

# Praktikalitas *Training Kit Mobile Robotic* pada Jurusan Teknik Elektronika Industri

Habibullah<sup>1\*</sup>, Ambiyar<sup>2</sup>, Herlin Setyawan<sup>1</sup>, Risfendra<sup>1</sup>, Juli Sardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Universitas Negeri Padang

\*Corresponding Author: [habibullah@ft.unp.ac.id](mailto:habibullah@ft.unp.ac.id)

**Abstract** — Vocational high schools (SMK) are schools that provide a workforce that has knowledge and skills in their respective fields. The Industrial Electronics Engineering Department is a department that provides a competent workforce in the field of robotics. SMK Negeri 2 Payakumbuh, majoring in Industrial Electronics Engineering, is experiencing problems to carry out robotic learning. The problem is that the school does not have a robotic training kit that can be used like a robot in industry. The school only has a robotic training kit that can be used to understand the use of basic robot inputs and outputs and cannot be run like robots in the industry. From these problems, the purpose of this research is to develop a mobile robotic training kit that is practical and can be used from basic learning to complex robot learning such as industrial applications. The research method used in this research is the research and development (R&D) method. The R&D model developed by Sugiono was used in this study, which consists of ten development steps. So that the results obtained in this study are mobile robotic training kits which are considered very practical by teachers with a percentage of 88.95%. It can be concluded that the mobile robotic training kit is very practical to use in the robotic learning process.

**Keywords** — Training Kit, Mobile Robotics, Vocational School, Practicality, Learning

**Abstrak** — Sekolah menengah kejuruan (SMK) merupakan sekolah yang menyediakan tenaga kerja yang memiliki ilmu dan keterampilan dibidangnya masing – masing. Jurusan Teknik Elektronika Industri merupakan jurusan yang menyediakan tenaga kerja berkompeten di bidang robotika. SMK Negeri 2 Payakumbuh jurusan Teknik Elektronika Industri mengalami permasalahan untuk melaksanakan pembelajaran robotik. Permasalahannya adalah sekolah belum memiliki *training kit robotic* yang dapat digunakan layaknya seperti robot di industri. Sekolah hanya memiliki *training kit robotic* yang dapat digunakan untuk memahami penggunaan *input* dan *output* dasar robot saja dan tidak bisa dijalankan semestinya robot di industri. Dari permasalahan tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan *training kit mobile robotic* yang praktis dan dapat digunakan mulai dari pembelajaran dasar hingga pembelajaran robot kompleks seperti penerapan di industri. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini metode *research and development* (R&D). Model R&D yang dikembangkan oleh sugiono di gunakan dalam penelitian ini, yang terdiri dari sepuluh langkah pengembangan. Sehingga hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah *training kit mobile robotic* yang dinilai sangat praktis oleh guru dengan persentase 88,95%. Dapat disimpulkan bahwa *training kit mobile robotic* sangat praktis digunakan dalam proses pembelajaran robotik.

**Kata Kunci** — Training Kit, Mobile Robotic, SMK, Praktikalitas, Pembelajaran

## I. PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan salah satu instansi pendidikan yang bertujuan menyiapkan tenaga kerja yang berilmu, kreatif dan kompeten didalam bidangnya masing – masing. Pembelajaran yang dilakukan di sekolah tentu mengikuti perkembangan teknologi yang ada di industri, hal ini disebabkan SMK menyiapkan tenaga kerja yang berketrampilan dan berpengetahuannya selaras yang diinginkan oleh industri [1]. Teknologi yang sangat berkembang pesat saat sekarang ini di industri adalah teknologi robotik yang mana sistem mesin yang ada di industri dapat berjalan dengan otomatis sesuai dengan program yang di inputkan dalam mesin. Dengan menggunakan sistem robotika pekerjaan yang dilakukan akan mendapatkan hasil yang lebih presisi dan akurat [2]. Oleh karena itu SMK hendaknya menyiapkan tenaga kerja yang kompeten di bidang robotik.

Salah satu jurusan di SMK yang menyiapkan tenaga kerja berkompeten di bidang robotika adalah Teknik Elektronika Industri di mana pada jurusan ini siswa akan di bekali dengan pembelajaran *Automation* Industri dan *Mobile Robotik* Industri [3]. Berdasarkan data yang didapatkan melalui jurnal Andria, dkk semua industri yang ada di dunia sudah menggunakan sistem robotika dan negara yang paling banyak menggunakan sistem tersebut adalah Jepang, Korea dan Jerman. Robot yang paling banyak dikembangkan adalah robot yang digunakan untuk mengangkut barang dan robot untuk produksi [4]. Robot ini memiliki peran penting dalam proses produksi industri maka SMK turut mengambil andil dalam proses kemajuan bangsa dan negara melalui menyediakan tenaga kerja yang professional didalam bidangnya.

**Tabel 1. KOMPETENSI DASAR TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI BIDANG MOBILE ROBOTIK**

KD Pengetahuan	KD Keterampilan
3.24 Memahami jenis-jenis <i>system control</i> untuk robot <i>mobile</i>	4.24 Menentukan sistem kontrol untuk sistem aplikasi robot <i>mobile</i> sesuai keperluan dan tujuan robot <i>mobile</i> .
3.25 Memahami jenis-jenis sensor pada sistem robot <i>mobile</i>	4.25 Menentukan jenis sensor untuk sistem aplikasi robot <i>mobile</i> sesuai keperluan dan tujuan robot <i>mobile</i>
3.26 Memahami jenis-jenis <i>actuator</i> pada sistem robot <i>mobile</i>	4.26 Menentukan jenis aktuator untuk sistem aplikasi robot <i>mobile</i> sesuai keperluan dan tujuan robot <i>mobile</i>
3.27 Memahami cara pemasangan dan perakitan komponen - komponen <i>mobile</i> robot sesuai manual instruksi atau data teknis	4.27 Melakukan pemasangan dan perakitan komponen-komponen <i>mobile</i> robot sesuai manual instruksi atau data teknis
3.28 Memahami tindakan pengamanan kegagalan operasi <i>mobile</i> robot	4.28 Menerapkan Tindakan pengamanan kegagalan operasi <i>mobile</i> robot
3.29 Menerapkan <i>testing and Commisioning</i> pada sistem robot <i>mobile</i>	4.29 Melakukan <i>troubleshoot</i> pada modul dan komponen robot <i>mobile</i>
3.30 Menerapkan <i>troubleshoot</i> pada modul dan komponen robot <i>mobile</i>	4.30 Melakukan <i>troubleshoot</i> pada modul dan komponen robot <i>mobile</i>
3.31 Memahami sistem robot <i>mobile</i> untuk aplikasi industri	4.31 Membangun robot <i>mobile</i> untuk aplikasi industri

Majunya teknologi yang digunakan industri maka banyak permasalahan - permasalahan yang timbul di SMK. Permasalahan tersebut salah satunya terjadi pada proses pembelajaran dimana guru - guru sulit menyampaikan materi pembelajaran kepada peserta didik khusus nya pada pembelaran robotika [5]. Permasalahan ini disebabkan oleh masih banyak SMK – SMK di Indonesia yang kekurangan akan media pembelajaran robotik sehingga proses pembelajaran yang terjadi tidak maksimal. Media pembelajaran memiliki peran sangat penting dalam proses pembelajaran karena SMK memiliki bobot pembelajaran pratikum yang sangat tinggi yakni 60% dan teori 40% [6]. Dengan melihat persentase praktik yang lebih banyak maka dapat diketahui bahwa SMK akan menghasilkan lulusan yang memiliki ketrampilan dan siap terjun di dunia industri.

Teknik Elektronika Industri di SMK merupakan jurusan yang mempelajari sistem *control robotic* lebih mendalam. Hal ini disebabkan pembelajaran *mobile robotic* sudah disusun dalam oleh pemerintah melalui kurikulum jurusan Teknik Elektronika Industri yang di namakan dengan kompetensi dasar (KD). KD ini dibagi menjadi dua bagian yakni KD pengetahuan dan KD ketrampilan. Adapun kompetensi dasar *mobile robotic* yang dipelajari oleh jurusan Teknik Elektronika Industri seperti yang diperlihatkan pada tabel 1. Berdasarkan tabel 1 maka dapat di ketahui bahwa pembelajaran *mobile* robotik sehendaknya lulusan Teknik Elektronika Industri menguasai sistem kontrol robot mobil. Hal ini ditunjukkan bahwa kompetensi dasar terakhir yakni 3.31 dan 4.31 bahwa siswa hendaknya menguasai ketrampilan dan pengetahuan membangun robot *mobile* untuk pengaplikasian di industri [7].

SMK Negeri 2 Payakumbuh merupakan salah satu SMK yang ada di Sumatera Barat yang membuka jurusan Teknik Eletronika Industri. Maka dapat diartikan bahwa SMK Negeri 2 Payakumbuh akan menghasilkan lulusan SMK yang menguasai bidang *mobile robotic* yang saat sekarang ini sangat di butuhkan oleh industri. Peneliti melakukan survei ke SMK Negeri 1 Payakumbuh terkait dengan pelaksanaan proses pembelajaran *mobile* robotik. Berdasarkan hasil survei dan observasi yang dilakukan oleh peneliti saat proses pembelajaran dari bulan Januari s.d Februari didapatkan bahwa proses pembelajaran dibidang *mobile* robotik tidak berjalan dengan optimal dan tidak sesuai dengan kompetensi dasar yang hendak di kuasai oleh siswa. Hal ini disebabkan oleh kurangnya media pembelajaran *mobile* robotik yang dimiliki oleh sekolah dalam proses pembelajaran.



Gambar 1. Proses Pembelajaran



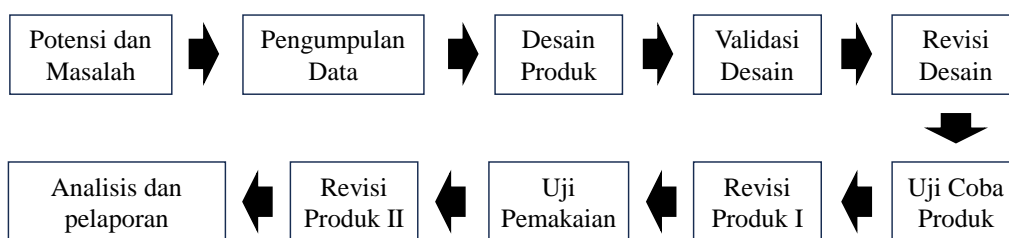
Gambar 2. Media Pembelajaran Mobile Robotik

Dalam proses pembelajaran siswa belajar hanya penggunaan masing – masing komponen *mobile* robotik saja seperti yang di sajikan pada gambar 1. Hal ini di sebabkan oleh keterbatasan komponen mobile robotik yang dimiliki oleh sekolah. Maka pratikum hanya dilakukan pada penggunaan pada masing – masing komponen saja tanpa terintegrasi satu sama lainnya. Adapun *training kit* yang dimiliki oleh sekolah juga masih mengalami keterbatasan jumlah dalam penggunaannya. Sekolah hanya memiliki satu *training kit* yang komponen – komponen robot *mobile* sudah terintegrasi satu sama lainnya tetapi trainer ini hanya ada satu buah saja dalam jurusan sehingga trainer ini tidak dapat digunakan dengan maksimal dalam proses pembelajaran. Trainer ini juga memiliki kelemahan yakni hanya mempresentasikan hasil simulasi dari proses kerja *mobile* robotik. Tidak bisa digunakan untuk pengaplikasian secara langsung, sehingga tidak memotivasi siswa untuk belajar karna tidak ada hasil yang nyata dilihat oleh siswa. Bentuk trainer tersebut seperti yang diperlihatkan pada gambar 2. Permasalahan ini harus di sikapi dengan serius oleh sekolah karena guru merupakan faktor utama yang menentukan kualitas kompetensi kompetensi peserta didik [8].

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan di atas maka tujuan dari penelitian ini ada membuat *training kit mobile robotic* yang dapat digunakan oleh guru dengan praktis pada pada pembelajaran robotik. Dengan adanya penelitian ini nantinya dapat meningkatkan proses pembelajaran yang dilakukan oleh SMK Negeri 2 Payakumbuh. Tujuan penelitian ini selaras dengan salah satu tujuan dari perguruan tinggi UNP yang diatur dalam UU No. 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi yaitu pada pasal 5 yang menyatakan bahwa terwujudnya pengabdian kepada masyarakat berbasis penalaran dan karya penelitian yang bermanfaat dalam memajukan kesejahteraan umum dan mencerdaskan kehidupan bangsa [9].

## II. METODE

Metode penelitian *research and development* (R&D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan *training kit mobile robotic* [10]. Metode penelitian R&D adalah salah satu metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan suatu produk yang dikembangkan dengan melakukan pengujian tingkat kelayakan dan efektifitas suatu produk yang dikembangkan [11]. Model R&D yang digunakan adalah model R&D yang dikembangkan oleh sugiono seperti terlihat pada gambar 3. Gambar 3 menunjukkan langkah – langkah metode penelitian R&D model sugiono yang digunakan untuk membuat *training kit mobile robotic*.



Gambar 3. Langkah – Langkah Metode Penelitian *Research and Development* (R&D)

Penelitian pengembangan *training kit mobile robotic* yang dilakukan tidak sampai pada proses memproduksi produk untuk komersial atau secara masalah. Hal ini dikarenakan keterbatasan biaya dan waktu yang dimiliki oleh peneliti sehingga langkah penelitian R&D yang digunakan cukup sampai pada langkah ke sembilan saja

Teknik pengumpulan data untuk mengukur tingkat kepraktisan *training kit mobile robotic* menggunakan angket. Angket yang di gunakan untuk mengukur tingkat kepraktisan *training kit mobile robotic* di adopsi dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Risfendra. Pengukuran kepraktisan *training kit* memuat lima aspek yakni : (1) kemudahan penggunaan media, (2) efisien waktu, (3) penginterpretasian media, (4) daya tarik produk, dan (5) ekivalensi [11]. Penilaian pada setia butir pernyataan dari indikator penelitian menggunakan skala liker seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 [12].

Tabel 2. SKALA LIKER PENILAIAN KEPRAKTISAN *TRAINING KIT MOBILE ROBOTIC*

Kategori	Skor
Sangat setuju	4
Setuju	3
Tidak setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan rumus statistika sehingga mengetahui tingkat kepraktisan *training kit mobile robotic* secara empiris [13]. Rumus yang digunakan yakni rumus menghitung persentase

pendapat responden yakni guru terhadap *training kit mobile robotic* yang dikembangkan. Adapun rumus yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1 [14].

$$\% \text{Praktikalitas} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil dari penggunaan rumus persamaan 1 merupakan persentase dari nilai kepraktisan teknologi yang dikembangkan. Untuk mengetahui tingkatan kepraktisan dari teknologi yang dikembangkan maka hasil persentase tersebut di kategorikan menurut tingkatan persentasenya. Sehingga dapat diketahui tingkatan dari kepraktisan teknologi yang dikembangkan. Adapun kategori persentase kepraktisan yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada tabel 3. Kategori praktikalitas di adopsi dari penelitian yang dilakukan sebelumnya yakni penelitian yang dilakukan oleh R. K. Ningsih and S. Sukardi [15].

**Tabel 3. KATEGORE PRAKTIKALITAS**

Kriteria	Persentase Pencapaian (%)
Sangat praktis	81 – 100
Praktis	61 – 80
Cukup praktis	41 – 60
Kurang praktis	21 – 40
Tidak praktis	0 – 20

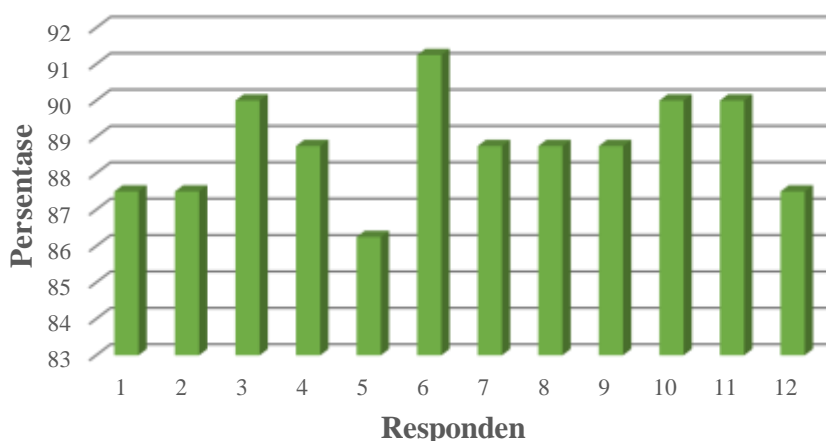
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan di SMK Negeri 2 Payakumbuh selama 3 hari mulai dari tanggal 12 s.d 14 september 2023. Proses pelaksanaannya dilakukan dengan secara sistematis untuk memperkenalkan *training kit mobile robotic*. Pelatihan dihari pertama dilakukan dengan melatih pemograman dasar robot dengan memuat 3 aspek utama yakni. (1) Para guru dilatih untuk memuat perancangan pergerakan robot seperti bagaimana robot bisa maju, mundur, belok kanan dan belok kiri. Pelatihan dilakukan hingga peserta memang benar - benar bisa membuat program pergerakan dasar robot tersebut. (2) Para guru dilatih untuk membuat pemograman input dasar robot seperti guru diminta untuk membuat pemograman dasar push button baik menggunakan 1 atau lebih push button untuk menggerakkan robot. Kemudian dilanjutkan dengan guru membuat pemograman input robot dari komunikasi serial antara *bluetooth* HC-05 dengan menggunakan Arduino.

Setelah melaksanakan penelitian yang dilakukan oleh guru maka guru akan diminta untuk menilai kepraktisan *training kit mobile robotic* yang digunakan. Hasil dari penilaian praktikalitas yang dinilai oleh guru seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 dapat diketahui bahwa semua guru memberi nilai dengan rentang dari 86 hingga 91 persen. Dengan demikian dapat diketahui bahwa semua guru berasumsi bahwa *training kit mobile robotic* yang dikembangkan sangat praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran sistem robotik di jurusan Teknik Elektronika Industri.

#### Hasil Penilaian Praktikalitas Tiap Responden



Gambar 4. Penilaian Praktikalitas Oleh Responden

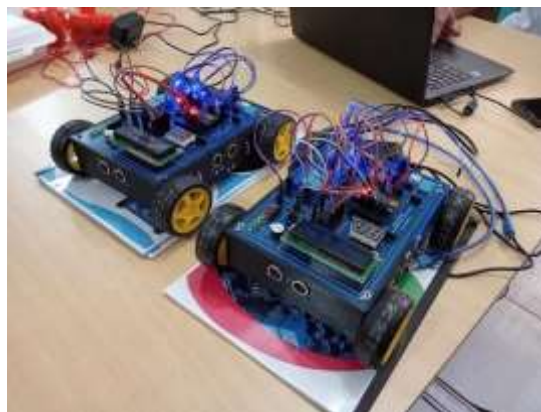
Berdasarkan penilaian dari responden yakni guru maka dapat diketahui rincian dari setiap indikator penilaian yang didapatkan. Adapun indikator penilaian yang di ajukan terdiri dari lima indikator yakni kemudahan penggunaan media, efisiensi waktu, penginterpretasian media, daya tarik produk, dan ekivalensi produk yang di terapkan. Indikator penilaian praktikalitas yang dilakukan di adopsi dari penilaian praktikalitas penelitian sebelumnya yakni penelitian yang dilakukan oleh risfendra. Adapun hasil dari penilaian praktikalitas *training kit mobile robotic* yang dinilai oleh guru sebanyak 12 orang guru seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4. KATEGORE PRAKTICALITAS**

No	Indikator Penilaian	Persentase Pencapaian (%)	Kriteria Pratikalitas
1	Kemudahan penggunaan media	88,75	Sangat praktis
2	Efisien waktu	82,78	Sangat praktis
3	Penginterpretasian media	91,67	Sangat praktis
4	Daya tarik produk	93,89	Sangat praktis
5	Ekivalensi	86,67	Sangat praktis
Hasil Keseluruhan		88,75	Sangat praktis

Berdasarkan hasil yang didapatkan maka dapat diketahui bahwa kelima indikator penilaian mendapatkan nilai dengan persentase dan kriteria sangat praktis dengan nilai seperti yang ditunjukkan pada tabel 4. Secara keseluruhan *training kit mobile robotic* dinilai sangat praktis oleh 12 orang guru sebagai pengguna *training kit mobile robotic* saat proses pembelajaran. Maka dapat di ketahui bahwa *training kit mobile robotic* yang dikembangkan sangat praktis digunakan oleh guru. Berarti bahwa teknologi yang dikembangkan dapat mempermudah guru melaksanakan proses pembelajaran.

Berdasarkan data yang didapatkan setelah 3 hari pelaksanaan penelitian di SMK Negeri 2 Payakumbuh maka dapat diketahui tanggapan yang dirasakan oleh pihak sekolah baik dari kepala sekolah dan guru. Dari penjelasan ketua jurusan Teknik Elektronika Industri (TEI) didapatkan informasi bahwa trainer yang dibawa oleh tim memang sangat sesuai dengan kebutuhan kegiatan belajar mengajar di jurusan. Kembali menurut pengakuan ketua jurusan bahwa jurusan TEI sangat minim akan fasilitas pendukung pembelajaran terutama akan peralatan atau trainer yang merepresentasikan kegiatan robotik industri yang terjadi di DUDIKA. Guru yang tergabung dalam pelaksanaan penelitian ini meminta agar kegiatan penelitian ini sering dilaksanakan, karena guru masih banyak yang memahami kemajuan teknologi yang sedang berkembang saat sekarang ini. Berikut seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 *training kit mobile robotic* yang diterapkan dalam pelaksanaan penelitian.



Gambar 5. *Training Kit Mobile Robotic*

## B. Pembahasan

Pengembangan teknologi untuk membantu proses pendidikan memuat tiga faktor yakni pratikalitas, validitas, dan efektifitas penggunaan teknologi tersebut dalam proses pembelajaran [16]. Dalam artikel ini membahas tentang praktikalitas teknologi *training kit mobile robotic* yang digunakan dalam proses pembelajaran robotik di jurusan Teknik Elektronika Industri. Berdasarkan hasil yang didapatkan dapat diketahui bahwa *training kit mobile robotic* yang dikembangkan sangat praktis digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran. Dengan demikian *training kit mobile robotic* dapat mempermudah pembelajaran guru dalam pembelajaran robotik. Seperti yang dijelaskan oleh Y. M. Putra and R. Risfendra [10] teknologi yang digunakan dalam proses pembelajaran sekolah kejuruan hendaknya dapat mempermudah pembelajaran dan mempermudah siswa memahami materi pembelajaran .

Teknologi pembelajaran *training kit mobile robotic* dikembangkan dengan memerhatikan kebutuhan dari pembelajaran peserta didik dan menyesuaikannya dengan kebutuhan industri. Sehingga dengan menggunakan *training kit mobile robotic* pembelajaran yang dilakukan oleh siswa hendaknya sama konsepnya dengan

pekerjaan yang dilakukan industri. Hal ini seperti yang dijelaskan oleh [17] J. Sikora and L. J. Saha dalam penelitiannya yakni pelaksanaan pendidikan kejuruan pembelajaran yang dilakukan oleh siswa hendanya menyamai pekerjaan yang akan dikerjakannya dalam dunia kerja sehingga pembelajaran dapat optimal dan pengetahuan serta keterampilan yang didapatkan oleh siswa lebih konkrit. *Training kit mobile robotic* yang dikembangkan dapat digunakan mulai dari pratikum dasar pengoperasian *input* dan *output* robot hingga pemrograman robot dengan kompleks [18].

Implikasi penerapan *training kit* ini dalam proses pembelajaran sistem robotik di jurusan Teknik Elektronika Industri dapat mempermudah guru dalam melaksanakan proses pembelajaran. Seperti yang dijelaskan dalam penelitian sebelumnya bahwa alat *training kit* yang digunakan dalam proses pembelajaran seharusnya dapat meningkatkan efisiensi waktu dan mempermudah proses pembelajaran [19]. Dengan menggunakan *training kit* yang mirip dengan pekerjaan industri (replika) juga dapat meningkatkan minat peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran dan membentuk sikap kerja peserta didik sesuai dengan kebutuhan dunia industri [20], [21].

Penelitian ini dibatasi hanya di SMK Negeri 2 Payakumbuh di jurusan Teknik Elektronika Industri di materi pembelajaran sistem kendali robotik. Dengan demikian praktikalitas yang diungkapkan dalam penelitian ini hanya praktikalitas penerapan di SMK Negeri 2 Payakumbuh. Dengan adanya batasan dalam penelitian ini, maka untuk penelitian selanjutnya menggunakan teknologi ini hendaknya melakukan penelitian di SMK lain sehingga dapat di ketahui praktikalitas *training kit* secara menyeluruh. Selain itu penelitian selanjutnya hendaknya mengukur efektivitas *training kit* dalam meningkatkan keterampilan peserta didik dan mengetahui dampak penerapannya terhadap sikap kerja peserta didik.

#### IV. PENUTUP

Setelah pelaksanaan penelitian selesai maka dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan *training kit mobile robotic* dikategorikan sangat praktis digunakan dalam proses pembelajaran dengan persentase 88,95 %. *Training kit mobile robotic* dapat digunakan oleh guru dengan mudah dalam proses pembelajaran. *Training kit mobile robotic* yang dikembangkan dapat digunakan mulai dari pratikum dasar pengoperasian *input* dan *output* robot hingga pemrograman robot dengan kompleks. Dengan selesainya dilaksanakan penelitian ini diharapkan teknologi ini dapat digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran dengan maksimal. Sehingga dapat menarik daya tarik peserta didik dalam proses pembelajaran.

#### REFERENSI

- [1] M. Veber, I. Pesek, and B. Aberšek, "Implementation of the Modern Immersive Learning Model CPLM †," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 6, 2022, doi: 10.3390/app12063090.
- [2] M. Çınar and H. Tüzün, "Comparison of object-oriented and robot programming activities: The effects of programming modality on student achievement, abstraction, problem solving, and motivation," *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 37, no. 2, pp. 370–386, 2021, doi: 10.1111/jcal.12495.
- [3] A. M. Ortiz, "Examining students' proportional reasoning strategy levels as evidence of the impact of an integrated LEGO robotics and mathematics learning experience," *J. Technol. Educ.*, vol. 26, no. 2, pp. 46–69, 2015.
- [4] R. Andria, S. Suwasono, and S. Sendari, "Pengembangan Media Trainer Kit Mobile Robot Quadcopter pada Mata Kuliah Robotika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang," *Tekno*, vol. 24, no. September, pp. 9–14, 2016.
- [5] S. Atmatzidou and S. Demetriadis, "Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences," *Rob. Auton. Syst.*, vol. 75, pp. 661–670, 2016, doi: 10.1016/j.robot.2015.10.008.
- [6] W. N. Fahmi and T. Elektro, "Pengembangan Trainer Robot Transporter dan Pemadam Api Line Follower Berbasis Arduino Nano Sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Pengendali Sistem Robotik di SMK Negeri 1 Tambelang," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 10, pp. 123–133, 2021.
- [7] H. Muhammad, "Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Teknik Elektronika Industri," p. 150, 2017.
- [8] H. Susanto, "Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja guru sekolah menengah kejuruan," *J. Pendidik. Vokasi*, vol. 2, no. 2, pp. 197–212, 2013, doi: 10.21831/jpv.v2i2.1028.
- [9] Kementrian Hukum dan HAM, "Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi," in *Undang Undang*, Jakarta, 2012, p. 18.
- [10] Y. M. Putra and R. Risfendra, "Praktikalitas Training Kits HMI Berbasis Outseal PLC pada Pembelajaran Sistem Kontrol Terprogram," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 04, no. 02, pp. 175–183, 2023, [Online]. Available: <http://jpte.pjj.unp.ac.id/index.php/JPTE/article/view/288%0Ahttp://jpte.pjj.unp.ac.id/index.php/JPTE/article/download/288/169>
- [11] Risfendra, Sukardi, and H. Setyawan, "Uji Kelayakan Penerapan Trainer Programmable Logic Controller Berbasis Outseal PLC Shield Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, p. 48, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108508.
- [12] Sukardi, R. Mayefis, and Usmeldi, "Effectiveness of Mobile Learning Media on Computer Assembly at Vocational High School," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1594, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1594/1/012012.
- [13] M. Rais, A. A. Rivai, K. Rahman, and E. Novitasari, "The Effectiveness of Project-Based Blended Learning in Accommodating Digital Literacy Skills," *Proceeding Int. Conf. Sci. Adv. Technol.*, pp. 1727–1736, 2020.
- [14] R. Risfendra, O. Candra, S. Syamsuarnis, and F. Firman, "Teaching Aid Development of Elecropneumatic Based Automation Course," *Adv. Soc. Sci. Educ. Humanit. Res.*, vol. 299, no. Ictvet 2018, pp. 214–217, 2019.

- [15] R. K. Ningsih and S. Sukardi, "Pengembangan E-modul Trainer Kontrol Motor Listrik dan PLC di Sekolah Menengah Kejuruan," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 18–21, 2021, doi: 10.24036/jpte.v2i1.70.
- [16] Y. H. Ching, D. Yang, S. Wang, Y. Baek, S. Swanson, and B. Chittoori, "Elementary School Student Development of STEM Attitudes and Perceived Learning in a STEM Integrated Robotics Curriculum," *TechTrends*, vol. 63, no. 5, pp. 590–601, 2019, doi: 10.1007/s11528-019-00388-0.
- [17] I. M. L. Souza, W. L. Andrade, and L. M. R. Sampaio, "Educational Robotics Applications for the Development of Computational Thinking in a Brazilian Technical and Vocational High School," *Informatics Educ.*, vol. 21, no. 1, pp. 147–177, 2022, doi: 10.15388/infedu.2022.06.
- [18] S. Chookaew, S. Howimanporn, S. Hutamarn, and T. Thongkerd, "Perceptions of Vocational Education and Training Teachers with regard to an Industrial Robot Training," *TEM J.*, vol. 10, no. 3, pp. 1149–1154, 2021, doi: 10.18421/TEM103-19.
- [19] S. Sukir, S. Soenarto, and S. Soeharto, "Developing conveyor trainer kit for programmable logic controllers in practical learning," *J. Pendidik. Vokasi*, vol. 7, no. 3, p. 329, 2018, doi: 10.21831/jpv.v7i3.15352.
- [20] N. Pellas and K. Tzafilkou, "The Influence of Absorption and Need for Cognition on Students' Learning Outcomes in Educational Robot-Supported Projects," *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 4, 2023, doi: 10.3390/educsci13040379.
- [21] G. A. Alqahtani and M. A. Alsalem, "The Effectiveness of a Training Program Based on Multimedia on Enhancing the Teaching Process and Critical Thinking Skills of Teachers of the Deaf and Hearing-impaired in Secondary Schools," *Int. J. Educ. Math. Sci. Technol.*, vol. 11, no. 5, pp. 1173–1183, 2023, doi: 10.46328/ijemst.3540.