

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *ENGINEERING DESIGN PROCESS* (EDP) BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP

Alamanda Primavera Vania Sapphira¹, Daru Wahyuningsih² dan Meida Wulan Sari³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

Email: ¹alamandavania22@student.uns.ac.id; ²daruwahyuningsih@staff.uns.ac.id; ³meidawulan@staff.uns.ac.id

Diajukan: 20 Juni 2023; **Diterima:** 3 September 2023; **Diterbitkan:** 30 Oktober 2023

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model Engineering Design Process (EDP) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMP. Metode penelitian yang digunakan merupakan penelitian kuantitatif dengan metode Quasi Experimental Design. Desain penelitian ini menggunakan rancangan Posttest Only Group Design, dimana kelas eksperimen mendapat perlakuan model EDP berbasis STEM dan kelas kontrol mendapat perlakuan model Kontekstual. Populasi penelitian adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Surakarta tahun ajaran 2022/2023 berjumlah total sembilan kelas. Sampel penelitian diambil menggunakan teknik cluster random sampling dan didapatkan dua kelas sampel. Data utama penelitian berupa nilai posttest keterampilan berpikir kritis siswa yang dianalisis menggunakan uji-t Mann Whitney. Hasil uji hipotesis nilai posttest memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ sebesar 0,027 yang menunjukkan bahwa secara signifikan, terdapat pengaruh penerapan model Engineering Design Process (EDP) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMP.

Kata Kunci: Model *Engineering Design Process*, STEM, Keterampilan berpikir kritis

Abstract. This study aims to find the impact of the STEM-based Engineering Design Process (EDP) model on JHS students' critical thinking skills. This study used a quantitative research with the Quasi Experimental Design method. The design of this study used the Posttest Only Group Design, with the experimental class receiving STEM-based EDP model treatment and the control class receiving contextual model treatment. The study population using class VIII students of JHS 4 Surakarta 2022/2023, which consisted of nine classes. The study sample using two classes which selected using cluster random sampling technique. The main research data is in the form of posttest scores of students' critical thinking skills which are analyzed using the Mann Whitney t-test. The results of hypothesis test have a significance value of less than 0.05 which indicates that there is an impact of the STEM-based EDP model on the critical thinking skills of JHS student.

Keywords: Engineering Design Process' model, STEM, Critical thinking skills

Pendahuluan

Pendidikan mengalami perkembangan yang sangat pesat seiring dengan peningkatan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika yang cepat. Abad ke 21 menuntut sejumlah keterampilan yang perlu dikuasai oleh siswa, salah satunya adalah keterampilan berpikir kritis yang menjadi hal yang penting untuk menjamin keberhasilan pembelajaran (Alfonso, 2015; Sulistyowarni

et. al, 2019). Berpikir kritis adalah berpikir secara rasional, reflektif yang berfokus pada keputusan untuk percaya atau melakukan sesuatu (Ennis, 1985). Keterampilan berpikir kritis dapat membantu siswa memecahkan masalah konseptual IPA yang mereka hadapi.

Penilaian oleh PISA (*The Programme for International Student Assessment*) yang ditekankan pada keterampilan abad 21 menunjukkan bahwa kemampuan sains siswa di Indonesia tergolong rendah. Hasil penilaian

PISA pada tahun 2018 melaporkan bahwa Indonesia menempati peringkat 72 dari 79 negara (Hewi & Shaleh, 2020). Data PISA tersebut menunjukkan rata-rata siswa di Indonesia belum dapat mengomunikasikan dan mengintegrasikan berbagai topik sains yang kompleks dan abstrak sehingga kemampuan siswa hanya sebatas mengingat sejumlah fakta-fakta yang mendasar saja. Kondisi tersebut membuktikan bahwa siswa di Indonesia masih mengalami kesulitan dalam mengerjakan tes dengan indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi (Khairunnisa, 2016). Sejalan dengan penelitian oleh Nuryanti, Zubaidah, dan Diantoro (2017) pada siswa kelas VIII SMP, menyimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa SMP masih rendah.

Fakta di lapangan turut mendukung permasalahan yang saat ini dihadapi oleh pendidikan di Indonesia. Hasil wawancara dengan guru di SMPN 4 Surakarta menyatakan bahwa masih perlu untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Permasalahan rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa terlihat dari hasil evaluasi yang diberikan guru setelah pembelajaran berlangsung. Khususnya saat siswa menjawab pertanyaan pada soal uraian, beberapa siswa masih menuliskan jawaban yang terpacu dengan buku atau penjelasan guru, tanpa mengembangkan pemikirannya sendiri. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir siswa masih sebatas menghafal tanpa memahami betul materi yang telah dipelajarinya.

Rendahnya keterampilan berpikir kritis pada siswa disebabkan oleh pembelajaran yang belum memfasilitasi dengan baik terkait berlatih berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis siswa dapat diperbaiki melalui perencanaan pembelajaran yang tepat untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Guru perlu menerapkan desain model pembelajaran yang berpusat pada siswa untuk menyelesaikan suatu permasalahan berdasarkan analisa konsepsi dan mengembangkan berbagai ide. Terdapat beberapa model pembelajaran yang terbukti dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, diantaranya adalah model *Engineering Design Process* (EDP), model *Problem Based Learning* (PBL), dan model

Project Based Learning (PjBL). Kelebihan model pembelajaran EDP dibandingkan model PBL dan model PjBL adalah model EDP memiliki struktur dasar penyelesaian masalah yang dapat menuntun siswa menjadi perancang solusi melalui proses menganalisis masalah, mensintesis sumber dan informasi ke dalam penyelesaian masalah, dan mengevaluasi penyelesaian masalah (Sutia & Mahdalena, 2017). Sejalan dengan hasil penelitian Syukri, Soewarno, Halim, dan Mohtar (2018), pembelajaran menggunakan model *Engineering Design Process* (EDP) mampu melatih siswa menganalisis situasi, menemukan informasi yang relevan, mendefinisikan masalah, mengembangkan dan mengendalikan ide dalam melakukan pemecahan masalah serta mengevaluasi idenya kembali. Berdasarkan uraian dampak positif implementasi model EDP tersebut, maka untuk memperbaiki keterampilan berpikir kritis siswa dilakukan pelaksanaan model pembelajaran *Engineering Design Process* (EDP).

Desain model pembelajaran *Engineering Design Process* (EDP) dalam pelaksanaannya berkaitan erat dengan integrasi antara ilmu sains, teknologi, teknik serta matematika, atau lebih dikenal dengan pendekatan STEM. Penelitian oleh Nessa, dkk., (2017) menyatakan bahwa pendekatan STEM akan membantu siswa mengumpulkan, menganalisis, memecahkan masalah yang muncul dan memiliki kemampuan berpikir secara mendalam untuk memahami keterkaitan antara suatu permasalahan dengan masalah lainnya.

Berdasarkan uraian yang dijabarkan, maka perlu adanya solusi inovatif dalam proses pembelajaran yang diterapkan oleh guru, yaitu pembelajaran berbasis *engineering* berbasis STEM yang membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada siswa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMP.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan metode *Quasi Experimental Design*. Desain penelitian adalah rancangan *posttest only group design* dengan kelas eksperimen mendapatkan perlakuan model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM dan kelas kontrol mendapat perlakuan model Kontekstual. Populasi penelitian adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Surakarta tahun pelajaran 2022/2023 berjumlah total sembilan kelas. Sampel penelitian diambil menggunakan teknik *cluster random sampling* yang sebelumnya diuji homogenitas dan normalitasnya untuk melakukan pengambilan sampel. Berdasarkan hasil uji homogenitas dan uji normalitas tersebut, kelas VIII A hingga VIII I dapat dijadikan sampel penelitian. Sampel penelitian yang digunakan adalah kelas VIII F sebagai kelas eksperimen dan VIII G sebagai kelas kontrol.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu teknik observasi dan tes. Teknik observasi dilakukan untuk mengamati keterlaksanaan model pembelajaran yang dilakukan peneliti pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Setelah masing-masing kelas mendapatkan perlakuan model pembelajaran, peneliti memberikan *posttest* sebagai data keterampilan berpikir kritis. *Posttest* berbentuk soal uraian berjumlah sepuluh soal dengan skor maksimal 100 yang memuat lima indikator berpikir kritis menurut teori Robert H. Ennis (1985), yaitu *elementary clarification, basic support, inference, advance clarification*, serta *strategy and tactics*. Hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa dianalisis menurut presentase kategori tingkat berpikir kritis yang diambil dari Adaptasi Riduwan (2013). Kategori pengelompokan berpikir kritis terdiri dari skor sangat kritis, kritis, cukup kritis, kritis rendah, dan kritis sangat, rendah. Kategori tingkat berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Tingkat Berpikir Kritis

No	Rentang Skor	Kategori
1	81 – 100	Sangat Kritis
2	61 – 80	Kritis
3	41 – 60	Cukup Kritis
4	21 – 40	Kritis Rendah
5	0 – 20	Kritis Sangat Rendah

(Adaptasi dari Riduwan, 2013)

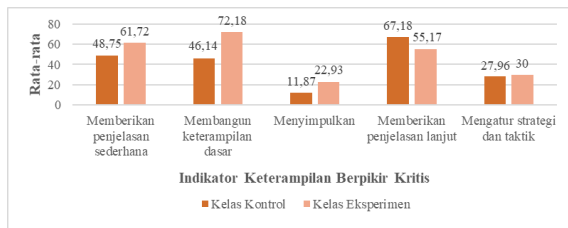
Teknik analisis data yang dilakukan meliputi uji prasyarat yaitu uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas *Levene*, dilanjutkan uji hipotesis menggunakan uji-t *Mann Whitney* berbantuan aplikasi IBM SPSS Statistics 28. Prosedur penelitian terbagi menjadi tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Tahap persiapan terdiri dari pembuatan instrumen berupa silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan instrumen tes berpikir kritis, serta uji coba instrumen yang terdiri atas uji validitas dan reliabilitas. Tahap pelaksanaan terdiri dari pelaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen dengan model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM menurut teori Anne Jolly (2014) yang terdiri dari delapan tahapan, yaitu *define the problem, research, imagine, plan, create, test and evaluate, redesign, dan communicate*. Sedangkan pada kelas kontrol menggunakan model Kontekstual dengan tiga tahapan, yaitu tahap pendahuluan, kegiatan inti, dan penutup. Setelahnya, dilakukan pemberian *posttest* untuk mendapatkan data keterampilan berpikir kritis siswa di dua kelas penelitian. Tahap akhir terdiri dari analisis data hasil penelitian untuk menentukan kesimpulan yang disusun dalam sistematika laporan.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian yang telah dilaksanakan dengan menerapkan model pembelajaran *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM dengan materi getaran pada siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Surakarta menunjukkan adanya pengaruh model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis. Tercatat bahwa rata-rata hasil *posttest* kelas eksperimen sebesar 50,10, sementara untuk rata-rata hasil *posttest* kelas kontrol sebesar 38,25. Hasil deskripsi data uji hipotesis menunjukkan adanya perbedaan hasil atau pengaruh pada peningkatan rata-rata keterampilan berpikir

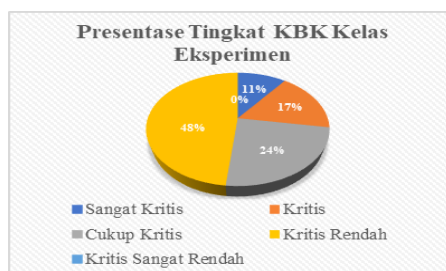
kritis siswa setelah perlakuan yang berbeda pada dua kelas penelitian. Adanya pengaruh secara signifikan juga dibuktikan oleh hasil uji *Mann Whitney* (tabel 8) yang menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,027 (< 0,05), artinya hipotesis diterima (H_0 ditolak). Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada penerapan model pembelajaran *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen, dibandingkan dengan penerapan model konvensional di kelas kontrol.

Pengaruh model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM juga ditunjukkan melalui perbandingan nilai rata-rata tiap indikator keterampilan berpikir kritis pada soal *posttest* yang telah diberikan pada dua kelas penelitian. Data perbandingan rata-rata nilai tiap indikator keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Rata-rata Nilai *Posttest* tiap Indikator Berpikir Kritis Siswa

Secara umum, perbandingan tingkat keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat melalui presentase hasil *posttest* berpikir kritis. Distribusi presentase tingkat keterampilan dalam berpikir kritis pada siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Presentase Hasil Tes Tingkat Berpikir Kritis Kelas Eksperimen



Gambar 3. Perbandingan Presentase Hasil Tes Tingkat Berpikir Kritis Kelas Kontrol

Berdasarkan Gambar 2 pada kelas eksperimen, presentase siswa dengan kriteria sangat kritis sebesar 11 %, presentase siswa yang menempati kriteria kritis sebesar 17%, dan presentase siswa yang berada di kriteria cukup kritis sebesar 24%. Meskipun demikian, masih ada siswa yang masuk ke dalam kriteria berpikir kritis rendah dengan presentase sebesar 48%, namun tidak ada siswa yang masuk ke dalam kriteria berpikir kritis sangat rendah. Sedangkan pada kelas kontrol, menunjukkan bahwa tidak ada presentase siswa yang masuk ke dalam kriteria sangat kritis, presentase siswa yang menempati kriteria kritis sebesar 9%, dan presentase siswa yang berada di kriteria cukup kritis sebesar 37%. Data menunjukkan pada kelas kontrol, masih ada siswa yang masuk ke dalam kriteria berpikir kritis rendah dengan presentase sebesar 38% dan siswa yang masuk ke dalam kriteria berpikir kritis sangat rendah memiliki presentase sebesar 16%. Berdasarkan hasil analisis, dapat ditunjukkan bahwa kriteria berpikir kritis kelas eksperimen berada di kategori yang cukup baik dibandingkan dengan kelas kontrol.

a. Indikator Memberikan Penjelasan Sederhana (*Elementary Clarification*)

Rata-rata nilai indikator memberikan penjelasan sederhana yang ditunjukkan oleh Gambar 1 pada kelas eksperimen sebesar 61,72 lebih unggul dibandingkan kelas kontrol sebesar 48,75. Indikator memberikan penjelasan sederhana termuat pada soal *posttest* nomor satu yang meminta siswa untuk memberikan penjelasan mengenai getaran berdasarkan gambar bandul dan soal *posttest* nomor dua, dimana siswa diminta untuk memberikan pendapatnya terkait dengan

konsep getaran berdasarkan fenomena yang tersaji pada soal. Rata-rata jawaban siswa di kelas eksperimen menunjukkan bahwa mereka telah memahami soal karena siswa mampu menjawab pertanyaan sesuai dengan konteks soal, dibandingkan dengan rata-rata jawaban siswa di kelas kontrol yang menunjukkan bahwa siswa masih kurang bisa memahami isi soal.

Indikator memberikan penjelasan sederhana pada kelas eksperimen termasuk ke dalam kategori kritis dalam berpikir kritis. Implementasi indikator memberikan penjelasan sederhana didukung oleh pelaksanaan sintaks *define the problem* pada model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM. Tahap *define the problem* merupakan tahap awal bagi siswa untuk mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan yang telah disajikan. Rumusan pertanyaan yang dibuat berupa keterkaitan masalah dengan materi yang dibahas (getaran) maupun pertanyaan yang mendorong siswa untuk berpikir secara mendalam mengenai cara penyelesaian masalah tersebut dalam bentuk solusi (Mutakinati et al., 2018). Sejalan dengan teori Fisher (2009), mengajukan pertanyaan yang tepat dan kritis akan melatih pemikiran mandiri siswa sebagai tahapan awal untuk melakukan tahap analisis selanjutnya.

b. Indikator Membangun Keterampilan Dasar (*Basic Support*)

Perbandingan rata-rata nilai indikator paling tinggi di kelas eksperimen sebesar 72,18 terletak pada indikator membangun keterampilan dasar, yang termuat di nomor tiga, tujuh, dan sembilan pada soal *posttest*. Soal nomor tiga, siswa diminta untuk menganalisis pernyataan yang benar terkait hubungan antara frekuensi dan periode, lalu memberikan penjelasan atas jawaban yang dipilih. Soal nomor tujuh, siswa diminta untuk menjelaskan fenomena getaran dari hasil pengamatannya di kehidupan sehari-hari. Soal nomor sembilan berkaitan dengan teknologi sederhana sebagai solusi dari topik permasalahan di kedua kelas penelitian. Apabila dilihat dari jawaban *posttest* siswa, rata-rata siswa di kelas eksperimen memberikan jawaban dan penjelasan yang tepat dibandingkan dengan rata-rata jawaban siswa di kelas kontrol yang kurang tepat

menjawab atau kurang dalam memberikan penjelasan jawaban mereka.

Hasil penelitian menunjukkan indikator membangun keterampilan dasar pada kelas eksperimen termasuk ke dalam kategori kritis dalam berpikir kritis. Implementasi indikator membangun keterampilan dasar didukung oleh pelaksanaan sintaks *research* dan *imagine*. Tahap *research* merupakan tahap pengumpulan informasi yang berkaitan dengan konteks permasalahan yang telah disajikan di dalam LKPD, siswa mempertimbangkan keakuratan sumber yang telah mereka dapatkan. Perwujudan teori Piaget pada tahap *research* ditunjukkan melalui kegiatan siswa dalam pencarian informasi secara mandiri terkait permasalahan telah yang ditentukan. Selanjutnya pada tahap *imagine*, siswa diarahkan untuk mulai memvisualisasikan permasalahan dengan mengaitkan permasalahan yang ada dengan konsep dan teori yang telah mereka temukan. Sehubungan dengan penelitian Syukri, Soewarno, Halim, dkk., (2018), menyatakan pembelajaran menggunakan model *Engineering Design Process* (EDP) mampu melatih siswa dalam menganalisis situasi, mencari informasi yang relevan, mendefinisikan masalah, menganalisis, dan mengembangkan ide untuk melakukan pemecahan masalah serta mengevaluasi idenya kembali.

c. Indikator Menyimpulkan (*Inference*)

Berdasarkan data nilai rata-rata indikator keterampilan berpikir kritis, diketahui bahwa perbandingan rata-rata nilai indikator paling rendah di kedua kelas penelitian terletak pada indikator menyimpulkan, yang termuat pada soal *posttest* nomor empat dan sepuluh. Soal nomor empat menyajikan suatu hasil percobaan mengenai frekuensi getaran benda, siswa diminta untuk menentukan perbandingan periode getaran benda. Soal nomor sepuluh masih berkaitan dengan soal nomor sembilan, yaitu siswa diminta untuk menyimpulkan prinsip kerja alat yang dibuat sebagai solusi suatu topik permasalahan. Hasil analisis rata-rata jawaban siswa di kelas eksperimen menunjukkan siswa belum menjawab dengan tepat karena beberapa siswa hanya menentukan jawaban tanpa menyertakan proses pengerjaannya atau menjawab hanya berdasarkan logika pada soal.

Indikator menyimpulkan di kelas eksperimen termasuk ke dalam kategori berpikir kritis rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa meskipun siswa di kelas eksperimen telah melalui sintaks *create* dan *test and evaluate* yang seharusnya mampu melatih kemampuan menyimpulkan (*inference*) siswa pada model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM dalam berpikir kritis, pada realitanya beberapa siswa masih membutuhkan bimbingan guru untuk membuat kesimpulan.

Tahap *create* merupakan tahap mendesain dan membuat solusi dari hasil rancangan yang telah mereka buat sebelumnya. Tahap *create* merupakan salah satu sintaks dalam model EDP yang membutuhkan waktu paling lama dalam pelaksanaannya, karena fokus siswa bukan hanya keberhasilan mereka dalam membuat proyek, tetapi lebih kepada seberapa jauh pemahaman siswa terhadap konsep dasar disiplin ilmu yang terintegrasi di dalam desain proyek tersebut (Sutaphan & Yuenyong, 2019). Setelah siswa selesai membuat desain proyek, siswa harus menguji dan mengevaluasi desain proyek yang telah mereka buat melalui tahap *test and evaluate*. Tujuan dari pengujian dan evaluasi produk adalah untuk membuktikan kesesuaian produk yang dibuat siswa dengan kebutuhan dan batasan yang ditentukan sebagai suatu solusi permasalahan (National Research Council, 2011; Simarro & Couso, 2021). Sintaks ini membutuhkan ketelitian siswa untuk menentukan nilai pertimbangan secara kritis terkait produk yang telah dibuat dan keterkaitannya dengan teori awal sehingga siswa diharapkan mampu menarik kesimpulan yang logis (Purwaningsih et al., 2020). Berdasarkan pemaparan tersebut, siswa harus melalui tahap *create* serta *test and evaluate* dengan pertimbangan jam pembelajaran yang cukup. Keterbatasan waktu pembelajaran merupakan salah satu kendala yang menjadi faktor rendahnya kemampuan inferensi siswa (Hasanah et al., 2020).

d. Indikator Memberikan Penjelasan Lanjut (*Advance Clarification*)

Rata-rata indikator keterampilan berpikir kritis di kelas eksperimen yang memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan kelas kontrol adalah pada indikator

memberikan penjelasan lanjut (*advance clarification*). Perbandingan nilai rata-rata indikator sebenarnya tidak terlalu jauh, yaitu pada kelas eksperimen sebesar 55,17 dan kelas kontrol sebesar 67,18. Indikator memberikan penjelasan lanjut pada soal *posttest* termuat dalam soal nomor delapan, siswa diminta untuk menganalisis pernyataan yang termasuk ke dalam contoh getaran dalam kehidupan sehari-hari disertai alasannya. Berdasarkan rata-rata jawaban di kelas eksperimen, beberapa siswa telah memberikan pilihan jawaban yang tepat disertai alasan yang mendukung, namun masih ada beberapa siswa yang terkecoh pada pilihan jawaban soal. Selain itu, beberapa siswa juga belum memberikan alasan pilihan jawaban mereka dengan tepat.

Indikator memberikan penjelasan lanjut di kelas eksperimen termasuk ke dalam kategori cukup kritis. Implementasi indikator memberikan penjelasan lanjut didukung oleh pelaksanaan sintaks *plan* dan *redesign*. Tahap *plan* merupakan tahap perencanaan pembuatan solusi dalam bentuk rancangan desain proyek. Proses berpikir pada sintaks ini melatih siswa untuk dapat memilih dan mempertimbangkan solusi terbaik agar siswa tidak mengalami miskonsepsi serta rancangan proyek tetap relevan dengan teori untuk menyelesaikan permasalahan yang ada (Dym et al., 2006; Hynes et al., 2011). Apabila produk yang telah dibuat siswa belum berfungsi sesuai dengan prinsip kerjanya, maka siswa perlu melakukan tahap *redesign* untuk pendesainan ulang.

Tahap *redesign* membantu siswa untuk lebih memperdalam pemahaman mereka mengenai konsep integrasi STEM sebagai bagian konsep dasar produk yang dirancang (Rahimi & Kim, 2021). Siswa dilatih proses berpikirnya untuk mengidentifikasi asumsi mereka terkait kekurangan produk yang telah dibuat untuk kemudian diperbaiki sehingga sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Pelaksanaan tahap *plan* dan *redesign* berkaitan dengan teori Piaget yang mengemukakan bahwa pengalaman belajar siswa memiliki peranan yang sangat penting untuk membangun keterampilan dan pengetahuannya sendiri selama proses pembelajaran berlangsung.

e. Indikator Mengatur Strategi dan Taktik (*Strategy and Tactics*)

Perbandingan rata-rata nilai indikator mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*) pada kelas eksperimen memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Meskipun demikian, rata-rata nilai indikator mengatur strategi dan taktik menempati posisi keempat diantara lima indikator keterampilan berpikir kritis di kelas eksperimen yang menunjukkan bahwa indikator ini masih perlu ditingkatkan lagi. Indikator mengatur strategi dan taktik termuat di dalam soal *posttest* nomor lima dan enam yang merupakan soal perhitungan. Soal nomor lima, siswa diminta untuk dapat menghitung frekuensi getaran suatu benda dengan benar. Untuk soal nomor enam, disajikan data hasil suatu percobaan dan siswa diminta untuk menghitung periode getaran bandul, waktu, serta jumlah getaran untuk melengkapi data percobaan pada soal tersebut dengan benar. Rata-rata jawaban siswa di kelas eksperimen memperlihatkan bahwa beberapa siswa belum dapat memahami maksud soal yang mengakibatkan mereka masih salah atau belum tepat melakukan perhitungan, serta hanya menentukan jawaban tanpa menyertakan proses pengerjaannya, namun beberapa siswa yang lain juga sudah bisa untuk memahami maksud soal sepenuhnya sehingga mereka mampu untuk melakukan perhitungan dengan tepat.

Indikator mengatur strategi dan taktik di kelas eksperimen termasuk ke dalam kategori berpikir kritis rendah.. Implementasi indikator ini berkaitan dengan pelaksanaan sintaks *plan*, *create*, dan *communicate*. Seperti yang telah dijelaskan pada indikator menyimpulkan (*inference*) bahwa tahap *plan* dan *create* merupakan sintaks yang membutuhkan waktu paling lama dalam pelaksanaannya. Selain itu, keterbatasan waktu pengerjaan soal *posttest* dapat menjadi salah satu kendala siswa belum bisa menyelesaikan pengerjaan soal perhitungan mereka dengan optimal. Untuk pelaksanaan tahap *communicate*, siswa melakukan presentasi hasil produk yang telah mereka buat untuk kemudian saling bertukar pendapat dengan kelompok lain. Tahap *communicate* melatih siswa untuk berinteraksi dengan orang lain, berkaitan dengan teori Vygotsky yang mengemukakan bahwa interaksi sosial merupakan landasan terjadinya perkembangan kognitif (Thalib, 2010).

Perbedaan adanya pengaruh penerapan model pada kedua kelas penelitian tidak terlepas dari karakteristik model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM yang diberlakukan di kelas eksperimen dibandingkan dengan model Kontekstual yang diberlakukan di kelas kontrol. Meskipun kedua model mengarahkan siswa untuk aktif melakukan percobaan dan berdiskusi, namun dengan tahapan sintaks yang lebih terarah pada penerapan model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM membuat siswa mampu mengembangkan kemampuannya dalam mengaplikasikan sains dan matematika untuk menyelesaikan masalah dunia nyata secara signifikan (English & King, 2015). Model *Engineering Design Process* (EDP) jika diterapkan di dalam pembelajaran IPA juga dinilai mampu untuk meningkatkan pemahaman konseptual atau pengetahuan pemikiran tingkat tinggi (HOTS) dan keterampilan merancang desain siswa (Fan & Yu, 2017; Schnittka, 2012).

Secara keseluruhan, diketahui bahwa perbandingan rata-rata nilai tiap indikator keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen dengan penerapan model EDP berbasis STEM lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dengan penerapan model Kontekstual. Meskipun demikian, rata-rata nilai siswa di kelas eksperimen belum mencapai nilai KKM yang telah ditentukan. Secara individual, beberapa siswa telah mencapai nilai lebih dari KKM yang masuk ke dalam kategori baik, namun masih terdapat siswa yang belum mencapai nilai KKM. Hal tersebut terjadi karena penelitian ini tidak terlepas dari adanya kendala ataupun keterbatasan. Siswa di kelas eksperimen belum pernah mendapatkan perlakuan model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM, maka pada awal pembelajaran beberapa siswa masih perlu untuk beradaptasi. Peneliti perlu membimbing siswa secara perlahan agar siswa dapat memahami setiap tahapan model pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan lebih banyak waktu dalam melakukan model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM ini.

Terlepas dari keterbatasan penelitian yang ada, temuan yang didapatkan siswa melalui pembelajaran model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM ini

adalah siswa dapat mengetahui fenomena getaran yang berhubungan langsung dengan kehidupan nyata, siswa juga mampu memanfaatkan alat dan bahan sekitar untuk membuat teknologi sederhana sebagai solusi permasalahan yang berkaitan dengan fenomena getaran. Temuan dari hasil penelitian ini dapat menjadi solusi bagi guru IPA untuk menerapkan pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis sebagai salah satu kompetensi 4C yang harus dimiliki siswa pada abad ke 21 (Stehle & Peters-Burton, 2019).

Simpulan

Hasil uji hipotesis data *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* < 0,05 sebesar 0,027 yang menunjukkan keputusan uji H_0 ditolak dan H_1 diterima. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, secara signifikan dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penerapan model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMP. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada beberapa faktor sehingga perlu adanya penelitian lebih luas dan mendalam terkait pengaruh model *Engineering Design Process* (EDP) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dengan menggunakan materi mata pelajaran IPA SMP yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Abdurakhman, O., & Rusli, R. K. (2015). Teori Belajar dan Pembelajaran. *DIDAKTIKA TAUHIDI: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 2(1).
- Agnafia, D. N. (2019). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(1), 45-53.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka cipta.
- Barrett, Terry & Moore, Sarah. (2011). *New Approaches to Problem Based Learning*. New York: Routledge
- Council, N, R. (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Committee on Highly Successful Schools or Programs in K-12 STEM Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment. In *The National Academic Press*.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2006). Engineering design thinking, teaching, and learning. *IEEE Engineering Management Review*. 34(1): 65–90.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*. 2(1).
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*. 27(1): 107–129.
- Fisher, Alec. (2009). *Berpikir Kritis: Sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga
- Hasanah, Z., Pada, A. U. T., Safrida, S., Artika, W., & Mudatsir, M. (2021). Implementasi Model Problem Based Learning Dipadu LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 65–75. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.18134>
- Jolly, A. (2017). *STEM by Design. Strategies and Activities for Grades 4-8*. New York: Routledge.
- Mutakinati, L., & Anwari, I. (2018). Analysis of Students' Critical Thinking Skill Of Middle School Through STEM Education Project-Based Learning: *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54-65.
- Nuryanti, L., Zubaidah, S., & Diantoro, M. (2018). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa SMP. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3(2), 155-158.
- Purwaningsih, E., Sari, S. P., Sari, A. M., & Suryadi, A. (2020). The Effect of STEM-PjBL and Discovery Learning on Improving Students' Problem-Solving Skills of Impulse and Momentum Topic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(4), 465-476.
- Rahmania, I. (2021). Project based learning (PjBL) learning model with STEM approach in natural science learning for the 21st century. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(1), 1161-1167.
- Riduwan. (2011). *Dasar-Dasar Statistik*. Bandung: Alfabeta.

- Sanders, Mark. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 2: 20-26.
- Schnittka, C. (2012). Engineering Education in the Science Classroom: A Case Study of One Teacher's Disparate Approach with Ability-Tracked Classrooms. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 2(1): 35-48.
- Setiawan, D. (2020). Pembelajaran EDP-Problem Solving Project untuk Melatih Siswa Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Penyelesaian Masalah. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 4(2), 537-556. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v4i2.147>
- Sugiyono, P. D. (2017). Metode penelitian: pendekatan kuantitatif, kualitatif, kombinasi, dan R&D. *Penerbit CV. Alfabeta: Bandung*.
- Sutia, C., & Mahdalena, M. (2017, November). Motivasi Belajar Siswa SMA dan Kemampuan Merancang Pemecahan Masalah Lingkungan melalui Pembelajaran Engineering Design Process. In *Seminar Penelitian Bidang IPA*.
- Syukri, M., Soewarno, S., Halim, L., & Mohtar, L. E. (2018). The impact of engineering design process in teaching and learning to enhance students' science problem-solving skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 66-75. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.12297>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.
- Utomo, A. P., Priskasari, D. I., & Narulita, E. (2021). The Effect of Agrosains Based Engineering Design Process Learning Model With A Stem Approach to SMP Student. *JURNAL PENDIDIKAN SAINS (JPS)*, 9(2), 120. <https://doi.org/10.26714/jps.9.2.2021.120-125>
- Yustiqvar, M., Hadisaputra, S., & Gunawan, G. (2019). Analisis penguasaan konsep siswa yang belajar kimia menggunakan multimedia interaktif berbasis green chemistry. *Jurnal Pijar Mipa*, 14(3), 135-14.