UPEJ 13 (3) 2024

Unnes Physics Education Journal

Terakreditasi SINTA 3

https://journal.unnes.ac.id/journals/upej/index

Pengaruh Model *Project Based Learning* (PjBL) dengan Pendekatan STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Kalor dan Perpindahannya Kelas VII MTs Cerdas Murni

Heny Nurul Mufitdah✉**, Ely Djulia, Erny**

Prodi Pendidikan IPA, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Mei 2024
Disetujui Agustus 2024
Dipublikasikan Desember 2024

Keywords:
Critical Thinking Skills, Heat and Its Transfer, Project-Based Learning Model, STEM Approach

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa melalui model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM pada materi kalor dan perpindahannya dan aspek berpikir kritis apakah yang memiliki persentase dengan nilai gain tertinggi melalui model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM pada materi kalor dan perpindahannya. Jenis penelitian adalah *quasi eksperimen* yang melibatkan kelas kontrol dan eksperimen. Sampel pada penelitian ini siswa kelas VII-1 dan VII-3 dengan jumlah masing-masing kelas sebanyak 28 orang siswa yang dipilih secara *purposive sampling*. Instrumen yang digunakan berupa tes kemampuan berpikir kritis yang telah divalidasi dalam bentuk tes essai berjumlah 12 soal yang memenuhi syarat validasi isi yaitu 0,377 sampai 0,563 dan memenuhi syarat reliabilitas sebesar 0,712. Dari hasil penelitian diperoleh data bersifat homogen. Pada uji normalitas data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal. Berdasarkan hasil analisis uji hipotesis *posttest* diperoleh sebesar 0,000 sehingga disimpulkan terdapat pengaruh model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas 7 pada materi kalor dan perpindahannya di MTs Cerdas Murni. Pada pengujian gain ternormalisasi diperoleh n-gain sebesar 77% kelas eksperimen dan sebesar 56% kelas kontrol sehingga disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa melalui penerapan model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM pada materi kalor dan perpindahannya memenuhi kriteria tinggi pada kelas eksperimen dan kategori sedang pada kelas kontrol. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan berpikir kritis siswa yang memiliki persentase lebih tinggi adalah pada aspek memberikan penjelasan lebih lanjut yaitu sebesar 83%.

Abstract

This study aims to determine whether there is an increase in students' critical thinking skills through the Project Based Learning (PjBL) model with a STEM approach on the material of heat and its transfer and what aspects of critical thinking have the percentage with the highest gain value through the Project Based Learning model with a STEM approach on the material of heat and its transfer. The type of research is a quasi-experiment involving control and experimental classes. The samples in this study were students of class VII-1 and VII-3 with a total of 28 students each class selected by purposive sampling. The instrument used was a validated critical thinking skills test in the form of an essay test totaling 12 questions that met the content validation requirements of 0.377 to 0.563 and met the reliability requirements of 0.712. From the research results, the data is homogeneous. In the normality test, the pretest and posttest data were normally distributed. Based on the results of the posttest hypothesis test analysis, it was obtained at 0.000 so it was concluded that there was an effect of the Project Based Learning model with a STEM approach on the critical thinking skills of grade 7 students on heat and its transfer material at MTs Cerdas Murni. In the normalized gain test, the n-gain was obtained by 77% of the experimental class and 56% of the control class so it was concluded that students' critical thinking skills through the application of the Project Based Learning model with the STEM approach to heat and its transfer material met the high criteria in the experimental class and the medium category in the control class. The results showed that students' critical thinking skills that had a higher percentage were in the aspect of providing further explanation, which amounted to 83%.

©2024 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
E-mail: henynurul59@gmail.com

ISSN 2252-6935

PENDAHULUAN

Pendidikan memegang peranan yang sangat penting dalam kemajuan Negara dan sebagai salah satu sarana untuk meningkatkan dan mengembangkan sumber daya manusia (SDM). Semakin berkembangnya zaman, ilmu pengetahuan memiliki peran yang sangat penting khususnya bagi pendidikan (Nurcahyo *et al.*, 2021). Perkembangan pendidikan abad ke-21 di era industri 4.0 membutuhkan keterampilan berpikir yang mencakup keterampilan berpikir logis, analisis, kritis dan kreatif. Keterampilan ini penting bagi setiap siswa untuk menghubungkan suatu konsep serta materi sehingga dapat memahami dan menyelesaikan suatu permasalahan dalam kelas (Sukmagati *et al.*, 2020).

Kondisi kemampuan berpikir siswa di Indonesia saat ini masih berpikir pada tingkat yang rendah. Keterampilan berpikir yang membutuhkan daya nalar yang tinggi tidak hanya terjadi pada saat ujian, tetapi harus dilakukan dalam proses pembelajaran. Penelitian terhadap siswa keterampilan berpikir kritis (KBK) di Indonesia dilakukan, hasil penelitiannya menjelaskan bahwa kelemahan siswa KBK masih berlangsung dalam kategori lemah dan tidak optimal dalam proses pembelajaran (Fithri *et al.*, 2021).

Melalui pembelajaran IPA siswa diharapkan dapat menjadi seorang yang dapat memecahkan masalah serta dapat menguasai materi IPA secara ilmiah, mengenal fenomena alam yang terjadi disekitarnya dan menerapkan konsep IPA dalam kehidupan. Memperkenalkan isu-isu global ke dalam proses pembelajaran IPA, memungkinkan siswa dapat mengkaji dan mengeksplorasi secara ilmiah dan terintegrasi. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut, dibutuhkan suatu pendekatan yang terintegrasi salah satunya yaitu pendekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) (Prismasari *et al.*, 2019).

Pada saat ini STEM merupakan suatu isu penting dalam pendidikan. Pendekatan STEM merupakan ilmu yang terintegrasi dari pembelajaran sains, teknologi, teknik dan matematika yang disarankan untuk mendukung keberhasilan keterampilan abad ke-21. STEM dapat berkembang apabila dikaitkan dengan lingkungan, sehingga tercapai pembelajaran yang menghubungkan dunia nyata yang dialami siswa dalam kehidupan sehari-hari (Herak & Lamanepa, 2019).

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di MTs Cerdas Murni, ditemukan permasalahan seperti guru masih menggunakan metode konvensional dimana pembelajaran masih berpusat pada guru, hasil belajar siswa yang masih rendah, ada sebagian siswa mengalami kesulitan ketika harus menjawab soal tes kemampuan berpikir kritis karena mengingat pada soal kemampuan berpikir kritis di sampaikan siswa harus mampu membandingkan antara beberapa masalah yang di sampaikan atau di temukan karena tidak semua siswa mampu membedakan masalah tersebut, siswa juga kesulitan dalam memahami rumus-rumus fisika dan penerapannya dalam soal tes kemampuan berpikir kritis, kurang menariknya model dan media pembelajaran yang digunakan serta bahan ajar yang digunakan guru hanya berupa buku dari pemerintahan dan LKS sehingga siswa kurang tertarik serta merasa bosan.

Dengan adanya permasalahan di atas, peneliti menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM guna memfasilitasi siswa dalam proses belajar khususnya pada materi kalor dan perpindahannya. LKPD yang akan dikembangkan merupakan adaptasi dari pembelajaran berbasis STEM yang dinilai relevan terhadap pembelajaran era 4.0.

Guru perlu mempertimbangkan model yang cocok dalam proses pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang dapat melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa adalah model *Project Based Learning* (PjBL). Model PjBL merupakan pembelajaran inovatif yang mendorong siswa dalam melakukan penyelidikan sehingga siswa dapat bekerja sama untuk meneliti dan membuat proyek yang memanfaatkan pengetahuan siswa menemukan hal baru, teknologi dan memecahkan masalah (Afifah *et al.*, 2019).

Dalam penelitian Afifah *et al.* (2019) menyatakan bahwa dengan mengunakan model PjBL berbantuan LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini dikarenakan pembelajaran yang dilaksanakan lebih melibatkan keaktifan siswa yang dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis melakukan penelitian berjudul

"Pengaruh Model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Kalor dan Perpindahannya Kelas VII MTs Cerdas Murni". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa melalui model *Project Based Learning* (PjBL) dengan Pendekatan STEM pada materi kalor dan perpindahannya dan aspek berpikir kritis apakah yang memiliki persentase dengan nilai gain tertinggi melalui model *Project Based Learning* dengan Pendekatan STEM pada materi kalor dan perpindahannya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Jenis penelitian yang digunakan yaitu *quasi eksperimen* yang melibatkan kelas kontrol dan eksperimen dengan desain *two group pretest and posttest design*. Penelitian ini dilakukan di MTs Swasta Cerdas Murni Alamat Jl. Beringin No. 33, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara. Sampel dalam penelitian ini dipilih siswa kelas VII-1 sebagai kelas kontrol dan VII-3 sebagai kelas eksperimen dengan jumlah masing-masing kelas sebanyak 28 orang siswa sehingga total sampel adalah 56 orang siswa dipilih secara *purposive sampling*.

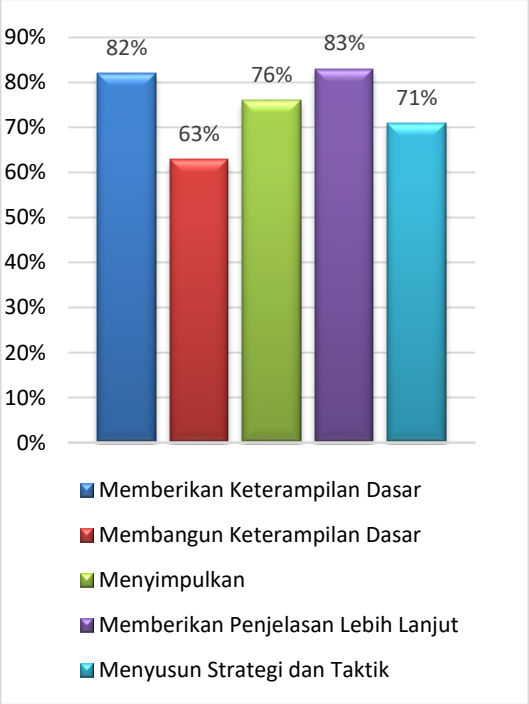
Pengumpulan data menggunakan tes yaitu tes berupa *pretest* dan *posttest* dengan bentuk soal esai yang diberikan kepada siswa untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa pada materi kalor dan perpindahannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di MTs Cerdas Murni Jl. Beringin No. 33, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara diperoleh data berupa hasil tes dan angket. Tes pada penelitian ini berupa bentuk soal essai yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan indikator yang dikemukakan oleh Ennis. Sedangkan angket pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui kelayakan LKPD, dari beberapa validator ahli. Data tes diperoleh dengan menggunakan instrumen tes soal essai sebanyak 12 soal yang dinyatakan valid dengan r tabel = 0,361. Reliabilitas tes melalui hasil olahan data didapatkan hasil reliabilitas instrumen tes sebesar 0,712 dengan kategori tinggi, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa instrumen tes reliabel.

Peneliti melakukan validasi LKPD yang dilakukan oleh dosen ahli materi, ahli pembelajaran dan ahli desain. Dimana berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi menyatakan bahwa LKPD berbasis STEM "sangat layak". Berdasarkan hasil validasi oleh ahli pembelajaran menyatakan bahwa LKPD berbasis STEM "Layak". Berdasarkan hasil vaildasi oleh ahli desain menyatakan bahwa LKPD berbasis STEM "Sangat layak"

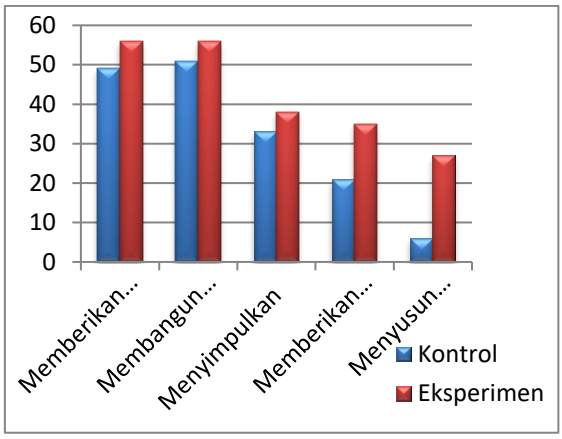
Kemampuan berpikir kritis siswa diukur dengan menggunakan tes esai sejumlah 12 soal. Data hasil *pretest* kelas kontrol dan eksperimen ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Presentase Aspek Kemampuan Berpikir Kritis

Data Gambar 1 menunjukkan bahwa rata-rata nilai *pretest* kelas kontrol sebesar 33,32 dengan nilai tertinggi 38 dan nilai terendah sebesar 28. Pada kelas eksperimen rata-rata nilai *pretest* 43,36 dengan nilai tertinggi 50 dan nilai terendah sebesar 35. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pencapaian nilai rata-rata kelas eksperimen lebih besar daripada nilai rata-rata kelas kontrol.

Data hasil *pretest* berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada Gambar 2.

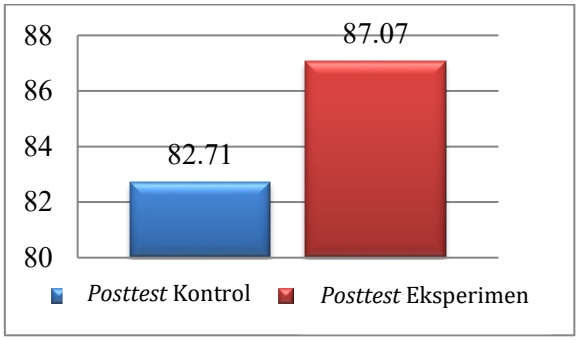


Gambar 2. Hasil *Pretest* Berdasarkan Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

Berdasarkan data *pretest* pada Gambar 2, ketercapaian indikator tertinggi kelas kontrol terdapat pada indikator membangun keterampilan dasar dengan nilai 51 dan termasuk dalam kategori sedang. Sementara ketercapaian indikator tertinggi pada kelas eksperimen terdapat pada indikator memberikan penjelasan sederhana dengan nilai 56 dan termasuk dalam kategori tinggi. Rata-rata yang terdapat pada kelas kontrol sebesar 33,39 dan kelas eksperimen sebesar 43,33.

Hasil uji normalitas data *pretest* kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal. Selain itu, hasil uji homogenitas data *pretest* kedua kelas sampel memiliki populasi yang sama (homogen).

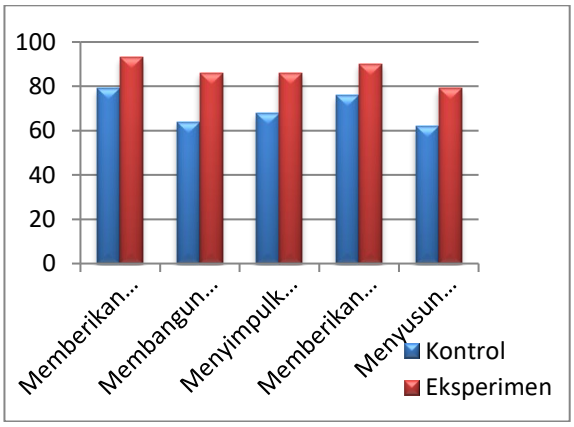
Setelah kegiatan belajar mengajar selesai dilaksanakan, selanjutnya diberikan soal *posttest* yang sama dengan soal *pretest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pemberian *posttest* ini bertujuan untuk melihat pengaruh model pembelajaran PjBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Kemampuan berpikir kritis siswa diukur dengan menggunakan tes esai sejumlah 12 soal. Data hasil *posttest* kelas kontrol dan eksperimen dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Rata-rata *posttest* kelas kontrol dan eksperimen

Data Gambar 3 menunjukkan bahwa rata-rata nilai *posttest* kelas kontrol sebesar 70,61 dengan nilai tertinggi 78 dan nilai terendah sebesar 65. Pada kelas eksperimen rata-rata nilai *posttest* 87,18 dengan nilai tertinggi 93 dan terendah sebesar 82. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pencapaian nilai rata-rata kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol.

Data hasil *posttest* berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis kelas kontrol dan eksperimen dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2. Hasil *Posttest* Berdasarkan Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

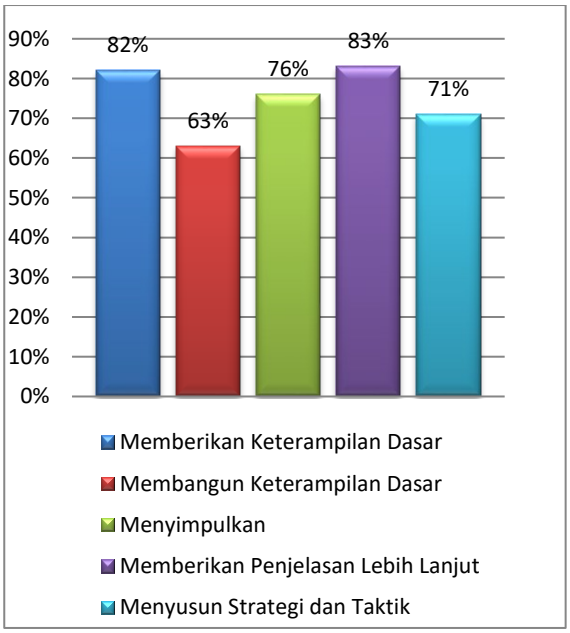
Berdasarkan data *posttest* pada Gambar 4, ketercapaian indikator tertinggi kelas kontrol terdapat pada indikator memberikan penjelasan sederhana dengan nilai 79 dan termasuk dalam kategori tinggi. Sementara, ketercapaian indikator tertinggi pada kelas eksperimen terdapat pada indikator memberikan penjelasan sederhana dengan nilai 93 dan termasuk dalam kategori sangat tinggi. Adapun rata-rata pada kelas kontrol sebesar 70,59 dan kelas

eksperimen sebesar 87,14 yang masuk dalam kategori sangat tinggi.

Hasil uji normalitas data *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal dan hasil uji homogenitas yang dilakukan bahwa data *posttest* kedua kelas sampel memiliki populasi yang sama (homogen).

Berdasarkan hasil uji N-Gain, diketahui bahwa rata-rata nilai *pretest* pada kelas eskperimen sebesar 43,36 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 33,32 dan nilai *posttest* pada kelas eksperimen sebesar 87,17 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 70,61. Nilai *pretest* dan *posttest* selanjutnya digunakan untuk dilakukan uji N-Gain, setelah dilakukannya pengujian didapatkan gain sebesar 0,77 atau dalam persen 77% pada kelas eksperimen dengan interpretasi N-Gain tinggi dan gain 0,56 atau dalam bentuk persen 56% pada kelas kontrol dengan interpretasi N-Gain sedang.

Analisis pada aspek berpikir kritis yang berkembang dilakukan dengan perhitungan nilai gain masing-masing indikator soal, dari kelas yang diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM pada kelas eksperimen. Data hasil presentase setiap aspek kemampuan berpikir kritis dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3 Persentase Aspek Kemampuan Berpikir Kritis

Berdasarkan hasil perhitungan persentase kemampuan berpikir kritis pada Gambar 5. diketahui besaran persentase pada setiap aspek, seperti pada aspek memberikan penjelasan sederhana sebesar 82%, pada aspek membangun keterampilan dasar sebesar 63%, pada aspek menyimpulkan sebesar 76%, pada aspek memberikan penjelasan lebih lanjut sebesar 83% dan pada aspek menyusun strategi dan taktik sebesar 71%. Berdasarkan hasil persentase yang didapatkan, diketahui aspek dengan nilai persentase tertinggi adalah aspek membuat penjelasan lebih lanjut. Sedengkan aspek dengan nilai persentase terendah adalah aspek membangun keterampilan dasar.

Pada aspek memberikan penjelasan lebih lanjut merupakan aspek dengan nilai persentase tertinggi yaitu 83%. Pada instrumen tes terdapat dua buah soal yaitu soal nomor 9 dan 10. Berdasarkan pada soal nomor 9 yang memuat pada sub indikator mendefiniskan istilah dan mempertimbangkannya merujuk siswa untuk dapat memberikan argumentasi mengenai peristiwa konveksi udara. Dimana siswa melakukan analisis wacana terkait peristiwa konvekasi udara sehingga siswa akan menuangkan argumen yang dimiliki mengenai definisi dari perpindahan kalor secara konveksi. Dengan jawaban siswa yaitu "*Perpindahan kalor secara konveksi adalah proses perpindahan kalor melalui suatu zat yang disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat tersebut. Konveksi dapat diartikan sebagai proses transfer kalor dengan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat yang lain*". Pada sub indikator mengidentifikasi asumsi yang tertuang dalam soal nomor 10 siswa dituntut untuk dapat memberikan argumentasi mengenai perbandingan antara minyak dan air yang lebih dulu panas jika dipanaskan di Teflon. Dalam hal ini siswa diminta untuk mampu memberikan tanggapan dan pendapat terkait wacana tersebut. Dengan jawaban siswa yaitu "*Teflon yang berisi minyak akan lebih cepat panas dibandingkan dengan teflon yang berisi air karena kalor jenis minyak lebih kecil dibandingkan kalor jenis air. Semakin besar kalor jenis benda maka kalor yang dibutuhkan banyak untuk mendidihkannya, sebaliknya jika kalor jenis kecil maka sedikit pula kalor untuk mendidihkannya*".

Hal ini menunjukkan bahwa siswa mampu membangun pemikiran berdasarkan informasi dan pengetahuan yang telah diketahui

sebelumnya dalam memecahkan masalah. Hal ini sejalan dengan temuan Amalia *et al.* (2021) menyatakan bahwa membuat penjelasan lebih lanjut berarti bahwa siswa mampu melibatkan pemikiran kritisnya dalam menjawab soal dan mampu menganalisis serta memberikan penjelasan terhadap soal yang telah disajikan. Sesuai penelitian oleh Agustiana & Miterianifa (2019) bahwa siswa yang berpikir kritis akan mampu mengidentifikasi suatu permasalahan, serta menganalisis dari berbagai informasi terkait masalah yang sedang dihadapi dan dapat mengambil kesimpulan yang tepat untuk memecahkan suatu permasalahan tersebut.

Selanjutnya aspek dengan persentase terendah yaitu indikator membangun keterampilan dasar dengan nilai sebesar 63%. Pada instrumen tes terdapat dua buah soal yaitu soal nomor 4 dan 5. Berdasarkan pada soal nomor 4 yang memuat pada sub indikator mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak. Dengan jawaban siswa, yaitu "*Air dan alkohol merupakan zat cair dengan sifat yang berbeda, dimana alkohol bersifat lebih volatil (lebih mudah menguap) dibanding air*". Dalam hal ini siswa menganalisis serta memilih salah satu jawaban yang benar dimana siswa masih kurang dalam melakukan pertimbangan serta kurangnya mencari sumber yang relevan sesuai soal yang telah disajikan sehingga pada sub indikator ini siswa mendapatkan perolehan nilai terendah. Sesuai dengan temuan Istiqomah (2012) dalam Amarila *et al.* (2021) menunjukkan bahwa dapat dikatakan sebagai berpikir kritis adalah mampu memberikan alasan berdasarkan pada bukti yang meyakinkan dan terpercaya. Bukti yang dapat dipercaya bisa berasal dari pengalaman pribadi yang dialami, pengalaman yang dialami orang lain, dan berasal dari perkataan para ahli dan data statistik yang akurat. Berdasarkan pada soal nomor 5 yang memuat pada sub indikator mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi dimana siswa diminta untuk menganalisis serta mengobservasi mengenai ketiga benda pada gambar yang telah disajikan pada soal. Dengan jawaban siswa, yaitu "*Pada batang kayu dan plastik yang dipegang tangan tidak merasakan panas, sedangkan pada saat memegang batang besi tangan merasa panas*". Pada sub indikator ini, siswa melakukan eksperimen mengenai ketiga benda berupa plastik, kayu dan batang besi yang dipanaskan pada saat pembelajaran namun beberapa siswa masih ada yang kurang mampu menyampaikan alasan jawaban dengan baik. Sejalan dengan temuan Putratama *et al.* (2018) dalam Sari *et al.* (2020) menyatakan bahwa eksperimen memiliki pengaruh besar bagi siswa dalam meningkatkan berpikir kritis serta penguasaan konsep siswa hingga menjabarkan alasan terkait soal analisis gambar melalui hasil penyelidikan siswa untuk menggali informasi dengan tepat setelah melakukan kegiatan eksperimen, pengamatan, dan diskusi kelompok.

Selama proses pembelajaran berlangsung, siswa mulai menunjukkan kemampuan berpikir kritisnya melalui kegiatan identifikasi masalah hingga tahap pembuktian. Pada tahap identifikasi masalah, siswa sebelumnya telah dibagi perkelompok yang dipandu guru untuk mengumpulkan data melalui kegiatan yang ada pada LKPD. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan eksperimen alarm air panas yang dilakukan siswa untuk menyelesaikan suatu permasalahan sesuai dengan tata cara yang telah disajikan. Setelah melakukan eksperimen, selanjutnya siswa melakukan diskusi untuk menganalisis dan menyimpulkan hasil temuan dengan pengetahuan yang telah dimiliki siswa serta mengemukakan hasil temuannya kepada kelompok lain melalui presentasi. Temuan yang berupa hasil dari eksperimen yang didapatkan tiap kelompok selanjutnya akan ditanggapi oleh kelompok lain.

Proses pembelajaran dengan menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, sehingga dengan adanya kegiatan eksperimen alarm air panas pada LKPD berbasis STEM yang diberikan kepada siswa dapat membantu siswa untuk mengasah kemampuan berpikir kritis yang dimilikinya. Siswa melakukan eksperimen yang menghasilkan suatu proyek berupa alat alarm air panas. Dimana guru terlebih dahulu memberitahu pendekatan STEM yang terdapat pada eksperimen tersebut. Pada *Science* (Sains), yaitu memberikan informasi mengenai materi kalor dan perpindahannya serta kaitannya dalam eksperimen alarm air panas. Pada *Technology* (teknologi), dalam eksperimen ini teknologi yang digunakan berupa teko uap atau panci pemanas air. Pada *Engineering* (teknik) yaitu merancang ide atau membuat percobaan kalor secara konveksi yaitu berupa alarm air panas. Pada *Mathematics* (matematika), yaitu menyajikan data hasil eksperimen yang telah

dikerjakan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Fithri *et al.*, 2021) mengatakan bahwa penggunaan LKPD berbasis STEM secara efektif dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan prestasi belajar serta LKPD berbasis STEM dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis yang tepat untuk digunakan dalam pembelajaran. Pendekatan STEM merupakan suatu proses belajar mengajar yang mengintegrasikan konten serta keterampilan dalam sains, teknologi, teknik dan matematika.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir siswa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hal ini dapat dilihat pada uji t data *posttest* yang menunjukkan hasil belajar dengan kemampuan berpikir kritis siswa lebih tinggi pada kelas eksperimen. Hasil nilai gain untuk aspek kemampuan berpikir kritis menunjukkan persentase tertinggi yaitu pada aspek memberikan penjelasan lebih lanjut.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan yaitu model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir siswa membutuhkan alokasi waktu yang cukup banyak, sehingga guru disarankan untuk mengatur waktu sebaik mungkin agar tahapan pada model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, A. N., Ilmiyati, N., & Toto, T. (2019). Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 11(2), 73-78.

Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan *Project Based Learning* Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202-212.

Agustiana, J., & Miterianifa. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Koloid 1. *Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 5(1), 91–98.

Aldila, C., Abdurrahman., & Sesunan, F. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis STEM untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(4), 85-95.

Aldiyah, E. (2021). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Pengembangan sebagai Sarana Peningkatan Keterampilan Proses Pembelajaran IPA di SMP. *Teaching: Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 1(1), 67-76.

Amalia, A., Rini, C. P., & Amaliyah, A. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Sibatik Journal*, 1(1), 33–44.

Amrila, R. S., Subali, B., & Saptono, S. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran IPA Terpadu Tema Lingkungan. *iMProvement: Jurnal Ilmiah Untuk Peningkatan Mutu Penddikan*, 8(1), 82–91.

Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Arikunto, S., & Jabar, C. S. A. (2018). *Evaluasi Program Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara

Dewi, N. N., S., K., Arnyana, I., B., P., & Margunayasa, I., G. (2023). *Project Based Learning* Berbasis STEM: Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(1), 133-143.

Dianawati, E. P. (2022). *Project Based Learning (PjBL): Solusi Ampuh Pembelajaran Masa Kini*. NTB: Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia.

Djamaluddin, A & Wardana. (2019). *Belajar dan Pembelajaran: 4 Pilar Peningkatan Kompetensi Pedagogis*. Sulawesi Selatan: CV. Kaaffah Learning Center.

Djulia, E., & Simatupang, H. (2021). STEM-based Project for Everyday Life Created by Pre Service Students and Its Implications of Pedagogical Competence for Science Teacher. *Journal of Physics: Conference Series*. 1819(1), 1-8.

Faradilla, S. R., Ramlawati., & Yunus, S. R. (2021). Analisis Penerapan Pendekatan STEM Pada Materi Kalor dan Perpindahannya dalam Buku Ajar IPA Terpadu Kelas VII SMP. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA II*, 1, 23-29.

Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., Munoto., Nurlaela, L. (2020). STEM: Inovasi Dalam Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17(1), 33-42.

Fithri, S., Pada, A. U. T., Artika, W., Nurmaliah, C., & Hasanuddin. (2021). Implementasi LKPD Berbasis STEM dntuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(4), 555-564.

Haerunnisa, Yani, A., & Andani, C. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Worksheet Mata Kuliah Biologi Laut untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Mahasiswa. *Jurnal Biotek*, 6(2), 96-110.

Herak, R., & Lamanepa, G. H. (2019). Meningkatkan Kreatifitas Siswa melalui STEM dalam Pembelajaran IPA, *Jurnal EduMatSains*, 4(1), 89-98.

Herlanti, Y. (2014). *Buku Saku Tanya Jawab Seputar Penelitian Pendidikan Sains*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.

Jauhariyyah, F. R. A., Suwono, H., & Ibrohim, I. (2017). Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) Pada Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2, 432-436.

Khairiyah, N. (2019). *Pendekatan Science, Technology, Engineering dan Mathematics (STEM)*. Medan: Guepedia Publisher.

Khasani, R., Ridho, S., & Subali, B. (2019). Identifikasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Pada Materi Hukum Newton. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 5(2), 165-169.

Nurcahyo, B., Muhfahroyin., & Sujarwanta, A. (2021). Pengembangan LKPD Berbasis STEM Untuk Memfasilitasi Aktivitas Siswa Pada Materi Ekosistem Di SMP Negeri 40 Bandar Lampung. *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian LPPM UM Metro*, 6(1), 114-122.

Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Buku Ajar Dasar-Dasar Statistik Penelitian (1st ed.)*. SIBUKU MEDIA.

Prismasari, D. I., Hariwi, A., & Indrawati. (2019). *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) pada Pembelajaran IPA SMP. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 4(1), 43-45.

Ramdani, A., Jufri, A. W., Jamaludin., Setiadi, D. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 119-124.

Riyanto, Fauzi, R., Syah, I. M., & Muslim, U. B. (2021). *Model STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dalam Pendidikan*. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung.

Roza, M., & Chania, R. (2018). Pengembangan LKPD Berbasis Praktikum pada Pembelajaran IPA di Madrasah Tsanawiyah. *Natural Science Journal*, 4(2), 664-675.

Sakinah, N. N., Sihombing, J. L., & Amdayani, S. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada Materi Termokimia. *Jurnal Sekolah*, 6(3), 32-36.

Samal, N., Ramlawati., & Rusli, M. A. (2021). Penerapan LKPD Berbasi STEM Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik

Kelas VII SMPN 8 Makassar (Studi Pada Materi Sistem Tata Surya). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA II*, 1, 136-144.

Sari, I, N., Irhasyuarna, Y., & Annur, S. (2020). Identifikasi Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMP Negeri di Kabupaten Tabalong pada Mata Pelajaran IPA. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 03(01), 293-298.

Sari, R. I., Arifin, Z., Rosyidah, A., & Rahmawati. (2016). *Pentingnya Pendidikan STEM dalam Pendidikan Modern. Diambil dari* https://id.scribd.com/doc/299712760/ PENTINGNYA-STEM-DALAM-PENDIDIKAN-MODERN-pdf

Setiawan, M. A. (2017). *Belajar dan Pembelajaran*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.

Shabila, R. L., Yoga, B. B., & Fatahillah. (2020). Pengembangan LKPD Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke. *Schrodinger*, 1(2), 95-100.

Simatupang, H., Sianturi, A., & Alwardah, N. (2019). Pengembangan LKPD Berbasis Pendekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 7(4), 170-177.

Sudaryono. (2021). *Statistik II: Statistik Inferensial untuk Penelitian*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sukmagati, O. P., Yulianti, D., & Sugianto. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Unnes Physics Education Journal*, 9(1), 19-26.

Sulistiyowati, Abdurrahman., & Jalmo, T. (2018). The Effect of STEM-Based Worksheet on Students' Science Literacy. *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, 3(1), 89-96.

Surip, M. (2014). *Berpikir Kritis Analisis Kajian Filsafat Ilmu*. Halaman Moeka.

Trianto. (2017). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, Dan Kontektual*. Jakarta: Kencana.

Vebrianto, R., Husna, L. A., Nupus, A. H., Aries, D., Fitrika., & Anjani, G. (2021). *Bahan Ajar IPA Berbasis Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Versi Daring*. Riau: DOTPLUS Publisher.

Winarni, J., Zubaidah, S., Koes, S. (2016). STEM: Apa, Mengapa dan Bagaimana. *Pros. Semnas Pend. Pascasarjana UM*, 1 (1), 976-984.

Yunis, H. (2021). Peningkatan Aktivitas Belajar Peserta Didik pada Pembelajaran IPA Menggunakan LKPD secara Daring Di SMPN 248 Jakarta. *Action: Jurnal Inovasi Penelitian Tindakan Kelas Dan Sekolah*, 1(2), 178-182.

Yusuf, M. (2015). *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan (1st ed.)*. Jakarta: KENCANA.

Zakiah, L., & Lestari, I. (2019). *Berpikir Kritis dalam Konteks Pembelajaran*. Jakarta: Erzatama Karya Abadi.

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). *Ilmu Pengetahuan Alam Buku Guru*. Jakarta: 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. (2017). *Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VII SMP/MTS*. Jakarta: Kemendikbud.