



PEMBELAJARAN BERBASIS STEM MELALUI PELATIHAN ROBOTIKA

Yoana Nurul Asri

Universitas Nurtanio, Jl. Pajajaran No. 219, Bandung, Indonesia

* Email: ynurulasri@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan pelatihan robotika di salah satu SMA Kota Bandung. Pelatihan robotika ini menjadi salah satu media untuk mengajarkan pelajaran fisika. Melalui robotika dapat menumbuhkan pendidikan STEM (*science, technology, engineering and mathematics*) dan meningkatkan kemampuan berpikir logis, kreatif, inovatif, *problem solving*, dan kemampuan bekerjasama dalam tim. Metode dalam penelitian ini adalah *Pre-Experimental Design*, metode deskriptif melalui observasi, penilaian angket, dan wawancara siswa. Hasil yang diperoleh ialah sebanyak 90% siswa dapat memahami materi pengenalan arduino, sinyal analog, dan pengenalan bahasa pemrograman. Sebanyak 98% sudah mampu merakit robot. Sebanyak 95% dapat menginput dan mengkoneksikan bahasa pemrograman ke dalam bluetooth untuk dihubungkan ke robot. Sebanyak 85% siswa memahami cara menganalisis data melalui grafik dan memverifikasinya dengan data dari robot.

Kata Kunci: robotika, fisika, STEM

ABSTRACT

Robotics training has been done in one of the high schools of Bandung. This robotics training became one of the media to teach physics lesson. Through robotics can grow STEM education (*science, technology, engineering and mathematics*) and improve the ability to think logically, creatively, innovatively, *problem solving*, and ability to work together in teams. Methods in this research are *Pre-Experimental Design*, descriptive method through observation, questionnaire assessment, and student interview. The results obtained are as much as 90% of students can understand the material introduction arduino, analog signals, and the introduction of programming languages. As many as 98% have been able to assemble robots. As many as 95% can input and connect programming language into bluetooth to robot. As many as 85% of students understand how to analyze data through graphs and verify them with data from robots

Keywords: robotics, physics, STEM

PENDAHULUAN

Kemampuan memecahkan masalah, berpikir kritis, berpikir kreatif, dan menganalisis merupakan kemampuan yang sangat dibutuhkan di abad 21. Salah satu yang mendukung pengembangan kemampuan ini ialah dalam mata pelajaran fisika. Namun beberapa fakta di lapangan terlihat bahwa pelajaran fisika cenderung membosankan dan pasif. Konsep fisika akan lebih dipahami jika siswa aktif dan melakukan aktivitas *hands on* terutama jika didukung oleh sebuah media yang menarik perhatian mereka. Salah satunya melalui media robotika [1].

Robotika merupakan salah satu bidang yang cukup diminati oleh siswa SMA. Alasan ini dikarenakan melalui pembelajaran robotika dapat menjadi media yang unik, aktivitas

didominasi oleh kegiatan *hands on*, pembelajaran yang menyenangkan, dan memberikan ketertarikan pada siswa. Terbukti pembelajaran dengan menggunakan aktivitas *hands on* merupakan pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar yang lebih baik daripada yang tidak *hands on* [2].

Robotika merupakan salah satu cara yang dapat menumbuhkan pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) [3]. STEM merupakan empat pilar utama dalam pembelajaran yang mengakomodir pendidikan sains, teknologi, teknik, dan matematika. Melalui robotika ini siswa tidak hanya akan menguasai konsep fisika saja namun dituntut berpikir kreatif dan inovatif. Pengenalan mengenai robotika yang terwujud dalam pelatihan ini kemudian di aplikasikan kepada pelatihan menuntut siswa

memiliki pengalaman dalam merangkai robot berbasis android. Pendidikan merupakan salah satu cara untuk mempersiapkan pribadi yang berkualitas dan mampu bersaing dalam kehidupan di masa depan. Melalui pendidikan pula dapat mengupayakan bangsa yang lebih mandiri. Dalam upaya meningkatkan kualitas daya saing individu maka pendidikan kini berperan tidak hanya membekali siswa dengan *hard skill* semata namun juga *softskill*. Kebutuhan akan hal ini menjadi tantangan dalam menghadapi abad 21 karena berbagai negara di dunia membutuhkan lebih banyak warga negara yang terlatih secara khusus dalam bidang fisika dan teknologi yang memadai [4].

Salah satu cara untuk menumbuhkan keterampilan tersebut dapat terwujud dengan menciptakan aktivitas yang menarik perhatian siswa. Aktivitas tersebut terbukti dapat meningkatkan motivasi belajar siswa [5] terutama aktivitas yang membutuhkan keterampilan *hand-on*. Sejalan dengan pendapat yang diutarakan Johnson *et al* [6] bahwa aktivitas *hands-on* membantu siswa untuk lebih efektif dalam pengembangan sikap positif terhadap fisika.

Teknologi merupakan kebutuhan pada saat ini, karena semua bidang pada saat ini akan membutuhkan teknologi untuk mensupport kegiatan-kegiatan tersebut. fenomena-fenomena yang terjadi, begitupun dengan Indonesia yang dimana semua permasalahan makin kompleks. Terutama dalam hal bisnis dan teknologi. Seperti kita ketahui bahwa dengan masuknya era globalisasi yang dimana kita dituntut untuk mengadakan penguatan di semua begitupula dalam bidang bisnis dan teknologi. Di tengah era pasar bebas yang cenderung menciptakan kompetisi yang ketat antar individu yang mendorong individu untuk memiliki skill yang menunjang dalam penciptaan lapangan pekerjaan, dibutuhkan kemampuan untuk dapat menguasai teknologi yang semakin hari semakin berkembang dan semakin canggih.

Kebutuhan akan handal dalam bidang mengembangkan dan merekayasa teknologi terwujud dalam sebuah sistem baru yang memiliki istilah *Internet of Things* (IoT) yaitu pengolahan informasi baru dan akuisisi metode, termasuk teknologi identifikasi frekuensi radio, teknologi sensor, smart teknologi, nanoteknologi dan teknologi lainnya. IoT ini telah dianggap sebagai gelombang ketiga industri informasi setelah komputer, Internet dan jaringan komunikasi mobile. Akhir-akhir ini pun IoT telah banyak digunakan dalam transportasi

cerdas, pemantauan industri, pemantauan lingkungan, pertahanan dan militer, perangkat rumah tangga digital dan bidang lainnya. Hal tersebut menjadi penunjang bagi tumbuhnya inovasi teknologi dan tren pembangunan di abad ke-21.

Robotika merupakan hal yang tidak asing lagi bagi siswa-siswi SMA. Meskipun beberapa sekolah ada yang sudah memasukan robotika sebagai ekstrakurikuler, namun nyatanya ada juga yang belum memasukan unsur ini pada kegiatan sekolahnya. Aktivitas di dalam kegiatan robotika mampu menumbuhkan berbagai keterampilan siswa [2] seperti halnya keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, kemampuan menganalisis dan kemampuan bekerja sama dalam tim. Untuk bekerjasama dengan tim, kemampuan komunikasi sangat diperlukan. Terutama jika suatu proses pembelajaran berbasis STEM dapat pula meningkatkan komunikasi [7] yang diimplementasikan saat bekerjasama dalam sebuah tim.

Robotika merupakan salah satu cara yang dapat menumbuhkan pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). STEM merupakan empat pilar utama dalam pembelajaran yang mengakomodir pendidikan sains, teknologi, teknik, dan matematika [8]. Melalui STEM, siswa diajarkan untuk membangun pengetahuannya dengan tujuan memahami konsep untuk mengaplikasikan ilmu tersebut di dunia kerja [9].

Antara robotika dan STEM menjadi kebutuhan untuk menjawab tantangan dunia untuk senantiasa siap dalam pendidikan dan teknologi yang selalu dinamis. Melalui kegiatan ini diharapkan menjadi salah satu bukti nyata dalam mengimplementasikan kepedulian terhadap pendidikan khususnya di Indonesia.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil kemampuan berpikir logis, kreatif, inovatif, *problem solving*, dan kemampuan bekerjasama dalam tim dalam pelatihan robotika yang berkaitan dengan pembelajaran fisika.

METODE

Metode dalam penelitian ini adalah *Pre-Experimental Design*, metode deskriptif, penilaian angket, dan wawancara siswa. *Pre-Experimental Design* dengan desain dari penelitian ini dalam bentuk *one shot case study* [10] yang terdiri dari perlakuan pada satu kelompok kemudian mengobservasi hasil kegiatan tersebut. Metode deskriptif diperoleh

melalui observasi selama pelatihan, penilaian angket dan wawancara diberikan pada setiap siswa setelah pelatihan selesai. Untuk selanjutnya data dianalisis.

Pelatihan robotika ini dilakukan selama 9 jam. Peserta yang mengikuti pelatihan adalah siswa kelas XI MIPA terdiri dari perwakilan setiap kelas dengan total 16 siswa. Selama pelatihan ini siswa tidak hanya diajarkan bagaimana membuat robot, namun mempelajari teknik pemrograman dan membuat rangkaian elektronika berbasis STEM.

Pelatihan robotika berbasis STEM ini dijabarkan dalam beberapa langkah, bagian; *science*, siswa diberikan apersepsi mengenai konsep gerak dalam fisika khususnya gerak lurus beraturan, bagian; *technology*, siswa diajarkan langsung pada aplikasi pemrograman dan konsep IoT untuk membuat robot berjalan berbasis android; *engineering*, siswa diajarkan merakit setiap komponen menjadi robot yang utuh dan mengkoneksikan robot tersebut agar dapat dikontrol melalui Hp; *mathematics*, di tahapan akhir setelah robot selesai dirakit dan siswa mencoba menggerakkan robot tersebut. Dilakukan pengambilan data dengan variabel jarak dan waktu, dengan kecepatan sebagai variabel terkontrol. Siswa mengambil data setiap 10 kali percobaan. Untuk kegiatan pertama, siswa mengambil data waktu yang dibutuhkan robot untuk sampai pada titik tertentu. Pada kegiatan kedua, data yang diambil ialah jarak dengan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian dari kedua kegiatan tersebut, siswa membuat grafik jarak terhadap waktu. Untuk kemudian dicari berapa besar kecepatan yang diperoleh dari grafik. Hasilnya dicocokkan dengan kecepatan yang sudah ada.

Pada kegiatan STEM, hampir setiap komponen dari *kegiatan science, technology, engineering, dan mathematics* dapat terlewati dengan baik. Hanya saja untuk tahap *matematics*, siswa sedikit kesulitan untuk membuat dan menentukan kecepatan dari grafik.

Selama dua jam siswa mendapat materi dari trainer. Materi terdiri dari pengenalan arduino secara umum, sinyal analog, dan pengenalan bahasa pemrograman. Setelah itu ada sesi tanya jawab mengenai materi yang belum dipahami siswa.

Pada tahapan merakit robot, jenis robot yang dipakai ialah robot mobil berbasis android. Robot ini dapat dikontrol melalui HP siswa yang sebelumnya dikoneksikan melalui bluetooth. Siswa sebelumnya merakit beberapa komponen

robot, kemudian memasukan bahasa pemrograman berubah instruksi maju, mundur, belok kanan, belok kiri, dan berhenti. Setelah itu mereka mengambil data variabel jarak, kecepatan, dan waktu yang dapat divariasikan. Konsep fisika yang diajarkan ialah gerak lurus beraturan. Data tersebut mereka buat dalam bentuk grafik, sehingga siswa dapat membandingkan dan menganalisis hasil yang diperoleh melalui pengamatan dan perhitungan yang dilakukan.

Tahapan akhir ialah melalui penilaian angket dan wawancara siswa. Untuk isian angket terdiri dari beberapa kategori diantaranya ialah tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang diberikan, cara penyampaian materi dan aspek kegunaan pelatihan ini untuk siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diketahui bahwa hampir seluruh siswa dengan rata-rata persentase 92% sudah dapat memahami materi secara keseluruhan mulai dari kegiatan awal sampai pada analisis data. Secara rinci dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Angket

No.	Uraian	%
1.	Memahami materi	90
2.	Memahami proses perakitan robot	98
3.	Memahami bahasa pemrograman	95
4.	Memahami analisis data melalui grafik	85

Sebanyak 90% siswa dapat memahami materi pengenalan arduino, sinyal analog, dan pengenalan bahasa pemrograman. Sebanyak 98% sudah dapat merakit robot, meskipun terkadang dibantu oleh trainer. Sebanyak 95% dapat menginput dan mengkoneksikan bahasa pemrograman ke dalam bluetooth untuk dikoneksikan ke robot. Sebanyak 85% siswa memahami cara menganalisis data melalui grafik dan memverifikasinya dengan data dari robot.

Katagori ini mengindikasikan bahwa, siswa masih kesulitan untuk membuat grafik dan menentukan besarnya kecepatan dari gerak robot tersebut. Hal ini sesuai dengan hasil observasi yang terlihat selama pelatihan. *Trainer* cukup banyak membantu siswa dalam membuat grafik dan membantu siswa mengekstrapolasi grafik dibandingkan pada

tahap yang lain. Meskipun pada tahapan merangkai robot, siswa tetap diarahkan namun pada saat menganalisis grafik inilah tugas *trainer* lebih dominan.

Robotika merupakan salah satu cara yang dapat menumbuhkan pendidikan STEM. Melalui robotika menjadi salah satu target untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam *science, technology, engineering* dan *mathematics* yang berfokus pada kemampuan berpikir logis, *problem solving*, kreatif, inovatif, dan kerjasama dalam tim.

Seperti halnya dalam menyelesaikan sebuah robot maka diperlukan integrasi beberapa kemampuan *soft skill* diantaranya ialah kemampuan berpikir logis karena siswa diajarkan untuk memahami bahasa pemrograman; kemampuan *problem solving* dan berpikir analisis karena terkadang beberapa hal selama proses perakitan robot tidak berfungsi sebagaimana mestinya sehingga siswa menganalisis untuk menemukan titik kesalahannya; kemampuan berpikir kreatif karena siswa dituntut untuk mendesain robot sendiri; dan kemampuan bekerjasama dalam tim karena dalam pembuatan robot tidak dapat bekerja sendiri namun harus berkolaborasi dengan siswa lainnya. Kemampuan-kemampuan inilah yang menjadi tujuan akhir dari pelatihan ini.

Kepiawaian siswa saat merakit robot dan mengolah bahasa pemrograman terlihat selama pembelajaran. Meskipun disekolah ini robotika belum masuk ke kurikulum pelajaran ataupun ekstrakurikuler. Namun seluruh siswa dapat mengikuti materi dengan sangat baik.

Tidak terlihat kesulitan berarti selama proses pengerjaan. Hal ini terlihat dari antusias yang tinggi dari seluruh siswa. Terutama saat selesai perakitan robot, siswa merasa sangat puas telah berhasil menyelesaikan project mereka. Bahkan mereka mencoba sebuah pertandingan uji kecepatan dan ketangkasan antar robot buatan sendiri dengan robot buatan siswa lain. Hal ini memberikan manfaat untuk siswa agar dapat memiliki kepercayaan diri dan dapat mengapresiasi karyanya sendiri.

Kurikulum sekolah di jenjang SMA tidak mengajarkan mereka untuk belajar tentang pemrograman. Oleh karena itu dalam pelaksanaannya dipilihlah bentuk pelatihan yang menggunakan pemrograman yang tidak sulit, menyenangkan, dan berguna bagi siswa. Dalam tahapan pelatihan, siswa diajarkan untuk berpikir logis mengikuti bahasa pemrograman sehingga dapat diimplementasikan ke dalam pembuatan sebuah robot. Konten-konten fisika

yang masih sulit dipahami terbukti dapat pula diintegrasikan dalam robotika. Melalui robotika, beberapa konsep dapat dipahami secara utuh, sehingga siswa tidak mengalami kendala dalam memahami sebuah konten. Seperti halnya pada [11], bahwa harus ada upaya untuk membuat pemahaman siswa utuh terhadap sebuah konsep.

Di tahapan akhir kegiatan pelatihan robotika ini juga dievaluasi dengan menggunakan kuesioner yang diisi oleh para siswa. Aspek-aspek yang menjadi bahan evaluasi antara lain tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang diberikan, cara penyampaian materi dan aspek kegunaan pelatihan ini untuk siswa. Hasil yang diperoleh memberikan kesimpulan bahwa 92% dari siswa sangat paham mengenai materi pelatihan ini dan meminta pelatihan yang dapat dilaksanakan secara berkesinambungan. Hasil ini pun didukung oleh data hasil wawancara siswa.

SIMPULAN

Melalui pembelajaran yang diintegrasikan STEM yang terwujud dalam pelatihan robotika ini memberikan dampak positif untuk meningkatkan kemampuan berpikir logis, kemampuan berpikir kreatif, kemampuan *problem solving*, dan kemampuan bekerjasama dalam tim. Sebanyak 92% siswa sudah menguasai materi secara keseluruhan.

Praktikum fisika dalam konsep gerak lurus beraturan dapat diaplikasikan melalui robotika. Sehingga siswa tidak lagi merasa bosan saat diharuskan memverifikasi sebuah teori dan perhitungan melalui analisis grafik.

Selama proses pelatihan berlangsung terlihat antusias yang tinggi dari siswa. Tidak ada kendala berarti selama proses pelatihan, meskipun hal ini baru bagi siswa yang belum pernah mengikuti kurikulum pelajaran ataupun ekstrakurikuler robotika.

REFERENSI

1. D. Alimisis. (2013). Educational Robotics: New challenges and Trends, *Themes in Science and Technology Education*, vol. 6, pp. 63-71.
2. Eguchi, A. (2013). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 8(1), 5-11.
3. Afari, E., Khine, M. (2017). Robotics as an Education Tool: Impact of Lego Mindstorms. *International Journal of*

- Information and Education Technology*. Vol. 7, No 6.
4. Carin, Arthur R. & Skrofronik, James G.(1997). *Teaching Science Through Discovery*. Columbus, Charles E. Merrill Publishing.
 5. Asri, Y. N., Rusdiana, D. & Feranie, S. (2017). ICARE Model Integrated With Science Magic to Improvement of Student's Cognitive Competence In Heat and Temperature Subject. *Advance in Social Science, Education and Humanities Research*. Volume 57.
 6. Johnson, D. M., Wardlow, G. W. & Franklin, T. D. (1997). Hands-on Activities Versus Worksheets in Reinforcing Physical Science Principles: Effects on student achievement and Attitude. *Journal of Agricultural Education*, 38(3), 9-17.
 7. Haryanti, Anti. Suwarma I. Rahma. (2018). Profil Keterampilan Komunikasi Siswa SMP Dalam Pembelajaran IPA Berbasis STEM. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*. Vol 3 No 1: 49-54
 8. Chew Cheng Meng, Noraini Idris & Leong Kwan Eu (2014). Secondary Students' Perceptions of Assessments in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3), 219-227.
 9. Turner, K.B. (2013). Northeast Tennessee Educators' Perception of STEM Education Implementation. *Doctor of Education Dissertation*, East Tennessee State University
 10. Sugiyono. (2012). *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta
 11. Septiani, Restina., Rusnayati, H., Siahaan, P., Wijaya, A. (2018). Profil Hambatan Belajar Epistemologis Siswa Pada Materi Suhu dan Kalor Kelas XI SMA Berbasis Analisis Tes Kemampuan Responden. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*. Vol 3. No. 1: 29-34