

## **PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* MIKROKONTROLER PADA MATA PELAJARAN SISTEM KONTROL TERPROGRAM DI SMK NEGERI 2 DEPOK**

### ***DEVELOPMENT OF MICROCONTROLLER TRAINER KIT ON THE SUBJECTS OF PROGRAMMABLE CONTROL SYSTEMS AT SMK N 2 DEPOK***

Oleh: Slamet Riyanto, Sunaryo Soenarto, Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, 13518241049@student.uny.ac.id, sunaryos@uny.ac.id

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja *trainer kit* mikrokontroler dan tingkat kelayakan *trainer kit* mikrokontroler pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram di SMK N 2 Depok ditinjau dari ahli media, ahli materi dan siswa. Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan menggunakan konsep ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Subjek penelitian adalah siswa kelas XII Jurusan Teknik Otomasi Industri di SMK N 2 Depok. Objek penelitian adalah *Trainer kit* Mikrokontroler. Validasi instrumen dilakukan oleh *expert judgment*. Teknik analisis data menggunakan analisis statistik deskriptif kuantitatif. Hasil dari penelitian dan pengembangan ini adalah *trainer kit* mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan desain perancangan hardware dan software. Tingkat kelayakan *trainer kit* mikrokontroler ditinjau dari ahli materi mendapatkan persentase 83% kategori “layak”, ditinjau dari ahli media mendapatkan persentase 87% kategori “sangat layak”, ditinjau dari siswa mendapatkan persentase 84% kategori “sangat layak”.

**Kata kunci:** : Penelitian dan pengembangan, ADDIE, *Trainer kit* Mikrokontroler

#### **Abstract**

*The research aims to find out the performance and feasibility level of microcontroller trainer kit on the subjects of programmable control systems at SMK N 2 Depok reviewed by media experts, materials experts and students. This research is a kind of research and development with ADDIE concept (Analyze, Design, Develop, Implement and Evaluate). The subjects in this research are the students of XII class of Industrial Automation Engineering at SMK N 2 Depok. The object in this research is Microcontroller Trainer kit. Data analysis technique used quantitative descriptive statistical data analysis. The results of this research and development are microcontroller trainer kit can work well according with the design of hardware and software. The feasibility level of the microcontroller trainer kit reviewed by material experts get percentage score of 83% with “feasible” category, and then reviewed by media experts get percentage score of 87% with “very feasible” category. The last, microcontroller trainer kit reviewed by students get percentage of 84% with “very feasible” category.*

**Keywords:** *Research and development, ADDIE, microcontroller trainer kit*

## PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu hal yang penting dalam kehidupan. Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar siswa secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara (UU. No. 20 tahun 2003).

Proses pendidikan salah satunya dapat ditemukan di suatu tempat yang dapat menambah ilmu pengetahuan dan keterampilan sesuai dengan tujuan pendidikan. Ilmu pengetahuan dapat diperoleh melalui pendidikan formal, nonformal maupun informal sedangkan keterampilan diperoleh dengan cara berlatih secara kontinyu. Sekolah Menengah Kejuruan atau SMK merupakan salah satu bentuk satuan pendidikan formal yang menyelenggarakan pendidikan kejuruan pada jenjang pendidikan menengah. Salah satu tujuan dari pendidikan pada tingkat SMK adalah menyiapkan lulusan/siswa untuk langsung bekerja setelah lulus sekolah.

Prosser (1949) mengemukakan dalam 16 dalil pendidikan kejuruan bahwa salah satu dalilnya adalah Pendidikan kejuruan yang efektif hanya dapat diberikan dimana tugas-tugas latihan dilakukan dengan cara, alat dan mesin yang sama seperti yang ditetapkan di tempat kerja. Dalil tersebut menerangkan bahwa penggunaan alat-alat latihan serta tugas-tugas yang diberikan di sekolah agar menjadi efektif maka diperlukan alat-alat latihan dan tugas-tugas yang sesuai

dengan perkembangan teknologi di duni industri.

Perkembangan teknologi mempengaruhi dalam segala aspek kehidupan, salah satunya adalah bidang industri. Perkembangan alat-alat yang digunakan untuk proses produksi semakin canggih dan modern. Lulusan SMK harus memiliki kemampuan yang semakin tinggi untuk mengikuti perkembangan teknologi yang ada. Kemampuan lulusan SMK diperoleh melalui proses pendidikan di sekolah. Proses pendidikan yang baik didukung dengan fasilitas pembelajaran yang lengkap salah satunya adalah alat bantu mengajar guru. Alat bantu mengajar guru (*teaching aids*) dapat berupa alat bantu visual, misalnya gambar, model, objek dan alat-alat lain yang dapat memberikan pengalaman konkret, motivasi belajar serta mempertinggi daya serap dan retensi belajar siswa (Arief S. Sadiman, 2011:7).

Alat bantu mengajar guru (*teaching aids*) salah satunya adalah Media pembelajaran. Media pembelajaran dapat mempermudah siswa dalam melakukan proses pembelajaran dan sekaligus siswa mendapatkan gambaran nyata apa yang akan dipelajari melalui media pembelajaran tersebut. Dalam kegiatan observasi dan praktik pengalaman lapangan (PPL) yang peneliti lakukan di SMK Negeri 2 Depok tahun 2016. Peneliti menemukan keterbatasan pada media pembelajaran yang digunakan selama proses belajar mengajar, keterbatasan tersebut yaitu: Modul praktik mikrokontroler yang digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram tersedia dalam unit terpisah-pisah, sehingga untuk mempersiapkan bahan praktik membutuhkan waktu yang

cukup lama dan akan mengurangi jam praktik siswa. Modul praktik mikrokontroler yang digunakan tidak memiliki tempat khusus seperti *box* alat atau wadah untuk melindungi rangkaian pcb yang mudah kotor dan korsleting / hubung arus pendek listrik. Ketika kegiatan praktik berlangsung terlihat kurang rapi, dan siswa merasa kesulitan dalam menggunakannya. Modul praktik mikrokontroler dapat dikembangkan dengan disusun secara rapi dalam suatu wadah atau *box*, sehingga akan mempermudah penggunaannya ketika praktik berlangsung.

Media pembelajaran yang mudah digunakan selain ringkas dan rapi salah satunya adalah media pembelajaran yang komunikatif. Semakin banyak sarana yang dapat digunakan untuk komunikasi tentu akan semakin baik. Pada kenyataannya modul *hardware* yang digunakan memiliki desain tampilan kurang menarik dan kurang komunikatif. Siswa kurang menerima pesan/informasi-informasi yang dibutuhkan dari modul *hardware* mikrokontroler dengan maksimal dan materi *jobsheet* yang belum mencakup materi dalam silabus

Salah satu langkah untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan melakukan pengembangan media pembelajaran. Media pembelajaran dalam bentuk modul praktik yang tersusun dari keseluruhan unit akan membantu proses pembelajaran dari segi waktu. Modul praktik mikrokontroler yang digunakan merupakan media pembelajaran sebagai alat bantu untuk menyampaikan pesan-pesan topik/materi dalam kegiatan pembelajaran praktik juga dapat digunakan sebagai alat praktik atau sering disebut dengan alat peraga atau *trainer*. Pengembangan modul praktik

mikrokontroler sebagai media pembelajaran dan sebagai alat praktik siswa yang tersusun dalam satu kesatuan disebut dengan *trainer kit* mikrokontroler. Pengembangan *trainer kit* mikrokontroler dari segi desain tampilan dan meteri yang lebih baik akan menghasilkan kegiatan pembelajaran yang lebih efektif dan efisien.

Hasan S. dalam Nurul (2015:50), mendefinisikan *trainer* merupakan suatu set peralatan di laboratorium yang digunakan sebagai media pendidikan. *Trainer* juga termasuk dalam pembelajaran praktik yang berfungsi untuk mengetahui pemahaman terhadap materi yang telah disampaikan oleh seorang guru agar penguasaan materi dapat tercapai dengan maksimal. Menurut Muslih (2015:94), tujuan utama *trainer* di sekolah adalah untuk memudahkan praktik dari segi pengoperasian dan biaya, serta mendidik siswa memahami skema rangkaian.

Berdasarkan beberapa pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa *simulator* dapat disebut juga dengan *trainer* atau *trainer kit* merupakan satu set perangkat pembelajaran yang digunakan untuk menjelaskan topik atau materi, melakukan eksperimen serta mempelajari kinerja sistem (cara pengoperasian serta pemecahan masalah dari suatu alat atau sistem).

*Trainer kit* sebagai media pembelajaran memiliki fungsi: (a) memperjelas penyajian pesan materi pembelajaran dari guru ke siswa. (b) sebagai sarana penyampaian informasi/transfer ilmu. (c) salah satu variasi model pembelajaran di kelas atau bengkel. (d) menyamakan persepsi tentang suatu hal atau topik yang sedang dipelajari.

Alat praktikum atau perangkat praktik merupakan alat yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran praktik lapangan atau praktik secara langsung di dalam laboratorium atau bengkel. Dalam pendidikan alat praktik digunakan untuk kegiatan praktikum oleh siswa selama proses kegiatan pembelajaran berlangsung. Hamzah (2014:139).

Bahasa pemrograman adalah notasi yang digunakan untuk menulis program computer (Suprpto, 2012:33). Terdapat tiga tingkat dalam Bahasa pemrograman yaitu bahasa mesin, bahasa tingkat dan Bahasa tingkat tinggi.

Bahasa mesin atau *machine language* berupa *microinstruction* atau *hardware*. Keunggulan Bahasa mesin ialah prosesnya sangat cepat dan tidak perlu *interpreter* atau penterjemah.

Bahasa Tingkat Rendah atau *Low Level Language* merupakan Bahasa yang berorientasi pada mesin. Disebut tingkat rendah karena Bahasa ini lebih dekat dengan Bahasa mesin daripada bahasa manusia. Yang termasuk dalam Bahasa Tingkat rendah adalah Bahasa *Assembly*.

Bahasa Tingkat Tinggi atau *High Level Language* adalah bahasa yang menyerupai dengan bahasa yang digunakan oleh manusia, yang tergolong dalam bahasa tingkat tinggi adalah BASIC, Fortran, COLOB, Pascal, Prolog, C, dll.

Menurut Ibrahim (2007:8), *a microcontroller is a single-chip computer that is specifically manufactured for embedded computer control application*. Mikrokontroler merupakan sebuah komputer dalam satu *chip* yang dibuat khusus untuk aplikasi control pada fungsi tertentu yang lebih spesifik. Fitur yang umum terdapat pada mikrokontroler seri AVR adalah Port *Input/Output (I/O)*,

*Analog to Digital Converter (ADC)*, *Timer/Counter*, *Pulse Width Modulation (PWM)*, Komparator analog, memori Flash, memori SRAM, EEPROM, USART, dan lain-lain.

*Output* merupakan salah satu fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler (Afrie Setiawan, 2011:2). Penggunaan fungsi output dihubungkan dengan modul/*board* Output yang terdiri dari komponen-komponen LED yang disusun berjajar.

Input/Output (I/O) merupakan fitur dalam mikrokontroler untuk mendeteksi input signal atau mengeluarkan output signal terdapat 4 PORT yang masing-masing terdiri dari 8 bit (Afrie Setiawan, 2011:2).

Seven Segment merupakan suatu komponen elektronik yang digunakan untuk menampilkan bilangan desimal seven Segment juga sering disebut dengan *seven Segment display*.

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan (Afrie Setiawan, 2011:24). LCD memiliki teknologi yang dapat menampilkan suatu point (titik/dot) dalam jumlah lebih dari satu sehingga membentuk suatu karakter

Sidik (2012:243), mendefinisikan bahwa Keypad adalah device input yang terdiri atas beberapa tombol dan disusun dalam bentuk matrik.

ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah piranti yang digunakan untuk mengubah atau mengkonversi sinyal analog menjadi data digital (Sidik, 2012:83).

Interrupt memiliki arti penyela, dalam bahasa pemrograman digunakan untuk menyela suatu program yang sedang berjalan. Interrupt atau interupsi dapat diartikan sebagai suatu kejadian dalam sistem komputer yang meminta

pelayanan khusus pada CPU ketika CPU sedang melakukan pemrosesan (Syahrul, 2014:389).

Timer merupakan salah satu fungsi yang dimiliki mikrokontroler yang berfungsi untuk membuat perhitungan waktu menyerupai waktu yang sebenarnya.

Matrix LED atau sering disebut Dot Matrix terbentuk oleh beberapa LED (berbentuk “dot”) yang disusun membentuk matriks 5 kolom dan 8 baris (5x8) atau dengan ukuran lain (Usman, 2008:184).

Motor DC adalah alat elektromekanis yang akan mengubah tenaga listrik (tegangan DC) menjadi gerak (Usman, 2008:144)

Komunikasi serial merupakan perkembangan teknologi komunikasi secara paralel. Komunikasi serial dapat dijumpai pada teknologi USB, SATA, Bluetooth dan WIFI.

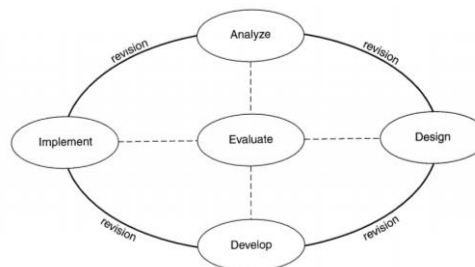
*Sensor is an element in a mechatronic or measurement system that detected the magnitude of a physical parameter and changes it into a signal that can be processed (Alciantore David G. and Michael B., 2012:376).* Sensor juga merupakan komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversi suatu besaran tertentu menjadi suatu analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik.

Penelitian dan pengembangan *trainer kit* mikrokontroler ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja *trainer kit* mikrokontroler pada kompetensi dasar memprogram mikrokontroler untuk proses pengendalian pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram dan untuk mengetahui tingkat keayakan *trainer kit* mikrokontroler pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram di SMK Negeri

2 Depok ditinjau dari ahli materi, ahli media dan siswa.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dan pengembangan *Trainer kit* Mikrokontroler ini termasuk dalam metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development (R&D)* dalam bidang pendidikan. Robert Maribe Branch (2009:2), merangkum langkah-langkah penelitian dan pengembangan dalam suatu model penelitian yang disebut dengan model ADDIE. ADDIE merupakan singkatan dari *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Menurut Robert Branch membuat produk dengan menggunakan model ADDIE merupakan suatu cara yang efektif pada saat ini. Konsep-konsep utama dalam penelitian dan pengembangan model ADDIE dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Konsep penelitian dan pengembangan ADDIE

## Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 2 Depok yang beralamat di Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2017.

## Subjek dan Objek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XII Teknik Otomasi Industri (TOI) SMK N 2 Depok, satu guru pengampu mata pelajaran sistem kontrol

terprogram dan tiga Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Sementara objek penelitian ini adalah *Trainer kit* Mikrokontroler pada mata pelajaran Sistem Kontrol Terprogram.

### Metode dan alat Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan kuesioner atau angket. Terdapat tiga buah angket yang digunakan, yaitu angket ahli materi, ahli media dan angket pengguna/siswa.

### Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis statistik deskriptif kuantitatif. Teknik pengukuran yang digunakan dalam pengumpulan data untuk berupa skor menggunakan skala linkert dijabarkan pada table 1.

Tabel 1. Ketentuan Pemberian Skor

Kriteria	Skor
SS (Sangat Setuju)	4
S (Setuju)	3
KS (Kurang Setuju)	2
TS (Tidak Setuju)	1

Kemudian menghitung rata-rata skor yang diperoleh dengan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$\bar{x}$  = Skor rata – rata

$\sum x$  = Jumlah skor

$n$  = Jumlah butir

Rata-rata penilaian yang diperoleh dikonversikan menjadi nilai persentase kelayakan dengan rumus:

$$\text{kelayakan (\%)} = \frac{\sum \text{hasil skor}}{\sum \text{skor max}} \times 100\%$$

Setelah nilai presentase kelayakan diketahui selanjutnya adalah menentukan

kategori kelayaan produk. Pedoman konversi ideal dijelaskan pada tabel 2 (widoyoko, 2009:238), yang digunakan untuk penafsiran kategori kelayakan produk.

Tabel 2. Kategori Kelayakan Produk

Interval Skor	Kategori Kelayakan
$X_i + 1,8SB_i < X \leq$ Skor Max	Sangat Layak
$X_i + 0,6SB_i <$ $X \leq X_i + 1,8SB_i$	Layak
$X_i - 0,6SB_i < X \leq X_i$ $+ 0,6SB_i$	Cukup Layak
$X_i - 1,8SB_i < X \leq X_i -$ $0,6SB_i$	Tidak Layak
$\text{Skor Min} < X \leq X_i - 1,8SB_i$	Sangat Tidak Layak

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Produk

Penelitian dan pengembangan *trainer kit* mikrokontroler pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram di SMK Negeri 2 Depok menghasilkan produk berupa: (1) *Trainer kit* Mikrokontroler, (2) Buku Panduan penggunaan *trainer kit*, (3) Modul Jobsheet dapat di lihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 3. Produk *Trainer kit* Mikrokontroler



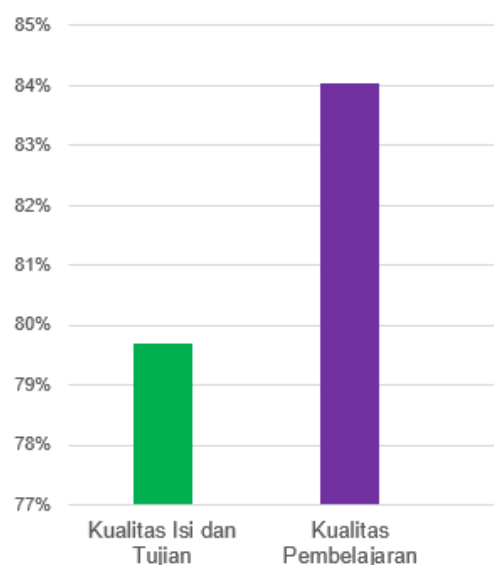
Gambar 4. Buku panduan penggunaan *trainer kit*



Gambar 5. Modul Jobsheet

### Validasi

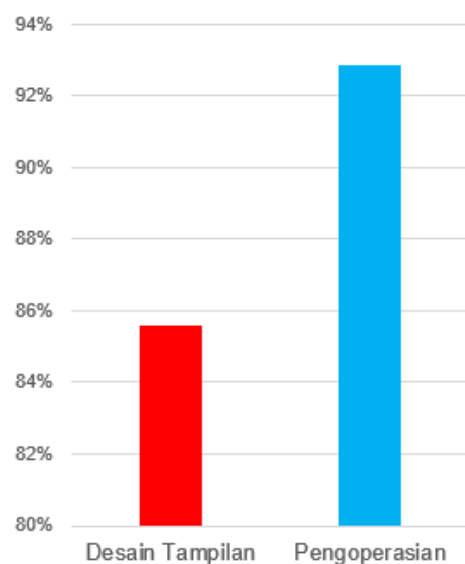
Uji validasi ini berupa angket penilaian terhadap aspek kualitas isi dan tujuan dan aspek kualitas pembelajaran *trainer kit* mikrokontroler oleh ahli materi, ahli media dan pengguna atau siswa. Validator merupakan 3 dosen JPTE FT UNY dan 1 guru SMK. Data penilaian ahli materi disajikan pada grafik berikut.



Gambar 6. Grafik Hasil Validasi Ahli Materi

Data pada grafik di atas menunjukkan data presentase tiap aspek. Pada aspek kualitas isi dan tujuan memperoleh kategori “layak” dan pada aspek kualitas pembelajaran mendapatkan kategori “layak”.

Data penilaian ahli media disajikan pada grafik berikut.

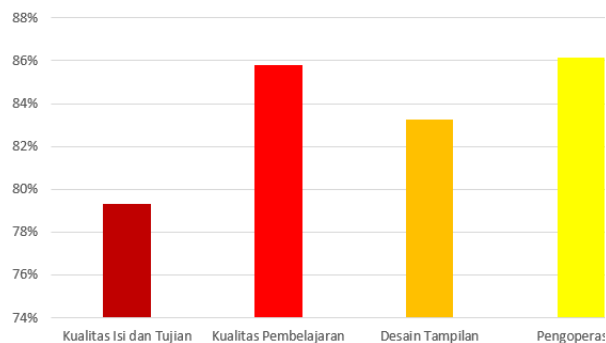


Gambar 7. Grafik Hasil Validasi Ahli Media

Data pada grafik di atas menunjukkan data presentase tiap aspek. Pada aspek desain tampilan memperoleh kategori “sangat layak” dan pada aspek

pengoperasian mendapatkan kategori “sangat layak”.

Data Hasil Penilaian Pengguna/siswa disajikan pada grafik berikut.



Gambar 8. Grafik Hasil pengguna/siswa

Data pada grafik di atas menunjukkan data presentase tiap aspek. Pada aspek kualitas isi dan tujuan memperoleh kategori kelayakan “layak”. Pada aspek kualitas pembelajaran mendapatkan kategori “layak”. Pada aspek desain tampilan memperoleh kategori “layak” dan pada aspek pengoperasian mendapatkan kategori “sangat layak”.

### Analisis 5W+1H

Analisis 5W+1H pada penelitian dan pengembangan ini dijabarkan sebagai berikut:

Apa (*what*): Penelitian dan pengembangan *Trainer kit* Mikrokontroler Pada Mata Pelajaran Sistem Kontrol Terprogram di SMK Negeri 2 Depok. Dimana (*where*): Penelitian ini dilakukan pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram di SMK Negeri 2 Depok. Alamat Caturtunggal, Depok, Sleman Yogyakarta. Kapan (*when*): Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2017.

Mengapa (*why*): Penelitian dan pengembangan *trainer kit* mikrokontroler dilakukan untuk memperbaiki atau mengembangkan media pembelajaran

yang lebih baik daripada media yang sebelumnya sudah ada. Siapa (*who*): Subjek penelitian adalah siswa kelas XII Teknik Otomasi Industri Guru mata pelajaran Sistem Kontrol Terprogram dan Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Bagaimana (*how*) : *Trainer kit* mikrokontroler dapat digunakan untuk mengatasi kesenjangan pada proses pembelajaran yang ditemukan di dalam kelas, menjadi sumber dalam penyusunan latihan-latihan dan tugas-tugas pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram

### SIMPULAN

Setelah proses penelitian dan pengembangan selesai, hasil yang diperoleh dalam penelitian dan pengembangan *trainer kit* mikrokontroler pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram di SMK Negeri 2 Depok dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) *Trainer kit* mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan desain perancangan *hardware* maupun *software*. Setelah melalui pengujian, setiap *board* pada *trainer kit* mikrokontroler menunjukkan kinerja yang baik pada segi *hardware* maupun *software* program (*coding*) meliputi *main board* mikrokontroler, *board output*, *board input-output*, *board traffic control*, *board single seven segmen*, *board double seven segmen common anoda dan common katoda*, *board LCD 162 Character*, *board keypad 4x4*, *board single dot matrix*, *board dot matrix 48 kolom*, *board driver dc motor*, *board driver stepper motor*, *servo motor*, *power supply*, *sensor lm35*, *sensor infrared* dan *sensor proximity*.



2) Tingkat kelayakan *trainer kit* mikrokontroler pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram ditinjau dari ahli materi, ahli media dan siswa. Tingkat kelayakan ditinjau dari ahli materi yang diperoleh melalui validasi materi oleh para ahli mendapatkan presentase sebesar 83% dengan kategori “Layak”. Tingkat kelayakan ditinjau dari ahli media yang diperoleh melalui validasi media oleh para ahli mendapatkan presentase sebesar 87% dengan kategori “Sangat Layak”. Tingkat kelayakan ditinjau dari siswa yang diperoleh melalui uji pengguna oleh siswa mendapatkan presentase sebesar 84% dengan kategori “Sangat Layak”. Berdasarkan data tersebut, maka tingkat kelayakan *trainer kit* mikrokontroler pada mata pelajaran sistem kontrol terprogram di SMK Negeri 2 Depok adalah “Layak”.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrie Setiawan. (2011). *20 Aplikasi Mikrokontroler ATmega 8535 dan ATmega 16: berisi 20 aplikasi alat + program lengkap*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Alciantore, David G & Histan, Michael G. (2007). *Introducing to Mechatronics and Measurement System*. New York: McGraw Hill.
- Arief S. Sadiman. (dkk) (2011). *Media Pendidikan: Pengembangan dan pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pres.
- Branch, Robert M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Eko Putro Widoyoko. (2009). *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Hamzah B. & Nina L. (2014). *Teknologi Komunikasi&Informasi Pembelajaran*. Jakarta: PT Bumi Askara.
- Ibrahim, Dogan. (2007). *Microcontroller Based Applied Digital Control*. Great Britain: Antony Rowe Ltd.
- Muslih. (2015). *Pengembangan Media Pembelajaran Trainer PLC untuk Aplikasi Kontrol Otomatis Pintu Air Sungai Pada Mata Pelajaran Teknik Kontrol Terprogram di SMK N 3 Surabaya*. Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. (Vol. 4, No. 1). Hlm. 93-101.
- Nurul Camzah dan Bambang Suprianto. (2015). *Pengembangan Trainer Pengendali Traffic Light*. Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. (Vol.4, No.1). Hlm. 50-51.

- Prosser, C. A. & Quigley, T. H.(1949).  
*“Vocational Education in a Democracy” American Technical Society.* Chicago: Illinois.
- Sidik Nurcahyo & Dewiberta Hardjono.  
(2012). *Aplikasi dan teknik pemrograman mikrokontroler AVR Atmel.* Yogyakarta: Andi.
- Suprpto. (2012). *Aplikasi dan Pemrograman Mikrokontroler AVR.* Yogyakarta: UNY Press.
- Syahrul. (2014). *Pemrograman Mikrokontroler AVR, Bahasa Assembly & C.* Bandung: Informatika Bandung.
- Usman & Dwi Prabantini. (2008). *Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89S52.* Yogyakarta: Andi.
- Undang-Undang. (2013). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003, Sistem Pendidikan Indonesia. Pdf. Diunduh pada: 20 November 2016 pukul 10.00 WIB.