PENGARUH MODEL PBL TERINTEGRASI SCIENTIFIC LITERACY TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN FASE E SMA NEGERI 4 BUKITTINGGI

Tiara Khairatunisa[1], Yenni Darvina[2], Asrizal[3], Leni Aziyus Fitri[4]

[1,2,3,4]*Universitas Negeri Padang*
E-mail : ydarvina@fmipa.unp.ac.id

ABSTRAK

Pembelajaran di abad ke-21 memerlukan penguasaan keterampilan berpikir kritis termasuk dalam komponen utama dari kompetensi 4C dimana diperlukan agar dapat mengatasi permasalahan dan memilih solusi yang paling sesuai. Pada konteks pembelajaran fisika, kemampuan ini sangat penting agar siswa mampu mengintegrasikan pemahaman 9konsep dengan peristiwa nyata di sekitar mereka. Namun, banyak siswa masih kesulitan menghubungkan teori dengan aplikasi nyata, sebagian besar disebabkan oleh model pendidikan yang menekankan hafalan dan pemecahan masalah rutin. Dengan demikian, diperlukan adanya model pendidikan yang relevan yang mendukung scientific literacy, seperti Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) yang terintegrasi dengan scientific literacy. Penelitian ini dilakukan dengan maksud mengevaluasi pengaruh model PBL yang terintegrasi scientific literacy pada kemampuan kritis siswa dalam berpikir dalam materi energi terbarukan di kelas X Fase E di SMA Negeri 4 Bukittinggi. Pendekatan yang diterapkan dalam Penelitian ini termasuk dalam kategori quasi-eksperimental melalui desain penelitian pretest posttest control group. Penelitian ini mengambil populasi dari siswa kelas X.E 2, X.E 3, dan X.E 4. Sampling dilaksanakan melalui teknik purposive sampling, guna eksperimen digunakan kelas X.E 2 dan kelas X.E 3 berperan sebagai kelompok kontrol. Data penelitian diperoleh dari ujian esai. Pengolahan data dilaksanakan dengan memanfaatkan Shapiro-Wilk, hasil uji normalitas memperlihatkan bahwa data berdistribusi normal. Homogenitas varians diuji menggunakan Levene, dan hasilnya menyatakan bahwa varians homogen, uji t independen dijalankan untuk menguji hipotesis pada tingkat signifikansi 5%. Efektivitas pembelajaran kemudian dihitung menggunakan N-Gain. Hasil menunjukkan bahwa analisis hipotesis memakai uji t sampel independen didapatkan nilai signifikansi < 0,001, menunjukkan kemampuan berpikir kritis pelajar di kelas eksperimen berbeda dengan signifikan diperbandingkan kelas kontrol. Penilaian efektivitas pembelajaran melalui perhitungan N-Gain menunjukkan persentase N-Gain ata-rata yang diperoleh dari kelas eksperimen yakni 72,57%, yang dapat dikategorikan sebagai cukup efektif. Berdasarkan hasil analisis, pada tingkat signifikansi 0,05, terjadi efek signifikan dari implementasi model PBL scientific literacy pada kemampuan berpikir kritis siswa kelas X Fase E di SMA Negeri 4 Bukittinggi.

Kata Kunci : *PBL, Scientific Literacy, Berpikir Kritis, Energi Terbarukan.*

ABSTRACT

Learning in the 21st century requires critical thinking skills as a core aspect of the 4C competencies necessary for problem solving and making appropriate decisions. In physics learning, these skills are essential for students to connect concepts with real-life phenomena around them. However, many students still face difficulties in linking theory with real-world applications due to instructional models that tend to emphasize memorization and routine problem solving. Therefore, a learning model that is relevant and facilitates scientific literacy is required, and PBL is one strategy integrated with scientific literacy. This research is intended to assess the impact of the PBL model integrated with scientific literacy on the critical thinking competency among students in renewable energy material (Phase E) at SMA Negeri 4 Bukittinggi. This study used a quasi-experimental approach. The research implemented a Pretest-Posttest Control Group Design. The participants in the study were students from classes X.E 2, X.E 3, and X.E 4. Using Two classes were selected through purposive sampling as the sample. determined as research subjects: the experimental group consisted of class X.E 2, where the control group included class X.E 3. Research data were collected through an essay test instrument. The data analysis involved testing normality with Shapiro-Wilk, which indicated that data showed variance was evaluated using Levene's test, and the results showed that the variance was homogeneous. Therefore, the hypothesis was tested using an independent sample t-test at a 5% significance level. Learning effectiveness was further analyzed using the N-Gain calculation. Based on the data, the hypothesis test with the independent sample t-test gave a significance < 0.001, indicating A statistically significant difference between the experimental group's critical thinking abilities versus those in the control group. Analysis of learning effectiveness using the N-Gain calculation showed that the mean percentage of the normalized gain in the experimental group reached 72.57%, which Can be considered fairly effective. According to the analysis, the conclusion is at a 0.05 significance level, a meaningful effect of is present implementing the PBL model integrated with scientific literacy about the critical thinking competencies of Grade X Phase E students at SMA Negeri 4 Bukittinggi.

Keywords : *PBL, Scientific Literacy, Critical Thinking, Renewable Energy.*

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 siswa dituntut untuk menguasai kompetensi yang sesuai dengan perkembangan zaman (Tillah & Subekti, 2025). Kompetensi abad ke-21 tersebut dikenal dengan istilah 4C, yang terdiri atas "Komunikasi, Kerja Sama, Berpikir Kritis dan Memecahkan Masalah, serta Kreativitas dan Inovasi" (Ferazona, 2020). Kemampuan ini perlu pada mempersiapkan generasi muda yang bukan sekadar memiliki dedikasi tinggi, melainkan juga daya saing yang kompeten dalan meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan pembangunan bangsa (Marhamah et al., 2020). Sejalan dengan tuntutan tersebut, sistem pendidikan nasional perlu melakukan penyesuaian agar mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan abad ke-21 secara optimal.

Untuk mendukung pengembangan kompetensi keterampilan abad ke-21, pemerintah Indonesia telah melakukan transformasi pendidikan melalui penerapan Kurikulum Merdeka (Arifin & Mu'id, 2024). Kurikulum ini berfokus pada pembelajaran berbasis siswa (student-centered learning), pendekatan ini tidak sama dengan kurikulum lama yang lebih menekankan peran pendidik (teacher-centered learning) dalam proses pembelajaran (Y. A. Putri & Yohandri, 2021). Dengan pendekatan baru ini, diharapkan siswa dapat lebih aktif dalam mengasah kemampuan secara kritis sebagai prasyarat yang penting dari menghadapi persaingan global. (P. I. A. Putri, 2024). Namun, keberhasilan implementasi kurikulum ini sangat bergantung terhadap mutu proses pembelajaran yang berlangsung di kelas.

Meskipun pendekatan ini menjanjikan perubahan positif, realita di lapangan mengindikasikan bahwa mutu pendidikan, terutama pada bidang sains, hingga kini menghadapi tantangan yang signifikan. Salah satu indikatornya adalah hasil penilaian PISA pada tahun 2015 mengungkapkan bahwa nilai scientific literacy siswa capaian Indonesia tergolong lebih rendah jika dibandingkan dengan rata-rata yang ditetapkan oleh OECD. Rata-rata skor literasi sains OECD adalah 493, sementara Indonesia hanya mencapai skor 403(OECD, 2016). Rendahnya scientific literacy ini mengindikasikan bahwa keterampilan berpikir ilmiah siswa masih perlu dikembangkan, terutama dalam hal mengaitkan konsep sains dengan kehidupan nyata (Kemendikbud, 2017). Kondisi ini mengindikasikan perbedaan antara harapan kurikulum dan pencapaian nyata.

Sebagai upaya untuk menjembatani kesenjangan tersebut, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia telah mendorong program literasi sekolah guna meningkatkan scientific literacy. Literasi dianggap penting karena mendorong siswa agar dapat mengetahui, memahami, serta mengaplikasikan informasi, pengetahuan, serta keterampilan yang diperoleh pada kehidupan nyata (Asrizal et al., 2018). Maka dari itu, dibutuhkan cara yang lebih efektif guna mendorong penguatan kemampuan analisis dan evaluasi kritis dan scientific literacy siswa (Sanjiartha et al., 2024). Strategi ini diharapkan mampu menjawab tantangan rendahnya scientific literacy sekaligus meningkatkan kualitas kecakapan berpikir kritis siswa.

Urgensi dari keterampilan berpikir kritis dapat diidentifikasi melalui situasi saat ini di lapangan. Faktor utama yang mempengaruhi rendahnya keterampilan berpikir kritis di kalangan siswa yakni penerapan model pembelajaran yang kurang optimal dalam mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis. Hal ini diperkuat dari hasil wawancara dengan guru fisika didapatkan informasi bahwa di SMA Negeri 4 Bukittinggi, yang menyatakan bahwa di kelas X fase E, model pembelajaran inovatif yang dirancang dengan tujuan mengasah kemampuan berpikir kritis belum diterapkan secara maksimal. terbatas untuk mendukung penguasaan scientific

literacy secara utuh. Berdasarkan temuan ini, meningkatkan kualitas proses pembelajaran telah menjadi kebutuhan mendesak agar dapat memenuhi target pendidikan yang sudah dirancang.

Guru mengamati bahwa siswa hanya mengandalkan informasi dari guru tanpa berupaya menganalisis atau menemukan solusi secara mandiri. Keterbatasan sumber belajar yang mendukung pengembangan scientific literacy juga menjadi hambatan yang signifikan. Kondisi ini semakin terlihat pada materi energi terbarukan dalam mata pelajaran fisika, di mana hasil penilaian sumatif semester genap menunjukkan rendahnya capaian siswa pada aspek berpikir kritis dan scientific literacy. Analisis awal memperlihatkan bahwa pencapaian siswa pada lima indikator berpikir kritis menurut Fisher (2009) berada pada rentang 35% hingga 53%. Skor tertinggi diperoleh pada indikator E1 (49–53%), sementara indikator E4 memperoleh skor paling rendah (42–43%). Sehingga dapat diindikasikan bahwa mayoritas siswa belum dapat berpikir kritis secara optimal. Kondisi ini sejalan dengan rendahnya kemampuan scientific literacy yang akan dipaparkan pada bagian berikutnya.

Hasil analisis kemampuan scientific literacy siswa juga menunjukkan bahwa seluruh indikator masih berada dalam kategori dasar (34–66). Penilaian mencakup tiga indikator meliputi menjelaskan P1, P2, serta P3. Skor tertinggi diperoleh pada indikator P3 (47%), sedangkan nilai terendah ditemukan pada indikator P1 (38%). Ketimpangan merujuk jika siswa belum dapat mengaitkan konsep sains dengan fenomena dalam kehidupan nyata secara ilmiah dan kritis. Temuan ini selaras dengan rendahnya capaian kemampuan berpikir kritis yang telah diuraikan sebelumnya, sehingga memperkuat urgensi pelaksanaan strategi pembelajaran yang mengintegrasikan kemampuan berpikir kritis dan scientific literacy dalam konteks nyata.

Dari data observasi terlihat dari kurangnya pencapaian kemampuan analisis kritis mengarahkan siswa menghadapi tantangan dalam mengaitkan konsep sains dengan fenomena kehidupan nyata. Kondisi ini berdampak pada lemahnya keterampilan menganalisis permasalahan, mengevaluasi informasi, dan menyusun solusi berbasis pemikiran ilmiah. Selain itu, siswa lebih fokus pada penghafalan daripada pemahaman konsep yang dipelajari, sehingga ketika diberikan soal yang menuntut pemecahan masalah atau penerapan konsep dalam konteks berbeda, mereka mengalami kesulitan menjawab dengan benar. Sehingga, diperlukan sebuah model pembelajaran yang tidak hanya mengutamakan kemampuan berpikir kritis, namun juga mendorong penguasaan scientific literacy siswa.

Permasalahan kemampuan berpikir kritis ini bisa diatasi dengan menerapkan model pembelajaran yang mampu menumbuhkan daya nalar, kreativitas, serta mengembangkan keterampilan ilmiah siswa dalam situasi atau kondisi yang sesungguhnya. Salah satu metode yang digunakan adalah penting yang perlu dipertimbangkan adalah PBL, yang menempatkan permasalahan yang menjadi fokus awal pada saat pelaksanaan pembelajaran sehingga mendorong siswa agar menemukan sendiri informasi yang dibutuhkan, mengembangkan solusi, dan berpartisipasi aktif dalam proses belajar (Umamah et al., 2018). Penerapan PBL berkontribusi secara signifikan yang berpengaruh besar pada perkembangan keterampilan berpikir kritis siswa dengan mendorong merumuskan masalah, menganalisis informasi, dan menemukan solusi yang tepat (Kurniawati & Yuda, 2024).

Namun, efektivitas PBL sangat dipengaruhi oleh kemampuan literasi siswa. Siswa yang mempunyai literasi yang minim cenderung menghadapi kendala dalam menguasai informasi, mengaitkan konsep, dan menerapkannya guna menyelesaikan permasalahan. Oleh sebab itu, integrasi scientific literacy ke dalam PBL menjadi strategi yang potensial untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Scientific literacy menekankan pada penguasaan konsep sains sekaligus

penerapannya dalam fenomena sehari-hari, sehingga siswa dapat lebih mudah menguasai materi secara mendalam serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara optimal (Umamah et al., 2018).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan PBL terintegrasi scientific literacy berpotensi peningkatkan Kemampuan analisis kritis siswa dengan menerapkan metode strategi mengatasi masalah berbasis konsep ilmiah (Asri & Ratnaya, 2023). Namun, penerapan PBL menuntut kemampuan literasi yang baik, sehingga integrasi scientific literacy menjadi strategi potensial untuk mengatasinya. Scientific literacy menekankan pemahaman konsep dan implementasinya dalam konteks kehidupan nyata, sehingga integrasi ini diharapkan mampu menjadi solusi komprehensif guna mengembangkan kemampuan berpikir kritis, scientific literacy, serta kualitas pembelajaran fisika di sekolah.

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, permasalahan penelitian yaitu: "Apakah terdapat pengaruh penerapan model PBL terintegrasi *scientific literacy* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi energi terbarukan di kelas X Fase E SMA Negeri 4 Bukittinggi?".

METODE

Kajian ini mempunyai tujuan dalam mengidentifikasi pengaruh dari pengimplementasian model PBL yang terintegrasi dengan scientific literacy terhadap kompetensi berpikir kritis siswa dalam memahami materi energi terbarukan di kelas X Fase E SMA Negeri 4 Bukittinggi. Pendekatan studi ini menerapkan pendekatan eksperimen dengan desain quasi-eksperimental. Desain ini dipilih karena dalam konteks penelitian pendidikan, sering kali tidak memungkinkan dilakukan pengontrolan variabel secara ketat sebagaimana dalam true-experimental. Quasi-experimental disebut demikian karena masih terdapat kemungkinan variabel luar memengaruhi variabel dependen, sehingga hasil penelitian tidak sepenuhnya disebabkan oleh perlakuan terhadap variabel independen (Sugiyono, 2013). Rancangan yang dipergunakan yaitu desain pretest-posttest control group, yakni salah satu rancangan eksperimen semu. Dalam rancangan ini, subjek penelitian dipisahkan ke dalam dua kelompok, yakni kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, yang sebelum perlakuan menerima pretest untuk menentukan kemampuan awal siswa.

Berikutnya perlakuan khusus yang diterima oleh kelompok eksperimen adalah penerapan model PBL terintegrasi scientific literacy. Sementara itu, kelompok kontrol memperoleh perlakuan berupa model pembelajaran PBL tanpa integrasi scientific literacy. Setelah perlakuan dilaksanakan, kedua kelompok mengikuti posttest guna mengukur kemampuan berpikir kritis yang draihkan. Perbandingan antara skor sebelum dan sesudah tes dari setiap kelompok dianalisis guna mengetahui efek penerapan efektivitas pendekatan pembelajaran pada pengembangan kompetensi berpikir kritis yang dimiliki siswa. Desain penelitian ini disusun dengan rumusan sebagai berikut:

Tabel 1. Rancangan Penelitian Pretest-Posttest Control Group Design

Kelas	Pre-test	Treatment	Post-test
Eksperimen	O_1	X_1	O_2
Kontrol	O_1	X_0	O_2

Sumber: (Sugiyono, 2013)

Populasi ini cakupan generalisasi yang tersusun atas subjek atau objek penelitian dengan karakter dan tingkat kualitas tertentu yang telah ditetapkan Untuk dianalisis oleh peneliti dan dievaluasi dengan tujuan membuat kesimpulan (Sugiyono, 2013). Pada studi yang dilaksanakan,

populasi yang diteliti tersusun atas beberapa siswa kelas X (fase E) di SMA Negeri 4 Bukittinggi yang terdata di tahun pembelajaran 2024/2025, dengan total tiga kelas. Kelas eksperimen dan kelas kontrol menjadi sampel dalam penelitian ini, yang dipilih memakai purposive sampling dengan syarat bahwa semua kelas yang dipilih mempunya kemampuan akademik relatif setara. Kelas X.E 2 dan X.E 3 merupakan sampel yang dipilih pada penelitia ini.

Variabel dapat didefinisikan sebagai konsep yang menunjukkan nilai yang dapat berubah dan diukur. Dalam penelitian ditemukan dua tipe variabel, meliputi Variabel independen serta dependen. Variabel independen adalah variabel yang menimbulkan perubahan perubahan hasil penelitian, dalam hal ini pembelajaran dengan model PBL yang terintegrasi dengan scientific literacy. Di sisi lain, variabel dependen yaitu variabel yang terpengaruh oleh variabel bebas. Pada studi yang dilaksanakan, variabel dependen yang dikaji yaitu kemampuan berpikir kritis siswa.

Prosedur yang diterapkan mencakup tiga tahap, yakni persiapan, pelaksanaan, serta penyelesaian. Alat yang dipakai peneliti berupa tes, yang mempunyai tujuan dalam melakukan pengukuran kemampuan berpikir kritis pelajar serta mengidentifikasi adanya peningkatan yang terjadi setelah perlakua. Tes pada studi yang dilaksanakan tersusun atas pretest dan posttest, pretest dirancang guna mengukur kemampuan berpikir kritis siswa sebelum perlakuan, sedangkan posttest digunakan guna mengevaluasi perkembangan kemampuan berpikir kritis setelah perlakuan diterapkan.

Analisis data dimaksudkan untuk pengujian hipotesis yang sudah disusun. Data yang diperoleh dari bentuk skor pemikiran kritis dianalisis menggunakan SPSS. Sebelum melaksanakan Uji normalitas dan homogenitas dilakukan terlebih dahulu oleh peneliti, dengan Shapiro-Wilk untuk normalitas dan Levene untuk homogenitas, sebagai tahap awal sebelum pengujian hipotesis untuk memastikan data valid. pada taraf signifikansi 0,05. Data dianggap mempunyai distribusi normal apabila nilai signifikansi > 0,05, dan varians dianggap homogen apabila nilai signifikansi pada uji Levene > 0,05.

Apabila kedua prasyarat tersebut telah dipenuhi, pengujian hipotesis dilaksanakan menggunakan uji t independen guna menilai perbedaan mean kemampuan berpikir kritis antara siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol.Uji t independen dipilih dengan pertimbangan bahwa kedua kelompok sampel independen dan terpilih yang memiliki distribusi normal serta varians homogen. Selain itu, dilakukan pula perhitungan normalized gain (n-gain) dilakukan guna menilai efektivitas implementasi pendekatan pembelajaran. Nilai n-gain dianalisis guna menilai tingkat peningkatan yang terjadi pada kedua kelompok.

Ketercapaian kemampuan berpikir kritis dikategorikan pada kriteria berikut:

Tabel 2. Kriteria Presentase Nilai Berpikir Kritis

Kriteria	Skor
Sangat Kritis	80-100
Kritis	66-79
Cukup Kritis	56-65
Kurang Kritis	40-55
Tidak Kritis	<39

Sumber : (Fisher, 2009)

Berdasarkan perhitungan n-gain, data selanjutnya kemudian diklasifikasikan pada interpretasi di bawah ini:

Tabel 3. Kriteria Interpretasi Nilai N-Gain

Nilai Gain Ternormalisasi	Interpretasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Sumber : (Hake, 1999)

Dalam upaya menilai efektivitas penerapan model pembelajaran, digunakan tafsiran efektivitas n-gain sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. Kategori Tafsiran Efektivitas N-Gain

Persentase (%)	Tafsiran
< 40	Tidak Efektif
40-55	Kurang Efektif
56-75	Cukup Efektif
>76	Efektif

Sumber : (Hake, 1999)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data yang dikumpulkan terdiri dari skor keterampilan rata-rata analisis kritis siswa untuk masing-masing kemudian dianalisis untuk menentukan sejauh mana perbedaan hasil di antara dua tingkatan.

Nilai Pretest Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Sebelumnya perlakuan diberikan, dilaksanakan pretest guna menilai "Kemampuan Berpikir Kritis Siswa awal siswa pada masing kelas". Skor tes awal yang ditampilkan dalam Tabel 5 di bawah ini menunjukkan perbandingan skor rata-rata pada setiap indikator.

Tabel 5. Pretest Kemampuan Berpikir Kritis

Indikator	Eksperimen	Kontrol
Memberikan penjelasan sederhana	39	38
Keterampilan dasar	38	34
Penjelasan lebih lanjut	16	14
Menyimpulkan	25	32
Mengatur strategi dan taktik	11	8

Dalam indikator menjelaskan dengan cara yang mudah dimengerti, pada kelas eksperimen mendapatkan nilai 39, serta kelas kontrol mendapatkan nilai 38. Mengacu pada kategori Fisher, skor tersebut berada dalam kategori "tidak kritis" untuk masing-masing kelas. Indikator keterampilan dasar juga masih berada dalam kategori "tidak kritis" di kedua kelas, dengan skornya 38 (kelas eksperimen) dan 34 (kelas kontrol). Selanjutnya pada indikator memberikan penjelasan lanjut serta mengelola strategi serta taktik menunjukkan hasil terendah di kedua kelas, yaitu

masing-masing 16 dan 11 untuk kelas eksperimen, serta 14 serta 8 dalam kelas kontrol. Seluruh nilai tersebut termasuk dalam kategori "tidak kritis". Sementara itu, indikator menyimpulkan memperoleh skor 25 dan 32 pada masing kelas. Meskipun nilai pada kelas kontrol lebih tinggi, keduanya masih berada dalam kategori "tidak kritis".

Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa di kedua kelas sebelum perlakuan masih berada dalam kategori tidak kritis, sehingga diperlukan penerapan strategi pembelajaran yang tepat dalam upaya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Nilai Posttest Kemampuan Berpikir Kritis

Setelah perlakuan selesai, dilakukan tes pasca-perawatan dalam melakukan pengukuran tingkat kemampuan berpikir kritis siswa di masing kelas. Tabel 6 di bawah ini memperlihatkan perbandingan posttest di kedua kelas pada lima indikator.

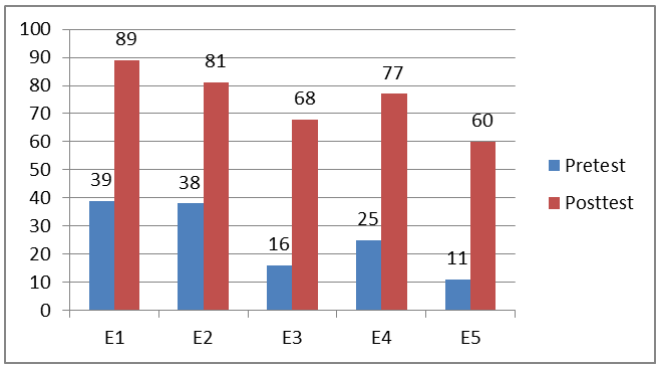
Tabel 6. Postest Kemampuan Berpikir Kritis

Indikator	Eksperimen	Kontrol
Memberikan penjelasan sederhana	89	82
Keterampilan dasar	81	67
Penjelasan lebih lanjut	68	51
Menyimpulkan	77	60
Mengatur strategi dan taktik	60	35

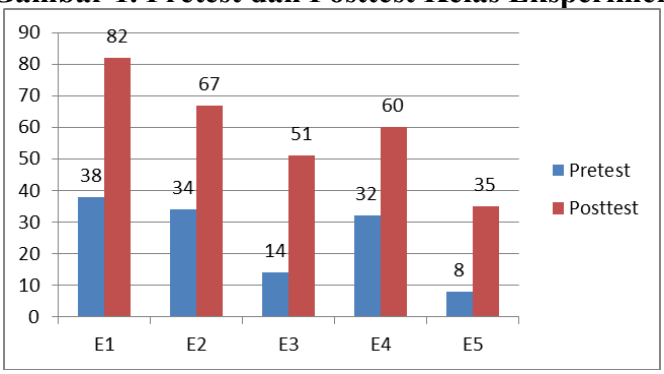
Peningkatan yang ditunjukkan dalam Tabel 6 mengindikasikan bahwa pencapaian kemampuan berpikir kritis siswa ini telah mencapai kategori "kritis", terutama di kelas eksperimen. Pada indikator memberikan penjelasan sederhana, kelas eksperimen 89, sementara kelas kontrol 82, dan kedua kelas masuk ke dalam kategori "sangat kritis". Untuk indikator keterampilan dasar, kelas eksperimen memperoleh skor 81, pada kategori "sangat kritis", sementara kelas kontrol hanya memperoleh skor 67, yang masuk ke dalam kategori "kritis". Dalam indikator memberikan penjelasan lebih lanjut, dimana pada kelas eksperimen 68 dalam kategori "kritis", sementara kelas kontrol hanya memperoleh skor 51, yang masih masuk dalam kategori "kurang kritis". Indikator ini diakhiri dengan skor 77 dan 60 untuk masing kelas, masing-masing masuk dalam kategori 'kritis' dan "cukup kritis", secara berturut-turut. Sementara itu, pada indikator penetapan strategi dan taktik, kelas eksperimental memperoleh skor 60 (kategori "cukup kritis"), sedangkan kelas kontrol hanya memperoleh skor 35, yang masih diklasifikasikan sebagai "tidak kritis." Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan jika kelas eksperimen mengalami peningkatan signifikan pada keterampilan berpikir kritis diperbandingkan kelas kontrol, mengonfirmasi efektivitas model pembelajaran yang diimplementasikan.

Pretest dan Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Sampel

Perbedaan hasil skor pretest dan posttest pada kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen ditunjukkan dalam Gambar 1, sedangkan untuk kelas kontrol terlihat dalam Gambar 2.

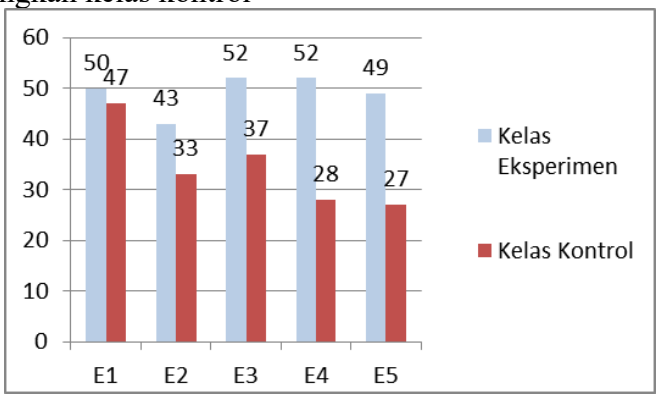


Gambar 1. Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen



Gambar 2. Pretest dan Posttest Kelas Kontrol

Berdasarkan hasil dalam gambar 1 dan gambar 2, kemampuan berpikir kritis siswa pada kedua kelas sampel meningkat di semua indikator, namun perolehan peningkatan pada kelas eksperimen melebihi peningkatan di kelas kontrol. Pada indikator E1 pada kelas eksperimen, skor meningkat dari 39 menjadi 89, sementara pada kelas kontrol skor meningkat dari 38 menjadi 82. Indikator E2 meningkat dari 38 ke 81 pada kelas eksperimen dan dari 34 ke 67 pada kelas kontrol. Indikator E3 meningkat dari 16 ke 68 pada kelas eksperimen, sementara kelas kontrol dari 14 ke 51. Pada indikator E4, Pada kelas eksperimen, skor meningkat dari 25 ke 77, sedangkan pada kelas kontrol skor meningkat dari 32 ke 60. Indikator E5 meningkat dari 11 ke 60 di kelas eksperimen dan dari 8 ke 35 di kelas kontrol. Secara keseluruhan, penerapan PBL terintegrasi scientific literacy terbukti memberikan peningkatan kemampuan berpikir yang nilainya lebih besar di kelas eksperimen diperbandingkan kelas kontrol



Gambar 3. Δ Kenaikan Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Menurut pada Gambar 3, bisa dilihat jika selisih peningkatan skor kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen serta kelas kontrol bervariasi dalam setiap indikator. Selisih terkecil terdapat pada indikator E1, yaitu sebesar 3 skor, yang menunjukkan bahwa perbedaan capaian kedua kelas pada indikator ini relatif tipis. Selanjutnya, pada indikator E2 selisihnya meningkat menjadi 10 skor, sedangkan pada indikator E3 perbedaan semakin besar hingga mencapai 15 skor. Peningkatan yang paling mencolok terjadi pada indikator E4 dan E5, masing-masing sebesar 24 poin dan 22 poin. Hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan model PBL terintegrasi scientific literacy dalam kelas eksperimen memberikan dampak yang jauh lebih besar dari pembelajaran dalam kelas kontrol, terutama pada indikator yang berkaitan dengan keterampilan penjelasan lanjut, penyimpulan, serta pengaturan strategi dan taktik. Oleh karena itu, bisa ditarik Kesimpulan jika model pembelajaran ini lebih efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan menyeluruh, terutama dalam hal yang membutuhkan proses analisis mendalam dan pengambilan keputusan yang strategis.

Langkah selanjutnya adalah menganalisis data melalui uji hipotesis statistik dalam bentuk uji t dua sampel. Penggunaan uji ini tersebut memerlukan syarat bahwa data seharusnya mengikuti varians yang homogen. Oleh karena itu, tahap awal melibatkan pengujian normalitas serta homogenitas sebagai prasyarat sebelum melaksanakan analisis lebih lanjut.

Uji Normalitas

Agar dapat memastikan syarat-syarat yang diperlukan dalam pengujian hipotesis terpenuhi, tahap awal yaitu melakukan uji normalitas guna memastikan bahwa data di kedua kelas menunjukkan distribusi data normal. Pengujian normalitas dilaksanakan dengan memakai metode uji Shapiro-Wilk dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil uji normalitas ditampilkan dalam Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Uji Normalitas Kedua Sampel

		Shapiro-Wilk		
	Kelompok	Statistic	df	Sig.
Berpikir Kritis	Eksperimen	.953	32	.177
	Kontrol	.963	32	.330

Menurut pada tabel di atas, bisa dilihat jika nilai Sig. (p-value) dalam uji Shapiro-Wilk lebih besar dari 0,05. Ini menandakan jika data dari kedua kelompok berdistribusi normal.

Uji Homogenitas

Data yang sudah memenuhi distribusi normal kemudian diuji homogenitasnya untuk memastikan bahwa varians data di keuda kelas sama. Guna melakukan pengujian homogenitas, dipergunakan uji Levene yang mempunyai tingkat signifikansi 0.05. Hasil uji homogenitas diipaparkan dalam Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Uji Homogenitas Kedua Kelas

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean	.374	1	62	.543
Based on Median	.327	1	62	.570

s	Based on Median and with adjusted df	.327	1	61.603	.570
l	Based on trimmed mean	.363	1	62	.549

Nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,543 diperoleh berdasarkan rata-rata. Karena nilai Sig. > 0.05, varians data pada kedua kelompok dapat dianggap homogen atau sama. Oleh karena itu, data yang memenuhi persyaratan homogenitas ini cocok untuk analisis lebih lanjut menggunakan uji t.

Uji-t Dua Rata-Rata (Independent Samples t-test)

Langkah terakhir adalah melakukan uji t independen agar dapat menganalisis perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa pada kedua sesudah perlakuan. Pada Tabel 9 diperoleh hasil analisis uji t independen yang sudah dilaksanakan.

Tabel 9. Hasil Uji Hipotesis

t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
16.584	62	< 0.001	12.594

Dari analisis yang dilaksanakan, dilaksanakan nilai sig < 0,001, yang mengindikasikan adanya perbedaan bermakna dari kedua kelas. Kenaikan kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol. Ini menandakan jika pengimplementasian model PBL yang terintegrasi dengan scientific literacy memberikan hasil yang lebih baik diperbandingkan PBL yang tidak terintegrasi.

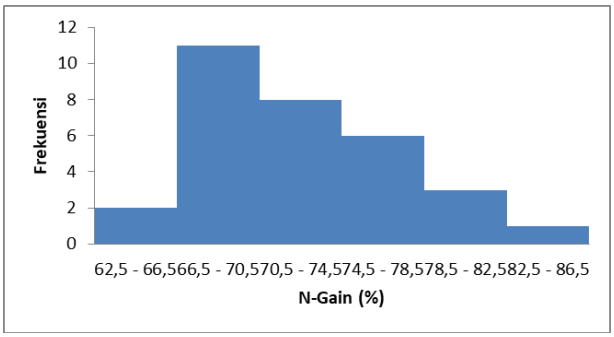
Uji N-Gain

Perhitungan N-Gain pada kedua kelas guna mengukur peningkatan kemampuan pelajar. Hasil perhitungan tersebut disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji N-Gain

	Kelas		Statistic	Std. Error
NGain_Persen	Eksperimen	Mean	72.5705	.89628
		Minimum	63.64	
		Maximum	83.82	
	Kontrol	Mean	54.5934	.84469
		Minimum	44.44	
		Maximum	62.69	

Berdasarkan tabel 10, mengacu pada teori Hake (1999) nilai rata-rata persentase N-Gain pada kelas eksperimen yaitu 72,57% dengan kategori cukup efektif. Nilai minimum N-Gain di kelas eksperimen tercatat sebesar 63,64% dan maksimum 83,82% yang berarti merata dalam kategori tinggi. Sedangkan, nilai rata-rata persentase N-Gain untuk kelas kontrol adalah 54,59%, yang tergolong dalam kategori kurang efektif. Nilai minimum N-Gain dalam kelas kontrol yaitu 44,44% serta maksimum 62,69%, menunjukkan bahwa peningkatan berada dalam kategori sedang. Gambar 4 di bawah ini menunjukkan distribusi N-Gain pada kelas eksperimen.



Gambar 4. Distribusi N-Gain Siswa Kelas Eksperimen

Gambar 4 menampilkan distribusi N-Gain dalam kelas eksperimen. Kelas eksperimen menunjukkan frekuensi tertinggi pada N-Gain 67–70, menunjukkan mayoritas pelajar mengalami peningkatan menengah ke atas. Distribusi ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran yang digunakan dalam kelas eksperimen lebih efektif pada pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa dibanding kelas kontrol.

Hasil ini memperlihatkan meningkatnya kemampuan pada kelas kelas eksperimen lebih tinggi diperbandingkan kelas kontrol. Hasil ini juga mengindikasikan jika pembelajaran menggunakan PBL terintegrasi scientific literacy lebih efisien untuk mendorong peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa diperbandingkan pembelajaran pada kelas kontrol. Strategi ini menjadi alternatif pembelajaran yang relevan untuk mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21, terlebih dengan hal pengembangan berpikir kritis (Rahim, 2023). Temuan ini mendukung pendapat (Husna et al., 2025) bahwa pemakaian model berbasis pemecahan masalah berperan pada penngembangan keterampilan berpikir kritis siswa untuk mengkaji permasalahan dengan kolaboratif ataupun mandiri.

KESIMPULAN

Perolehan penelitian memaparkan bahwa pengaplikasian model PBL yang terintegrasi dengan scientific literacy mampu menaikkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam materi energi terbarukan Fase E di SMA Negeri 4 Bukittinggi. Ditemukan perbedaan signifikan antara kedua kelas yang dianalisis mempergunakan independent samples t-test pada tingkat signifikansi 0,05 ($p<0,001$). Rata-rata nilai posttest di kelas eksperimen lebih tinggi diperbandingkan kelas kontrol, dan perhitungan N-Gain mengindikasikan pengaruh yang cukup besar, dengan nilai N-Gain rata-rata kelas eksperimen sebesar 72,57% (kategori cukup efektif). Hal ini menegaskan bahwa integrasi scientific literacy dalam PBL memberikan peningkatan yang lebih merata dan signifikan. Peningkatan tersebut terlihat pada semua indikator Ennis. Oleh karena itu, model PBL yang terintegrasi dengan scientific literacy bisa berfungsi menjadi strategi pembelajaran fisika yang efisien untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, B., & Mu'id, A. (2024). Pengembangan Kurikulum Berbasis Keterampilan dalam Menghadapi Tuntutan Kompetensi Abad 21. *DAARUS TSAQOFAH : Jurnal Pendidikan Pascasarjana Universitas Qomaruddin*, *1*(2).

Asri, I. H., & Ratnaya, I. G. (2023). Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Literasi Sains dengan

Model Pembelajaran Problem Based Learning Materi Sistem Respirasi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, *12*(3), 714–722.

Asrizal, Amran, A., Ananda, A., Festiyed, F., & Sumarmin, R. (2018). The Development of Integrated Science Instructional Materials to Improve Students' Digital Literacy in Scientific Approach IN SCIENTIFIC APPROACH. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *7*(4), 442–450.

Ferazona, S. (2020). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Penggunaan Strategi Active Sharing Knowledge Upaya Mempersiapkan Generasi Abad 21. *Perspektif Pendidikan Dan Keguruan*, *XI*(1).

Fisher, A. (2009). *Berfikir Kritis Sebuah Pengantar, terj Benyamin Hadinata*. Erlangga.

Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Scores. *American Educational Research Association's Division*, 1–4.

Husna, A., Ilmi, N., & Gusmaneli. (2025). Strategi Pembelajaran Berbasis Masalah dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Katalis Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Matematika*, *2*(2), 76–86.

Kemendikbud. (2017). *Materi Pendukung Literasi Sains*.

Kurniawati, I. D., & Yuda, Y. P. (2024). Pengaruh Problem Based Learning Berbantuan E-learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis pada Mata Pelajaran IPA. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, *4*(3).

Marhamah, I., Yahdi, & Hajaroh, S. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis. *SPIN : Jurnal KImia Dan Pendidikan Kimia*, *2*(1), 68–82.

OECD. (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*.

Putri, P. I. A. (2024). *Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Siswa SMA*. Universitas Pendidikan Ganesha.

Putri, Y. A., & Yohandri. (2021). Pengaruh Bahan Ajar Fisika Berbasis Model Problem Based Learning Menggunakan Pendekatan CTL Terhadap Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, *7*(1), 1–8.

Rahim, A. (2023). Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Pembelajaran Kritis. *JSE: Journal Sains and Education*, *1*(3).

Sanjiartha, I. G. D., Suwindia, I. G., & Winangun, I. M. A. (2024). Peran literasi sains dalam membentuk generasi berfikir kritis dan inovatif: kajian literature review. *Journal IICET*, *5*(2).

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Alfabeta.

Tillah, N. F., & Subekti, H. (2025). Analisis Kemampuan Literasi Sains Siswa SMP Berdasarkan Indikator dan Level Literasi Sains. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, *12*(1), 137–154.

Umamah, C., Norhasan, & Rofi'ah, J. (2018). Implementasi Model Problem Based Learning Berbasis Literasi Sains untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *LENSA : Lentera Sains*, *8*(2), 67–74.