

PROBLEM BASED LEARNING TERINTEGRASI STEM DI ERA PANDEMI COVID-19 UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Clarissa Desyana Putri¹, Indarini Dwi Pursitasari^{*2}, Bibin Rubini²

¹SMA Pasundan 1 Cianjur. Jawa Barat, Indonesia

²Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana Universitas Pakuan, Bogor, Indonesia

*Corresponding Author: indarini.dp@unpak.ac.id

DOI: 10.24815/jupi.v4i2.17859

Received: 29 Agustus 2020

Revised: 14 November 2020

Accepted: 24 November 2020

Abstrak. Pandemi Covid-19 telah mengubah sistem pembelajaran di sekolah. Pembelajaran yang awalnya berlangsung secara offline berubah menjadi online. Perubahan ini menuntut guru untuk lebih kreatif dalam merancang pembelajaran. Penelitian ini bertujuan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran *problem based learning* terintegrasi *science, technology, engineering, and mathematics* (PBL-STEM) secara daring. Penelitian dilakukan kepada siswa kelas X IPA di salah satu SMA di Cianjur dengan desain *non-equivalent pretest-posttest control group*. Data penelitian dikumpulkan menggunakan tes keterampilan berpikir kritis berjumlah enam soal *essay* yang valid dengan koefisien reliabilitas 0,913. Selain itu tanggapan siswa terhadap penerapan pembelajaran PBL-STEM dijamin melalui angket. Data yang terkumpul diolah secara deskriptif dan inferensial. Hasil penelitian menunjukkan penerapan PBL-STEM secara daring dapat berlangsung dengan baik dan terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis dengan N-gain sebesar 72%. Perolehan tertinggi pada indikator *explanation* dan terendah adalah *evaluation*. Hasil uji signifikansi menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran PBL-STEM lebih besar daripada pembelajaran PBL. Siswa juga memberikan respon yang baik terhadap penerapan PBL-STEM dalam pembelajaran di era Covid-19 sebesar 81%.

Keywords: problem based learning; STEM; keterampilan berpikir kritis; usaha dan energi

Abstract. The COVID-19 pandemic has changed the learning system in schools. The learning that initially took place in class spontaneously turned into online learning. This change requires teachers to be more creative in designing learning. This study aims to improve students' critical thinking skills through online problem-based learning integrated into science, technology, engineering, and mathematics (PBL-STEM). The research was conducted on students of class X IPA (natural science) in a high school in Cianjur with a non-equivalent pretest-posttest control group design. The research data were collected using a test of critical thinking skills in six valid essay questions with a reliability coefficient of 0.913. Besides, students' responses to the application of PBL-STEM learning were collected through a questionnaire. The collected data were processed descriptively and inferentially. The results showed that the online application of PBL-STEM went well, and there was an increase in critical thinking skills with an N-gain of 72%. The highest gain is on the indicator of explanation, and the lowest is evaluation. The results of the significance test showed that the increase in students' critical thinking skills through PBL-STEM learning was more significant than PBL learning. Students also responded well to the implementation of PBL-STEM in learning during the COVID-19 pandemic by 81%.

Keywords: problem-based learning; STEM; critical thinking skills; Work and Energy

PENDAHULUAN

Pelajaran Fisika seringkali dirasakan sukar dipelajari dan sering menjadikan siswa mengeluh. Hal ini berakibat siswa kurang termotivasi dalam belajar fisika (Minan, 2016). Pembelajaran fisika masih berpusat pada guru, bersifat hafalan serta belum dikaitkan dengan kehidupan nyata dan perkembangan teknologi. Kehadiran covid 19 membuat siswa merasa kesulitan dan kelelahan dalam mengikuti proses pembelajaran yang dilakukan secara daring.

Pembelajaran fisika memfasilitasi siswa untuk mengembangkan 4C'S yaitu *critical, creative, colaboration* dan *communiacation skills*. Salah satu kompetensi yang penting dikembangkan di abad 21 adalah *critical thinking skills*. Oleh karena itu proses pembelajaran diharapkan dapat melatih siswa untuk berpikir kritis. Siswa mengasah keterampilan berpikir kritisnya jika dihadapkan dengan suatu persoalan dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran yang mengasah keterampilan berpikir kritis ini tidak terlepas dari peran guru sebagai fasilitator. Kenyataannya guru masih mendominasi pembelajaran (*teacher centered*) dan kurang mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Hal ini sejalan dengan pendapat Hairida (2016) yang menyatakan bahwa proses pembelajaran yang berpusat pada guru tidak dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Berpikir kritis merupakan proses berpikir kompleks yang terdiri atas interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, eksplanasi, dan pengaturan diri (Wartono, dkk., 2018). Keterampilan berpikir kritis dapat dilatihkan dan dibiasakan dalam pembelajaran (Irnin, 2016; Diani dkk., 2019). Siswa membangun, menemukan, dan mengembangkan pengetahuan melalui serangkaian aktivitas saintifik (Lia & Derlina, 2016). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Damanik & Nurdin (2013) menerapkan *inquiry training* dalam pembelajaran Fisika. Hasil penelitian menunjukkan keterampilan berpikir kritis melalui pembelajaran dengan *inquiry training* lebih baik daripada pembelajaran dengan *direct instruction*. Keterampilan berpikir kritis juga dapat ditingkatkan melalui model pembelajaran inkuiri berbasis laboratorium (Rahmati, dkk., 2017), pembelajaran problem solving (Anwar, dkk., 2017), pembelajaran dengan metode menulis (Quitadamo & Kurtz, 2007), serta pembelajaran kontekstual (Bustami dkk., 2018),

Pada saat keadaan pandemi Covid-19 seperti ini, siswa dituntut untuk mengikuti pembelajaran daring yang dirasakan menyulitkan dan melelahkan oleh beberapa siswa. Dampak lain dari pandemi Covid-19 adalah siswa mengalami kebosanan karena harus belajar di rumah. Situasi demikian menuntut guru untuk lebih kreatif dalam merancang pembelajaran yang dapat dilaksanakan secara daring untuk menumbuhkan kemandirian dan keterampilan berpikir siswa. Pembelajaran daring perlu dilakukan secara efektif tanpa membebani siswa dengan berbagai tugas yang harus dikumpulkan (Aji, 2020). Agar pembelajaran daring lebih bermakna, guru dapat melakukan berbagai inovasi seperti pembelajaran dengan menggunakan permainan (Lay & Osman, 2018; Rahmayanti, dkk., 2020), media pembelajaran (Lee, 2016), atau menggunakan strategi/model pembelajaran yang menarik (Ichsan, 2020).

Salah satu model dan pendekatan yang dapat dikembangkan oleh guru dan berpusat pada siswa adalah model *problem based learning* (PBL). Menurut Diani, dkk. (2019), PBL merupakan model pembelajaran yang menggunakan permasalahan nyata yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari dan bertujuan agar siswa dapat membangun pengetahuan tentang sains. Model PBL menuntut siswa untuk menanamkan dasar-dasar berpikir ilmiah, mengembangkan mental berpikir yang sangat dibutuhkan dalam pembelajaran abad 21. Kemampuan lainnya yang dapat dikembangkan melalui penerapan PBL dalam pembelajaran antara lain: kemampuan penyelesaian masalah, perencanaan, bernalar secara kritis dan kreatif, manajemen stress, penilaian diri, kolaborasi dengan tim secara

aktif, belajar mandiri, keterampilan interpersonal, pengambilan keputusan, manajemen waktu, dan mendefinisikan problem dengan baik dan tepat (Newman, 2005). Penerapan pembelajaran dengan menggunakan PBL juga dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Syam & Efwinda, 2017), keterampilan proses sains dan motivasi siswa (Yusmanidar, dkk., 2017).

Model PBL dapat diintegrasikan dengan pendekatan *science technology engineering mathematic* (STEM). STEM merupakan cara yang efektif untuk memfasilitasi dan mempertahankan keterpaduan ilmu sains, teknologi, matematika, dan rekayasa (Estapa & Tank, 2017). Uraian dari keempat istilah tersebut adalah: (1) sains berhubungan dengan konsep-konsep dan hukum-hukum yang berhubungan dengan alam; (2) teknologi merupakan keterampilan yang digunakan dalam pengetahuan dengan menggunakan suatu alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan; (3) teknik/rekayasa/engineering merupakan pengetahuan untuk mendesain suatu tahapan/prosedur yang dapat menyelesaikan problem; dan (4) matematika merupakan ilmu yang mengaitkan antara besaran, angka, dan ruang yang berdasarkan logika tanpa adanya bukti empiris (Torlakson, 2014). Integrasi PBL dengan STEM sangat memungkinkan mengaktualisasi literasi lingkungan dan kreativitas mahasiswa (Farwati, 2017). Penerapan *Project Based Learning* terintegrasi STEM juga dapat meningkatkan literasi sains siswa berdasarkan gender (Afriana. dkk., 2016), meningkatkan kemampuan kognitif, psikomotorik, dan karakter siswa (Yulianti, dkk., 2018). Integrasi PBL dan STEM memerlukan motivasi dan percaya diri siswa dalam meningkatkan karier (LaForce, dkk., 2017).

Berdasarkan pentingnya keterampilan berpikir kritis siswa dan perlunya siswa mengaitkan sains, teknologi, matematika, dan rekayasa dalam pembelajaran, maka dilakukan penerapan pembelajaran dengan PBL-STEM dalam pembelajaran IPA. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penerapan pembelajaran dengan model PBL-STEM pada materi usaha dan energi.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen dengan desain *non-equivalent pretest-posttest control group* (Fraenkel & Wallen, 2012). Kelompok eksperimen menggunakan pembelajaran PBL-STEM, sedangkan kelompok kontrol menggunakan PBL. Pembelajaran di kedua kelompok tersebut dilaksanakan secara daring. Sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan *pretest* dan *posttest* untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa. Pada akhir pembelajaran dibagikan angket untuk menentukan tanggapan siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran PBL-STEM. Perbedaan proses pembelajaran dengan menggunakan PBL-STEM dan PBL ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan proses pembelajaran dengan PBL-STEM dan PBL

Fase	PBL-STEM	PBL
I	Orientasi Siswa pada masalah-mengajukan pertanyaan dan mendefinisikan masalah (penggunaan aplikasi Jitsi)	Orientasi Siswa pada masalah (penggunaan aplikasi Jitsi)
II	Mengorganisasikan siswa untuk belajar - merencanakan dan melaksanakan investigasi (Penggunaan Aplikasi Google Classroom)	Mengorganisasikan siswa untuk belajar (Penggunaan Aplikasi Google Classroom)
III	Membimbing pengalaman individual atau kelompok - Merencanakan dan melaksanakan investigasi	Membimbing pengalaman individual atau kelompok (Penggunaan Aplikasi Google Classroom)

	(laporan berupa video di kirim ke google classroom)	
IV	a. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya-mengembangkan dan menggunakan pemodelan b. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya--menggunakan matematika dan pemikiran komputasi c. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya-membangun penjelasan dan merancang solusi (laporan berupa video di kirim ke google classroom)	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya (Penggunaan Aplikasi Google Classroom)
V	a. Menganalisis dan mengevaluasi proses - menganalisis dan menafsirkan data b. Menganalisis dan mengevaluasi proses - terlibat dalam argumen dari bukti c. Menganalisis dan mengevaluasi proses - memperoleh, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan informasi (Penggunaan Aplikasi Jitsi dan Google Classroom)	Menganalisis dan mengevaluasi proses (Penggunaan aplikasi Jitsi)

Data keterampilan berpikir kritis dikumpulkan menggunakan tes keterampilan berpikir kritis berupa soal essay yang terdiri atas enam butir soal. Soal tersebut telah dilakukan uji validitas ahli dan uji empiris dengan koefisien reliabilitas soal sebesar 0,913. Perolehan keterampilan berpikir kritis siswa, selanjutnya dianalisis secara deskriptif dengan menghitung rata-rata, nilai tertinggi, nilai terendah, simpangan baku, dan perolehan N-gain, serta uji inferensial menggunakan uji independent t-test. Perolehan N-gain selanjutnya dikategorisasikan menurut Hake (2002) seperti tampak pada Tabel 2. Adapun data tanggapan siswa dikuantitatifkan dan dikategorisasikan.

Tabel 2. Kriteria intepretasi N-gain

N-gain	Kategori
$N\text{-gain} > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq N\text{-gain} \leq 0,7$	Sedang
$N\text{-gain} < 0,3$	Rebdah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembelajaran PBL-STEM merupakan suatu pembelajaran yang mengaitkan antara model pembelajaran Problem Based Learning yang didalamnya menggunakan pendekatan STEM. STEM merupakan disiplin ilmu yang berkaitan erat satu sama lain. Sains memerlukan matematika sebagai alat pengolahan data, sedangkan teknologi merupakan aplikasi dari sains itu sendiri (Afriana, dkk., 2016). Belajar sains juga memerlukan *engineering design process* yaitu pengetahuan untuk mengoperasikan atau mendesain sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah (Torlakson, 2014). Pembelajaran PBL-STEM merupakan sistem belajar yang didasarkan pada filosofi bahwa siswa mampu menyerap pelajaran apabila siswa menangkap makna dalam materi akademis yang

diperolehnya dan tugas-tugas sekolah dengan mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan dan pengalaman yang sudah dimiliki sebelumnya (Karim & Normaya, 2015).

Pembelajaran PBL-STEM yang dilakukan dalam penelitian ini dilaksanakan secara daring dengan menggunakan aplikasi Jitsi, google classroom, dan Whatsapp pada materi Usaha dan Energi. Tahapan pembelajaran dilaksanakan sesuai dengan tahapan yang terdapat pada Tabel 1. Penerapan pembelajaran dilaksanakan secara daring karena terjadi pandemi Covid-19 yang tidak memungkinkan terjadinya proses pembelajaran secara tatap muka langsung. Pembelajaran dilakukan selama 4 kali pertemuan. Setiap minggunya terdiri dari dua pertemuan dengan alokasi waktu 2 jam pelajaran. Pembelajaran dibantu dengan penyelesaian LKPD dan proyek serta pembelajaran daring tatap muka melalui aplikasi Jitsi. Selama pelaksanaan pembelajaran PBL-STEM dilakukan pengamatan terhadap aktivitas siswa dengan hasil terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aktivitas siswa dalam pembelajaran PBL-STEM

Aspek yang Diamati	Rerata (%)
1. Orientasi Masalah (aplikasi meeting Jitsi)	
a. Siswa menyimak penayangan dengan rasa ingin tahu yang tinggi	84
b. Siswa menanyakan tentang penayangan video yang diberikan dan memberikan hipotesis awal	
2. Mengorganisasikan siswa untuk belajar (aplikasi meeting Jitsi) Siswa berdiskusi dalam kelompok secara virtual	86
3. Membimbing pengalaman individu/kelompok (offline, pembuatan video di kirim aplikasi classroom): Siswa merencanakan dan melaksanakan investigasi (waktu pengerjaan 1 hari hasilnya dipantau oleh observer)	86
4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya (offline, pembuatan video di kirim aplikasi classroom):	
a. Siswa mengembangkan alat berdasarkan kekurangan yang ditemukan	80
b. Siswa mengembangkan alat peraga menggunakan pemikiran matematis	
5. Menganalisis dan mengevaluasi proses (aplikasi meeting Jitsi): Siswa menganalisis dan mengevaluasi proses, menafsirkan data, terlibat dalam argumentasi dan bukti, serta mengkomunikasikan informasi	70
	Rata-rata 81,2%

Tabel 3 menunjukkan perolehan aktivitas siswa yang terendah adalah pada saat siswa melakukan analisis dan evaluasi. Hal ini disebabkan siswa belum terbiasa dalam melakukan evaluasi terhadap kegiatan yang telah dilakukan dan hasil yang diperoleh. Bagi siswa, penyelesaian tugas sudah selesai ketika berhasil mengumpulkan hasil kerjanya kepada guru. Adapun perolehan tertinggi adalah pada tahap siswa berdiskusi serta merencanakan dan melaksanakan investigasi. Pada saat diskusi, siswa tampak antusias dan saling mengemukakan pendapat. Berdasarkan video yang terkumpul, ketika siswa melakukan perencanaan dan pelaksanaan investigasi tampak semangat dan berusaha keras dalam menyelesaikan problem yang dihadapinya. Setelah selesai pembelajaran dilaksanakan posttest untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa. Pengukuran tersebut juga dilaksanakan sebelum pembelajaran untuk menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Perolehan keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas PBL-STEM dan PBL ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Keterampilan berpikir kritis siswa di Kelompok PBL-STEM dan PBL

Parameter	PBL-STEM		PBL	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Nilai rata-rata	47,4	85,1	54,8	74,2
Nilai tertinggi	57	92	66	83
Nilai terendah	37	75	40	65
Simpangan baku	6,04	4,21	6,9	4,8
Varians	36,5	17,8	46,9	23,0
N-gain	0,72		0,43	

Tabel 4 menunjukkan rata-rata dan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada kelompok yang menggunakan PBL-STEM (kategori tinggi) lebih besar daripada kelompok PBL. Pembelajaran PBL-STEM memfasilitasi siswa untuk mengembangkan sikap sains, serta mendorong siswa untuk selalu kritis dalam menemukan konsep dan mengaitkan antara pengalaman yang dimiliki siswa dengan materi yang dipelajari. Peningkatan keterampilan berpikir kritis ini didapatkan dari kegiatan siswa melalui sebuah rancangan alat peraga dalam pembelajaran. Siswa dituntut lebih kritis dalam pembuatan alat sebagai solusi terhadap permasalahan yang dihadapi. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Han, dkk. (2015) yang menyebutkan bahwa dalam kelas PBL-STEM, siswa dituntut untuk memecahkan masalah dunia nyata dan terlibat dalam *ill-defined tasks* menjadi *well-defined outcome* melalui kerja sama dalam kelompok maupun perorangan. Tak hanya itu, Maulida, dkk. (2019) dan Sarnita, dkk. (2019) juga menyatakan bahwa pembelajaran PBL dengan menggunakan pendekatan STEM dapat meningkatkan hasil belajar fisika dan keterampilan berpikir kreatif siswa. Proses pembelajaran menggunakan PBL-STEM juga dapat memotivasi siswa untuk mempelajari materi dan merangsang keterampilan berpikir kritis siswa secara bermakna dan mempermudah siswa mempelajari materi pembelajaran.

Pembelajaran PBL-STEM dengan metode daring ini lebih efektif, karena siswa menyelesaikan problem yang dihadapi di rumah. Siswa lebih tertantang dan tertarik untuk merancang alat sebaik mungkin. Siswa juga mengkritisi sumber informasi yang diperolehnya dan memutuskan informasi yang diperlukan dalam menyelesaikan problem. Kemampuan siswa dalam menganalisis problem, merancang alat, mengintepretasi data yang diperolehnya, dan memberikan penjelasan dapat terlatih melalui proses pembelajaran dengan PBL-STEM. Misalkan dalam menyelesaikan permasalahan konsep energi mekanik, siswa merancang alat miniatur lintasan *roller coaster* untuk menentukan faktor yang mempengaruhi besarnya energi potensial, energi kinetik dan energi mekanik. Pada saat merancang alat tersebut, siswa melakukan perhitungan matematis untuk menentukan besarnya energi potensial, energi kinetik dan energi mekanik pada setiap lintasan dengan ketinggian yang berbeda. Siswa juga mengaplikasikan pemahaman tentang konsep energi mekanik yang merupakan perpaduan antara energi potensial dan energi kinetik. Siswa membuat desain lintasan *roller coaster* dengan ketinggian yang berbeda, dan perbedaan massa benda yang melintasi roller coaster tersebut. Keterampilan siswa dalam mengaitkan antara *technology, engineering, dan mathematics* dalam belajar Fisika ternyata dapat meningkatkan pemahaman konsep, pemecahan masalah dan keterampilan berpikir kritis.

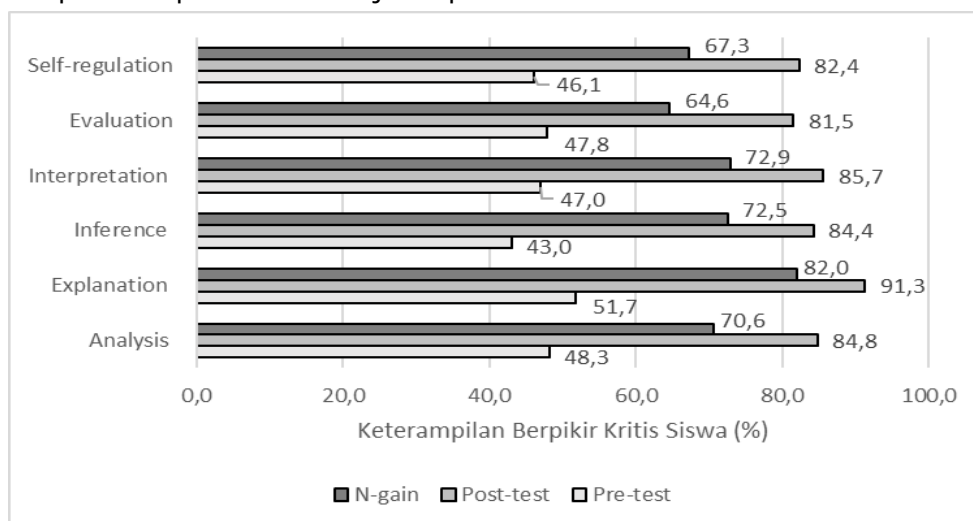
Signifikansi perbedaan rata-rata peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa di kelompok PBL-STEM dan PBL ditampilkan pada Tabel 5. Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan data keterampilan berpikir kritis di kedua kelompok tersebut terdistribusi normal dan homogen.

Tabel 5. Hasil pengujian independent *t*-test keterampilan berpikir kritis siswa di kelas PBL-STEM dan PBL

Kelompok		Uji normalitas	Uji homogenitas	Uji t
PBL-STEM	Pretest	0,200	0,346	0,000
	Posttest	0,143		
PBL	Pretest	0,200		
	Posttest	0,200		

Tabel 5 menyimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa di kelompok PBL-STEM dan kelompok PBL. Hal ini disebabkan oleh pembelajaran PBL-STEM mendorong siswa untuk selalu kritis dalam menemukan konsep dan mengaitkan antara pengalaman yang dimiliki siswa dengan materi yang dipelajari. Pembelajaran PBL-STEM merupakan sistem belajar yang didasarkan pada filosofi bahwa siswa mampu menyerap pelajaran apabila dapat menangkap makna dalam materi akademis yang diperolehnya. Siswa dapat menangkap makna dalam tugas-tugas sekolah ketika mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan dan pengalaman yang sudah dimiliki sebelumnya. Pengambilan keputusan diambil setelah dilakukan refleksi dan evaluasi pada apa yang dipercayai. Sejalan dengan itu, Fachrurazi (2017) mengemukakan bahwa berpikir kritis adalah proses sistematis yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merumuskan dan mengevaluasi keyakinan dan pendapatnya. Sementara itu, Kusumaningsih & Marta (2017) mengemukakan bahwa berpikir kritis merupakan proses berpikir secara tepat, terarah, beralasan, dan reflektif dalam pengambilan keputusan yang dapat dipercaya.

Pembelajaran dengan model PBL-STEM menyebabkan siswa lebih berpikir kritis dan memahami materi yang dipelajari karena siswa menyelesaikan problem yang dihadapinya dengan mengaitkan antara pengetahuan sains dengan teknologi, matematika, dan engineering (Cahyaningsih & Roektingroem, 2018). Pemahaman materi yang baik dari siswa juga disebabkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan permasalahan tentang usaha dan energi. Peninjauan lebih lanjut peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa di sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran pada materi usaha dan energi menggunakan PBL-STEM pada setiap aspek keterampilan berpikir kritis disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada setiap indikator

Berdasarkan hasil analisis terhadap setiap aspek keterampilan berpikir kritis pada Gambar 1 menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir kritis tertinggi adalah *explanation*. Tingginya perolehan tersebut disebabkan selama pembelajaran secara online, siswa diberi kesempatan untuk mengemukakan pendapatnya terhadap suatu problem. Problem yang diberikan juga memfasilitasi siswa untuk terlibat aktif memberikan penjelasan terhadap penyelesaian masalah yang dilakukannya. Keterlibatan aktif siswa tersebut sejalan dengan hasil penelitian Yogantari, dkk. (2014) yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat terbangun melalui pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif (*student center learning*) dan integrasi STEM (Lou, dkk., 2011). Penerapan STEM dalam pembelajaran juga telah meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa (Lai, 2018; Soros, dkk., 2017). Indikator lainnya yang juga memperoleh peningkatan dengan kategori tinggi yaitu interpretasi, analisis, dan inferensi. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat menyelesaikan problem, siswa dapat melakukan interpretasi dengan baik terhadap data yang diperolehnya. Siswa juga dapat membuat kesimpulan, serta mengemukakannya dengan baik. Hal ini dikarenakan pembelajaran PBL-STEM mengajak siswa ke keadaan nyata dalam kehidupan sehari-hari untuk memecahkan suatu permasalahan dengan pemikiran kritis dan logis, serta menyimpulkan hasil yang didapatkan dengan beragam jenis cara. Kurniawan (2014) mengungkapkan bahwa dengan pembelajaran yang aktif, siswa akan berinisiatif untuk memecahkan permasalahan serta bertanggung jawab atas pembelajaran sehingga dapat menyimpulkan hasil yang sesuai dengan konsep.

Berdasarkan analisis terhadap data angket yang disebarakan kepada siswa, didapatkan informasi pelaksanaan pembelajaran PBL-STEM mendapat respon dan tanggapan yang positif dari siswa dengan rata-rata sebesar 81%. Siswa sangat antusias terhadap pelaksanaan pembelajaran PBL-STEM yang ditandai dengan perolehan persentase paling tinggi. Tingginya antusias siswa disebabkan pembelajaran PBL-STEM secara daring membiasakan siswa untuk inovatif dan kritis dalam menghadapi dan menyelesaikan problem.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran Fisika dapat dilakukan secara daring dengan menggunakan PBL-STEM di era Pandemi Covid-19. Siswa dapat merancang beberapa alat yang berkaitan dengan permasalahan dalam materi usaha dan energi. Hasil penerapan PBL-STEM menunjukkan peningkatan sebesar 72% dengan perolehan tertinggi pada aspek *explanation* dan terendah pada aspek *evaluation*. Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa di kelas yang menggunakan PBL STEM juga berbeda secara signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol. Efektivitas penggunaan PBL-STEM juga mendapatkan tanggapan positif dari siswa dengan memberikan penilaian yang sangat baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat Kementerian Riset dan Teknologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah memberikan dukungan dana penelitian melalui Hibah Penelitian Tesis Magister. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pimpinan LPPM Universitas Pakuan serta Kepala Sekolah, Guru, dan siswa SMA Pasundan 1 Cianjur yang telah memberikan dukungan terhadap pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Agnafia, D.N. 2018. Analisis kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran Biologi. *Florea*, 5(1):45-53.
- Aji, R.H.S. 2020. Dampak Covid-19 pada pendidikan di Indonesia: Sekolah, keterampilan, dan proses pembelajaran. *SALAM: Jurnal Sosial & Budaya Syar-i*, 7(5):395-402.
- Anwar, A., Yusrizal, Y., & Jalil, Z. 2017. Implementasi strategi problem solving dengan menggunakan metode eksperimen untuk meningkatkan minat dan ketrampilan berpikir kritis siswa di MAN Gandapura pada Materi Gerak Harmonik. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 1(1):16-25.
- Bustami, Y., Syafruddin, D., & Afriani, R. 2018. The implementation of contextual learning to enhance biology students' critical thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4):451-457.
- Cahyaningsih, F. & Roektingroem, E. 2018. Pengaruh pembelajaran IPA berbasis STEM-PBL terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif. *E-Journal Pendidikan IPA*, 7(5):239-244.
- Damanik, D.P. & Bukit, N. 2013. Analisis kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah pada pembelajaran Fisika menggunakan model pembelajaran *Inquiry Training (IT)* dan *Direct Instruction (DI)*. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(1):16-24.
- Diani, R., Khotimah, K., Khasanah, U., & Ridho, M.S. 2019. Scaffolding in physics learning based on Problem Based Instruction (PBL): The effect on concept understanding and self efficacy. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3):310–319.
- Estapa, A.T. & Tank, K.M. 2017. Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*, 4(6):1–16.
- Fachrurazi, S. 2017. Pengaruh model pembelajaran *kooperatif tipe Team Games Tournament (TGT)* dan *Numbered Head Together (NHT)* terhadap hasil belajar siswa SMP. Tesis tidak dipublikasikan. Bandar Lampung: Universitas Negeri Lampung.
- Farwati, R., Permanasari, A., Firman, H., & Suhery, T. 2017. Integrasi *Problem Based Learning* dalam STEM education berorientasi pada aktualisasi literasi lingkungan dan kreativitas. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017-STEM untuk Pembelajaran Sains Abad 21, Palembang 23 September 2017, p.198-206.
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. 2012. *How to Design and Evaluate Research in Education*. Boston: McGraw Hill.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M.M. 2015. How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affect high, middle, and low

achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5):1089-1113.

- Hairida, H. (2016). The effectiveness using inquiry based natural science module with authentic assessment to improve the critical thinking and inquiry skills of Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2):209-215.
- Hake, R.R. 2020. Relationship of individual student normalized learning gains in mechanics with gender gender, High-School Physics, and pre test scores on mathematics and spatial visualization visualization *Physics Education Research Conference.*; Boise, Idaho, 2002. [Online] (<http://www.physics.indiana.edu/-hake>) diunduh pada 18 Agustus 2020.
- Ichsan, I., Rahmayanti, H., Purwanto, A., Sigit, D., Kurniawan, E., Dewi, A., Wirdianti, N., Hermawati, F., & Marhento, G. 2020. Covid-19 dan E-Learning: Perubahan strategi pembelajaran sains dan lingkungan di SMP. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 6(1):50-61.
- Irnin, A.D.A. 2016. Peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui model pembelajaran *Problem Based Intruction* (PBI) pada mata pelajaran kuliah Filsafat Sains. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Metro*, 4(2):68-75.
- Karim & Normaya. 2015. Kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran matematika dengan menggunakan model Jucama di Sekolah Menengah Pertama. Banjarmasin: *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1):92-164.
- Kurniawan, D.T. (2014). Model pembelajaran berbasis masalah berbantuan website interaktif pada konsep Fluida Statis untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains siswa Kelas XI. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 19(2):206-213.
- Kusumaningsih, W. & Marta, R.P. 2017. Pengaruh pembelajaran berbasis masalah dan *Discovery Learning* terhadap kemampuan representasi matematis siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 1(2):202-209.
- LaForce, M., Noble, E., & Blackwell, C. 2017. Problem-Based Learning (PBL) and student interest in STEM Careers: The Roles of motivation and ability beliefs. *Education Sciences*, 7(4):92:1-22.
- Lai, S.C. (2018). Using inquiry-based strategies for enhancing students' STEM education learning. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 4(1): 110-117.
- Lay, A.N. & Osman, K. 2018. Developing 21st century chemistry learning through designing digital Games. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 4(1):81-92.
- Lee, A.Y.L. 2016. Media education in the School 2.0 era: Teaching media literacy through laptop computers and iPads. *Global Media and China*, 1(4):435-449.
- Lia, A. & Derlina. 2016. Efek penggunaan pembelajaran Inquiry Training berbantuan media visual dan kreativitas terhadap keterampilan proses sains siswa. *Cakrawala Pendidikan*, 35(2):153-163.

- Lou, S.J., Shih, R.C., Diez, C.R., & Tseng, K.H., 2011. The impact of Problem Based learning strategies on STEM knowledge integration and attitude, an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Thechnology and Design Education*, 21(2):195-215.
- Maulida, A., Lesmono, A.D., & Supriadi, B. 2019. Inovasi pembelajaran Fisika melalui penerapan model PBL (Problem based Learning) dengan pendekatan STEM Education untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi Elastilitas dan Hukum Hooke di SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 4(1):185-190.
- Minan, C.M. 2016. Penerapan pendekatan inkuiri terbimbing dengan metode *Pictorial Riddle* untuk meningkatkan pemahaman konsep Fisika siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2):111-123.
- Newman, M.J. 2005. Problem based Learning: An introduction and overview of the key features of the approach. *Journal of Veterinary*, 32(1):12-20.
- Quitadamo, I. & Kurtz, M.J. 2007. Learning to improve: Using writing to increase critical thinking performance in general education Biology. *CBE—Life Sciences Education*, 6(2):140-154.
- Rahmati, R., Yusrizal, Y., & Hasan, M. 2017. Critical thinking skills enhancement of students through inquiry learning model laboratory based on reflection of the light. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 1(1):34-41.
- Rahmayanti, H., Oktaviani, V., & Syani, Y. 2020. Development of sorting waste game android based for early childhood in environmental education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1434(1):12029.
- Sarnita, F., Fitriani, A., & Widia. 2019. Pengembangan perangkat pembelajaran model PBL berbasis STEM untuk melatih keterampilan berfikir kreatif siswa tuna netra. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 9(1):38-44.
- Soros, P., Ponkham, K., & Ekkapin, S. (2017). The results of STEM education methods for enhancing critical thinking and problem solving skill in physics the 10th grade level. *International Conference for Science Educators and Teachers (ISET)*, 1-11.
- Syam, M. & Efwinda, S. 2019. Analisis keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL) pada mata kuliah Fisika Dasar di FKIP Universitas Mulawarman. *Laporan Penelitian*, Lampung: FKIP Universitas Mulawarman.
- Torlakson, T. 2014. *Innovate: A Blueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California: State Superintendent of Public Instruction.
- Wartono, W., Diantoro, M., & Bartlolona, J.R.2018. Influence of Problem Based Learning model on student creative thinking on elasticity Topics a Material. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 14(1):32-39.
- Yogantari, P., Yulianti, L., & Suyudi, A., 2014. Pengaruh model *integrative learning* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran Fisika Kelas X MIA

(Matematika dan Ilmu-ilmu Alam) SMAN 3 Malang, *Jurnal Online Pendidikan Fisika Universitas Malang*, 2(1):1-7.

Yulianti, D., Wiyanto, Rusilowati, A., Nugroho, S.E., & Supardi, K. 2018. Problem Based Learning models based on science technology engineering and mathematics for developing student's character. *Journal of Physics: Conf. Series*, 1170-012032.

Yusmanidar, Khaldun, I. & Mudatsir. 2017. Penerapan pembelajaran berbasis masalah menggunakan metode praktikum dalam upaya meningkatkan keterampilan proses sains dan motivasi siswa pada Pokok Bahasan Hidrolisis Garam. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 1(1):73-78