

PENGARUH PENERAPAN *STEM PROJECT-BASED LEARNING* TERHADAP KREATIVITAS MATEMATIS SISWA SMK

Ani Ismayani

¹⁾SMKN 1 Cianjur, Jl Pangeran Hidayatullah No. 4, Cianjur; ayasofa@gmail.com

Abstrak. Makalah ini melaporkan temuan suatu penelitian kuasi eksperimen one group pretest-posttest, bertujuan untuk menelaah pengaruh pembelajaran STEM project-based learning terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis. Studi ini melibatkan 36 siswa SMKN 1 Cianjur, dan menggunakan seperangkat tes kemampuan berpikir kreatif, angket skala sikap kreatif, pedoman observasi dan wawancara sebagai instrumen. Studi menemukan bahwa rata-rata pencapaian kemampuan berpikir kreatif siswa setelah pembelajaran STEM project-based learning meningkat disbanding sebelumnya, dan melalui uji peringkat bertanda Wilcoxon ditemukan bahwa perbedaan pencapaian kemampuan sebelum dan setelah pembelajaran berbeda secara signifikan. Ini artinya, penerapan pembelajaran STEM project-based learning yang dilakukan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Dari hasil analisis deskriptif terhadap data peningkatan kemampuan berpikir kreatif berdasarkan Kemampuan Awal Matematis (KAM) diperoleh hasil bahwa di semua level KAM kemampuannya berada pada kategori tinggi dan sedang. Analisis terhadap hasil angket, wawancara dan observasi menunjukkan hasil yang positif sehingga penerapan STEM project-based learning dalam pembelajaran matematika di SMK sangat dianjurkan.

Kata Kunci. STEM, project-based learning, kemampuan berpikir kreatif matematis

1. Pendahuluan

Era globalisasi saat ini telah mengubah hampir semua tatanan kehidupan manusia di dunia. Tatanan kehidupan masyarakat berubah cepat seiring dengan cepatnya informasi dan komunikasi berubah. Di dunia yang cepat berubah tersebut, kreativitas menjadi salah satu hal yang menjadi penentu keunggulan seseorang. Menurut Alexander (2007), kesuksesan individu ditentukan oleh kemampuan kreatifnya dalam menyelesaikan masalah, baik skala besar maupun kecil. Pentingnya aspek kreativitas untuk kelangsungan hidup manusia, membuat kajian tentang kreativitas menjadi topik penting berbagai kalangan mulai dari para pemangku kebijakan publik, ilmuwan, peneliti, hingga para praktisi.

Istilah kreativitas dapat ditemukan pada tulisan-tulisan naskah tua sejak jaman Yunani dan Romawi kuno (Treffinger, 2002). Pembahasan masalah kreativitas diantara para pendidik, psikolog, dan para peneliti modern dimulai pada pertengahan abad ke-20, yaitu setelah J.P. Guilford, pada tahun 1950 mengemukakan ide ini dalam forum Asosiasi Psikologi Amerika (*American Psychological Association*). Sejak saat itu, kajian dan penelitian tentang kreativitas semakin banyak dan berkembang. Dalam database ERIC (*The Educational Resources Information Center*) per 29 Oktober 2016, terdapat 15.605 artikel tercatat untuk kata kunci *creativity*.

Mengingat pentingnya kreativitas bagi keberhasilan seseorang, memupuk dan melatih kreativitas siswa menjadi agenda tersendiri dalam kurikulum sekolah. Hal ini sesuai dengan amanat kurikulum yang menyebutkan bahwa standar kompetensi lulusan siswa pada level SMA/SMK diantaranya adalah memiliki kemampuan berpikir dan bertindak kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, dan komunikatif (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016). Terlihat bahwa aspek kreativitas menjadi hal penting yang perlu ditanamkan dalam setiap pembelajaran.

Apakah kreativitas ada dalam matematika? Beberapa ahli meyakini bahwa jawabannya adalah “Ya”. Pehnoken (1997) menyatakan bahwa kreativitas tidak hanya ditemukan dalam bidang tertentu, misalnya seni dan sains, melainkan juga dalam bidang lainnya termasuk matematika. Kiesswetter (Pehnoken, 1997) mengemukakan bahwa kemampuan berpikir fleksibel yang merupakan salah satu komponen kreativitas merupakan salah satu dari kemampuan penting yang harus dimiliki dalam memecahkan masalah matematika. Pendapat-pendapat tersebut menegaskan bahwa kreativitas juga hadir dalam matematika.

Mitos tentang matematika sebagai pelajaran yang sulit dan menakutkan bagi siswa masih umum di temui di sekolah-sekolah kita, termasuk bagi banyak siswa di SMK. Matematika sebagai salah satu pelajaran dalam kelompok adaptif, walaupun merupakan mata pelajaran wajib, seringkali kurang diperhatikan dibandingkan dengan mata pelajaran produktif yang tentunya sesuai dengan minat masing-masing siswa. Efeknya adalah rendahnya kemampuan matematika siswa, termasuk kemampuan berpikir kreatif siswa.

Mencermati pentingnya kreativitas sementara kemampuan siswa sekolah kita masih rendah, maka perlu upaya-upaya dan perbaikan-perbaikan dalam pembelajaran matematika. Satu yang menjadi perhatian adalah bagaimana menciptakan suasana belajar yang merangsang kreativitas sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa untuk memecahkan berbagai persoalan matematis dalam pembelajaran matematika di dalam kelas, sehingga seluruh siswa terlibat di dalam pembelajaran tersebut.

Saat ini penting kiranya siswa diberikan keleluasaan untuk mendapatkan pengalaman dan pemahamannya melalui aktivitas belajar yang diperoleh melalui pengamatan dan penemuan atau eksperimen-eksperimen yang mereka buat. Mereka dapat pula diberi keleluasaan menggunakan berbagai peralatan dan media teknologi dan informasi, termasuk menggunakan fasilitas internet untuk memperkaya pengalaman belajar mereka, atau sarana menuangkan ide atau gagasan. Tentunya hal seperti itu akan menambah daya kreativitas siswa di kelas maupun di luar kelas.

Salah satu upaya yang bisa dilakukan diantaranya adalah dengan memberikan suatu perlakuan yang dapat membawa siswa pada tingkat aktivitas dan kreativitas optimal. Perlakuan yang dimaksud adalah dengan menerapkan pembelajaran *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) project-based learning*, yaitu pembelajaran berbasis proyek dengan mengintegrasikan bidang-bidang STEM – sains, teknologi, teknik, dan matematika.

Dalam konteks pembelajaran matematika, pembelajaran *STEM project-based learning* sangat potensial untuk memberikan pembelajaran yang bermakna, dapat melatih kemampuan

siswa untuk melakukan pemecahan masalah melalui sebuah proyek yang terintegrasi dengan satu atau beberapa bidang keilmuan lain seperti sains, engineering, dan teknologi, disamping memberikan pengalaman kepada siswa bahwa matematika bermanfaat nyata bagi kehidupan, dan ada di sekitar mereka. Daugherty (2013) mengatakan bahwa dalam *STEAM education* tujuan akhir pembelajaran merupakan hasil aktifitas kognitif (*cognitive outcomes*) siswa dalam pembelajaran, yang memuat konten pembelajaran yang diharapkan siswa ketahui.

Bertitik tolak dari uraian di atas, dalam upaya meningkatkan kreativitas siswa perlu diambil langkah-langkah untuk perbaikan kualitas pembelajaran matematika. Bagaimana memberikan pembelajaran yang kaya akan aktivitas bermakna dan penuh kreativitas sehingga siswa lebih aktif dan terampil dalam pemecahan masalah, diantaranya dengan melakukan pembelajaran *STEM project-based learning*, maka penelitian ini dilakukan.

2. Studi Literatur

2.1. Kreativitas dalam Pembelajaran Matematika

Kreativitas sering diasosiasikan dengan suatu produk kreatif. Satu hal yang pasti yang tak dapat dipungkiri bahwa apapun jenis produk kreatif yang dihasilkan pasti diawali oleh konstruksi ide kreatif. Ide kreatif ini muncul dari proses berpikir yang merupakan bentuk dari aspek kognitif. Proses demikian dinamakan proses berpikir kreatif. 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.

Secara umum kreativitas tidak memiliki rumusan baku, begitu pula dengan istilah kreativitas matematis (*mathematical creativity*). Ada banyak ahli yang memberikan pendefinisian berbeda terhadap istilah kreativitas matematis. Walaupun demikian, dari beberapa referensi yang membahas kreativitas mengarah pada tiga komponen utama, yaitu *fluency*, *flexibility*, dan *originality*, dan sebagian menambahkan *elaboration*. Komponen-komponen itulah yang digunakan Torrance dan yang lainnya untuk mendefinisikan dan menguji kreativitas (Sheffield, 2013).

Beberapa definisi kreativitas yang berhubungan dengan matematika setidaknya mengandung dua aspek dalam kreativitas, yaitu aspek proses dan aspek produk kreatif. Aspek proses kreatif seperti yang telah dibahas sebelumnya merujuk pada proses berpikir kreatif sementara aspek produk kreatif merujuk pada produk yang dihasilkan dari proses berpikir kreatif tersebut. Produk kreatif sebagai hasil berpikir kreatif dapat berwujud fisik (*touchable*) dapat pula tidak berwujud fisik (*untouchable*) seperti ide, gagasan, berbagai solusi atas permasalahan, atau rumus-rumus dalam matematika.

Apakah kreativitas seseorang itu hanya tergantung proses berpikir kreatif yang dilakukan sebagai bentuk aktivitas kognitifnya? Banyak ahli menjawab tidak untuk pertanyaan ini. Ternyata aspek kognitif yang diasosiasikan dengan kecerdasan bukan satu-satunya syarat mutlak untuk tumbuhnya kreativitas. Dalam studi yang dilakukan, Guilford (Munandar, 2014) membedakan ciri-ciri utama kreativitas menjadi *aptitude traits* dan *non-aptitude traits*. Ciri-ciri *aptitude* dari kreativitas merupakan ciri-ciri berpikir kreatif yang mengandung

aspek kognitif, sementara ciri-ciri *non-aptitude* merujuk pada sikap kreatif yang mengandung aspek afektif. Hal ini dapat dipahami bahwa prestasi kreatif seorang individu itu turut pula ditentukan oleh sikap kreatif mereka. Oleh Karena itu, pengembangan kreativitas siswa melalui pembelajaran matematika tidak hanya memperhatikan pengembangan kemampuan berpikir kreatif tetapi juga memupuk sikap dan ciri-ciri kepribadian kreatif.

Berdasarkan uraian di atas, kreativitas yang ditinjau dalam penelitian ini dipandang dari dua aspek, yaitu aspek kognitif berupa kemampuan berpikir kreatif, dan aspek efektif berupa sikap kreatif. Aspek berpikir kreatif yang diukur diantaranya keluwesan (*fluency*), fleksibilitas (*flexibility*), dan orisinalitas (*originality*). Sementara aspek sikap kreatif diadaptasi dari Munandar (2014), diantaranya diantaranya imajinatif, mempunyai minat luas, mempunyai prakarsa, mandiri dalam berpikir, melit, senang berpetualang, penuh energi, percaya diri, bersedia mengambil resiko, dan berani dalam pendirian dan keyakinan .

2.2. Mengembangkan Kemampuan Berpikir dan Sikap Kreatif

Dalam pembelajaran matematika, pengembangan kemampuan berpikir kreatif dapat dilakukan melalui pembelajaran dengan menggunakan permasalahan atau soal-soal terbuka. Soal terbuka (*open-ended problem*) adalah soal yang memiliki banyak solusi atau strategi penyelesaian (Takahashi, 2008). Menurut Silver (2007), penggunaan masalah terbuka dapat memberikan siswa pengalaman belajar yang kaya dalam menginterpretasikan masalah juga memungkinkan siswa menghasilkan solusi yang berbeda. Kondisi ini memungkinkan siswa dapat melatih aspek-aspek berpikir kreatif seperti *fluency*, *flexibility*, dan *originality*.

Di sisi lain, iklim pembelajaran yang merangsang siswa untuk aktif dan kreatif semacam itu lambat laun dapat memupuk sikap positif siswa tentang kreativitas. Kebebasan dan kepercayaan yang diberikan kepada siswa dalam setiap proses pembelajaran dapat meningkatkan kepercayaan diri, keberanian, dan rasa tanggungjawab mereka dalam belajar. Hal ini dapat menjadi modal bagi mereka untuk menjadi pribadi-pribadi yang kreatif tidak hanya dalam pembelajaran yang berlangsung, juga bagi kehidupan mereka yang sesungguhnya di luar konteks pembelajaran.

2.3. Pembelajaran *STEM Project-Based Learning*

Program integrasi *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran merupakan program pembelajaran yang menggabungkan dua atau lebih bidang ilmu yang termuat dalam *STEM* –Sains, Teknologi, Teknik/rekayasa, dan Matematika– (Laboy-Rush, 2010). Pusat dari berbagai aktivitas dalam program ini adalah melibatkan siswa dalam mendefinisikan dan merumuskan sebuah solusi terhadap masalah autentik dalam dunia nyata.

Ritz dan Fan (2014) mengungkap bahwa penerapan *STEM education* telah berlangsung di beberapa negara, dan masing-masing memiliki bentuk beragam dalam hal penerapannya. Di Indonesia sendiri integrasi *STEM* sebagai pendekatan pembelajaran belum begitu populer. Walaupun demikian, konsep integrasi antar bidang keilmuan sudah mulai muncul disuarakan dalam kurikulum pendidikan kita, diantaranya di kurikulum 2013. Walaupun

tidak secara eksplisit memunculkan istilah *STEM*, tapi konsep “tematik integratif” yang muncul dalam kurikulum 2013 mengidkasikan perlunya integrasi berbagai bidang ilmu dalam sebuah pembelajaran bidang studi tertentu, dan hal ini sejalan dengan konsep integrasi *STEM*. Tabel 1 berikut menguraikan definisi literasi *STEM* menurut *National Governor’s Association Center for Best Practices* (Asmuniv, 2015).

Tabel 1. Definisi Literasi *STEM*

<i>Science</i>	Literasi Ilmiah: Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia serta alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
<i>Technology</i>	Literasi Teknologi: Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu, masyarakat, bangsa, dan dunia.
<i>Engineering</i>	Literasi Desain: Pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses rekayasa/desain menggunakan tema pelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan beberapa mata pelajaran berbeda (interdisipliner).
<i>Mathematics</i>	Literasi Matematika: Kumpulan dalam menganalisis, alasan, dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam menerapkan berbagai situasi berbda.

Dalam pembelajaran berbasis proyek yang dirancang dalam penelitian ini, integrasi *STEM* yang digunakan meliputi tiga bidang, yaitu matematika, teknologi, dan teknik/rekayasa. Teknologi yang diangkat berkenaan dengan penggunaan berbagai perangkat Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), yaitu media komputer dan internet. Bidang rekayasa yang diangkat terkait dengan satu mata pelajaran produktif, yaitu desain dan programming web, dan bidang matematika mengangkat topik materi statistika. Dalam realisasinya, pembelajaran *STEM project-based learning* yang akan dilakukan 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).

3. Metode Penelitian

3.1. Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kuasi eksperimen (*quasi-experiment*) dengan desain *one group pretest-posttest* (Cohen, et al., 2007). Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X kelompok teknologi di SMKN 1 Cianjur tahun pelajaran 2015/2016, dengan sampel penelitian dipilih satu kelas dengan teknik *purposive sampling*. Jadi, penelitian ini terdiri dari satu kelas eksperimen yang mendapatkan sebuah perlakuan, yaitu diberikan pembelajaran dengan model *project-based learning* melalui pendekatan *STEM*

(Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education, selanjutnya disingkat dengan pembelajaran *STEM project-based learning*. Sebelum diberikan perlakuan, siswa dalam kelas eksperimen diberikan soal pretes, dan setelah perlakuan diberikan postes.

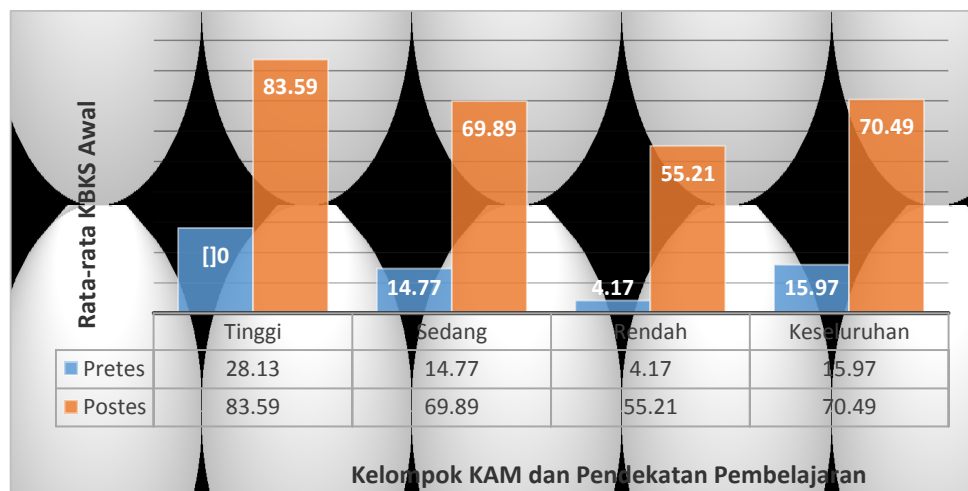
3.2. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen tes dan non-tes. Instrumen tes berupa seperangkat soal tes kemampuan berpikir kreatif berbentuk uraian. Instrumen non-tes berupa skala sikap kreatif, lembar observasi, dan pedoman wawancara. Instrumen (tes dan non-tes) dinilai oleh para ahli yang memiliki kemampuan menilai. Selain validasi dari ahli, instrumen tes juga diujicobakan kepada siswa di luar siswa kelas eksperimen. Kegiatan tersebut dilakukan untuk mengetahui validitas tes secara keseluruhan dan tiap butir soal, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran. Pengolahan data hasil uji coba dilakukan menggunakan metode *Rasch Model* dengan aplikasi *Winsteps*.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Data Hasil Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh penerapan *project-based learning* terhadap kreativitas matematis siswa secara keseluruhan dan berdasarkan Kemampuan Awal Matematis – KAM (tinggi, sedang, dan rendah), yang dilihat dari aspek kognitif dan afektif. Aspek yang diukur adalah kemampuan berpikir kreatif, dan aspek afektifnya adalah sikap kreatif. Untuk keperluan tersebut, data yang dikumpulkan berupa skor pretes dan postes kemampuan berpikir kreatif, dan hasil angket sikap kreatif siswa. Untuk kemampuan berpikir kreatif, dihitung pula skor *gain* ternormalisasi (*n-gain*) untuk melihat mutu peningkatannya. Deskripsi data kemampuan berpikir kreatif siswa berdasarkan KAM ditunjukkan dengan diagram pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Perbandingan Data Pretes dengan Postes Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Berdasarkan KAM

Analisis lebih lanjut dilakukan untuk melihat perbedaan pencapaian kemampuan berpikir kreatif siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan *STEM project-based learning*, yaitu dengan melakukan uji perbedaan rata-rata untuk sampel berpasangan. Karena hasil uji normalitas dan homogenitas varians data menunjukkan bahwa data pretes berdistribusi tidak normal, maka uji perbedaan dilakukan dengan uji statistik non-parametrik, yaitu uji peringkat bertanda *Wilcoxon*. Hipotesis pada uji statistik yang dilakukan dan rangkuman hasil uji peringkat bertanda *Wilcoxon* adalah sebagai berikut.

H_0 : Penerapan *STEM project-based learning* tidak mempunyai efek yang berarti pada kemampuan berpikir kreatif siswa

H_1 : Penerapan *STEM project-based learning* mempunyai efek yang berarti pada kemampuan berpikir kreatif siswa

Tabel 3. Hasil Uji Peringkat Bertanda *Wilcoxon*

Tes	Postes – Pretes	H_0
Z	-5,265 ^b	Ditolak
Asymp. Sig (2-tailed)	0,000	

a : data KBKS berdistribusi normal

b : based on negative ranks

Karena nilai $Sig. = 0,000 < \frac{1}{2} \alpha = 0,025$ maka H_0 ditolak, artinya penerapan *STEM project-based learning* pada pembelajaran matematika memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Hasil perhitungan terhadap skor *n-gain* menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kreatif pada kelompok KAM tinggi (0,77) termasuk kategori tinggi, sementara peningkatan kemampuan berpikir kreatif kelompok KAM sedang (0,65) dan rendah (0,53) tergolong kategori sedang. Tidak ada yang peningkatannya tergolong rendah.

Analisis data skala sikap kreatif seperti ditunjukkan pada Tabel 4. diperoleh hasil kategori sikap kreatifnya berada dalam kategori tinggi (2,78%) dan sedang (97,22%). Respon positif juga diperoleh dari hasil wawancara dan pengamatan aktivitas kelas. Aktivitas kelas secara keseluruhan berada pada kategori baik.

Tabel 4. Kategori Sikap Kreatif Siswa

Kelas	Kategori Sikap Kreatif	Frekuensi	Persentase (%)
<i>STEM Education</i>	Tinggi	1	2,78
	Sedang	35	97,22
	Rendah	0	0

4.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa rata-rata pencapaian kemampuan berpikir kreatif siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan *STEM project-based learning* berbeda secara signifikan. Hasil analisis data angket juga menunjukkan hal yang positif, bahwa secara umum siswa merasa bahwa pembelajaran yang diterapkan bermanfaat bagi mereka. Hal ini disebabkan karena dalam *STEM project-based learning* siswa diajak untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam 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). *STEM project-based learning* membutuhkan kerjasama, komunikasi antar rekan, keterampilan pemecahan masalah, serta manajemen diri.

STEM project-based learning membantu siswa dalam menjembatani antara pengetahuan matematika yang dipelajari di sekolah dengan dunia nyata. Integrasi antara beberapa bidang ilmu (matematika dengan teknologi dan rekayasa) dalam *STEM project-based learning* membantu siswa memberikan pemaknaan bahwa matematika berhubungan erat dengan bidang ilmu lainnya. Hal ini sesuai dengan kultur di SMK yang secara umum siswa itu dituntut untuk bisa melakukan praktik berbagai ilmu teoritis yang diperolehnya di kelas.

Analisis data berdasarkan KAM diperoleh hasil bahwa kategori peningkatan kemampuan berpikir kreatif tergolong tinggi dan sedang, tidak ada kelompok yang kategorinya rendah. Temuan ini sejalan dengan penelitian Han, et.al (2015) yang menyebutkan bahwa penerapan *STEM project-based learning* dapat meningkatkan prestasi matematika siswa pada berbagai kelompok kemampuan (tinggi, sedang dan rendah).

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian sebagaimana diuraikan di atas diperoleh kesimpulan bahwa penerapan pembelajaran yang dilakukan berpengaruh terhadap sikap kreatif siswa. Kreativitas siswa dilihat dari aspek berpikir kreatif sebelum dan setelah dilakukan pembelajaran *STEM project-based learning* mengalami perbedaan signifikan, dan peningkatan kemampuannya berada pada taraf sedang. Sehingga dapat dikatakan bahwa *STEM project-based learning* efektif dilakukan pada pembelajaran matematika di SMK, khususnya dalam meningkatkan kreativitas matematis siswa.

Analisis deskriptif terhadap data peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa berdasarkan level Kemampuan Awal– KAM (tinggi, sedang, rendah) menunjukkan bahwa di semua level KAM peningkatan kemampuannya berada pada level tinggi dan sedang. Sementara dari aspek sikap kreatif, setelah pembelajaran dengan *STEM project-based learning* sikap kreatif siswa secara umum dinyatakan baik, begitu berdasarkan hasil wawancara dan observasi terhadap aktivitas belajar siswa mengarah pada kesimpulan yang sama.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang dikemukakan maka peneliti merekomendasikan agar para guru di SMK, khususnya guru matematika dapat menerapkan model pembelajaran *project-based learning* semacam ini dan berkolaborasi dengan guru bidang studi lain khususnya bidang produktif sehingga dapat mengintegrasikan *STEM* dalam pembelajarannya.

Kepada guru atau peneliti yang akan melakukan studi tentang implementasi *STEM* dalam pembelajaran matematika khususnya, bisa diteliti pengaruhnya terhadap kemampuan matematis lainnya yang sekiranya sesuai.

Daftar Pustaka

- Alexander. 2007. *Effect Instruction in Creative Problem Solving on Cognition, Creativity, and Satisfaction among Ninth Grade Studenta in an Introduction to World Agricultural Science and Technology Course*. Texas Tech University.
- Asmuniv. 2015. *Listrik & Elektro*. Retrieved from Veduc Malang: <http://www.vedcmalang.com/pppstkboemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1507-asv9>
- Capraro, R. M., & Slough, W. S. 2013. *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 2007. *Research Methods in Education Sixth Edition*. London: Routledge.
- Daugherty M. K. 2013. The Prospec of an "A" in STEM Education. *Journal of STEM Education*, **14(2)**, 10-15.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015, October). 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.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Materi Pelatihan Guru: Implementasi Kurikulum 2013 SMA/MA, SMK/MAK Matematika*. Jakarta: Kemdikbud.
- Laboy-Rush, D. 2010. *Integrated STEM Education through Project-Based Learning*. New York: Learning.com.
- Munandar, U. 2014. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat; Cetakan 3*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pehnoken, E. 1997. The State-of-Art in Mathematical Creativity. *Zentralblatt fur Didaktik der Mathematik (ZDM)-The International Journal of Mathematics Education*, **29(3)**, 63-67.
- Ritz, J. M., & Fan, S. 2014. STEM and technology education: International state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, **25(4)**, 1-23. doi:10.1007/s10798-014-9290-z.
- Sheffield, L. J. 2013. Creativity and School Mathematics: Some Modest Observation. *ZDM Mathematics Education*, **45**, 325-332.
- Silver, E. A. 1997. Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM: Mathematics Education*, **29(3)**, 75-80.
- Takahashi, A. 2008. Communication as A Process for Student to Learn Mathematical. Dipetik Mei 10, 2016, dari http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/apec/apec2008/papers/PDF/14.Akihiko_Takahashi_USA.pdf
- Treffinger, G. C. 2002. *Assesing Creativity: A Guide for Educator*. Sarasota, Florida: The National Research Center on The Gifted and Talented.