

Rancang Bangun *Trainer* Elektro Pneumatik Menggunakan PLC Omron Type CP1E Untuk Mata Pelajaran Pengendali Sistem Robotik (PSR) di SMK N 5 Padang

Doni Malqadri¹, Almasri²

¹²Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Padang
e-mail: doni.malkadri.2412@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan rancang bangun trainer elektro pneumatic menggunakan PLC Omron type CP1E untuk mata pelajaran pengendali system robotic (PSR) di SMK N 5 Padang. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode deskriptif. Perancangan dilakukan baik dari segi perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Secara urut membutuhkan suatu hubungan secara utuh dan menyeluruh berupa konsep perancangan dengan menggunakan metode *waterfall* yang meliputi: analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan pembuatan alat serta pengujian. Berdasarkan hasil penelitian ditarik kesimpulan bahwa Media pembelajaran *trainer electro pneumatic* pada mata pelajaran Pengendali Sistem Robotik (PSR) layak untuk digunakan, berdasarkan validasi media memperoleh persentase nilai keseluruhan 95.62% dengan tingkat kelayakan sangat valid, dan validasi materi mendapatkan persentase 93.74% dengan tingkat kelayakan sangat valid. Hasil uji praktikalitas persentase keseluruhan 95.63% dengan tingkat kelayakan sangat praktis.

Kata kunci: *Rancang Bangun, Trainer elektro, PLC Omron Type*

Abstract

This study aims to describe the design of an electro-pneumatic trainer using the Omron PLC type CP1E for the subject of controlling the robotic system (PSR) at SMK N 5 Padang. This type of research is quantitative research using descriptive methods. The design is done both in terms of hardware (*hardware*) and software (*software*). Sequentially requires a relationship as a whole and as a whole in the form of a design concept using the waterfall method which includes: needs analysis, hardware design, software design, and tool manufacture and testing. Based on the results of the study it was concluded that the electro pneumatic trainer learning media in the subject of Robotic System Control (PSR) is feasible to use, based on media validation it obtains an overall score percentage of 95.62% with a very valid eligibility level, and material

validation obtains a percentage of 93.74% with a very feasibility level valid. Practicality test results overall percentage of 95.63% with a very practical feasibility level.

Keywords: *Design, Electrical Trainer, PLC Omron Type*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang begitu pesat, merupakan sesuatu yang tidak bisa kita hindari dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan kemajuan teknologi ini sangat berdampak terhadap berbagai aspek, diantaranya bagian sektor perindustrian. Dunia industri banyak yang menerapkan mesin-mesin sistem otomasi sebagai kontrol industri, dimana salah satu prinsipnya yaitu sistem kontrol pneumatik dan elektro pneumatik, sistem ini digunakan agar proses produksi lebih efisien dan maksimal.

Sistem pneumatik banyak digunakan dalam dunia industri sebagai *actuator* atau penggerak mekanis dan mengaturnya. Sistem pneumatik merupakan suatu sistem yang bekerja menggunakan udara terkompresi sebagai media kontrol. Sistem pneumatik digunakan dunia industri mengacu kepada karakteristik alamiah udara, sistem ini memiliki keunggulan ketersediaan media udara yang tanpa batas, bersih, ramah lingkungan, dan mudah ditransportasikan, mempunyai kecepatan yang relatif tinggi, tidak sensitif terhadap perubahan suhu.

Banyaknya institusi dunia pendidikan yang belum memaksimalkan dan membekali peserta didik untuk menghadapi kemajuan teknologi terutama dibidang sistem otomasi dan kontrol pneumatik, pembelajaran yang dapat membantu peserta didik menjadi individu yang kompeten dan dapat menyesuaikan diri dengan dunia industri. Kesulitan memahami konsep yang abstrak, kompleks, dan dinamik merupakan permasalahan dalam pembelajaran sistem pneumatik.

Undang-undang nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang memiliki visi mewujudkan sistem pendidikan sebagai pranata sosial yang kuat dan berwibawa untuk memberdayakan semua warga negara Indonesia agar menjadi manusia yang berkualitas sehingga mampu berperan aktif dalam melewati tantangan zaman yang selalu berubah. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan elemen penting bagi sistem pendidikan nasional di Indonesia dalam mempersiapkan dan mengembangkan Sumber Daya Manusia (SDM). Lulusan SMK diharapkan dapat bersaing di dunia kerja ataupun industri dengan kompetensi yang dimilikinya. Pendidikan kejuruan bertujuan menciptakan tenaga ahli dan profesional dalam mengikuti perkembangan dunia industri, maka dalam pembelajaran produktif haruslah sesuai dengan apa yang digunakan dalam dunia industri agar hasil pembelajaran efektif dan kompetensi yang diharapkan tercapai.

Kata fasilitas biasa diartikan dalam dua arti berbeda. Secara luas kata fasilitas dimaksudkan sebagai suatu fasilitas fisik atau non fisik yang diperlukan bagi kehidupan, atau bisa juga dimaksudkan sebagai benda fisik yang diperlukan bagi berfungsinya infrastruktur dan tertempel pada infrastruktur (GPO 2015; Sapri et al 2013; SRT 2009). Fasilitas adalah segala sesuatu yang dapat membantu

memudahkan pelaksanaan suatu usaha dan juga merupakan sarana prasarana dalam melakukan suatu kegiatan. Mengingat akan pentingnya sarana dan prasarana atau fasilitas dalam pembelajaran merupakan salah satu faktor penentu terhadap hasil belajar peserta didik, secara umum fasilitas belajar yang memadai dan sesuai dengan kebutuhan kompetensi akan sangat mendukung kegiatan belajar. Hasil belajar merupakan output dari proses belajar. Jadi, hasil belajar merupakan hasil yang dicapai peserta didik setelah mengalami proses belajar dalam waktu tertentu untuk mencapai tujuan sesuai dengan kompetensi yang ditetapkan.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 5 Padang merupakan salah satu sekolah yang menyelenggarakan kegiatan Proses Belajar Mengajar (PBM) di wilayah kota Padang. Salah satunya program keahlian Teknik Elektronika Industri (TEI) yang baru berdiri pada tahun 2021, program keahlian ini mempelajari tentang sistem otomasi industri dan kontrol industri. Pengendali Sistem Robotik (PSR) merupakan mata pelajaran produktif Teknik Elektronika Industri (TEI), kompetensi yang diajarkan adalah mengoperasikan sistem kendali pneumatik, elektro pneumatik, dan komponen pendukung elektro pneumatik lainnya seperti sensor, valve, relay dll.

Berdasarkan hasil Program Pengalaman Lapangan Kependidikan (PPLK) di SMK N 5 Padang periode Juli-Desember 2022, mata pelajaran ini masih tergolong baru dan proses pembelajarannya masih menggunakan cara konvensional, sistem kendali elektro pneumatik masih di jelaskan sebatas teori saja dan dibantu dengan video pendukung lainnya. Dalam kegiatan praktik peserta didik banyak diarahkan menggunakan *software FluidSim*, sedangkan mata pelajaran ini membutuhkan alat bantu berupa *trainer* untuk mendukung proses pembelajarannya, namun demikian, kekurangan alat praktik pendukung berdampak pada rendahnya pemahaman peserta didik terhadap sistem kontrol elektro pneumatik, hal ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Pencapaian Peserta Didik Tahun 2022/2023

No.	Tahun	Jumlah Siswa	KKM	Rata-Rata Nilai
1.	2022/2023	24	75	71.16

(Sumber : Rapor peserta didik Mata Pelajaran Pengendali Sistem Robotik)

Berdasarkan alasan tersebut dibutuhkannya fasilitas alat praktikum simulator atau *trainer* yang mirip dengan kondisi yang nyata atau menyerupai sistem otomasi dunia industri, terutama di sekolah menengah kejuruan. *Trainer* ini berguna untuk menyampaikan informasi atau tujuan pembelajaran kepada peserta didik, terutama untuk meningkatkan pemahaman tentang rancangan sistem control elektro pneumatik.

Trainer harus mencerminkan situasi nyata dan mudah dioperasikan, selain itu *trainer* juga menggambarkan proses yang sedang berlangsung secara fisik, atau matematis. *Trainer* sendiri merupakan salah satu media pembelajaran yang banyak digunakan institusi pendidikan sebagai alat bantu dalam pembelajaran, yang bertujuan untuk menyampaikan pesan atau informasi pembelajaran. Namun, banyak faktor yang mempengaruhi tidak adanya fasilitas media belajar yang memadai sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan, salah satunya memerlukan dana yang besar, dan masih banyak lagi faktor-faktor lainnya.

Penelitian sebelumnya telah membuat *trainer* elektro pneumatik yang *low cost* menggunakan mikrokontroler Arduino, sehingga penerapan *Programmable Logic Controller* (PLC) tidak diaplikasikan pada *trainer* tersebut (Fitriani, 2021:321). Mengacu pada permasalahan tersebut, maka penulis bertujuan membuat *trainer* elektro pneumatik yang terbagi menjadi beberapa blok atau bagaian. Adapun bagian-bagian dalam *trainer* yang akan dirancang ialah blok pneumatik murni, elektro pneumatik, dan aktuator sensor. Bagian-bagian ini dirancang agar memudahkan peserta didik untuk memahami alur dari sistem kontrol mulai dari pneumatik murni hingga elektro pneumatik yang dijalankan menggunakan PLC.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya alat bantu berupa *trainer* elektro pneumatik yang memberikan kemudahan bagi peserta didik SMK Negeri 5 Padang untuk praktik Pengendali Sistem Robotik (PSR), maka dari itu timbul lah ide atau gagasan penulis untuk membuat “Rancang Bangun *Trainer* Elektro Pneumatik Menggunakan PLC *Omron Type CP1E* Untuk Mata Pelajaran Pengendali Sistem Robotik (PSR) Di Smk Negeri 5 Padang” Dengan adanya *trainer* elektro pneumatik ini diharapkan dapat meningkatkan kompetensi peserta didik yang dibutuhkan dalam dunia industri.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode deskriptif. Perancangan dilakukan baik dari segi perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Secara urut membutuhkan suatu hubungan secara utuh dan menyeluruh berupa konsep perancangan dengan menggunakan metode *waterfall* yang meliputi: analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan pembuatan alat serta pengujian. Proses pembuatan alat ini dimulai dengan beberapa proses, diantaranya pembuatan mekanik alat, menentukan tata letak komponen, menentukan komponen yang tepat, dan perancangan sistem kinerja *trainer*. Instrument analisis data dalam penelitian ini berupa Angket Validalitas Media *Trainer* dan Angket Praktikalitas Media *Trainer*. Penelitian ini juga menggunakan teknik analisis validitas dan analisis praktikalitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Hasil Validitas

Tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan hasil validasi dengan cara melakukan demo atau uji coba pemakaian didepan validator. Disamping melakukan demo peneliti memberikan angket penilaian media pembelajaran *trainer electro pneumatic*. Bahan pendukung yang dilampirkan untuk proses penilaian adalah modul pembelajaran menggunakan *trainer electro pneumatic*. Setelah melakukan demo maka validator melakukan penelitian terhadap *trainer electro pneumatic*.

a. Hasil Validitas Isi

Validitas ini berupa tanggapan validator terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan angket yang diberikan. Penilaian yang dilakukan oleh

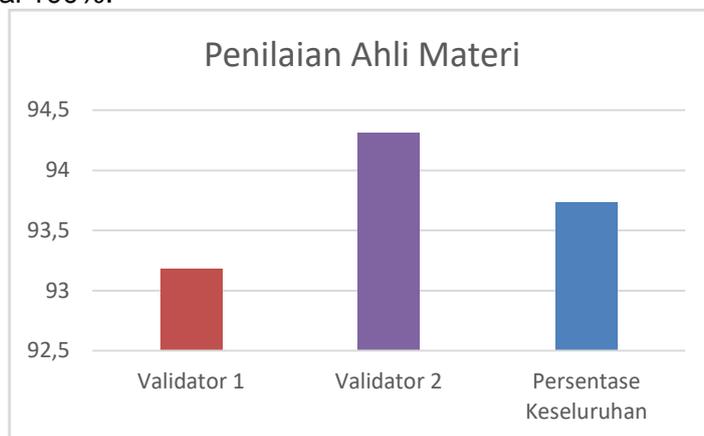
validator ditinjau dari dua aspek yakni pertama kualitas isi dan tujuan dan yang kedua kualitas pembelajaran. Data hasil penilaian oleh validator ahli materi dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 2. Hasil Validasi oleh Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Item Penilaian	Skor Penilaian	
			Validator 1	Validator 2
1	Kualitas isi dan tujuan	1	4	4
		2	3	4
		3	4	4
		4	3	4
		5	4	4
		6	4	4
		7	4	4
		8	4	4
		9	4	4
		10	3	3
2	Kualitas pembelajaran	11	4	4
		12	3	3
		13	4	3
		14	4	4
		15	3	4
		16	4	4
		17	4	3
		18	3	4
		19	4	4
		20	4	3
		21	4	4
		22	4	4
Jumlah Skor			82	83
Jumlah Skor Maksimum			88	88
Persentase			93.18%	94.31%
Persentase Keseluruhan			93.74%	

Berdasarkan hasil penilaian yang diperoleh dari ahli materi, diketahui bahwa hasil penilaian validator 1 didapatkan skor 82 dari 22 indikator dengan skor maksimum 88. Apabila dihitung menggunakan persentase, media pembelajaran mendapatkan persentase 100% yang diidentikkan dengan tabel dikategorikan “sangat valid”. Untuk validator 2 didapatkan skor 83 dari 22 indikator dengan skor maksimum 88. Apabila dihitung menggunakan persentase, media pembelajaran mendapatkan persentase 93,74% yang diidentikkan dengan tabel dikategorikan “sangat valid”. Rata-rata

persentase kedua nilai dari validator adalah 93.74% kemudian diidentikkan dengan tabel sehingga dikategorikan “sangat valid”. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa media pembelajaran ini layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Hal ini menyatakan bahwa media pembelajaran dikatakan sangat layak apabila berada pada persentase 81% sampai 100%.



Gambar1. Penilaian Ahli Materi

Tingkat kevalitan *trainer* dari segi validasi isi yang memuat aspek kualitas isi, tujuan dan kualitas pembelajaran mendapatkan nilai sebesar 93.74%. Berdasarkan nilai validasi yang didapatkan, maka *trainer* ini sangat valid untuk digunakan sebagai media pembelajaran Pengendali Sistem Robotik (PSR).

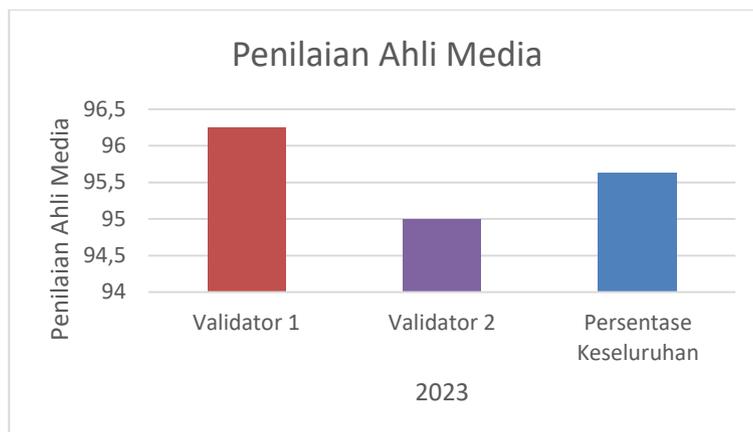
b. Hasil Validitas Konstruk

Validitas konstruk berupa tanggapan validator terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan angket yang diberikan. Penilaian yang diberikan oleh validator ditinjau dari dua aspek penilaian yakni kualitas teknik dan kemanfaatan. Data hasil penilaian oleh validator ahli media pembelajaran dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 3. Hasil validasi oleh ahli media

No	Aspek Penilaian	Item Penilaian	Skor Penilaian	
			Validator 1	Validator 2
1	Kualitas Teknik	1	4	4
		2	4	4
		3	4	4
		4	4	4
		5	4	4
		6	4	3
		7	4	4
		8	4	4
		9	4	3
		10	4	4
		11	3	4
		12	4	3
		13	3	4
		14	4	4
2	Kemanfaatan	15	3	3
		16	4	4
		17	4	4
		18	4	4
		19	4	4
		20	4	4
Jumlah Skor			77	76
Jumlah Skor Maksimum			80	80
Persentase			96.25%	95%
Persentase Keseluruhan			95.62%	

Berdasarkan hasil penilaian yang diperoleh dari ahli media, diketahui bahwa hasil penilaian validator 1 didapatkan skor 77 dari 20 indikator dengan skor maksimum 80. Apabila dihitung menggunakan persentase, media pembelajaran mendapatkan persentase 100% yang diidentikkan dengan tabel dikategorikan “sangat valid”. Sedangkan untuk validator 2 didapatkan skor 76 dari 20 indikator dengan skor maksimum 80. Apabila dipersentasekan, media pembelajaran mendapatkan persentase 96,25% yang diidentikkan dengan tabel dikategorikan “sangat valid”. Rata-rata persentase kedua nilai dari validator adalah 95.62% kemudian diidentikkan dengan tabel sehingga dikategorikan “sangat valid”. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa media pembelajaran ini layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Hal ini menyatakan bahwa media pembelajaran dikatakan sangat sangat layak apabila berada pada persentase 81% sampe 100%.



Gambar 1. Penilaian Ahli Media

Tingkat kevalitan *trainer* yang dikembangkan dari segi validasi konstruk yang memuat aspek kemanfaatan kualitas teknik mendapatkan nilai sebesar 95.62%. Berdasarkan nilai validasi yang didapatkan, maka *trainer electro pneumatic* ini sangat valid untuk digunakan sebagai media pembelajaran Pengendali Sistem Robotik (PSR).

c. Revisi hasil Validitas

Setelah dilakukannya uji validasi media pembelajaran dan didapatkan saran dan komentar dari ahli media dan ahli materi, sehingga dapat diketahui kekurangan dari media pembelajaran ini. Saran dan komentar yang diberikan validator ahli media dan ahli materi dijadikan landasan dalam merevisi media pembelajaran yang telah dibuat. Berikut ini saran dan komentar dari ahli media dan ahli materi pada tabel 4.

Tabel 4.. Saran dan Komentar Ahli Media dan Ahli Materi

Validator	Saran dan Komentar	
	Ahli Media	Ahli Materi
V1	Petunjuk penggunaan alat ditambahkan serta K3LH Perbaiki error di sensor proximity inductive Secara keseluruhan tampilan alat sudah bagus	Tambahkan peta konsep
V2	Tambahkan pelabelan pada kabel Tambahkan nama-nama setiao komponen	

2) Hasil Praktikalitas

Tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan hasil penilaian kepraktisan *trainer* yang digunakan. Cara untuk melakukan penilaian dengan melakukan pengujian *trainer* yang dikembangkan saat proses pembelajaran berlangsung. Disamping menerapkan *trainer* peneliti juga memberikan angket penilaian *trainer electro pneumatic* kepada

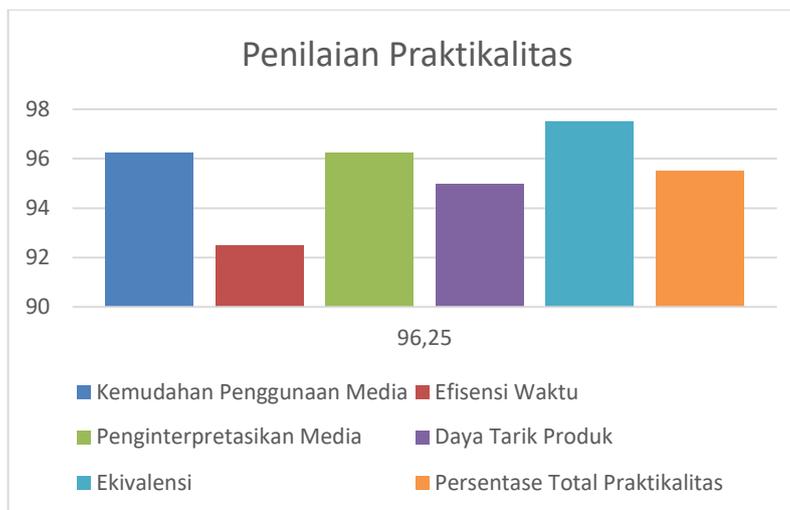
peserta didik. Setelah melakukan uji coba *trainer*, peserta didik mengisi angket penilaian praktikalitas *trainer electro pneumatic*.

Hasil uji praktikalitas dinilai oleh peserta didik kelas XI SMK Negeri 5 Padang sebanyak 10 orang seperti yang terdapat pada tabel 21. Penilaian bertujuan untuk mengetahui pendapat peserta didik tentang *trainer* saat proses pembelajaran.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Penilaian Peserta Didik

No	Aspek Penilaian	Item	Skor	Skor Maksimal	%
1	Kemudahan Penggunaan Media	1	38	40	96,25
		2	39	40	
		3	38	40	
		4	39	40	
2	Efisiensi Waktu	5	37	40	92.50
3	Penginterpretasikan Media	6	39	40	96,25
		7	38	40	
4	Daya Tarik Produk	8	37	40	95
		9	39	40	
		10	38	40	
		11	38	40	
5	Ekivalensi	12	39	40	97.50
Persentase Total Praktikalitas					95.5

Tabel 22 menunjukkan tingkat kepraktisan *trainer* yang dikembangkan dari segi penilaian peserta didik kelas XI Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 5 Padang. Tingkat kepraktisan yang didapatkan dapat digambarkan juga dalam bentuk diagram batang yang terdiri dari lima aspek praktikalitas yakni kemudahan penggunaan media, efisiensi waktu, penginterpretasian media, daya tarik produk dan ekivalensi yang dapat dilihat pada gambar 104



Gambar 2. Penilaian Praktikalitas

Berdasarkan tabel 22 dan gambar 104 maka dapat diketahui persentase kepraktisan *trainer* dari pandangan peserta didik kelas XI Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 5 Padang. Penilaian pada aspek kemudahan penggunaan media mendapatkan penilaian sebesar 95 yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Penilaian pada aspek efisiensi waktu mendapatkan penilaian sebesar 92.5 yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Penilaian pada aspek penginterpretasian media mendapatkan penilaian sebesar 97.5 yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Penilaian pada aspek daya tarik produk mendapatkan penilaian sebesar 92.5 yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Penilaian pada aspek ekuivalensi mendapatkan penilaian sebesar 97.5 yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Sehingga tingkat kepraktisan *trainer* yang dikembangkan dari segi pandang peserta didik kelas XI Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 5 Padang yang memuat semua aspek praktikalitas mendapat nilai sebesar 95.63%. Berdasarkan penilaian praktikalitas yang didapatkan, maka *trainer electro pneumatik* menggunakan PLC *Omron Type CP1E* sangat praktis untuk digunakan sebagai media pembelajaran Pengendali Sistem Robotik (PSR).

SIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan. Pertama, Telah dihasilkannya media pembelajaran berupa *trainer electro pneumatik* pada mata pelajaran pengendali sistem robotik di SMK Negeri 5 Padang. Kedua, *Trainer electro pneumatik* ini terdiri dari berbagai macam komponen utama terdiri dari, PLC, *solenoid valve*, *cylinder*, *pilot lamp*, *push button*, MCB, dan *air service unit*. Base terbuat dari triplek melamin yang dilapisi HPL (*High Pressure Laminated*), dengan ukuran panjang 90 mm dan lebar 60 mm. *Trainer* ini juga dilengkapi dengan modul ajar untuk mempermudah peserta

didik dalam proses pembelajaran. Ketiga, Media pembelajaran *trainer electro pneumatic* pada mata pelajaran Pengendali Sistem Robotik (PSR) layak untuk digunakan, berdasarkan validasi media memperoleh persentase nilai keseluruhan 95.62% dengan tingkat kelayakan sangat valid, dan validasi materi mendapatkan persentase 93.74% dengan tingkat kelayakan sangat valid. Hasil uji praktikalitas persentase keseluruhan 95.63% dengan tingkat kelayakan sangat praktis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, J. W., Aribowo, D., & Fatkhurrohman, M. 2020. "Media Pembelajaran Trainer Kit Elektropneumatik pada Mata Pelajaran Sistem Pengendali Elektronik di SMK Negeri 4 Kota Serang". *Jupiter (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 5(1), 14-21.
- Fauza, M. A. A. 2020. "Pengembangan Trainer Programmable Logic Controller (PLC) dan Elektropneumatik untuk Siswa SMK N 1 Bukittinggi". *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(2), 87-92.
- Hendrayadi. 2017. "Validasi Isi: Tahap Awal Pengembangan Kuesioner". *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis (JRMB)*. Fakultas Ekonomi UNIAT. Vol. 2 No. 2, Juni 2017: 169-173.
- layuningsih, T. 2019." Analisa Uji Kerja Sensor Induktif Dan Sensor Proximity pada Sistem Pemilah Barang". Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Mulyana, T. 2017. "Simulasi Sistem Otomasi Pencucian Mobil Menggunakan PLC Omron CP1E". *Jurnal Elektra*, 2(1), 22-31.
- Rahmat Musfekar. 2019. "Efektifitas Penggunaan E-Learning Berbasis Edmodo Terhadap Minat dan Hasil Belajar (Studi Kasus di SMK Negeri Al Mubarkeya)". *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*. Volume 3, Nomor 1, 1 Maret 2019, Hal 50-56.
- Risfendra, Sukardi, & Herlin Setyawan. 2020. Uji Kelayakan Penerapan Trainer Programmable Logic Controller Berbasis Outseal PLC Shield Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(2), 48.
- Risfendra., Candra, Syamsuarnis, & Firman. 2019. *Teaching Aid Development of Elecropneumatic Based Automation Course*. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 299 (Ictvet 2018), 214–217.
- Sifa, A., Hendrawan, T., Haris, E., & Fitriani, F. 2021. "Rancang Bangun Trainer Elektro Pneumatik Low Cost Berbasis Micocontroller (Arduino) untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)". In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 12, pp. 320-323).
- Slamet Wibawanto, M. T., Putranto, H., & Hariyani, N. 2021. *Modul Pemrograman: Cx-Programmer Dan Cx-Designer*. Ahlimedia Book.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tickoo, S. (2017). *Creo Parametric 4.0 for Designers*. CAD/CIM Technologies.

- Uyun, I., & Myori, D. E. (2021). Efektivitas Penerapan Trainer sebagai Media Pembelajaran Dasar Listrik Elektronika. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 47-51.
- Vizensia Arsanty Nungki. Dkk. 2017. "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Model Pembelajaran STS dalam Peningkatan Penguasaan Materi dan Pencapaian Kreativitas Peserta didik SMK". *Jurnal Pendidikan Fisika*. Volume 6, Nomor 1, Th. 2017
- Yudaningtyas, E. 2017. *Belajar sistem kontrol: soal dan pembahasan*. Universitas Brawijaya Press.
- Yunianto, A. 2017. *Limit Swich dan Sensor pada pneumatik dan elektro pneumatik: modul elektronika dan mekatronika*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.