

Kajian Penggunaan Platform Robot Otto DIY Sebagai Pendukung Model Pembelajaran Berbasis STEM

Sigit Pradana¹, Tatik Juwariyah^{*2}

¹ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

² Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Email: ¹sigit.pradana@upnvj.ac.id, ²juwariyah_tj@upnvj.ac.id

Abstrak

Model dan metode pembelajaran yang tepat di masa depan selalu menjadi topik kajian yang menarik. Topik robotika merupakan salah satu topik yang dapat mewakili pembelajaran berbasis STEM (*Science Technology Engineering and Mathematics*) yang dikembangkan di masa depan. Paper ini menjelaskan bagaimana STEM dikenalkan dan diterapkan di sekolah-sekolah. Metode yang digunakan adalah melakukan survei dan sosialisasi pembelajaran berbasis STEM kepada para pendidik. Mereka diperkenalkan platform *ottodiy.com* sebagai salah satu platform STEM yang telah memiliki banyak komunitas di berbagai negara. Para peserta sosialisasi dikenalkan menu-menu yang disediakan platform tersebut. Topik yang menjadi fokus adalah topik robotika dan menu yang diperkenalkan adalah menu-menu terkait robotika seperti *build your own robot*, *design your own robot*, *engineer your own robot*, *code your own robot*, dan *coding with Arduino*. Dari kegiatan sosialisasi dilakukan survei untuk mendapatkan data respon atau testimoni para pengguna platform. Dari hasil survei kepada 21 responden dengan media Google Form diperoleh hasil sebesar 90,5% pengguna telah mengenal pembelajaran STEM, sebesar 85,7% setuju jika STEM dikenalkan mulai dari level pendidikan dasar, sebanyak 52,4% pernah mencari rujukan platform STEM, sebesar 100% peserta belum pernah mengenal platform *ottodiy.com*, sebanyak 90,5% tertarik mempelajari platform tersebut dan sebanyak 85,7% menyatakan kesulitan memahami menu-menu yang disajikan platform tersebut karena keterbatasan kemampuan bahasa Inggris para peserta. Namun demikian, secara keseluruhan sebesar 80%-95% peserta tertarik untuk mendapatkan pembekalan lanjutan terkait pembelajaran berbasis STEM.

Kata kunci: model pembelajaran, *ottodiy.com*, robotika, STEM.

Abstract

The appropriate learning methods and learning models in the future have always been an interesting topic of study. The topic of robotics is one of the topics that represent STEM-based learning (Science Technology Engineering and Mathematics) developed in the future. This paper describes how STEM is introduced and applied in schools. The method used is to conduct surveys and socialization of STEM-based learning by introducing the ottodiy.com platform as one of the STEM platforms that already has many communities in various countries. The participants of the socialization were introduced to the menus provided by the platform. The focus is the topic of robotics and the menus introduced are menus related to robotics such as build your own robot, design your own robot, engineer your own robot, code your own robot, and coding with Arduino. From the socialization activities, a survey was conducted to collect response data or testimonials from platform users. From the results of a survey to 21 respondents using Google Form media, 90.5% of users are familiar with STEM learning, 85.7% agree that STEM is introduced starting from the basic education level, 52.4% have looked for STEM platform references, 100% of participants have never been familiar with the Ottodiy.com platform, 90.5% were interested in learning with it, and 85.7% stated that they had difficulties to understand the menus presented by the platform due to the participants' limited English skills. However, overall participants, 80%-95% were interested in getting follow-up training related to STEM-based learning.

Keywords: learning model, *Ottodiy.com*, robotics, STEM.

1. Pendahuluan

Model pendidikan dan pembelajaran yang tepat di masa depan selalu menjadi topik kajian yang menarik. Hal ini dikarenakan perkembangan jaman tidak lepas dari perkembangan teknologi maupun dinamika kehidupan manusia yang menciptakan teknologi tersebut. Di Era Industri 4.0 seperti sekarang ini beberapa model pembelajaran diterapkan diantaranya adalah model pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)*, *Case Method (CM)*, *Project Based*

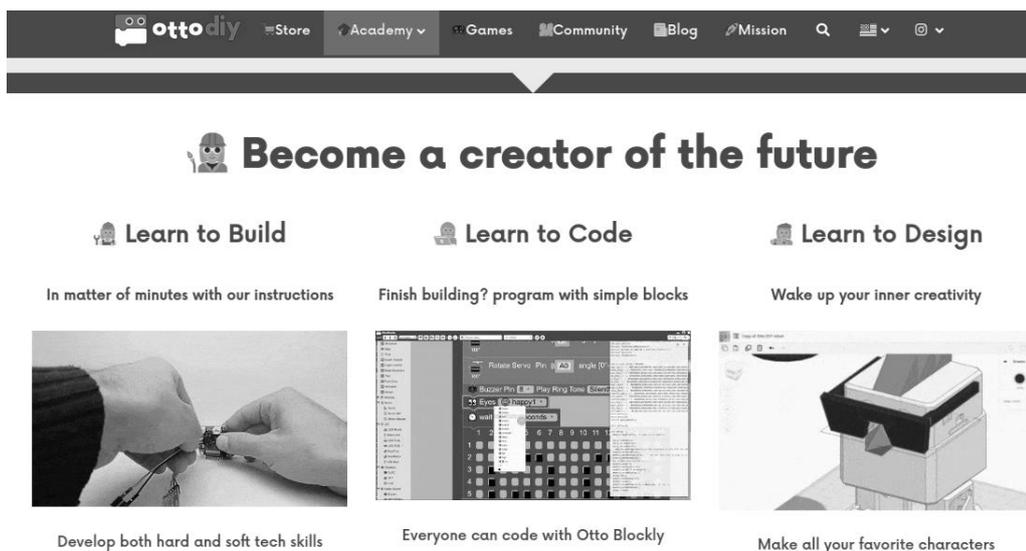
Learning (PBJL) dimana setiap model menekankan pada pengalaman belajar peserta didik agar mampu melakukan pemecahan kasus riil di lapangan [1],[7],[11],[12],[16]. Hal ini tidak lepas dari salah satu inti tujuan belajar yaitu mampu mencari solusi dari masalah-masalah sehari-hari [10].

Di Era Industri 4.0 seperti saat ini, peserta didik merupakan generasi yang biasa disebut dengan generasi Z, dimana sejak kecil telah hidup di tengah teknologi digital yang canggih seperti *smartphone* dan komputer [4]. Sangatlah wajar jika peserta didik perlu memahami bagaimana cara kerja teknologi yang hadir menemani kehidupan sehari-hari [6]. Hal ini sangatlah penting agar supaya peserta didik tidak hanya menjadi penonton pasif yang hanya dapat memakai teknologi tersebut tanpa mengetahui cara kerja teknologi tersebut [10]. Kefasifan menunjukkan kegagalan orang tua ataupun guru dalam melatih peserta didik untuk memahami menggunakan teknologi sebagai bahan untuk mengolah kreatifitas [9].

Pemahaman prinsip kerja teknologi sebenarnya dipengaruhi oleh bagaimana peserta didik termotivasi di pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Mengingat pada mata pelajaran IPA guru telah mengenalkan dan memotivasi ketertarikan peserta didik dalam mempelajari ilmu Sains. Sains sangat kental dan dekat dengan matematika, teknologi dan teknik atau yang dikenal dengan Sains, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) [13],[14]. STEM merupakan salah satu metode pembelajaran yang diterapkan di negara-negara maju. Sementara itu pada pendidikan dasar di Indonesia, Pengaruh guru membangun ketertarikan peserta didik pada pendidikan STEM sangat dibutuhkan. Pendidikan STEM dinilai sangat lemah pada Pendidikan Dasar dibandingkan dengan pendidikan menengah [17].

Dalam beberapa tahun terakhir ini, robotika muncul sebagai kajian interdisipliner, sebagai bentuk PBJL yang diajarkan mayoritas pada mata pelajaran Sains, Matematika dan Teknologi. Topik kajian robotika terbukti memberikan manfaat bagi semua level pendidikan [2],[3],[5]. Tujuan dari robotika dalam pendidikan sendiri adalah memungkinkan peserta didik untuk mengontrol pergerakan dari model nyata melalui lingkungan virtual. Melalui robotika, peserta didik dapat membangun sesuatu seperti benda nyata dan peserta didik bisa menyentuh langsung benda tersebut untuk menemukan konsep pembelajaran [14]. Peneliti dan industri mengembangkan kit robot yang dapat dirangkai sendiri atau *do it yourself* (DIY) untuk menstimulasi konsep dan metode pemikiran dalam bidang STEM. Kit robot tersebut meliputi, motor, sensor, roda, gear, relay – apapun yang dibutuhkan untuk merangkai sebuah robot [13],[14].

Salah satu platform yang cukup banyak dijadikan rujukan sebagai media pembelajaran STEM adalah www.ottodiy.com/academy yang memiliki beragam menu-menu yang tersaji bagi para peserta didik maupun guru sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Menu Platform [Ottodiy.com](http://ottodiy.com) [19]

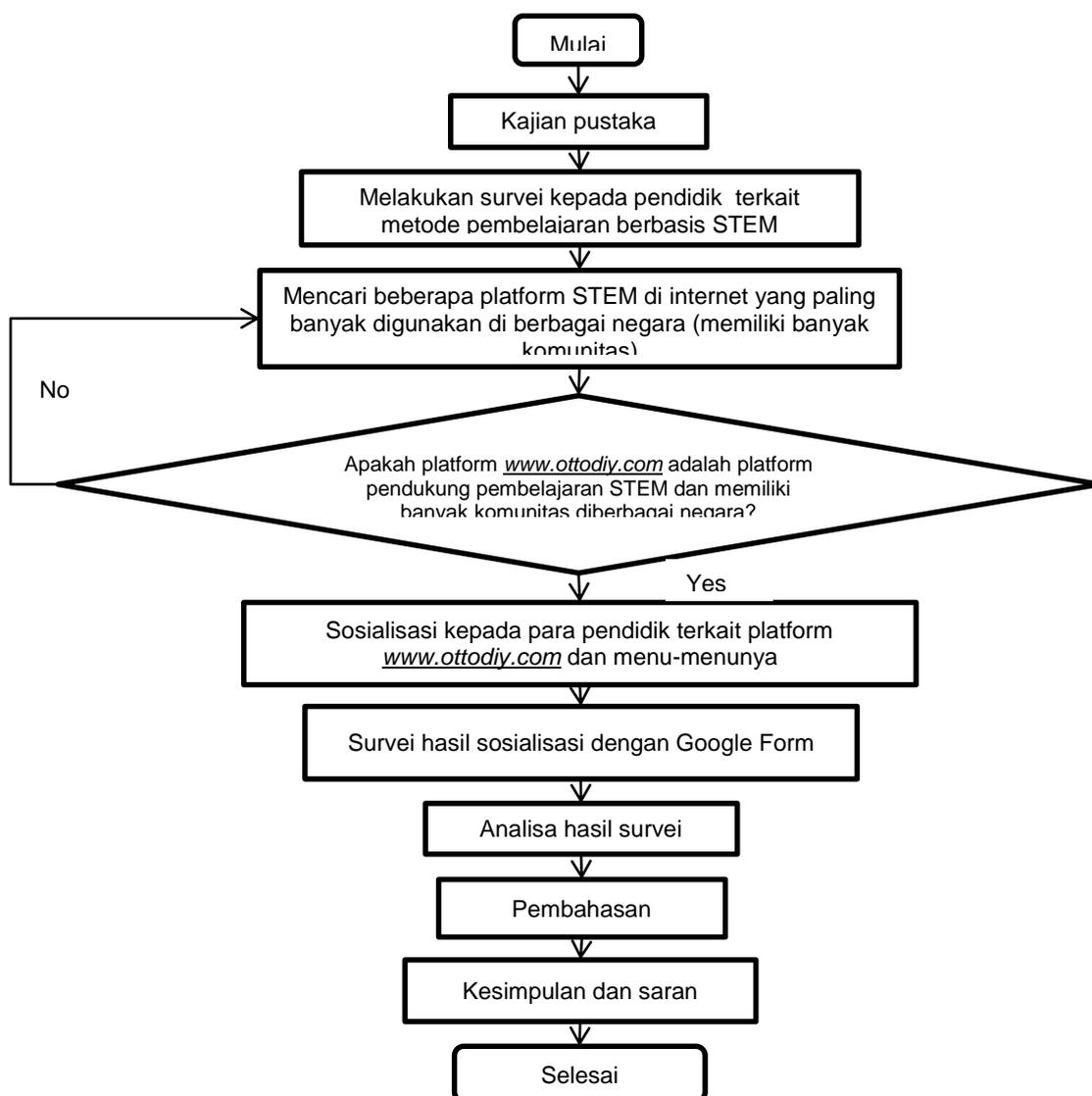
Meskipun telah terdapat banyak pembahasan mengenai penerapan robotika dalam pembelajaran STEM pada pendidikan dasar, sedikit pustaka yang menguraikan secara komprehensif bagaimana robotik dapat menjadi media penyampai atau simulator dalam sebuah

aktifitas pembelajaran. Kurangnya literatur tersebut dapat membuat praktisi dan akademisi di bidang robotika pendidikan kurang memahami bagaimana penerapan ilmu robotika pada model pembelajaran STEM khususnya untuk pendidikan dasar [7], [18].

Makalah ini tersusun sebagai berikut : latar belakang masalah terkait model pembelajaran STEM yang menjadi salah satu solusi model pembelajaran di masa depan untuk seluruh tingkat pendidikan. Selanjutnya dijelaskan pemanfaatan platform Ottodiy.com yang menyediakan berbagai menu model pembelajaran STEM. Menu-menu tersebut terkait bagaimana mempraktikkan ide robotika dari belajar cara membuat fisik bentuk robot dasar, belajar membuat koding, dan belajar lebih lanjut yaitu melakukan desain kreasi dari bentuk robot dasar tersebut ke bentuk baru sesuai dengan daya imajinatif dan kreatifitas peserta didik. Tahap berikutnya adalah pembahasan hasil pengambilan survei kepada para peserta pengguna platform tersebut. Terakhir adalah kesimpulan yang merupakan bentuk jawaban atas tujuan yang ditetapkan sekaligus saran untuk perkembangan selanjutnya.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan sampel 21 pendidik di tingkat sekolah dasar dan sekolah menengah. Tahapan eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini dilukiskan melalui diagram alir di Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Metode Penelitian

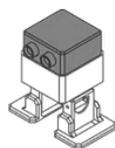
3. Hasil dan Analisa

3.1. Menu Utama Platform *Ottodiy.com*

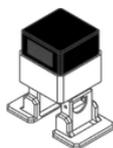
Gambar 3 menunjukkan ilustrasi model pembelajaran berbasis STEM yang disediakan oleh platform *Ottodiy.com* khususnya di menu akademik. Beberapa menu utama lainnya juga tersedia seperti menu game, menu komunitas dan menu blog. Khusus menu akademik terdapat beberapa sub menu yang dilengkapi instruksi manual untuk mendesain berbagai macam bentuk robot seperti robot otto tingkat pemula, robot otto emotik, robot otto roda, robot otto humanoid dan robot otto tingkat lanjut sebagaimana tersaji pada Gambar 3. Platform ini juga menyediakan panduan belajar secara lebih detail, lewat menu *educational guides* seperti disajikan Gambar 4. Pada menu ini peserta didik dapat belajar lebih lanjut untuk mengembangkan fungsionalitas desain robot asal bawaan platform menjadi robot yang memiliki kemampuan dan fungsi lebih lanjut seperti mengembangkan robot yang mampu dikendalikan jarak jauh dengan remote kontrol. Selain itu, diberikan kesempatan pengembangan menuju robot humanoid ataupun menjadikan robot berteknologi *IoT* (*internet of things*). Contoh pengembangan lanjut penting lainnya adalah menu yang berkaitan dengan penulisan koding (*source code*) yang merupakan bagian fundamental di bidang robotika. Pengembangan penulisan kode dilakukan melalui Arduino IDE meskipun bagi peserta didik yang belum memiliki kemampuan bahasa pemrograman tetap dapat memilih mengembangkan kemampuan robot melalui bahasa pemrograman block chain bawaan dari platform tersebut. Dengan pemrograman block chain peserta didik cukup melakukan tarikan (*drag*) dan letakan (*drop*) perintah sesuai dengan langkah-langkah algoritma yang diinginkan. Selain menu utama seperti yang dijelaskan sebelumnya terdapat juga menu tambahan berupa kursus secara daring (*online*).

Instruction Manuals

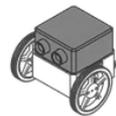
Click on the robot to learn how to assemble



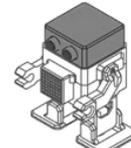
Otto Starter



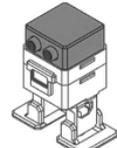
Otto Emotions



Otto Wheels



Humanoid Expansion

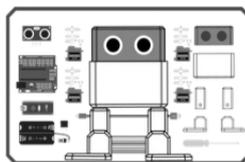


Smart Expansion

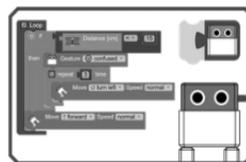
Gambar 3. Jenis-jenis robot yang disediakan oleh platform *Ottodiy.com* [19]

Educational Guides

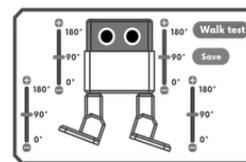
The modularity of Otto allow you to expand your robot functionalities as you learn and progress. Take your robot to the next level



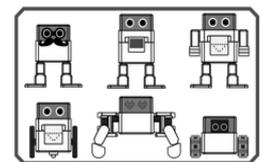
Start here!



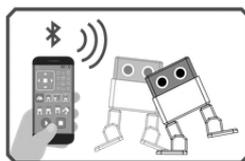
Otto Blockly coding guide



Servo motors calibration



Modular expansions guide



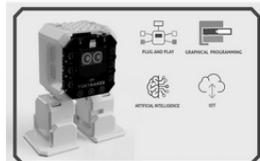
Remote Bluetooth control



Arduino IDE guide



Otto Ninja 101



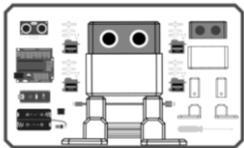
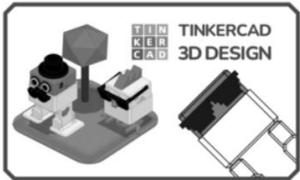
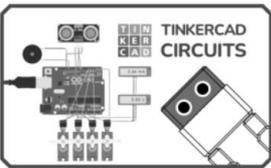
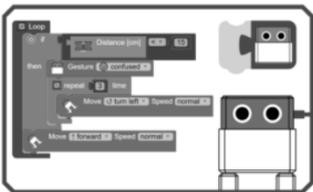
Robotics and IoT course

Gambar 4. Beberapa menu educational guides yang disediakan platform *Ottodiy.com* [19]

3.2. Menu Tambahan Pembelajaran Daring di Platform Ottodiy.com

Menu tambahan yang dapat diakses oleh peserta untuk dapat mengikuti pembelajaran secara daring disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Topik-topik model pembelajaran STEM yang disediakan platform Ottodiy.com

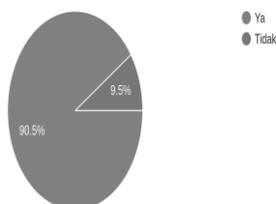
| Topik | Keterangan |
|---|--|
| <p>Build Your Own Robot 1</p>  <p>Build your own robot</p> <p>Build an interactive robot that anyone can make! Introduction course to robotics and technology.</p> | <p>Pada topik ini peserta didik dapat merakit sebuah robot interaktif dan belajar dasar-dasar teknologi robotika. Selain itu terdapat kesempatan belajar transversal seperti topik pendidikan lingkungan. Tujuan lain menu ini adalah meningkatkan pembelajaran kognitif, psikomotor dan fisik. Di menu ini peserta didik mendapatkan pengalaman penerapan penggunaan teknologi pendidikan.</p> |
| <p>Build Your Own Robot 2</p>  <p>Design your own robot</p> <p>Learn how to design your own robots in 3D by getting started in the basics of CAD modeling.</p> | <p>Merupakan topik tingkat lanjut karena pada topik ini peserta didik dapat membuat sebuah robot 3 dimensi (3D) berdasarkan pemodelan CAD (<i>computer aided design</i>). Diberikan kesempatan membuat rancangan robot kita sendiri apabila peserta didik telah familiar dengan pemodelan CAD. Di menu ini peserta dirangsang menemukan dunia modeling 3D melalui platform ottodiy.com. Dengan demikian, peserta diberikan kesempatan untuk membuat obyek virtual sesuai dengan imajinasi perspektif 3D. Kesimpulannya, pada menu ini peserta didik diberikan pengalaman belajar penggunaan teknologi CAD.</p> |
| <p>Engineer Your Own Robot</p>  <p>Engineer your own robot</p> <p>Learn the core hardware fundamentals of a robot and basics of electronics</p> | <p>Pada topik ini peserta didik dapat mengetahui perangkat keras berupa komponen elektronika apa saja yang dibutuhkan untuk membangun sistem robot. Peserta didik belajar mendeskripsikan komponen pada sistem robot, termasuk perangkat keras, sistem perangkat lunak dan sistem aplikasi. Di menu ini peserta didik dapat memahami bagaimana cara melakukan drag and drop blok kode; memahami bagaimana komponen perangkat keras dan perangkat lunak berkomunikasi satu sama lain, termasuk sistem lain; meningkatkan rasa ingin tahu tentang elektronik dan produk-produk teknologi; meningkatkan pemikiran sekuensial.</p> |
| <p>Code Your Own Robot</p>  <p>Code your own robot</p> <p>Learn to code easily while having fun with your Otto robot</p> | <p>Pada topik ini peserta didik dapat belajar membuat kode sederhana pada robot menggunakan aplikasi pemrograman blok sehingga memudahkan peserta dalam membuat kode walaupun tidak menguasai bahasa pemrograman. Peserta dibimbing memahami dasar-dasar bahasa pemrograman blok untuk membuat kode, mengontrol, dan mengoperasikan robot yang sederhana namun nyata; memahami dasar-dasar elektronika Arduino; mempelajari konsep input, output, aritmatika dasar dan ekspresi logika, instruksi bersyarat, dan fungsi; merancang dan menguji program dalam proses pemecahan masalah; memprogram gerakan dasar Otto, bermain dengan Otto dan menemukan cara membuatnya bergerak (melakukan gerakan dasar); memahami pemrograman fungsi suara Otto, suara robot dasar dan melodi; memprogram gerak tubuh dan emosi Otto; mempelajari cara pemrograman Otto menggunakan input sensor untuk memutuskan apa yang harus dilakukan aktuator. Loop, struktur, dan fungsi diperkenalkan untuk melakukan tugas berulang dalam urutan tertentu.</p> |
| <p>Coding With Arduino</p>  <p>Coding with Arduino</p> <p>Learn the Arduino platform and programming language to create robots.</p> | <p>Merupakan topik tingkat lanjut karena pada topik ini peserta didik dapat menulis koding dengan bahasa pemrograman atau <i>scratch</i> yang ditulis di Arduino IDE. Arduino adalah platform perangkat keras sekaligus bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman Arduino didasarkan pada kombinasi C dan C++. Dengan mempelajari cara membangun sirkuit dan kode, peserta didik dapat menambahkan tingkat interaktivitas baru ke proyek mereka sendiri, membuat prototipe produk potensial, dan mendapatkan keterampilan baru (sebagai hobi baru).</p> |

Berdasarkan survei dengan Google Form sebagaimana ditunjukkan Tabel 2 dan Gambar 5 kepada 21 responden yaitu para pendidik sekolah dasar dan sekolah menengah di wilayah Jakarta dan Depok, ditemukan sebesar 100% para pendidik yang belum mengetahui adanya platform Ottodiy.com. Hal tersebut dikarenakan minimnya waktu untuk mengeksplorasi sumber rujukan guna menerapkan model pembelajaran STEM. Hal ini berkorelasi dengan ditemukan sebanyak 47,6% pendidik belum pernah mencari rujukan platform yang menyediakan pengalaman belajar STEM baik di buku maupun di internet. Selain itu juga ditemukan sebesar 85,7% dari pendidik yang memiliki keterbatasan penguasaan bahasa Inggris, sementara bahasa pengantar di platform tersebut adalah bahasa Inggris. Akibatnya, mereka sulit mengerti materi dan menu-menu yang diperlukan. Sementara itu, berdasarkan survei Google Form yang diberikan kepada para peserta didik (murid) ditemukan sebanyak 95% antusiasme dan keinginan besar peserta didik dalam hal ini murid sekolah untuk mencoba memanfaatkan platform tersebut. Dengan demikian, dibutuhkan kajian lanjutan untuk mengimplementasikan STEM secara lebih riil di lapangan. Salah satunya dengan pendampingan ataupun pendidikan singkat seperti workshop kepada para pendidik. Dibutuhkan dukungan komitmen bersama dan fasilitas dari pihak sekolah dalam meningkatkan kapasitas para pendidik, mengingat kebutuhan metode pembelajaran yang lebih variatif, inovatif seperti model pembelajaran STEM di masa depan.

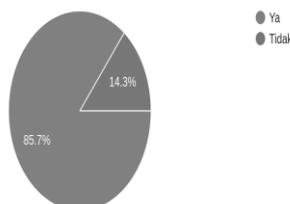
Tabel 2. Hasil survei penggunaan platform Ottodiy.com

| Pertanyaan | Ya(%) | Tidak(%) |
|--|-------------------|----------|
| Apakah Anda mengenal atau memahami istilah STEM (<i>Science Technology Engineering and Mathematics</i>) di dunia pendidikan? | 90.5 | 9.5 |
| Apakah Anda setuju jika topik robotik merupakan salah satu topik STEM yang tepat diperkenalkan mulai dari level pendidikan dasar? | 85.7 | 14.3 |
| Apakah Anda pernah mencari rujukan platform yang menyediakan pengalaman belajar STEM baik di buku maupun di internet? | 52.4 | 47.6 |
| Sebelumnya, apakah Anda pernah mengenal platform ottodiy.com sebagai salah satu platform yang menyediakan pengalaman belajar STEM ? | 0 | 100 |
| Setelah Anda diperkenalkan platform ottodiy.com apakah Anda tertarik untuk mencoba untuk menggunakannya(mencoba menu-menu yang disediakan) | 90.5 | 9.5 |
| Apakah menu-menu pada platform ottodiy.com mudah dimengerti dan digunakan? | 85.7 | 14.3 |
| Jika Anda menjawab 'Tidak' berikan alasan Anda | Berbahasa Inggris | |

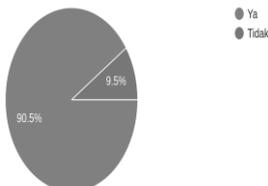
Apakah Anda mengenal atau memahami istilah STEM (Science Technology Engineering and Mathematics) di dunia pendidikan?
 21 responses



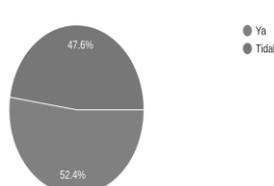
Apakah Anda setuju jika topik robotik merupakan salah satu topik STEM yang tepat untuk pendidikan mulai dari level pendidikan dasar?
 21 responses



Setelah Anda diperkenalkan platform ottodiy.com apakah Anda tertarik untuk mencoba menggunakannya (mencoba menu-menu yang disediakan)
 21 responses



Apakah Anda pernah mencari rujukan platform yang menyediakan pengalaman belajar STEM baik di buku ataupun di internet?
 21 responses



Gambar 5. Hasil survei peserta didik dalam memanfaatkan platform Ottodiy.com

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan diskusi yang dipaparkan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan bahwa model pembelajaran STEM bertopik robotika sangat sesuai dengan model pembelajaran di masa depan. Platform Ottodiy.com merupakan salah satu platform yang dapat digunakan sebagai rujukan aplikasi website yang menyediakan model pembelajaran STEM. Peserta didik mendapatkan pengalaman belajar penggunaan teknologi pendidikan.. Dari hasil survei diperoleh rata-rata pada selang 80%-95% peserta didik memberikan respon positif pada pengalaman belajar menggunakan model pembelajaran STEM bertopik robotika melalui platform Ottodiy.com. Ke depannya, diharapkan dapat dilakukan tindak lanjut berupa pendampingan lebih intensif penggunaan platform ini di sekolah-sekolah mulai dari sekolah tingkat dasar dan tingkat menengah.

5. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada LPPM Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta atas pendanaan penelitian ini dalam skema Riset Dosen Pemula.

Referensi

- [1] Abdul Latip. Minat Belajar Peserta Didik SMP Pada Pembelajaran STEM dengan Media Robot Edukasi. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*. 2020;1(2): 90-96.
- [2] Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 2019; 9 (2): 19-42.
- [3] Blackley dan Howell. The Next Chapter in the STEM Education Narrative: Using Robotics to Support Programming and Coding. *Australian Journal of Teacher Education*. 2019; 44(4): 51-64.
- [4] Bondan Eka Nugraha, Retsiana Satyarti Gutami. Logarithmus: Kit Robot Edukasi Science, Technology, Engineering And Mathematics (STEM) Untuk Menyongsong "MERDEKA Belajar". *Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA)*. Jakarta. 2020; 36-46.
- [5] Cakir, N.K., dan Guven, G. Arduino Assisted Robotic and Coding Applications in Science Teaching: Pulsimeter Activity in Compliance With The 5E Learning Model. *Journal Science Activities*. 2019; 56(2): 42-51.
- [6] Chen dan Chang. The Impact of an Integrated Robotics STEM Course with a Sailboat Topic on High School Students' Perceptions of Integrative STEM, Interest, and Career Orientation. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2018; 14(12):1-19.
- [7] Chalmers, C., & Nason, R. (2017). Systems Thinking Approach to Robotics Curriculum in Schools. In *Robotics in STEM Education* (pp. 33-57): Springer. 2017: 33-57.
- [8] Ebelit, R. The Effects of a Robotics Program on Students Skills in STEM, Problem Solving and Teamwork. *Thesis Science Education*. Postgraduate Montana State University. Bozeman, Montana; 2012.
- [9] Eguchi, A. Bringing Robotics in Classrooms. In M. S. Khine (Ed.), *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience* (pp. 3-31). Cham: Springer International Publishing. 2017: 3-3.
- [10] Feri Ardiana Aristawati, Cucuk Budiyo. Penerapan Robotika Dalam Pembelajaran STEM: Kajian Pustaka. *Seminar Nasional Pendidikan Vokasi ke 2*. Surakarta. 2017; 440-446.
- [11] Hossain, M.M., and Robinson, M.G. How to Motivate US Students to Pursue STEM Careers. *US-Chine Education Review*. 2012; 442-451.
- [12] Iim Halimatul Mu'minah, Ipin Aripin. The Implementation of Science Based STEM and ICT Learning for Improving The 21st Century Skill. *Jurnal Sainsmat*. 2019; 8(2): 28-35.
- [13] Jiea P. Y., Hanipah H., dan Sharifah S.S.A. Integrated Robotics STEM Curriculum Towards Industry 4.0. *International Journal of Human and Technology Interaction*. 2018; 2(2): 17-23.
- [14] Karaahmetoglu dan Korkmaz. The Effect of Project-Based Arduino Educational Robot Applications on Students' Computational Thinking Skills and Their Perception of Basic STEM Skill Levels. *Participatory Educational Research (PER)*. 2019; 6(2):1-14.
- [15] Rahmiza M, Syarifah. Pengembangan LKS STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Dalam Meningkatkan Motivasi dan Aktivitas Belajar Siswa SMA Negeri 1 Beutong Pada Materi Induksi Elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 2015 ; 3(1): 239-250.
- [16] Regina Nur Fitriyaningsih. Analisis Pola Perilaku Siswa Pendidikan Kejuruan dalam Pembelajaran STEM Menggunakan Robotika Lego Mindstorm Ditinjau dari Gaya Belajar KOLB. *Skripsi*. Surakarta: Undergraduate UNS; 2019.
- [17] Tri Mulayani. Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi Industry 4.0. *Seminar Nasional Pascasarjana*. Surakarta. 2019; 453-460.
- [18] Wang, W. A Mini Experiment of Offering STEM Education to Several Age Groups Through The Use of Robots. *The 2016 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*. 2016.
- [19] <https://www.ottodiy.com/academy>