

KEMAMPUAN KOGNITIF DAN BERPIKIR KREATIF SISWA MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK BERPENDEKATAN STEM

Woro Sumarni¹, Nanik Wijayati¹, Sri Supanti²

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang¹⁾

SMA Negeri 14 Semarang²⁾

Abstrak – Penelitian ini bertujuan menganalisis kemampuan kognitif dan berpikir kreatif siswa melalui penerapan pembelajaran berbasis proyek berpendekatan STEM. Penelitian ini merupakan studi kasus dengan desain *One-Shot Case Study*. Subyek penelitian adalah siswa kelas XI IPA SMA Negeri di Semarang sebanyak 36 siswa. Pengumpulan data menggunakan instrumen tes yang telah divalidasi oleh ahli. Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan kognitif siswa mencapai kriteria baik, dengan ketercapaian tertinggi pada indikator pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kreatif siswa mencapai kriteria baik dengan ketercapaian tertinggi pada indikator kemampuan memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda.

Kata-kata kunci: *kemampuan berpikir kreatif, project-based learning, STEM; STEM-PjBL*

Abstract – This study aimed at analyzing the cognitive and creative thinking abilities of students through the application of STEM-PjBL. This research used a One-Shot Case Study design. The subjects of the study were 36 students of the 11th grade in high school in Semarang. Data collection used test instruments that have been validated by experts. The results of the analysis showed that the cognitive abilities of students fall in the good criteria, with the highest achievement on indicators of concepts understanding and the ability to the creative thinking of students are also in the good criteria with the highest achievement on indicators of ability to view information from different perspectives.

Keywords: *creative thinking ability; project based learning, STEM; STEM-PjBL*

PENDAHULUAN

Era *disruption* pada abad ke-21 telah menjadi sebuah realitas yang harus dihadapi oleh masyarakat dan bangsa Indonesia. Oleh karena itu, lembaga pendidikan termasuk sekolah dan pendidikan tinggi dituntut harus mampu mencetak generasi berkualitas yang dapat beradaptasi dengan berbagai tantangan di era *disruption* ini (Gardiner dkk., 2017). Oleh karena itu, salah satu penekanan dalam sistem pendidikan yang saat ini sedang berjalan di Indonesia, selain kemampuan kognitif adalah menciptakan generasi yang mampu berpikir kreatif. Hal ini sesuai amanat kurikulum yang menyebutkan bahwa standar kompetensi lulusan siswa pada level

SMA/SMK di antaranya adalah memiliki kemampuan berpikir dan bertindak kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, dan komunikatif (Kemendikbud, 2016).

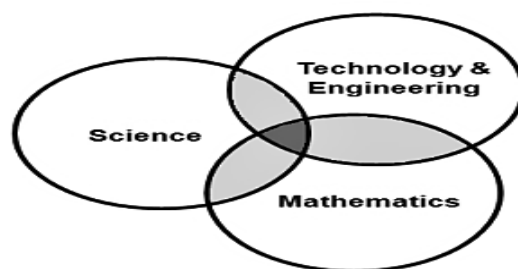
Proses berpikir kreatif merupakan salah satu bentuk dari aspek kognitif. Proses ini merujuk pada usaha individu untuk menghasilkan solusi atau produk kreatif. Berpikir semacam itu biasanya dipicu oleh tugas-tugas menantang atau permasalahan *open ended* yang perlu dipecahkan dari berbagai sudut pandang. Dengan berpikir kreatif, maka siswa diharapkan mampu memandang dunia lewat berbagai sudut pandang sehingga timbullah solusi-solusi baru untuk mengatasi masalah kehidupan nyata. Kemampuan inilah yang dibutuhkan di tempat kerja dan dapat memberikan nilai tambah (Lawson, 1979).

Sebagai bagian dari upaya reformasi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan telah berinisiatif untuk meningkatkan kompetensi guru dan siswa dalam bidang *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) serta menciptakan pengalaman belajar yang mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Keempat aspek dalam STEM ini merupakan pasangan serasi yang mampu menciptakan sistem pembelajaran aktif dan kohesif karena keempat aspek dibutuhkan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah (Laboy-Rush, 2010; Torlakson, 2014).

Pada implementasinya, STEM dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran *Project Based Learning, Problem Based Learning, Discovery Based Learning* dan *Inquiry Based Learning* (Redkar, 2012; Laforce dkk., 2017; Dewi dkk., 2017). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi STEM *education* dalam pembelajaran sains sangat populer karena dapat mengasah kemampuan kognitif, manipulatif, mendesain, memanfaatkan teknologi, dan pengaplikasian pengetahuan (Capraro *et al*, 2013; White, 2014), serta kemampuan dalam mengkombinasikan antara pengetahuan kognitif dan psikomotorik (Rush, 2016; Pfeiffer dkk., 2013).

Materi Hidrokarbon dan Minyak Bumi adalah materi yang amat dekat dengan kehidupan nyata. Hal ini dapat menunjang pemahaman siswa terhadap konsep hidrokarbon yang seringkali dipahami sebagai konsep yang bersifat hafalan tentang tata nama, rumus struktur, jenis reaksi, dan isomer saja, melainkan dapat dikaitkan dengan kehidupan nyata. Hal ini berarti melalui pendekatan STEM siswa tidak hanya sekedar menghafal konsep saja, tetapi dapat lebih mengerti dan memahami konsep-konsep sains dan kaitannya dengan teknologi, teknik, dan matematika dalam menemukan solusi berbagai permasalahan dalam kehidupan nyata.

Oleh karena itu, untuk melatih dan memberikan pengalaman siswa dalam bidang STEM dengan pembelajaran bermakna yang dapat meningkatkan pengetahuan dan kemampuan berpikir kreatifnya, merujuk pada penelitian yang dilakukan Okechukwu (2014) dan yang disampaikan oleh Roberts (2012) terkait implementasi pembelajaran berbasis proyek berpendekatan STEM (STEM-PjBL) yang dapat mengaktualisasi kreativitas dan hasil belajar kognitif siswa, maka telah dilakukan integrasi STEM dalam pembelajaran berbasis proyek (STEM-PjBL) pada materi Hidrokarbon dan Minyak Bumi. Pembelajaran yang diterapkan adalah STEM-PjBL terpadu, seperti disajikan pada Gambar 1. Melalui pembelajaran STEM-PjBL terpadu ini, siswa diharapkan memiliki *hard skills* yang diimbangi dengan *soft skills* serta kemampuan kognitif dan kemampuan berpikir kreatifnya berkembang sesuai kebutuhan kompetensi di abad ke-21.



Gambar 1 Pendekatan Terpadu Pendidikan STEM

Permasalahannya, bagaimanakah kemampuan kognitif dan berpikir kreatif siswa setelah penerapan STEM-PjBL? Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah menganalisis kemampuan kognitif dan berpikir kreatif siswa setelah diterapkan model PjBL terintegrasi STEM pada materi hidrokarbon dan minyak bumi.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada tahun ajaran 2018/2019 di salah satu SMA Negeri di kota Semarang, Jawa Tengah, dengan subjek penelitian siswa kelas XI IPA berjumlah 36 siswa. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah *One-Shot Case Study* (Creswell, 2010: 259). Pada penelitian ini subyek diberikan perlakuan (*treatment*) berupa STEM-PjBL selama delapan minggu (tanda X). Setelah diberikan perlakuan, subyek diberikan tes tertulis terkait dengan soal kognitif dan berpikir kreatif (tanda T). Pola rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pola Rancangan Penelitian

Subjek	Perlakuan	Pengukuran kemampuan kognitif dan berpikir kreatif
XI IPA	X	T

Keterangan:

X = Perlakuan (penerapan STEM-PjBL)

T = Tes setelah diberi perlakuan

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini melalui teknik tes jenis soal terbuka (*open-ended problem*) sebagai soal yang memiliki banyak solusi atau strategi penyelesaian yang telah dinyatakan valid oleh 2 ahli materi dan memiliki reliabilitas sebesar 0,72. Kemampuan kognitif diukur berdasarkan taksonomi Bloom mulai dari C2 sampai C5, sedangkan kemampuan berpikir kreatif diukur berdasarkan indikator berpikir kreatif yang disampaikan Lawson (1979) sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Hasil belajar kognitif dianalisis dengan menghitung skor hasil tes secara keseluruhan maupun per indikator. Ketuntasan individual dicapai jika nilai yang didapat siswa ≥ 75 (KKM Kimia). Kemampuan berpikir kreatif siswa dianalisis melalui jawaban hasil tes dengan menghitung skor masing-masing indikator kemampuan berpikir kreatif. Kriteria pencapaian kemampuan kognitif dan berpikir kreatif siswa tiap indikator disajikan pada Tabel 3. Wawancara juga dilakukan terhadap responden untuk memperkuat hasil yang ditemukan melalui tes.

Tabel 2 Indikator Berpikir Kreatif

Tahap	Indikator
Pertama: Meningkatkan antisipasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membangun dari pengetahuan yang sudah ada. 2. Menstimulasi rasa ingin tahu dan keinginan untuk tahu. 3. Membuat perkiraan dari informasi yang terbatas.
Kedua: Menemukan hal-hal yang diharapkan dan tidak diharapkan serta memperdalam ekspektasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempraktikan proses pemecahan masalah secara sistematis. 2. Mengelaborasi informasi dengan hati-hati. 3. Membuat pertanyaan terbuka.
Ketiga: Menuju kearah yang lebih jauh dan terus maju	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan perhatian atau keingintahuan terhadap suatu masalah. 2. Melihat informasi yang sama dengan beberapa cara yang berbeda. 3. Menghubungkan informasi yang satu dengan informasi dari disiplin yang berbeda.

Tabel 3 Kriteria Pencapaian Kemampuan kognitif dan Berpikir Kreatif Siswa Tiap Indikator

Persentase KBK (%)	Kriteria
$84 < \% \leq 100$	Sangat Baik
$68 < \% \leq 84$	Baik
$52 < \% \leq 68$	Cukup
$36 < \% \leq 52$	Kurang
$\% \leq 36$	Sangat Kurang

HASIL

Deskripsi penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, *STEM project-based learning* yang diterapkan mengikuti sintaks pembelajaran berbasis proyek pada umumnya, yaitu: (1) penentuan pertanyaan mendasar, (2) menyusun perencanaan proyek, (3) menyusun jadwal, (4) monitoring, (5) menguji hasil, (6) evaluasi pengalaman (Kemdikbud, 2013). Keempat aspek STEM mengambil bagian dalam setiap langkah pembelajaran (Torlakson, 2014). Pada pembelajaran Hidrokarbon dan Minyak Bumi yang dilakukan, keempat aspek ini diimplementasikan sebagai kemampuan kognitif, keterampilan dalam merancang, merangkai dan menggunakan alat pirolisis yang ditugaskan, serta mengkomunikasikannya. Pemahaman konsep dalam subyek STEM dapat diperoleh melalui pemecahan masalah kompleks (Hickey 2014). Oleh sebab itu di dalam proses pembelajaran, guru membimbing siswa dalam kelompok kecil untuk mengembangkan berbagai solusi atas masalah yang diberikan, mendorong belajar kolaboratif dan memperkuat pemikiran kritis, kreatif dan keterampilan komunikasi.

Integrasi STEM pada pembelajaran Hidrokarbon dan minyak bumi berbasis proyek disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Integrasi STEM pada pembelajaran Hidrokarbon dan minyak bumi berbasis proyek

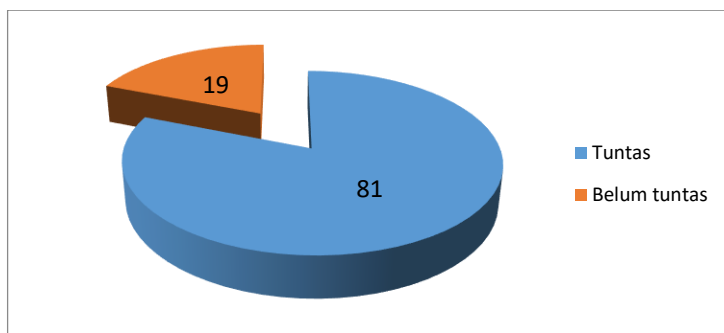
Bidang STEM	Materi pembelajaran
<i>Science</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Jenis, tata nama, dan rumus struktur senyawa hidrokarbon - penggunaan fraksi minyak bumi berupa hidrokarbon tak jenuh untuk bahan baku industri plastik - Kandungan plastik: polietilena, polipropilena - Reaksi polimerisasi - Reaksi pembakaran - Hidrokarbon yang terkandung dalam minyak bumi dan fungsinya - Pirolisis dan Distilasi
<i>Technology</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Mengaitkan dengan teknologi modern tentang pemisahan fraksi minyak bumi dan teknologi sederhana yaitu pirolisis dan distilasi yang digunakan untuk mengolah limbah plastik menjadi BBM.
<i>Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ide kreatif untuk mengatasi dampak negatif penggunaan plastik yang berbahan dasar dari minyak bumi - Ide kreatif yang dilakukan untuk merancang dan membuat alat pirolisis dan distilasi menggunakan bahan bekas pakai yang dapat dimanfaatkan mengolah limbah plastik, Setelah berhasil membuat alat pirolisis tersebut, melakukan rekayasa pada alat agar lebih efektif dalam pemanfaatannya. - Ide kreatif dalam mengatasi pencemaran akibat penggunaan bahan bakar fosil dan mencari bahan bakar alternative pengganti bahan bakar fosil
<i>Mathematics</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menghitung secara teoretis massa dan volume gas yang dihasilkan dari pembakaran sempurna senyawa hidrokarbon. - Meramalkan titik didih senyawa-senyawa hidrokarbon - Menghitung volume BBM yang dihasilkan dalam setiap massa limbah plastik.

Pada saat merancang, merangkai dan menguji-coba proyek, siswa bekerja dalam kelompok, dengan anggota 4 orang. Masing-masing kelompok diberikan kesempatan untuk berdiskusi memecahkan masalah terkait limbah plastik yang tertulis di LKPD dikaitkan dengan aspek STEM, dengan tujuan tiap kelompok dapat mencurahkan ide yang dimiliki. Selama proses pembelajaran, siswa dilatih untuk lebih aktif dalam mencari jawaban pada setiap diberikan persoalan, lebih aktif untuk mencari ide-ide kreatif, lebih cepat dalam menggali informasi, lebih bagus menampilkan hasil kerjanya, dan lebih efektif dalam memberikan solusi pada setiap permasalahan yang dihadapi.

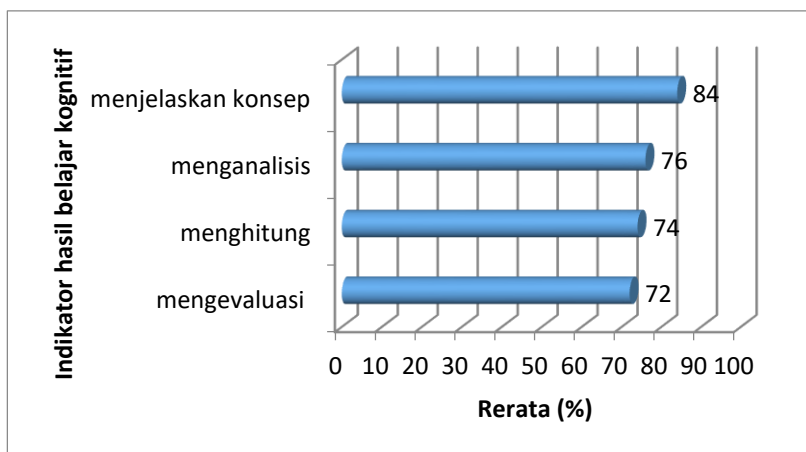
Pengembangan kemampuan berpikir kreatif dalam penelitian ini dilakukan melalui pembelajaran dengan menggunakan permasalahan atau soal-soal terbuka agar siswa memiliki pengalaman belajar yang kaya dalam menginterpretasi masalah dan menghasilkan solusi yang berbeda.

Hasil Analisis Kemampuan Kognitif Siswa

Kemampuan kognitif ditunjukkan oleh keberhasilan siswa di dalam kelas setelah menerima pembelajaran dan menjalani evaluasi. Kemampuan kognitif siswa dianalisis berdasarkan hasil tes secara keseluruhan ditinjau dari persentase siswa yang mencapai KKM seperti disajikan pada Gambar 2, sedangkan hasil analisis masing-masing indikator kemampuan kognitif disajikan pada Gambar 3.



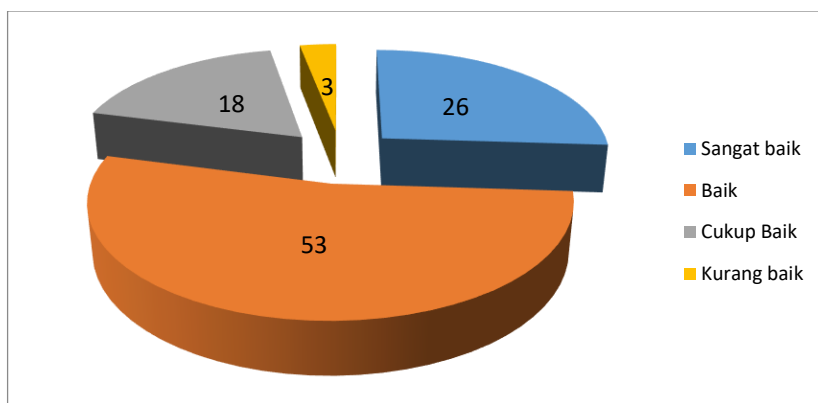
Gambar 2 Persentase Ketuntasan belajar siswa



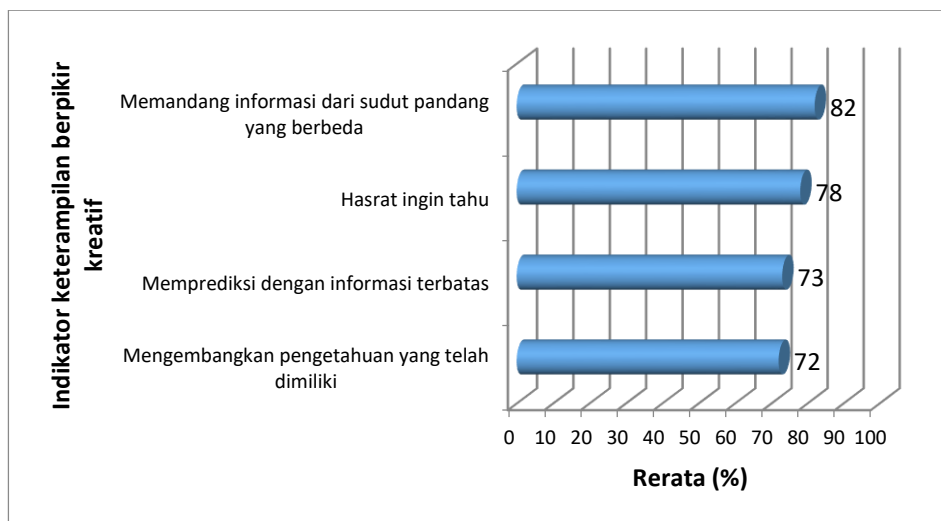
Gambar 3 Kemampuan kognitif siswa per indikator

Hasil Analisis Kemampuan Berpikir kreatif Siswa

Sejalan dengan kemampuan kognitif siswa dalam menganalisis dan mengevaluasi, maka siswa juga akan memiliki kemampuan menghasilkan ide-ide yang kreatif untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Hasil analisis tes kemampuan berpikir kreatif siswa disajikan pada Gambar 4, sedangkan rekapitulasi ketercapaian tiap indikator berpikir kreatif disajikan pada Gambar 5. Gambar 4 menunjukkan sebanyak 89% siswa, memiliki keterampilan berpikir kreatif pada ketegori baik dan sangat baik.



Gambar 4 Persentase pencapaian kemampuan berpikir kreatif siswa



Gambar 5 Persentase ketercapaian indikator keterampilan berpikir kreatif

PEMBAHASAN

Melihat hasil yang ditunjukkan Gambar 1 dan Gambar 2 membuktikan bahwa melalui integrasi STEM dalam pembelajaran dapat berpengaruh terhadap kemampuan kognitif, baik pada aspek pengetahuan dan pengaplikasian pengetahuan untuk memecahkan masalah (Ejiwale, 2012), serta dapat mengaktualisasi kompetensi literasi sains (Permanasari, 2016).

Pemahaman konseptual merupakan komponen penting dari pengetahuan yang diperlukan untuk mengatasi suatu masalah. Hal ini sejalan dengan pendapat Bransford, Brown, dan Cocking (NCTM, 2000: 20) bahwa pemahaman konseptual adalah komponen terpenting dari kecakapan. Belajar dengan pemahaman juga membuat pembelajaran berikutnya menjadi lebih mudah (Bahr, 2010: 152). Pemahaman konsep merupakan bagian yang paling penting dalam pembelajaran kimia, berarti dalam mempelajari kimia siswa harus memahami konsep kimia terlebih dahulu agar dapat menyelesaikan soal-soal dan mampu mengaplikasikan pemahamannya di dunia nyata. Konsep-konsep dalam kimia terorganisasi secara sistematis, logis dan hirarkis dari yang paling sederhana ke yang paling kompleks. Kenyataan ini juga didukung hasil wawancara yang telah dilakukan terkait pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang telah dipelajari sebagai dasar untuk belajar kimia secara bermakna.

Berikut cuplikan wawancara antara peneliti dengan siswa.

Peneliti : *Kalian sudah mempelajari senyawa hidrokarbon. Ada berapa jeniskah senyawa hidrokarbon ditinjau dari jenis ikatannya?*

A1 : *hidrokarbon jenuh dan tak jenuh,*

A2 : *rantainya lurus dan bercabang*

A2 : *ada hidrokarbon yang semua ikatan antar C-nya tunggal dan ada yang rangkap*

A3 : *alkana, alkena, dan alkuna*

Peneliti : *Bagus. Apakah kalian sudah hafal tata nama senyawa alkana?*

A 1, 2, 3 : *sudah bu*

Peneliti : *dapatkah kamu menuliskan rumus umum senyawa alkana?*

A1,2,3 : *bisa bu. C_nH_{2n+2}*

Peneliti : *Tata-namanya?*

A1, 2, 3 : *Bisa ,tapi terbatas sampai jumlah atom Cnya 10*

A1 : *Kalau saya seringkali salah, jika diminta memberi nama senyawa hidrokarbon yang ditulis dalam bentuk rumus strukturnya*

- A2 : *Saya juga, kadang bingung dalam memberi nama jika rumus strukturnya tidak digambarkan dalam bentuk rantai lurus.*
- A3 : *Benar bu, pas menghitung jumlah isomer kadang jumlahnya terlalu banyak, atau kurang.*

Gambar 2 menunjukkan bahwa rerata pencapaian kemampuan menjelaskan paling tinggi di antara ketiga kemampuan yang lain dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan STEM-PjBL sangat cocok untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. Rerata pencapaian kemampuan menganalisis, menghitung, dan mengevaluasi pada kategori baik juga tidak terlepas dari kemampuan yang sangat baik dalam menjelaskan konsep. Faktor yang mempengaruhi hasil ketiga indikator tersebut adalah kemampuan siswa untuk menguraikan, menganalisis, dan mengevaluasi proses-proses yang terjadi di sekitar kehidupan nyata berdasarkan kemampuan pemahaman konsep yang dimilikinya.

Dalam implementasi STEM-PjBL siswa diajak untuk melakukan pembelajaran yang bermakna untuk memahami sebuah konsep. Siswa diajak bereksplorasi melalui sebuah kegiatan proyek, sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya. Hal ini menumbuhkan siswa untuk berpikir kritis, kreatif, analitis, dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Capraro & Slough, 2013). Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Ismawati (2017), yang menyatakan bahwa materi kimia akan lebih mudah dipahami oleh siswa jika kegiatan pembelajaran dikaitkan dengan situasi dunia nyata karena dapat membangkitkan keingintahuan dan minat siswa terhadap pembelajaran, sehingga mampu menganalisis dan mengevaluasi proses-proses yang terjadi di sekitar kehidupan sehari-hari.

Faktor yang mempengaruhi kemampuan siswa dalam menganalisis dan mengevaluasi dikarenakan pengetahuan yang dipelajari telah diterapkan di kehidupan nyata dan terlatih ketika diskusi dalam kelompoknya untuk menyelesaikan proyek. Walaupun belum optimal, namun hal tersebut sesuai dengan yang disampaikan Rush (2016) bahwa integrasi STEM dalam *Project Based Learning* akan melibatkan siswa dalam menyelesaikan masalah autentik, bekerja dengan orang lain, dan membangun solusi nyata. Hasil wawancara kepada para siswapun menunjukkan hal tersebut.

- Peneliti : *menurut kalian, bagaimana pendapat kalian dengan pembelajaran yang beberapa minggu ini kita lakukan terkait dengan topik hidrokarbon dan tugas membuat alat untuk mendapatkan bahan bakar minyak dari limbah plastik?*
- B1 : *sangat senang bu, apalagi kita memang belum tahu kalau bensin yang selama ini kita pakai ternyata merupakan senyawa hidrokarbon yang sedang kita pelajari*
- B2 : *apalagi saat diberi tugas untuk membuat alat untuk mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar minyak, saya sangat senang*
- Peneliti : *Kalau kamu B3*
- B3 : *Saya senang dengan kegiatan membuat alat pengubah limbah plastik menjadi BBM, apalagi proyeknya dikerjakan bersama teman-teman?*
- Peneliti : *Apakah tugas proyeknya langsung berhasil diujicobakan?*
- B1 : *Tidak bu. Setelah kami bersama-sama mencari literatur di internet, merancang alatnya, merangkainya dan menguji coba, ternyata tidak langsung berhasil.*
- B2 : *Ya bu, kami mencobanya sampai tiga kali baru berhasil. Pertama, selangnya meleleh, mungkin terlalu besar apinya. Kedua, minyaknya tidak menetes, mungkin plastik yang di destilasi terlalu sedikit. Baru uji*

- coba ketiga, kami berhasil mendapatkan sekitar 1 sendok makan minyak.*
- B3 : Kelompok kami berhasil setelah beberapa kali mencoba. Dan memang benar hasil distilasi dapat menyala setelah dikenai api. Hal ini membuktikan bahwa plastik berasal dari minyak bumi*
- Peneliti : dalam tugas proyek tadi kalian telah belajar konsep hidrokarbon (science), menerapkannya dalam bentuk teknologi (merancang alat), mengujicobanya sampai berhasil (teknik/engineering) dan menghitung berapa volume plastik yang di destilasi agar mendapatkan sejumlah volume minyak (mathematics)*
- Peneliti : kegiatan membuat alat pirolisis yang telah dilakukan, apakah menjadikan kalian lebih kreatif?*
- B1 : iya bu, mau tidak mau kita akan berusaha untuk memperoleh hasil yang paling baik, sehingga kita menjadi lebih kreatif.*
- B2, 3 : iya betul, pada proyek ini, ibu kan tidak memberi tahu sama sekali, kami cari tahu sendiri cara buatnya bagaimana, alat bahannya apa, dll. Jadi kegiatan ini mengasah kreativitas kita.*

Pencapaian kemampuan menghitung siswa juga pada kategori baik. Hasil analisis menunjukkan, faktor yang mempengaruhi hasil tersebut dikarenakan siswa pada umumnya dapat menjawab soal namun dalam proses perhitungan ada yang masih salah atau belum selesai karena melibatkan reaksi kimia, akar, perkalian, dan pembagian pecahan desimal atau kombinasi dari ketiganya. Hal tersebut sejalan dengan temuan Ulfah dkk. (2016) yang menyatakan bahwa seringkali siswa kesulitan memecahkan masalah pada materi kimia yang melibatkan perhitungan karena kemampuan matematika pada konsep dasar akar dan perpangkatan masih belum benar. Bisa juga hasil yang rendah tersebut terjadi karena siswa kurang berlatih dalam menyelesaikan soal-soal hitungan kimia yang melibatkan persamaan reaksi dan perhitungan matematis.

Sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal pada jenjang C3, C4, C5. Hasil analisis tes menunjukkan bahwa siswa masih memerlukan penjelasan tentang cara menganalisis dan menginterpretasikan hasil percobaan berdasarkan perhitungan data secara matematis. Berdasarkan tanggapan siswa pada saat wawancara dengan pertanyaan mengenai soal yang dianggap sulit, siswa menyatakan soal dianggap sulit, dikarenakan tuntutan soal yang tinggi dan jawaban dari soal cenderung menggunakan proses perhitungan yang melibatkan reaksi kimia. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Yanti dkk. (2013) yang menyatakan jika siswa tidak dapat memecahkan masalah pada materi kimia yang melibatkan perhitungan dengan langkah yang baik dan benar, maka siswa akan mengalami kesulitan dalam pengerjaan soal pada materi tersebut sehingga pengetahuan yang telah dimiliki tidak dapat berkembang.

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4, pencapaian kemampuan berpikir kreatif siswa yang baik berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan STEM-PjBL dapat mengaktualisasi siswa untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kreatifnya. Hal ini sesuai dengan temuan Ismayani (2016) bahwa pembelajaran STEM-PjBL yang dilakukan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Dari hasil analisis deskriptif terhadap data peningkatan kemampuan berpikir kreatif yang dilakukannya diperoleh hasil bahwa kemampuan siswa di semua level pada kategori tinggi dan sedang. Hasil ini menunjukkan penerapan STEM-PjBL menjadikan siswa tidak hanya sekedar menghafal konsep, tetapi lebih kepada bagaimana siswa mengerti dan memahami konsep-konsep sains dan kaitannya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, siswa dapat menyusun pengetahuannya sendiri dalam

memecahkan masalah dan mengupayakan berbagai macam solusinya yang mendorong untuk berpikir kreatif.

Belajar melalui STEM-PjBL, pada dasarnya mencerminkan proses yang digunakan oleh para ilmuwan untuk memecahkan masalah dunia nyata dengan aktif membangun pengetahuan baru dan mengembangkan keterampilan memecahkan masalah. Dalam STEM-PjBL, siswa secara aktif terlibat dengan pemecahan masalah melalui merancang dan membangun artefak (Fortus dkk. 2005). Proses STEM-PjBL menjadikan siswa berpeluang untuk melakukan serangkaian eksperimen, dan aktivitas langsung yang terkait dengan konten subjek STEM, memungkinkan siswa untuk mentransfer pengetahuan dan keterampilan untuk memecahkan masalah dunia nyata, yang dalam banyak kesempatan mengarah ke perbaikan skor dalam pemecahan masalah matematika tingkat tinggi dan keterampilan proses ilmiah. Pernyataan ini terbukti pada hasil analisis yang telah diperoleh pada subyek penelitian untuk tiap indikator berpikir kreatif yang diukur (Gambar 4).

Gambar 4 menunjukkan indikator keterampilan berpikir kreatif yang tertinggi adalah indikator memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda, walaupun belum mencapai kriteria sangat baik. Kemampuan siswa memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda dikembangkan dengan cara siswa menyebutkan ide-ide kreatif dalam memecahkan masalah di kehidupan sehari-hari. Permanasari (2016) menyatakan bahwa penerapan STEM yang diintegrasikan dengan pembelajaran dengan pendekatan saintifik dapat memberi kesempatan pada siswa untuk menerapkan pengetahuan pada isu/permasalahan sebagai bentuk pemecahan masalah. Indikator ini digali melalui soal dengan jenjang C6 taksonomi Bloom, siswa diminta untuk mencipta dengan mengungkapkan ide kreatif dalam mengatasi permasalahan dampak negatif penggunaan plastik berbahan baku minyak bumi dan cara mengatasinya berbasis STEM.

Kemampuan berpikir kreatif yang diperoleh siswa pada kategori baik sesuai yang digambarkan Amir & Subramaniam (2014) bahwa melalui perancangan dan pembuatan proyek, siswa tidak hanya mampu memperoleh konten sains tetapi juga mampu mengekspresikan kemampuan berpikir kreatifnya melalui pengetahuan sains. Hal ini juga yang berdampak pada kemampuan siswa dalam memprediksi dari informasi yang terbatas, membangkitkan keingintahuan dan hasrat ingin tahu, serta mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki berada pada kriteria baik.

Pencapaian indikator berpikir kreatif mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki oleh siswa pada kriteria baik, menunjukkan bahwa pengetahuan siswa berhasil dikembangkan dengan cara menganalisis dan menginterpretasikan solusi berdasarkan perhitungan data secara matematis. Hasil tes pada indikator ini menunjukkan bahwa siswa sudah terarah dalam menganalisis dan menginterpretasikan solusi berdasarkan perhitungan data secara matematis dengan menjawab soal menggunakan rumus yang benar. Temuan ini sejalan dengan penelitian Han, dkk (2015) yang menyebutkan bahwa penerapan *STEM project-based learning* dapat meningkatkan prestasi matematika siswa pada berbagai kelompok kemampuan (tinggi, sedang dan rendah). Walaupun demikian masih terdapat siswa dalam proses perhitungan yang salah atau belum selesai. Kereh dkk.(2013) menyatakan bahwa kesulitan belajar konsep matematika dapat terjadi pada hampir setiap tahap/jenjang selama masa sekolah siswa, bahkan pada orang dewasa (mahasiswa).

Demikian juga dengan pencapaian indikator berpikir kreatif membangkitkan keingintahuan dan hasrat ingin tahu yang berada pada kriteria baik. Keingintahuan dan hasrat ingin tahu siswa berhasil dibangkitkan dengan cara menghubungkan informasi/proses di kehidupan nyata dengan informasi yang didapat dari sekolah. Analisis melalui jawaban siswa pada indikator ini diperoleh hasil bahwa siswa sudah terarah dalam menghubungkan informasi/proses di

kehidupan nyata. Soal untuk mengungkap kemampuan berpikir kreatif membangkitkan hasrat ingin tahu ini termasuk jenjang C5, siswa diminta untuk mengevaluasi suatu fenomena terkait dampak penggunaan bahan bakar minyak yang berasal dari fosil jenis premium, pertamax, solar dan biosolar. Soal pada indikator ini yang memperoleh hasil tertinggi terdapat pada butir dimana siswa diminta untuk menguraikan teknologi sederhana dalam pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak/ pelumas. Zandvliet (2012) menyatakan bahwa siswa akan memperoleh hasil yang efektif dari belajar jika pembelajaran diimplementasikan antara teknologi dengan pedagogik. Faktor yang mempengaruhi hasil perolehan tinggi adalah sebagian besar siswa telah mempelajari konsep ini dengan baik pada saat menyelesaikan tugas proyeknya.

Hasil analisis jawaban soal tes yang lain terkait dengan penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui menunjukkan siswa mampu menghubungkan informasi satu dengan informasi dari disiplin berbeda, yang dipicu oleh keingintahuan dan hasrat ingin tahu siswa mengenai pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak, dan adanya energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Chonkaew dkk., (2016) menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis kehidupan nyata membantu siswa dalam menyadari pentingnya teori dan ilmu pengetahuan dalam pengelolaan sumber daya alam.

Indikator berpikir kreatif memprediksi dari informasi yang terbatas dalam penelitian memperoleh hasil mencapai kriteria baik. Siswa dapat menyelesaikan permasalahan yang memuat informasi terbatas dengan cara mempraktikkan konsep ilmu selama pembelajaran. Ketercapaian tersebut merupakan hasil dari pengalaman belajar kimia berpendekatan STEM. Pembelajaran tersebut dapat mengaktualisasi pemahaman siswa terhadap konten kimia (Firman, 2016). Hasil analisis tes dapat menunjukkan bahwa siswa mampu menyelesaikan permasalahan yang memuat informasi terbatas dengan cara mempraktikkan konsep ilmu selama pembelajaran, siswa menjawab dengan menguraikan reaksi kimia yang diharapkan, namun terdapat siswa yang tidak menuliskan fasa pada reaksi. Jawaban tersebut membuktikan bahwa siswa cenderung mampu menyelesaikan soal yang memuat informasi terbatas dengan cara mempraktikkan konsep-konsep ilmu atau rumus-rumus yang telah didapatkan selama pembelajaran. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Assidiq dkk. (2017) yang menyatakan siswa dapat memprediksi informasi dengan menyelesaikan soal-soal kimia berdimensi konseptual yang memperoleh hasil ketercapaian paling tinggi dibandingkan faktual, prosedural, dan metakognitif.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, mengindikasikan bahwa setiap aspek dari STEM membekali siswa dalam memperoleh pengetahuan dan kemampuan berpikir kreatifnya. Masing-masing dari aspek membantu siswa menyelesaikan masalah jauh lebih komprehensif jika diintegrasikan. Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM secara langsung memberikan latihan kepada siswa untuk dapat mengintegrasikan masing-masing aspek secara sinergi, sehingga membentuk pengetahuan tentang subjek yang dipelajari lebih dipahami.

Namun demikian, disamping diperoleh tingkat ketercapaian kemampuan berpikir kreatif siswa yang baik, masih terdapat siswa yang ketercapaian kemampuan berpikir kreatifnya pada kategori cukup. Hal ini dapat dikarenakan siswa belum terbiasa dengan pembelajaran yang berpusat pada mereka, soal-soal yang berbeda dari biasanya, pemahaman, keaktifan dan keterlibatan yang kurang sehingga pemahaman terhadap materi yang telah dijelaskan sebelumnya masih lemah. Hal tersebut diperkuat berdasarkan hasil *Trend International Mathematics and Science Study* (TIMSS) menyebutkan bahwa tingkat kemampuan kreativitas siswa di Indonesia tergolong rendah, karena siswa tidak terbiasa mengerjakan soal-soal kategori *high and advance* yang membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam menyelesaikannya (Mullis, 2012: 6).

Temuan dari penerapan STEM- PjBL dalam penelitian ini yaitu melalui bekerja dan berdiskusi secara kolaboratif yang dikaitkan dengan pembuatan proyek terintegrasi STEM untuk mengatasi permasalahan di kehidupan sehari-hari dapat meningkatkan aktivitas berpikir siswa dan mendorong siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan yang dimiliki dalam dunia nyata. Ketika berdiskusi siswa akan mengadakan tanya jawab, yang dapat menambah informasi dan mengingatkan kembali materi yang dipelajari atau dialami siswa. Dengan demikian, jika STEM diintegrasikan dalam pembelajaran, maka akan membuat seluruh aspek dapat digunakan secara bersamaan (Laboy-Rush, 2010), dan merupakan indikator yang baik bahwa ada pemahaman metakognisi yang dibangun oleh siswa sehingga bisa merangkai keempat aspek interdisiplin dalam STEM tersebut (Gonzalez & Kuenzi,2010) (Hannover Research , 2011).

Keterbatasan dari penerapan model PjBL berpendekatan STEM dalam penelitian yaitu kemampuan antar kelompok yang tidak sepadan sehingga waktu yang diperlukan untuk diskusi cenderung berbeda dan lebih lama yang mengakibatkan proses pembelajaran membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan pembelajaran konvensional.

KESIMPULAN

Dengan melihat hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

Rerata kemampuan kognitif dan berpikir kreatif siswa pada penerapan STEM-PjBL mencapai kriteria baik dengan ketercapaian tertinggi pada indikator menjelaskan konsep dan memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda. Hasil ini menunjukkan pembelajaran yang mengaitkan keempat aspek STEM jika diintegrasikan dengan pembelajaran berpendekatan saintifik dapat melatih siswa untuk berpikir kreatif dan mendapatkan kemampuan kognitif yang baik.

Model ini dapat diadopsi maupun diadaptasi oleh guru pada pembelajaran sains/kimia, namun demikian untuk meminimalisasi kendala yang mungkin terjadi pada pelaksanaannya, maka sebelum guru mengimplementasikan diperlukan persiapan dan manajemen waktu yang baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Amir, N. & Subramaniam, R. (2014) Presenting physics content and fostering creativity in physics among less academically inclined students through a simple design based toy project. In: de Silva E (ed) Cases on Research-Based Teaching Methods in Science Education. IGI Global
- Assidiq, I., Sudding, & S. Side. 2017. Analisis Kemampuan Siswa Kelas XI MIA SMA di Kabupaten Enrekang dalam Menyelesaikan Soal-Soal Berdimensi Faktual, Konseptual, Prosedural, dan Metakognitif. *Chemistry Education Review*: 1(1): 91-99.
- Capraro, R., M. Capraro, & J.R. Morgan. 2013. *STEM Project-Based Learning*. Rotterdam: Sense Publisher.
- Capraro, R. M., & Slough, W. S. 2013. *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Rotterdam: Sense Publishers
- Chonkaew, P., B. Sukhummek, & C. Faikhamta. 2016. Development of Analytical Ability and Attitudes Towards Science Learning of Grade-11 Students Through Science Technology Engineering and Mathematics (STEM Education) in the Study of Stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*. 16(17): 842-861.

- Creswell, J.W. 2010. *Research Design: pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dewi, H.R., T. Mayasari, & J. Handhika. 2017. Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Inkuiri Terbimbing Berbasis STEM. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika III*. Madiun: Universitas PGRI Madiun.
- Ejiwale, J.A. 2012. Facilitating Teaching and Learning Across STEM Fields. *Journal of STEM Education*, 13(3): 87-94.
- Firman, H. 2015. Pendidikan Sains Berbasis STEM: konsep, pengembangan, dan peranan riset pascasarjana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH Program Pascasarjana*. Bogor: Universitas Pakuan.
- Gardiner, M.O., S.I. Rahayu, M.A. Abdullah, S. Effendi, Y. Darma, T. Dartanto, & C.D. Aruan. 2017. *Era Disrupsi: peluang dan tantangan pendidikan tinggi indonesia*. Jakarta: Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Gonzalez, H.B. & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*. Congressional Research Service.[di akses 5-2-2014].
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. 2015. How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PBL) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently: The Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Hannover Research. (2011) *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. National Academies Press. NW, Suite 300, P 202