

## STEM : INOVASI DALAM PEMBELAJARAN VOKASI

A. Fathoni<sup>1)</sup>, S. Muslim<sup>2)</sup>, E. Ismayati<sup>3)</sup>, T. Rijanto<sup>4)</sup>, Munoto<sup>5)</sup>, L. Nurlaela<sup>6)</sup>

<sup>123456</sup> Pascasarjana, Universitas Negeri Surabaya

Email: ahmad.18016@mhs.unesa.ac.id<sup>1)</sup>, supari@unesa.ac.id<sup>2)</sup>, euisismayati@unesa.ac.id<sup>3)</sup>,  
tririjanto@unesa.ac.id<sup>4)</sup>, munoto@unesa.ac.id<sup>5)</sup>, lutfiahnurlaela@unesa.ac.id<sup>6)</sup>

### ABSTRAK

Indonesia dengan jumlah penduduk lebih dari 200 juta orang, memiliki kewajiban untuk menghasilkan SDM yang berkualitas untuk dapat bersaing dengan negara lain. Permasalahan yang dihadapi saat ini adalah tingkat pengangguran terbuka yang masih tinggi khususnya pada lulusan SMK. Salah satu cara meningkatkan kualitas SDM dengan memberikan inovasi pada proses pembelajaran terutama pada bidang pembelajaran vokasi. Pembelajaran yang dapat diterapkan pada pendidikan vokasi adalah pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Tujuan penelitian ini untuk menguraikan lebih dalam mengenai pembelajaran STEM sebagai inovasi proses pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran vokasi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kajian literatur terhadap referensi-referensi dan hasil-hasil penelitian yang relevan, yang dilanjutkan melalui *focus grup discussion* (FGD). Penelitian ini memperoleh hasil (1) pembelajaran STEM sukses diterapkan di luar maupun dalam negeri; (2) dapat meningkatkan kreativitas maupun berpikir kritis siswa; (3) pembelajaran STEM dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran seperti *Project Based Learning*, *Problem Based Learning* maupun pembelajaran kooperatif; (4) Membuat siswa lebih percaya diri dalam karir kedepannya; dan (5) pembelajaran STEM sangat cocok digunakan pada pembelajaran abad 21 khususnya dalam bidang vokasi sehingga pembelajaran STEM bisa dijadikan solusi untuk meningkatkan kualitas SDM dan mengembangkan skill keterampilan abad 21 dan sesuai dengan tujuani pembelajaran vokasi.

**Kata kunci:** STEM, Inovasi, Pembelajaran, Vokasi,

### ABSTRACT

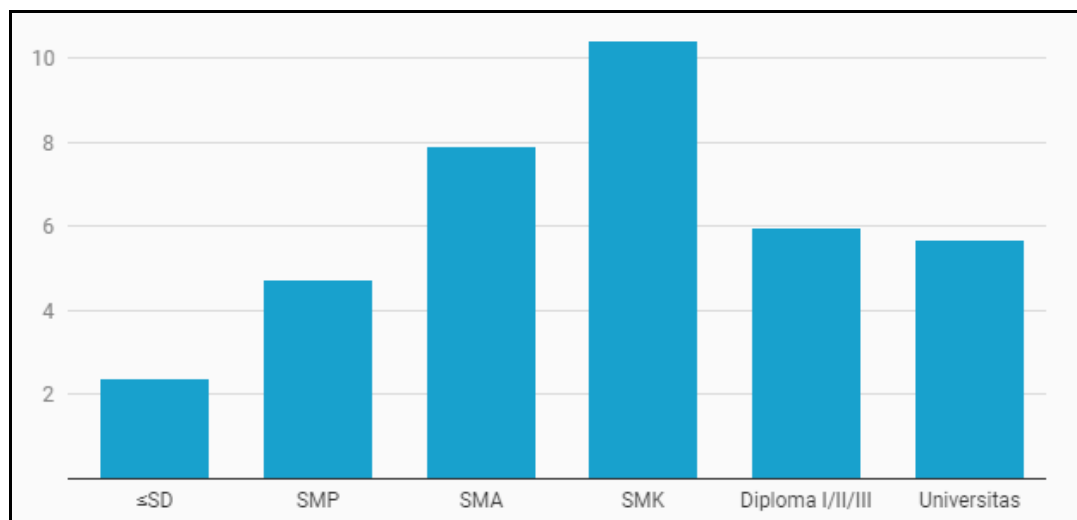
*Indonesia with a population of more than 200 million people, has an obligation to produce quality human resources to be able to compete with other countries. The problem currently faced is the high level of open unemployment, especially in SMK graduates. One way to improve the quality of human resources is by providing innovation in the learning process, especially in the field of vocational learning. Learning that can be applied in vocational education is learning based on STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). The purpose of this study is to describe more deeply about STEM learning as an innovative learning process that can be applied in vocational learning. The study was conducted using the literature review method of relevant research references and results, which were continued through focus group discussions (FGD). This study obtained the results of (1) STEM learning successfully applied both abroad and domestically; (2) it can improve students' creativity and critical thinking; (3) STEM learning can be integrated with learning models such as Project Based Learning, Problem Based Learning and cooperative learning; (4) Make students more confident in their future careers; and (5) STEM learning is very suitable for use in 21st century learning, especially in the vocational field so that STEM learning can be used as a solution in improving the quality of human resources and developing 21st century skills skills and in accordance with the objectives of vocational learning*

**Keywords :** *STEM, Innovation, Learning, Vocational*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia dengan jumlah penduduk lebih dari 200 juta orang, memiliki kewajiban untuk menghasilkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas untuk dapat bersaing dengan negara lain. Salah satu cara untuk menghasil SDM yang berkualitas adalah dengan membenahi siSTEM pendidikan. Pendidikan merupakan aspek yang sangat penting dalam kehidupan bernegara, sebuah negara dikatakan maju dapat dilihat dari pendidikan yang diterapkan di negara tersebut [1]. Pendidikan juga bisa disebut sebagai investasi masa depan bangsa dimana peserta didik diajarkan untuk menjadi penggerak agar menjadikan bangsa yang maju dan berpendidikan serta bermoral [2]. Hal ini sejalan dengan program presiden Jokowi pada periode kedua menjabat, beliau mengatakan akan lebih memfokuskan kepada pembangunan SDM secara besar-besaran tanpa meninggalkan pembangunan infrastruktur yang telah di mulai 5 tahun yang lalu [3].

Melihat kondisi tenaga kerja Indonesia saat ini salah satu penyumbang Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) terbesar adalah lulusan pendidikan vokasi atau biasa disebut Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), data terbaru dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada bulan Agustus 2019 mencapai 10,42%, terbesar dibandingkan TPT lulusan pendidikan lainnya [4]. Untuk lebih jelasnya data tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



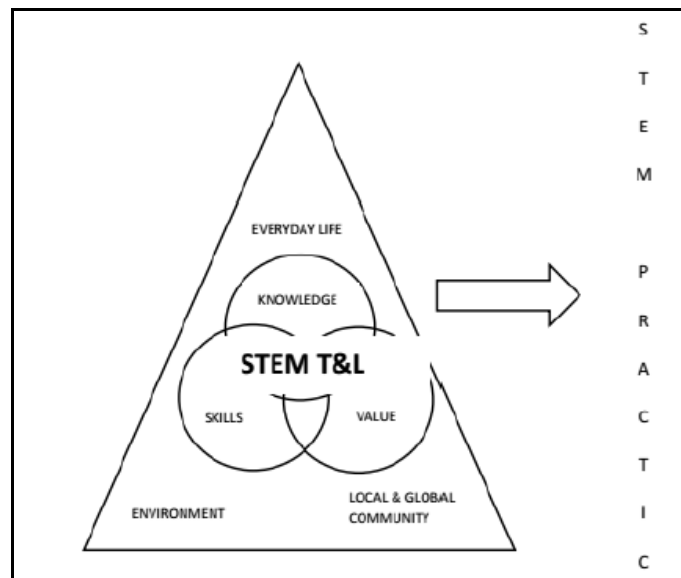
Gambar 1. Tingkat Pengangguran Terbuka Berdasarkan Jenjang Pendidikan (%)

Data tersebut jauh dari harapan jika dibandingkan dengan tujuan pendidikan vokasi yang mencakup empat dimensi utama, yaitu: (1) mengembangkan kualitas dasar manusia yang meliputi kualitas daya pikir, daya qolbu, dan daya fisik; (2) mengembangkan kualitas instrumental fungsional, yaitu penguasaan ilmu pengetahuan, teknologi, seni dan olah raga; (3) memperkuat jati diri sebagai bangsa Indonesia; dan (4) menjaga kelangsungan hidup dan perkembangan dunia [5]. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menekan angka pengangguran tersebut adalah menghasilkan SDM yang berkualitas pada lulusan SMK dengan melakukan inovasi dalam proses pembelajaran. Pembelajaran adalah implementasi kurikulum di sekolah dari sebuah kurikulum yang dirancang, dan menuntut aktivitas dan kreativitas guru beserta siswa sesuai dengan rencana yang telah diprogramkan secara efektif dan menyenangkan [6]

Salah satu pembelajaran yang dapat diterapkan untuk mendukung tujuan pendidikan vokasi adalah pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pembelajaran ini cocok dalam pendidikan vokasi karena pada pembelajaran ini tidak hanya diajarkan teori saja, tetapi juga pembelajaran praktik, sehingga siswa mengalami langsung proses pembelajaran. STEM dikenalkan oleh NSF (*National Science Foundation*) Amerika Serikat pada tahun 1990 sebagai singkatan untuk (*Science, Technology, Engineering, & Mathematics*). Dalam konteks di Indonesia, STEM merujuk kepada empat bidang ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) empat bidang ilmu tersebut memiliki pengertian yang berbeda, yaitu: (1) sains, merupakan pengetahuan siSTEMatis yang diperoleh dari suatu observasi, penelitian, dan uji coba yang mengarah pada prinsip sesuatu yang sedang diselidiki, dan dipelajari; (2) teknologi, merupakan keseluruhan sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia; (3) teknik, merupakan pendekatan atau siSTEM untuk mengerjakan sesuatu; dan (4) matematika, merupakan ilmu tentang bilangan, hubungan antara

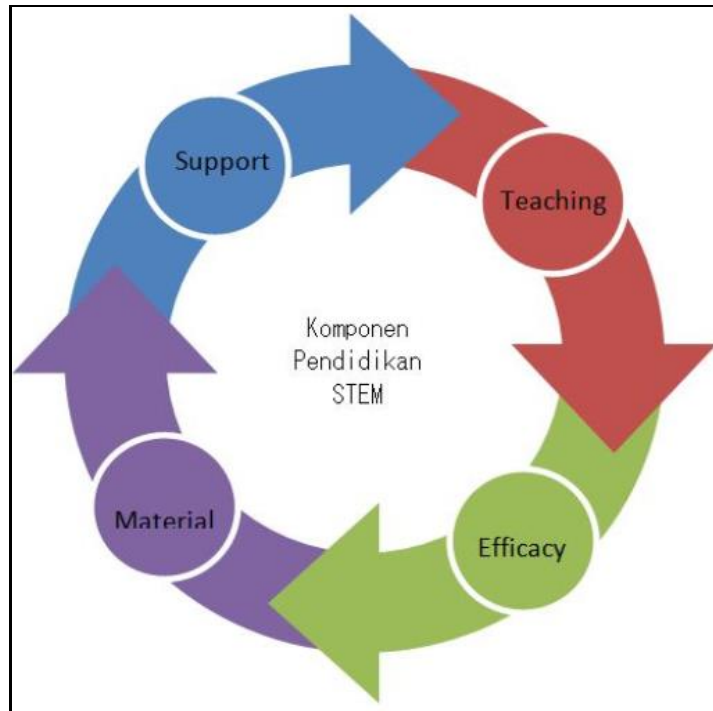
bilangan, dan prosedur operasional yang digunakan dalam penyelesaian masalah mengenai bilangan [7]. Pengertian dari STEM adalah suatu pendekatan pembelajaran antara dua atau lebih dalam komponen STEM atau antara satu komponen STEM dengan disiplin ilmu lain [8]. Torlakson juga berpendapat bahwa pembelajaran STEM merupakan kolaborasi dari keempat bidang ilmu yang serasi antar masalah yang terjadi di dunia nyata [9]. Pemaparan tersebut dapat disimpulkan pembelajaran STEM adalah proses pembelajaran menyelesaikan suatu permasalahan dengan penelitian yang siSTEMatis (matematika), dengan melakukan observasi maupun uji coba (sains), menggunakan bidang ilmu yang dikuasai (teknik) dan memanfaatkan sarana yang tersedia (teknologi).

Tujuan pembelajaran STEM adalah meningkatkan keterampilan siswa dalam empat bidang ilmu yaitu keterampilan sains, keterampilan mengoperasikan teknologi, keterampilan teknik penyelesaian masalah dan keterampilan matematika yang sangat cocok diterapkan untuk menghadapi tantangan abad 21 [31]. Berikut tujuan STEM lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pendekatan STEM  
Sumber. [31]

Gambar tersebut menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis STEM peserta didik menggunakan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika pada konteks nyata yang menghubungkan sekolah, dunia kerja, dan dunia global guna mengembangkan literasi STEM yang memungkinkan peserta didik mampu bersaing dalam abad ke-21. Pembelajaran STEM bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari dengan penerapan di sekolah yang subjek belajarnya dengan menggabungkan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang dimiliki oleh siswa. Penggunaan pembelajaran STEM pada bidang pendidikan sejatinya memiliki tujuan untuk mempersiapkan siswa yang berkualitas sehingga dapat bersaing dan siap bekerja sesuai dengan bidang yang ditekuni. Penerapan STEM pada proses pembelajaran tentunya harus saling terintegrasi. Keempat aspek tersebut saling mengisi bagian dalam setiap pelaksanaannya. Di Malaysia STEM sudah diterapkan mulai tahun 2017 dengan tujuan meningkatkan literasi sains pada siswa [31]. Penerapan STEM agar berjalan dengan baik harus mendapat dukungan dari berbagai pihak baik itu pemerintah maupun sekolah terkait, mengingat ada enam hambatan utama yang ditunjuk oleh para peserta yaitu motivasi, silabus, keterampilan (pelatihan), fasilitas yang tidak memadai, keterlibatan siswa dan responsif lingkungan [34]. Hambatan tersebut bisa diatasi apabila banyak pihak yang membantu mengimplementasikan STEM pada proses pembelajaran. Perlu waktu agar STEM dapat berjalan baik di Indonesia. Pembelajaran berbasis STEM sangat mendukung siswa untuk menghasilkan keterampilan abad 21. Agar STEM dapat berjalan dengan baik harus memiliki 4 aspek seperti yang ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 3. Komponen yang mendukung pembelajaran STEM  
 Sumber. [10]

Penjelasan Gambar 3 adalah sebagai berikut: (1) aspek support, terkait dengan dukungan penerapan pembelajaran STEM baik itu kollaborasi sekolah dengan industri, maupun kollaborasi dengan sesama guru dalam satu sekolah; (2) aspek teaching, terkait dengan penguasaan pembelajaran dalam kelas baik itu persiapan maupun implementasi pembelajaran di kelas; (3) aspek *efficay*, terkait dengan kepercayaan pendidik untuk menerapkan pembelajaran STEM, dimulai dari penguasaan materi serta komitmen melaksanakan pembelajaran; (4) aspek materials, terkait dengan sarana prasarana penunjang pembelajaran [11]. Keempat komponen tersebut harus saling melengkapi agar pada proses pembelajaran siswa dapat merasakan pendekatan STEM dalam memecahkan suatu permasalahan yang diberikan. Pendidikan STEM berusaha untuk membangun masyarakat untuk sadar pentingnya literasi STEM yang mengacu pada kemampuan individu untuk menerapkan pemahaman tentang empat domain yang saling terkait yang sudah dibahas sebelumnya dan lebih jelasnya ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Literasi STEM

| Bidang             | Literasi  |
|--------------------|---|
| <i>Science</i>     | Kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.   |
| <i>Technology</i>  | Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu, dan masyarakat. |
| <i>Engineering</i> | Penerapan ilmu dan teknologi melalui proses desain menggunakan tema pembelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran berbeda (interdisipliner).                       |
| <i>Mathematic</i>  | Kemampuan menganalisis, alasan, dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam penerapannya.                |

Di Indonesia pembelajaran STEM belum terlalu populer jika dibandingkan di negara maju seperti amerika, namun pembelajaran ini mulai dilirik pemerintah Indonesia untuk dimasukkan ke dalam kurikulum sekolah [12]. Pendidikan STEM menjadi prioritas utama untuk memecahkan isu-isu global dan masalah yang dihadapi dunia saat ini misalnya: (1) pemanasan global; (2) pencemaran udara dan air; (3) air minum yang bersih, dan keamanan pangan [13]. Pada pembelajaran STEM, siswa dituntut memecahkan masalah dunia nyata dan terlibat dari *ill-defined tasks* menjadi *well-defined outcome* melalui kerja sama dalam kelompok [14]. Pada penerapannya pembelajaran STEM menekankan beberapa aspek diantaranya: (1) mengajukan pertanyaan (*science*) dan mendefinisikan masalah (*engineering*); (2) mengembangkan dan menggunakan model; (3) merencanakan dan melakukan investigasi; (4) menganalisis dan menafsirkan data (*mathematics*); (5) menggunakan matematika; teknologi informasi dan komputer; dan berpikir komputasi; (6) membangun eksplanasi (*science*) dan merancang solusi (*engineering*); (7) terlibat dalam argumen berdasarkan bukti; (8) memperoleh, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan informasi [15]. Beberapa uraian tersebut memunculkan ide penelitian bagaimana menjadikan STEM sebagai inovasi pembelajaran vokasi, dan penelitian ini bertujuan untuk menguraikan lebih dalam mengenai cocok tidaknya pembelajaran STEM diterapkan sebagai inovasi pada pembelaran vokasi, penelitian didasarkan dari referensi buku maupun hasil penelitian jurnal-jurnal mengenai pembelajaran STEM.

## 2. METODE

Penelitian dilakukan melalui kajian literatur terhadap referensi-referensi dan hasil-hasil penelitian yang relevan, yang dilanjutkan melalui focus grup discussion (FGD). Referensi-refrensi yang relevan diantaranya kebijakan pemerintah republik Indonesia, buku-buku tentang pendidikan kejuruan dan vokasi. Sedangkan kajian terhadap hasil hasil penelitian yang relevan adalah kajian terhadap penelitian-penelitian yang terkait pembelajaran vokasi, pengembangan pendekatan STEM dan penerapan STEM.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dengan penggunaan STEM sudah banyak dilakukan baik itu di luar negeri maupun dalam negeri mendapatkan hasil yang baik. Hal tersebut dikarenakan di luar negeri pendidikan STEM sudah sangat populer, Penelitian yang berjudul *Introducing STEM Education: Implication for Educating Our Teacher for the Age of Inovation* mendapatkan hasil bahwa pembelajaran STEM berhasil mengubah dari model pengajaran yang baku menjadi model pengajaran yang menekankan pada inovasi dan pemecahan masalah [16]. Penelitian tersebut sangat mendukung penerapan kurikulum saat ini (kurikulum 2013 revisi) yang menekankan pada keaktifan siswa dalam kelas, dengan berfokus pada interaksi matematika dan sains STEM menekankan pentingnya empat bidang ilmu pengetahuan (sains, teknologi, teknik, dan matematika) untuk memecahkan suatu permasalahan. Selain di turki penelitian tentang STEM juga banyak dilakukan di Indonesia, salah satu contoh adalah penelitian yang tentang inovasi dalam pembelajaran sains yang menyimpulkan bahwa pembelajaran STEM dapat dijadikan sebuah inovasi pembelajaran untuk membangun keterampilan abad 21 [17]. Dengan mengintegrasikan empat bidang ilmu, STEM sangat mendukung keterampilan abad 21 yang biasa dikenal keterampilan 4C (*Communication, Collaboration, Critical Thinking and problem solving, dan Creative and Innovative*).

Penelitian tersebut juga menjelaskan pembelajaran STEM juga dapat diintegrasikan dalam model pembelajaran kooperatif, *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL) maupun model pembelajaran lainnya. Sejalan dengan penelitian tersebut penelitian tentang *project based learning* terintegrasi STEM yang ditinjau dari gender untuk meningkatkan literasi sains siswa juga menunjukkan hasil bahwa literasi sains antara kelas perempuan dan kelas laki-laki berbeda tidak signifikan, dan tanggapan siswa baik itu siswa laki-laki maupun siswa perempuan menunjukkan seluruh siswa menyatakan senang dengan pembelajaran STEM dan memperoleh pengalaman ketika mengikuti tahapan-tahapan pembelajaran sehingga menimbulkan motivasi dan minat dalam belajar [18]. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengimplementasian pembelajaran STEM dapat meningkatkan kemampuan belajar siswa, dengan pembelajaran STEM siswa dapat meningkatkan skill multipresentasi dan juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan tidak terpengaruh dengan gender, baik itu laki-laki maupun perempuan.

Temuan lain tentang pembelajaran STEM yaitu tingkat kreativitas siswa smk yang dipengaruhi penerapan STEM *project based learning* dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa rerata

pencapaian kemampuan berpikir kreatif siswa setelah pembelajaran STEM PjBL meningkat sangat signifikan dibanding sebelum mengikuti pembelajaran dengan STEM PjBL, dan melalui uji analisis yang dilakukan, menemukan perbedaan pencapaian kemampuan sebelum dan setelah pembelajaran berbeda secara signifikan [19], artinya ketika pembelajaran STEM yang diintegrasikan dengan model PjBL dilakukan secara efektif maka dapat meningkatkan kreativitas siswa secara signifikan. Sejalan dengan temuan tersebut penelitian yang berjudul *a study of creativity in cac2 steamship-derived STEM project-based learning* menunjukkan hasil bahwa pengajaran utama dari lima tahap pembelajaran berbasis proyek STEM yang terdiri dari persiapan, implementasi, presentasi, evaluasi, dan koreksi dapat meningkatkan kreativitas siswa [20]. Temuan tersebut mempertegas apabila pembelajaran STEM dapat dipersiapkan dengan baik dari tahap persiapan sampai evaluasi dan koreksi, kreativitas dari siswa dapat meningkat dengan signifikan. Penelitian lain tentang STEM yang dapat meningkatkan kreativitas siswa juga mendapatkan hasil positif hasil penelitian tersebut menunjukkan pembelajaran berbasis STEM yang diintegrasikan dengan model PjBL mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa dan mencapai kategori tinggi [21]. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang berjudul *integrated STEM education: a sySTEMatic review of intruotional practices in secondary education* menjelaskan bahwa untuk mendapat hasil yang maksimal STEM harus diintegrasikan dengan model pembelajaran lain, salah satunya yaitu: pembelajaran yang berpusat pada masalah, pembelajaran berbasis inkuiri, pembelajaran berbasis desain, maupun pembelajaran kooperatif [22]. Ketiga penelitian tersebut menjelaskan pembelajaran STEM yang diintegrasikan dengan model pembelajaran dapat meningkatkan kreativitas siswa dengan sangat signifikan apabila direncanakan sebaik mungkin sesuai tahapan dalam pembelajaran STEM.

Penelitian tentang pengimplementasian pembelajaran STEM di Indonesia juga menunjukkan hasil yang baik. Penelitian yang berjudul *the implementation of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach for improving multiple-representation skill of senior high school student on newton's law about motion* menyimpulkan bahwa kelas yang menggunakan pendekatan STEM memiliki skill multipresentasi lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan siswa yang belajar menggunakan pendekatan saintifik [23]. Walaupun pada kurikulum 2013 ini lebih mengutamakan pendekatan saintifik, akan tetapi dari penelitian tersebut pendekatan STEM dapat meningkatkan skill multipresentasi siswa dengan signifikan. Artinya ada opsi lain dalam penerapan kurikulum 2013, yaitu tidak hanya menggunakan pendekatan saintifik tetapi juga dapat menggunakan pendekatan STEM. Sejalan dengan temuan tersebut penelitian dengan judul Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi menyimpulkan pembelajaran dengan menggunakan STEM mampu meningkatkan berpikir kritis siswa dengan kenaikan rerata N-Gain sebesar 0,63 [24]. Penelitian tersebut menggambarkan selain dapat meningkatkan kreativitas dan skill multipresentasi, pendekatan STEM juga dapat meningkatkan berpikir kritis siswa dengan kenaikan rerata hasil belajar yang didapat.

Temuan lain yaitu *project based learning* terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains, kreativitas dan hasil peserta didik mendapatkan hasil bahwa model PjBL STEM berpengaruh terhadap terhadap literasi sains, kreativitas dan hasil belajar peserta didik [25]. Hal ini didukung dengan uji hipotesis yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, dimana kelas eksperimen yang menggunakan PjBL STEM pada proses pembelajaran memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan kelas control yang menggunakan model pembelajaran lain. Serupa dengan penelitian tersebut penelitian tentang pembelajaran berbasis STEM terhadap perubahan konseptual, kreativitas dan kolaborasi siswa yang berjudul *STEM based learning to facilitate middle school students' conceptual change, creativity and collaboration in organization of living sySTEM topic* menunjukkan hasil bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan penguasaan konsep ilmiah siswa, meningkatkan kreativitas untuk membuat desain model sel, dan meningkatkan kolaborasi siswa dalam merancang model sel [26]. Kedua penelitian tersebut menjelaskan pembelajaran STEM dapat diterapkan baik pada pembelajaran sains didukung dengan hasil penelitian yang menjelaskan dengan pembelajaran STEM dapat meningkatkan literasi sains, kreativitas, penguasaan konsep ilmiah, kolaborasi dan hasil belajar siswa selama mengikuti proses pembelajaran. Jika dihubungkan dengan pengertian STEM yang menyangkut empat bidang ilmu (sains, teknologi, teknik dan matematika) maka dalam penelitian ini STEM dapat berjalan baik jika diterapkan pada pembelajaran sains, artinya bukan tidak mungkin pembelajaran STEM juga dapat diterapkan dengan baik di pembelajaran vokasi (teknik). Hal ini diperlukan dikarenakan dalam pembelajaran vokasi banyak sekali permasalahan kehidupan sehari-hari yang sangat sulit dipecahkan atau bahkan butuh waktu lama untuk menyelesaikan permasalahan tersebut sehingga dengan pembelajaran STEM yang meingegrasikan empat bidang ilmu permasalahan-permasalahan dapat diselesaikan dengan baik dan efektif.

Selain pendidikan menengah, STEM juga dapat diterapkan dalam pendidikan tinggi. Penelitian tentang kemampuan pemahaman konsep dan minat mahasiswa dengan pendekatan STEM (*science, technology, engineering dan mathematics*) menyimpulkan bahwa dengan pendekatan STEM kemampuan pemahaman konsep mahasiswa dapat meningkat secara signifikan [27]. Dengan demikian Pada jenjang perguruan tinggi STEM dapat diterapkan dengan baik, penelitian tersebut juga menjelaskan adanya interaksi antara kemampuan awal dengan pendekatan STEM dalam mempengaruhi pemahaman konsep akan tetapi tidak dengan minat mahasiswa. Artinya jenjang perguruan tinggi mahasiswa tidak terlalu berminat dengan pembelajaran STEM, tetapi STEM dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa ketika mengikuti pembelajaran.

Penelitian terbaru yang di dapat dari pembelajaran STEM sangatlah positif dalam bidang bimbingan karir dan minat belajar siswa. Penelitian tentang pengaruh STEM diintegrasikan dengan PjBL yang berjudul *the effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM* menunjukkan hasil bahwa pembelajaran menggunakan PjBL dengan STEM mempengaruhi persepsi siswa tentang keterampilan STEM, partisipasi kursus STEM, dan aspirasi karir STEM [28]. Artinya pembelajaran berbasis proyek sangat mendukung penerapan pembelajaran STEM. Penelitian tersebut juga menjelaskan pembelajaran STEM dengan PjBL membuat mahasiswa lebih percaya diri dalam pengembangan karir kedepannya. Sejalan dengan hasil tersebut penelitian yang berjudul *the impact of an out - of - school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers* menunjukkan hasil yang serupa, penelitian tersebut dilakukan di luar sekolah dan meneliti tentang sikap siswa terhadap pembelajaran STEM dan karir STEM, hasil menunjukkan bahwa pendidikan STEM berkontribusi pada minat siswa untuk belajar, dan membantu mereka menghubungkan pembelajaran di sekolah untuk memecahkan permasalahan di kehidupan sehari-hari. Artinya pembelajaran berbasis STEM membuat mereka lebih percaya diri untuk mengembangkan karir dan membantu memecahkan permasalahan di kehidupan sehari-hari [29]. Penelitian terakhir yang akan mempertegas STEM sebagai pembelajaran yang cocok diterapkan untuk mengembangkan keterampilan abad 21 khususnya pada pelajaran matematika yang berjudul *STEM project-based learning models in learning mathematics to develop 21st century skills* penelitian tersebut menjelaskan dalam konteks pembelajaran matematika, PjBL-STEM sangat berpotensi memberikan pembelajaran yang bermakna, dapat melatih kemampuan siswa untuk memecahkan masalah melalui proyek terintegrasi dengan beberapa bidang ilmiah lainnya [30].

Penelitian berjudul *STEM education to fulfil the 21st century demand* membahas STEM berdasarkan beberapa literatur dan menyimpulkan pembelajaran STEM dapat diterapkan diberbagai negara dan berbagai cabang ilmu dan sangat cocok untuk menghadapi tantang pada abad 21 [31]. Penelitian tersebut juga menjelaskan STEM dikembangkan untuk mempersiapkan siswa agar lebih kompetitif dalam bidang yang mereka sukai. Temuan yang sama dengan judul *STEM education: the potential of technology education* menyimpulkan STEM dapat dijadikan solusi untuk mengatasi keterbatasan dan tantangan pada bidang pendidikan teknologi. Hasil penelitian juga menjelaskan dengan pembelajaran yang mengedepankan proyek dan pembelajaran mandiri siswa akan lebih percaya diri mengembangkan karir kedepan berdasarkan pengalaman pribadinya [32]. Penelitian yang berjudul *STEM integration in sixth grade: desligning and conructing paper bridges* menyimpulkan pembelajaran STEM mendapatkan respon positif dari siswa, dan dengan pengetahuan STEM mereka, dapat menyelesaikan permasalahan yaitu mendesain dan membangun jembatan kertas yang bisa bertahan dengan beban optimal [33]. Dengan hasil tersebut diketahui STEM dapat meningkatkan kemampuan siswa terhadap merencanakan, merancang, merefleksi, membangun dan mendesain ulang sebuah proyek yang diberikan.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan baik itu dalam maupun luar negeri, terlepas dari beberapa kekurangan yang dimiliki pembelajaran STEM menunjukkan hasil yang positif. Terlebih lagi apabila pembelajaran STEM diintegrasikan dengan model pembelajaran lain seperti PjBL maupun PBL akan memberikan dampak yang sangat baik seperti meningkatkan kreativitas, kolaborasi dan komunikasi, sesuai keterampilan yang diperlukan abad 21. Walaupun di Indonesia sendiri belum ada penelitian STEM yang spesifik dilakukan pada pembelajaran vokasi, akan tetapi dengan berhasilnya pembelajaran STEM diterapkan dalam bidang sains maupun matematika, bukan hal yang sulit STEM juga berhasil diterapkan pada bidang teknik (vokasi), agar meningkatkan kualitas lulusan SMK, sehingga dapat menekan angka pengangguran terbuka yang menjadi salah permasalahan di Indonesia saat ini.

Selain hasil kajian dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, *Focus Grup Discussion* (FGD) juga mendapatkan hasil penerapan STEM pada bidang vokasi dapat mengadopsi dari penerapan STEM dalam bidang sains maupun matematika, karena pada prinsipnya kolaborasi empat bidang ilmu tersebut dapat diterapkan pada semua bidang pendidikan, tergantung penekanan pada bidang apa

STEM itu diterapkan. Contohnya apabila STEM diterapkan dalam bidang vokasi, maka penekanannya pada ilmu *Enggining* (teknik) sesuai dengan bidang keahlian yang dimiliki siswa tersebut. Dengan harapan penerapan STEM pada bidang vokasi, dapat meningkatkan keterampilan siswa sesuai bidang keahlian masing-masing. FGD yang telah dilakukan terdapat beberapa rekomendasi yaitu: (1) perlu dilakukan penelitian tentang STEM, pada bidang vokasi oleh dosen, guru atau lembaga terkait; (2) perlu dibuat kerja sama antara lembaga pendidikan yang bergerak dalam bidang vokasi dengan lembaga yang sudah sering melakukan pembelajaran STEM, sehingga dapat memberikan pelatihan kepada guru maupun dosen vokasi; (3) perlu dibuat format kusus dari awal pengenalan STEM sampai evaluasi untuk mengukur keberhasilan STEM yang diterapkan dalam bidang vokasi.

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kajian terhadap sejumlah literatur dan hasil-hasil penelitian yang relevan, dan dilanjutkan dengan fokus group discussion (FGD), diperoleh kesimpulan: (1) pembelajaran STEM telah sukses diterapkan baik itu luar maupun dalam negeri; (2) pembelajaran STEM terbukti dapat meningkatkan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis siswa; (3) pembelajaran STEM dapat diintegrasikan dengan beberapa model pembelajaran seperti Project Based Learnig, Problem Based Learning maupun model pembelajaran kooperatif; (4) pembelajaran STEM membuat siswa lebih percaya diri terhadap karir kedepan dalam bidang STEM; (5) pembelajaran STEM sangat cocok digunakan pada pembelajaran abad 21.

Berdasarkan beberapa penelitian yang didapat, STEM telah sukses diterapkan di beberapa dan berbagai cabang ilmu, khususnya dalam bidang sains dan matematika. Melihat suksesnya pembelajaran STEM dalam dua cabang ilmu tersebut, sudah saatnya pembelajaran STEM juga diterapkan pada pembelajaran vokasi (teknik). Terlebih pada pembelajaran vokasi yang mengedepankan praktik dan pemecahan masalah yang berhubungan dengan kegiatan sehari-hari, tentunya dengan pembelajaran STEM lebih mudah menyelesaikan permasalahan tersebut dan membuat siswa lebih memahami apa yang mereka pelajari. Kedepan harapannya banyak guru maupun dosen yang bekerja dalam bidang pembelajaran vokasi, mengimplementasikan maupun mengembangkan STEM pada proses pembelajaran. Kedua tentunya diperlukan dukungan dari berbagai pihak baik itu pemerintah maupun dinas terkait untuk membuat sebuah pelatihan maupun seminar yang berhubungan dengan STEM agar dapat diimplementasikan dengan baik pada kurikulum 2013.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan yang berharga ini, kami mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang selalu memberi motivasi untuk terus belajar dan memberi masukan dan mengarahkan selama proses pembuatan artikel ini. Kedua kami juga sampaikan terima kasih kepada dosen pengampuh mata kuliah seminar ptk yang ikut memberi masukan terhadap penulisan artikel, serta teman-teman S2 Pendidikan Teknologi Kejuruan Universitas Negeri Surabaya angkatan 2018 yang telah bersedia diajak berdiskusi selama pembuatan artikel ini sehingga artikel ini dapat diselesaikan tepat waktu. Semoga hasil penelitian ini lebih mengembangkan pendekatan STEM sehingga dapat bermanfaat bagi pendidikan vokasi pada khususnya, dan pendidikan di Indonesia pada umumnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Septiani, A. (2016). Penerapan asesmen kinerja dalam pendekatan STEM (sains teknologi engineering matematika) untuk mengungkap keterampilan proses sains. *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek 2016*.
- [2] Suwarno, Wiji. (2006). *Dasar-dasar ilmu pendidikan*. Yogyakarta: Ar Ruzz.
- [3] Liputan6. (2016). Jokowi ingin bangun SDM besar-besaran di periode kedua. Diakses di <https://www.liputan6.com/news/read/4077846/jokowi-ingin-bangun-sdm-besar-besaran-di-periode-kedua>.
- [4] Cnbc. (2019) Tingkat pengangguran terbuka lulusan smk paling tinggi. diakses di <https://www.cnbcindonesia.com/news/20191105151115-4-112837/miris-tingkat-pengangguran->



- terbuka-lulusan-smk-paling-tinggi.
- [5] Slamet, P. H. (2011). Peran pendidikan vokasi dalam pembangunan ekonomi. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, (2).
- [6] Rusman. (2010). *Model-model pembelajaran mengembangkan profesionalisme guru*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- [7] Nasional, D. P. (2008). Kamus besar bahasa Indonesia.
- [8] Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12.
- [9] Torlakson, T. (2014). Innovate: a blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in california public education. *Journal California Department of Education*.
- [10] <https://pak.pandani.web.id/2018/10/pendidikan-STEM-dan-keterampilan-abad-21.html>
- [11] Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integ rated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4
- [12] Republika. (2015). Indonesia perlu masukkan aspek STEM dalam pendidikan. Diakses di <http://www.republika.co.id/berita/pendidikan/eduaction/15/03/08/nkvou7-indonesia-perlu-masukkan-aspek-STEM-dalam-pendidikan>.
- [13] Reeve, E. M. (2015). STEM Thinking!. *Techno logy and Engineering Teacher*, 75(4), 8-16.
- [14] 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
- [15] National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. National Academies Press.
- [16] Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- [17] Permanasari, A. (2016). STEM education: inovasi dalam pembelajaran sains. In Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains) (Vol. 3, pp. 23-34).
- [18] Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202-212.
- [19] Ismayani, A. (2016). Pengaruh penerapan STEM project-based learning terhadap kreativitas matematis siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3(4), 264-272.
- [20] Lou, S. J., Chou, Y. C., Shih, R. C., & Chung, C. C. (2017). A study of creativity in CaC2 steamship-derived STEM project-based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2387-2404.
- [21] Kristiani, K. D., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2017, August). Pengaruh pembelajaran STEM-PjBL terhadap keterampilan berpikir kreatif. In Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika) (pp. 266-274).
- [22] Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., ... & Hellinckx, L. (2018). Integrated STEM education: A sySTEMatic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.
- [23] Mulyana, K. M., Abdurrahman, A., & Rosidin, U. (2018). The implementation of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach for improving multiple-representation skill of senior high school student on newton's law about motion. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 69-75.
- [24] Khoiriyah, N. (2018). Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi.
- [25] Lutfi, L., Azis, A. A., & Ismail, I. (2018, October). Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi STEM Terhadap Literasi Sains, Kreativitas dan Hasil Belajar Peserta Didik. In Seminar Nasional Biologi
- [26] Rustaman, N. Y., Afianti, E., & Maryati, S. (2018, May). STEM based learning to facilitate middle school students' conceptual change, creativity and collaboration in organization of living sySTEM topic. In *Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1013, No. 1, p. 012021)*. IOP Publishing.
- [27] Rahmadhani, E., & Wahyuni, S. (2018). Kemampuan Pemahaman Konsep dan Minat Mahasiswa dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

- Prosiding SENAMKU, 1, 129-140.
- [28] Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilbert, J. M. (2019). The effect of authentic project - based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3-23.
- [29] Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2019). The impact of an out - of - school STEM education program on students attitudes toward STEM and STEM careers. *School Science and Mathematics*, 119(4), 223-235.
- [30] Hakim, L. L., Sulatri, Y. L., Mudrikah, A., & Ahmatika, D. (2019). STEM Project-Based Learning Models in Learning Mathematics to Develop 21st Century Skills.
- [31] Rifandi, R., & Rahmi, Y. L. (2019, October). STEM education to fulfil the 21st century demand: a literature review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1317, No. 1, p. 012208). IOP Publishing.
- [32] Wells, J. G. (2019). STEM education: The potential of technology education. *Council on Technology and Engineering Teacher Education*.
- [33] English, L. D., & King, D. (2019). STEM integration in sixth grade: designing and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(5), 863-884.
- [34] N. F. Ramli and O. Talib, (2017) Can Education Institution Implement STEM? From Malaysian Teachers' View. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 7, no. 3, p. 12.