

MODUL PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) MENGGUNAKAN CX-PROGRAMMER UNTUK SISWA SMK

Arief Rachman¹, Slamet Seno Adi²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Januari 2019

Disetujui Maret 2019

Dipublikasikan Agustus 2019

Keywords:

Teaching Materials,
Learning Modules, Basic
PLC

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan modul sebagai pendamping belajar PLC sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan untuk mengetahui kelayakan modul PLC dalam proses pembelajaran di mata pelajaran produktif program keahlian Teknik Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik (TIPTL) SMK Dr Tjipto Semarang. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan dengan metode R&D (research and development) yang dibatasi pada beberapa tahap saja, tahap-tahap tersebut meliputi: potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, dan produksi massal. Penelitian tahap uji kelayakan melibatkan guru dan siswa, dengan jumlah 3 guru ahli dan 20 siswa jurusan Teknik Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik. Hasil penilaian mengenai kelayakan modul oleh guru ahli pada aspek materi mendapat skor 94 % (sangat layak), pada aspek tampilan mendapat skor 95 % (sangat layak), dan pada aspek tujuan mendapat skor 92 % (sangat layak). Penilaian pada uji coba pemakaian oleh siswa pada aspek pembelajaran mendapat skor 80 % (layak), pada aspek isi mendapat skor 78 % (layak), pada aspek penyajian mendapat skor 81 % (layak), pada aspek daya tarik mendapat skor 80 % (layak), dan pada aspek umpan balik mendapat skor 81 % (layak). Berdasarkan dari hasil uji kelayakan dan uji pemakaian dapat disimpulkan bahwa modul praktek PLC layak digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran untuk mata pelajaran instalasi motor listrik pada sub bab PLC di SMK Dr. Tjipto Semarang.

Abstract

The purpose of this study is to develop the module as a companion learning PLC in accordance with the needs of learning and to know the eligibility of the PLC module in the learning process in the productive subjects of the program of expertise Electrical Power Installation Engineering SMK Dr. Tjipto Semarang. This research uses development research type with R & D method (research and development) which is limited to a few stages, these stages include: Potentials and problems, data collection, product design, design validation, design revisions, product trials, and mass production. Research feasibility test phase Involving teachers and students, with 3 expert teachers and 20 students majoring in Electrical Power Installation Engineering. Assessment results on the feasibility of modules by expert teachers on the material aspect got a score 94% (very worthy), on display aspect got score 95% (very worthy), and on goal aspect got score 92% (very worthy). Assessment on student use trials on the learning aspect gets a score 80% (feasible), on content aspect got score 78% (feasible), in the presentation aspect got a score 81% (feasible), on the aspect of attractiveness got a score 80% (feasible), and on the feedback aspect gets a score 81% (feasible). Based on the result of feasibility test and usage test it can be concluded that PLC practice module feasible to be used as teaching learning materials for electrical motor installation subjects in the sub chapter PLC at SMK Dr. Tjipto Semarang.

A. PENDAHULUAN

Di era modernisasi sekarang, dunia industri berkembang sangat pesat. Perkembangan tersebut ditimbulkan adanya persaingan industri dan juga permintaan pasar yang tinggi. Agar dapat bersaing, banyak bermunculan teknologi dalam proses industri. Salah satunya adalah sistem kontrol otomatis berbasis PLC. Dengan munculnya teknologi baru ini, memacu dunia pendidikan agar dapat memenuhi kebutuhan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas.

Instalasi motor listrik merupakan salah satu mata pelajaran yang diberikan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Keberhasilan proses belajar mengajar dasar kelistrikan sesuai SK (Standar Kompetensi) dan KD (Kompetensi Dasar) memerlukan aspek-aspek yang harus dipenuhi seperti lingkungan belajar yang nyaman, fasilitas yang cukup memadai, bahan ajar yang tepat dan sebagainya. Alternatif bahan ajar yang tepat salah satunya modul. Modul adalah bahan ajar yang dapat dipelajari dengan guru ataupun tanpa guru.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan peneliti, tahun ajar 2016-2017 Sekolah ini pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik menambahkan bidang keahlian baru yaitu, pengoperasian motor listrik dengan pengendalian Programmable Logic Control (PLC). Pada pembelajarannya, pendidik belum mempunyai modul dan masih mencari materi dari internet. Oleh sebab itu, kegiatan belajar mengajar belum terarah dan kurang maksimal.

Berdasarkan latar belakang diatas untuk membantu siswa dalam proses belajar serta berlatih PLC dimanapun dan kapanpun maka, peneliti bermaksud mengembangkan bahan ajar modul yang berisi materi-materi PLC. Dimana dalam penelitian ini, peneliti akan menyusun bahan ajar modul dan mencari tingkat kelayakan modul yang digunakan sebagai bahan ajar pada mata pelajaran produktif Teknik Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik di SMK Dr. Tjipto Semarang.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan "Penelitian dan Pengembangan" (*Research and Development*) yaitu, pengembangan bahan ajar modul. Penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti, sehingga menghasilkan produk baru dan selanjutnya menguji keefektifan produk tersebut. Untuk membuat produk, peneliti menggunakan pengembangan kompilasi, yaitu penulis menggunakan referensi untuk menyusun modul pembelajaran.

Penelitian ini dilakukan di SMK Dr. Tjipto Semarang. Sampel yang diambil dari penelitian ini adalah siswa kelas XII jurusan Teknik Instalasi Penerangan Tenaga Listrik.

Langkah-langkah dalam penelitian ini mengacu pada model pengembangan Sugiyono, yang dibatasi pada beberapa tahap saja. Tahap-tahap tersebut meliputi: potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, dan produksi modul. Validasi dapat dilakukan dengan cara meminta bantuan ahli yang menguasai kompetensi yang dipelajari. Bila tidak ada, maka dilakukan oleh sejumlah guru yang mengajar pada bidang atau kompetensi tersebut (Daryanto, 2013: 22). Oleh karena itu, untuk menilai dan validasi modul peneliti meminta bantuan 3 orang guru ahli dengan mengajukan angket penelitian mengenai aspek kelayakan dari segi materi, tampilan dan tujuan. Untuk uji coba produk peneliti mengamati siswa dalam proses belajar mengajar. Dimana guru, mengajar dengan menggunakan produk tersebut. Setelah proses belajar mengajar peneliti meminta tanggapan siswa dengan mengisi angket penelitian mengenai aspek pembelajaran, isi, penyajian, daya tarik, dan umpan balik.

Suharsimi arikunto (2010: 203) mengungkapkan, metode pengumpulan data adalah cara yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data penelitiannya. Lebih lanjut dikatakan peneliti harus menentukan metode pengumpulan data setepat-tepatnya untuk memperoleh data. Untuk itu dalam metode

pengumpulan data, peneliti menggunakan metode angket dan wawancara.

- 1) Suharsimi Arikunto (2010: 194) angket (kuesioner) adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden dalam arti laporan tentang pribadinya, atau hal-hal yang ia ketahui. Angket dipakai untuk mengukur indikator produk. Validasi produk berkenaan dengan kriteria isi, penyajian, dan tujuan. Uji coba produk berkenaan dengan kriteria pembelajaran, isi, penyajian, daya tarik, dan umpan balik yang membutuhkan pendapat dari responden.
- 2) Suharsimi Arikunto (2010: 198) Wawancara atau kuesioner lisan adalah sebuah dialog yang dilakukan oleh pewawancara untuk memperoleh informasi dari terwawancara. Melalui wawancara maka data yang diperoleh bisa komprehensif, yakni bisa kualitatif dan kuantitatif. Karena responden lebih bebas mengungkapkan pendapatnya dan bisa mendapatkan informasi lebih lengkap.

Seperti yang dijelaskan, dalam menggunakan metode wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan saran dari pakar atau ahli bidang PLC dan bidang penyusunan modul.

Setelah data diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data. Dalam penelitian ini lebih menitik beratkan pada kelayakan modul dan tidak melihat pada aspek statistika secara mendalam, sehingga data dianalisis dengan metode deskriptif. Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan mendeskriptifkan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Untuk menganalisis data hasil angket dilakukan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Menguantitatifkan data hasil checking sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan dengan memberi skor sesuai

dengan bobot yang telah ditentukan sebelumnya.

2. Membuat tabulasi data.
3. Menghitung persentase dengan cara membagi suatu skor dengan totalnya dan mengalikan dengan 100% (Mohamad Ali, 2013: 204)

$$\% = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

% = Prosentase

n = jumlah nilai yang diperoleh

N = jumlah nilai yang diperoleh

4. Dari prosentase yang diperoleh kemudian ditransformasikan ke dalam kalimat yang bersifat kualitatif. Untuk menentukan kategori tinggi, sedang dan rendah dalam bentuk tabel statistik distributif maka perlu menentukan nilai maksimum, nilai minimum, dan intervalnya. Dengan mengadaptasi rumus persentase diatas, maka dapat menentukan nilai indeks minimum dan indeks maksimum. Dari rumus – rumus tersebut maka diperoleh hasil sebagai berikut:

5. Menentukan persentase

$$\text{Skor maksimal} = \frac{\text{Skor max}}{\text{Skor max}} \times 100\%$$

$$= \frac{4}{4} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

6. Menentukan persentase

$$\text{Skor minimal} = \frac{\text{Skor min}}{\text{Skor max}} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{4} \times 100\%$$

$$= 25\%$$

7. Menentukan range = 100% - 25% = 75%
8. Menentukan interval yang dikehendaki yaitu Sangat Layak, Layak, Tidak Layak, Sangat Tidak Layak.

9. Menentukan lebar interval yaitu

$$\frac{75}{4} = 18,75$$

Berdasarkan perhitungan dan cara diatas maka diperoleh range persentase dan kriteria kualitatif yang disajikan dalam tabel statistik distributif sebagai berikut:

Tabel 1. Interval skor kriteria kualitatif

Interval	Kriteria
81,25 % < skor ≤ 100 %	Sangat Layak
62,5 % < skor ≤ 81,25 %	Layak
43,75 % < skor ≤ 62,5 %	Tidak Layak
25% < skor ≤ 43,75 %	Sangat Tidak Layak

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah bahan ajar berbentuk modul praktek dengan materi *Programable Logic Controller* atau lebih dikenal sebagai program otomatis PLC. Modul yang dikembangkan, dinyatakan layak digunakan berdasarkan hasil validasi dari ahli dan hasil uji coba pada siswa. Penelitian pengembangan ini mengacu pada model pengembangan Sugiyono, yang dibatasi pada beberapa tahap saja. Tahap-tahap tersebut meliputi : Potensi dan Masalah, Pengumpulan Data, Desain Produk, Validasi Desain, Revisi Desain, Uji Coba Produk. Berikut penjelasan tiap tahap yang dilakukan dalam penelitian dan pengembangan ini:

1. Potensi dan Masalah, tahap ini penulis mencari masalah dengan cara observasi dan juga wawancara.
2. Pengumpulan Data, tahap kedua ini penulis mengumpulkan silabus dari SMK Dr. Tjipto Semarang, SMK Negeri 7 Semarang, dan SMK Negeri Singosari. Peneliti juga mengumpulkan buku-buku membuat modul dan juga bahan materi pelajaran PLC.
3. Tahap desain dalam penelitian ini meliputi: analisis kurikulum, penyusunan kerangka modul, sistematika modul, dan perencanaan alat evaluasi.

a. Analisis Kurikulum

Dalam pembelajaran praktek PLC, SMK Dr Tjipto Semarang, menggunakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan. Pada KTSP, materi praktek PLC yang menggunakan perangkat lunak CX-Programmer terdapat pada silabus dibawah ini:

Satuan Pendidikan : SMK
 Progrm Keahlian : Teknik Ketenagalistrikan
 Paket Keahlian :TIPTL
 Mata Pelajaran : Instalasi Motor Listrik

Tabel 2. Silabus Penelitian

Mengoperasikan PLC	1. Mampu memprogram PLC dengan menggunakan komputer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengenalan instruksi dasar pada PLC ▪ Pengenalan instruksi lanjut pada PLC
	2. Menggunakan PLC untuk keperluan sistem otomasi industri	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengaplikasikan system rangkaian PLC berbeban motor 3 fasa dengan kendali sederhana ▪ Mengaplikasikan system rangkaian PLC berbeban motor 3 fasa dengan kendali lanjut ▪ Mengaplikasikan penggunaan <i>Timer</i> dari PLC

b. Penyusunan kerangka modul

Penyajian modul ini disusun secara urut yang terdiri dari halaman judul, daftar isi, pengenalan, percobaan I samapai percobaan X (berisi materi singkat, latihan, dan tugas), tes penilaian akhir, kunci jawaban dan daftar pustaka.

c. Sistematika modul

Sistematika atau urutan penyajian didasarkan pada penjabaran dari standar kompetensi dan kompetensi dasar yang telah

ditetapkan sebagai indikator. Dalam hal ini peneliti membuat urutan sebagai berikut:

- Percobaan I : Instruksi Dasar
- Percobaan II : Instruksi Gabungan
- Percobaan III : Aplikasi motor 3 fasa
- Percobaan IV : *Internal Relay*
- Percobaan V : *Special Relay*
- Percobaan VI : *Temporary Relay*
- Percobaan VII: IL dan ILC
- Percobaan VIII: KEEP dan HR
- Percobaan IX : *Timer* dan *High Timer*
- Percobaan X : *Counter*

d. Perencanaan alat evaluasi

Alat evaluasi yang digunakan dalam modul meliputi tugas-tugas dan test formatif. Evaluasi ini berupa test yang berupa perintah praktek mandiri. Evaluasi tersebut memberikan kesempatan siswa untuk mengingat dan melatih materi yang sudah dipelajari.

e. Penyusunan modul berdasarkan isi

Urutan pengembangan modul berdasarkan aspek isi mengacu pada sistematika penulisan yang didasarkan pada penjabaran standar kompetensi dan kompetensi dasar. Sistematika penulisan tersebut kemudian dijabarkan kedalam beberapa percobaan.

Tabel 3. Sistematika Modul

Percobaan	Halaman
A. Percobaan I Instruksi Dasar	13 – 18
B. Percobaan II Instruksi Gabungan	19 – 22
C. Percobaan III Aplikasi motor 3 fasa dan <i>magnetic contactor</i> dalam PLC	23 – 27
D. Percobaan IV <i>Internal Relay (IR)/ Relai Bantu</i>	28 – 29
E. Percobaan V <i>Special Relay (SR)</i>	30 – 31
F. Percobaan VI <i>Temporary Relay (TR)</i>	32 – 33
G. Percobaan VII <i>Interlock (IL) dan Interlock Clear</i>	34 – 35

(ILC)

- H. Percobaan VIII *KEEP (Latching Relay)* dan *Holding Relay (HR)*
- I. Percobaan IX *Timer (Tim)* dan *High Timer (TimH)*
- J. Percobaan X *Counter*

f. Penyusunan modul berdasarkan aspek penyajian

1) Halaman sampul cover

- Judul
- Nama Penulis
- Standar Isi KTSP
- Gambar Pendukung
- Warna cover modul



Gambar 1. Cover Modul

2) Daftar isi

Pembuatan daftar isi untuk memudahkan pembaca dalam mencari halaman yang dituju. Daftar isi terdapat pada halaman i.

Daftar Isi	
Daftar Isi	iii
PENGANTAR	i
A. PROGRAM DASAR LOGIC CONTROLLER (PLC)	1
1. Struktur Dasar PLC	1
2. Prinsip Kerja PLC	2
B. GX-Programmer	2
1. Pengantaran	9
2. Menjalankan PLC	10
3. Menjalankan Program ke dalam PLC	11
PERCOBAAN	
A. Percobaan I Instruksi Dasar	13
B. Percobaan II Instruksi Gabungan	19
C. Percobaan III Aplikasi motor 3 fasa dan magnetik kontaktor dalam PLC	23
D. Percobaan IV Internal Relay (IR) / Relai Bantu	28
E. Percobaan V Special Relay (SR)	30
F. Percobaan VI Temporary Relay (TR)	32
G. Percobaan VII Interlock (IL) dan Interlock Clear (ILC)	34
H. Percobaan VIII KEEP (Latching Relay) dan Holding Relay (HR)	36
I. Percobaan IX Timer (Tim) dan High Timer (TimH)	38
J. Percobaan X Counter	43
PENUTUP	
A. Test Evaluasi	45
B. Kunci Jawaban	46
Daftar Pustaka	ii

Gambar 2. Daftar isi Modul

3) Pengenalan

Pembuatan pengenalan ini adalah untuk mengenalkan pembaca dalam materi yang akan dipraktikkan. Didalam pengenalan ini pembaca juga dapat menemukan cara menginstal perangkat lunak CX-Programmer dan juga materi tentang PLC.

PENGENALAN

A. PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

Programmable Logic Controller atau PLC adalah suatu peralatan kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin. Kontrol program dari PLC adalah menganalisa sinyal input kemudian mengatur keadaan output sesuai dengan keinginan pemakai. Peralatan input dapat berupa sensor photo elektrik, push button pada panel kontrol, limit switch atau peralatan lainnya dimana dapat menghasilkan suatu sinyal yang dapat masuk ke dalam PLC. Peralatan output dapat berupa switch yang menyalakan lampu indikator, relay yang menggerakkan motor atau peralatan lain yang dapat digerakkan oleh sinyal output dari PLC. Di dalam PLC juga dipersiapkan timer yang dapat dibuat dalam konfigurasi on delay, off delay, on timer, off timer dan lain- lain sesuai dengan programnya. Untuk memproses timer tersebut, PLC memanggil berdasarkan alamatnya.

1. Struktur Dasar PLC

a) Central Processing Unit (CPU)

CPU berfungsi untuk mengontrol dan mengawasi semua pengoperasian dalam PLC, melaksanakan program yang disimpan didalam memory.

Gambar 3. Pengenalan Modul

4) Percobaan

Percobaan menjelaskan tentang pembagian praktek pada modul ini. Percobaan I berisi praktek tentang instruksi dasar, percobaan II berisi praktek instruksi gabungan, percobaan III berisi praktek aplikasi motor 3 fasa dan *Magnetic Contactor* dalam PLC, percobaan IV berisi praktek *internal relay*, percobaan V berisi praktek *special relay*, percobaan VI berisi praktek *temporary relay*, percobaan VII berisi praktek IL dan ILC, percobaan VIII berisi praktek KEEP dan HR, percobaan IX berisi praktek *timer* dan *high timer*, dan percobaan X berisi praktek *counter*.

A. Percobaan I

	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER		UNNES FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO Gedung 61, Kampus Selaran, Gunungpati, Semarang
	Instruksi Dasar	HAL :	

I. TUJUAN

Setelah Selesai Latihan peserta mampu :

1. Memprogram ladder diagram dengan instruksi dasar.
2. Memprogram ladder diagram dengan instruksi gabungan.
3. Memahami cara kerja dan logika program dengan instruksi dasar dan gabungan.

II. DASAR TEORI

Instruksi dasar merupakan instruksi yang digunakan untuk membuat rangkaian logika dari diagram tangga atau sebaliknya. Instruksi dasar yaitu LD, LD NOT, AND, AND NOT, OR, OR NOT, OUT, OUT NOT, END. Nilai untuk kontak (LD, LD NOT, AND, AND NOT, OR, OR NOT). Untuk CPM1E output dimulai dari angka 100.00, 100.01, ... dst sesuai jumlah output dan type dari PLC yang dipraktikkan.

III. ALAT DAN BAHAN

1. PLC Set.
2. PC (*Personal computer*) / Laptop

IV. LANGKAH KERJA

1. Hidupkan komputer dan buka aplikasi cx-programmer.
2. Buka file – new (ctrl + N)
3. Pilih type PLC CP1E / pilih sesuai type PLC yang digunakan.
4. Untuk mensimulasikan, “CTRL+W” dan “CTRL + J” untuk on, “CTRL+K” untuk off saklar.

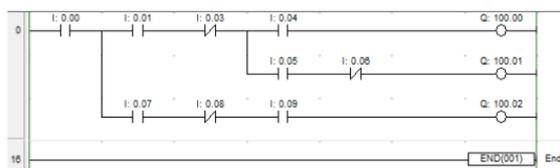
Gambar 4. Percobaan Modul

5) Latihan

Latihan diberikan dalam bentuk beberapa perintah praktek untuk membantu menguasai materi secara mandiri.

TUGAS

1. Programlah sebuah tombol emergency/pengaman sederhana 2 output dengan menggunakan prinsip relay TR: Buat diagram ladder beserta kode mnemonicnya!
2. Programlah 2 tombol emergency/pengaman dengan 6 output. Untuk output 1 tidak boleh off jika tidak dalam keadaan darurat, output 2-6 akan off bersamaan jika salah satunya ada yang rusak : Buat diagram ladder beserta kode mnemonicnya!
3. Tuliskan kode mnemonic dari diagram dibawah!



Gambar 5. Latihan Modul

6) Cara Penilaian

Cara penilaian digunakan untuk membantu pengajar, sehingga mempermudah dalam menilai praktek siswa.

No	Komponen/ Subkomponen Penilaian	Skor Maks	Skor
I	Persiapan Kerja		
	1.1. Kelengkapan peralatan	3	
	1.2. Kelengkapan bahan praktek	3	
	1.4. Kerapian berseragam	4	
	Skor Komponen :		
II	Proses (Sistematika dan Cara Kerja)		
	2.1. Membuat diagram tangga	3	
	2.2. Simulasi diagram tangga	3	
	2.3. Pemasangan berdasarkan rangkaian	3	
	2.4. Menguji rangkaian yang telah dipasang	3	
	2.5. Mendiagnosis permasalahan program	5	
	2.6. Mendiagnosis permasalahan instalasi	5	
	Skor Komponen :		
III	Hasil Kerja		
	3.1. Program diagram tangga berjalan dengan benar	10	
	3.2. Pemasangan rangkaian sesuai dengan instruksi	10	
	3.3. Hasil uji coba sudah sesuai yang diharapkan	15	
	3.4. Pemahaman materi berdasarkan laporan praktek	15	
	Skor Komponen :		
IV	Sikap Kerja		
	4.1. Penggunaan alat	3	
	4.2. Keselamatan kerja	5	
	4.3. Kebersihan	5	
	Skor Komponen :		
V	Waktu		
	5.1. Waktu penyelesaian praktek	5	
	Skor Komponen :		
	TOTAL SKOR KOMPONEN:	100	

Gambar 6. Lembar Penilaian Modul

7) Penilaian Akhir

Tes penilaian akhir merupakan tes untuk mengukur penguasaan secara keseluruhan setelah semua kegiatan belajar telah dipelajari.

PENUTUP

A. Test Evaluasi

Program dan Praktekan kondisi dibawah ini dengan menggunakan PLC dan CX-Programmer serta tulis laporan dengan diagram ladder dan mnemonicnya!

- Lampu seri 3 buah dengan 1 tombol on dan 1 tombol off.
- Lampu 4 buah dengan 4 tombol on dan 4 tombol off untuk menghidupkan dan mematikan tiap lampu, serta 1 tombol off untuk mematikan semua lampu.
- Buatlah saklar tukar/ hotel dengan 1 lampu dan 2 saklar (tiap saklar 1 on, 1 off).
- Buatlah tombol kuis dengan 4 peserta. Lampu peserta tidak boleh menyala bersama, dan ketika salah satu peserta menekan 1 menyala dan yang lain padam.
- Mengendalikan motor listrik 3 fasa secara berurutan.
- Mengendalikan motor listrik 3 fasa secara bergantian.
- Mengendalikan motor listrik 3 fasa dengan pengasutan bintang segitiga.
- Kendali lampu otomatis, 3 lampu menyala bergantian. Tiap lampu menyala selama 5 detik dengan kondisi berulang.
- Buatlah lampu lalu lintas 3 persimpangan. Lampu merah 80 detik, lampu hijau 30 detik dan kuning 10 detik.
- Mesin penghitung barang, tiap 10 buah akan berhenti 2 detik dan terus berulang.

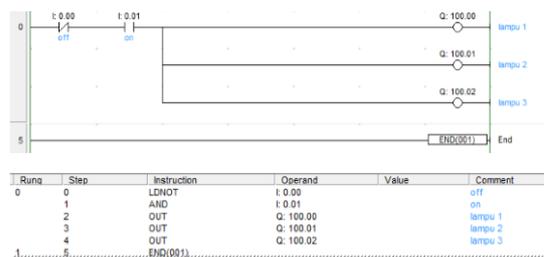
Gambar 7. Tes Evaluasi Modul

8) Kunci Jawaban

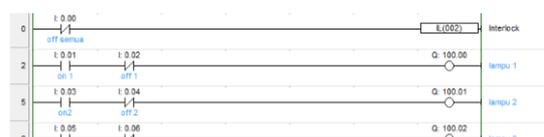
Kunci jawaban terletak dihalaman akhir modul yang berisi jawaban dari perintah/soal-soal yang diberikan.

B. Kunci Jawaban Test Evaluasi

- Lampu 3 diseri dengan tombol 1 on dan 1 off



- 4 buah lampu tiap lampu 1 tombol on dan 1 off, serta 1 tombol untuk mematikan semua lampu



Gambar 8. Kunci Jawaban Modul

4. Validasi desain

Sebelum melakukan uji coba, modul yang dikembangkan divalidasi terlebih dahulu oleh ahli. Validasi modul divalidasi oleh 3 guru SMK Dr Tjipto Semarang, Jurusan Teknik Instalasi dan Penerangan Tenaga Listrik yang mempunyai latar belakang sesuai materi yang dikembangkan. Validasi modul bertujuan untuk mendapatkan saran, agar modul yang dikembangkan menjadi produk yang berkualitas secara aspek materi, tampilan dan tujuan. Hasil validasi ahli menunjukkan rata-rata skor sejumlah 3,77 dari skor maksimal 4,00 dengan kategori “sangat layak”. Berdasarkan validasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar berbasis modul tersebut memiliki kualitas yang baik. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. Tingkat kelayakan modul oleh guru

Aspek	Modul			Total Skor	X̄ skor	Kriteria	Prosentase
	G ₁	G ₂	G ₃				
Materi	26	26	27	79	3.761905	Sangat Layak	94%
Tampilan	27	27	26	80	3.809524	Sangat Layak	95%
Tujuan	23	21	22	66	3.666667	Sangat Layak	92%
Tingkat Kelayakan modul				225	3.75	Sangat Layak	94%

5. Revisi Desain

Melalui validasi desain dengan guru, penulis mendapatkan saran terhadap modul yang dikembangkan. Saran tersebut antara lain:

- Penambahan bab pengantar, sehingga siswa dapat mengingat

teori materi sebelum melakukan praktek.

- b. Memberi sentuhan warna, agar gambar lebih jelas.
 - c. Menambahkan materi dengan beban motor 3 fasa.
 - d. Menambahkan gambar rangkaian PLC.
6. Uji coba Produk

Uji coba dilakukan untuk mengetahui kelayakan modul berdasarkan tanggapan siswa SMK kelas IX. Uji coba dilaksanakan di SMK Dr Tjipto Semarang. Jumlah responden 20 orang siswa. Uji coba dilakukan dengan cara menggunakan modul dalam proses pembelajaran praktek di ruang praktek. Penilaian uji coba meliputi aspek pembelajaran, isi materi, tampilan, daya tarik dan umpan balik. Pengambilan data dilakukan dengan cara pengisian data angket setelah pembelajaran selesai. Hasil ujicoba pemakaian mendapatkan presentase sebesar 80%. Berdasarkan ujicoba tersebut, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar berbasis modul tersebut memiliki kualitas yang baik dan dinyatakan layak.

7. Produksi Modul

Produk siap diproduksi setelah lulus uji validitas dan uji pemakaian.

Pembahasan

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan. Hasil penelitian dan pengembangan ini adalah bahan ajar berupa modul praktek PLC. Terdapat beberapa masalah yang melatarbelakangi pengembangan bahan ajar dalam penelitian ini. Masalah-masalah tersebut meliputi:

1. Belum optimalnya pemanfaatan PLC di sekolah, belum dimasukkan dalam matapelajaran sendiri.
2. Kurangnya tenaga guru dalam mengembangkan bahan ajar, khususnya matapelajaran PLC.
3. Belum banyak bahan ajar dengan materi PLC, khususnya untuk praktek.

Penelitian dan pengembangan ini dilaksanakan dengan mengacu pada tahapan

penelitian dan pengembangan Sugiyono. Menurut Sugiyono (2013:408) langkah-langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan yang dilakukan untuk menghasilkan produk tertentu dengan 10 tahap. Namun dalam penelitian dan pengembangan ini, 10 tahap tersebut disederhanakan menjadi 7 tahap. Adapun faktor yang mendasari penyederhanaan tersebut, yaitu:

1. Keterbatasan waktu

Jika pada penelitian dan pengembangan ini menggunakan 10 tahapan, maka akan memerlukan waktu dan proses yang relative lama. Oleh karena itu, dengan menyederhanakan tahapan menjadi 7 tahap penelitian dan pengembangan ini selesai dengan waktu yang lebih cepat dan efektif dalam prosesnya.

2. Keterbatasan biaya

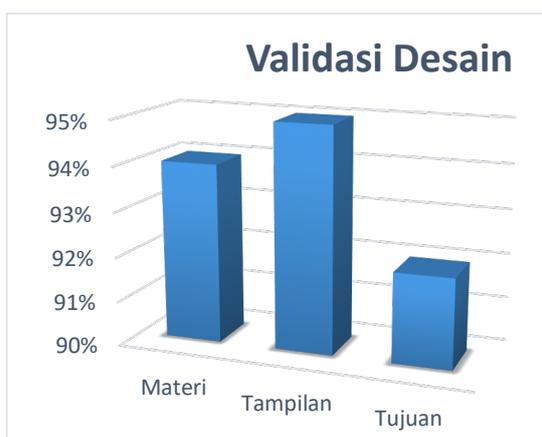
Dengan melakukan penyederhanaan, penelitian dan pengembangan ini bisa selesai dengan mengeluarkan jumlah biaya yang relative sedikit.

3. Kesamaan tahapan

Berdasarkan kesepuluh tahap penelitian dan pengembangan model sugiyono, ada beberapa tahap yang memiliki kesamaan tujuan. Kesamaan tersebut terlihat pada beberapa tahap, seperti tahap revisi desain, revisi produk 1 dan revisi produk 2. Adanya kesamaan pada beberapa tahap revisi tersebut, membuat peneliti menyederhanakan menjadi satu tahap revisi yaitu revisi desain. Kesamaan juga terlihat pada tahap ujicoba produk dan ujicoba pemakaian, sehingga peneliti menyederhanakan menjadi ujicoba produk yaitu setelah produk direvisi desain. Borg & Gall dalam (Emzir, 2013: 271) menyatakan bahwa dimungkinkan untuk membatasi penelitian dalam skala kecil, termasuk membatasi langkah penelitian. Penerapan langkah-langkah pengembangannya disesuaikan dengan kebutuhan peneliti.

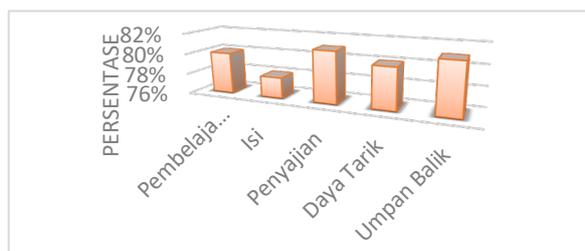
Tingkat kelayakan modul dilakukan untuk menilai, apakah modul dinyatakan layak digunakan sebagai buku pegangan siswa dalam proses belajar mengajar. Tingkat kelayakan modul diperoleh berdasarkan penilaian guru dan siswa kelas XII TITL. Berdasarkan penilaian

dari 3 guru diperoleh prosentase kelayakan sebesar 94%. Untuk penilaian pada aspek materi memperoleh () sebesar 3,76 dengan prosentase 94% berkriteria sangat layak, aspek tampilan memperoleh () sebesar 3,80 dengan prosentase 95% berkriteria sangat layak, aspek tujuan memperoleh () 3,67 dengan prosentase 92% berkriteria sangat layak. Grafik tingkat kelayakan modul oleh guru dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Hasil Validasi Modul

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa modul valid dan dapat dilanjutkan pada tahap uji coba pemakaian. Pada tahap uji coba pemakaian dari 20 siswa kelas XII diperoleh kelayakan modul sebesar 81% yang berarti bahwa penggunaan modul dalam pembelajaran mendapatkan respon yang positif. Untuk penilaian modul pada aspek pembelajaran memperoleh () sebesar 3,18 dengan prosentase 80% berkriteria layak, aspek isi memperoleh () sebesar 3,1 dengan prosentase 78% berkriteria layak, aspek penyajian memperoleh () sebesar 3,23 dengan prosentase 81% berkriteria layak, aspek daya tarik memperoleh () sebesar 3,21 dengan prosentase 80% berkriteria layak, aspek umpan balik memperoleh () sebesar 3,25 dengan prosentase 81% berkriteria layak. Grafik tingkat kelayakan modul oleh siswa kelas XII dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil Uji coba Modul

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan modul dalam pelajaran praktek PLC berperan baik dan memberikan respon positif dari siswa kelas XII. Berdasarkan analisis dan perhitungan tingkat kelayakan modul praktek PLC, maka dapat disimpulkan bahwa modul praktek PLC layak digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran untuk mata pelajaran instalasi motor listrik pada sub bab PLC di SMK Dr. Tjipto Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Mohamad. 2013. Penelitian Kependidikan Prosedur dan Strategi. Bandung: Angkasa.
- Arikunto, Suharsimi. 2010. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: Rineka Cipta.
- Budiyanto M dan A Wijaya . 2006. Pengenalan dasar-dasar PLC disertai contoh aplikasinya. Yogyakarta: Gava Media
- Daryanto. 2013. Menyusun Modul. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- Depdiknas. 2008. Penulisan Modul. Cetakan 1. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Jakarta: Bagian Pendidik dan Tenaga Kependidikan.
- _____. Panduan Umum Pengembangan Silabus. Direktorat Jenderal Pendidikan Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta: Bagian Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Dikdasmen. 2007. Mengoperasikan PLC. Semarang: Balai Latihan Kerja Industri.
- Ella, Yulaelawati. 2004. Kurikulum dan Pembelajaran. Bandung: Pakar Raya.
- Emzir. 2013. Metodologi Penelitian Kualitatif Analisis Data. Jakarta: Rajawali Pers.
- Kemendikbud. 2013. Sistem Kontrol Terprogram. Buku sekolah elektronik. <http://bse.kemdikbud.go.id>, 23 Maret 2016.

- Kunandar. 2011. Langkah Mudah Penelitian Tindakan Kelas Sebagai Pengembangan Profesi Guru. Jakarta: Rajawali Pers.
- Nurdin, Yurnalis. 2015. Karya Tulis Ilmiah Bentuk Buku. Widyaiswara Utama Balai Diklat Keagamaan Palembang. Palembang. 19 November.
- Omron. 2015. CX-Programmer Introduction Guide. Japan: Omron.
- Prastowo, Andi. 2012. Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Yogyakarta: Diva Pers.
- Purwanto. 2007. Pengembangan modul. Jakarta: Depdiknas.
- Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D). Bandung: Alfabeta.
- _____. 2012. Statistika untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Sukiman. 2011. Penelitian Tindakan Kelas Untuk Guru Pembimbing. Yogyakarta: Paramitra Publishing.