPA di sekolah tersebut, kemampuan siswa dalam memahami suatu konsep masih tergolong rendah terutama pada konsep listrik dinamis. Berdasarkan nilai persentase ketuntasan nilai siswa kelas IX MTs Miksyaful Ulum Tahun Ajaran 2020-2021 saat ulangan harian materi listrik dinamis, 46% siswa dikategorikan telah mencapai nilai kriteria ketuntasan minimal, sedangkan 54% lainnya masih belum mencapai nilai kriteria ketuntasan minimal. Guru IPA mengungkapkan bahwa penyebab rendahnya pemahaman siswa pada konsep kelistrikan meliputi: (1) memiliki banyak rumus sehingga membuat siswa menjadi bingung; (2) siswa cenderung pasif karena pembelajaran didominasi oleh guru, dan (3) materi bersifat abstrak. Yuliyanti et al. (2016) mengungkapkan bahwa rendahnya pemahaman siswa terhadap materi listrik dinamis disebabkan oleh keabstrakan materi. Pada pembelajaran IPA SMP kurikulum 2013 dengan mengacu pada buku guru IPA kelas IX, salah satu tuntutan kompetensi dasar aspek kognitif yang harus dikuasai siswa pada materi listrik dinamis adalah menerapkan konsep rangkaian listrik. Dengan berpedoman pada buku guru IPA kelas IX, beberapa subkonsep yang terdapat dalam konsep listrik dinamis meliputi subkonsep arus listrik, hukum ohm, rangkaian listrik, dan karakteristik rangkaian listrik (Zubaidah et al., 2018).

Bertolak dari permasalahan tersebut, maka diperlukan upaya untuk mengatasi rendahnya pemahaman konsep siswa, yaitu dengan menerapkan model pembelajaran inkuiri terstruktur (Ristina et al., 2020). Model inkuiri terstruktur merupakan model pembelajaran di mana guru memberikan siswa sebuah permasalahan, menyajikan alat dan bahan, serta menjelaskan prosedur percobaan, sedangkan siswa membuat hipotesis dan melakukan proses eksperimen sesuai prosedur yang telah diberikan guru (Banchi & Bell, 2008). Pada penelitian ini digunakan model inkuiri terstruktur, dikarenakan siswa di sekolah tersebut masih belum memiliki pengalaman belajar menggunakan model inkuiri. Hal ini sependapat

dengan pemikiran Banchi & Bell (2008) bahwa model inkuiri terstruktur biasanya diterapkan di sekolah tingkat dasar, baik SD maupun SMP. Model inkuiri terstruktur cocok digunakan bagi siswa yang belum memiliki pengalaman dalam pembelajaran berbasis inkuiri dan masih membutuhkan bimbingan dari guru (Handriani et al., 2017).

Kegiatan eksperimen di laboratorium merupakan salah satu kegiatan yang menunjang pelaksanaan model pembelajaran inkuiri, karena berperan penting dalam membantu siswa mengumpulkan data untuk menjawab permasalahan yang ada. Namun, kegiatan tersebut terkadang mengalami kendala yang mengakibatkan pelaksanaannya tidak efektif atau tidak terlaksana, salah satunya karena kurangnya sarana penunjang eksperimen (Fithriani et al., 2016). Hasil wawancara dengan guru IPA di MTs Miksyaful Ulum menunjukkan bahwa sekolah tersebut masih belum memiliki peralatan laboratorium untuk melakukan percobaan materi kelistrikan. Bertolak dari permasalahan tersebut, maka upaya untuk mengatasinya adalah dengan memanfaatkan laboratorium virtual PhET, yaitu software berisi kegiatan praktikum yang dapat disimulasikan secara interaktif (Laraswara & Budiningarti, 2016). Penggunaan media ini memiliki kelebihan, yaitu tidak memerlukan alat dan bahan nyata, dapat diakses kapanpun tanpa ada batas waktu, dapat digunakan di manapun, serta dapat menyimulasikan materi yang bersifat abstrak (Athallah et al., 2017). Hikmah et al. (2017) dalam penelitiannya memaparkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat memberikan pengalaman interaktif bagi siswa untuk menemukan konsep melalui kegiatan mengeksplorasi objek data atau fenomena.

Penguasaan konsep siswa dapat ditingkatkan dengan penggunaan laboratorium virtual berbasis inkuiri karena melibatkan partisipasi aktif siswa dalam menemukan sendiri konsep yang dipelajari melalui kegiatan praktikum (Yuliyanti et al., 2016; Malahayati & Saminan, 2016). Penggunaan model inkuiri berbantuan simulasi PhET menyebabkan pemahaman konsep siswa mengalami peningkatan (Puspitaningtyas et al., 2021; Rais et al., 2020). Hasil penelitian Laraswara & Budiningarti (2016) menyatakan bahwa pemanfaatan model inkuiri yang dipadukan dengan *PhET* dapat membuat hasil belajar siswa pada materi fluida statik mengalami peningkatan.

Bertolak dari pemaparan tersebut, maka dilakukanlah penelitian ini dengan tujuan untuk mendeskripsikan pelaksanaan pembelajaran, respons siswa, dan pengaruh pembelajaran menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *Virtual-Laboratory PhET* pada materi listrik dinamis. Penelitian ini penting dilakukan untuk membantu meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi listrik dinamis, membantu guru dalam mengatasi keterbatasan peralatan laboratorium pada percobaan kelistrikan, membantu memperbaiki kualitas pembelajaran di sekolah dan memberikan inovasi bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran yang melibatkan peran aktif siswa. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya terletak pada lokasi penelitian, sampel penelitian, dan aspek respons siswa. Penelitian ini dilaksanakan di MTs Miksyaful Ulum yang terletak di

Kabupaten Mojokerto. Sampel penelitian ini adalah siswa kelas IX MTs Miksyaful Ulum semester ganjil Tahun Ajaran 2021/2022. Respons siswa ditinjau dari segi aspek ketertarikan siswa terhadap model pembelajaran inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-lab PhET*, kebermanfaatan bagi siswa, pemahaman konsep arus, pemahaman konsep rangkaian listrik, dan pemahaman konsep Hukum Ohm.

METODE

Penelitian ini menggunakan *pre-experiment* berbentuk *one group pretest posttest design*, dengan hanya melibatkan satu kelompok eksperimen. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai tanggal 3-13 November 2021 di MTs Miksyaful Ulum yang terletak di Jalan H. Abdul Fatah No.17, Desa Beratwetan, Kecamatan Gedeg, Kabupaten Mojokerto dengan sampel penelitian berjumlah 26 siswa kelas IX Tahun Ajaran 2021/2022. Sampel tersebut terdiri dari 18 siswa laki-laki dan 8 siswa perempuan.

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan metode observasi, tes, dan angket. Metode observasi digunakan untuk mendeskripsikan pelaksanaan aktivitas pembelajaran (Sugiyono, 2019). Instrumen pada metode ini adalah lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Uji validitas instrumen ini berupa proses telaah instrumen oleh dosen ahli IPA hingga instrumen dinyatakan layak digunakan. Lembar observasi yang digunakan terdiri atas 23 butir pernyataan dan diisi dengan memberikan tanda centang pada kolom yang berisi pilihan "Ya atau Tidak" dengan skala penilaian mulai dari skor 0 hingga 4. Penjabaran kegiatan dari model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* beserta nomor item pada lembar observasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kegiatan Pembelajaran pada Lembar Observasi

Kegiatan	Nomor Item Pernyataan
Pendahuluan	1, 2, 3, 4, 5, 6
Inti	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
Penutup	21, 22, 23

Data hasil observasi dianalisis dengan menghitung persentase skor keterlaksanaan pembelajaran. Kemudian, hasil persentase skor ditafsirkan sesuai kategori pada Tabel 2.

Tabel 2 Kategori Keterlaksanaan

Skor Keterlaksanaan (P)	Kategori
$25\% \leq P \leq 43.75\%$	Tidak Baik
$43.75\% < P \leq 62.50\%$	Kurang Baik
$62.50\% < P \leq 81.25\%$	Baik
$81.25\% < P \leq 100\%$	Sangat baik

(Prameswari et al., 2018)

Metode tes bertujuan untuk mengukur pemahaman konsep sebelum diberikan intervensi dan sesudah diberikan intervensi menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* (Yolanda et al., 2019). Instrumen pada metode ini adalah lembar *pretest* dan *posttest* yang disajikan dalam bentuk pilihan

ganda dan terdiri atas 20 butir soal dengan rincian 5 soal mengenai konsep arus listrik, 5 soal mengenai konsep rangkaian listrik (rangkaiannya terbuka dan tertutup), dan 10 soal mengenai konsep Hukum Ohm. Penjabaran indikator soal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Indikator Pencapaian Kompetensi Soal

Indikator	Nomor Item Pernyataan	
	Pretest	Posttest
Menjelaskan syarat keberadaan arus listrik pada suatu rangkaian	1	2
Menjelaskan arah pergerakan arus listrik dan electron	2	1
Menjelaskan konsep aliran arus listrik pada suatu rangkaian	3, 4, 5	3, 4, 5
Mengklasifikasikan jenis rangkaian berdasarkan keberadaan aliran arus listrik	6, 7, 8	14, 15, 16
Mengategorikan jenis rangkaian ke dalam rangkaian terbuka dan tertutup	9, 10	18, 19
Menjelaskan hubungan tegangan, hambatan, dan arus sesuai Hukum Ohm	11, 12, 13, 17, 20	6, 7, 9, 17, 20
Menghitung besar hambatan, arus, dan tegangan sesuai persamaan Hukum Ohm	14, 15, 16, 18, 19	8, 10, 11, 12, 13

Pemberian lembar *pretest* dilakukan sebelum pemberian intervensi, sedangkan lembar *posttest* diberikan setelah pemberian intervensi. Sebelum lembar soal diberikan pada sampel, terlebih dahulu dilakukan uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dilakukan menggunakan analisis *product-moment Pearson* dengan tingkat signifikansi 5%. Hasilnya, diperoleh $r_{hitung} > r_{tabel}$ pada setiap item soal sehingga instrumen dapat dikatakan valid (Sugiyono, 2019). Analisis uji reliabilitas dilakukan menggunakan *Cronbach's alpha* dengan taraf signifikansi 5%, diperoleh hasil reliabilitas $\alpha (0,896) > 0,60$ sehingga instrumen angket dapat dikatakan reliabel (Sugiyono, 2019). Hasil data *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan uji normalitas, uji *paired-sample t-test*, dan *N-Gain*.

Uji normalitas bertujuan untuk mengidentifikasi apakah data terdistribusi normal atau tidak normal, dilakukan dengan uji *Shapiro-Wilk* yang terdapat pada program IBM SPSS Statistics versi 26. Data dikatakan tersebar normal jika nilai signifikansi $\geq 0,05$, dan dikatakan tersebar tidak normal jika nilai signifikansi $< 0,05$ (Kariadinata & Abdurrahman, 2015). Uji *paired-sample t-test* bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh penggunaan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-lab PhET* terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa, dilakukan menggunakan uji *paired-sample t-test* pada

program IBM SPSS Statistics versi 26. Secara statistik, hipotesis pada penelitian ini adalah:

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

Keterangan:

H_a = terdapat perbedaan pemahaman konsep sebelum dan sesudah pelaksanaan pembelajaran menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-lab PhET*

Jika nilai Signifikansi yang diperoleh $\leq 0,05$, maka H_a diterima, artinya data hasil *pretest* dan *posttest* memiliki perbedaan signifikan. (Kariadinata & Abdurrahman, 2015).

N-Gain bertujuan untuk mengetahui efektivitas model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Rumus untuk menentukan skor gain ternormalisasi adalah selisih nilai *posttest* dan *pretest* yang dibandingkan dengan selisih nilai maksimum dan nilai *pretest*. Hasil skor gain kemudian diinterpretasikan secara kualitatif sesuai dengan kriteria *N-Gain score*. Jika skor gain kurang dari 0,3 maka dikategorikan rendah, jika lebih dari atau sama dengan 0,3 dan kurang dari atau sama dengan 0,7 maka dikategorikan sedang, dan jika lebih dari 0,7 maka dikategorikan tinggi (Hake, 1998).

Metode angket bertujuan untuk mengetahui respons siswa setelah menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-lab PhET* (Sugiyono, 2019). Instrumen penelitian pada metode ini adalah lembar angket respons siswa. Uji validitas terhadap instrumen ini dilakukan menggunakan analisis korelasi *product-momen Pearson* dengan taraf signifikansi 5%. Hasilnya, diperoleh $r_{hitung} > r_{tabel}$ pada setiap item pernyataan respons sehingga instrumen dapat dikatakan valid (Sugiyono, 2019). Analisis uji reliabilitas dilakukan menggunakan *Cronbach's alpha* dengan taraf signifikansi 5%, diperoleh hasil reliabilitas $\alpha (0,954) > 0,60$ sehingga instrumen angket dapat dikatakan reliabel (Sugiyono, 2019). Lembar angket respons terdiri dari 15 pernyataan positif dengan rincian 5 pernyataan tentang aspek ketertarikan siswa, 6 pernyataan tentang aspek kebermanfaatan bagi siswa, 2 pernyataan tentang aspek pemahaman konsep arus listrik, 1 pernyataan tentang pemahaman konsep rangkaian listrik, dan 1 pernyataan tentang pemahaman konsep Hukum Ohm. Penjabaran indikator angket disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Indikator Angket Respons Siswa

Indikator	Nomor Item Pernyataan
Kebermanfaatan model pembelajaran bagi siswa	1, 7, 8, 9, 10, 11
Ketertarikan siswa terhadap proses pembelajaran	2, 3, 4, 5, 6
Pemahaman siswa terhadap konsep arus listrik	12, 13
Pemahaman siswa terhadap konsep rangkaian listrik	14
Pemahaman siswa terhadap konsep Hukum Ohm	15

Hasil data angket respons dianalisis dengan mengkonversinya ke dalam bentuk data kuantitatif sesuai dengan skala likert. Jawaban sangat tidak setuju bernilai 1, jawaban tidak setuju bernilai 2, jawaban setuju bernilai 3, dan jawaban sangat setuju bernilai 4. Selanjutnya, dihitung besar persentase tiap butir pernyataan dan diinterpretasi sesuai kategori pada Tabel 5.

Tabel 5 Kategori Persentase Respons Siswa

Persentase Nilai Respons (% NRS)	Kategori
$25\% \leq \% \text{ NRS} < 43\%$	Sangat Lemah
$43\% \leq \% \text{ NRS} < 62\%$	Lemah
$62\% \leq \% \text{ NRS} < 81\%$	Kuat
$81\% \leq \% \text{ NRS} \leq 100\%$	Sangat Kuat

(Siregar, 2015)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-lab PhET* dilakukan dengan mengamati aktivitas guru selama pembelajaran berlangsung. Kegiatan pengamatan ini dilakukan dengan menilai kesesuaian aktivitas guru dengan skenario pembelajaran yang terdapat dalam RPP yang sudah disajikan dalam lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Kegiatan penelitian di MTs Miksyaful Ulum dilaksanakan secara luring dengan tiga kali pertemuan. Pertemuan pertama dan pertemuan ketiga memiliki alokasi waktu 2 JP, sedangkan pertemuan kedua memiliki alokasi waktu 1 JP. Materi yang dibahas pada pertemuan pertama adalah konsep arus listrik dan konsep rangkaian listrik (rangkainan terbuka dan tertutup). Sedangkan, materi yang diajarkan pada pertemuan kedua adalah konsep hukum ohm. Pada pertemuan ketiga, siswa diminta untuk mengerjakan soal *posttest* dan mengisi lembar angket respons. Adapun rekapitulasi data hasil observasi keterlaksanaan proses pembelajaran pada pertemuan pertama dan kedua ditunjukkan pada Tabel 6.

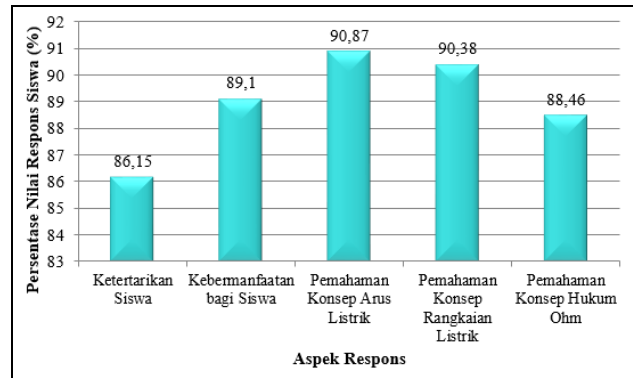
Tabel 6 Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran

Tahapan	Keterlaksanaan Pembelajaran (%)	
	Pertemuan 1	Pertemuan 2
Orientasi	100	100
Apersepsi	100	100
Orientasi Masalah	100	100
Merumuskan Masalah	100	100
Merumuskan Hipotesis	100	75
Mengumpulkan Data	100	95,83
Menguji Hipotesis	100	75
Merumuskan Kesimpulan	100	75
Penutup	100	83,33

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh informasi bahwa setiap tahapan proses pembelajaran dengan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* pada

pertemuan 1 mulai dari tahap orientasi hingga penutup mendapatkan persentase keterlaksanaan sebesar 100% sehingga dapat dikategorikan sangat baik. Pada pertemuan 2, setiap tahapan proses pembelajaran mendapatkan persentase keterlaksanaan sebesar 100%, kecuali tahap merumuskan hipotesis, menguji hipotesis, dan tahap merumuskan kesimpulan yang mendapatkan persentase keterlaksanaan sebesar 75 % sehingga dikategorikan baik, tahap mengumpulkan data yang mendapatkan persentase keterlaksanaan sebesar 95,83 % sehingga dikategorikan sangat baik, dan tahap penutup yang mendapatkan persentase keterlaksanaan sebesar 83,33% sehingga dikategorikan sangat baik. Jika dibandingkan dengan pembelajaran pada pertemuan pertama, maka dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai persentase keterlaksanaan pembelajaran pada 5 tahapan terakhir. Hal ini disebabkan oleh alokasi waktu pada pertemuan kedua tidak cukup untuk melaksanakan serangkaian tahapan inkuiri, yaitu 1 JP x 40 menit sehingga keterlaksanaan pembelajaran pada 5 tahapan terakhir belum terlaksana secara maksimal. Hal ini diperkuat dengan penelitian Laraswara & Budiningarti (2016) bahwa keterlaksanaan pembelajaran yang dilakukan dengan model inkuiri berbantuan simulasi *PhET* pada kelas replikasi 2 mendapat persentase skor terendah dibandingkan kelas lainnya yaitu sebesar 80,1 %. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa tahap pembelajaran inkuiri yang belum terlaksana secara maksimal akibat ketidaksesuaian alokasi waktu, padahal model inkuiri membutuhkan alokasi waktu yang lebih banyak agar serangkaian tahapan inkuiri dapat terlaksana dengan maksimal. Yolanda et al. (2019) juga menyatakan bahwa salah satu faktor eksternal yang membuat pelaksanaan pembelajaran dengan model inkuiri kurang maksimal adalah ketidaksesuaian alokasi waktu, di mana guru lebih banyak menghabiskan waktu pada tahap menganalisis data sehingga pelaksanaan tahap lainnya kurang maksimal. Pernyataan ini diperkuat dengan penelitian Suhendrayani (2018) bahwa keterlaksanaan model inkuiri memerlukan alokasi waktu yang cukup banyak sehingga waktu yang terbatas tidak cukup mengakomodasi terlaksananya serangkaian tahap pembelajaran inkuiri dengan maksimal.

Hasil tanggapan siswa terhadap penerapan model inkuiri terstruktur dengan bantuan *virtual-laboratory PhET* pada materi listrik dinamis diperoleh dengan meminta setiap siswa untuk mengisi lembar angket respons berisi 15 butir kalimat pernyataan positif mengenai model pembelajaran yang telah dilakukan. Adapun rekapitulasi data persentase nilai respons siswa pada tiap aspek respons ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Rekapitulasi data persentase nilai respons siswa pada tiap aspek respons

Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa pembelajaran menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* mendapatkan respons positif baik dari aspek ketertarikan siswa, aspek kebermanfaatan bagi siswa, pemahaman konsep arus listrik, pemahaman konsep rangkaian listrik, maupun pemahaman konsep Hukum Ohm dengan persentase nilai respons secara berturut-turut, yaitu 86,15%, 89,10%, 90,87%, 90,38%, dan 88,46%. Pada aspek ketertarikan, terdapat pernyataan bahwa media simulasi *PhET* merupakan hal baru bagi siswa, pembelajaran dengan model inkuiri terstruktur berbantuan media *PhET* sangat menarik, menyenangkan, tidak membosankan, disukai siswa, sesuai dengan pembelajaran yang diinginkan siswa, membuat siswa lebih bersemangat dan tertarik untuk mengikuti pembelajaran. Persentase nilai respons siswa terhadap aspek ketertarikan adalah sebesar 86,15% dengan kategori sangat kuat (positif), artinya siswa tertarik dalam mengikuti pembelajaran karena pembelajaran yang dilakukan sangat menyenangkan dan tidak membuat siswa menjadi bosan. Karlina et al. (2019) dalam penelitiannya menyatakan bahwa model inkuiri menyebabkan minat belajar siswa meningkat karena siswa mendapatkan kesempatan dalam menemukan konsepnya sendiri melalui serangkaian kegiatan pengamatan. Penelitian serupa yang dilakukan Ristina et al. (2020) menyatakan bahwa penggunaan media laboratorium virtual berbasis inkuiri menyebabkan adanya peningkatan pada minat belajar siswa karena siswa mendapatkan pengalaman belajar melalui kegiatan investigasi. Malinda et al. (2016) menyatakan bahwa penggunaan media *PhET* menyebabkan minat belajar siswa menjadi meningkat karena pemanfaatan media tersebut memudahkan siswa ketika mengeksplorasi konsep-konsep abstrak.

Pada aspek kebermanfaatan, terdapat pernyataan bahwa kegiatan pembelajaran dengan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* dapat membuat motivasi belajar siswa meningkat, membuat siswa lebih berkonsentrasi, dapat memberikan informasi baru bagi siswa, membantu siswa dalam menemukan sendiri konsep listrik dinamis, meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep listrik dinamis, memperpanjang proses ingatan siswa, dan memudahkan siswa dalam menyelesaikan soal. Persentase nilai respons siswa terhadap aspek ini adalah sebesar 89,10% dengan kategori

sangat kuat (positif), artinya siswa sangat setuju bahwa penggunaan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* dapat memberikan banyak manfaat bagi siswa seperti meningkatkan motivasi belajar siswa, memberikan informasi baru bagi siswa, meningkatkan konsentrasi siswa dalam belajar, meningkatkan pemahaman konsep siswa, dan membantu siswa dalam menemukan sendiri konsep listrik dinamis. Hasil penelitian Theasy et al. (2021) menyatakan bahwa penerapan *PhET simulation* dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa dengan skor *N-Gain* kategori tinggi sebesar 0,732. Penelitian yang dilakukan Rahayu & Sartika (2020) mendapatkan hasil bahwa terdapat pengaruh penggunaan media *PhET* terhadap motivasi belajar dan pemahaman konsep siswa dengan nilai signifikansi sebesar 0,122. Lusidawaty et al. (2020) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan strategi inkuiri dapat membuat motivasi belajar siswa terhadap pembelajaran IPA mengalami peningkatan karena siswa mendapat kesempatan untuk terlibat secara langsung dalam kegiatan penemuan konsep atau pengetahuan. Penelitian yang sama juga dilakukan Merta (2021) dengan hasil bahwa penerapan model inkuiri berdampak terhadap peningkatan motivasi belajar dan penguasaan konsep siswa karena pembelajaran berorientasi pada siswa dan melibatkan peran aktif siswa dalam menemukan konsepnya sendiri sehingga dapat mengembangkan rasa keingintahuan dan pemahaman siswa.

Pada aspek pemahaman konsep arus listrik, terdapat pernyataan bahwa kegiatan belajar mengajar menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* dapat membuat pemahaman siswa terhadap konsep arus listrik, konsep arah pergerakan arus listrik, dan konsep arah pergerakan elektron menjadi meningkat. Kemudian, pada aspek pemahaman konsep rangkaian listrik dan aspek pemahaman konsep Hukum Ohm terdapat pernyataan bahwa kegiatan belajar mengajar menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* dapat membuat pemahaman siswa terhadap perbedaan antara rangkaian terbuka dan tertutup serta konsep Hukum Ohm menjadi meningkat. Persentase nilai respons siswa pada aspek pemahaman konsep arus, pemahaman konsep rangkaian, dan pemahaman konsep hukum ohm secara berturut-turut adalah 90,87%, 90,38%, dan 88,46% dengan kategori sangat kuat (positif), artinya siswa sangat setuju bahwa penggunaan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-lab PhET* dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep arus, konsep rangkaian, dan konsep Hukum Ohm. Pernyataan ini diperkuat dengan hasil uji *N-Gain* pada konsep arus, konsep rangkaian, dan konsep Hukum Ohm yang secara berturut-turut mendapatkan nilai 0,87 dengan kategori tinggi, 0,84 dengan kategori tinggi, dan 0,68 dengan kategori sedang. Nilai rerata *posttest* siswa dari ketiga konsep juga mengalami perbedaan signifikan dari nilai rerata *pretest*, yang ditunjukkan oleh hasil uji *t* berpasangan dengan nilai sig. $0,0000 \leq 0,05$. Pernyataan tersebut juga didukung oleh teori pembelajaran penemuan Bruner, yang menyatakan bahwa dalam kegiatan belajar mengajar, siswa tidak cukup jika hanya menerima informasi saja, namun siswa juga perlu terlibat aktif secara

langsung dalam menemukan pengetahuannya sehingga dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam (Zubaidah et al., 2017). Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Rais et al. (2020) yang menyatakan bahwa model inkuiri yang dipadukan dengan simulasi *PhET* berdampak signifikan terhadap pemahaman konsep siswa dengan nilai signifikansi 0,000 karena pada model pembelajaran ini siswa terlibat aktif dalam menemukan konsep yang belum diketahui. Penggunaan model inkuiri yang dibantu dengan media laboratorium virtual berdampak terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa (Yuliyanti et al., 2016; Laraswara & Budiningarti, 2016).

Data hasil peningkatan pemahaman konsep siswa terhadap model pembelajaran inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* pada materi listrik diperoleh dengan meminta setiap siswa untuk mengerjakan soal *pretest* dan soal *posttest* Soal *pretest* dibagikan sebelum siswa diberikan intervensi atau perlakuan menggunakan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET*. Sedangkan, soal *posttest* dibagikan setelah siswa diberikan intervensi.

Hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan uji *N-Gain* ternormalisasi. Namun sebelum itu, dilakukan uji normalitas dan uji *t* berpasangan (*paired-sample t-test*). Hasil uji normalitas dan uji *t* berpasangan secara berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7 Hasil Uji Normalitas dengan *Shapiro-Wilk*

Nilai Signifikansi	
<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
0,076	0,151

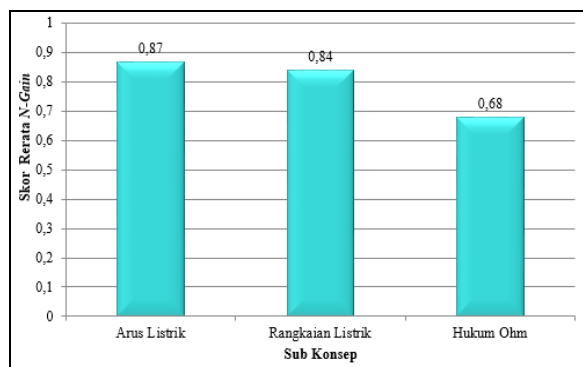
Berdasarkan Tabel 7, hasil uji normalitas terhadap data hasil *pretest* dan *posttest* menunjukkan nilai signifikansi berturut-turut sebesar 0,076 dan 0,151. Kariadinata & Abdurrahman (2015) menyatakan bahwa jika nilai signifikansi $\geq 0,05$, maka data dikatakan terdistribusi normal. Pada penelitian ini, hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi lebih besar daripada 0,05, maka data pada penelitian ini terdistribusi secara normal.

Tabel 8 Hasil Uji-*t* Berpasangan

<i>Pretest-Posttest</i>			
<i>Mean</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
-41,154	-27,889	25	0,000

Berdasarkan Tabel 8, hasil uji *t* menunjukkan nilai signifikansi 0,000. Kariadinata & Abdurrahman (2015) menyatakan bahwa jika nilai signifikansi hasil *t-test* $\leq 0,05$, maka H_a diterima. Pada penelitian ini, hasil uji *t* menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,05, yaitu sebesar 0,000. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* atau dapat juga dikatakan bahwa terdapat perbedaan pemahaman konsep antara sebelum dan sesudah pembelajaran dengan model pembelajaran inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-lab PhET*.

Setelah dilakukan uji *paired-sample t-test*, selanjutnya dilakukan uji *N-Gain* pada tiap subkonsep. Hasil uji *N-Gain* pada tiap subkonsep ditunjukkan pada Gambar 2.



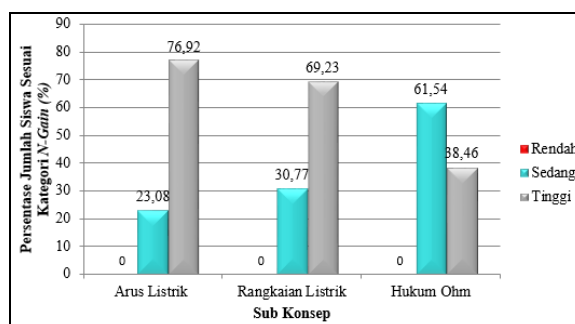
Gambar 2 Perbandingan skor rerata *N-Gain* pada setiap subkonsep

Berdasarkan Gambar 2, skor rerata *N-Gain* tertinggi berdasarkan subkonsep terdapat pada subkonsep arus listrik sebesar 0,87 sehingga dikategorikan tinggi, dan untuk skor rerata *N-Gain* tertinggi kedua terdapat pada subkonsep rangkaian listrik sebesar 0,84 sehingga dikategorikan tinggi, sedangkan skor rerata *N-Gain* terendah terdapat pada subkonsep Hukum Ohm sebesar 0,68 sehingga dikategorikan sedang. Subkonsep arus listrik dan rangkaian listrik mendapat *N-Gain* kategori tinggi karena didukung oleh lingkungan belajar yang memadai, misalnya penggunaan model dan media pembelajaran yang tepat serta alokasi waktu yang cukup. Pada penelitian ini, guru menerapkan model pembelajaran inkuiri terstruktur berbantuan media simulasi *virtual-lab PhET*. Penerapan model pembelajaran tersebut dapat membuat pemahaman siswa menjadi meningkat. Hal ini didukung dengan hasil respons siswa yang menunjukkan respons positif terhadap aspek pemahaman konsep arus listrik dan rangkaian listrik dengan persentase berturut-turut sebesar 90,87% dan 90,38%, yang artinya siswa sangat setuju bahwa model pembelajaran yang digunakan peneliti dapat membuat pemahaman siswa pada subkonsep arus listrik dan rangkaian listrik menjadi meningkat. Pembelajaran dengan model inkuiri berbantuan laboratorium virtual *PhET* dapat berdampak pada peningkatan pemahaman konsep siswa (Puspitaningtyas et al., 2021); Laraswara & Budiningarti, 2016; Kusdiastuti et al., 2016). Teori pembelajaran yang mendukung model inkuiri adalah teori penemuan oleh Bruner, yang menyatakan bahwa siswa perlu berperan aktif dalam kegiatan belajar mengajar agar memperoleh pemahaman yang lebih mendalam (Zubaidah et al., 2017). Guru juga didukung dengan alokasi waktu yang cukup sehingga proses pelaksanaan setiap tahap pembelajaran pada pertemuan pertama dapat terlaksana secara maksimal, yang dibuktikan dari hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran, di mana setiap tahapan proses pembelajaran mendapatkan skor sebesar 100%.

Subkonsep Hukum Ohm mendapatkan *N-gain* dengan kategori sedang karena dipengaruhi oleh alokasi waktu yang kurang sehingga beberapa tahap pembelajaran

inkuiri belum terlaksana secara maksimal, yang dibuktikan dari hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran di mana pada tahap perumusan hipotesis, pengumpulan data, pengujian hipotesis, perumusan kesimpulan, dan penutup diperoleh skor keterlaksanaan berturut-turut sebesar 75%, 95,83%, 75%, 75%, dan 83,33%. Pada kenyataannya, proses pembelajaran dengan model inkuiri membutuhkan alokasi waktu yang lebih lama untuk melaksanakan serangkaian tahapan inkuiri. Pernyataan ini didukung dengan penelitian Suhendrayani (2018) yang memaparkan bahwa alokasi waktu yang terbatas pada model inkuiri tidak cukup mengakomodasi terlaksananya serangkaian tahap pembelajaran inkuiri dengan maksimal. Kusdiastuti et al. (2016) juga mengemukakan bahwa salah satu faktor eksternal yang membuat pelaksanaan pembelajaran dengan model inkuiri kurang maksimal adalah ketidaksesuaian alokasi waktu, di mana guru lebih banyak menghabiskan waktu pada tahap menganalisis data sehingga pelaksanaan tahap lainnya kurang maksimal. Keterlaksanaan pembelajaran yang kurang maksimal pada kelima tahapan tersebut tentunya berpengaruh terhadap pemahaman konsep siswa karena tahapan tersebut berhubungan dengan proses penemuan pengetahuan yang dilakukan melalui kegiatan pengamatan, analisis hasil pengamatan, dan perumusan kesimpulan. Malahayati & Saminan (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kegiatan praktikum penting dalam pembelajaran inkuiri karena kegiatan ini melibatkan peran aktif siswa dalam membuktikan sendiri konsep yang dipelajari melalui kegiatan pengumpulan data, dimana data tersebut nantinya akan dijadikan sebagai landasan dalam menjawab permasalahan yang disajikan sehingga dapat memberikan kemudahan pada siswa dalam memahami konsep yang dipelajari. Kegiatan eksperimen dalam model inkuiri dapat membantu siswa dalam menjawab permasalahan yang ada (Bhakti et al., 2018).

Hasil uji *N-Gain* diklasifikasikan menjadi 3 kategori, yaitu kategori rendah, kategori sedang, dan kategori tinggi. Perbandingan persentase jumlah siswa sesuai kategori *N-Gain* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Perbandingan persentase jumlah siswa sesuai kategori *N-Gain*

Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa besar persentase jumlah siswa dengan kategori *N-Gain* tinggi tertinggi berdasarkan subkonsep terdapat pada subkonsep arus listrik dengan persentase sebesar 76,92%, kemudian dilanjutkan dengan subkonsep rangkaian listrik sebesar 69,23%, dan subkonsep Hukum Ohm dengan persentase

sebesar 38,46%. Kemudian, untuk persentase jumlah siswa dengan kategori *N-Gain* sedang tertinggi terdapat pada subkonsep Hukum Ohm dengan persentase 61,54%, kemudian dilanjutkan dengan subkonsep rangkaian listrik sebesar 30,77%, dan subkonsep arus listrik sebesar 23,08%. Selanjutnya, untuk persentase jumlah siswa dengan kategori *N-Gain* rendah pada setiap subkonsep adalah sebesar 0%, artinya tidak terdapat siswa yang termasuk dalam kategori *N-Gain* rendah. Besar persentase rata-rata jumlah siswa dengan *N-Gain* berkategori tinggi, sedang, dan rendah secara berturut-turut adalah 61,54%, 38,46%, dan 0%. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa terdapat beberapa siswa yang mendapatkan *N-Gain* berkategori sedang. Hal ini terjadi karena saat tahapan pengumpulan data dan pengujian hipotesis berlangsung, terdapat beberapa siswa yang tidak mengikuti kegiatan praktikum dengan maksimal dan hanya mengandalkan teman sekelompoknya dalam menganalisis data hasil praktikum. Akibatnya, siswa tersebut belum memahami konsep yang telah dipelajari melalui serangkaian kegiatan praktikum tersebut.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa bahwa pelaksanaan pembelajaran dengan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-laboratory PhET* pada keseluruhan pertemuan dapat dikategorikan sangat baik. Penerapan model pembelajaran tersebut juga memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa terhadap materi listrik dinamis, dibuktikan dengan nilai signifikansi pada uji t dan nilai rata-rata *N-gain* dari keseluruhan subkonsep yang mendapat kategori tinggi. Pelaksanaan pembelajaran dengan model inkuiri terstruktur berbantuan *virtual-lab PhET* juga mendapat respons positif dengan kategori sangat kuat.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka beberapa saran dari peneliti yaitu: (1) perlu adanya pengelolaan waktu yang baik karena peneliti merasa bahwa waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan serangkaian kegiatan praktikum dan analisis data masih kurang, (2) guru harus sering memantau kegiatan siswa, terutama pada saat pelaksanaan kegiatan praktikum dan analisis data agar semua siswa bertanggung jawab secara penuh dan tidak mengandalkan rekan sekelompoknya saja, (3) perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran apabila diterapkan pada materi lain dan sampel yang berbeda, dan (4) perlu adanya penambahan jumlah sampel penelitian untuk meningkatkan keakuratan hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2016). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of bloom's taxonomy*. Longman Publishing.
- Athaillah, Kaldun, I., & Mursal. (2017). Peningkatan pemahaman konsep siswa melalui laboratorium virtual pada materi listrik dinamis di SMA Negeri 1 Sukamakmur Aceh Besar. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5(1), 114–119. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/8433/6813>
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Journal of Sciences and Children*, 46(2), 26–29. <https://my.nsta.org/resource/6335/the-many-levels-of-inquiry>
- Bhakti, Y. B., & Napis. (2018). Pengembangan lembar kerja siswa berbasis guided inquiry berbantuan Physics Interactive Simulation. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 124–130. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v2i1.4908>
- Dede, N. S., Yonanda, D. A., & Agustin, N. F. (2018). Upaya meningkatkan pemahaman konsep siswa melalui penerapan metode demonstrasi pada mata pelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 4(2), 9–16. <https://doi.org/10.31949/jcp.v4i2.1050>
- Fithriani, S., Halim, A., & Khaldun, I. (2016). Penggunaan media simulasi PhET dengan pendekatan inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pokok bahasan kalor di SMA Negeri 12 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(2), 45–52. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/7578>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Handriani, L. S., Harjono, A., & Doyan, A. (2017). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terstruktur dengan pendekatan saintifik terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar fisika siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(3), 210–220. <https://doi.org/10.29303/jpft.v1i3.261>
- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan laboratorium virtual untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 2(2), 186–195. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1608>
- Kariadinata, R., & Abdurrahman, M. (2015). *Dasar-dasar statistik pendidikan*. CV Pustaka Setia.
- Karlina, K., Susilowati, E., & Miriam, S. (2019). Meningkatkan minat dan hasil belajar peserta didik menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(2), 48–55. <https://doi.org/10.20527/jipf.v3i2.1030>
- Kusdiastuti, M., Harjono, A., Sahidu, H., & Gunawan. (2016). Pengaruh model pembelajaran inkuiri berbantuan laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep fisika peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(3), 116–122. <https://doi.org/10.29303/jpft.v2i3.298>
- Laraswara, K. D., & Budiningarti, H. (2016). Penerapan pembelajaran inkuiri menggunakan simulasi PhET untuk meningkatkan hasil belajar siswa pokok bahasan fluida statik kelas X SMA Negeri 1 Mojokerto. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 5(3), 255–259. <https://doi.org/10.26740/ipf.v5n3.p%25p>
- Lusidawaty, V., Fitria, Y., Miaz, Y., & Zikri, A. (2020). Pembelajaran IPA dengan strategi pembelajaran inkuiri untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan motivasi belajar siswa di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(1), 168–174.

- <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i1.333>
- Malahayati, & Saminan. (2016). Penerapan model pembelajaran inquiri berbasis praktikum untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa kelas X SMAN 2 Meureudu pada materi rangkaian listrik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(2), 25–31. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/7575>
- Malinda, Halim, A., & Maulana, I. (2016). Perbandingan penggunaan media virtual-lab simulasi PhET (Physics Education Technology) dengan metode eksperimen terhadap motivasi dan aktivitas belajar peserta didik pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(1), 79–93. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/6586>
- Merta, L. M. (2021). Peningkatan motivasi belajar dan penguasaan konsep kimia pada topik hidrolisis garam dan larutan penyangga melalui pembelajaran inkuiri terbimbing. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.23887/jppsi.v4i1.30048>
- Munira, J., Yusrizal, Y., & Safitri, R. (2018). Efektivitas model pembelajaran problem solving untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik di SMA Negeri 11 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 6(1), 40–45. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v6i1.10716>
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar Dan Menengah. (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 955).
- Prameswari, G., Apriana, R., & Wahyuni, R. (2018). Pengaruh model inquiry learning terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada materi fungsi kuadrat kelas X SMA Negeri 3 Singkawang. *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, 3(1), 35-40. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v3i1.522>
- Puspitaningtyas, E., Putri, E. F. N., Umrotul, & Sutopo. (2021). Analysis of high school students' mastery in light wave theory using structured inquiry learning assisted by a virtual laboratory. *Revista Mexicana de Fisica E*, 18(1), 10–22. <https://doi.org/10.31349/REVMEXFISE.18.10>
- Rahayu, C. D., & Sartika, S. B. (2020). Students learning motivation and concepts understanding of science through the use of PhET interactive simulations. *SEJ (Science Education Journal)*, 4(1), 63–76. <https://doi.org/10.21070/sej.v4i1.750>
- Rais, A. A., Hakim, L., & Sulistiawati, S. (2020). Pemahaman konsep siswa melalui model inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET. *Physics Education Research Journal*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.1.5074>
- Ristina, R., Khairil, K., & Artika, W. (2020). Desain pembelajaran virtual laboratorium berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan hasil belajar dan aktivitas peserta didik pada materi sistem ekskresi manusia. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(1), 114–127. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.15761>
- Siregar, S. (2015). *Metode penelitian kuantitatif: Dilengkapi dengan perhitungan manual & SPSS*. Prenadamedia Group.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. CV Alfabeta.
- Suhartono, Degeng, I. N. S., Suyitno, I., & Sulton. (2019). A comparison study: Effects of the group investigation model and the direct instruction model toward science concept understanding. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 185–192. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.18135>
- Suhendrayani, K. (2018). Aplikasi model pembelajaran inquiry sebagai upaya untuk meningkatkan prestasi belajar matematika. *Journal of Education Action Research*, 2(3), 212-221. <https://doi.org/10.23887/jear.v2i3.16258>
- Sulistijo, S. H., Sukarmin, S., & Sunarno, W. (2017). Physics learning using Inquiry-Student Team Achievement Division (ISTAD) and guided inquiry models viewed by students achievement motivation. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 130–137. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9601>
- Theasy, Y., Bustan, A., & Nawir, M. (2021). Penggunaan media laboratorium virtual PhET simulation untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika mahasiswa pada mata kuliah eksperimen fisika sekolah. *Variabel*, 4(2), 39–45. <https://doi.org/10.26737/var.v4i2.2607>
- Yolanda, S. E., Gunawan, G., & Sutrio, S. (2019). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan video kontekstual terhadap penguasaan konsep fisika peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 5(2), 341-347. <https://doi.org/10.29303/jpft.v5i2.1393>
- Yuliyanti, E., Hasan, M., & Syukri, M. (2016). Peningkatan keterampilan generik sains dan penguasaan konsep melalui laboratorium virtual berbasis inkuiri. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(2), 76–83. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/7582>
- Zubaidah, S., Mahanal, S., Yuliati, L., Dasna, I. W., Pangestuti, A. A., Puspitasari, D. R., Mahfudhillah, H. T., Robitah, A., Kurniawati, Z. L., Rosyida, F., & Sholihah, M. (2017). *Buku guru ilmu pengetahuan alam Kelas VIII*. Kemendikbud.
- Zubaidah, S., Mahanal, S., Yuliati, L., Dasna, I. W., Pangestuti, A. A., Puspitasari, D. R., Mahfudhillah, H. T., Robitah, A., Kurniawati, Z. L., Rosyida, F., & Sholihah, M. (2018). *Buku guru ilmu pengetahuan alam SMP/MTs Kelas IX*. Kemendikbud.