

RANCANG BANGUN TRAINER MINI PLC BERBASIS ARDUINO PADA MATA PELAJARAN SISTEM PENGENDALI ELEKTRONIK DI SMK NEGERI 1 JETIS MOJOKERTO

Hamzah Hutomo

S1 Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: hamzahhutomo@gmail.com

Bambang Suprianto

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: bambangsuprianto@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran Trainer Mini PLC Berbasis Arduino yang layak digunakan dalam pembelajaran pada Mata Pelajaran Sistem Pengendali Elektronik Kelas XII TEI di SMK Negeri 1 Jetis Mojokerto. Kelayakan media pembelajaran dinilai dari aspek kevalidan, keefektifan dan kepraktisan.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan menggunakan uji *One Shot Case Study*. Uji coba Trainer Mini PLC beserta Jobsheet ini ditunjukkan kepada 20 siswa kelas XII TEI di SMKN 1 Jetis Mojokerto. Instrumen penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut : 1) Aspek kevalidan digunakan lembar validasi trainer, jobsheet dan soal; 2) Aspek kepraktisan digunakan angket respons siswa; dan 3) Aspek keefektifan digunakan lembar penilain siswa dari hasil praktikum dan soal posttest yang telah divalidasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa trainer dan jobsheet yang dikembangkan layak digunakan. Tingkat kevalidan trainer sebesar 88,09 % (sangat valid) dan tingkat kevalidan jobsheet sebesar 86,11% (sangat valid). Dari analisis angket respon siswa didapatkan tingkat kepraktisan dengan persentase sebesar 89,74% (sangat praktis). Sedangkan tingkat efektifitas dianalisis dari rata-rata hasil belajar siswa yang telah melebihi (KKM=75) yaitu sebesar 86,83. Dari hasil analisis SPSS didapatkan nilai t_{hitung} sebesar 16,750 dengan $df=19$ dan memperoleh signifikansi 0,000 yang membuktikan nilai hasil belajar sama atau melebihi KKM yang berarti trainer dan jobsheet efektif digunakan dalam pembelajaran.

Kata kunci : Trainer Mini PLC Berbasis Arduino, Validitas, Kepraktisan, Efektifitas.

Abstract

This study aims to produce learning media for Arduino-based Mini PLC Trainer that is suitable for use in learning on the Class XII TEI Electronic Control System Subjects at SMK Negeri 1 Jetis Mojokerto. The feasibility of learning media are assessed from the aspect of the validity, effectiveness and practicality.

The research method used is Research and Development (R&D) using the One Shot Case Study test. Trial of Mini PLC Trainers and Jobsheet is shown to the 20 students of class XII TEI at SMKN 1 Jetis Mojokerto. The research instruments used are as follows: 1) The validity aspect is used by trainer, jobsheet and questions validation sheets; 2) Practical aspects of using student response questionnaires; and 3) The effectiveness aspect is used by the student assessment sheet of the results of the practicum and validated posttest questions.

The results showed that the trainers and jobsheet developed were suitable for use. The trainer's validity rate is 88.09% (very valid) and the jobsheet is a validity level of 86.11% (very valid). From the analysis of student questionnaire responses obtained the practicality level with a percentage of 89.74% (very practical). While the level of effectiveness evaluated from the average student learning outcomes have increased (KKM = 75) that is equal to 86.83. From the results of the analysis, SPSS obtained a tcount of 16,750 with $df = 19$ and obtained a significance of 0,000 which proves the value of learning is equal or exceeds KKM which means that the trainer and jobsheet are effectively used in learning.

Keywords: Arduino Based Mini PLC Trainer, Validity, Practicality, Effectiveness.

PENDAHULUAN

Menurut Criticos dalam (Daryanto, 2016, hal.4) media adalah komponen komunikasi yang mana sebagai pembawa pesan antara komunikator dan komunikan. Yang berarti media merupakan penghubung antara dua pihak yang ingin menyampaikan pesan. Sedangkan

proses belajar mengajar atau proses pembelajaran merupakan proses komunikasi dari guru sebagai pengantar pesan serta siswa yang merupakan penerima pesan (Sanjaya, 2008, hal.205). Sehingga media pembelajaran merupakan penghubung dari penyampaian pesan dari guru kepada siswa.

Sesuai dengan pendapat (Arsyad, 2013, hal.74) hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan media pembelajaran adalah pembuatannya harus praktis, luwes, dan bertahan. Maksudnya adalah, media pembelajaran tidak harus memiliki harga yang tinggi. Untuk mendapatkan media yang baik. Namun, media yang simpel serta mudah penggunaannya, harga yang terjangkau dan dapat digunakan dalam jangka yang panjang lebih diutamakan. Sehingga apabila dibandingkan media yang memiliki fungsi yang sama namun harga yang berbeda, maka harga yang lebih tinggi bisa jadi akan ditinggalkan.

Trainer yang merupakan alat peraga yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran. alat peraga dalam pendidikan Menurut (Sudjana, 2002, hal. 59) merupakan alat yang dapat ditangkap oleh mata dan telinga yang bertujuan dalam membantu guru menangani proses belajar mengajar siswa secara lebih efektif dan efisien. Dan juga menurut (Hasan, 2006, hal.3) Trainer adalah set peralatan laboratorium yang digunakan untuk media pembelajaran yang merupakan gabungan dari model kerja dan mock-up.

Dalam dunia SMK yang mengedepankan praktik harus dapat mengenali sebagian dari peralatan dalam dunia industri. Programmable Logic Controller atau biasa dikenal PLC menurut (Suhendar, 2005, hal.26), umumnya PLC mirip dengan sebuah Personal Computer (PC) konvensional karena memiliki konfigurasi yang mirip. Akan tetapi PLC dirancang khusus sebagai pembuatan panel kontrol. Secara khusus PLC dirancang untuk menangani sistem kontrol pada mesin-mesin industri atau aplikasi yang lain, seperti lampu lalu lintas, air mancur, penyiraman golf otomatis, dll.

Diketahui pula Arduino adalah perangkat prototipe elektronik yang berbasis *mikrokontroler* yang fleksibel serta *open source* (Andrianto & Darmawan, 2015, hal.15). Penggunaan Arduino sangat mudah, bahkan dalam pengaplikasiannya pada sensor, indikator, motor, atau perangkat lainnya. Arduino bebas digunakan karena dasar alat ini yang *open source*. Arduino dikembangkan oleh Hernando Barragan pada tahun 2004 melalui tesisnya yang berjudul “Arduino Revolusi Open Hardware”.

Berdasarkan dari hasil pendahuluan (Need Assesment) yang ditujukan pada kepala bengkel di SMK Negeri 1 Jetis Mojokerto. Trainer yang tersedia masih kurang memadai untuk mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik. Hal ini membuat siswa kurang aktif dalam pembelajaran, sehingga banyak siswa yang kurang motivasi dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Trainer PLC pada SMKN 1 Jetis jarang digunakan, dikarenakan saat digunakan kadang terjadi trouble. Dikatakan bahwa alat ini dahulu kurang ada perawatan.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut dapat dirumuskan masalah sebagai berikut yaitu bagaimana kevalidan, kepraktisan, keefektifan dalam pengembangan media pembelajaran Trainer Mini PLC berbasis Arduino pada mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik.

Dengan adanya Trainer Mini PLC berbasis Arduino ini diharapkan kegiatan belajar mengajar menjadi lebih menarik dan interaktif sehingga siswa mudah dalam memahami materi, khususnya dalam mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik. Sehingga, Trainer ini dapat diaplikasikan dalam pembelajaran materi Sistem Pengendali Elektronik, sehingga penyampaian lebih optimal serta memberikan kontribusi atas kendala yang didapat dari sekolah atas mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik serta dapat meningkatkan kualitas pembelajaran

METODE

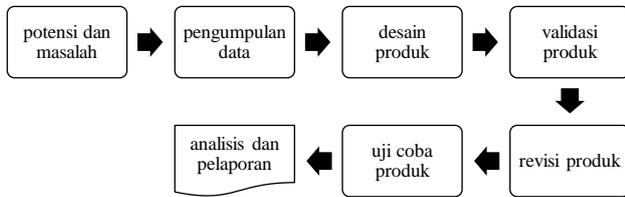
Metode *Research and Development* (R&D) menurut Gay, Mills & Airasian dalam (Silalahi, 2018, hal.3) bahwa R&D merupakan proses penelitian sesuai kebutuhan yang kemudian dikembangkan produk untuk memenuhi kebutuhan yang dibutuhkan tersebut. Tujuan dari R&D bukan untuk menguji teori tetapi untuk mengembangkan produk-produk yang efektif digunakan di sekolah. Menurut (Sugiyono, 2015, hal.334), langkah-langkah penelitian R&D meliputi 10 tahapan yaitu : yaitu (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, (6) uji coba produk, (7) revisi produk, (8) uji coba pemakaian, (9) revisi produk, dan (10) pembuatan produk massal. Dalam bentuk bagan, adalah sebagai berikut



Gambar 1. Langkah-langkah *Research and Development* (R&D). (Sugiyono, 2015, hal.348)

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak dimaksudkan untuk diproduksi secara massal sehingga penelitian disajikan secara terbatas. Produk yang dikembangkan hanya merupakan produk percobaan dengan melihat waktu penelitian yang terbatas. Dan

selanjutnya tahapan dipersempit hanya sampai tahap uji coba produk, dan selanjutnya langsung dilaksanakan analisis data serta pelaporan untuk menyajikan hasil penelitian yang dilakukan. Dalam Gambar 2 akan dipaparkan prosedur R&D yang penulis terapkan.



Gambar 2.. Langkah-langkah *Research and Development* (R&D) yang penulis terapkan

Dari tahapan tersebut akan diuraikan kegiatan penelitian seperti pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Tahap R&D Berdasarkan Kegiatan Penelitian.

No	Tahap R&D	Aktifitas
1.	Potensi dan Masalah	a. Mencari tahu potensi penelitian yang ada di SMKN 1 Jetis b. Mencari tahu permasalahan yang dialami oleh SMKN 1 Jetis
2.	Pengumpulan data	a. Studi literatur, sebagai pengkajian untuk mempelajari konsep dan teori tentang penelitian dan produk yang dikembangkan b. Studi lapangan, untuk mengkaji keadaan di SMK Negeri 1 Jetis sebagai objek penelitian
3.	Tahap Desain Produk	a. Mendesain Trainer b. Mendesain Jobsheet
4.	Tahap Validasi Produk	a. Mengajukan validasi ke 3 ahli sebagai evaluasi dan revisi untuk memberikan produk yang berkualitas dan layak diaplikasikan.
5.	Tahap Revisi Produk	a. Merevisi sesuai saran yang didapatkan dari validator
6.	Tahap Uji Coba Produk	a. Melakukan Uji Coba Produk terhadap Siswa kelas XI TEI 2 dengan jumlah siswa 20 orang pada mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik
7.	Tahap Analisis dan Pelaporan	a. Melakukan analisis terhadap data yang telah didapatkan dan melakukan pelaporan

Uji coba dilakukan untuk mengetahui hasil belajar dan respon siswa dalam penggunaan Trainer Mini PLC. Dalam mengetahui dampak hasil belajar dalam penggunaan Trainer, maka uji coba yang digunakan adalah Pre-Experimental Design dengan bentuk One-Shot Case Study.



Gambar 3. Desain Eksperimen *One-Shot Case Study* (Sugiyono, 2015, hal.110)

Keterangan:

X =Perlakuan dengan menggunakan Trainer Mini PLC berbasis Arduino dan Jobsheet. (variabel independent)

O =Observasi Nilai Hasil belajar setelah mendapatkan perlakuan. (variabel dependent)

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 1 Jetis Mojokerto pada kelas XII TEI 2. Penelitian ini dilaksanakan pada semester Ganjil tahun ajaran 2019/2020. Langkah yang ditempuh dalam pelaksanaan penelitian ini adalah: (1) Membuat surat ijin dari Universitas Negeri Surabaya Fakultas Teknik untuk melakukan penelitian di SMK Negeri 2 Surabaya, (2) Pihak sekolah memberikan ijin untuk melakukan penelitian, (3) Melakukan studi lapangan sebagai pengumpulan data, (4) Didasarkan pada hasil studi lapangan yang dilakukan, disusunlah proposal penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Trainer Mini PLC berbasis Arduino Pada Mata Pelajaran Sistem Pengendali Elektronik di SMK Negeri 1 Jetis Mojokerto” (5) Pembuatan produk berupa trainer beserta jobsheet yang akan digunakan selama penelitian, (6) Validasi produk oleh validator yang berkompeten pada bidangnya, (7) Pengujian produk pada siswa kelas XII TEI 2 di SMK Negeri 1 Jetis Mojokerto, (8) Pelaporan akhir dilakukan setelah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

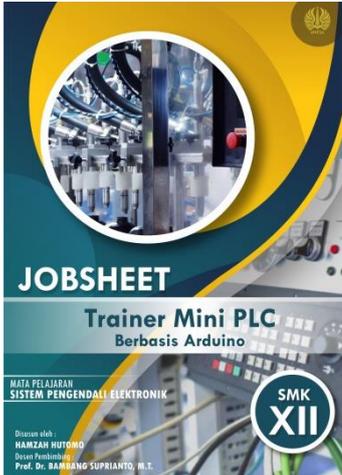
Produk Trainer

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa Trainer yang dapat mensimulasikan aplikasi PLC sebenarnya serta komponen pendukung sebagai bahan praktikum dan dibantu dengan aplikasi Android *PLC Ladder Simulator*. Di dalam trainer tersedia beberapa blok, yaitu : a) Blok Mini PLC, b) Blok Perangkat Input, c) Blok Perangkat Input, d) Blok Perangkat Tambahan, e) Blok Power Supply, f) Blok Power+ (Aplikasi Relay)



Gambar 4. Trainer Mini PLC berbasis Arduino
(Sumber: Data Pribadi)

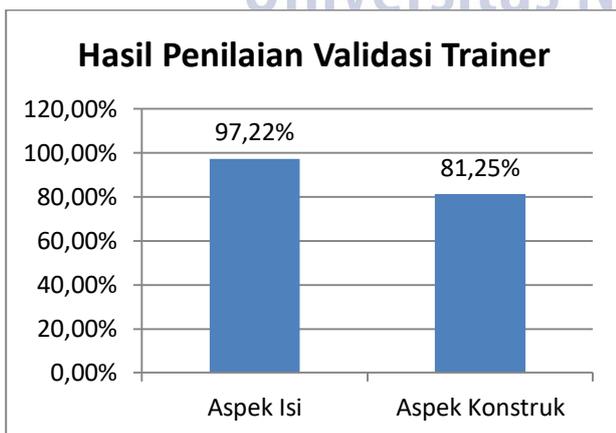
Produk Jobsheet



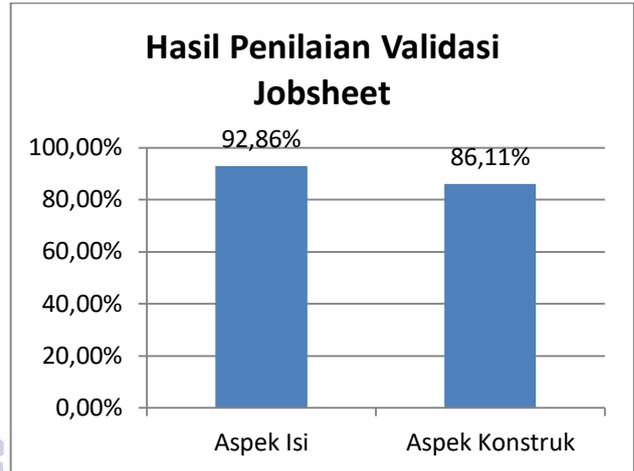
Gambar 5. Jobsheet Trainer Mini PLC Berbasis Arduino
(Sumber: Data Pribadi)

Produk ini telah divalidasi oleh 3 (tiga) validator yang terdiri dari 2 dosen ahli dan 1 guru dari SMKN 1 Jatis Mojokerto. Nama-nama validator yang telah menguji kelayakan produk dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. 1) Bapak Arif Widodo, S.T., M.Sc., 2) Bapak Rifqi Firmansyah, S.T., M.T., dan 3) Bapak Arif Priyo Utomo, S.Pd.

Dari ketiga validator tersebut didapatkan hasil validasi terhadap Trainer beserta Jobsheet yang akan digunakan dalam penelitian, yaitu sebagai berikut :



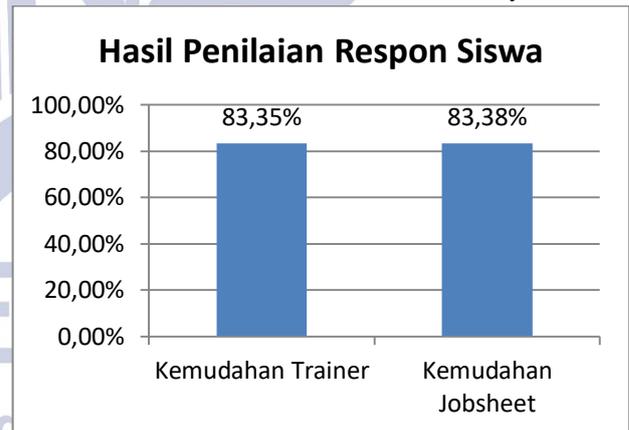
Gambar 6. Grafik Hasil Rating Validasi Trainer



Gambar 7. Grafik Hasil Rating Validasi Trainer

Setelah dilakukan validasi untuk mengetahui tingkat kelayakan produk, kemudian dilakukan penelitian analisis kepraktisan pada siswa melalui analisis respon siswa saat pembelajaran menggunakan Trainer Mini PLC Berbasis Arduino beserta Jobsheetnya. Trainer beserta Jobsheet ini diujikan secara terbatas dengan responden berasal dari 20 siswa XII TEI 2 SMKN 1 Jatis Mojokerto

Berikut ini adalah pengolahan data hasil respons siswa terhadap pembelajaran yang menggunakan Trainer Mini PLC Berbasis Arduino beserta Jobsheetnya.



Gambar 8. Grafik Hasil Penilaian Respon Siswa

Dalam mencari Efektifitas dilakukan uji terhadap kompetensi pengetahuan (kognitif) maupun kompetensi keterampilan (psikomotor), nilai tersebut akan digabungkan dengan perbandingan 70/30, dimana 70% kompetensi psikomotor, dan 30% pada kompetensi kognitif, setelah didapatkan nilai kompetensi, kemudian diuji menggunakan uji-t dengan tujuan untuk mengetahui antara rata-rata nilai yang dicapai dengan KKM.

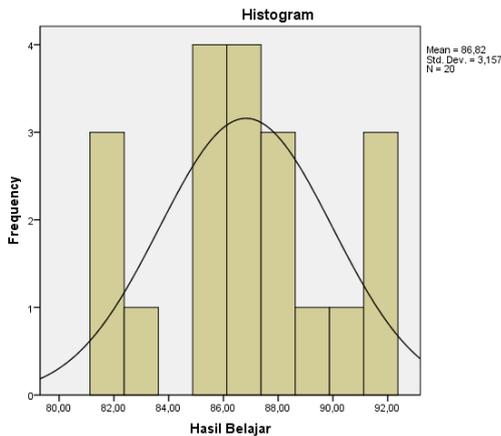
Untuk mendapatkan nilai akhir, dengan perbandingan nilai keterampilan 70% dan nilai pengetahuan 30%, didapatkan dengan cara berikut.

$$HB = \frac{(30 \times K) + (70 \times P)}{100}$$

Keterangan :

HB= Hasil Belajar K = Nilai keterampilan
P = Nilai pengetahuan

Berdasarkan data dapat diketahui bahwa rata-rata nilai akhir adalah 86,83. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian produk yang dikembangkan dapat dikatakan efektif karena rata-rata hasil belajar peserta didik berada di atas KKM (KKM=75). Dari nilai tersebut didapatkan histogram hasil akhir peserta didik.



Gambar 9. Histogram Hasil Akhir Siswa.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hasil Belajar
N		20
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	86,8250
	Std. Deviation	3,15718
Most Extreme Differences	Absolute	,109
	Positive	,109
	Negative	-,102
Kolmogorov-Smirnov Z		,490
Asymp. Sig. (2-tailed)		,970

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

Berdasarkan hasil analisis SPSS pada Tabel 4.9. hasil belajar akhir siswa memiliki hasil signifikansi 0.970 . Maka dapat dilihat bahwa $0.970 > 0.05$, maka dinyatakan H_0 diterima yang artinya sampel data dari distribusi normal. Selanjutnya, dapat langsung dilakukan uji-t tanpa melakukan analisis statistika non parametrik *binomial test*.

Uji-t dilakukan untuk membuktikan kebenaran dari hipotesis penelitian. Pengujian ini menggunakan tes *one sample t-test*. Adapun rumusan hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut.

$H_0 : \mu \leq 75$ =rata-rata nilai akhir belajar siswa kurang dari nilai KKM

$H_1 : \mu \geq 75$ =rata-rata nilai akhir belajar siswa lebih besar atau sama dengan dari nilai KKM

Untuk menentukan taraf signifikansi maka digunakan $\alpha=5\%$ (0,05). Pengujian statistik menggunakan program SPSS yakni *one sample t-test*.

Apabila :

$t_{hitung} \leq t_{tabel} \rightarrow H_0$ diterima

$t_{hitung} > t_{tabel} \rightarrow H_0$ ditolak

Tabel 3. Hasil Uji-t.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil Belajar	20	86,8250	3,15718	,70597

One-Sample Test

	Test Value = 75					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Hasil Belajar	16,750	19	,000	11,825	10,347	13,303

Berdasarkan hasil analisis SPSS Tabel 3 pada output pertama one sample statistic dapat dilihat rata-rata hasil akhir peserta didik adalah 86,825. Hasil tersebut melebihi dari nilai KKM (KKM=75). Hasil akhir dari uji coba pemakaian produk didapatkan nilai t_{hitung} sebesar 16,750 dengan df adalah 19 dan memperoleh signifikansi 0,000. Dari t_{hitung} sebesar 16,750 dengan df = 19 diperoleh $t_{tabel} = 1,729$. Maka didapatkan nilai $t_{hitung} 16,750 > t_{tabel} = 1,69$ dengan taraf kesalahan 0,05. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan menerima H_1 yang artinya nilai rata-rata hasil belajar peserta didik lebih besar atau lebih besar sama dengan KKM.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh simpulan sebagai berikut: 1) Dari hasil validasi terhadap Trainer yang telah dianalisis, didapatkan rata-

rata hasil rating sebesar 88,09 % yang berarti Trainer yang peneliti kembangkan masuk kategori sangat valid. Sedangkan pada hasil validasi Jobsheet didapatkan rata-rata hasil rating sebesar 89,74 % yang berarti Jobsheet yang dikembangkan juga masuk dalam kategori sangat valid; 2) Berdasarkan hasil analisis SPSS didapatkan nilai t_{hitung} sebesar 16,750 dengan df adalah 19. Maka nilai t_{hitung} $16,750 > t_{Tabel}=1,729$ dengan taraf kesalahan 0,05. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil belajar akhir siswa lebih atau sama dengan KKM. Sehingga pembelajaran dengan Trainer beserta Jobsheet dianggap efektif; 3) Setelah pembelajaran menggunakan Trainer Mini PLC berbasis Arduino, didapatkan hasil analisis Anget Respon Siswa yang mendapatkan hasil rating rata-rata sebesar 83,38 %. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa Trainer beserta Jobsheet Sangat Praktis dalam pembelajaran

Dari hasil yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa Trainer Mini PLC berbasis Arduino beserta Jobsheet-nya layak dan baik digunakan dalam proses pembelajaran pada mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik di SMKN 1 Jetis Mojokerto.

Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dan juga mengacu pada kesimpulan, maka peneliti memberikan saran kepada beberapa pihak antara lain: 1) Untuk peserta didik, karena Trainer Mini PLC menggunakan bahan yang umum di pasaran, maka peserta didik dapat membuat ulang Trainer sendiri dan mempelajarinya untuk mendapatkan pengetahuan lebih pada Programmable Logic Controller (PLC), 2) Untuk guru, karena Trainer ini dapat digunakan pula untuk pembelajaran kendali lainnya, maka Trainer ini dapat lebih dipelajari untuk fungsi dan cara kerjanya sehingga cocok digunakan dalam banyak proses pembelajaran, 3) Untuk sekolah, karena Trainer Mini PLC tergolong memiliki harga yang murah, maka peserta didik dapat digerakkan secara massal untuk membuat Trainer seperti yang peneliti kembangkan, sehingga pada mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik atau mata pelajaran lain yang berhubungan, siswa akan mudah mempelajari sistem kendali, 4) Untuk universitas dan peneliti lain, dengan sudah dikembangkannya Trainer Mini PLC maka kedepannya diharapkan ada pengembangan yang dilakukan untuk lebih menyempurnakan Trainer yang telah dibuat. Selain itu penelitian ini diharapkan juga dapat dijadikan referensi dan motivasi untuk penelitian lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akker, J. van den, Bannan, B., Kelly, A.E., Nieveen, N. & Plomp, T. 2013. *Educational Design Research. Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO)*. Enschede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Akker, J. van den, Branch, R.M., Gustafson, K., Nieveen, N. & Plomp, T. 1999. *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. 2001. *Kerangka Landasan untuk Pembelajaran Pengajaran dan Assesmen*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Andrianto, H. & Darmawan, A. 2015. *Arduino: Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika.
- Arifin, Z. 2013. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. 2010. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad, A. 2013. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Astra, O.A. & Mardiana, Y. 2018. Rancang Bangun dan Analisa Pengendali CCTV Berbasis Arduino Menggunakan Smartphone Android. *Jurnal Media Infotama*, 14(1): 39–50.
- Bloom, B.S. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. Canada: Longmans.
- Castañeda, S.D. 2017. *PLC Ladder Simulator*. Tersedia di <http://plcladdersimulator.weebly.com/> [Accessed 1 Maret 2019].
- Daryanto 2016. *Media Pembelajaran: Peranannya Sangat Penting dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Diantoro, F. n.d. Pengembangan Media Pembelajaran Trainer PLC untuk Aplikasi Konveyor Sortir Benda Metal Dan Non Metal di SMK Negeri 3 Surabaya. 493–500.
- Hamalik, O. 2010. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Hasan, S. 2006. Analisis Perakitan Trainer Unit Berdasarkan Aplikasi Konsep Refrigerasi Pada Mata Kuliah Sistem Pendingin.
- Kemendikbud 2017. *Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar SMK / MAK*. Jakarta: Kemendikbud.
- Miftahudin, N. 2015. Pengembangan Modul Trainer Parkir Mobil Sistem Informatif sebagai Media Pembelajaran pada Mata Diklat PLC Kelas XI Teknik Otomasi Industri SMK Negeri 3 Boyolangu-Tulungagung. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 04(03): 951–956.

- Muslih 2015. Pengembangan Media Pembelajaran Trainer PLC untuk Aplikasi Kontrol Otomatis Pintu Air Sungai pada Mata Pelajaran Teknik Kontrol Terprogram di SMK Negeri 3 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 04(01): 93–101.
- Ridha, M.I. 2015. Pengembangan Trainer dan Jobsheet Mikrokontroller Berbasis Arduino Uno sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 04(03): 889–894.
- Sanjaya, W. 2008. *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Silalahi, A. 2018. Development Research dan Research & Development dalam Bidang Pendidikan/Pembelajaran.
- Sudjana, N. 1989. *Cara Belajar Siswa Aktif dalam Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru.
- Sugiyono 2015. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suhendar 2005. *Programmable Logic Controller : PLC dalam Dasar-dasar Sistem Kendali Motor Listrik Induksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Thomas, K. 2004. *Learning Taxonomies in The Cognitive, Affective, and Psychomotor Domains*. Rocky Mountain Alchemy.
- Widjan Kelistrikan 2017. *Penjelasan Simbol / Gambar Komponen Listrik yang Digunakan untuk Menggambar Rangkaian Kontrol*. Tersedia di <https://www.kelistrikanku.com/2017/05/symbol-gambar-komponen.html> [Accessed 1 Maret 2019].
- Widyoko, S.E.P. 2017. *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.