

**PENGEMBANGAN TRAINING KIT *PRODUCTION AND MONITORING*
SYSTEM BERBASIS PLC UNTUK KOMPETENSI KEAHLIAN
TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI**



Oleh:
Edy Noviyanto
NIM. 17720251021

Tesis ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan
untuk mendapatkan gelar Magister Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA DAN INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2019**

ABSTRAK

EDY NOVIYANTO: Pengembangan Training Kit *Production and Monitoring System* Berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri. **Tesis, Yogyakarta: Program Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta, 2019.**

Kebutuhan tenaga kerja industri dengan kompetensi bidang *Programmable Logic Controllers* (PLC) cukup tinggi. Namun demikian, masih terdapat kesenjangan antara kebutuhan kompetensi di industri dengan kompetensi lulusan SMK. Upaya meminimalkan kesenjangan tersebut dapat dilakukan dengan menyediakan *training kit* yang mendukung pencapaian kompetensi sesuai kebutuhan industri. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan desain *Training Kit of Production and Monitoring System* (TKPMS) berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Elektronika Industri, (2) menghasilkan TKPMS berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Elektronika Industri, (3) menguji kinerja TKPMS yang dihasilkan tersebut, dan (4) mendeskripsikan respon terhadap TKPMS yang dihasilkan tersebut dari siswa SMK Negeri 2 Wonosari.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan model pengembangan ADDIE menurut Lee & Owens. Prosedur pengembangan yang dilakukan meliputi tahapan: analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Tahap analisis melibatkan responden industri dan guru SMK di Yogyakarta. Penilaian produk melibatkan ahli materi dan ahli media dari dosen FT UNY. Penilaian respon pengguna melibatkan siswa SMKN 2 Wonosari. Pengumpulan data menggunakan angket yang telah divalidasi ahli. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

Hasil penelitian adalah sebagai berikut. (1) Desain *training kit* secara teknis terdiri dari dua panel, semua komponen terintegrasi PLC, HMI dan elektropneumatik untuk mensimulasikan sebuah proses produksi dan monitoring, training kit dilengkapi dengan terminal bantu dan saklar kesalahan. Secara non-teknis, *training kit* ditujukan untuk melatih empat kompetensi kunci, yaitu mengidentifikasi PLC dan komponen pendukung, melakukan pengawatan sistem PLC, memprogram PLC dan melakukan perbaikan sistem PLC. (2) *Training kit* dihasilkan melalui lima tahapan, yaitu analisis kebutuhan, desain *training kit*, pembuatan dan pengujian fungsional, pengujian ahli dan pengguna, dan evaluasi kelayakan. (3) Uji kinerja menunjukkan *training kit* tersebut termasuk kategori sangat layak dengan rerata skor dari ahli materi sebesar 3,83 dan ahli media sebesar 3,67. (4) Pengguna menyatakan *training kit* dan modul pembelajaran yang dihasilkan sangat layak dengan rerata skor sebesar 3,39.

Kata Kunci: PLC, *production and monitoring system*, *training kit*

ABSTRACT

EDY NOVIYANTO: Developing a PLC-Based Production and Monitoring System Training Kit for Industrial Electronical Engineering Expertise Competency. **Thesis, Yogyakarta: Graduate School, Yogyakarta State University, 2019.**

The need for industrial workers with Programmable Logic Controllers (PLC) competence is quite high. However, there is still a gap between the competency needs in the industry and the competencies of SMK graduates. Efforts to minimize this gap can be done by providing a training kit that supports the achievement of competencies according to industry needs. This study aims to: (1) produce a design of PLC-Based Production and Monitoring System Training Kit (PLC-BPMSTK) for Industrial Electronic Engineering Expertise Competency; (2) develop a PLC-BPMSTK for Industrial Electronic Engineering Expertise Competency; (3) testing the performance of the developed PLC-BPMSTK, and (4) describe the responses to the developed PLC-BPMSTK of the students of SMK Negeri 2 Wonosari.

This research is development research with ADDIE development model according to Lee & Owens. The development procedure includes the stages of analysis, design, development, implementation and evaluation. The analysis phase involved industry respondents and vocational teachers in Yogyakarta. The product evaluation involved material expert and media expert of FT UNY lecturers. The evaluation of user involved students of SMK 2 Wonosari. The data collection uses a questionnaire that has been validated by experts. The data were analyzed descriptively.

The results are as follows. (1) The design of the training kit technically consists of two boards, all components integrated with PLC, HMI and electropneumatics to simulate a production and monitoring process. The training kit is equipped with auxiliary terminals and fault switches. Non-technically, the training kit is intended to train four key competencies, namely identifying PLCs and supporting components, performing PLC system wiring, performing PLC programming and PLC system troubleshooting. (2) The developed training kit is produced through five stages, namely needs analysis, training kit design, manufacturing and functional testing, expert and user testing, and feasibility evaluation. (3) The performance tests show that the training kit is in the very feasible category with a mean score of 3.83 from material experts and 3.67 from media experts. (4) The users state that the training kit and learning module are very feasible with a mean score of 3.39.

Keywords: PLC, production and monitoring system, training kit,

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa : Edy Noviyanto

Nomor mahasiswa : 17720251021

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika

Dengan ini menyatakan bahwa tesis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya dalam tesis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, November 2019

Yang membuat pernyataan,



Edy Noviyanto
NIM. 17720251021

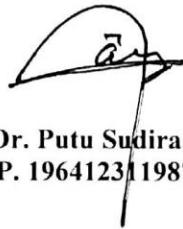
LEMBAR PERSETUJUAN

PENGEMBANGAN TRAINING KIT *PRODUCTION AND MONITORING SYSTEM* BERBASIS PLC UNTUK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI

**EDY NOVIYANTO
NIM. 17720251021**

Tesis ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Magister Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika

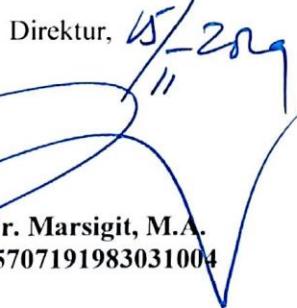
Menyetujui untuk diajukan pada ujian tesis
Pembimbing,



**Dr. Putu Sudira, M.P.
NIP. 196412311987021063**

Mengetahui
Program Pascasarjana
Universitas Negeri Yogyakarta

Direktur,



15/2021

**Prof. Dr. Marsigit, M.A.
NIP. 195707191983031004**

Ketua Program Studi



**Dr. Ratna Wardani, S.Si., M.T.
NIP. 197012182005012001**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN TRAINING KIT *PRODUCTION AND MONITORING* SYSTEM BERBASIS PLC UNTUK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI

EDY NOVIYANTO
NIM. 17720251021

Dipertahankan di depan Tim Pengaji Tesis
Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal: 27 Nov 2019.



Yogyakarta,
Program Pascasarjana
Universitas Negeri Yogyakarta

Direktur,

Prof. Dr. Marsigit, M.A.
MP. 195707191983031004



KATA PENGANTAR

Puji syukur *Alhamdulillah*, penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan hidayah, kekuatan dan segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis dengan judul “Pengembangan Training Kit *Production and Monitoring System* Berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri”. Tesis ini menghasilkan produk berupa training kit dan modul pembelajaran yang digunakan untuk praktikum *Programmable Logic Controller* (PLC) bagi siswa SMK pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri. Adanya training kit yang dilengkapi dengan modul pembelajaran ini diharapkan dapat digunakan untuk melatih kompetensi siswa yang berorientasi pada kebutuhan kompetensi di industri terkait bidang PLC.

Terselesaikannya penulisan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada Dr. Putu Sudira, M.P. sebagai dosen pembimbing yang memberikan arahan dan bimbingan sehingga tesis ini dapat terselesaikan. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Yogyakarta, Direktur Program Pascasarjana, Ketua Program Studi dan dosen-dosen Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika (PTEI-S2) yang telah memberikan kesempatan, fasilitas dan bantuan lainnya untuk penelitian ini.
2. Dr. Ir. Masduki Zakaria, M.T., Dr. Phil. Mashoedah, M.T., Suprapto, M.T., Ph.D., dan Dr. Priyanto, M.Kom. yang telah memberikan validasi terhadap instrumen dan produk dari tesis ini.
3. Kepala Sekolah, Kepala Program Keahlian dan teman-teman guru di Program Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Wonosari yang telah memberikan dukungan pelaksanaan penelitian tesis ini.
4. Teman-teman mahasiswa Program Studi PTEI S2 tahun 2017 yang banyak memberikan motivasi dan berbagai informasi untuk penyelesaian tesis ini.

5. Istri dan putra saya serta segenap keluarga yang memberikan motivasi dan do'a selama penulis menempuh studi S2 ini.
6. Alumni SMK Negeri 2 Wonosari dan pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang berkontribusi dalam penyelesaian tesis ini.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak jika ada kekurangan dan kesalahan dalam pelaksanaan dan penulisan tesis ini. Semoga hasil penelitian tesis ini dapat bermanfaat khususnya untuk pengembangan pembelajaran siswa-siswa SMK.

Yogyakarta, November 2019

Edy Noviyanto
NIM. 17720251021

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
Abstrak	ii
<i>Abstract</i>	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	8
C. Pembatasan Masalah	9
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan Pengembangan	9
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	10
G. Manfaat Pengembangan	14
H. Asumsi Pengembangan	15

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori	16
B. Penelitian yang Relevan	50
C. Kerangka Pikir	53
D. Pertanyaan Penelitian	54

BAB III METODE PENELITIAN

A. Model Penelitian dan Pengembangan	56
B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan	57
C. Desain Uji Coba Produk	64
1. Desain Uji Coba.....	64
2. Subyek Coba.....	65
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	65
4. Teknik Analisis Data	68

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal	70
B. Hasil Uji coba Produk	107
C. Revisi Produk	112
D. Kajian Produk Akhir	113
E. Keterbatasan Penelitian	132

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	133
B. Saran Pemanfaatan Produk	134
C. Pengembangan Lebih Lanjut	135

DAFTAR PUSTAKA	136
----------------------	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kompetensi dasar Sistem Pengendali Elektronik	12
Tabel 2. Spesifikasi PLC CP1E-N30SDRA	31
Tabel 3. Peta daerah memori I/O CP1E-N30SDRA	33
Tabel 4. Instruksi-instruksi diagram ladder	34
Tabel 5. Standar Kompetensi Lulusan SMK 3 Tahun	41
Tabel 6. Gradasi kompetensi pengetahuan, ketrampilan dan sikap	42
Tabel 7. Struktur Muatan Peminatan Kejuruan Teknik Elektronika Industri	43
Tabel 8. Pelaksanaan kegiatan penelitian.....	62
Tabel 9. Kisi-kisi instrumen penelitian responden industri	66
Tabel 10. Kisi-kisi instrumen penelitian responden ahli	67
Tabel 11. Kisi-kisi instrumen penelitian responden siswa	68
Tabel 12. Pedoman skor kriteria penilaian.....	69
Tabel 13. Kriteria kategori kelayakan.....	69
Tabel 14. Hasil analisis kebutuhan responden industri.....	71
Tabel 15. Hasil analisis kebutuhan responden guru.....	72
Tabel 16. Komponen <i>input-output</i> training kit	87
Tabel 17. Daftar bahan training kit	99
Tabel 18. Pengujian fungsional catu daya.....	101
Tabel 19. Pengujian fungsional komponen masukan	101
Tabel 20. Pengujian fungsional komponen keluaran	102
Tabel 21. Pengujian sistem secara keseluruhan pada training kit.....	103

Tabel 22. Pengujian kesesuaian isi lembar kerja pada modul.....	105
Tabel 23. Penilaian produk oleh ahli materi	108
Tabel 24. Penilaian produk oleh ahli media.....	109
Tabel 25. Penilaian produk oleh siswa.....	110
Tabel 26. Penilaian tiap aspek modul pembelajaran oleh ahli materi.....	126
Tabel 27. Penilaian tiap aspek oleh ahli media	128
Tabel 28. Penilaian tiap aspek training kit oleh siswa	129
Tabel 29. Perbandingan capaian masing-masing responden.....	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Potongan flowchart pemilihan media.....	22
Gambar 2. Diagram blok PLC	30
Gambar 3. Bentuk PLC Omron CP1E-N30SDRA	32
Gambar 4. Proses <i>scanning</i> program PLC	37
Gambar 5. Bentuk HMI.....	37
Gambar 6. Hubungan PLC ke HMI	38
Gambar 7. Model penelitian dan pengembangan ADDIE	48
Gambar 8. Tahapan penelitian dan pengembangan menurut Sugiyono.....	49
Gambar 9. Kerangka pikir penelitian	54
Gambar 10. Konsep model pengembangan ADDIE menurut Lee & Owens	56
Gambar 11. Prosedur penelitian dan pengembangan ADDIE	63
Gambar 12. Blok diagram training kit	86
Gambar 13. Diagram pengawatan training kit	88
Gambar 14. Diagram pneumatik training kit	89
Gambar 15. Desain rangka training kit	89
Gambar 16. Desain <i>I/O board</i> training kit	90
Gambar 17. Desain <i>control board</i> training kit	91
Gambar 18. Desain tampilan layar HMI	92
Gambar 19. Diagram alir program PLC.....	94
Gambar 20. <i>Outline</i> modul pembelajaran untuk guru.....	96
Gambar 21. <i>Outline</i> modul pembelajaran untuk siswa	97

Gambar 22. Foto training kit hasil pengembangan	100
Gambar 23. Sampul modul pembelajaran untuk guru dan siswa.....	104

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian	142
Lampiran 2. Instrumen <i>Need Assessment</i>	146
Lampiran 3. Surat Izin Validasi Instrumen	147
Lampiran 4. Surat Izin Validasi Materi	149
Lampiran 5. Surat Izin Validasi Media	150
Lampiran 6. Hasil Validasi Instrumen	151
Lampiran 7. Hasil Validasi Materi	153
Lampiran 8. Hasil Validasi Media	156
Lampiran 9. Hasil Respon Siswa	159
Lampiran 10. Hasil FEA industri	161
Lampiran 11. Hasil FEA guru	164
Lampiran 12. Daftar Hadir dan Notulen FGD	166
Lampiran 13. Rekap angket siswa	169
Lampiran 14. Silabus Sistem Pengendali Elektronik (SPE)	171
Lampiran 15. Kompetensi Dasar Sistem Pengendali Elektronik (SPE)	173
Lampiran 16. Program Ladder Diagram	176
Lampiran 17. Foto Dokumentasi FGD.....	179
Lampiran 18. Foto Kegiatan Pengujian Pengguna.....	180

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Allen (2016:9) dalam laporan yang dipublikasian *Asian Development Bank* (ADB) menuliskan analisisnya terhadap pasar kerja di Indonesia dimana seiring perubahan waktu telah terjadi perubahan komposisi pekerjaan di Indonesia. Persentase orang yang bekerja di sektor pertanian mengalami penurunan dari 54,7% di tahun 1985 menjadi 34,0% pada tahun 2015 dan sektor industri mengalami peningkatan dari 13,4% menjadi 19,7% di tahun yang sama. Data yang sejalan dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) yang menyebutkan adanya peningkatan pertumbuhan industri pengolahan di Indonesia sebesar 5,01% pada tahun 2018. Di sisi kesempatan kerja, data di bulan April 2018 yang dirilis Beritagar.id menunjukkan bahwa kesempatan kerja di sektor industri pengolahan menempati urutan ke-dua setelah sektor jasa dengan besar persentase 14,5%. Adanya peningkatan pertumbuhan dan peluang kerja ini memberikan harapan besar kepada lulusan pendidikan kejuruan untuk dapat berkiprah di sektor tersebut. Namun demikian, Allen (2016:11) juga menyebutkan data yang kurang menggembirakan yaitu adanya 52% yang bekerja masih kurang memenuhi syarat kompetensi untuk jabatan pekerjaan mereka.

Pemerintah Indonesia telah menetapkan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) yang dibutuhkan di industri khususnya bidang

otomasi industri dengan SK Menteri Tenaga Kerja Nomor 631 tahun 2016.

Satu hal penting dalam standar kompetensi tersebut adalah adanya kompetensi terkait proses produksi yang menerapkan *Programmable Logic Controller* (PLC). Kebutuhan akan kompetensi terkait PLC menjadi penting mengingat sejauh ini keberadaan PLC tetap dibutuhkan di industri. Pawar (2016) mengungkapkan bahwa PLC masih menjadi kontroler yang sangat banyak diterapkan di industri untuk menangani proses-proses produksi secara otomatis. Sebagaimana temuan Mamodiya (2014) bahwa penggunaan PLC di industri masih diperlukan mengingat PLC sangat efektif untuk peningkatan kuantitas dan kualitas produksi.

Penelusuran di situs Jobstreet.co.id mengindikasikan tingginya permintaan industri terhadap calon tenaga kerja dengan kompetensi terkait PLC dan pneumatik untuk sistem produksi. Setidaknya ada 122 industri yang membutuhkan tenaga kerja terkait PLC dan 38 industri yang membutuhkan tenaga kerja terkait pneumatik dalam bulan Mei 2018. Kompetensi-kompetensi tersebut diantaranya instalasi *hardware* dan *wiring* PLC, *programming* PLC, PLC *lay out*, I/O *module lay out*. Industri di luar negeri juga membutuhkan tenaga kerja operator PLC seperti disebutkan BNP2TKI dalam *Catalogue of Indonesia Overseas Workers* 2013. Kompetensi yang dipersyaratkan yaitu mengetahui konsep PLC, memprogram PLC, mengkomunikasikan PLC ke komputer, pemasangan PLC dengan *hardware* serta *trouble shooting* PLC.

Permintaan industri akan kompetensi ini perlu direspon oleh lembaga pendidikan kejuruan yang mana lulusan pendidikan kejuruan memang diorientasikan untuk bekerja, salah satunya bekerja di industri. SMK sebagai bagian pendidikan kejuruan perlu menyiapkan lulusan dengan kompetensi yang mampu menjawab kebutuhan tersebut. Pembelajaran yang berlangsung di sekolah perlu diupayakan untuk mengaitkan dengan dunia kerja (*work related learning*). Sekolah perlu melatih siswa-siswa untuk memahami konsep PLC, memprogram PLC, pemasangan PLC dengan *hardware* serta *trouble shooting* PLC. Secara normatif, hal itu telah tertuang dalam Kurikulum 2013 revisi dan skema sertifikasi kompetensi siswa yang merujuk pada SKKNI untuk Kompetensi Keahlian Elektronika Industri. Namun, secara implementatif sekolah belum mampu menerapkannya mengingat keterbatasan sarana belajar dan berlatih yang memadai untuk kompetensi-kompetensi tersebut. Untuk itu diperlukan media berlatih yang sesuai dalam bentuk training kit.

Studi pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang kebutuhan training kit. Pengumpulan informasi dengan cara meminta pendapat melalui angket kepada responden guru dan responden industri. Responden guru terdiri dari lima orang guru yang mengampu Teknik Elektronika Industri di sekolah yang berbeda, yaitu SMK Negeri 2 Wonosari, SMK Negeri 3 Wonosari, SMK Negeri 1 Gedangsari, SMK Muhammadiyah Prambanan dan SMK Negeri 1 Kandeman, Batang. Responden industri terdiri dari lima orang yang bekerja di empat industri di Indonesia yang menggunakan sistem PLC

dalam produksi yang dijalankannya, yaitu PT. Denso Indonesia, Bekasi, PT. TD Automotive Compresor Indonesia, Jakarta, PT. AICA Indonesia, Bekasi dan PT. UNISEM, Batam.

Berdasarkan hasil angket dengan responden guru diketahui bahwa pembelajaran PLC yang dilakukan masih menghasilkan capaian kompetensi yang rendah yang diindikasikan dengan nilai kurang dari 80 sebesar 60% dan nilai kurang dari 70 sebesar 40%. Pembelajaran PLC yang dilakukan semua sekolah masih menggunakan simulator dan training kit sederhana. Semua responden menyatakan bahwa kendala saat pembelajaran praktik sistem kontrol dengan PLC adalah jumlah dan model training kit yang kurang memadai dan kurang layak. Bentuk training yang dimiliki 80% berupa PLC dengan I/O tombol dan lampu, 20% berupa unit PLC saja. Semua responden setuju perlunya pengembangan training kit untuk melatih kompetensi siswa dalam pemrograman, pengawatan dan *troubleshooting*. Bentuk training kit yang diusulkan berupa training kit terintegrasi sensor, aktuator dan monitor atau *Human Machine Interface* (HMI) serta elektropneumatik.

Berdasarkan data angket dari responden industri diketahui bahwa 80% responden menyatakan kompetensi memprogram PLC dibutuhkan, 60% membutuhkan kompetensi pengawatan PLC dan 80% menyatakan membutuhkan kompetensi *troubleshooting* sistem dengan PLC. Semua responden menyatakan bahwa tingkat kompetensi kerja terkait kompetensi memprogram, pengawatan PLC dan *troubleshooting* sistem kontrol dengan PLC yang dimiliki lulusan SMK saat ini masih kurang sesuai dan perlu

dingkatkan. Untuk meningkatkan kompetensi lulusan tersebut, 100% responden menyatakan perlu ada training kit yang memadai untuk melatih kompetensi siswa. Terkait dengan bentuk training kit yang diusulkan, 80% responden mengatakan bahwa training kit PLC perlu terintegrasi dengan sensor, aktuator, *Human Machine Interface* (HMI) dan elektropneumatik dan 20% responden mengusulkan perlunya tambahan sistem servo.

Dari hasil angket guru dan responden industri dapat diketahui bahwa sebagian besar industri yang menggunakan sistem PLC dalam proses produksinya membutuhkan kompetensi memprogram PLC, pengawatan komponen dan *troubleshooting*. Kompetensi-kompetensi tersebut oleh sebagian besar sekolah sudah dipelajari siswa. Namun demikian, tingkat penguasaan kompetensi lulusan SMK untuk semua kompetensi yang disebutkan tersebut masih belum sesuai, pernyataan ini didukung dengan hasil capaian kompetensi siswa pada pembelajaran sistem kontrol PLC belum termasuk kategori baik. Jumlah dan bentuk training yang digunakan dalam pembelajaran praktik semua sekolah belum memadai, belum mampu digunakan untuk memenuhi kompetensi yang digunakan dalam industri secara nyata.

Saat ini, pembelajaran yang dilakukan di sekolah masih menggunakan simulasi program komputer dan training kit sederhana. Training kit tersebut belum mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata bagi siswa dalam aspek ketrampilan. Siswa belum mampu mengidentifikasi komponen yang digunakan dalam sebuah sistem produksi secara detil, belum mampu

merakit komponen dan mengoperasikannya secara nyata serta belum dapat belajar melakukan perbaikan (*troubleshooting*) terhadap sistem produksi yang menggunakan PLC dan elektropneumatik. Sebagaimana masukan responden industri bahwa siswa perlu dibekali kompetensi mengidentifikasi komponen yang digunakan dalam sebuah sistem produksi, terutama komponen elektrik.

Hal ini berarti, apa yang dipelajari di sekolah dan apa yang diharapkan industri masih ada kesenjangan. Sejalan dengan teori yang dikemukakan Branch (2009:27) bahwa kesenjangan kinerja dapat disebabkan oleh tiga faktor, yaitu kurangnya *resources* atau sumber belajar, kurangnya motivasi dan kurangnya pengetahuan. Semua industri setuju bahwa sarana praktik yang berupa training kit yang digunakan siswa untuk belajar sebagai faktor *resources* yang menjadi penyebab kesenjangan tersebut. Semua industri dan sekolah setuju bahwa untuk mengatasi masalah kompetensi siswa terkait sistem kontrol PLC masih diperlukan training dengan bentuk yang dikembangkan dari yang sudah digunakan di sekolah. Owoh (2016) menyebutkan bahwa ketersediaan bahan-bahan dan peralatan pembelajaran kejuruan yang menunjang sangat penting untuk melatih ketrampilan siswa sesuai kebutuhan pekerjaan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa untuk menjembatani kesenjangan kompetensi yang diharapkan industri maka perlu adanya peralatan praktik dalam bentuk training kit yang dikembangkan sesuai dengan masukan responden industri dan sekolah.

Di pasaran umum telah banyak dijumpai training kit PLC yang ditawarkan. Namun demikian, training kit-training kit tersebut masih memiliki beberapa kekurangan terkait bentuk training kit dan tingkat kelayakan untuk pembelajaran. Training kit yang ada masih sangat sederhana dengan komponen saklar dan lampu sebagai simulator komponen masukan dan keluaran. Training kit yang ada belum menggabungkan komponen sensor, aktuator dan monitor dalam satu kesatuan sistem yang mensimulasikan sistem pengendalian suatu proses produksi. Selain itu, training kit yang ada belum dilakukan uji kelayakan untuk pembelajaran siswa SMK khususnya untuk dengan Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri.

Terkait masalah di atas, penelitian ini mengembangkan training kit yang digunakan untuk melatih kompetensi khususnya dalam aspek ketrampilan yang mencakup pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting* sistem PLC. Training kit yang dikembangkan berupa training kit sistem produksi dan pemantauan proses produksi (*production and monitoring system*). Training kit tersebut memuat komponen sensor, aktuator elektrik dan elektropneumatik dengan dilengkapi komponen HMI sebagai pemantau proses.

Melalui training kit tersebut diharapkan siswa dapat mempelajari sistem kontrol proses produksi secara utuh, tidak hanya dalam hal kompetensi memprogram PLC saja, namun juga menginstalasi komponen dan *troubleshooting*. Adanya training kit ini diharapkan dapat menjawab kebutuhan industri terhadap kompetensi tenaga kerja untuk sektor industri khususnya pada jabatan teknisi yang terkait proses produksi dengan PLC.

B. Identifikasi Masalah

1. Kompetensi pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting* sistem PLC yang dimiliki lulusan SMK masih kurang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja.
2. Pembelajaran pada kompetensi PLC di SMK masih menghasilkan capaian hasil belajar siswa yang rendah.
3. Pembelajaran yang dilakukan masih menggunakan simulator yang lebih berorientasi pada peningkatan kemampuan aspek pengetahuan daripada aspek ketrampilan.
4. Pembelajaran praktik PLC belum menggunakan training kit yang menekankan pada kompetensi instalasi/pengawatan komponen dan *troubleshooting* sistem PLC.
5. Training kit yang dimiliki SMK masih konvensional yaitu berupa unit PLC dengan komponen tombol dan lampu.
6. Belum ada training kit PLC untuk pembelajaran siswa SMK yang dapat digunakan untuk melatih kompetensi pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting* dalam satu sistem yang mencerminkan suatu proses produksi dan pemantauannya.
7. Banyak training kit PLC yang telah ada tidak layak untuk pembelajaran siswa SMK pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri

C. Pembatasan Masalah

Mengacu pada identifikasi masalah tersebut di atas, cakupan masalah yang diselesaikan dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. Belum adanya training kit PLC untuk pembelajaran siswa SMK yang dapat digunakan untuk melatih kompetensi pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting* dalam satu sistem yang mencerminkan suatu proses produksi dan pemantauannya.
2. Banyak training kit PLC yang telah ada tidak layak untuk pembelajaran siswa SMK pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengatasi belum adanya training kit PLC untuk pembelajaran siswa SMK yang dapat digunakan untuk melatih kompetensi pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting* dalam satu sistem yang mencerminkan suatu proses produksi dan pemantauannya?
2. Bagaimana memenuhi standar pada pengembangan training kit PLC agar dapat dikatakan layak untuk pembelajaran siswa SMK pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri?

E. Tujuan Pengembangan

Mengacu rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC untuk pembelajaran siswa SMK pada Kompetensi Keahlian Elektronika Industri yang dapat digunakan untuk melatih kompetensi pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting*.
2. Menguji tingkat kelayakan Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC yang dikembangkan melalui penilaian ahli media dan ahli materi serta penilaian respon siswa SMK sebagai pengguna.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

1. Spesifikasi Teknis Training Kit

- a. Komponen kontrol menggunakan PLC Omron CP1E dengan jumlah I/O 30 buah dengan port antarmuka USB dan RS232
- b. Komponen masukan meliputi tombol tekan, proksimiti kapasitif, proksimiti induktif, sensor fotoelektrik, sensor *thrubeam* dan *reed switch*.
- c. Komponen keluaran meliputi relai, motor DC, katup solenoid, lampu.
- d. Komponen monitoring menggunakan perangkat HMI dengan antarmuka RS232.
- e. Training kit memuat komponen pneumatik: *air supply unit*, katup kontrol dan silinder.
- f. Catu daya yang diperlukan mencakup 220VAC, 24 VDC, 12 VDC dan 5VDC.
- g. Bahasa program yang digunakan Ladder Diagram dan Instruction List

- h. Software aplikasi yang digunakan CX Programmer berbasis Windows (Windows XP/7/10)
- i. Bentuk training kit terdiri dari dua panel yaitu horisontal dan vertikal dengan ukuran 120 cm x 70 cm x 70 cm dan memungkinkan untuk dipindahkan dengan mudah.
- j. Training kit dibuat dari alumunium dan akrilik dengan warna dominan putih susu dan perak.
- k. Komponen masukan dan keluaran yang ada di training kit diberi label identifikasi dengan jenis font Arial, warna hitam.
- l. Komponen katup kontrol diberi simbol untuk memudahkan siswa menerapkan diagram pneumatik.
- m. Komponen masukan dan keluaran yang ada di training kit dilengkapi terminal-terminal bantu.
- n. Komponen-komponen dalam training kit tergabung membentuk sebuah sistem pengendalian yang dapat dimonitoring dengan HMI
- o. Sistem pengendalian yang disimulasikan dalam training kit yaitu sistem pengisi botol dengan cairan (*filling system*).
- p. Training kit dilengkapi dengan tombol kesalahan (*fault switch*) untuk berlatih *troubleshooting*.

2. Spesifikasi Non Teknis Training Kit

- a. Training kit berorientasi pada pemenuhan kompetensi teknisi PLC hasil FEA pihak industri dan pemenuhan kompetensi dasar dalam mata pelajaran SPE untuk kompetensi dasar seperti Tabel 1.

Kompetensi pokok yang menjadi tujuan training kit adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi PLC dan komponen-komponen pendukungnya.
- 2) Melakukan pengawatan sistem PLC dan penyambungan selang sistem pneumatik.
- 3) Memprogram PLC menggunakan komputer.
- 4) Melakukan perbaikan pada sistem PLC.

Tabel 1. Kompetensi dasar Sistem Pengendali Elektronik

No	KD Pengetahuan	KD Ketrampilan
1	3.29. Menerapkan struktur dan bagian PLC	4.29. Membuat struktur dan bagian PLC
2	3.30. Menerapkan rangkaian PLC sebagai alat pengontrol sebuah sistem	4.30. Membuat rangkaian PLC sebagai alat pengontrol sebuah sistem
3	3.31. Menerapkan rangkaian kontrol dengan komponen elektropneumatik	4.31. Membuat rangkaian kontrol dengan komponen elektropneumatik

- b. Penggunaan training kit juga ditujukan untuk membangun sikap kerja siswa yang mencakup sikap cermat, disiplin, kreatif, berpikir kritis, mampu berkomunikasi dan kerjasama dengan orang lain.
- c. Training kit dapat digunakan untuk praktikum secara kelompok yang terdiri dari 2-3 siswa.

3. Spesifikasi modul pembelajaran

- a. Secara isi, memenuhi kompetensi pengetahuan seorang teknisi PLC dan memenuhi kompetensi standar mata pelajaran SPE. Kompetensi-kompetensi pokok yang termuat dalam modul yaitu:

- 1) Menerapkan komponen-komponen pendukung sistem kontrol berbasis PLC
 - 2) Menerapkan prosedur pengawatan (*wiring*) sistem PLC dan penyambungan selang sistem pneumatik
 - 3) Menerapkan prosedur memprogram PLC menggunakan komputer
 - 4) Menerapkan prosedur perbaikan pada sistem PLC
- b. Secara sistematika modul terdiri dari empat kegiatan pembelajaran yang didalamnya memuat tujuan pembelajaran, IPK, uraian materi, aktifitas pembelajaran, tugas, rangkuman, tes formatif, dan lembar kerja. Modul dilengkapi dengan pendahuluan yang berisi: latar belakang, tujuan pembelajaran, peta kedudukan modul, ruang lingkup, prasyarat dan saran penggunaan modul.
- c. Materi/langkah kerja yang ada dalam modul pembelajaran dibuat urut dari mudah ke lebih sukar
- d. Secara teknis, modul dibuat dengan kertas HVS yang berukuran A4, 80 gr. Ukuran margin standar, spasi 1,5 dengan font yang digunakan Times New Roman, 12.
- e. Modul dibuat dua jenis, modul guru dan modul siswa dengan sistematika sama, kecuali isi dalam kegiatan pembelajaran serta penambahan kunci jawaban pada modul guru.

4. Buku panduan penggunaan

- a. Secara isi, materi yang dimuat dalam panduan penggunaan yaitu, deskripsi umum, prinsip kerja, gambar diagram, foto training kit,

daftar komponen panduan penggunaan, program ladder diagram dan lembar data komponen yang digunakan.

- b. Secara teknis, panduan penggunaan dibuat dengan ukuran kertas A5, 80 gr, spasi 1,5, font Arial.

G. Manfaat Pengembangan

Penelitian pengembangan ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara praktis sebagai berikut:

a. Bagi Siswa

- 1) Siswa dapat lebih mudah dalam memahami konsep sistem pengendali yang digunakan dalam industri berbasis sistem pengendali PLC.
- 2) Siswa dapat menggunakan training ini untuk mempraktikkan teori sistem pengendali yang sesuai dengan tuntutan kompetensi dasar pada mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik.

b. Bagi Guru

- 1) Guru dapat menggunakan training kit untuk lebih mempermudah dalam mengajar konsep sistem pengendali elektronik yang diterapkan di industri dengan berbasis PLC.
- 2) Guru memiliki media praktik untuk melatih kompetensi skill yang sesuai dengan tuntutan kompetensi dasar pada mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik.

c. Bagi Sekolah

Sekolah memiliki training kit yang dapat digunakan untuk pembelajaran tidak hanya pada kompetensi Elektronika Industri namun

juga untuk kompetensi keahlian yang lain yang memiliki muatan kompetensi dasar yang relevan seperti pada kompetensi Teknik Mekatronika dan Teknik Otomasi Industri.

H. Asumsi Pengembangan

Beberapa asumsi yang digunakan dalam pengembangan training kit pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Training kit yang dikembangkan menerapkan sistem pengendalian dan pemrograman untuk tingkat SMK.
2. Siswa yang akan menggunakan training kit ini telah menempuh mata pelajaran/materi berikut ini:
 - a. Kerja Bengkel dan Gambar Teknik
 - b. Dasar Listrik dan Elektronika
 - c. Teknik Pemrograman
 - d. Teknik Mikroprosesor Mikrokontroler
 - e. Dasar PLC
 - f. Dasar Pneumatik dan Elektropneumatik
3. Siswa yang akan menggunakan training kit ini mampu mengoperasikan komputer berbasis Windows dengan baik.
4. Sekolah atau siswa memiliki komputer dengan program CX-Programmer.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Sarana Pembelajaran

Pengertian sarana pembelajaran dapat diambil dari Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 2005 yang menyatakan bahwa sarana meliputi perabot, peralatan pendidikan, media pendidikan, buku, dan sumber belajar lainnya, bahan habis pakai, serta perlengkapan lain yang diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran yang teratur dan berkelanjutan. Pengertian lebih teknis disebutkan dalam Permendiknas Nomor 40 tahun 2008 dimana sarana merupakan perlengkapan pembelajaran yang dapat dipindah-pindah. Merujuk dari pengertian di atas fungsi utama dari sarana pembelajaran yaitu untuk menjaga keberlanjutan proses belajar mengajar. Sarana pembelajaran digunakan untuk menunjang pelaksanaan pembelajaran agar proses pembelajaran tersebut dapat berlangsung sesuai dengan desain pembelajaran yang telah dirancang. Sebagaimana disebutkan dalam standar nasional pendidikan tersebut, sarana pembelajaran mencakup beberapa jenis, diantaranya peralatan pembelajaran, media pembelajaran dan sumber belajar.

a. Peralatan pembelajaran

Pengertian peralatan pembelajaran dapat merujuk pada Permendiknas Nomor 40 tahun 2008 yaitu sarana yang dipergunakan secara langsung untuk pembelajaran. Peralatan dapat berupa alat-alat

mesin, alat tangan dan alat ukur. Peralatan pembelajaran dapat bersifat umum artinya peralatan tersebut digunakan untuk mendukung pembelajaran semua mata pelajaran. Namun, ada pula alat pembelajaran yang bersifat khusus yaitu alat pembelajaran yang khusus digunakan untuk mata pelajaran tertentu, misalnya multimeter untuk pelajaran pengukuran elektronika. Alat pembelajaran dapat juga dikategorikan menjadi alat pembelajaran klasikal dan individual. Alat pembelajaran klasikal artinya alat tersebut dapat digunakan untuk pembelajaran seluruh siswa satu kelas dalam satu waktu. Alat pembelajaran individual hanya dapat digunakan secara perorangan.

b. Media pembelajaran

Gagne, et.al (1992:208) mendefinisikan media pembelajaran dengan sarana fisik yang dengannya pesan pembelajaran itu dikomunikasikan. Suryani, et.al (2018:3) memberikan pengertian yang lebih lengkap bahwa media pembelajaran merupakan segala bentuk dan saluran penyampai pesan atau informasi dari sumber ke penerima yang dapat merangsang pikiran, membangkitkan semangat, perhatian dan kemauan siswa sehingga siswa mampu memperoleh pengetahuan, ketrampilan atau sikap yang sesuai dengan tujuan informasi yang disampaikan. Mengacu pada pengertian dan jenis media pembelajaran di atas dapatlah dipahami bahwa tujuan utama media adalah tersampainya pesan atau informasi, bahan atau materi pembelajaran kepada siswa.

Bentuk media pembelajaran dapat beraneka ragam tergantung pada banyak hal, diantaranya tujuan pembelajaran dan karakter siswa. Bentuk-bentuk media pembelajaran oleh Smaldino, et.al (2004:9) dikategorikan menjadi enam jenis, yaitu:

- 1) Teks dapat berupa buku, poster, tampilan layar dan lainnya.
- 2) Audio dapat berupa rekaman suara orang, musik dan sejenisnya.
- 3) Visual dapat berupa foto, diagram, grafik dan sejenisnya.
- 4) Media gambar bergerak dapat berupa animasi dan sebagainya.
- 5) Model dan benda riil.
- 6) Orang misalnya guru, siswa ataupun ahli.

c. Sumber Belajar

Association for Education Communication and Technology (2004:9) mendefinisikan sumber belajar sebagai orang, peralatan-peralatan dan materi yang dirancang untuk membantu para siswa belajar termasuk juga sistem ICT, komunitas dan orang ahli. Januszewski dan Molenda (2008:213) juga memberikan pengertian bahwa sumber belajar mencakup peralatan-peralatan, perangkat-perangkat, situasi lingkungan, serta orang dimana siswa dapat berinteraksi dengannya untuk belajar. Berdasarkan pada pengertian di atas, maka sumber belajar dapat meliputi:

- 1) Peralatan (*tool*)

Peralatan dapat dijadikan sumber belajar manakala siswa dapat mengambil informasi dari peralatan tersebut, seperti misalnya pada pembelajaran kerja bangku di SMK, siswa mempelajari karakteristik

dan cara penggunaan alat-alat tangan dengan benda atau peralatan tangan yang nyata.

2) Perangkat (*device*)

Siswa dapat menjadikan perangkat sebagai perangkat untuk menyampaikan informasi ataupun informasi tersebut sudah termuat secara langsung didalamnya. Contoh perangkat biasanya berupa *hardware* yaitu televisi set, komputer dan lainnya.

3) Bahan pelajaran (*material*)

Sumber belajar dalam pengertian bahan-bahan pelajaran oleh Finch dan Crunkilton (1999:209) dikelompokkan dalam 3 jenis, yaitu:

- a) Materi tercetak (*printed matter*) yaitu bahan yang tercetak di kertas, seperti buku, majalah, modul, buku petunjuk dan lainnya.
- b) Bahan audio visual (*audio visual materials*), yaitu bahan yang melibatkan penglihatan dan pendengaran dalam pesannya. Bahan jenis ini kadang memerlukan alat lain untuk penggunaannya, misalnya slide presentasi, film, trasparansi dan lainnya.
- c) Manipulatif (*manipulative aids*) yaitu alat bantu pembelajaran yang dapat dimanipulasi secara fisik oleh siswa, misalnya simulator, learning kit, model dan spesimen.

4) Situasi lingkungan (*setting*)

Lingkungan sekitar proses pembelajaran dapat menjadi sumber belajar bagi siswa. Lingkungan tersebut dapat berupa lingkungan secara fisik,

seperti gedung, ruang kelas dan lainnya, dan lingkungan non-fisik seperti lingkungan sosial sekolah.

5) Orang/ahli (*people*)

Orang dapat menjadi sumber belajar manakala dari orang tersebut siswa dapat mengambil informasi. Sebagai contoh, seorang praktisi industri yang menyampaikan pengalaman kerjanya kepada para siswa di kelas.

Churchill (2017:11) memberikan klasifikasi terhadap sumber belajar digital dalam beberapa jenis berdasarkan tujuan penggunaannya dikaitkan dengan isi kurikulum. Jenis-jenis sumber belajar tersebut adalah:

- 1) Sumber belajar yang dapat digunakan untuk menjelaskan isi kurikulum yang bersifat deklaratif. Jenis ini meliputi sumber belajar yang berupa slide presentasi yang berisi penyajian informasi-informasi.
- 2) Sumber belajar untuk mempelajari pengetahuan prosedural seperti slide presentasi yang berisi urutan-urutan atau cara-cara mengerjakan pekerjaan tertentu.
- 3) Sumber belajar untuk mempelajari pengetahuan konseptual seperti slide presentasi yang berisi tentang konsep-konsep kecepatan, konsep tegangan dan sebagainya.

2. Pemilihan, Penyusunan dan Evaluasi Media Pembelajaran

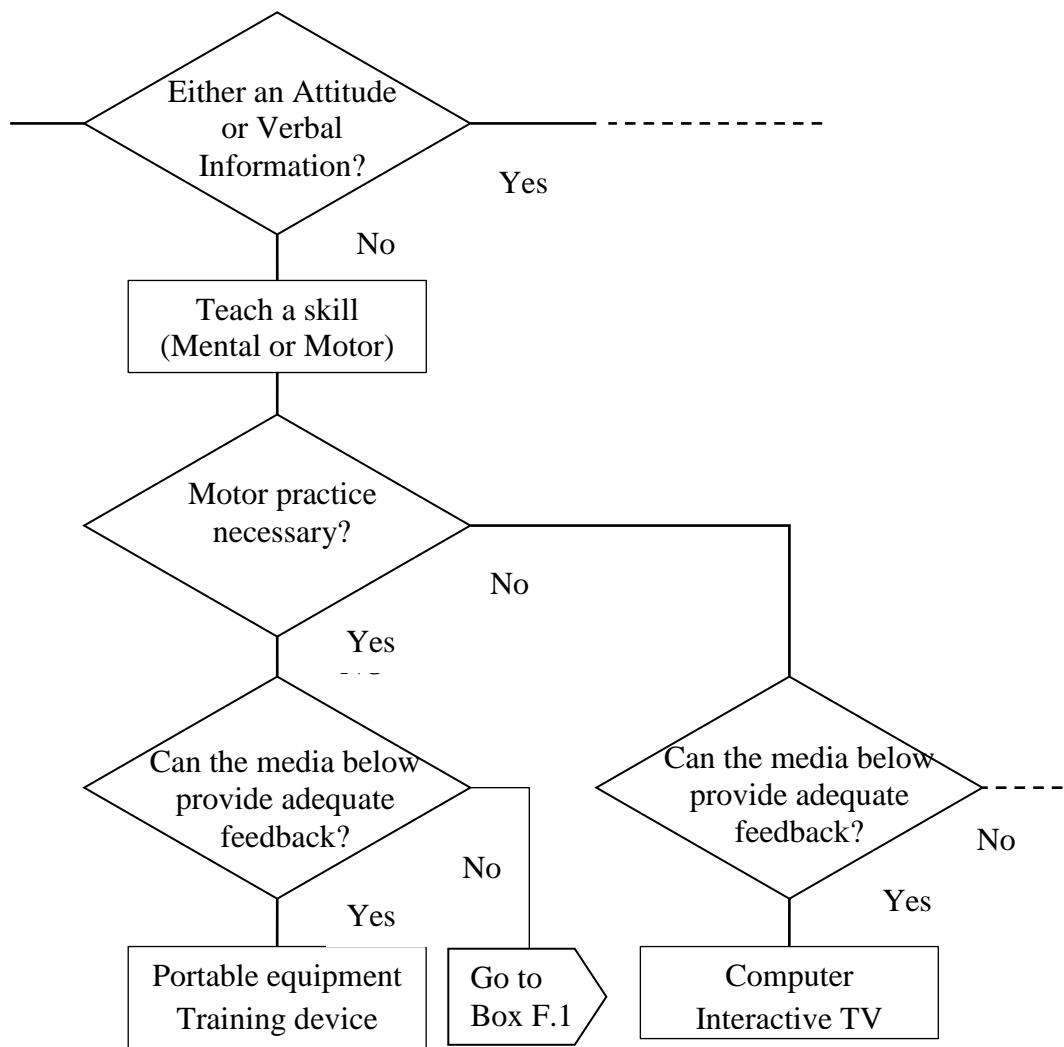
Gagne, et.al (1992:211) memberikan beberapa faktor pertimbangan dalam memilih media pembelajaran, yaitu faktor fisik, karakteristik pembelajaran dan karakteristik siswa. Secara fisik, masing-masing jenis media

memiliki perbedaan bentuk, misalnya media dengan penekanan pada display, pada audio atau pada bentuk nyata. Dalam konteks pembelajaran yang menekankan pada aspek psikomotor dan prosedur yang kompleks maka bentuk *real object* adalah pilihan tepat. Pemilihan media juga didasarkan pada capaian apa yang dikehendaki dari pembelajaran yang dilaksanakan dengan media yang bersangkutan. Capaian pembelajaran dapat berupa pemahaman konsep, sikap kerja atau penguasaan ketrampilan. Pemilihan bentuk media pembelajaran perlu juga mempertimbangkan karakteristik siswa yang mengikuti pembelajaran tersebut. Aspek karakteristik siswa dapat berupa kecenderungan gaya belajar yang terdiri dari auditory, visual ataupun kinestetis.

Disamping mengacu pada tiga faktor diatas ada pertimbangan lain yang tidak kalah penting yaitu faktor lingkungan pembelajaran (*learning environment*) yang ada. Lingkungan pembelajaran meliputi banyak hal, diantaranya anggaran dana sekolah, kemampuan pengembangan alat dan pengadaan bahan baru, dan kemampuan guru dalam mendesain pembelajaran.

Lebih jauh, Gagne (1992:218) memberikan panduan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) tentang pemilihan jenis media yang sesuai dengan tujuan pembelajaran terkait dengan efektifitas pembelajaran. Mengacu diagram alir pada Gambar 1, training kit sangat sesuai digunakan untuk pembelajaran yang menekankan pada tujuan melatih ketrampilan motorik melalui kegiatan praktikum. Selain itu, training kit mampu memberikan informasi umpan balik bagi siswa yang melakukan praktik apakah langkah

yang mereka lakukan sudah benar atau belum. Hal ini bermanfaat bagi siswa untuk dapat melakukan koreksi terhadap langkah-langkah praktik yang telah dilakukan.



Gambar 1. Potongan flowchart pemilihan media (Gagne, 1992)

Setelah langkah pemilihan media yang perlu dilakukan adalah pembuatan media tersebut. Brown (2016:184) menjelaskan bahwa proses pembuatan media pembelajaran meliputi tiga tahapan, yaitu *preproduction*, *production* dan *post-production*. *Preproduction* merupakan tahap perencanaan

dimana pada tahapan ini gambaran tentang bentuk akhir produk yang ingin dibuat sudah jelas, semua bahan yang diperlukan juga sudah jelas dan waktu pembuatan sudah ditentukan. Tahap *production* meliputi perancangan media dan pembuatan media yaitu menggabungkan komponen-komponen yang diperlukan sesuai dengan desain. Tahap *post-production* merupakan tahapan terakhir dimana produk yang telah dihasilkan didistribusikan kepada pengguna dan juga disimpan sebagai arsip untuk pengembangan di masa datang.

Selain pemilihan media yang tepat sesuai dengan tujuan pembelajaran, langkah evaluasi media dan peralatan pembelajaran perlu dilakukan. Pendapat terkait evaluasi pembelajaran diantaranya disebutkan oleh Kirkpatrick. Kirkpatrick (2006:21) mengemukakan bahwa mengevaluasi sebuah pembelajaran atau pelatihan terdiri dari empat level, yaitu *reaction*, *learning*, *behaviour* dan *impact*. *Reaction* untuk mengukur respon siswa terhadap aktifitas pembelajaran, relevansi terhadap pemenuhan terhadap kebutuhan mereka. *Learning* untuk mengukur peningkatan kemampuan pengetahuan dan ketrampilan yang berkaitan dengan pembelajaran yang dilakukan. *Behaviour* untuk mengukur perubahan perilaku akibat dari hasil pembelajaran. *Results* untuk mengukur keuntungan organisasi dari aktifitas pembelajaran tersebut.

Sejalan dengan hal di atas, Branch (2009:154) memberikan panduan mengevaluasi sebuah produk desain pembelajaran yang mengacu pada tiga hal, yaitu *perception*, *learning* dan *performance*. *Perception* (persepsi) berkaitan dengan persepsi siswa terhadap produk tersebut. Contoh dari jenis evaluasi ini adalah apakah produk yang dibuat sesuai dengan kebutuhan siswa,

apakah produk yang dibuat dapat meningkatkan pengetahuan dan *skill* siswa, dan lain sebagainya. *Learning* (pembelajaran) berkaitan dengan kemampuan siswa mengerjakan tugas baik secara pengetahuan ataupun ketrampilan selama pembelajaran berlangsung. *Performance* (kinerja) berkaitan dengan kemampuan siswa dalam pengetahuan dan *skill* yang diterapkan langsung dalam dunia kerja.

Dick (2015:260) mengemukakan ada beberapa kriteria untuk mengevaluasi media dan bahan pembelajaran, yaitu:

- a. Kriteria yang berpusat pada tujuan diantaranya meliputi kesesuaian isi media dan bahan pembelajaran dengan tujuan pembelajaran, cakupan dan kelengkapan materi dan kejelasan materi.
- b. Kriteria yang berpusat pada siswa diantaranya meliputi kesesuaian bahasa yang digunakan, pengalaman yang telah dimiliki siswa serta peningkatan minat dan motivasi siswa.
- c. Kriteria yang berpusat pada pembelajaran diantaranya meliputi kemampuan meningkatkan partisipasi siswa dalam pembelajaran, memberikan petunjuk untuk siswa dalam belajar dan melakukan praktik serta kecukupan umpan balik siswa.
- d. Kriteria yang berpusat pada konteks digunakan untuk menentukan apakah media dan bahan pembelajaran tersebut sesuai dengan kondisi yang ada misalnya kemudahan untuk mendapatkannya atau terkait dengan ketersediaan anggaran dana.

- e. Kriteria teknis terkait dengan hal-hal teknis seperti bentuk media, desain, kualitas, fungsi, dan kehandalan.

Arsyad (2017:217) mengemukakan pendapatnya bahwa dalam mengevaluasi produk media pembelajaran dapat dilakukan dengan mengacu pada delapan hal, yaitu:

- a. Efektifitas penggunaan
- b. Kemampuan untuk diperbaiki dan di *upgrade*.
- c. Efektif dari segi biaya dan hasil capaian belajar siswa
- d. Kejelasan kriteria yang digunakan
- e. Kesesuaian dengan isi pembelajaran
- f. Penggunaan prinsip-prinsip utama penggunaan media
- g. Hasil penerapan dalam pembelajaran
- h. Sikap siswa dalam menggunakan.

Walker dan Hess (1984) seperti dikutip Arsyad (2017:219) memberikan panduan bahwa mengevaluasi produk media pembelajaran dapat dilakukan dengan mencakup tiga aspek kualitas yaitu kualitas isi dan tujuan, kualitas instruksional dan kualitas teknis. Kualitas isi dan tujuan berkaitan dengan isi dan tujuan pembuatan produk tersebut, misalnya apakah isi produk yang dibuat sudah tepat, apakah produk yang dibuat sesuai dengan kondisi siswa dan lain sebagainya. Kualitas instruksional berkaitan pembelajaran, misalnya apakah produk yang dibuat mampu memberikan bantuan untuk belajar, apakah produk mampu memberikan dampak dalam pembelajaran baik untuk siswa maupun guru dan lain sebagainya. Kualitas teknis berkaitan

dengan aspek teknis produk yang dibuat, misalnya keterbacaan, kualitas tampilan, cara penggunaan dan lain sebagainya.

Penilaian media yang digunakan dalam penelitian ini menerapkan jenis evaluasi tingkat awal yaitu *perception* atau *reaction* untuk mengetahui respon siswa terhadap produk training kit dan modul pembelajaran yang telah dikembangkan. Instrumen penilaian produk tersebut memuat ketiga aspek kualitas produk seperti disebutkan di atas dengan beberapa modifikasi pertanyaan sebagai bentuk penyesuaian dengan produk yang dikembangkan.

3. Training Kit *Production and Monitoring System*

Pengertian training kit dapat merujuk pada pengertian *training device* yang oleh Gagne, et.al (1992:209) dinyatakan sebagai peralatan pembelajaran yang dapat digunakan untuk mempraktikkan ketrampilan atau bagian dari ketrampilan tersebut walaupun tidak selalu memiliki penampilan atau karakteristik operasi yang sama dengan peralatan yang sebenarnya. Melihat definisi tersebut training kit memiliki fungsi sebagai sarana belajar yaitu peralatan yang digunakan secara langsung dalam pembelajaran untuk melatih siswa menguasai ketrampilan tertentu baik secara utuh maupun tiap-tiap bagian. Sebagai contoh training kit televisi dapat digunakan untuk melatih siswa memiliki ketrampilan secara utuh yaitu memperbaiki televisi, namun juga dapat digunakan untuk sebagian ketrampilan misalnya melakukan pengukuran tegangan pada rangkaian catu daya televisi.

Finch dan Crunkilton (1999:209) menyebutkan bahwa training kit termasuk dalam jenis *manipulative aids*, yaitu alat bantu pembelajaran yang

dapat dimanipulasi oleh siswa. Siswa dapat melakukan interaksi dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu terhadapnya. Sebagai contoh, training kit mikrokontroler dengan dilengkapi saklar sebagai masukan dan lampu sebagai keluaran. Siswa dapat mengambil informasi dengan jalan memberikan perlakuan pada saklar masukan dan kemudian akan terjadi respon pada lampu di bagian keluaran.

Training kit sebagai peralatan (*tools*) yang digunakan dalam pembelajaran memiliki kelebihan yaitu dapat diamati dan dapat juga dimanipulasi secara nyata oleh siswa. Sebagaimana ditulis Heinich, et.al (2002:86), *tools* dimasukkan dalam kelompok media manipulatif artinya dapat digunakan secara nyata dan dapat diamati secara nyata pula oleh siswa. Training kit tidak hanya mampu digunakan untuk mempresentasikan informasi namun juga dapat digunakan untuk melatih mengidentifikasi, mendeskripsikan fungsi serta sebagai alat bantu melatih ketrampilan.

Production system atau sistem produksi menurut Tanenbaum dan Holstein (2012) merupakan cara yang digunakan di industri untuk membuat barang dan jasa dari berbagai sumber. Sistem produksi diartikan sebagai aliran proses dari bahan, barang setengah jadi dan barang jadi. Pengertian lebih luas seperti dituliskan Groover (2000:1) bahwa sistem produksi merupakan kumpulan orang, peralatan, dan prosedur yang diorganisasikan untuk mencapai operasi manufaktur perusahaan atau organisasi. Menurutnya sistem produksi terdiri dari fasilitas (pabrik, peralatan di pabrik dan cara peralatan tersebut diatur) dan sistem pendukung manufaktur seperti prosedur dalam

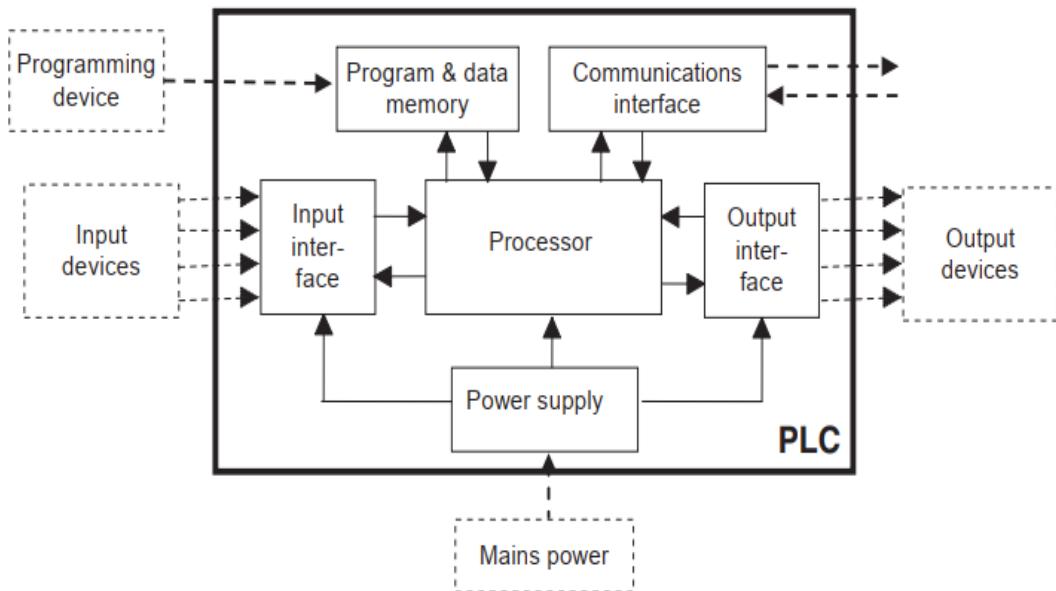
menjalankan produksi dan cara pemecahan masalah-masalah teknis. *Monitoring* atau pemantauan oleh Wang dan Gao (2006) diartikan sebagai manipulasi sensor untuk menentukan keadaan proses. Pemantauan ini diperlukan untuk mendeteksi proses yang tidak wajar sehingga dapat mencegah kerusakan-kerusakan mesin dengan jalan menghentikan proses yang sedang berlangsung atau melakukan penyesuaian masukannya. Dengan mengambil pengertian tersebut maka training kit *Production and Monitoring System* dalam penelitian ini diartikan dengan training kit yang menggambarkan proses manufaktur atau pembuatan barang yang dilakukan di industri dengan dilengkapi pemantauan proses yang dapat mendeteksi keadaan proses yang sedang berlangsung.

4. PLC (*Programmable Logic Controller*)

Menurut Bolton (2015:5) PLC merupakan bentuk khusus dari kontroler berbasis mikroprosesor yang menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi dan mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti logika, sekuensial, pewaktuan, pencacahan dan aritmatika guna mengendalikan mesin-mesin ataupun proses. PLC terdiri dari beberapa bagian seperti ditunjukkan dalam Gambar 2. Bagian-bagian PLC tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Processor* merupakan pusat pengolah data, yang mengkoordinasikan seluruh sistem. Unit ini menjalankan program, memproses sinyal masukan dan keluaran serta berkomunikasi dengan perangkat eksternal.

- b. *Program and data memory* merupakan bagian yang menyimpan data dan program baik dari sistem maupun dari pengguna. Memori dapat berupa RAM, ROM, EPROM maupun EEPROM.
- c. *Input interface* merupakan bagian yang menjadi jembatan komunikasi antara komponen masukan dengan CPU. Bagian ini akan menyesuaikan sinyal masukan dengan sinyal yang digunakan oleh CPU sehingga sinyal dari masukan dapat diproses oleh CPU.
- d. *Output interface* merupakan bagian yang menjadi jembatan komunikasi antara CPU dengan komponen keluaran. Bagian ini akan menyesuaikan sinyal hasil pemrosesan CPU untuk diberikan ke komponen keluaran.
- e. *Input device* merupakan komponen masukan yang digunakan untuk memberikan sinyal masukan kepada PLC, seperti saklar, sensor, limit switch dan lainnya.
- f. *Output device* merupakan komponen keluaran yang dikendalikan oleh PLC, seperti lampu, motor, relay dan lainnya.
- g. *Power supply* mengubah tegangan AC dari *mains power* menjadi tegangan DC untuk catu daya PLC agar dapat bekerja.
- h. *Programming device* merupakan perangkat yang digunakan untuk memprogram PLC, seperti konsol pemrogram dan komputer.
- i. *Communications interface* digunakan untuk menerima dan mengirim data pada jaringan komunikasi PLC.



Gambar 2. Diagram blok PLC (Bolton, 2015)

Menurut Paul (2014:560) PLC digunakan di industri karena PLC memiliki banyak kelebihan dibanding dengan teknologi relai konvensional. Kelebihan-kelebihan PLC tersebut diantaranya:

- a. PLC lebih fleksibel yaitu dapat bekerja dengan banyak jenis mesin atau peralatan terkendali secara elektronik yang berbeda-beda.
- b. PLC memiliki kemudahan dalam melakukan perubahan sistem dan penanganan kesalahan yaitu tidak perlu melakukan pengawatan ulang, namun cukup mengganti program yang ada.
- c. PLC memiliki jumlah kontak yang banyak yang memungkinkan pengendalian lebih bervariasi.
- d. PLC dilengkapi dengan berbagai fungsi seperti timer, counter dan lainnya yang dikemas dengan paket yang semakin kecil yang menyebabkan biaya lebih rendah.
- e. PLC memiliki kecepatan operasi yang lebih baik dari relai konvensional.

- f. Tingkat reliabilitas yang lebih baik.
- g. Kemudahan dalam pendokumentasian sistem.
- h. Operasi PLC dapat diamati secara visual melalui layar monitor atau HMI sehingga memudahkan dalam melakukan *troubleshooting*.

PLC yang digunakan dalam penelitian ini adalah PLC Omron dengan tipe CP1E-N30SDRA. Tipe N30SDRA memiliki arti bahwa PLC tersebut memiliki 30 terminal I/O, dicatu dengan tegangan AC, memiliki tipe masukan tegangan DC dan keluaran berjenis relay. Bentuk dari PLC Omron CP1E-N30SDRA ditunjukkan dalam Gambar 3 dengan spesifikasi umum seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi PLC CP1E-N30SDRA

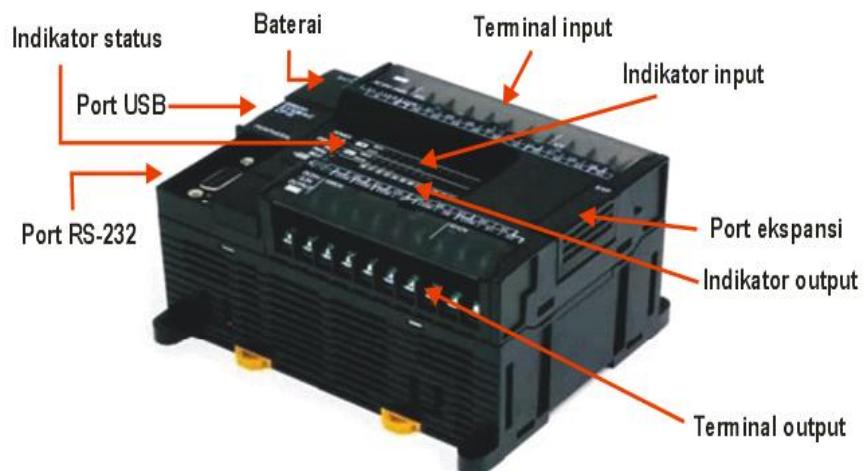
Catu daya	: 100 - 240 VAC
Jumlah masukan	: 18 buah
Jumlah keluaran	: 12 buah
Antarmuka	: USB, RS-232
Tipe keluaran	: relay
Kapasitas program	: 8K langkah
Kapasitas memori DM	: 8K word
Catu daya eksternal	: 24 VDC, 300 mA
Konsumsi arus	: 24V, 70 mA

Beberapa bagian dan fungsi dari bagian PLC antara lain sebagai berikut:

- a. Port peripheral USB untuk komunikasi PLC dengan komputer, misalnya mendownload program dari komputer ke PLC.
- b. Port RS-232 untuk komunikasi dengan perangkat lain misalnya HMI atau PC.

- c. Port ekspansi untuk menyambungkan perangkat atau modul perluasan, misalnya modul analog dan lainnya.
- d. Terminal input sebagai tempat penyambungan komponen masukan
- e. Terminal output sebagai tempat penyambungan komponen keluaran
- f. Indikator status untuk menunjukkan status kerja PLC
- g. Indikator input untuk menunjukkan status sinyal masukan yang ada
- h. Indikator output untuk menunjukkan status sinyal keluaran yang ada
- i. Baterai backup untuk penyedia daya bagi chip memori tertentu

PLC Omron CP1E menggunakan dua jenis memori yaitu RAM dan EEPROM. RAM digunakan sebagai memori untuk eksekusi program dan EEPROM digunakan sebagai memori *back-up* dari RAM mengingat data atau program yang tersimpan dalam RAM bersifat sementara dan akan hilang jika PLC tidak diberikan catu tegangan. Peta daerah memori I/O ditunjukkan dalam Tabel 3.



Gambar 3. Bentuk PLC Omron CP1E-N30SDRA

Tabel 3. Peta daerah memori I/O CP1E-N30SDRA (Omron, 2017)

Name		No. of bits	Word addresses
CIO Area	Input Bits	1,600 bits (100 words)	CIO 0 to CIO 99
	Output Bits	1,600 bits (100 words)	CIO 100 to CIO 199
	Serial PLC Link Words	1,440 bits (90 words)	CIO 200 to CIO 289
Work Area (W)		1,600 bits (100 words)	W0 to W99
Holding Area (H)		800 bits (50 words)	H0 to H49
Data Memory Area (D)	E□□(S)-type CPU Unit	2K words	D0 to D2047
	N/NA□□(S□)-type CPU Unit	8K words	D0 to D8191
Timer Area (T)	Present values	256	T0 to T255
	Timer Completion Flags	256	
Counter Area (C)	Present values	256	C0 to C255
	Counter Completion Flags	256	
Auxiliary Area (A)	Read only	7168 bits (448 words)	A0 to A447
	Read-write	4,896 bits (306 words)	A448 to A753

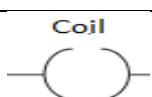
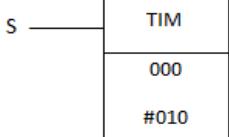
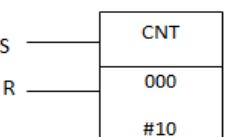
Keterangan tabel:

- Common I/O* (CIO) area merupakan memori yang digunakan untuk mengakses perangkat I/O.
- Work area* (W) merupakan memori yang digunakan untuk menyimpan nilai bit-bit internal.
- Holding area* (H) merupakan daerah memori untuk menyimpan data dimana data tersebut tidak akan hilang jika catu daya PLC dimatikan. Hal ini terjadi karena memori ini sudah di catu dengan baterai.
- Data memory area* (D) merupakan memori yang digunakan untuk menyimpan data dalam ukuran word atau byte.
- Timer area* (T) merupakan daerah memori yang digunakan untuk menyimpan nilai-nilai pewaktu.

- f. *Counter area* (C) merupakan daerah memori yang digunakan untuk menyimpan nilai-nilai pencacah.
- g. *Auxilarry area* (A) merupakan daerah memori yang digunakan oleh sistem untuk menyimpan bit-bit kontrol atau status dari PLC.

PLC dapat diprogram dengan berbagai bahasa pemrograman, yaitu Ladder Diagram (LAD), Function Block Diagram (FBD), Structured Text (ST), Instruction List (IL), Sequential Function Chart (SFC). Diantara bahasa-bahasa tersebut, bahasa yang paling umum dan dapat digunakan untuk semua jenis PLC adalah Ladder diagram. Ladder diagram atau diagram tangga menggunakan berbagai instruksi dengan simbol, diantara instruksi-instruksi dasar yang digunakan ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4. Instruksi-instruksi diagram ladder

Simbol	Keterangan
	Kontak NO : <i>Normally Open</i> , digunakan sebagai masukan dimana keadaan kontak terbuka saat tidak diberi perlakuan
	Kontak NC : <i>Normally Close</i> , digunakan sebagai masukan dimana keadaan kontak terhubung saat tidak diberi perlakuan
	Coil digunakan sebagai keluaran dalam sebuah baris intruksi (rung)
	TIM : <i>timer</i> untuk membuat penundaan waktu dimana 000 adalah nomor timer 0 dan #010 adalah lama waktu penundaan $10 \times 100\text{ms} = 1000\text{ms}$ atau 1 detik. S adalah masukan yang mengaktifkan timer
	CNT : <i>counter</i> untuk membuat pencacahan dimana 000 adalah nomor counter 0 dan #10 adalah banyaknya cacahan 10 kali. S adalah masukan yang mengaktifkan counter dan R adalah masukan untuk mengembalikan nilai (reset) counter

Langkah-langkah yang dapat diterapkan dalam membuat program PLC adalah sebagai berikut:

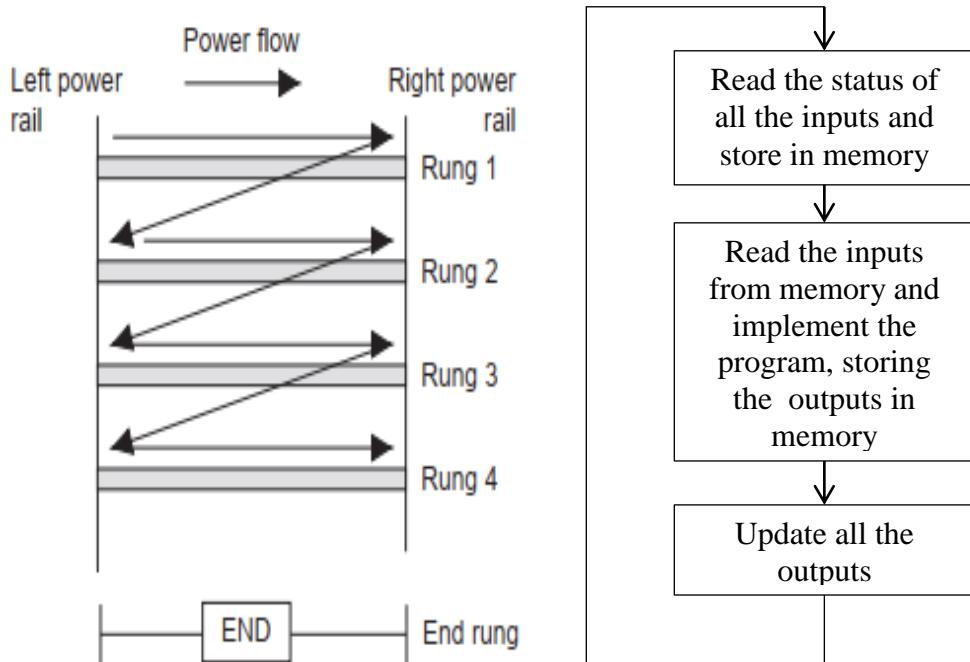
1. Memahami persyaratan sistem kontrol yang ingin dibuat.
2. Membuat diagram alir (*flow chart*) sistem kontrol tersebut.
3. Membuat daftar komponen masukan dan keluaran beserta alamat bit yang digunakan.
4. Menerjemahkan diagram alir ke diagram ladder.
5. Menulis program dengan memasukkan simbol-simbol instruksi dengan menggunakan program aplikasi CX-Programmer
6. Menghubungkan PLC ke komputer yang berisi program tersebut.
7. Melakukan simulasi PLC dengan program tersebut untuk menentukan apakah program yang dibuat sudah benar. Jika hasil simulasi tidak sesuai yang dikehendaki maka program perlu diperbaiki.
8. Jika sudah benar, komponen masukan keluaran dapat dihubungkan ke PLC.
9. Memeriksa seluruh koneksi komponen masukan keluaran yang telah terpasang.
10. Mendownload program ke PLC.
11. Melakukan uji coba program dengan sistem PLC yang sudah lengkap, jika hasil kerja belum sesuai yang diharapkan maka perlu pemeriksaan program atau komponen yang terpasang.
12. Membuat dokumentasi program yang telah digunakan.

Beberapa ketentuan dalam membuat program dengan Ladder diagram diantaranya yaitu:

1. Sebuah program Ladder diagram terdiri dari beberapa baris instruksi (*rung*) dimana tiap *rung* menunjukkan satu proses kontrol.
2. Tiap *rung* diawali dengan satu atau lebih input dan diakhiri dengan *output*. Tidak diperbolehkan dalam satu rung ada lebih dari satu *output* secara seri.
3. Tiap *input* dan *output* diidentifikasi dengan alamat bit yang berbeda.
4. Program diakhiri dengan END.
5. Program Ladder diagram dibaca dari atas ke bawah, dan tiap *rung* dibaca dari kiri ke kanan. Prosedur pembacaan ladder diagram (*scanning*) adalah sebagai berikut:
 - a. Membaca semua status masukan lalu menyimpannya di memori
 - b. Membaca semua masukan dari memori dan mengimplementasikan ke program dan menyimpan hasil keluaran ke memori
 - c. Terakhir, mengupdate semua kondisi keluaran. Hal tersebut berulang terus menerus seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.

Sistem kontrol menggunakan PLC dapat dimonitor menggunakan HMI (*Human Machine Interface*). HMI merupakan komponen tambahan yang berfungsi untuk menjembatani komunikasi antara operator dengan mesin. Melalui HMI operator dapat melakukan kontrol terhadap PLC ataupun melakukan setting awal. HMI juga dapat memonitor kerja sistem yang berjalan sehingga operator dapat mengetahui status kerja sistem secara *real time*.

time (Petruzzella, 2017:40). Salah satu bentuk HMI ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini.



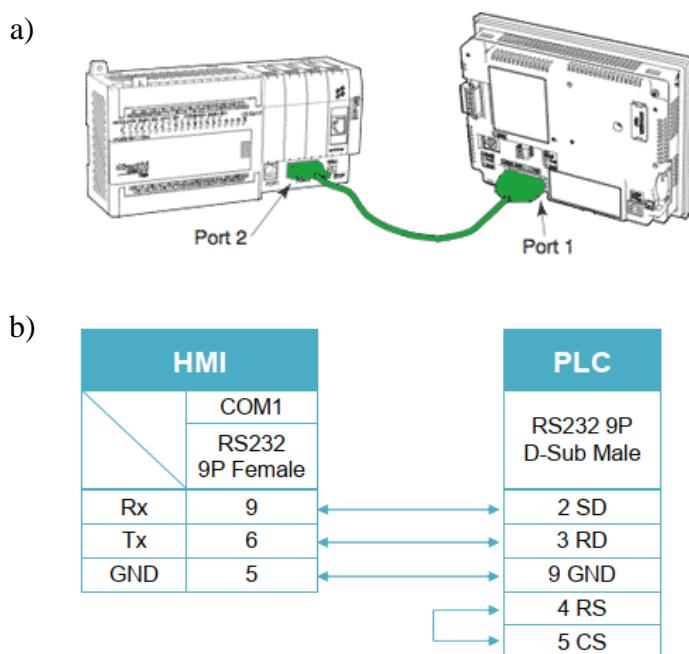
Gambar 4. Proses *scanning* program PLC (Bolton,2015)



Gambar 5. Bentuk HMI (www.weintek.cz, 2016)

Penggunaan HMI ke sistem PLC memerlukan langkah pemasangan dan pemrograman HMI. Pemasangan HMI ke PLC dapat dilakukan melalui beberapa saluran yang dimiliki keduanya. Salah satu saluran komunikasi yang umum tersedia antara PLC dan HMI adalah port antarmuka serial RS-232.

Setelah HMI terhubung dengan PLC maka perlu dibuat program untuk HMI. Salah satu kunci penting dalam memprogram HMI yaitu adanya kesesuaian alamat bit (*bit address*) antara komponen riil yang terhubung PLC dengan ikon yang mewakili komponen tersebut dalam layar HMI. Dalam penelitian ini digunakan HMI Wienview dengan program aplikasi Easy Builder Pro. Berikut contoh konfigurasi pengawatan PLC Omron CP1E dengan HMI Wienview menggunakan kabel serial.



Gambar 6. Hubungan PLC ke HMI (dl.weintek.com, 2017)

Sebagaimana dituliskan Kiran (2013) bahwa PLC memiliki dampak yang sangat besar dalam otomatisasi industri manufaktur. Sampai saat ini PLC masih digunakan di industri mengingat banyak manfaat yang didapat dari penggunaan PLC tersebut. Vosough (2011) menyatakan bahwa penerapan PLC yang menggantikan sistem relay atau sistem kontrol khusus memungkinkan penghematan biaya, karena PLC dapat diprogram ulang

sesuai kebutuhan industri tanpa harus membongkar sistem yang telah dibangun.

Beberapa pengembangan penerapan PLC telah dilaksanakan baik untuk kegiatan yang berorientasi pada industri maupun non industri. Sougata Das (2014) mengembangkan penerapan PLC dalam proses identifikasi botol yang sangat berguna untuk industri yang menerapkan proses pengisian botol. Sistem yang dikembangkan akan mengidentifikasi dan membuang botol yang rusak berdasarkan data dari sensor. Sistem menggunakan model SCADA untuk pemantauannya. Latha (2014) mengembangkan penerapan PLC untuk pengendalian lampu jalan raya yang sesuai dengan kondisi musim. Hal ini sangat mendukung pada efisiensi daya yang dikeluarkan. Dalam konteks industry 4.0, PLC tetap diperlukan sebagai bagian dari kontrol tingkatan operasional sebagaimana disebutkan Rojko (2017). PLC bersama dukungan komponen IT lainnya akan membentuk sistem pengendalian yang lebih terpadu dan efektif.

5. Kompetensi Teknik Elektronika Industri

Kompetensi siswa sebagai keluaran dari proses pembelajaran di SMK tidak bisa dilepaskan dari standar kompetensi lulusan dalam sistem pendidikan nasional. Kompetensi lulusan SMK mengacu pada deskripsi kualifikasi level II yang ditetapkan dalam Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Deskripsi kualifikasi level II KKNI sebagaimana disebutkan dalam peraturan tersebut yaitu:

- a. Mampu melaksanakan satu tugas spesifik, dengan menggunakan alat, dan informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan, serta menunjukkan kinerja dengan mutu yang terukur, di bawah pengawasan langsung atasannya.
- b. Memiliki pengetahuan operasional dasar dan pengetahuan faktual bidang kerja yang spesifik, sehingga mampu memilih penyelesaian yang tersedia terhadap masalah yang lazim timbul.
- c. Bertanggung jawab pada pekerjaan sendiri dan dapat diberi tanggung jawab membimbing orang lain.

Berdasarkan Permendikbud nomor 34 tahun 2018 tentang Standar Nasional Pendidikan SMK/MAK ada sembilan area kompetensi lulusan SMK, yaitu keimanan dan ketaqwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa, kebangsaan dan cinta tanah air, karakter pribadi dan sosial, literasi, kesehatan jasmani dan rohani, kreatifitas, estetika, kemampuan teknis dan kewirausahaan. Standar kompetensi lulusan untuk area kompetensi kemampuan teknis dan karakter pribadi dan sosial ditunjukkan dalam Tabel 5.

Keseluruhan standar kompetensi lulusan tersebut mengintegrasikan dimensi pengetahuan, ketrampilan dan sikap dalam satu kesatuan sesuai gradasi kompetensi masing-masing. Sebagaimana ditulis Sudira (2018:296-300) gradasi masing-masing dimensi serta bentuk kemampuan pada masing-masing level ditunjukkan dalam Tabel 6.

Tabel 5. Standar Kompetensi Lulusan SMK 3 Tahun

Area Kompetensi	Standar Kompetensi Lulusan
Kemampuan Teknis (A8)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memiliki kemampuan dasar dalam bidang keahlian tertentu sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. 2. Memiliki kemampuan spesifik dalam program keahlian tertentu sesuai dengan kebutuhan dunia kerja dan menerapkan kemampuannya sesuai prosedur di bawah pengawasan 3. Memiliki pengalaman dalam menerapkan keahlian spesifik yang relevan dengan dunia kerja. 4. Memiliki kemampuan menjalankan tugas keahliannya dengan menerapkan prinsip keselamatan, kesehatan dan keamanan lingkungan
Karakter Pribadi dan Sosial (A3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memiliki kebiasaan, pemahaman, dan kesadaran untuk bersikap dan berperilaku jujur 2. Memiliki kemandirian dan bertanggungjawab dalam melaksanakan tugas pekerjaannya 3. Memiliki kemampuan berinteraksi dan bekerja dalam kelompok secara santun, efektif, dan produktif dalam melaksanakan tugas pekerjaannya. 4. Memiliki kemampuan menyesuaikan diri dengan situasi dan lingkungan kerja secara efektif. 5. Memiliki rasa ingin tahu untuk mengembangkan keahliannya secara berkelanjutan 6. Memiliki etos kerja yang baik dalam menjalankan tugas keahliannya.

Tabel 6. Gradasi kompetensi pengetahuan, ketrampilan dan sikap

Dimensi	Kemampuan
Pengetahuan	
Mengingat (C1) Pengetahuan faktual	Mengingat fakta-fakta
Memahami (C2) Pengetahuan konseptual	Memahami konsep
Menerapkan (C3) Pengetahuan prosedural	Menerapkan prosedur kerja
Menganalisis (C4) Pengetahuan metakognitif	Mengenali fakta, menginterpretasikan data dan membuat kesimpulan
Mengevaluasi (C5) Pengetahuan metakognitif	Mengumpulkan data, membandingkan dengan standar, memberi rekomendasi
Mengkreasi (C6) Pengetahuan metakognitif	Memberikan ide baru, inovasi
Ketrampilan	
Persepsi (S1)	Menafsirkan rangsangan
Kesiapan (S2)	Menyiapkan diri, berkonsentrasi
Skill Meniru (S3)	Meniru contoh
Skill Terbiasa (S4)	Ketrampilan dengan berpegang pada standar, tanpa melihat contoh
Skill Mahir (S5)	Ketrampilan dengan standar kerja/kriteria
Skill Orisinal (S6)	Ketrampilan asli dari diri sendiri
Sikap	
Penerimaan (A1)	Menunjukkan perhatian dengan kesadaran
Respon partisipasi (A2)	Respon aktif bertindak
Penghargaan (A3)	Menerima dan menyukai nilai-nilai
Penghayatan (A4)	Menunjukkan kesadaran, kepercayaan pada nilai-nilai
Pengamalan (A5)	Menjalankan nilai-nilai dengan kesadaran dan disiplin

Standar kompetensi lulusan tersebut dijabarkan dalam kompetensi-kompetensi dasar pada tiap mata pelajaran. Berdasarkan Peraturan Dirjen Dikdasmen nomor 07/D.D5/KK/2018 tentang struktur kurikulum SMK/MAK dinyatakan bahwa mata pelajaran bagian C (muatan peminatan kejuruan) untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika

Industri memuat dasar bidang keahlian, dasar program keahlian dan kompetensi keahlian. Struktur mata pelajaran untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri ditunjukkan dalam Tabel 7. Kompetensi dasar dari masing-masing mata pelajaran tersebut ditetapkan dalam Peraturan Dirjen Dikdasmen No. 464/D.D5/KR/2018. Kompetensi dasar untuk mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik terdapat dalam lampiran laporan.

Tabel 7. Struktur Muatan Peminatan Kejuruan Teknik Elektronika Industri

C.Muatan Peminatan Kejuruan	X		XI		XII	
	1	2	1	2	1	2
C1. Dasar Bidang Keahlian						
1 Simulasi dan Komunikasi Digital	3	3	-	-	-	-
2 Fisika	3	3	-	-	-	-
3 Kimia	3	3	-	-	-	-
C2. Dasar Program Keahlian						
1 Kerja Bengkel dan Gambar Teknik	4	4	-	-	-	-
2 Dasar Listrik dan Elektronika	5	5	-	-	-	-
3 Teknik Pemrograman, Mikroprosesor dan Mikrokontroler	4	4	-	-	-	-
C3. Kompetensi Keahlian						
1 Mikroprosesor Mikrokontroler	-	-	7	7	-	-
2 Penerapan Rangkaian Elektronika	-	-	6	6	6	6
3 Sistem Pengendali Elektronika	-	-	7	7	6	6
4 Pengendali Sistem Robotik	-	-	4	4	6	6
5 Pembuatan, Perbaikan dan Pemeliharaan Peralatan Elektronika	-	-	-	-	7	7
6 Produk Kreatif dan Kewirausahaan	-	-	7	7	8	8
Jumlah C	22	22	31	31	33	33

Sebagaimana diketahui bahwa tujuan utama SMK adalah menyiapkan calon tenaga kerja maka kompetensi-kompetensi tersebut di atas dalam praktiknya perlu dikaitkan dengan dunia kerja. Langkah mengaitkan pembelajaran dengan dunia kerja menurut Sudira (2018:55) ada lima, yaitu *work-oriented learning*, *work connected learning*, *work*

integrated learning, student centered learning dan contextual learning.

Oleh karena itu, untuk mengimplementasikan konsep *work oriented learning*, muatan kompetensi-kompetensi dalam kurikulum dan semua aktifitas pembelajaran yang ada perlu diorientasikan pada pencapaian kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan di dunia kerja.

Selain *hard skill* yang telah diuraikan di atas, kompetensi terkait dengan *soft skill* perlu juga dikembangkan dalam diri siswa. McGrath (2019:30) menyebutkan ada beberapa kemampuan *soft skill* yang harus dimiliki oleh siswa di era digital saat ini yaitu ketrampilan komunikasi yang baik, kemampuan belajar mandiri, kemampuan berpikir kritis, kemampuan dalam memanajemen pengetahuan, dan kemampuan menjadi anggota tim yang bertanggungjawab.

6. Pembelajaran Kejuruan

Proses pembelajaran yang dilakukan di SMK tidak lepas dari penerapan teori-teori pembelajaran yang ada. Sudira (2017:178) mengemukakan tiga teori pembelajaran klasik yang dapat diterapkan dalam pembelajaran kejuruan. Teori pembelajaran klasik yang berbasis pada psikologi tersebut meliputi teori belajar behavioristik, kognitivistik, dan konstruktivistik.

Teori pembelajaran behavioristik menekankan pada perubahan perilaku siswa yang disebabkan oleh pemberian rangsangan dari luar dirinya. Beberapa penerapan dari teori pembelajaran behavioristik yang dilakukan di sekolah yaitu:

- a. Guru menyiapkan mental siswa sebelum memulai pembelajaran. Hal ini sesuai dengan konsep *law of readiness* yang dikemukakan oleh Thorndike dimana siswa yang memiliki kesiapan yang tinggi akan mampu merespon stimulus dengan baik dibandingkan dengan siswa yang belum siap.
- b. Guru meminta siswa untuk melakukan praktik secara berulang-ulang agar siswa tersebut memiliki *skill* yang baik. Hal ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Pavlov.
- c. Guru memberikan tayangan video atau mendemonstrasikan sebuah ketrampilan dan siswa diminta untuk mengamati serta menirukan apa yang dilakukan oleh guru. Hal ini sesuai dengan teori pembiasaan yang dikemukakan oleh Albert Bandura.
- d. Guru senantiasa memberikan umpan balik terhadap praktik yang dilakukan siswa dengan memberikan nilai, pujian, motivasi ataupun bentuk sanksi jika melanggar prosedur kerja ataupun tata tertib. Hal ini sejalan dengan konsep *operant conditioning* yang dikemukakan oleh Skinner.

Teori pembelajaran kognitivistik menekankan pada aktifitas pemrosesan informasi atau proses berpikir dalam belajar. Penerapan teori pembelajaran kognitivistik lebih banyak kepada pembelajaran ketrampilan berpikir (*thinking skill*). Penerapan dari teori pembelajaran kognitivistik yang dilakukan di sekolah antara lain:

- a. Guru memberikan simbol-simbol, gambar diagram blok dan bentuk-bentuk sejenisnya untuk memudahkan siswa dalam mengolah informasi tentang konsep yang sedang dipelajari. Hal ini sesuai dengan teori tahapan pemrosesan informasi dari Bruner.
- b. Guru memberikan materi pembelajaran secara urut dari konsep sederhana menuju konsep yang lebih rumit. Hal ini sesuai dengan teori elaborasi dari Reigeluth yang menekankan pentingnya desain pembelajaran yang dirancang secara urut dari hal-hal sederhana ke hal-hal yang lebih kompleks.

Teori pembelajaran konstruktivistik menekankan pada proses aktif pengkonstruksian pengetahuan yang dilakukan oleh siswa. Proses ini terjadi dengan melibatkan informasi-informasi baru yang diterima oleh siswa dengan pengalaman-pengalaman yang telah dimiliki sebelumnya. Penerapan dari teori pembelajaran konstruktivistik yang dilakukan dalam pembelajaran di sekolah antara lain:

- a. Guru membimbing dan memfasilitasi siswa dengan memberikan instruksi atau langkah-langkah secara bertahap sehingga siswa mampu melakukan pemecahan masalah. Hal ini sesuai dengan teori *scaffolding* yang dikemukakan oleh Vygotsky.
- b. Guru menyajikan tayangan untuk diamati siswa. Siswa mengidentifikasi fakta-fakta yang ada, memunculkan pertanyaan-pertanyaan, mengaitkan dengan pengalaman yang dimiliki serta mencari informasi-informasi pendukung, mengorganisasikan informasi

tersebut untuk menemukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut. Hal ini sejalan dengan konsep *discovery learning* dari Bruner.

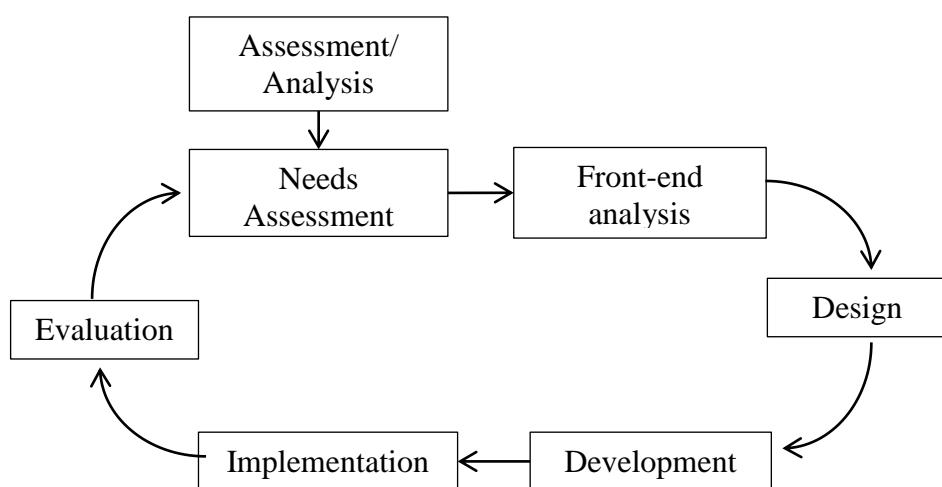
- c. Guru memberikan kasus permasalahan yang terjadi secara nyata. Siswa berdiskusi untuk menganalisis masalah tersebut sehingga dapat terpecahkan. Kegiatan ini sesuai dengan konsep *problem based learning* yang di kemukakan oleh Engel, MacDonald dan Isaacs.

7. Model penelitian dan pengembangan

Model penelitian dan pengembangan yang dapat diterapkan untuk menghasilkan produk pembelajaran ada beragam jenis. Diantara model penelitian dan pengembangan tersebut adalah model 4D, ADDIE dan model menurut Sugiyono.

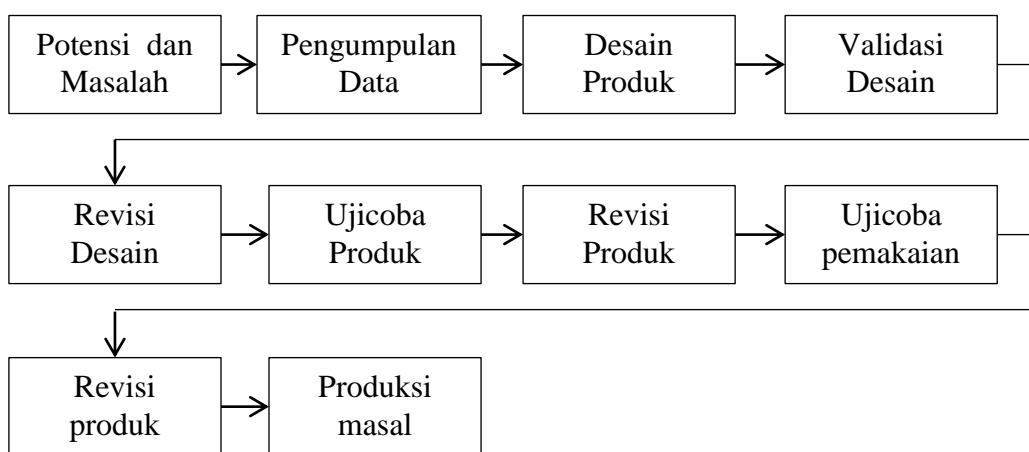
Mulyatiningsih (2013:195) menjelaskan model 4D yang dipopulerkan oleh Thiagarajan dimana 4D terdiri dari tahapan *Define*, *Design*, *Development* dan *Dessimilation*. Tahapan *define* dilakukan dengan tujuan menetapkan persyaratan-persyaratan pengembangan. Tahapan ini dilakukan melalui analisis kebutuhan. Tahapan *design* merupakan tahapan yang bertujuan untuk mendapatkan rancangan produk awal. Tahapan *development* merupakan tahapan untuk mendapatkan produk yang dikembangkan berdasarkan pada rancangan. Tahap *dessimilation* merupakan tahap akhir pengembangan dengan melakukan pendistributian produk dengan tujuan orang lain dapat memanfaatkan produk yang dikembangkan.

Model penelitian dan pengembangan ADDIE terdiri dari lima tahapan yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation* dan *Evaluation*. Salah satu model ADDIE untuk pengembangan media pembelajaran yaitu model ADDIE menurut Lee & Owens (2004). Tahap awal dari model ini adalah analysis yang terbagi dalam dua tahap yaitu *need assessment* dan *front end analysis*. *Need assessment* bertujuan untuk menetapkan gap atau kesenjangan yang ada dan *front end analysis* bertujuan untuk mencari solusi mengatasi kesenjangan tersebut. Tahapan *design* merupakan tahapan untuk merancang produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan pada hasil tahap analisis. Tahapan *development* merupakan tahap pembuatan produk. Tahap *implementation* merupakan tahapan penggunaan produk yang telah dibuat. Tahap *evaluation* yang merupakan tahap terakhir adalah tahap untuk mengevaluasi kelayakan, keefektifan dari produk media pembelajaran yang terlah dikembangkan. Berikut diagram penelitian dan pengembangan model ADDIE menurut Lee & Owens.



Gambar 7. Model penelitian dan pengembangan ADDIE
(Lee & Owens, 2004)

Model penelitian dan pengembangan yang memiliki tahapan lebih panjang yaitu model penelitian dan pengembangan yang dikemukakan oleh Sugiyono (2013:298). Pada model penelitian dan pengembangan ini tahapan yang dilakukan meliputi 10 tahap yaitu penggalian potensi atau masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, ujicoba produk, revisi produk, ujicoba pemakaian, revisi produk, produksi masal. Tahapan-tahapan tersebut dapat digambarkan dalam diagram blok sebagai berikut:



Gambar 8. Tahapan penelitian dan pengembangan menurut Sugiyono

Model penelitian dan pengembangan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah model ADDIE menurut Lee & Owens. Model ADDIE dipilih sebagai model yang digunakan untuk mengembangkan training kit dan modul pembelajaran dengan pertimbangan bahwa tahapan dalam model ADDIE sudah lengkap yang dimulai dari analisis kebutuhan sampai pada implementasi dan evaluasi. Alur tahapan dalam model ADDIE juga tidak terlalu panjang sehingga tidak memerlukan waktu yang terlalu lama dan tidak juga

mensyaratkan adanya produksi masal sehingga lebih sesuai diterapkan dalam penelitian ini.

C. Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian terkait dengan pembelajaran PLC menggunakan training kit dan media pembelajaran lainnya adalah sebagai berikut:

- a. Sang Kim, et.al. (2012) melakukan penelitian untuk menjawab masalah permintaan media pelatihan PLC yang meningkat. Penelitian yang dilakukan berfokus pada pengembangan media pembelajaran PLC berupa *software* aplikasi dengan *Augmented Reality* untuk belajar *wiring PLC*.
- b. Burhan, et.al. (2015) mencoba mengatasi permasalahan kebutuhan I/O yang banyak pada PLC seperti yang digunakan di industri. Penelitian yang dilakukan yaitu mengembangkan training kit PLC yang memiliki jumlah port I/O yang diperbanyak dan *compatible* dengan berbagai jenis PLC.
- c. Navrapescu (2015) menjawab kebutuhan dalam pembelajaran e-learning dengan menghadirkan media pembelajaran PLC perpaduan *real hardware* dan media lain berupa video dan *software* simulasi.
- d. Akparibo, et.al. (2016) telah mengembangkan training kit berbasis PLC dengan input saklar dan output lampu. Kelebihan training kit yang dikembangkan adalah training kit dapat dipindah-pindah (*portable*) sehingga dapat digunakan dimanapun, tidak harus di bengkel.
- e. Sukir (2016) dalam disertasinya mengembangkan training kit PLC untuk program keahlian Teknik Instalasi Listrik di SMK dengan penekanan pada

pemrograman sederhana yang sering digunakan seperti kontrol motor *forward reverse*.

- f. Narayanan (2016) mengembangkan *Virtual Labs* untuk pembelajaran PLC yang difokuskan pada pemahaman pemrograman ladder diagram menggunakan PLC Siemens. Adanya virtual labs ini memberikan kemudahan siswa dan visualisasi tentang logika kontak, relay dan saklar yang digunakan.
- g. Safavi (2013) mengembangkan Laboratorium PLC secara *virtual* untuk pembelajaran yang memungkinkan dapat diakses menggunakan *smartphone*. Penelitian sejenis juga dilakukan Palma (2017) yang mengembangkan *virtual* PLC yang dapat digunakan untuk pembelajaran otomasi dalam konsep pembelajaran jarak jauh.
- h. Sudira (2019) mengembangkan training kit CPI (*Cyber Physical Infrastructure*) yang merupakan infrastruktur yang menggabungkan komponen fisik dan komponen *cyber* dalam proses produksi. Training kit berbasis PLC dan mikrokontroler ini dapat digunakan untuk pembelajaran yang lebih kompleks seperti pembacaan sensor, pengontrolan aktuator dan monitoring peralatan sampai pada komunikasi data dengan jaringan internet.

Penelitian pengembangan training kit dan media pembelajaran PLC yang telah dilakukan tersebut di atas memiliki beberapa kekhususan dan keterbatasan yaitu:

1. Training kit dan media pembelajaran tersebut belum berorientasi pada sebuah analisis tugas yang jelas untuk sebuah pekerjaan tertentu di industri.
2. Beberapa media pembelajaran tersebut memiliki fokus pada aspek pemrograman PLC, belum menekankan aspek yang lain.
3. Beberapa training kit yang telah dikembangkan belum diintegrasikan dengan berbagai jenis sensor, komponen pneumatik dan HMI untuk memberikan gambaran proses produksi di industri.
4. Beberapa training kit yang telah dikembangkan memiliki orientasi pada tingkatan kompetensi yang lebih tinggi dari kebutuhan kompetensi tingkat SMK.

Melihat hasil-hasil pengembangan yang telah dilakukan maka penelitian ini mengembangkan training kit yang mengatasi keterbatasan dari training kit yang telah ada. Training kit yang dikembangkan berorientasi pada tugas-tugas untuk jabatan teknisi di industri yang mencakup kompetensi pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting*. Training kit yang dikembangkan menggabungkan berbagai sensor, komponen elektropneumatik dan HMI ke dalam sistem PLC. Training kit yang dikembangkan menerapkan sistem pengisian botol yang meliputi langkah penyiapan botol ke konveyor, pengisian cairan ke botol, penutupan botol, penghitungan botol dan pendorong botol keluar konveyor. Selain itu, training kit yang dikembangkan disesuaikan dengan tingkatan kompetensi pengetahuan dan ketrampilan untuk siswa SMK khususnya pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri.

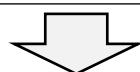
D. Kerangka Pikir

Ketersediaan training kit sebagai sarana pembelajaran PLC di SMK masih menjadi permasalahan. Saat ini, training kit PLC untuk pembelajaran siswa SMK yang dapat digunakan untuk melatih kompetensi pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting* dalam satu sistem yang mencerminkan suatu proses produksi dan pemantauannya belum tersedia. Training kit-training kit PLC yang ada tidak layak untuk pembelajaran siswa SMK pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan mengembangkan training kit PLC yang mampu memenuhi kebutuhan kompetensi pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting* serta diwujudkan dalam satu sistem yang mencerminkan suatu proses produksi dan pemantauannya.

Training kit PLC untuk pembelajaran siswa SMK tersebut dikembangkan melalui model ADDIE dengan langkah pengembangan diawali dengan analisis dan dilanjutkan dengan desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Training kit PLC hasil pengembangan selanjutnya diuji kelayakannya untuk pembelajaran melalui pengujian ahli materi, ahli media dan siswa SMK sebagai pengguna. Hasil akhir yang diharapkan adalah training kit PLC yang mampu memenuhi kebutuhan dan layak digunakan dalam pembelajaran SMK pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri. Kerangka pikir ini ditunjukkan dalam Gambar 9.

Permasalahan:

1. Belum adanya training kit PLC untuk pembelajaran siswa SMK yang dapat digunakan untuk melatih kompetensi pengawatan, pemrograman dan *troubleshooting* dalam satu sistem yang mencerminkan suatu proses produksi dan pemantauannya.
2. Banyak training kit PLC yang telah ada tidak layak untuk pembelajaran siswa SMK pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri



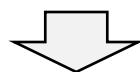
Penyelesaian Masalah:

Mengembangkan Training Kit
Production and Monitoring
System berbasis PLC

Model ADDIE

- Analisis
- Desain
- Pengembangan
- Implementasi
- Evaluasi

Menguji tingkat kelayakan
Training Kit *Production and*
Monitoring System berbasis PLC
oleh ahli materi, ahli media dan
pengguna (siswa SMK)



Hasil:

Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC yang layak untuk pembelajaran SMK pada Kompetensi Teknik Elektronika Industri

Gambar 9. Kerangka pikir penelitian

E. Pertanyaan Penelitian

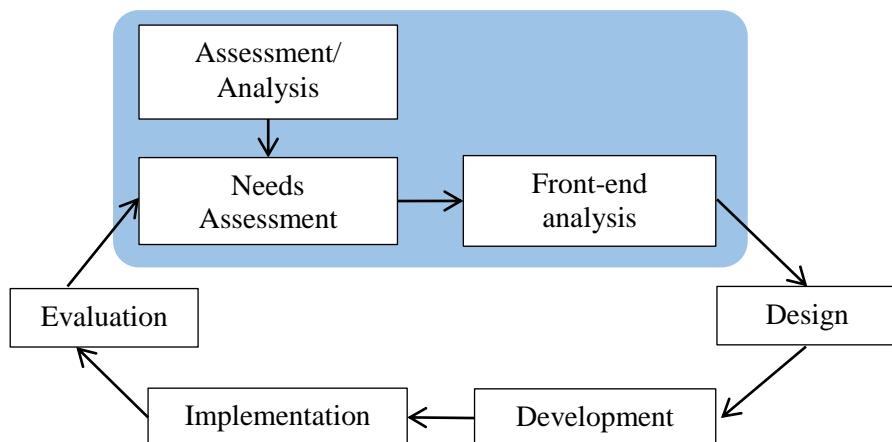
1. Seperti apa desain Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri yang dikembangkan?
2. Bagaimana pengembangan dan implementasi Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri yang dikembangkan?
3. Bagaimana unjuk kerja Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri yang dikembangkan?
4. Bagaimana penilaian ahli materi terhadap Training Kit *Production and Monitoring System* yang dikembangkan?
5. Bagaimana penilaian ahli media terhadap Training Kit *Production and Monitoring System* yang dikembangkan?
6. Bagaimana respon siswa sebagai pengguna setelah mencoba menggunakan Training Kit *Production and Monitoring System* yang dikembangkan?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini bertujuan menghasilkan produk Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC untuk pembelajaran siswa SMK pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri. Penelitian dilakukan menggunakan model pengembangan ADDIE menurut Lee & Owens. Model ADDIE tersebut meliputi tahap analisis (*analysis/assessment*) yang terdiri dari *need assessment* dan *front-end analysis*, tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*development*), tahap implementasi (*implementation*) dan tahap evaluasi (*evaluation*) seperti ditunjukkan dalam Gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Tahapan pengembangan model ADDIE (Lee & Owens, 2004)

Tahapan penelitian dimulai dengan tahap *assessment/analysis* yang meliputi *need assessment* dan *front end analysis* yang bertujuan untuk mendapatkan informasi kondisi awal pengguna serta kebutuhan-kebutuhan dan

persyaratan-persyaratan yang sesuai sebagai bahan untuk tahap perancangan. Tahap *desain* bertujuan untuk mendapatkan rancangan media training kit dan modul pembelajaran yang sesuai dengan persyaratan dan spesifikasi yang ditetapkan. Tahap *development* bertujuan untuk mendapatkan hasil realisasi dari rancangan training kit beserta modul pembelajaran. Tahapan *implementation* merupakan tahapan uji coba training kit yang telah dikembangkan oleh ahli dan pengguna. Tahapan terakhir adalah tahapan *evaluation* yang bertujuan untuk menganalisis data hasil pengujian dan respon pengguna, sehingga diperoleh kesimpulan terhadap kelayakan training kit untuk digunakan dalam pembelajaran.

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan model ADDIE yang digunakan dijelaskan dalam uraian berikut ini.

1. *Analysis*

Tahap *analysis* terdiri dari *need assessment* dan *front end analysis* (FEA). *Need assessment* (analisis kebutuhan) bertujuan untuk menemukan kesenjangan antara kompetensi yang diharapkan industri dengan kompetensi lulusan SMK khususnya untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri terkait dengan PLC. Hasil dari analisis kebutuhan berupa kesimpulan tentang kesenjangan kompetensi yang ada, penyebab dan solusi yang perlu dilakukan untuk mengatasi kesenjangan tersebut.

Pengumpulan data pada tahap analisis kebutuhan dilakukan dengan cara angket. Angket diberikan secara *online* melalui *google form* kepada guru yang mengampu Teknik Elektronika Industri dan responden industri yaitu lulusan

SMK yang bekerja di industri tersebut. Guru yang terlibat dalam pengisian angket berasal dari SMK Negeri 2 Wonosari, SMK Negeri 3 Wonosari, SMK Negeri 1 Gedangsari, SMK Muhammadiyah Prambanan, SMK Negeri 1 Kandeman, Batang. Responden industri yang terlibat dalam pengisian angket berasal dari PT. Denso Indonesia, Bekasi, PT. TD Automotive Compresor Indonesia, Jakarta, PT. AICA Indonesia, Bekasi dan PT. UNISEM, Batam.

Proses analisis kebutuhan dilanjutkan dengan *front end analysis* (FEA). FEA dilakukan untuk memenuhi kesenjangan yang telah ditetapkan pada hasil analisis kebutuhan. FEA dilakukan dengan enam jenis analisis yaitu *task analysis, technology analysis, audience analysis, situation analysis, objective analysis* dan *media analysis*.

a. *Task analysis*

Task analysis (analisis tugas) bertujuan untuk mendapatkan kompetensi-kompetensi yang diperlukan terkait pekerjaan yang berkaitan dengan PLC. Pengambilan data untuk analisis tugas dilakukan melalui kuisioner dengan pihak industri. Pertanyaan yang diajukan terkait dengan jabatan, deskripsi pekerjaan di industri dan persyaratan-persyaratan atau kompetensi yang diperlukan.

b. *Technology analysis*

Technology analysis (analisis teknologi) dilakukan untuk mendapatkan gambaran teknologi sistem produksi dengan menggunakan kontrol PLC yang diterapkan di industri. Pengumpulan data untuk analisis teknologi dilakukan dengan mengirimkan kuisioner ke industri.

c. *Audience analysis*

Audience analysis (analisis siswa) bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik siswa, persyaratan-persyaratan siswa yang akan menggunakan training kit dan modul pembelajaran. Pengumpulan data untuk analisis siswa dilakukan melalui diskusi dengan guru dan studi dokumen kurikulum.

d. *Situation analysis*

Situation analysis (analisis situasi) dilakukan dengan tujuan mendapatkan gambaran situasi sekolah serta persyaratan-persyaratan yang terkait dengan lingkungan penggunaan training kit dan modul pembelajaran. Pengumpulan data untuk analisis ini dilakukan melalui diskusi dengan guru di beberapa sekolah.

e. *Objective analysis*

Objective analysis (analisis tujuan) berkaitan dengan kompetensi-kompetensi yang menjadi tujuan dari proses pembelajaran yang akan dilakukan menggunakan training kit dan modul pembelajaran tersebut. Hasil analisis tujuan adalah ditetapkannya kompetensi yang menjadi tujuan dari training kit yang dikembangkan tersebut. Pengumpulan data untuk analisis tujuan dilakukan melalui diskusi dengan guru dan studi dokumen kurikulum yang mencakup kompetensi dasar pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri.

f. *Media analysis*

Media analysis (analisis media) bertujuan untuk mendapatkan training kit yang sesuai sebagai peralatan pendukung praktikum pada mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik. Analisis media akan menentukan bentuk, ukuran, warna, tampilan dan performa lain dari training kit yang dikembangkan. Pengumpulan data untuk analisis media dilakukan melalui diskusi dengan guru pengampu Teknik Elektronika Industri.

Langkah yang dilakukan setelah semua data FEA terkumpul adalah melakukan *Focus Group Discussion* (FGD). FGD dilakukan dengan melibatkan beberapa guru Teknik Elektronika Industri di lima SMK di Gunungkidul dan Sleman. Hasil dari FGD berupa ketetapan persyaratan (*requirement*) dan spesifikasi dari training kit dan modul pembelajaran yang dikembangkan.

2. *Design*

Tahap *design* merupakan tahap pembuatan rancangan sesuai dengan persyaratan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Ada dua macam rancangan yang dibuat, yaitu rancangan training kit dan rancangan modul pembelajaran yang mendukung training kit tersebut. Rancangan training kit berupa rancangan perangkat keras (*hardware*) dan rancangan perangkat lunak (*software*) berupa program PLC. Rancangan modul pembelajaran berupa *outline* materi serta sistematika modul pembelajaran yang akan dikembangkan.

3. *Development*

Tahap *development* merupakan tahap realisasi dari rancangan yang telah ditetapkan. Tahap ini meliputi *reproduction*, *production* dan *postproduction*. Langkah *reproduction* merupakan langkah awal pengembangan yang berupa penyiapan alat dan bahan untuk training kit serta penyiapan bahan materi untuk modul pembelajaran. Langkah *production* merupakan proses utama pembuatan training kit dan modul pembelajaran. Proses pembuatan training kit meliputi perakitan komponen dan pembuatan program PLC. Proses pembuatan modul pembelajaran berupa penulisan naskah, penyuntingan dan pencetakan. Langkah *postproduction* merupakan langkah akhir dalam tahap ini yang berupa pengujian fungsional training kit dan pengujian kesesuaian modul pembelajaran dengan training kit.

4. *Implementation*

Tahapan *implementation* dilakukan dengan mengujicoba training kit dan modul pembelajaran yang telah dibuat. Pengujian dilakukan oleh ahli yaitu dua orang dosen Teknik Elektronika di Program Studi PTEI Pascasarjana UNY. Tujuan uji coba oleh ahli adalah untuk memastikan hasil pengembangan training kit sesuai dengan persyaratan dan spesifikasi serta layak digunakan untuk pembelajaran. Hasil uji coba berupa penilaian terhadap indikator-indikator kelayakan training kit dan rekomendasi perbaikan jika diperlukan.

Implementasi terakhir dilakukan kepada pengguna, yaitu siswa kelas XII EI di SMK Negeri 2 Wonosari sejumlah 31 orang yang memenuhi persyaratan sebagai pengguna. Siswa mencoba menggunakan training kit dan

modul pembelajaran dan kemudian memberikan respon mereka terhadap training kit dan modul pembelajaran tersebut. Data hasil ujicoba penggunaan oleh siswa selanjutnya dianalisis pada tahapan evaluasi.

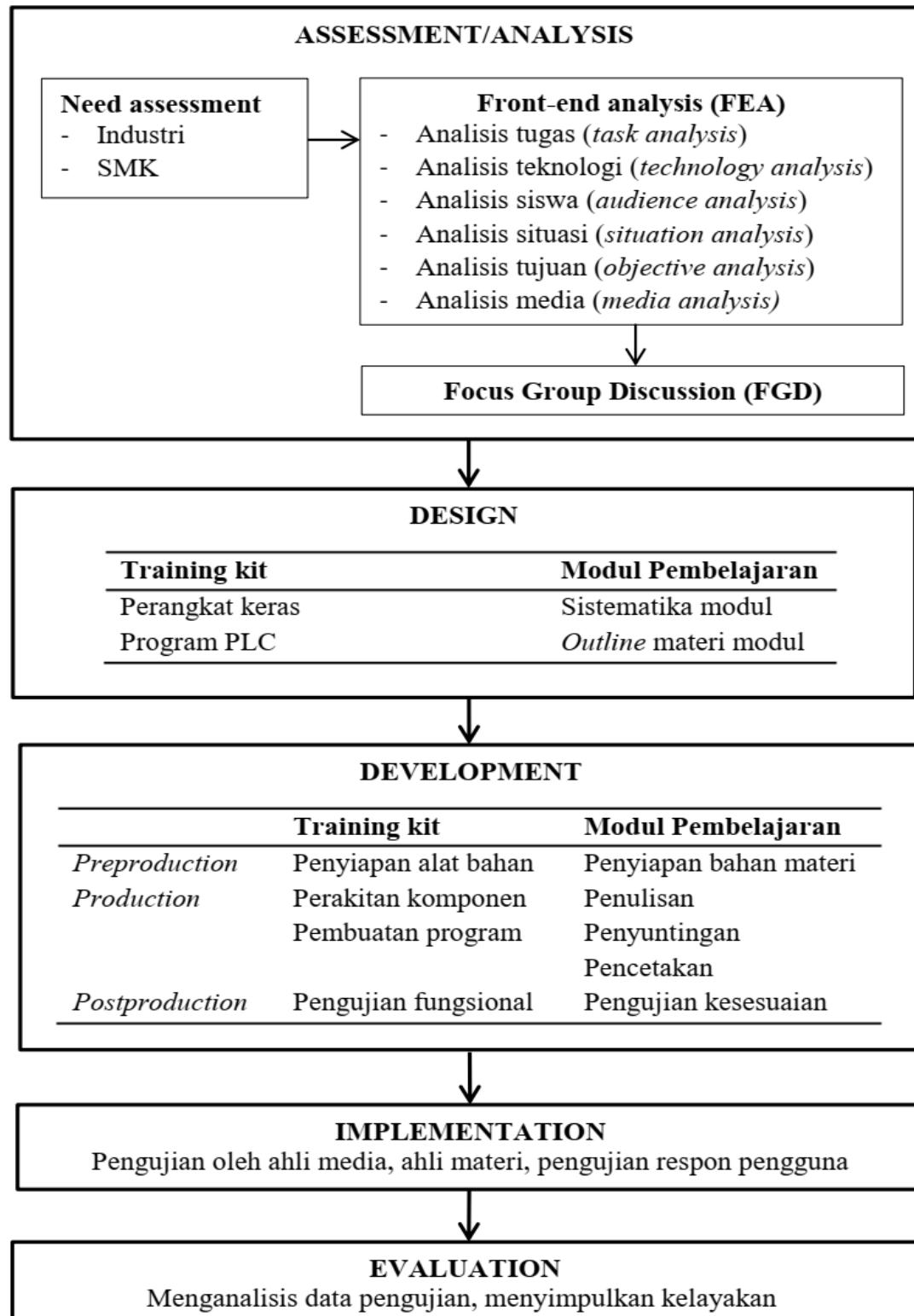
5. *Evaluation*

Tahap evaluasi dilakukan dengan tujuan untuk menentukan kelayakan training kit dan modul pembelajaran yang telah dikembangkan. Tahapan evaluasi dilakukan dengan langkah-langkah: (1) mengumpulkan data dari responden pada tahap implementasi, (2) menganalisis data, (3) membuat kesimpulan dan penetapan kelayakan training kit, (4) membuat rekomendasi atau catatan-catatan perbaikan.

Tahapan-tahapan prosedur penelitian tersebut dilaksanakan dalam 8 bulan seperti ditunjukkan tabel di bawah ini.

Tabel 8. Pelaksanaan kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Bulan/Tahun 2018-2019											
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Analisis												
2	Desain												
3	Pengembangan												
4	Implementasi												
5	Evaluasi												



Gambar 11. Prosedur pengembangan model ADDIE

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Uji coba produk yang dilakukan sebagaimana dalam tahap implementasi yaitu pengujian oleh ahli materi dan ahli media serta pengujian respon siswa. Uraian dari masing-masing uji coba tersebut sebagai berikut:

a. Pengujian oleh ahli

Pengujian oleh ahli dilakukan dua orang dosen Teknik Elektronika di Program Studi PTEI Pascasarjana UNY dimana seorang dosen sebagai ahli materi dan seorang dosen lainnya sebagai ahli media. Data diperoleh dari penilaian ahli tersebut terhadap indikator-indikator dalam instrumen penilaian training kit dan modul yang telah dikembangkan. Uji coba ahli dilakukan di Fakultas Teknik UNY.

b. Pengujian respon siswa

Pengujian respon siswa dilakukan untuk mengetahui respon siswa terhadap penggunaan training kit dan modul pembelajaran yang dikembangkan. Siswa yang terlibat berjumlah 31 orang kelas XII EI pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari. Pengujian dilakukan dengan jalan siswa diberikan kesempatan untuk mempelajari modul dan melakukan praktik menggunakan training kit, kemudian siswa diberikan kuisioner untuk memberikan penilaian mereka terhadap produk yang telah dikembangkan tersebut.

2. Subyek Coba

Langkah pengujian dalam penelitian ini melibatkan subyek coba dua orang dosen Teknik Elektronika di Program Studi PTEI Pascasarjana UNY dan 31 siswa kelas XII EI pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Teknik pengumpulan data

Penelitian pengembangan ini menggunakan teknik pengumpulan data dengan angket dan wawancara. Pengumpulan data dengan angket dilakukan untuk mendapatkan data kualitatif maupun kuantitatif dari beberapa responden, yaitu:

- 1) Angket diberikan kepada industri sebagai langkah FEA yang bertujuan untuk mendapatkan persyaratan dan spesifikasi training kit yang sesuai. Lembar angket berisi indikator-indikator dalam analisis tugas dan analisis teknologi.
- 2) Angket diberikan kepada ahli sebagai langkah pengujian untuk menilai kelayakan training kit dan modul pembelajaran yang dikembangkan. Aspek yang digunakan meliputi aspek relevansi materi, kemanfaatan, desain dan penggunaan.
- 3) Angket diberikan kepada siswa sebagai langkah uji coba yang bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap training kit dan modul pembelajaran yang dikembangkan. Aspek yang digunakan meliputi aspek relevansi materi, kemanfaatan, desain dan penggunaan.

Pengumpulan data melalui wawancara dilakukan untuk mendapatkan data-data kualitatif pada saat *front end analysis*. Wawancara dilakukan dengan beberapa responden yaitu:

- 1) Wawancara dengan lulusan SMK yang bekerja di industri untuk mendapatkan data terkait dengan analisis tugas dan analisis teknologi yang ada di industri.
- 2) Wawancara dengan guru-guru Teknik Elektronika untuk mendapatkan data terkait analisis siswa, analisis situasi sekolah, analisis tujuan dan analisis media.

b. Instrumen pengumpulan data

Instrumen yang digunakan dalam pengambilan data dalam penelitian ini meliputi instrumen kuisioner untuk industri, ahli materi, ahli media dan pengguna. Kisi-kisi instrumen tersebut ditunjukkan dalam tabel-tabel di bawah ini.

Tabel 9. Kisi-kisi instrumen penelitian responden industri

Aspek	Indikator	Butir
Analisis tugas	Jenis pekerjaan dan tugas	1, 2, 3
	Kebutuhan kompetensi	4, 5, 6, 7
Analisis teknologi	Jenis peralatan	8, 9, 10, 11
	Teknologi pendukung	12, 13, 14

Tabel 10. Kisi-kisi instrumen penelitian responden ahli

Responden	Aspek	Indikator	Butir
Ahli materi	Relevansi materi	Relevansi dengan pembelajaran	1, 2
		Relevansi dengan siswa	3, 4
		Relevansi dengan kompetensi industri	5
	Kemanfaatan	Peningkatan minat dan motivasi belajar	6, 7
		Peningkatan pengetahuan	8, 9, 10, 11
		Peningkatan ketrampilan	12, 13, 14
		Peningkatan kreatifitas berpikir dan kerjasama	15, 16, 17, 18
Ahli media	Desain	Bentuk dan tampilan	1
		Ukuran	2
		Penggunaan komponen	3
		Kerapian	4, 5
		Fungsi komponen	6
		Kejelasan label/petunjuk	7
	Penggunaan	Kemudahan pengoperasian	8
		Kemudahan penempatan	9
		Kemudahan perawatan dan perbaikan	10, 11
	Kemanfaatan	Peningkatan minat dan motivasi belajar	12, 13
		Peningkatan pemahaman materi	14
		Peningkatan ketrampilan	15, 16, 17
		Peningkatan kreatifitas berpikir, berpikir kritis dan kerjasama	18, 19, 20
		Membantu siswa belajar aktif	21

Tabel 11. Kisi-kisi instrumen penelitian responden siswa

Responden	Aspek	Indikator	Butir
Siswa (training kit)	Relevansi	Relevansi dengan pembelajaran	1
		Relevansi dengan siswa	2, 3
	Kemanfaatan	Peningkatan minat dan motivasi belajar	4, 5
		Peningkatan pengetahuan	6, 7, 8, 9
		Peningkatan ketrampilan	10, 11, 12
		Peningkatan kreatifitas berpikir dan kerjasama	13, 14, 15
	Desain	Bentuk dan tampilan	16
		Ukuran	17
		Keterbacaan	18
	Penggunaan	Kemudahan pengoperasian	19
		Kemudahan penempatan	20
Siswa (modul pembelajaran)	Relevansi	Relevansi dengan pembelajaran	21
		Relevansi dengan siswa	22, 23
	Kemanfaatan	Peningkatan minat dan motivasi belajar	24, 25
		Peningkatan pengetahuan	26, 27, 28, 29
		Peningkatan ketrampilan	30, 31, 32
		Peningkatan kreatifitas, berpikir kritis , kerjasama dan komunikasi	33, 34, 35, 36
	Desain	Ukuran	37
		Keterbacaan	38, 39, 40
		Sistematika	41
	Penggunaan	Kemudahan penggunaan	42

4. Teknik Analisis Data

Penelitian pengembangan ini menghasilkan data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari kuisioner untuk industri, wawancara/diskusi dengan guru, serta hasil kuisioner yang berupa komentar atau saran dari ahli atau siswa. Data kuantitatif diperoleh dari kuisioner yang berupa penilaian dari ahli materi, ahli media dan siswa terhadap training kit

dan modul pembelajaran yang dikembangkan dengan berpedoman pada ketentuan seperti Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Pedoman skor kriteria penilaian

Kriteria Penilaian	Skor Penilaian
Sangat Setuju/Sangat Sesuai	4
Setuju/Sesuai	3
Tidak Setuju/Tidak Sesuai	2
Sangat Tidak Setuju/Sangat Tidak Sesuai	1

Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk mendapatkan tingkat kelayakan training kit dan modul pembelajaran yang dikembangkan. Penentuan kelayakan didasarkan pada hasil penghitungan skor yang diperoleh untuk masing-masing aspek lalu dikategorisasikan dengan ketentuan seperti pada tabel kategori. Klasifikasi dalam tabel kateogri tersebut diperoleh dengan cara mencari skor tertinggi, skor terendah, jumlah kelas dan jarak interval. Skor tertinggi yang digunakan dalam instrumen adalah 4 dan skor terendah adalah 1. Jumlah kelas ada 4 yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Jarak interval 0,75 yang diperoleh dari skor tertinggi dikurangi skor terendah dibagi jumlah kelas. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh tabel kategori seperti Tabel 13 di bawah ini. (Widoyoko, 2013:111).

Tabel 13. Kriteria kategori kelayakan

No	Rerata Skor	Kategori
1	>3,25 s.d. 4,00	Sangat layak
2	>2,50 s.d. 3,25	Layak
4	>1,75 s.d. 2,50	Kurang Layak
5	1,00 s.d. 1,75	Tidak Layak

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini menghasilkan produk pengembangan berupa training kit dan modul pembelajaran yang di dalamnya memuat lembar kerja (*jobsheet*) praktikum menggunakan training kit tersebut. Penelitian dilakukan dengan tahapan-tahapan sesuai model pengembangan ADDIE yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Proses kegiatan penelitian yang dilakukan beserta hasil tiap tahapan penelitian di jelaskan dalam uraian di bawah ini.

1. Analisis

Tahapan analisis dilakukan guna memperoleh persyaratan-persyaratan (*requirement*) dari training kit yang dibutuhkan. Tahapan analisis lakukan dalam tiga bentuk kegiatan yaitu *need assessment*, *front end analysis* (FEA) dan *focus group discussion* (FGD). Hasil dari masing-masing kegiatan dijelaskan dalam uraian di bawah ini.

a. Need assessment

Kegiatan *need assessment* (analisis kebutuhan) dilakukan dengan cara memberikan angket secara *online* melalui *google form* kepada guru yang mengampu Teknik Elektronika Industri dan responden industri dalam hal ini pekerja industri dari lulusan SMK. Kegiatan dilakukan pada bulan Desember 2018. Guru yang terlibat dalam pengisian angket berjumlah lima orang yang berasal dari SMK Negeri 2 Wonosari, SMK Negeri 3 Wonosari, SMK Negeri

1 Gedangsari, SMK Muhammadiyah Prambanan, SMK Negeri 1 Kandeman, Batang. Praktisi industri yang terlibat dalam pengisian angket berjumlah lima orang berasal dari PT. Denso Indonesia, Bekasi, PT. TD Automotive Compresor Indonesia, Jakarta, PT. AICA Indonesia, Bekasi dan PT. UNISEM, Batam. Hasil dari pengisian angket tersebut seperti ditunjukkan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Hasil analisis kebutuhan responden industri

No	Aspek	Hasil
1	Kompetensi kerja yang dibutuhkan terkait PLC	80% menyatakan kompetensi memprogram PLC 60% menyatakan kompetensi menginstalasi /wiring hardware PLC 80% menyatakan kompetensi troubleshooting (perawatan perbaikan PLC)
2	Kompetensi lulusan SMK	100% menyatakan bahwa semua kompetensi terkait PLC yang dimiliki lulusan SMK masing perlu peningkatan.
3	Hal yang perlu ditingkatkan oleh sekolah	100% menyatakan sarana/alat praktik 60% menyatakan kompetensi guru 60% menyatakan model pembelajaran
4	Kebutuhan training kit	100% menyatakan sekolah perlu mengembangkan training kit untuk mendukung kompetensi siswanya
5	Kebutuhan bentuk training kit	80% menyatakan perlunya training kit dengan PLC yang terintegrasi sensor, aktuator, elektropneumatik dan HMI 20% menyatakan perlunya training kit dengan PLC yang terintegrasi sensor, aktuator dan sistem servo

Tabel 15. Hasil analisis kebutuhan responden guru

No	Aspek	Hasil
1	Kompetensi yang dipelajari siswa	60% menyatakan memprogram, <i>wiring</i> dan <i>troubleshooting</i> 20% menyatakan instalasi/ <i>wiring</i> PLC saja 20% menyatakan memprogram dan <i>wiring</i> PLC
2	Rata-rata capaian kompetensi	60% menyatakan nilai 70-79 40% menyatakan nilai <70)
3	Kendala pembelajaran sistem kontrol PLC	100% menyatakan jumlah, model/bentuk training kit yang kurang memadai
4	Pembelajaran PLC	80% menyatakan menggunakan simulator dan unit PLC
5	Jumlah PLC yang dimiliki	20% menyatakan 2 buah PLC 20% menyatakan 3 buah PLC 20% menyatakan 5 buah PLC 40% menyatakan 6 buah PLC 100% menyatakan jumlah tersebut kurang memadai dibanding dengan kebutuhan
6	Bentuk training kit yang dimiliki	20% menyatakan berbentuk unit PLC saja 80% menyatakan berbentuk PLC dilengkapi tombol dan lampu
7	Kebutuhan training kit	100% menyatakan training kit sangat diperlukan
8	Bentuk training kit yang diharapkan	60% menyatakan PLC yang terintegrasi dengan sensor, aktuator, elektropneumatik dan HMI 40% menyatakan PLC yang terintegrasi dengan sensor, aktuator dan HMI

b. *Front End Analysis (FEA)*

FEA dilakukan dengan memberikan angket kepada pihak industri dalam hal ini manajer *Human Resource Department* (HRD) PT. Unisem di Batam di bulan Mei 2019. Angket tersebut berisikan analisis tugas (*task analysis*) dan analisis teknologi (*technology analysis*). Analisis tugas

bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang jabatan, tugas-tugas yang dilakukan, kompetensi yang dibutuhkan, pengetahuan dan sikap yang diperlukan selama bekerja di industri bagi lulusan siswa SMK. Analisis teknologi bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang perangkat *hardware* maupun *software* yang diterapkan di industri untuk pekerjaan terkait. Untuk mengkonfirmasi dan melengkapi informasi dari bagian HRD, peneliti melakukan wawancara melalui telepon dengan salah seorang pekerja lulusan SMK yang bekerja di industri tersebut menggunakan instrumen yang sama.

Hasil dari FEA dengan responden industri adalah sebagai berikut:

1. Hasil FEA untuk aspek analisis tugas

- a. Jenis pekerjaan yang terkait dengan bidang PLC untuk lulusan SMK yaitu teknisi. Jabatan teknisi meliputi tiga kelompok, yaitu:
 - 1) Teknisi I yaitu teknisi yang bertanggung jawab atas proses produksi di jalur produksi tertentu. Teknisi ini bertugas melakukan inspeksi dan pemeliharaan peralatan yang digunakan dalam sistem produksi.
 - 2) Teknisi II yaitu teknisi yang bertanggung jawab untuk memperbaiki mesin dan peralatan produksi. Teknisi ini bertugas untuk memperbaiki peralatan atau mesin yang digunakan untuk proses produksi jika ada kesalahan atau kerusakan.
 - 3) Teknisi III yaitu teknisi yang bertanggung jawab untuk seluruh sistem yang mendukung proyek yang sedang dilaksanakan sesuai dengan permintaan dari pelanggan. Teknisi ini bertugas untuk

merancang sistem PLC sesuai dengan permintaan pelanggan, menentukan perangkat masukan, keluaran dan perangkat lain yang digunakan, memasang perangkat, membuat program PLC, dan memodifikasi program PLC.

- b. Tugas-tugas yang harus dilakukan untuk jenis pekerjaan tersebut yaitu:
 - 1) Menentukan PLC, peralatan *input output* dan peripheral lain sesuai kebutuhan sistem
 - 2) Menginstalasi PLC dengan perangkat-perangkat lain dalam sistem sesuai kebutuhan
 - 3) Memprogram dan mendownload program PLC sesuai dengan kebutuhan sistem
 - 4) Menjalankan PLC sesuai prosedur
 - 5) Melakukan pemeriksaan pada sistem berbasis PLC sesuai prosedur
 - 6) Melakukan perawatan pada sistem berbasis PLC sesuai prosedur
 - 7) Melakukan perbaikan pada sistem berbasis PLC sesuai prosedur
 - 8) Membuat dokumentasi laporan pekerjaan
- c. Pengetahuan yang diperlukan untuk mendukung keterlaksanaan tugas-tugas tersebut yaitu:
 - 1) Menentukan jenis dan tipe PLC
 - 2) Menentukan peralatan pendukung (sensor, aktuator dan lainnya)
 - 3) Menerapkan gambar instalasi PLC
 - 4) Menerapkan prosedur instalasi PLC

- 5) Menerapkan bahasa pemrograman PLC (Ladder diagram, Instruction List)
 - 6) Menerapkan prosedur perawatan dan perbaikan
 - 7) Menerapkan standar dan prosedur HSE (*Health Safety and Environment*)
 - 8) Menganalisis gejala kerusakan sistem PLC
- d. Ketrampilan yang diperlukan untuk mendukung keterlaksanaan tugas-tugas tersebut:
- 1) Melakukan instalasi PLC dengan perangkat lain
 - 2) Membuat program PLC
 - 3) Melakukan download program PLC
 - 4) Mengoperasikan PLC
 - 5) Menguji coba sistem berbasis PLC
 - 6) Memperbaiki kerusakan sistem berbasis PLC
- e. Sikap yang diperlukan untuk mendukung keterlaksanaan tugas-tugas tersebut yaitu cermat, disiplin, inisiatif, kreatif, tanggungjawab
- f. Persyaratan/kecakapan lain yang diperlukan untuk mendukung keterlaksanaan tugas-tugas tersebut:
- 1) Mampu bekerjasama dengan orang lain
 - 2) Memiliki kecakapan berkomunikasi
 - 3) Mampu berpikir kritis
 - 4) Kreatif dan inovatif

2. Hasil FEA untuk aspek analisis teknologi

- a. Jenis/merek PLC yang digunakan di industri yaitu Omron, Schneider, dan Siemens
- b. Jenis aktuator yang digunakan di industri yaitu motor AC, motor DC, motor stepper, solenoid valve, pneumatik, hidrolik
- c. Jenis sensor yang digunakan di industri yaitu sensor *through beam/infra merah*, sensor *pressure*, sensor *proximity switch*, sensor *temperature*, sensor ultrasonik.
- d. Peralatan monitoring yang digunakan di industri yaitu HMI, PC/komputer dan LCD/Seven Segment
- e. Bahasa pemrograman PLC yang sering digunakan di industri yaitu Ladder Diagram dan Instruction List.
- f. Perangkat pemrograman yang digunakan untuk memprogram PLC di industri yaitu komputer menggunakan RS232, komputer menggunakan USB, dan konsol pemrogram
- g. Sistem kerja PLC yang digunakan di industri yaitu berdiri sendiri/*stand alone* dan terhubung ke jaringan PLC yang lain

FEA dengan guru dilakukan melalui interview yang menghasilkan beberapa persyaratan terkait analisis tujuan, analisis siswa, analisis situasi dan analisis media. Berikut ini dituliskan hasil analisis tujuan, analisis siswa, analisis situasi dan analisis media dengan responden guru.

1. Hasil FEA untuk aspek analisis tujuan

- a. Training kit dan modul pembelajaran mengacu pada kompetensi di industri dan KD mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik (SPE) K2013. Kompetensi dasar dalam mata pelajaran SPE yaitu:
- 1) KD Pengetahuan
 - 3.29. Menerapkan struktur dan bagian PLC
 - 3.30. Menerapkan rangkaian PLC sebagai alat pengontrol sebuah sistem
 - 3.31. Menerapkan rangkaian kontrol dengan komponen elektropneumatik
 - 2) KD Ketrampilan
 - 4.29. Membuat struktur dan bagian PLC
 - 4.30. Membuat rangkaian PLC sebagai alat pengontrol sebuah sistem
 - 4.31. Membuat rangkaian kontrol dengan komponen elektropneumatik
- b. Training kit lebih ditekankan untuk melatih kompetensi ketrampilan melalui praktikum.
- c. Kompetensi yang masih sangat perlu peningkatan yaitu pemrograman (modifikasi program), *troubleshooting* PLC

2. Hasil FEA untuk aspek analisis siswa

- a. Pembelajaran SPE diikuti oleh siswa kelas XI EI pada semester 3 atau semester 4.

- b. Siswa yang mengikuti pembelajaran SPE telah menempuh mata pelajaran Dasar Listrik Elektronika (DLE), Kerja Bangku dan Gambar Teknik (KBGT), Teknik Pemrograman Mikroprosesor Mikrokontroler (TPMM)
- c. Siswa harus mampu mengoperasikan komputer dasar dengan Windows

3. Hasil FEA untuk aspek analisis situasi

- a. Pembelajaran untuk satu kelas diikuti oleh 25-32 siswa
- b. Pembelajaran menggunakan laboratorium dengan ukuran $12 \times 8 \text{ m}^2$
- c. Komputer yang ada dalam 1 laboratorium sebanyak 16-20 komputer
- d. Pembelajaran lebih banyak langsung ke praktik, guru sedikit demonstrasi dan simulasi.
- e. Pembelajaran praktikum dilakukan secara kelompok dengan jumlah anggota 2-4 siswa. Alokasi waktu pembelajaran 4-8 JPL/minggu
- f. Pengadaan alat/training kit menggunakan dana BOS cukup menjadi kendala untuk mendapatkan training kit yang sesuai kebutuhan sekolah
- g. Perlunya training kit yang dikembangkan dengan mengingat ukuran yang cukup untuk kelompok minimal 2 orang dengan biaya yang terjangkau.

4. Hasil FEA untuk aspek analisis media

- a. PLC yang digunakan jenis Omron CP1E dengan jumlah I/O 20 dan 30 buah mengingat semua sekolah sudah memiliki jenis ini walaupun jumlahnya sedikit.
- b. Jenis antarmuka komunikasi PLC dengan komputer menggunakan USB
- c. Komponen I/O yang digunakan dalam training kit sebaiknya lebih banyak dari yang sudah ada, antara lain tombol, limit switch, proximity, relai, lampu, motor DC,
- d. Training kit perlu digabungkan dengan komponen pneumatik (katup kontrol arah, silinder) sebagai perangkat yang dikendalikan
- e. Komputer yang digunakan untuk praktikum berbasis Windows 7 atau Windows 10 dengan program aplikasi CX-Programmer
- f. Bahasa yang dipelajari siswa Ladder Diagram, Instruction List, dan FBD
- g. Training kit dapat digunakan untuk mensimulasikan sebuah proses produksi yang dapat dilihat dengan HMI
- h. Training kit dibuat dari bahan alumunium dan akrilik

c. Focus Group Discussion (FGD)

FGD dilakukan pada tanggal 21 Juni 2019 dengan melibatkan tujuh guru SMK di lima SMK dengan Program Keahlian Teknik Elektronika di Yogyakarta, yaitu SMK Negeri 2 Wonosari, SMK Negeri 3 Wonosari, SMK Negeri 1 Tepus, SMK YAPPI Wonosari dan SMK Muhammadiyah

Prambanan. Di dalam FGD dilakukan pembahasan-pembahasan terkait hasil FEA industri dipadukan dengan analisis tujuan, analisis situasi, analisis siswa dan analisis media dari guru sehingga dihasilkan spesifikasi dari training kit dan modul pembelajaran. Hasil FGD tersebut disarikan dalam Tabel 15.

1. Spesifikasi teknis training kit

- a. Komponen kontrol menggunakan PLC Omron CP1E dengan jumlah I/O 30 buah dengan port antarmuka USB dan RS232
- b. Komponen masukan meliputi tombol tekan, proksimiti kapasitif, proksimiti induktif, sensor fotoelektrik, sensor *thrubeam* dan *reed switch*.
- c. Komponen keluaran meliputi relai, motor DC, katup solenoid, lampu.
- d. Komponen monitoring menggunakan perangkat HMI dengan antarmuka RS232.
- e. Training kit memuat komponen pneumatik: *air supply unit*, katup kontrol dan silinder.
- f. Catu daya yang diperlukan mencakup 220VAC, 24 VDC, 12 VDC dan 5VDC.
- g. Bahasa program yang digunakan yaitu Ladder Diagram dan Instruction List
- h. Software aplikasi yang digunakan CX Programmer berbasis Windows (Windows XP/7/10)

- i. Bentuk training kit terdiri dari dua panel yaitu horisontal dan vertikal dengan ukuran 120 cm x 70 cm x 70 cm dan memungkinkan untuk dipindahkan dengan mudah.
- j. Training kit dibuat dari alumunium dan akrilik dengan warna dominan putih susu dan perak.
- k. Komponen masukan dan keluaran yang ada di training kit diberi label identifikasi dengan jenis font Arial, warna hitam.
- l. Komponen katup kontrol diberi simbol untuk memudahkan siswa menerapkan diagram pneumatik.
- m. Komponen masukan dan keluaran yang ada di training kit dilengkapi terminal-terminal bantu yang berupa terminal blok dengan baut (bukan *banana plug*) agar dapat digunakan untuk praktik pengawatan secara manual dengan obeng. Terminal tersebut juga memungkinkan juga sebagai titik pengukuran saat melakukan *troubleshooting*.
- n. Komponen-komponen dalam training kit tergabung membentuk sebuah sistem pengendalian yang dapat dimonitoring dengan HMI
- o. Sistem pengendalian yang disimulasikan dalam training kit yaitu sistem pengisi botol dengan cairan (*filling system*).
- p. Training kit dilengkapi dengan tombol kesalahan (*fault switch*) untuk berlatih *troubleshooting*.

2. Spesifikasi non teknis training kit

- a. Training kit berorientasi pada pemenuhan kompetensi teknisi PLC dan pemenuhan kompetensi dasar dalam mata pelajaran SPE. Kompetensi pokok yang menjadi tujuan training kit adalah sebagai berikut:
- 1) Mengidentifikasi PLC dan komponen-komponen pendukungnya dengan indikator-indikator:
 - Memilih tipe PLC sesuai dengan kebutuhan sistem.
 - Memilih komponen masukan dan keluaran sesuai kebutuhan sistem.
 - Merancang sistem kontrol sederhana menggunakan PLC.
 - 2) Melakukan pengawatan sistem PLC dan penyambungan selang sistem pneumatik dengan indikator-indikator:
 - Menggambar diagram pengawatan PLC.
 - Menyambung komponen masukan ke terminal masukan PLC.
 - Menyambung komponen keluaran ke terminal keluaran PLC
 - 3) Memprogram PLC menggunakan komputer
 - Membuat program kontrol berurutan menggunakan CX-Programmer.
 - Membuat program penundaan waktu dengan instruksi timer menggunakan CX-Programmer.
 - Membuat program pencacahan dengan instruksi counter menggunakan CX-Programmer.
 - Mendownload program menggunakan CX-Programmer.

- 4) Melakukan perbaikan pada sistem PLC.
 - Mengoperasikan sistem PLC
 - Menguji coba kerja sistem PLC
 - Mengukur tegangan komponen-komponen pendukung sistem PLC.
 - Memperbaiki kesalahan pada sistem berbasis PLC
- b. Penggunaan training kit juga ditujukan untuk membangun sikap kerja siswa yang mencakup sikap cermat, disiplin, kreatif, berpikir kritis, mampu berkomunikasi dan kerjasama dengan orang lain.
- c. Training kit dapat digunakan untuk praktikum secara kelompok yang terdiri dari 2-3 siswa.

3. Spesifikasi modul pembelajaran

- a. Secara isi, memenuhi kompetensi pengetahuan seorang teknisi PLC dan memenuhi kompetensi standar mata pelajaran SPE. Kompetensi-kompetensi pokok yang termuat dalam modul yaitu:
 - 1) Menerapkan komponen-komponen pendukung sistem kontrol berbasis PLC
 - Mengidentifikasi PLC dan komponen pendukung yang digunakan.
 - Memahami datasheet PLC dan komponen pendukung yang digunakan.
 - Mengklasifikasi komponen masukan dan keluaran PLC

- 2) Menerapkan prosedur pengawatan (*wiring*) sistem PLC dan penyambungan selang (*tubing*) sistem pneumatik
- Memahami diagram pengawatan PLC.
 - Menerapkan prosedur pengawatan catu daya dalam sistem berbasis PLC.
 - Menerapkan prosedur pengawatan I/O dalam sistem berbasis PLC
- 3) Menerapkan prosedur memprogram PLC menggunakan komputer
- Memahami peta memori I/O pada PLC Omron CP1E.
 - Memahami instruksi dasar Ladder Diagram.
 - Memahami instruksi dasar Instruction List.
 - Menerapkan prosedur memprogram Ladder Diagram dengan CX-Programmer.
- 4) Menerapkan prosedur perbaikan pada sistem PLC
- Mengidentifikasi kesalahan pada sistem PLC.
 - Menganalisa gejala kesalahan pada sistem berbasis PLC.
 - Menentukan komponen penyebab kesalahan pada sistem berbasis PLC.
 - Mengaplikasikan prosedur perbaikan pada sistem berbasis PLC
- b. Secara sistematika modul terdiri dari empat kegiatan pembelajaran yang didalamnya memuat tujuan pembelajaran, IPK, uraian materi, aktifitas pembelajaran, tugas, rangkuman, tes formatif, dan lembar kerja. Modul dilengkapi dengan pendahuluan yang berisi: latar

belakang, tujuan pembelajaran, peta kedudukan modul, ruang lingkup, prasyarat dan saran penggunaan modul.

- c. Materi/langkah kerja yang ada dalam modul pembelajaran dibuat urut dari mudah ke lebih sukar
- d. Secara teknis, modul dibuat dengan kertas HVS yang berukuran A4, 80 gr. Ukuran margin standar, spasi 1,5 dengan font yang digunakan Times New Roman, 12.
- e. Modul dibuat dua jenis, modul guru dan modul siswa dengan sistematika sama, kecuali isi dalam kegiatan pembelajaran serta penambahan kunci jawaban pada modul guru.

4. Buku panduan penggunaan

- c. Secara isi, materi yang dimuat dalam panduan penggunaan yaitu, deskripsi umum, prinsip kerja, gambar diagram, foto training kit, daftar komponen panduan penggunaan, program ladder diagram dan lembar data komponen yang digunakan.
- d. Secara teknis, panduan penggunaan dibuat dengan ukuran kertas A5, 80 gr, spasi 1,5, font Arial.

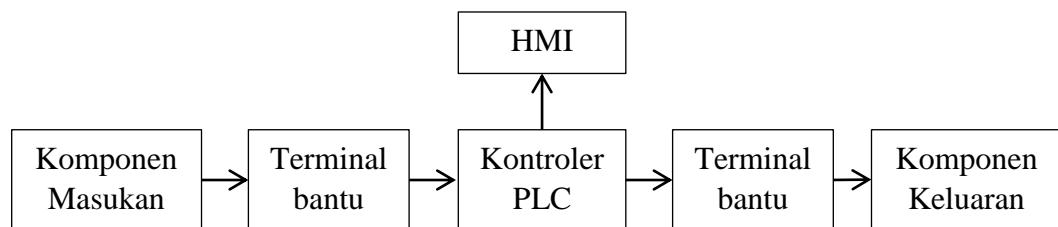
2. Desain

Tahapan desain merupakan kegiatan perancangan yang menghasilkan desain training kit dan desain modul pembelajaran.

a. Desain training kit

Secara garis besar training kit yang dikembangkan memuat komponen masukan, kontroler PLC, komponen keluaran dan perangkat HMI. Setiap

komponen masukan dan keluaran dalam training kit ini dilengkapi dengan terminal bantu. Terminal bantu dipasang sebagai tempat menghubungkan kabel dari komponen masukan dan keluaran ke terminal PLC. Gambar blok diagram dari sistem training kit yang dikembangkan ditunjukkan oleh Gambar 12 di bawah ini.

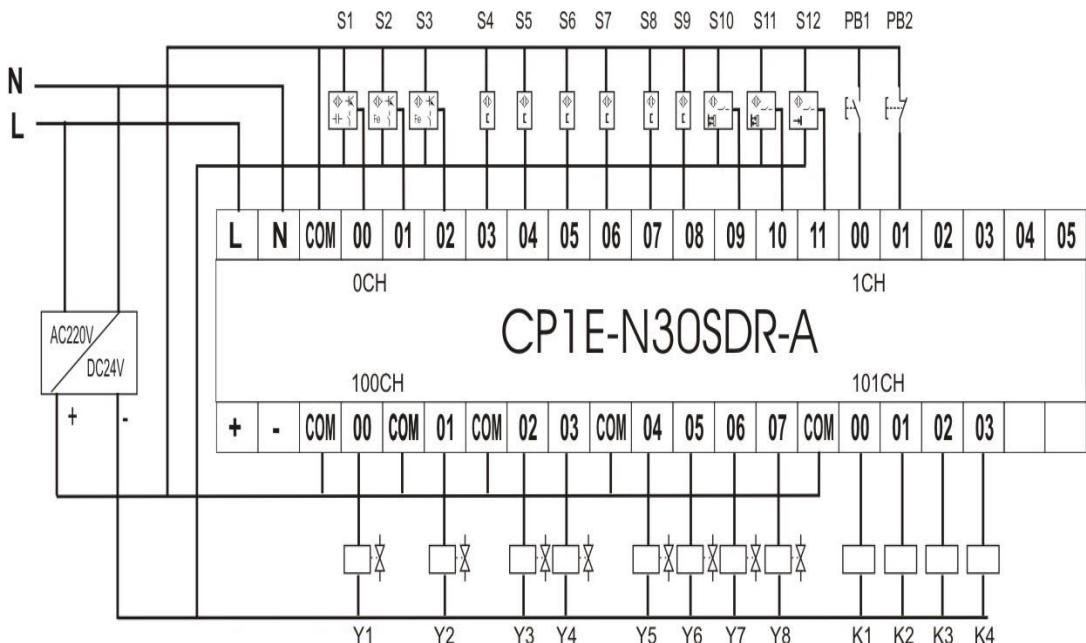


Gambar 12. Blok diagram training kit

Seperti digambarkan dalam blok diagram di atas, training kit memuat blok komponen masukan dan komponen keluaran. Komponen masukan yang digunakan berjumlah 14 komponen yang terdiri dari dua buah tombol, enam buah sensor proksimiti dan enam buah sensor *reed switch*. Masing-masing komponen tersebut dihubungkan dengan terminal PLC dengan konfigurasi *common* positif dengan tegangan catu sensor sebesar 24 VDC. Komponen keluaran terdiri dari 12 komponen yang berupa delapan buah solenoid dan empat buah relai. Masing-masing komponen tersebut dihubungkan ke PLC dengan konfigurasi common positif dengan catu daya sebesar 24VDC. Daftar komponen, alamat bit komponen (*bit address*) ditunjukkan dalam Tabel 16. Diagram pengawatan ditunjukkan dalam Gambar 13.

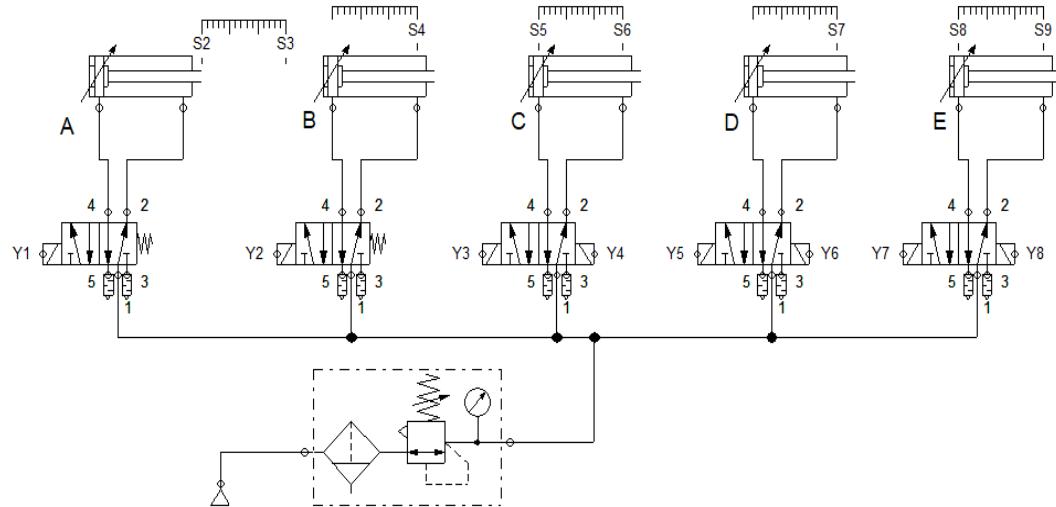
Tabel 16. Komponen masukan keluaran training kit

No	Nama komponen	Label	Alamat	Keterangan
	Komponen Masukan			
1	Sensor deteksi benda	S1	0.00	proximiti kapasitif
2	Sensor silinder A minimal	S2	0.01	proximiti induktif
3	Sensor silinder A maksimal	S3	0.02	proximiti induktif
4	Sensor silinder B maksimal	S4	0.03	<i>reed switch</i>
5	Sensor silinder C minimal	S5	0.04	<i>reed switch</i>
6	Sensor silinder C maksimal	S6	0.05	<i>reed switch</i>
7	Sensor silinder D maksimal	S7	0.06	<i>reed switch</i>
8	Sensor silinder E minimal	S8	0.07	<i>reed switch</i>
9	Sensor silinder E maksimal	S9	0.08	<i>reed switch</i>
10	Sensor deteksi pengisian	S10	0.09	sensor fotoreflektif
11	Sensor deteksi putar cap	S11	0.10	sensor fotoreflektif
12	Sensor deteksi hitung	S12	0.11	sensor <i>troughbeam</i>
13	Tombol Start	PB1	1.00	tombol NO
14	Tombol Stop	PB2	1.01	tombol NO
	Komponen Keluaran			
1	Solenoid valve silinder A maju	Y1	100.00	
2	Solenoid valve silinder B maju	Y2	100.01	
3	Solenoid valve silinder C maju	Y3	100.02	
4	Solenoid valve silinder C mundur	Y4	100.03	
5	Solenoid valve silinder D maju	Y5	100.04	
6	Solenoid valve silinder D mundur	Y6	100.05	
7	Solenoid valve silinder E maju	Y7	100.06	
8	Solenoid valve silinder E mundur	Y8	100.07	
9	Relay motor konveyor	K1	101.00	NO
10	Relay motor dan valve pengisian	K2	101.01	NO NO
11	Relay motor pemutar cap	K3	101.02	NO
12	Relay lampu indikator	K4	101.03	NO NC



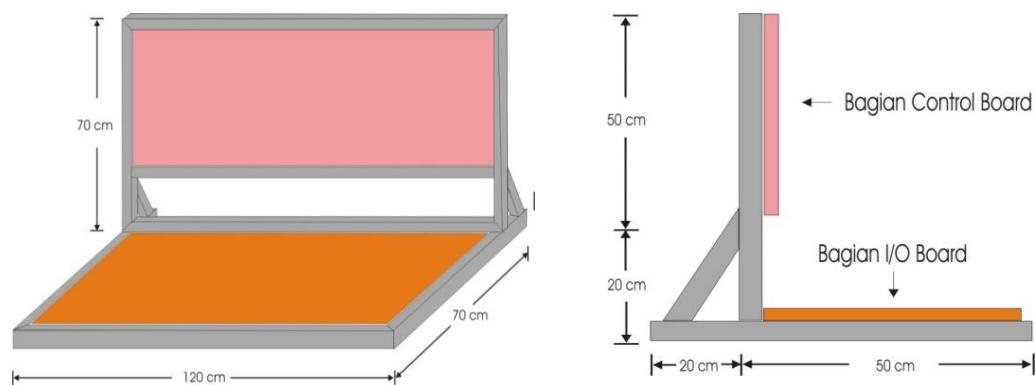
Gambar 13. Diagram pengawatan training kit

Training kit yang dikembangkan, selain menggunakan komponen elektrik juga menggunakan komponen pneumatik. Komponen pneumatik yang digunakan terutama adalah katup kontrol dan silinder. Katup kontrol pneumatik yang digunakan dalam training kit yaitu lima katup yang terdiri dari dua katup *single solenoid* dan tiga katup *double solenoid*. Aktuator yang digunakan berupa lima silinder kerja ganda (*double acting cylinder*) dengan berbagai ukuran. Mengingat sumber daya dari komponen pneumatik ini adalah udara bertekanan maka media yang digunakan untuk menghubungkan tiap komponen tersebut adalah selang. Hubungan selang antar komponen pneumatik tersebut digambarkan dalam diagram pneumatik di bawah ini.



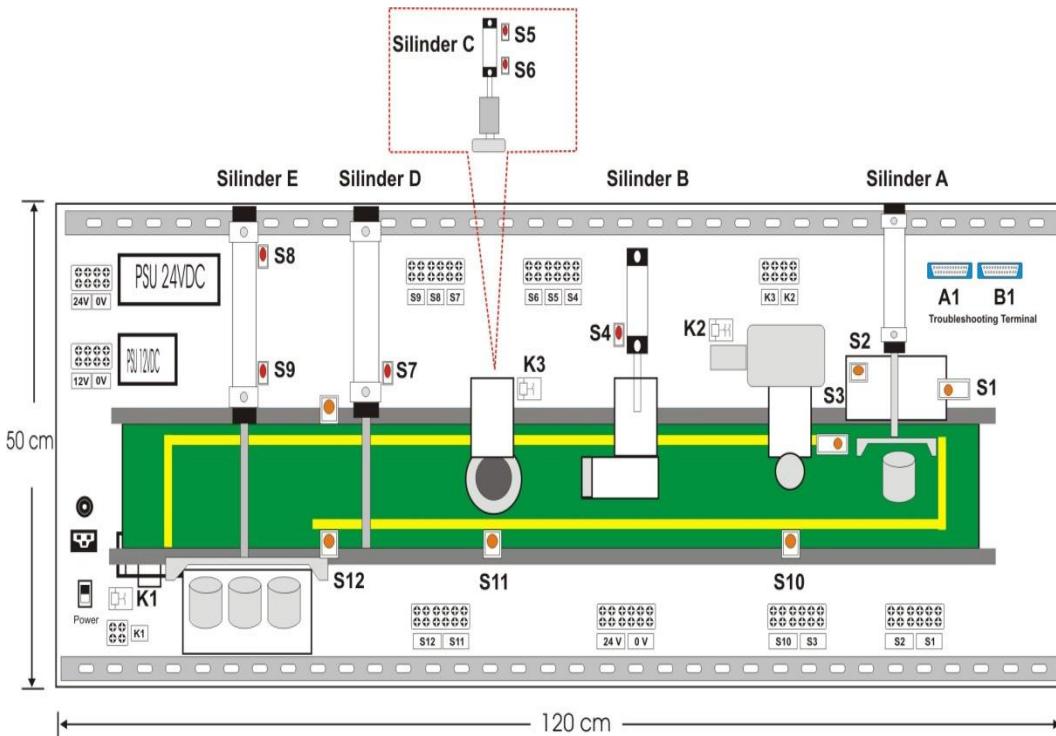
Gambar 14. Diagram pneumatik training kit

Bentuk training kit diwujudkan dalam dua papan dengan dua posisi, yaitu posisi horisontal dan vertikal. Posisi horisontal digunakan untuk papan sistem konveyor dan komponen masukan-keluaran (*I/O board*) dan papan vertikal untuk komponen kendalinya (*control board*). Training kit dibuat dengan ukuran yang cukup besar yaitu panjang 120 cm, lebar 70 cm dan tinggi 70 cm. Ukuran tersebut diperkirakan cukup untuk dua sampai tiga siswa melakukan praktik secara kelompok. Desain rangka training kit ditunjukkan dalam Gambar 15 di bawah ini.

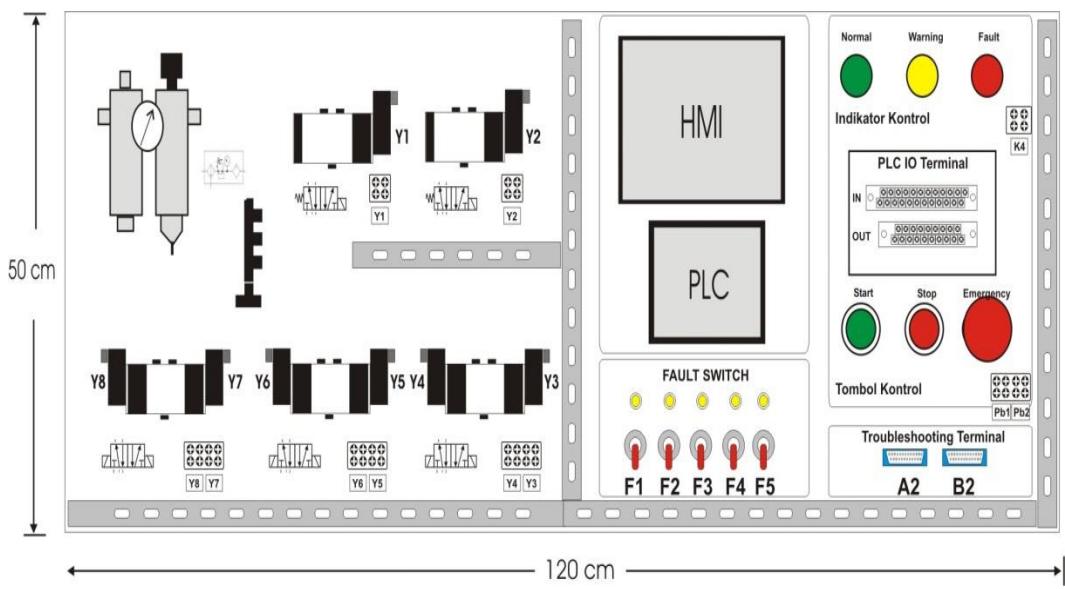


Gambar 15. Desain rangka training kit

Semua komponen dalam training kit ditempatkan sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah sistem produksi dan monitoringnya. Komponen kontrol dan monitoring dikelompokkan menjadi satu grup dalam *control board*. Komponen masukan dan keluaran juga ditempatkan dalam satu grup yang lain yaitu di *I/O board*. Masing-masing komponen disambungkan dengan terminal blok dan dilengkapi dengan label sebagai petunjuk pengguna. Training kit juga dilengkapi dengan lima tombol kesalahan (*fault switch*) F1 sampai F5 dan terminal A1-B1 yang berpasangan dengan A2-B2. Tombol kesalahan dan terminal ini digunakan saat siswa melakukan praktik *troubleshooting* sistem PLC. Desain dari *I/O board* dan *control board* ditunjukkan dalam Gambar 16 dan Gambar 17 di bawah ini.



Gambar 16. Desain *I/O board* training kit



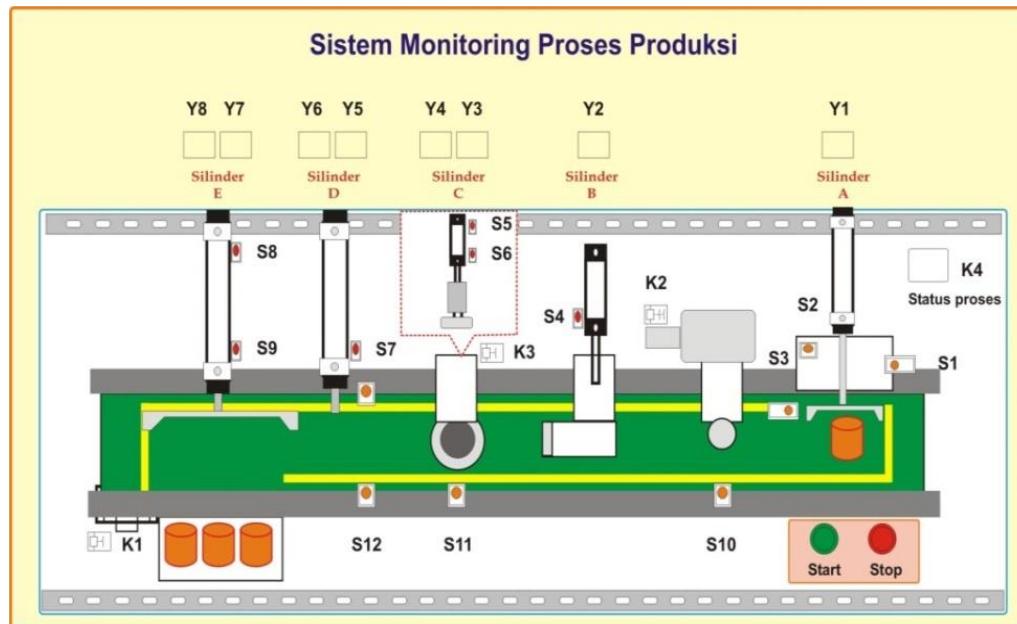
Gambar 17. Desain *control board* training kit

Training kit ini mendeskripsikan sebuah proses produksi dan monitoringnya. Simulasi proses produksi yang diterapkan dalam training kit ini mengacu pada proses dalam industri pengolahan minuman, yaitu pengisian botol (*bottle filling*). Proses ini melibatkan 12 sensor yaitu S1 hingga S12, lima silinder pneumatik yaitu silinder A hingga silinder E, dan tiga relai yaitu K1, K2, dan K3. Proses produksi dimulai dengan penekanan tombol Start di papan kontrol dan aktivasi sensor kehadiran botol S1. Jika S1 aktif dan tombol Start ditekan maka botol didorong ke konveyor dan konveyor akan berjalan. Jika botol terdeteksi oleh sensor S10, konveyor berhenti dan botol diisi untuk waktu yang ditentukan. Setelah proses pengisian selesai, botol berjalan lagi dan tutup botol akan diletakkan di atas botol secara otomatis. Ketika botol terdeteksi oleh sensor S11, tutup botol akan dikencangkan. Sensor S12 akan menghitung jumlah botol yang telah lewat. Jika jumlah botol yang ditentukan telah terpenuhi, silinder penghalang botol (silinder D) akan memanjang. Akhirnya, botol didorong ke dalam area

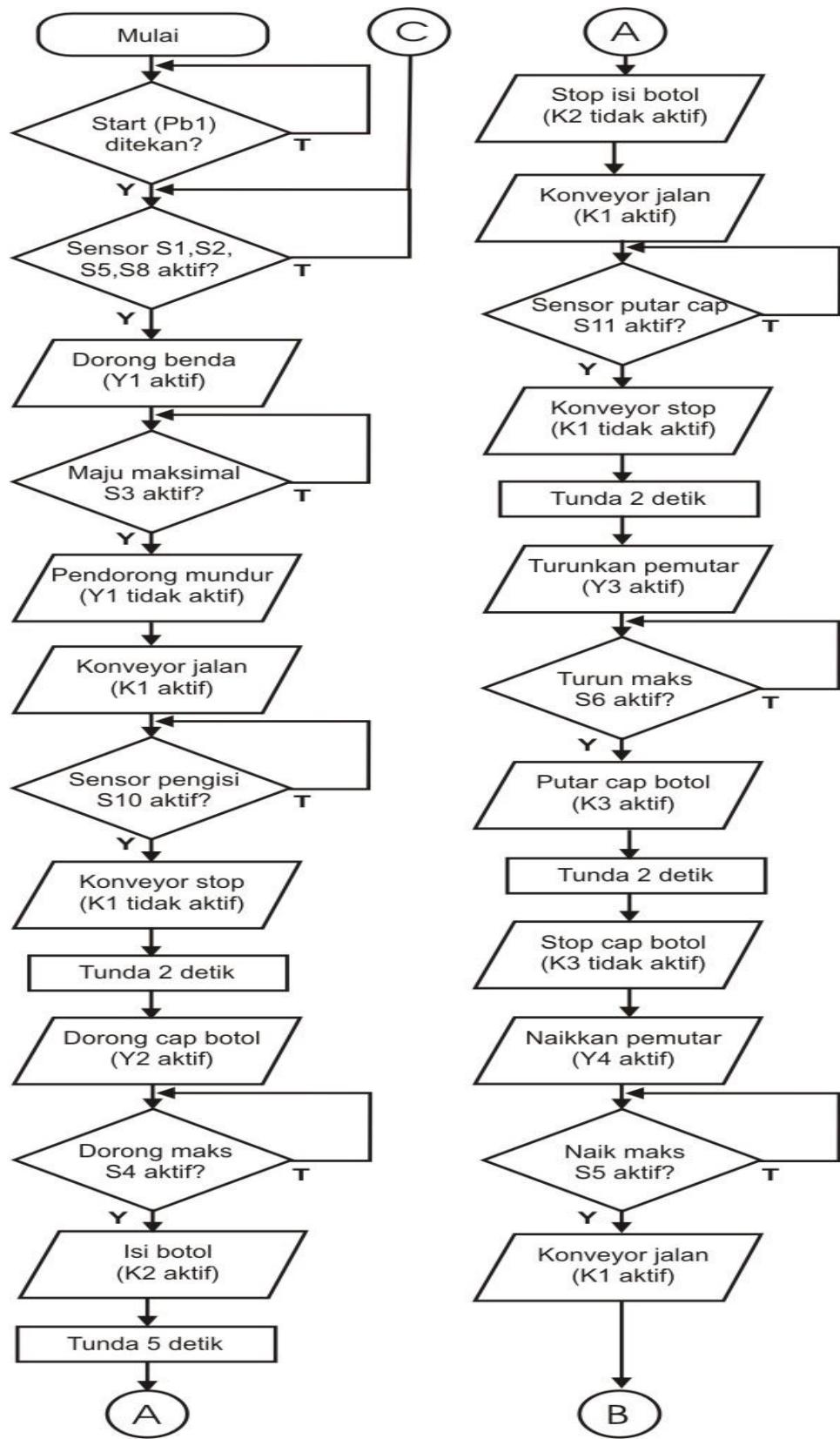
pengepakan dengan silinder E. Proses berulang sampai tombol Stop ditekan.

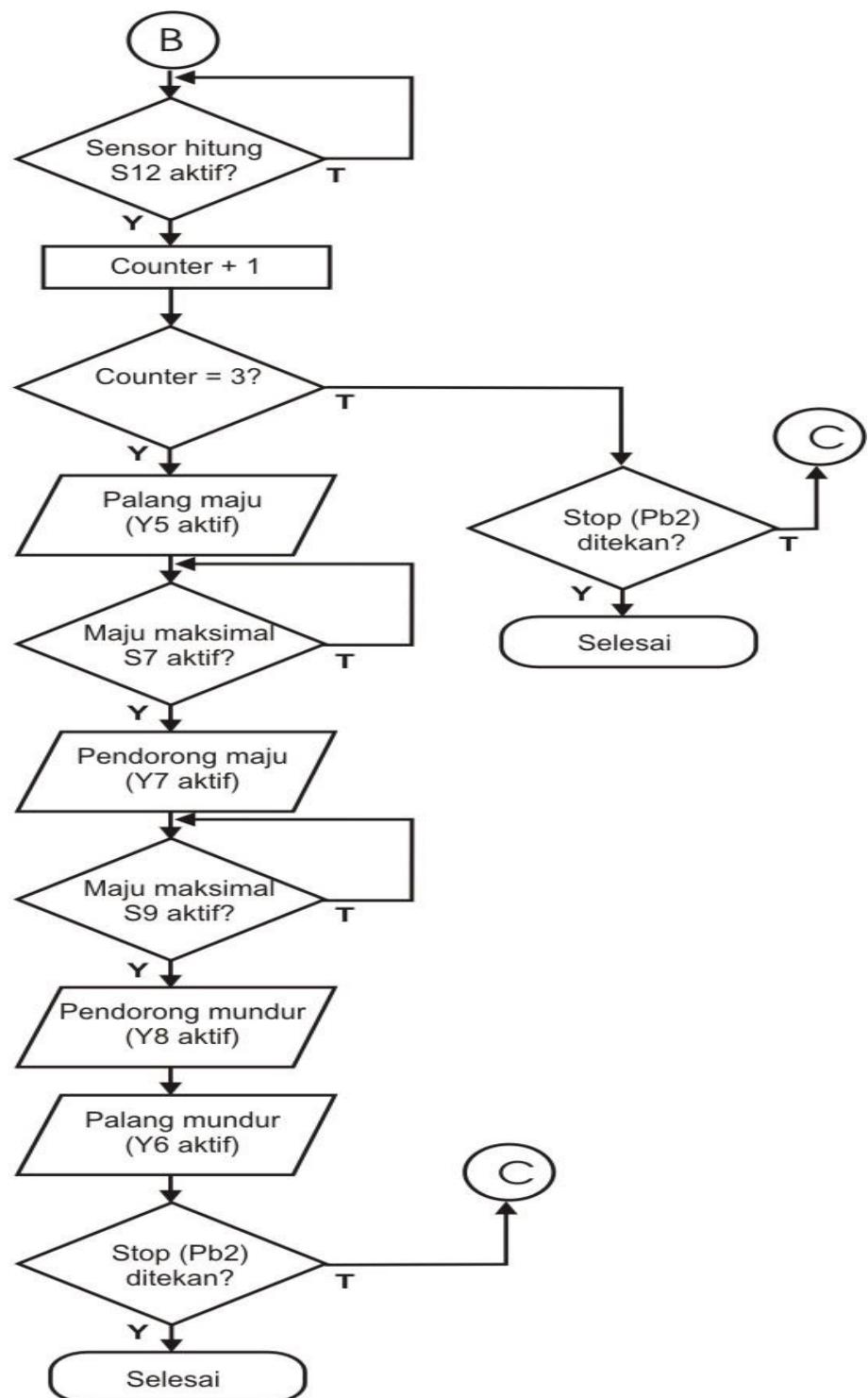
Uraian proses tersebut dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir (*flow chart*) seperti Gambar 19.

Simulasi proses produksi tersebut dimonitoring menggunakan perangkat HMI. Layar HMI menampilkan desain *layout* sistem produksi yang memuat komponen masukan dan keluaran dengan dilengkapi indikator untuk masing-masing komponen. Adanya indikator untuk setiap komponen memudahkan pengguna dalam memantau komponen apa saja yang aktif dan tidak aktif. Hal ini akan membantu pengguna saat menganalisa kemungkinan kesalahan yang terjadi dalam sistem tersebut. Tampilan layar HMI ditunjukkan dalam Gambar 18 di bawah ini.



Gambar 18. Desain tampilan layar HMI



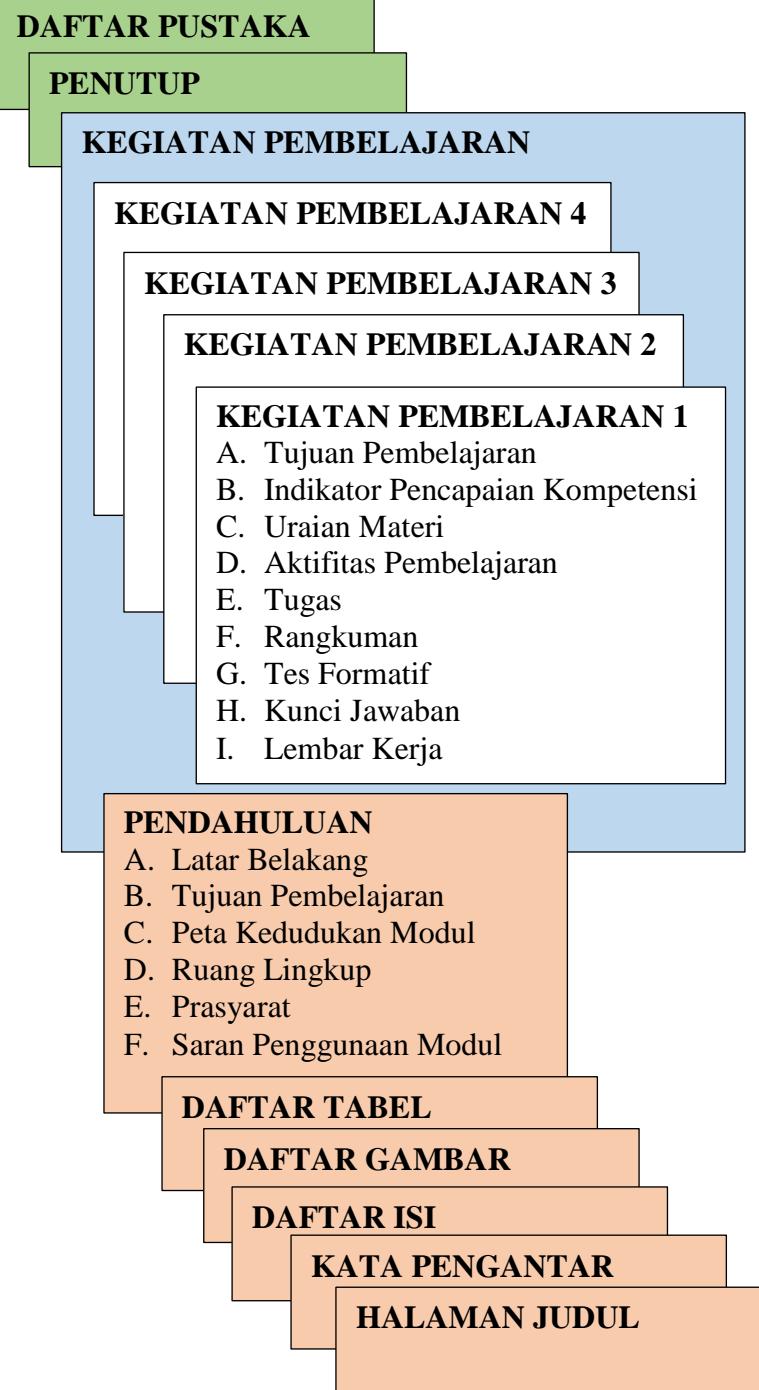


Gambar 19. Diagram alir program PLC

b. Desain modul pembelajaran

Modul pembelajaran didesain untuk mendukung kegiatan pembelajaran yang dilakukan dengan memanfaatkan Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC. Isi modul pembelajaran mengacu pada kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan seperti hasil analisis di atas. Isi modul pembelajaran terbagi dalam empat kegiatan pembelajaran. Kegiatan-kegiatan pembelajaran yang dimaksud meliputi: 1) Mengenal Komponen Training Kit *Production and Monitoring System*; 2) Menginstalasi komponen PLC; 3) Memprogram PLC Omron; 4) Melakukan Troubleshooting Sistem Kontrol Berbasis PLC.

Modul pembelajaran dirancang menjadi dua jilid, yaitu modul pembelajaran untuk guru dan modul pembelajaran untuk siswa. Namun demikian sistematika dan isi dari kedua modul hampir sama. Perbedaan dari kedua modul tersebut terletak pada bagian kegiatan pembelajaran dimana aktifitas pembelajaran yang ditulis dalam modul untuk guru merupakan aktifitas guru, sedangkan pada modul untuk siswa merupakan aktifitas siswa. Selain itu, di dalam modul untuk guru terdapat bagian kunci jawaban yang merupakan jawaban dari tes formatif yang ada, sedangkan pada modul siswa tidak diberikan kunci jawaban. *Outline* dari modul pembelajaran untuk guru dan siswa ditunjukkan dalam Gambar 20 dan Gambar 21.



Gambar 20. *Outline* modul pembelajaran untuk guru

DAFTAR PUSTAKA**PENUTUP****KEGIATAN PEMBELAJARAN****KEGIATAN PEMBELAJARAN 4****KEGIATAN PEMBELAJARAN 3****KEGIATAN PEMBELAJARAN 2****KEGIATAN PEMBELAJARAN 1**

- A. Tujuan Pembelajaran
- B. Indikator Pencapaian Kompetensi
- C. Uraian Materi
- D. Aktifitas Pembelajaran
- E. Tugas
- F. Rangkuman
- G. Tes Formatif
- H. Lembar Kerja

PENDAHULUAN

- A. Latar Belakang
- B. Tujuan Pembelajaran
- C. Peta Kedudukan Modul
- D. Ruang Lingkup
- E. Prasyarat
- F. Saran Penggunaan Modul

DAFTAR TABEL**DAFTAR GAMBAR****DAFTAR ISI****KATA PENGANTAR****HALAMAN JUDUL**

Gambar 21. *Outline* modul pembelajaran untuk siswa

3. Pengembangan

a. Training kit

Pengembangan training kit dilakukan dengan beberapa langkah yaitu *preproduction*, *production* dan *postproduction*. Langkah *preproduction* berupa penyiapan alat dan bahan. Langkah *production* berupa perakitan komponen dan pembuatan program. Langkah *postproduction* berupa pengujian fungsional training kit.

1) Penyiapan alat dan bahan

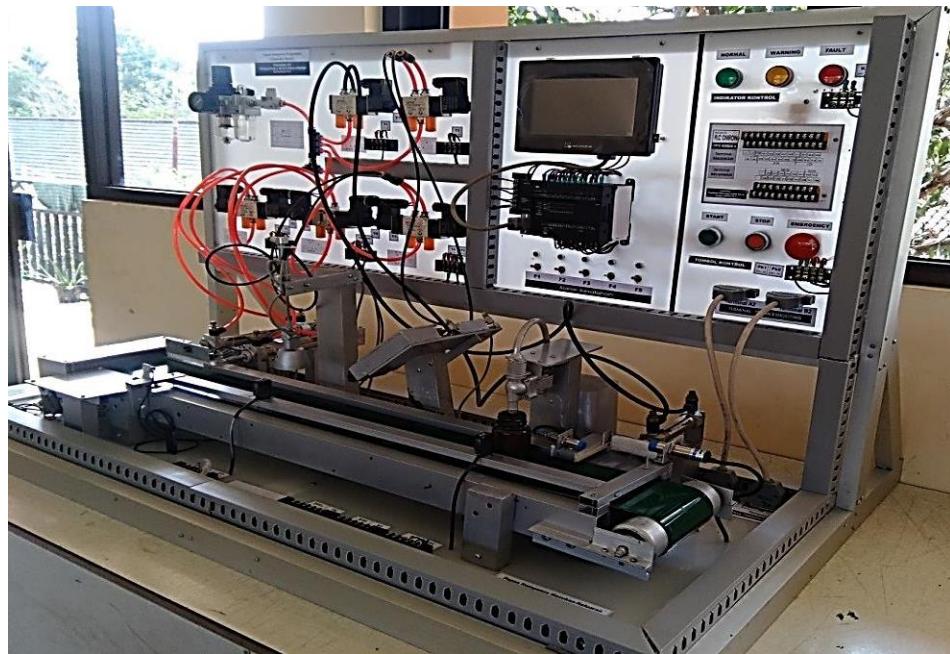
Pengembangan training kit diawali dengan langkah penyiapan alat dan bahan yang diperlukan sesuai dengan desain yang ada. Peralatan yang digunakan meliputi peralatan tangan seperti bor tangan, gergaji besi, tang, obeng dan *toolkit* elektronika. Daftar bahan yang digunakan untuk membuat training kit termuat dalam Tabel 17.

2) Perakitan komponen

Perakitan komponen dilakukan setelah bahan yang diperlukan tersedia. Perakitan dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu pembuatan kerangka training kit, pembuatan unit konveyor, perakitan papan *control board* dan *I/O board* dan terakhir pemasangan kabel dan selang pneumatik. Proses perakitan komponen dilakukan dengan menggunakan alat-alat tangan seperti gergaji, bor tangan, obeng, tang, kunci pas dan lainnya. Hasil perakitan komponen training kit ditunjukkan pada Gambar 22.

Tabel 17. Daftar bahan training kit

Kategori	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
Kontroller	PLC	Omron CP1E-N30SDR-A	1 unit
Komponen masukan	Tombol	22mm, NO NC	2 buah
	Reed switch	CS1-G Airtac	5 buah
	Proksimiti induktif	LJ12A3-4-Z/BX	3 buah
	Proksimiti kapasitif	LJC18A3-B-Z/BX	1 buah
	Sensor thrubeam	Keyence PQ-01	1 buah
	Sensor photoelektrik	Omron E3Z-D61	2 buah
Komponen keluaran	Pilot lamp	22 mm, R-G-Y, 12-48 DC/AC	3 buah
	Relai	DC 12 V	3 buah
	Motor DC	Gearbox, DC 24 V	1 buah
	Motor DC	DC 3-6 V	1 buah
	Katup solenoid	Airtac 4V210-08 (5/2 single)	2 buah
	Katup solenoid	Airtac 4V220-08 (5/2 double)	3 buah
	Katup solenoid	SF4200-IP (5/2 double)	1 buah
	Kran air elektrik	12VDC, ½" to 12mm	1 buah
	Pompa air mini	12 VDC	1 buah
Komponen Pneumatik	Silinder pneumatik	AirTac MA20x100	2 buah
	Silinder pneumatik	SMC CDJ2B 10 40	2 buah
	Silinder pneumatik	Double acting, port 6mm	1 buah
	Air Supply Unit	EL 2000-02	1 buah
Komponen Catu daya	DC Power supply	Omron 24VDC 4,5A	1 buah
	DC Power supply	12VDC 3 A	1 buah
	DC Power supply	5VDC 3 A	1 buah
	Soket power	240V 10A	1 buah
	Saklar	240V 10A	1 buah
Komponen kerangka dan konveyor	Alumunium	Holo 2x5 cm	10 mtr
	Alumunium	Holo 1x2 cm	4 mtr
	Alumunium	Plat siku 1x2 cm	4 mtr
	Akrilik	3 mm, 90x180	2 lbr
	Belt	10x200 cm	1 buah
	Roller	5x15 cm	2 buah
Komponen pendukung lainnya	HMI	WienView MT6071-IP	1 buah
	Saklar	Toggle switch, DPDT	5 buah
	LED	LED 5mm, yellow	5 buah
	Emergency switch	22mm, NO NC	1 buah
	Terminal blok	TB1504	8 buah
	Terminal blok	TB1506	6 buah
	Terminal	DB25 Female	4 buah
	Terminal blok	TB1503	2 buah
	Soket	DB25 Male	4 buah
	Cable duct	Slotted, 32x32mm	4 mtr
	Kabel	NYAF 0,75 merah	50 mtr
	Kabel	NYAF 0,75 hitam	50 mtr
	Skun kabel	3 mm	50 buah



Gambar 22. Foto training kit hasil pengembangan

3) Penyusunan program

Pembuatan program dilakukan dengan bantuan komputer menggunakan program aplikasi CX Programmer. Program yang dibuat berupa diagram tangga (ladder diagram) dengan mengacu pada diagram alir yang telah ditetapkan dalam desain. Program yang telah selesai dibuat di komputer kemudian didownload ke unit PLC melalui port USB. Hasil pembuatan program yang berupa ladder diagram termuat dalam lampiran.

4) Pengujian training kit

Pengujian yang dilakukan merupakan pengujian unjuk kerja tiap bagian training kit dan pengujian unjuk kerja sistem secara keseluruhan. Pengujian unjuk kerja tiap bagian dilakukan dengan melakukan pengujian fungsi tiap komponen yang terpasang dalam training kit. Data hasil pengujian

fungsi tiap komponen yang dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 18 sampai dengan Tabel 20.

Tabel 18. Pengujian fungsional catu daya

No	Komponen yang di uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Sumber AC220V	Tegangan keluaran 220 VAC +- 10%	220 VAC
2	Catu daya 24 VDC	Tegangan keluaran 24 VDC +- 10%	24 VDC
3	Catu daya 12 VDC	Tegangan keluaran 12 VDC +- 10%	12 VDC

Tabel 19. Pengujian fungsional komponen masukan

No	Komponen yang di uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Proksimiti kapasitif S1	Didekatkan benda, indikator padam, sinyal "low"	Berfungsi sesuai harapan
2	Proksimiti induktif S2	Posisi silinder A minimal, indikator menyala, keluaran "high"	Berfungsi sesuai harapan
3	Proksimiti induktif S3	Posisi silinder A maksimal, indikator menyala, keluaran "high"	Berfungsi sesuai harapan
4	Reed switch S4	Posisi silinder B maksimal, indikator menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai harapan
5	Reed switch S5	Posisi silinder C minimal, indikator menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai harapan
6	Reed switch S6	Posisi silinder C maksimal, indikator menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai harapan
7	Reed switch S7	Posisi silinder D maksimal, indikator menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai harapan
8	Reed switch S8	Posisi silinder E minimal, indikator menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai harapan
9	Reed switch S9	Posisi silinder E maksimal, indikator menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai harapan
10	Sensor photorefektif S10	Didekatkan benda, indikator menyala, sinyal "high"	Berfungsi sesuai harapan
11	Sensor photorefektif S11	Didekatkan benda, indikator menyala, sinyal "high"	Berfungsi sesuai harapan
12	Sensor thrubeam S12	Dihalangi benda, indikator <i>receiver</i> menyala, sinyal "high"	Berfungsi sesuai harapan
13	Push button PB1	Ditekan, kontak terhubung	Berfungsi sesuai harapan
14	Push button PB2	Ditekan, kontak terhubung	Berfungsi sesuai harapan

Tabel 20. Pengujian fungsional komponen keluaran

No	Komponen yang di uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Katup solenoid A	Solenoid diberi tegangan 24 VDC, katup aktif	Berfungsi sesuai harapan
2	Katup solenoid B	Solenoid diberi tegangan 24 VDC, katup aktif	Berfungsi sesuai harapan
3	Katup solenoid C	Solenoid diberi tegangan 24 VDC, katup aktif	Berfungsi sesuai harapan
4	Katup solenoid D	Solenoid diberi tegangan 24 VDC, katup aktif	Berfungsi sesuai harapan
5	Katup solenoid E	Solenoid diberi tegangan 24 VDC, katup aktif	Berfungsi sesuai harapan
6	Relay K1	Diberi tegangan 24 VDC kontak NO terhubung	Berfungsi sesuai harapan
7	Relay K2	Diberi tegangan 24 VDC kontak NO terhubung	Berfungsi sesuai harapan
8	Relay K3	Diberi tegangan 24 VDC kontak NO terhubung	Berfungsi sesuai harapan
9	Relay K4	Diberi tegangan 24 VDC kontak NO terhubung	Berfungsi sesuai harapan

Pengujian unjuk kerja sistem secara keseluruhan dilakukan dengan menguji keseluruhan sistem kontrol PLC dalam training kit setelah PLC diberi program. Tujuan pengujian ini untuk memastikan sistem training kit tersebut bekerja sesuai yang dikehendaki dalam program. Program yang digunakan dalam pengujian adalah program pengisian botol satu siklus seperti tersebut dalam lampiran. Hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 21. Berdasarkan pada hasil pengujian unjuk kerja yang telah dilakukan, unjuk kerja training kit dinyatakan baik dan dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Tabel 21. Pengujian sistem secara keseluruhan pada training kit

No	Sistem yang di uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Sistem pengendalian PLC	<ul style="list-style-type: none"> – Program dapat di download ke PLC – PLC dapat membaca sinyal dari komponen masukan dengan benar – Komponen keluaran dapat dikendalikan oleh PLC sesuai program – Indikator status masukan dan keluaran menyala sesuai program 	Berfungsi sesuai dengan harapan
2	Sistem monitoring HMI	<ul style="list-style-type: none"> – Program dapat di download ke HMI – Tampilan HMI sesuai dengan program yang didownloadkan – HMI dapat membaca sinyal dari komponen masukan dengan benar – HMI dapat membaca sinyal dari komponen keluaran dengan benar – HMI dapat menampilkan status masukan dan keluaran secara langsung. 	Berfungsi sesuai dengan harapan

b. Modul pembelajaran

Modul pembelajaran dibuat untuk melengkapi training kit dengan tujuan agar siswa dapat memahami dan mempraktikkan kompetensi-kompetensi yang perlu dikuasai yang terkait dengan training kit PLC. Pengembangan modul pembelajaran juga dilakukan dengan beberapa langkah yaitu *reproduction*, *production* dan *postproduction*. Langkah *reproduction* berupa penyiapan bahan/materi modul. Langkah *production* berupa penulisan,

penyuntingan dan pencetakan. Langkah *postproduction* berupa pengujian keseuaian isi modul pembelajaran.

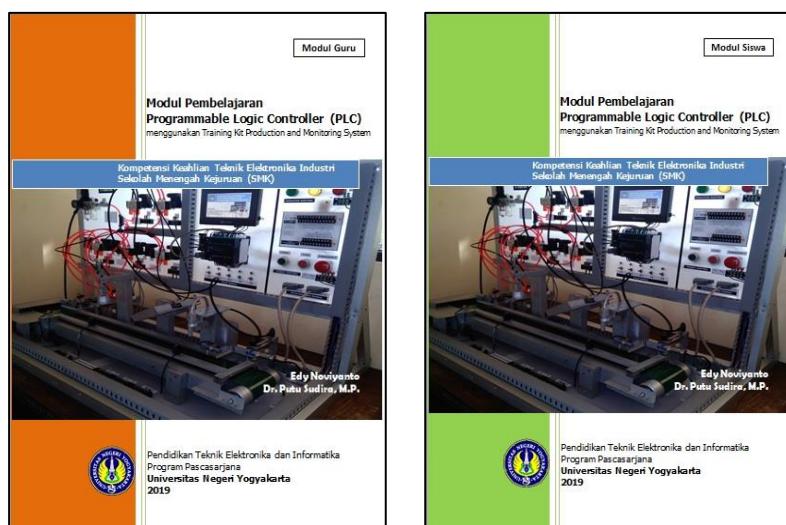
1) Penyiapan bahan

Tahap penyiapan bahan dilakukan dengan mengumpulkan data-data dan informasi yang relevan untuk materi tiap bab dalam modul pembelajaran. Pengumpulan data dan informasi dilakukan melalui membaca buku manual, *datasheet*, buku teks, buku digital dan mencari sumber informasi dari internet. Data dan informasi yang telah terkumpul kemudian dikelompokkan sesuai dengan bab yang terkait.

2) Penulisan

Penulisan modul pembelajaran dilakukan dengan bantuan program komputer dengan program aplikasi MS.Word. Penulisan modul pembelajaran mengacu pada sistematika yang telah ditetapkan dalam desain yaitu *outline* modul pembelajaran untuk siswa dan *outline* modul pembelajaran untuk guru.

Gambar sampul modul pembelajaran ditunjukkan dalam Gambar 23.



Gambar 23. Sampul modul pembelajaran untuk guru dan siswa

3) Penyuntingan dan pencetakan

Penyuntingan (*editing*) dilakukan untuk memastikan kalimat maupun ejaan yang tertulis sudah benar. Penyuntingan juga dimaksudkan untuk menghindari kalimat-kalimat yang sukar untuk dipahami oleh siswa. Penyuntingan dilakukan dengan jalan membaca berulang modul yang telah ditulis, jika ditemukan kesalahan ataupun kejanggalan maka perlu dilakukan pengoreksian. Setelah selesai penyuntingan maka dilakukan pencetakan dilakukan untuk mendapatkan modul pembelajaran dalam bentuk *hardcopy*.

4) Pengujian kesesuaian isi modul

Pengujian kesesuaian isi modul pembelajaran dilakukan dengan menguji penggunaan Lembar Kerja (*jobsheet*) sebagai panduan dalam melakukan praktikum menggunakan training kit. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan apakah petunjuk-petunjuk dalam lembar kerja yang ada telah sesuai dengan kondisi dan keterangan-keterangan pada training kit dan dapat dipraktikkan dengan training kit tersebut. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 22 di bawah ini.

Tabel 22. Pengujian kesesuaian isi lembar kerja pada modul

No	Lembar Kerja	Langkah kerja		Gambar kerja		Tabel Pengamatan	
		S	TS	S	TS	S	TS
1	Lembar Kerja 1.1	✓		✓		✓	
2	Lembar Kerja 2.1	✓		✓		✓	
3	Lembar Kerja 2.2	✓		✓		✓	
4	Lembar Kerja 3.1	✓		✓		✓	
5	Lembar Kerja 3.2	✓		✓		✓	
6	Lembar Kerja 3.3	✓		✓		✓	
7	Lembar Kerja 3.4	✓		✓		✓	
8	Lembar Kerja 4.1	✓		✓		✓	
9	Lembar Kerja 4.2	✓		✓		✓	

Keterangan : S=sesuai, TS= Tidak Sesuai

4. Implementasi

Tahap implementasi dalam penelitian ini berupa penilaian produk yang telah dikembangkan oleh ahli. Ahli terdiri dari dua orang dosen Teknik Elektronika, Universitas Negeri Yogyakarta dimana satu orang sebagai ahli media dan satu orang lainnya sebagai ahli materi. Penilaian bertujuan untuk memperoleh tingkat kelayakan dan saran perbaikan terhadap produk yang dikembangkan. Para ahli memberikan penilaian dengan skala 4-3-2-1 pada pernyataan-pernyataan dalam instrumen dikaitkan dengan produk yang telah dikembangkan. Berdasarkan penilaian dan masukan dari ahli tersebut, produk kemudian diperbaiki sebelum dilakukan penilaian kepada pengguna.

Pelaksanaan penilaian pengguna diawali dengan penggunaan training kit dan modul pembelajaran di kelas XII EI di SMK Negeri 2 Wonosari. Peneliti memberikan penjelasan singkat dan melakukan demonstrasi penggunaan training kit dan modul pembelajaran. Setelah itu, siswa diberikan waktu untuk membaca materi dalam modul pembelajaran serta mencoba melakukan praktik sesuai dengan *jobsheet* yang ada di dalam modul pembelajaran tersebut. Siswa memberikan penilaian respon terhadap produk tersebut dengan cara memberikan pilihan skala 4-3-2-1 pada instrumen yang tersedia. Hasil penilaian dan saran perbaikan dari ahli serta hasil penilaian dari pengguna dituliskan dalam sub bab hasil uji coba produk.

5. Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan setelah data pengujian unjuk kerja dan penilaian dari ahli dan pengguna terkumpul. Data yang terkumpul tersebut selanjutnya di

olah untuk dibandingkan dengan standar kriteria yang digunakan. Dari hasil pengolahan data ini akan diperoleh tingkat kelayakan training kit dan modul pembelajaran yang telah dikembangkan. Hasil evaluasi yang berupa tingkat kelayakan dibahas lebih lanjut dalam sub bab kajian produk akhir.

B. Hasil Uji Coba Produk

1. Penilaian Ahli

Uji coba produk berupa training kit dan modul pembelajaran dilakukan melalui penilaian ahli yang terdiri dari dua orang dosen Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dimana satu orang dosen sebagai ahli materi dan satu orang dosen lainnya sebagai ahli media. Data penilaian dari ahli materi terdiri dari 18 butir pernyataan yang merepresentasikan dua aspek yaitu relevansi materi dan kemanfaatan. Data penilaian produk training kit oleh ahli media terdiri dari 21 pernyataan yang merepresentasikan tiga aspek yaitu desain, penggunaan dan kemanfaatan. Hasil penilaian oleh ahli materi dan media ditunjukkan dalam Tabel 23 dan Tabel 24.

2. Penilaian Pengguna

Penilaian pengguna dilakukan oleh 31 siswa kelas XII EI di SMK Negeri 2 Wonosari. Masing-masing siswa memberikan penilaian terhadap produk training kit yang terdiri dari 20 butir pernyataan dan produk modul pembelajaran yang terdiri dari 22 butir pernyataan. Keseluruhan butir pernyataan tersebut merepresentasikan empat aspek penilaian, yaitu relevansi, kemanfaatan, desain dan penggunaan. Hasil penilaian siswa terhadap produk training kit dan modul pembelajaran di tunjukkan dalam Tabel 25.

Tabel 23. Penilaian produk oleh ahli materi

No	Butir Pernyataan	Skor
1	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan isi silabus pembelajaran	4
2	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran	4
3	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan di industri	4
4	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan kebutuhan belajar siswa	4
5	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan kemampuan belajar siswa	4
6	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan minat belajar siswa tentang PLC	3
7	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar saya tentang PLC	4
8	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran	4
9	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan pengetahuan siswa tentang memprogram PLC	4
10	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan pengetahuan siswa tentang gambar instalasi (<i>wiring</i>) sistem PLC	3
11	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan pengetahuan siswa tentang cara menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC	4
12	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam memprogram PLC	4
13	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam menginstalasi sistem kontrol PLC	4
14	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC	4
15	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan kreatifitas berpikir	4
16	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis	3
17	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan komunikasi	4
18	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan kerjasama antar siswa	4
Jumlah Skor		69
Rerata Skor		3,83

Tabel 24. Penilaian produk oleh ahli media

No	Butir Pernyataan	Skor
1	Bentuk dan tampilan training kit menarik	4
2	Ukuran training kit sesuai untuk pembelajaran	3
3	Komponen yang digunakan dalam training kit mendukung pencapaian kompetensi	4
4	Posisi komponen baik dan rapi	4
5	Instalasi kabel (<i>wiring</i>) rapi	3
6	Semua bagian/komponen dapat berfungsi	4
7	Label/petunjuk pada training kit jelas	4
8	Training kit mudah digunakan	3
9	Training kit mudah dipindahkan/ditempatkan	3
10	Training kit mudah dalam perawatan	4
11	Training kit mudah dalam perbaikan	4
12	Training kit menumbuhkan minat belajar siswa	3
13	Training kit menumbuhkan motivasi belajar siswa	3
14	Training kit lebih memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran	4
15	Training kit dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam memprogram PLC	4
16	Training kit dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam menginstalasi sistem kontrol PLC	4
17	Training kit dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC	4
18	Training kit dapat meningkatkan kreatifitas berpikir siswa	4
19	Training kit dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis	4
20	Training kit dapat meningkatkan kemampuan kerjasama tim	3
21	Training kit memungkinkan siswa dapat melaksanakan pembelajaran aktif	4
Jumlah Skor		77
Rerata Skor		3,67

Tabel 25. Penilaian produk oleh siswa

No	Butir Pernyataan	Jml Skor	Rata-Rata
Training kit			
1	Training kit sesuai dengan tujuan pembelajaran	114	3,7
2	Training kit sesuai dengan kebutuhan belajar siswa	113	3,6
3	Training kit sesuai dengan kemampuan belajar siswa	97	3,1
4	Training kit meningkatkan minat belajar saya tentang PLC	107	3,5
5	Training kit meningkatkan motivasi belajar saya tentang PLC	105	3,4
6	Training kit lebih memudahkan saya dalam memahami materi pembelajaran	106	3,4
7	Training kit meningkatkan pengetahuan saya tentang memprogram PLC	107	3,5
8	Training kit meningkatkan pengetahuan saya tentang gambar instalasi (<i>wiring</i>) sistem PLC	109	3,4
9	Training kit meningkatkan pengetahuan saya tentang cara menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC	104	3,3
10	Training kit meningkatkan ketrampilan saya dalam memprogram PLC	102	3,3
11	Training kit meningkatkan ketrampilan saya dalam menginstalasi sistem kontrol PLC	102	3,3
12	Training kit meningkatkan ketrampilan saya dalam menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC	103	3,4
13	Training kit meningkatkan kreatifitas berpikir	106	3,4
14	Training kit meningkatkan kemampuan berpikir kritis	106	3,4
15	Training kit meningkatkan kemampuan kerjasama tim	111	3,6
16	Bentuk dan tampilan Training kit PLC menarik	107	3,5
17	Ukuran Training kit PLC sesuai untuk pembelajaran	104	3,4
18	Label/petunjuk pada Training kit PLC jelas	107	3,5
19	Training kit PLC mudah digunakan	104	3,4
20	Training kit PLC mudah dipindahkan/ditempatkan	96	3,1
Modul Pembelajaran			
21	Modul pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran	109	3,5
22	Modul pembelajaran sesuai dengan kebutuhan belajar siswa	110	3,5

No	Butir Pernyataan	Jml Skor	Rata-Rata
23	Modul pembelajaran sesuai dengan kemampuan belajar siswa	101	3,3
24	Modul pembelajaran meningkatkan minat belajar saya tentang PLC	99	3,2
25	Modul pembelajaran meningkatkan motivasi belajar saya tentang PLC	104	3,4
26	Modul pembelajaran lebih memudahkan saya dalam memahami materi pembelajaran	107	3,5
27	Modul pembelajaran meningkatkan pengetahuan saya tentang memprogram PLC	112	3,6
28	Modul pembelajaran meningkatkan pengetahuan saya tentang gambar instalasi (<i>wiring</i>) sistem PLC	109	3,5
29	Modul pembelajaran meningkatkan pengetahuan saya tentang cara menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC	107	3,5
30	Modul pembelajaran meningkatkan ketrampilan saya dalam memprogram PLC	107	3,5
31	Modul pembelajaran meningkatkan ketrampilan saya dalam menginstalasi sistem kontrol PLC	103	3,3
32	Modul pembelajaran meningkatkan ketrampilan saya dalam menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC	104	3,4
33	Modul pembelajaran meningkatkan kreatifitas berpikir	104	3,4
34	Modul pembelajaran meningkatkan kemampuan berpikir kritis	107	3,5
35	Modul pembelajaran meningkatkan kemampuan kerjasama tim	104	3,4
36	Modul pembelajaran meningkatkan kemampuan komunikasi	99	3,2
37	Ukuran dan tampilan modul pembelajaran menarik	102	3,3
38	Bahasa dalam modul pembelajaran mudah dipahami	104	3,4
39	Tulisan jelas, mudah terbaca	105	3,4
40	Gambar dan tabel pada modul pembelajaran jelas	104	3,4
41	Isi modul pembelajaran sistematis	102	3,3
42	Modul pembelajaran mudah digunakan untuk pembelajaran aktif	104	3,4
Jumlah Rata-rata Skor			142,5
Rerata			3,39

C. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan berdasarkan pada penilaian, saran atau komentar ahli media dan ahli materi terkait dengan produk yang dihasilkan yaitu training kit dan modul pembelajaran. Berdasarkan penilaian yang ada diperoleh beberapa saran sebagai berikut:

1. Ahli media memberikan penilaian terhadap training kit dan modul pembelajaran melalui angket yang diberikan. Dari hasil penilaian diketahui bahwa ahli training kit dapat digunakan dalam penelitian dengan tambahan saran:
 - a. Konsistensi penggunaan bahasa untuk penulisan label training kit, serta dalam modul pembelajaran perlu dijaga, masih ada label ataupun keterangan-keterangan yang menggunakan bahasa Inggris.
 - b. Panduan penggunaan training kit perlu ditambahi program Instruction List.
2. Ahli materi memberikan penilaian terhadap produk modul pembelajaran melalui angket yang diberikan. Dari penilaian tersebut diketahui bahwa produk yang dibuat dapat digunakan untuk penelitian dengan diadakan perbaikan-perbaikan, yaitu:
 - a. Gambar dan tabel yang digunakan dan belum ada penomorannya perlu ditambahkan nomor.
 - b. Gambar dan tabel yang ada perlu diacu dalam naskah.

D. Kajian Produk Akhir

1. Seperti apa desain Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Elektronika Industri ?

Hasil analisis kebutuhan menyatakan bahwa perlunya training kit PLC untuk mendukung pembelajaran sistem kontrol dengan PLC yang mengacu pada kebutuhan kompetensi di industri dan tidak lepas dari acuan kompetensi dasar dalam kurikulum SMK. Hasil FEA industri menyebutkan bahwa posisi pekerjaan untuk lulusan SMK kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri di industri yang menggunakan kontrol PLC adalah teknisi. Kompetensi-kompetensi yang diperlukan oleh seorang teknisi di atas menjadi acuan dalam mengembangkan training kit. Hasil FEA guru menyebutkan bahwa training kit yang dikembangkan perlu mengacu pada kompetensi dasar pada mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik. Dengan demikian, training kit yang dikembangkan menggabungkan kebutuhan kompetensi di industri dan kompetensi di kurikulum dengan mempertimbangkan hasil-hasil analisis siswa, analisis teknologi, analisis situasi dan analisis media. Spesifikasi training kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Elektronika Industri hasil analisis tersebut telah diuraikan di atas.

Berdasarkan hasil tersebut, spesifikasi training kit dibedakan menjadi dua yaitu spesifikasi teknis dan spesifikasi non teknis. Spesifikasi teknis berkaitan dengan aspek-aspek teknis perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan training kit. Spesifikasi non teknis berkaitan dengan persyaratan-persyaratan kompetensi dan

persyaratan lainnya yang menjadi acuan dalam pengembangan training kit dan modul pembelajaran. Masing-masing persyaratan teknis diuraikan dalam pembahasan di bawah ini.

1. Komponen kontrol menggunakan PLC Omron CP1E dengan jumlah I/O 30 buah dengan port antarmuka USB dan RS232.

Berdasarkan analisis teknologi, analisis media dan analisis situasi diketahui bahwa industri dan sekolah menggunakan PLC Omron.

Sekolah lebih banyak memiliki PLC Omron tipe CP1E karena memiliki kemudahan komunikasi dengan PC melalui USB dan HMI melalui RS232 dan harga terjangkau. Jumlah I/O sebanyak 30 buah merupakan jumlah yang cukup sesuai untuk mengakomodasi kebutuhan I/O di industri yang relatif banyak dengan kemampuan analisis siswa SMK.

2. Komponen masukan meliputi tombol tekan, proksimiti kapasitif, proksimiti induktif, sensor fotoelektrik, sensor thrubeam dan *reed switch*.

Berdasarkan analisis tugas, analisis teknologi dan analisis media diketahui bahwa siswa diharapkan dapat mengidentifikasi beragam jenis masukan yang berupa saklar, tombol dan berbagai sensor. Persyaratan ini diwujudkan dalam beragam komponen standar di industri sebagaimana pada Tabel 17. Jenis dan tipe komponen disesuaikan juga dengan konfigurasi wiring PLC yang diterapkan.

3. Komponen keluaran meliputi relai, motor DC, katup solenoid, lampu.

Berdasarkan analisis tugas, analisis teknologi, analisis media diketahui bahwa siswa diharapkan dapat mengidentifikasi beragam jenis keluaran dari sistem PLC. Jenis dan tipe komponen disesuaikan juga dengan konfigurasi *wiring* PLC, bentuk dan ukuran training kit.

4. Komponen monitoring menggunakan perangkat HMI dengan antarmuka RS232.

Berdasarkan analisis tugas, analisis teknologi, analisis media diketahui bahwa siswa dapat memeriksa sistem yang sedang berjalan melalui HMI sebagaimana di industri. HMI yang digunakan dipilih dari jenis dan ukuran yang umum digunakan untuk proses yang kecil.

5. Training kit memuat komponen pneumatik: *air supply unit*, katup kontrol dan silinder

Berdasarkan analisis tugas, analisis teknologi, analisis media diketahui bahwa siswa diharapkan dapat mengidentifikasi, mengoperasikan dan mengujicoba sistem yang memuat komponen elektropneumatik sebagai representasi perangkat keluaran yang diterapkan di industri.

6. Catu daya yang diperlukan mencakup 220VAC, 24 VDC, 12 VDC dan 5VDC.

Berdasarkan analisis teknologi, analisis media diketahui bahwa jenis catu daya tersebut yang dibutuhkan untuk mengaktifkan sistem.

7. Bahasa program yang digunakan yaitu Ladder Diagram dan Instruction List

Berdasarkan analisis tugas, analisis teknologi, analisis siswa diketahui bahwa ladder diagram digunakan di industri dan dipelajari di sekolah sehingga siswa lebih familiar. Instruction list merupakan bahasa yang diterapkan di industri melalui pemrograman dengan konsol.

8. Software aplikasi yang digunakan CX Programmer berbasis Windows (Windows XP/7/10).

Berdasarkan analisis teknologi, analisis situasi diketahui bahwa CX-programmer merupakan aplikasi resmi untuk PLC Omron berbasis Windows dimana setiap sekolah sudah memilikinya.

9. Bentuk training kit terdiri dari dua panel yaitu horisontal dan vertikal dengan ukuran 120 cm x 70 cm x 70 cm dan memungkinkan untuk dipindahkan dengan mudah.

Berdasarkan analisis siswa, analisis media diketahui bahwa training kit yang terdiri dari 2 panel memungkinkan penghematan tempat dan memungkinkan siswa dapat melakukan praktik secara kelompok

10. Training kit dibuat dari alumunium dan akrilik dengan warna dominan putih susu dan perak.

Berdasarkan analisis media dan analisis situasi diketahui bahwa training kit dibuat dari bahan dengan harga yang relatif terjangkau namun tidak mengesampingkan fungsi. Warna dominan putih dipilih agar lebih terlihat bersih, dan perak dipilih agar menyerupai kondisi di industri

11. Komponen masukan dan keluaran yang ada di training kit diberi label identifikasi dengan jenis font Arial, warna hitam

Berdasarkan analisis tugas, analisis media diketahui bahwa siswa diharapkan dapat mengidentifikasi komponen dan melakukan *wiring* dengan benar. Font Arial warna hitam dipilih mengingat jenis huruf ini sederhana dan mudah terbaca.

12. Komponen katup kontrol diberi simbol untuk memudahkan siswa menerapkan diagram pneumatik.

Berdasarkan analisis tugas, analisis media diketahui bahwa siswa diharapkan dapat mengidentifikasi, memahami cara kerja dan menerapkan komponen pneumatik tersebut.

13. Komponen masukan dan keluaran yang ada di training kit dilengkapi terminal-terminal bantu yang berupa terminal blok dengan baut (bukan *banana plug*) agar dapat digunakan untuk praktik pengawatan secara manual dengan obeng. Terminal tersebut juga memungkinkan juga sebagai titik pengukuran saat melakukan *troubleshooting*.

Berdasarkan analisis tugas, analisis media diketahui bahwa siswa diharapkan mempraktikkan pengawatan secara manual dengan obeng. Siswa juga dapat melakukan pengukuran tegangan atau hubungan antar komponen pada saat pencarian kesalahan.

14. Komponen-komponen dalam training kit tergabung membentuk sebuah sistem pengendalian yang dapat dimonitoring dengan HMI

Berdasarkan analisis tugas, analisis teknologi, analisis media diketahui bahwa siswa diharapkan dapat mengidentifikasi, menginstalasi, mengoperasikan, mencari kesalahan sebuah sistem PLC yang memuat beragam komponen dengan monitoring sebagaimana di industri.

15. Sistem pengendalian yang disimulasikan dalam training kit yaitu sistem pengisi botol dengan cairan (*filling system*).

Berdasarkan analisis tugas, analisis teknologi, analisis media diketahui bahwa proses pengisian botol merupakan proses pengendalian yang dapat diamati dengan jelas tiap langkahnya, sehingga siswa dapat membuat program dengan lebih mudah. Adanya proses ini juga diharapkan mampu meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa

16. Training kit dilengkapi dengan tombol kesalahan (*fault switch*) untuk berlatih *troubleshooting*

Berdasarkan analisis tugas, analisis media diketahui bahwa adanya tombol/saklar kesalahan diharapkan siswa dapat menganalisa gejala kesalahan sistem, mencari dan memperbaikinya.

Pembahasan untuk spesifikasi non teknis terutama terkait dengan kompetensi didasarkan pada analisis tugas, analisis tujuan dan analisis siswa. Berdasarkan hasil analisis tersebut ditetapkan empat kompetensi kunci yang menjadi tujuan dari training kit dan modul pembelajaran. Kompetensi kunci tersebut tidak lepas dari area kompetensi kemampuan teknis (A8) dalam standar kelulusan SMK sebagaimana termuat dalam Tabel 5, yaitu:

1. Memiliki kemampuan dasar dalam bidang keahlian tertentu sesuai dengan kebutuhan dunia kerja.
2. Memiliki kemampuan spesifik dalam program keahlian tertentu sesuai dengan kebutuhan dunia kerja dan menerapkan kemampuannya sesuai prosedur di bawah pengawasan.
3. Memiliki pengalaman dalam menerapkan keahlian spesifik yang relevan dengan dunia kerja.
4. Memiliki kemampuan menjalankan tugas keahliannya dengan menerapkan prinsip keselamatan, kesehatan dan keamanan lingkungan.

Sebagaimana tertulis dalam spesifikasi non teknis memuat empat kompetensi kunci yang menjadi tujuan training kit dan modul pembelajaran. Kompetensi-kompetensi ketrampilan dan pengetahuan serta pembahasannya diuraikan dalam pembahasan di bawah ini.

1. Mengidentifikasi PLC dan komponen-komponen pendukungnya dengan indikator-indikator:
 - a. Memilih tipe PLC sesuai dengan kebutuhan sistem.
 - b. Memilih komponen masukan dan keluaran sesuai kebutuhan sistem.
 - c. Merancang sistem kontrol sederhana menggunakan PLC

Menurut Sudira (2018:296), jika dilihat dari kata kerja yang digunakan, kompetensi mengidentifikasi dan memilih termasuk dalam tingkatan skill paling awal yaitu persepsi (S1).

2. Melakukan pengawatan sistem PLC dan penyambungan selang sistem pneumatik dengan indikator-indikator:

- a. Menggambar diagram pengawatan PLC.
- b. Menyambung komponen masukan ke terminal masukan PLC.
- c. Menyambung komponen keluaran ke terminal keluaran PLC

Kompetensi melakukan pengawatan yang terdiri dari menggambar dan menyambungkan termasuk dalam tingkatan skill meniru (S3). Dengan kompetensi ini siswa dapat membuat gambar dari benda yang ada dan mampu menyambungkan komponen dari gambar yang ada tersebut.

3. Memprogram PLC menggunakan komputer dengan indikator-indikator:

- a. Membuat program kontrol berurutan menggunakan CX-Programmer.
- b. Membuat program penundaan waktu dengan instruksi timer menggunakan CX-Programmer.
- c. Membuat program pencacahan dengan instruksi counter menggunakan CX-Programmer.
- d. Mendownload program menggunakan CX-Programmer.

Kompetensi memprogram dan mendownload program termasuk dalam tingkatan skill terbiasa (S4). Dengan kompetensi ini siswa diharapkan dapat membuat berbagai program dengan tanpa meniru contoh dari guru, namun sudah mampu membuat program berdasarkan pola yang telah dipelajarinya.

4. Melakukan perbaikan pada sistem PLC dengan indikator-indikator:
 - a. Mengoperasikan sistem PLC
 - b. Menguji coba kerja sistem PLC
 - c. Mengukur tegangan komponen-komponen pendukung sistem PLC.
 - d. Memperbaiki kesalahan pada sistem berbasis PLC

Kompetensi melakukan perbaikan dengan cara mengoperasikan, menguji coba, mengukur dan memperbaiki termasuk dalam tingkatan skill terbiasa (S4). Dengan kompetensi ini diharapkan siswa dapat memperbaiki kesalahan dalam sistem PLC tanpa meniru lagi, namun sudah berpatokan pada pola kesalahan dan cara perbaikannya.

Berdasarkan analisis di atas diketahui bahwa tingkat gradasi ketrampilan paling tinggi dari kompetensi-kompetensi tersebut yaitu Skill Terbiasa (S4). Hal ini berarti siswa diharapkan mampu melakukan ketrampilan-ketrampilan tersebut tanpa melihat contoh lagi, namun sudah mampu berpegang pada pola standar yang sudah dipelajarinya. Kemampuan ini diharapkan dapat ditingkatkan pada tingkatan mahir (S5) dengan diberikan standar-standar kerja di industri.

Persyaratan non teknis yang berupa kompetensi pengetahuan diuraikan dalam pembahasan di bawah ini.

1. Menerapkan komponen-komponen pendukung sistem kontrol berbasis PLC dengan indikator-indikator:
 - a. Mengidentifikasi PLC dan komponen pendukung yang digunakan.

- b. Memahami *datasheet* PLC dan komponen pendukung yang digunakan.
- c. Mengklasifikasi komponen masukan dan keluaran PLC

Menurut taksonomi Bloom-Anderson, mengidentifikasi termasuk dalam tingkatan paling awal (C1-pengetahuan) dilanjutkan dengan memahami dengan tingkatan C2 (memahami) dan dilanjutkan mengklasifikasi yang merupakan tingkatan lebih tinggi yaitu C3 (aplikasi). Dengan kemampuan ini, siswa diharapkan dapat mengklasifikasikan komponen berdasarkan fakta yang ada dan pemahaman atas *datasheet* komponen.

- 2. Menerapkan prosedur pengawatan (*wiring*) sistem PLC dan penyambungan selang (*tubing*) sistem pneumatik dengan indikator-indikator:
 - a. Memahami diagram pengawatan PLC.
 - b. Menerapkan prosedur pengawatan catu daya dalam sistem berbasis PLC.
 - c. Menerapkan prosedur pengawatan I/O dalam sistem berbasis PLC
- Kata kerja memahami merupakan tingkatan C2 (pemahaman) dilanjutkan dengan menerapkan yang merupakan tingkatan C3 (aplikasi). Dengan demikian diharapkan siswa dapat menerapkan pengetahuan tentang prosedur pengawatan berdasarkan pada pemahaman atas diagram pengawatan yang ada.

3. Menerapkan prosedur memprogram PLC menggunakan komputer dengan indikator-indikator:
 - a. Memahami peta memori I/O pada PLC Omron CP1E.
 - b. Memahami instruksi dasar Ladder Diagram.
 - c. Memahami instruksi dasar Instruction List.
 - d. Menerapkan prosedur memprogram Ladder Diagram dengan CX-Programmer.

Kompetensi ini berada pada tingkatan C2 (memahami) dan tingkatan C3 (aplikasi). Dengan kompetensi ini siswa diharapkan dapat menerapkan prosedur pembuatan program PLC yang didasarkan pada pemahaman tentang memori PLC, instruksi *ladder diagram* dan *instruction list*.

4. Menerapkan prosedur perbaikan pada sistem PLC dengan indikator-indikator:
 - a. Mengidentifikasi kesalahan pada sistem PLC.
 - b. Memahami gejala kesalahan pada sistem berbasis PLC.
 - c. Menganalisa kesalahan pada sistem berbasis PLC.
 - d. Menentukan komponen penyebab kesalahan pada sistem berbasis PLC.
 - e. Mengaplikasikan prosedur perbaikan pada sistem berbasis PLC

Kompetensi ini memuat beberapa tingkatan pengetahuan yaitu dimulai dengan identifikasi (C1-pengetahuan), memahami (C2-pemahaman) dan penerapan prosedur (C3-aplikasi), menganalisis (C4-analisis) dan

menentukan penyebab (C5-evaluasi). Dengan kemampuan ini diharapkan siswa sudah mampu memutuskan tindakan sesuai dengan hasil analisis yang berdasar pada pengetahuan fakta dan pemahaman konsep yang terkait, dengan penerapan prosedur yang benar.

Berdasarkan analisis di atas diketahui bahwa tingkat gradasi pengetahuan paling tinggi dari kompetensi-kompetensi tersebut yaitu tingkatan mengevaluasi (C5). Pada tingkatan evaluasi berarti siswa diharapkan memiliki kemampuan mengumpulkan data, membandingkan dengan suatu standar dan memberikan rekomendasi tentang sesuatu berdasarkan standar tersebut. Kemampuan ini sesuai dengan standar tingkatan pengetahuan tertinggi yang ditargetkan untuk siswa SMK. Hal ini berarti siswa SMK sudah memiliki pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural dan pengetahuan metakognitif.

2. Bagaimana kinerja Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Elektronika Industri ?

Hasil uji kinerja Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC ditentukan dengan hasil pengujian. Training kit yang telah dikembangkan melewati beberapa pengujian yaitu pengujian fungsional komponen, pengujian sistem keseluruhan, penilaian ahli media dan penilaian ahli materi.

Pengujian fungsional komponen yang dilakukan menghasilkan data seperti pada Tabel 18 di atas. Pengujian ini dilakukan terhadap semua komponen masukan, komponen keluaran dan catu daya yang digunakan. Berdasarkan data tersebut, semua komponen masukan yang meliputi

sensor proksimiti, *reed switch*, sensor fotoelektrik dan tombol tekan berfungsi sesuai dengan karakteristik masing-masing komponen tersebut. Hal ini berarti komponen masukan dapat digunakan. Begitu juga dengan komponen keluaran yang meliputi *solenoid valve* pada katup kontrol arah dan relai dapat bekerja setelah ada tegangan 24VDC yang mencatu solenoid dan koil relai tersebut. Komponen catu daya yang digunakan juga bekerja dengan baik dengan besar tegangan keluaran dalam jangkauan nilai toleransi. Catu daya yang digunakan juga memiliki trimpot pengatur tegangan keluaran, sehingga tegangan keluaran dapat di atur sesuai dengan kebutuhan sistem. Dengan demikian semua komponen yang digunakan secara fungsi dapat bekerja sesuai yang diharapkan.

Pengujian sistem dibagi dalam dua hal, yaitu pengujian pengendalian dan pengujian monitoring proses. Hasil pengujian sistem ditunjukkan pada Tabel 21. Pengujian pengendalian ditekankan pada perilaku PLC apakah dapat mengendalikan komponen-komponen yang terhubung dengan benar. Berdasarkan data tersebut, program yang telah dibuat di komputer dapat didownloadkan ke PLC. PLC dapat membaca kondisi logika komponen masukan dan menampilkannya dalam insikator status pada badan PLC. PLC kemudian mampu memroses masukan tersebut disesuaikan dengan program lalu mampu mengendalikan komponen keluarannya dengan benar sesuai logika program. Pengujian pengendalian yang digunakan yaitu program pengisian botol

menggunakan bahasa ladder diagram sebagaimana terlampir dalam laporan ini.

Pengujian sistem yang kedua yaitu monitoring proses. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa proses yang berlangsung dapat dipantau, ditunjukkan oleh tampilan HMI. Dalam penelitian ini, HMI hanya diprogram untuk dapat menunjukkan aktif tidaknya komponen masukan dan keluaran pada saat proses tersebut berlangsung. Berdasarkan data pada Tabel 21 diketahui bahwa HMI yang digunakan dapat menunjukkan perbedaan antara status komponen yang digunakan saat komponen tersebut aktif dan tidak aktif melalui ikon yang dibuat menyala saat aktif dan padam saat tidak aktif.

Setelah hasil uji fungsional sesuai dengan harapan maka pengujian dilanjutkan dengan penilaian ahli materi dan media. Data penilaian ahli materi dapat dilihat dalam Tabel 22. Secara keseluruhan ahli materi menyatakan bahwa materi yang terkandung dalam training kit dan modul pembelajaran termasuk dalam kategori sangat layak dengan capaian rerata skor 3,83. Berdasarkan instrumen yang digunakan, data yang diperoleh dalam penilaian ini dapat dibagi dalam dua aspek, yaitu aspek materi dan aspek kemanfaatan. Rata-rata skor untuk masing-masing aspek ditunjukkan dalam Tabel 26 di bawah ini.

Tabel 26. Penilaian tiap aspek modul pembelajaran oleh ahli materi

No	Aspek	Rata-rata Skor
1	Relevansi materi	4
2	Kemanfaatan	3,77

Mengacu pada data tersebut, muatan materi yang terkandung dalam training kit dan modul pembelajaran menurut ahli materi sudah sangat layak dari aspek relevansi dan kemanfaatan. Hal ini ditunjukkan dengan capaian rerata skor untuk aspek relevansi sebesar 4,0 dan aspek kemanfaatan sebesar 3,77. Aspek relevansi meliputi kesesuaian materi yang dapat dipelajari dari training kit dan modul pembelajaran dengan silabus, tujuan pembelajaran, kebutuhan kompetensi industri, kebutuhan siswa dan kemampuan belajar siswa. Aspek kemanfaatan terkait sejauhmana materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa, memudahkan siswa dalam memahami materi, meningkatkan pengetahuan siswa tentang memprogram, mengintalasi dan menganalisa kesalahan dalam sistem PLC. Aspek kemanfaatan juga berkaitan dengan kesesuaian materi dalam training kit dan modul pembelajaran untuk peningkatan ketrampilan siswa dalam memprogram, menginstalasi dan memperbaiki sistem PLC serta meningkatkan sikap kerja seperti kreatifitas berpikir, kemampuan komunikasi dan kemampuan kerjasama.

Hasil penilaian ahli media ditunjukkan dalam Tabel 23. Penilaian ahli media mencakup tiga aspek yaitu desain, penggunaan dan kemanfaatan. Berdasarkan data tersebut, ahli media menilai bahwa training kit dan modul pembelajaran yang telah dikembangkan termasuk kategori sangat layak dengan capaian rerata skor 3,67. Jika dilihat dari masing-masing aspek, aspek desain dan aspek kemanfaatan memiliki

rerata skor yang hampir sama yaitu 3,71 untuk aspek desain dan 3,70 untuk aspek kemanfaatan. Aspek penggunaan mendapatkan rerata skor yang terendah yaitu 3,50. Rata-rata skor untuk masing-masing aspek ditunjukkan dalam Tabel 27 di bawah ini.

Tabel 27. Penilaian tiap aspek oleh ahli media

No	Aspek	Rata-rata Skor
1	Desain	3,71
2	Penggunaan	3,50
3	Kemanfaatan	3,70

3. Bagaimana respon siswa terhadap Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Elektronika Industri ?

Respon siswa sebagai pengguna training kit dan modul pembelajaran dapat diketahui dari data yang tertampil pada Tabel 24 di atas. Dari tabel tersebut diketahui bahwa rata-rata skor dari keseluruhan butir adalah 3,39. Data tersebut menunjukkan bahwa siswa menyatakan training kit dan modul pembelajaran yang dikembangkan sudah masuk kategori sangat layak. Jika dilihat dari masing-masing aspek penilaian training kit dan modul pembelajaran yang terdiri dari aspek relevansi, kemanfaatan, desain dan aspek penggunaan maka diperoleh data penilaian seperti pada Tabel 28.

Menurut data tabel tersebut diketahui bahwa semua aspek dari training kit dan modul pembelajaran sudah masuk kategori sangat layak dengan capaian rata-rata skor untuk aspek relevansi sebesar 3,46; aspek kemanfaatan sebesar 3,4; aspek desain sebesar 3,38 dan aspek penggunaan

sebesar 3,29. Data ini menunjukkan bahwa siswa sebagai pengguna menyatakan training kit yang dilengkapi dengan modul pembelajaran tersebut sudah dapat dipergunakan untuk pembelajaran khususnya pada kompetensi dasar sistem kontrol dengan PLC.

Tabel 28. Penilaian tiap aspek produk oleh siswa

No	Aspek	Rata-rata Capaian		Jumlah	Rerata
		Training kit	Modul pembelajaran		
1	Relevansi	3,48	3,44	6,92	3,46
2	Kemanfaatan	3,41	3,39	6,80	3,40
3	Desain	3,42	3,34	6,76	3,38
4	Penggunaan	3,23	3,35	6,58	3,29

Lebih detail, data menunjukkan aspek tertinggi dari respon siswa adalah aspek relevansi dengan capaian 3,46. Aspek relevansi berkaitan dengan kesesuaian training kit dan modul pembelajaran yang dikembangkan dengan tujuan pembelajaran, kebutuhan belajar siswa dan kemampuan belajar siswa. Tujuan pembelajaran dalam training kit yang dikembangkan yaitu untuk melatih siswa agar mampu mengidentifikasi komponen dalam sistem PLC, mampu melakukan *wiring* komponen tersebut, mampu memprogram PLC sesuai kebutuhan dan mampu mencari kesalahan jika ada *error* dalam sistem.

Namun demikian, ada aspek yang terendah yaitu aspek penggunaan dengan capaian 3,29. Dengan capaian nilai tersebut aspek penggunaan hampir tidak masuk dalam kategori sangat layak dan ini berarti menurut siswa aspek penggunaan dari training kit dan modul pembelajaran sudah

bagus namun masih perlu peningkatan. Jika dilihat dari butir-butir yang ada dalam aspek ini maka penyebab rendahnya capaian tersebut ada pada aspek penggunaan training kit. Aspek penggunaan training kit ini terkait dengan kemudahan training kit untuk digunakan dan dipindahkan. Rerata skor untuk kemudahan training kit dipindahkan/ditempatkan sebesar 3,1 yang berarti belum masuk dalam kategori sangat layak. Dengan kondisi seperti ini dapat disimpulkan bahwa menurut siswa training kit yang dibuat perlu penyesuaian lagi sehingga dapat dengan mudah dipindahkan dari laboratorium ke laboratorium lainnya.

Khusus untuk modul pembelajaran sebagai pendukung training kit, siswa memberikan penilaian sangat layak untuk hampir semua butir pernyataan. Ada beberapa butir yang masih masuk kategori layak, yaitu butir yang terkait dengan kemampuan modul pembelajaran untuk meningkatkan minat belajar dengan capaian skor 3,2 dan kemampuan modul pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan komunikasi dengan capaian sebesar 3,2. Dengan penilaian siswa tersebut berarti modul pembelajaran perlu ditingkatkan dalam hal kemampuan membangkitkan minat belajar dan kemampuan komunikasi. Upaya peningkatan minat belajar dan komunikasi yang bisa diterapkan adalah dengan memperbaiki isi dan tampilan/bentuk modul sehingga lebih menarik serta menambahkan contoh laporan praktikum sehingga dapat menjadi panduan siswa untuk mempresentasikan hasil praktik dan diskusi mereka di kelas.

Secara keseluruhan, data penilaian training kit dan modul pembelajaran untuk responden ahli materi, ahli media dan siswa ditunjukkan dalam Tabel 29 di bawah ini.

Tabel 29. Perbandingan capaian masing-masing responden

No	Responden	Capaian	Kriteria
1	Ahli materi	3,83	Sangat layak
2	Ahli media	3,67	Sangat layak
3	Pengguna/Siswa	3,39	Sangat layak
	Rerata	3,63	Sangat layak

Berdasarkan data tersebut di atas produk pengembangan penelitian yang berupa training kit yang dilengkapi dengan modul pembelajaran mendapatkan penilaian ahli materi sebesar 3,83 dengan kategori sangat layak. Ahli media memberikan penilaian terhadap training kit dan modul pembelajaran sebesar 3,67 dengan kategori sangat layak. Siswa sebagai pengguna produk juga memberikan penilaian sangat layak dengan capaian rerata skor 3,39. Dengan demikian semua responden memberikan penilaian sangat layak untuk training kit dan modul pembelajaran tersebut dengan rerata capaian sebesar 3,63. Hal ini mengindikasikan bahwa training kit dan modul pembelajaran yang telah dikembangkan dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran praktikum pada mata pelajaran Sistem Pengendali Elektronik (SPE) Teknik Elektronika Industri.

E. Keterbatasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan masih memiliki keterbatasan baik dalam proses maupun produk yang dihasilkan, yaitu:

1. FEA yang dilakukan hanya melibatkan satu industri manufaktur. Hal ini memungkinkan adanya informasi-informasi lain terkait analisis tugas dan teknologi yang belum termuat dalam penelitian ini.
2. Pada tahap pengujian oleh pengguna, tidak semua lembar kerja yang ada di dalam modul pembelajaran dapat dipraktikkan oleh siswa mengingat waktu pembelajaran yang tersedia. Hal ini bisa berpengaruh pada pengisian instrumen respon pengguna oleh siswa.
3. Training kit yang dihasilkan masih memiliki kelemahan-kelemahan yaitu:
 - a. Sistem produksi dan monitoring yang disimulasikan dalam training kit ini masih merupakan sistem yang sederhana dengan hanya satu jenis proses produksi. Monitoring yang dilakukan hanya sebatas pemantauan aktif tidaknya komponen I/O yang bekerja saat itu.
 - b. Kegiatan *troubleshooting* menggunakan tombol kesalahan yang dirancang untuk pembelajaran hanya berpusat pada kesalahan-kesalahan pengawatan komponen I/O, belum mencakup kesalahan-kesalahan yang lain, seperti kesalahan program dan kesalahan komponen internal unit PLC.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan memberikan solusi berupa pengembangan Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC sesuai dengan kebutuhan kompetensi untuk SMK. Training kit tersebut memiliki spesifikasi secara teknis, yaitu: (1) terdiri dari *control board* dan *I/O board* dengan komponen terintegrasi PLC, HMI dan elektropneumatik untuk mensimulasikan sebuah proses produksi dan monitoring; (2) tiap komponen masukan dan keluaran dilengkapi terminal bantu untuk melatih pengawatan; (3) training kit dilengkapi saklar kesalahan untuk melatih *troubleshooting*. Secara non teknis, training kit ditujukan untuk melatih empat kompetensi kunci, yaitu: (1) mengidentifikasi PLC dan komponen-komponen pendukung; (2) melakukan pengawatan sistem PLC; (3) memprogram PLC menggunakan komputer; (4) melakukan perbaikan pada sistem PLC.
2. Hasil pengujian kelayakan menunjukkan bahwa Training Kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC yang dilengkapi modul pembelajaran yang dilakukan ahli materi menghasilkan rerata skor keseluruhan sebesar 3,83 dengan rerata skor aspek relevansi sebesar 4,0 dan aspek kemanfaatan

sebesar 3,77. Pengujian oleh ahli media menghasilkan capaian rerata skor keseluruhan sebesar 3,67 dengan rerata skor untuk aspek desain sebesar 3,71, aspek penggunaan sebesar 3,50 dan aspek kemanfaatan sebesar 3,70. Keseluruhan aspek penilaian training kit dan modul pembelajaran berada dalam kategori sangat layak. Siswa sebagai pengguna memberikan penilaian bahwa *Training Kit Production and Monitoring System* berbasis PLC yang dilengkapi modul pembelajaran ini sangat layak digunakan dalam pembelajaran pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri. Hal ini ditandai dengan capaian rerata skor semua aspek yang mana masuk dalam kategori sangat layak, yaitu: (a) aspek relevansi sebesar 3,46; (b) aspek kemanfaatan sebesar 3,40; (c) aspek desain sebesar 3,38 dan (d) aspek penggunaan sebesar 3,29. Secara keseluruhan capaian rerata skor sebesar 3,39 termasuk dalam kategori sangat layak.

B. Saran Pemanfaatan Produk

1. Siswa pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri sebaiknya memanfaatkan produk penelitian ini untuk melatih kompetensi sistem kontrol PLC secara kelompok maupun mandiri dengan bantuan modul pembelajaran yang ada.
2. Guru sebaiknya memanfaatkan training kit dan modul pembelajaran untuk untuk mempermudah dalam melatih kompetensi siswa terkait PLC. Guru sebaiknya melakukan modifikasi dan pengayaan kasus dalam lembar kerja untuk dapat memberikan banyak pengalaman kepada siswa dalam menyelesaikan masalah terkait pemrograman maupun *troubleshooting*.

3. Sekolah sebaiknya melakukan pengadaan atau duplikasi dari training kit hasil pengembangan ini sebagai bentuk pemenuhan sarana prasarana pembelajaran khususnya untuk Teknik Elektronika Industri, Teknik Mekatronika, Teknik Otomasi Industri.

C. Pengembangan Lebih Lanjut

Training kit *Production and Monitoring System* Berbasis PLC hasil pengembangan pada penelitian ini dapat dilanjutkan dengan pengujian efektifitas untuk pembelajaran. Setelah memenuhi pengujian efektifitas, pengembangan lanjutan dari training kit ini dapat dilakukan dengan pengembangan sistem pengendalian dan pengembangan sistem monitoring. Sistem pengendalian dapat dikembangkan menjadi lebih dari satu jenis proses sehingga siswa akan memiliki banyak referensi untuk kasus pemrograman PLC. Sistem monitoring menggunakan HMI dapat diperluas dengan menambahkan beberapa parameter dari sensor yang dapat dipantau dan disimpan dalam memori HMI. Hal demikian akan memberikan gambaran lebih nyata kondisi sistem pengendalian dan monitoring proses produksi yang diterapkan di industri.

DAFTAR PUSTAKA

- AECT. (2004). *The Definition of Educational Technology*. Retrieved from http://ocw.metu.edu.tr/file.php/118/molenda_definition.pdf
- Akparibo, A.R., Appiah, A., & Antwi, O.F. (2016). Development of a PLC Training Platform for the Industrial Control of Processes. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS) (2016) Volume 15, No 1, pp 186-196*
- Allen, E.R. (2016). *Analysis of Trends and Challenges in the Indonesian Labor Market*. Manila Philippines. Retrieved from <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/182935/ino-paper-16-2016.pdf>
- Arsyad, A. (2017). *Media Pembelajaran*. Jakarta : Rajawali Pers
- BNP2TKI. (2013). *Catalogue of Indonesia Overseas Workers 2013*. Jakarta
- Bolton, W. (2015). *Programmable Logic Controllers Six Edition*. Oxford: Elsevier
- BPS. (2018). *Berita Resmi Statistik No.35/05/Th.XXI tentang Pertumbuhan Produksi Industri Manufaktur Triwulan 1-2018*. Jakarta
- Branch, R.M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer
- Brown, A.H., & Green, T.D. (2016) *The Essentials of Instructional Design Third Edition*. Routledge
- Burhan, I., Azman, A.A., & Talib, S. (2015) Multiple Input/Outputs PLC Module for Educational Applications. *Innovation & Commercialization of Medical Electronic Technology Conference (ICMET)* 39-43. 10.1109/ICMETC.2015.7449570
- Churchill, D. (2017) *Digital Resources for Learning*. Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Das, S., Dutta, S., Sarkar, A., & Kar, S. (2014). Recognition and Disposal of Faulty Bottles in a Bottle Filling Industry Using PLC and Producing Human Machine Interface by SCADA. *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES) Volume 3, Issue 5(May 2014), PP-18-23*. Retrieved from <http://www.irjes.com/Papers/vol3-issue5/C351823.pdf>
- Dick, W; Carey, L & Carey, J.O. (2015). *The Systematic Design of Instruction Eight Edition*. USA: Pearson
- Finch, C.R., & Crunkilton, J.R. (1999). *Curriculum Development in Vocational and Technical Education*. USA: Allyn & Bacon

- Gagne, R.M., Briggs, L.J., & Wager, W.W. (1992). *Principle Of Instructional Design*. Florida : Harcourt Brace College Publisher
- Groover, M.P. (2000). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing (2nd Edition)*. Prentice Hall
- Heinich, R., Molenda, M., Russel, J.D., & Smaldino, S.E. (2002). *Instructional media and technology for learning-seven edition*, New Jersey: Pearson Education
- Januszewski, A., & Molenda, M. (2008). *Educational Technology: A Definition with Commentary*. New York: Routledge Taylor & Francis Group
- Kiran, A.R., Sundeep, B.V., Vardhan, Ch.S., & Mathews, N. (2013). The Principle of Programmable Logic Controller and its Role in Automation. *International Journal of Engineering Trends and Technology, Volume 4 Issue 3- 2013*. Retrieved from <http://www.internationaljournalssrg.org>
- Kirkpatrick, D.L. & Kirkpatrick, J.D. (2006). *Evaluating Training Programs*. San Francisco: Berret Koehler Publishers, Inc.
- Latha, D.V.P., Sudha, K.R., & Devabhaktuni, S., (2014). PLC based Smart Street Lighting Control. *International Journal of Intelligent Systems and Applications (IJISA)*, vol.6, no.1, pp.64-72. DOI: 10.5815/ijisa.2014.01.08
- Lee, W & Owens, D. (2004). *Multimedia-based instructional design-2nd ed*. San Francisco: Pfeiffer
- Mamodiya, U., & Sharma, P. (2014). Review in Industrial Automation. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)* e-ISSN: 2278-1676, p-ISSN: 2320-3331, Volume 9, Issue 3 Ver. IV (May – Jun. 2014), PP 33-38 Retrieved from <http://www.iosrjournals.org/iosr-jeee/Papers/Vol9-issue3/Version-4/F09343338.pdf>
- McGrath, S; Mulder, M; Papier, J & Suart, R. (2019). Handbook of Vocational Education and Training Developments in the Changing World of Work. Springer Nature Switzerland AG.
- MT6071iP Human Machine Interface with 7" TFT LCD Display. Retrieved from <https://www.weintek.cz/pdf/MT6071iP.pdf>, July 18, 2019
- Mulyatiningsih, E. (2013). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Narayanan, G., & Deshpande, A. (2016). Learning Automation Made Easy through Virtual Labs. *International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering*. DOI: 10.1109/LaTiCE.2016.17. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/7743154/>
- Navrapescu, V., Chiril, AI., Deaconu, AS., & Deaconu, ID., (2015) Educational Platform for Working with PLC. *The 9th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering. May 7-9, 2015*. Romania pp. 215-220. doi: 10.1109/ATEE.2015.7133767

- Omron. (2017). The CP1E Programmable Controller: Economical, Easy to use, and Efficient retrieved from http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/cp1e_p061-e1_16_8_csm2118.pdf?id=2064
- Owoh, T.M. (2016). Development of Employable Skills in Vocational Education by the Utilization of Instructional Materials. *Journal of Education and e-Learning Research Asian Online Journal Publishing Group*, vol. 3 (4), pages 138-142.
- Palma, L. B., Rosas, V.B.J., & Gil, P. (2017) A Virtual PLC Environment for Assisting Automation Teaching and Learning. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)* Vol. 11 No. 5. Retrieved from <https://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7066>
- Paul, B. (2014). *Industrial Electronics and Control Including Programmable Logic Controller Third Edition*. Delhi: PHI Learning Private Limited
- Pawar, R., & Bhasme, N.R., (2016). Application of PLC's for Automation of Processes in Industries *Journal of Engineering Research and Applications Vol. 6, Issue 6, (Part -3) June 2016, pp.53-59*. Retrieved from https://www.ijera.com/papers/Vol6_issue6/Part%20-%203/I0606035359.pdf
- Petruzzela, F.D. (2017). *Programmable Logic Controller Fifth Edition*. New York: McGraw Hill
- PLC Connection Guide. Retrieved from https://dl.weintek.com/public/PLC_Connect_Guide/eng/PLC_connection_guide.pdf, July 18, 2019
- Republik Indonesia. (2005). *Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan*.
- Republik Indonesia. (2012). *Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI)*.
- Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 40 Tahun 2008 tentang Standar Sarana Prasarana SMK/MAK*
- Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 34 Tahun 2018 tentang Standar Nasional Pendidikan SMK/MAK*
- Republik Indonesia. (2016). *Keputusan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 631 Tahun 2016 tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Industri Pengolahan Golongan Pokok Industri Mesin dan Perlengkapan yang Tidak Diklasifikasikan di Tempat Lain (YTDL) Bidang Otomasi Industri*
- Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Dirjen Dikdasmen No. 464/D.D5/KR/2018 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Muatan Nasional (A), Muatan Kewilayahan (B), Dasar Bidang Keahlian (C1), Dasar Program Keahlian (C2) dan Kompetensi Keahlian (C3)*. Jakarta
- Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Dirjen Dikdasmen No. 07/D.D5/KK/2018 tentang Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)/Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK)*. Jakarta

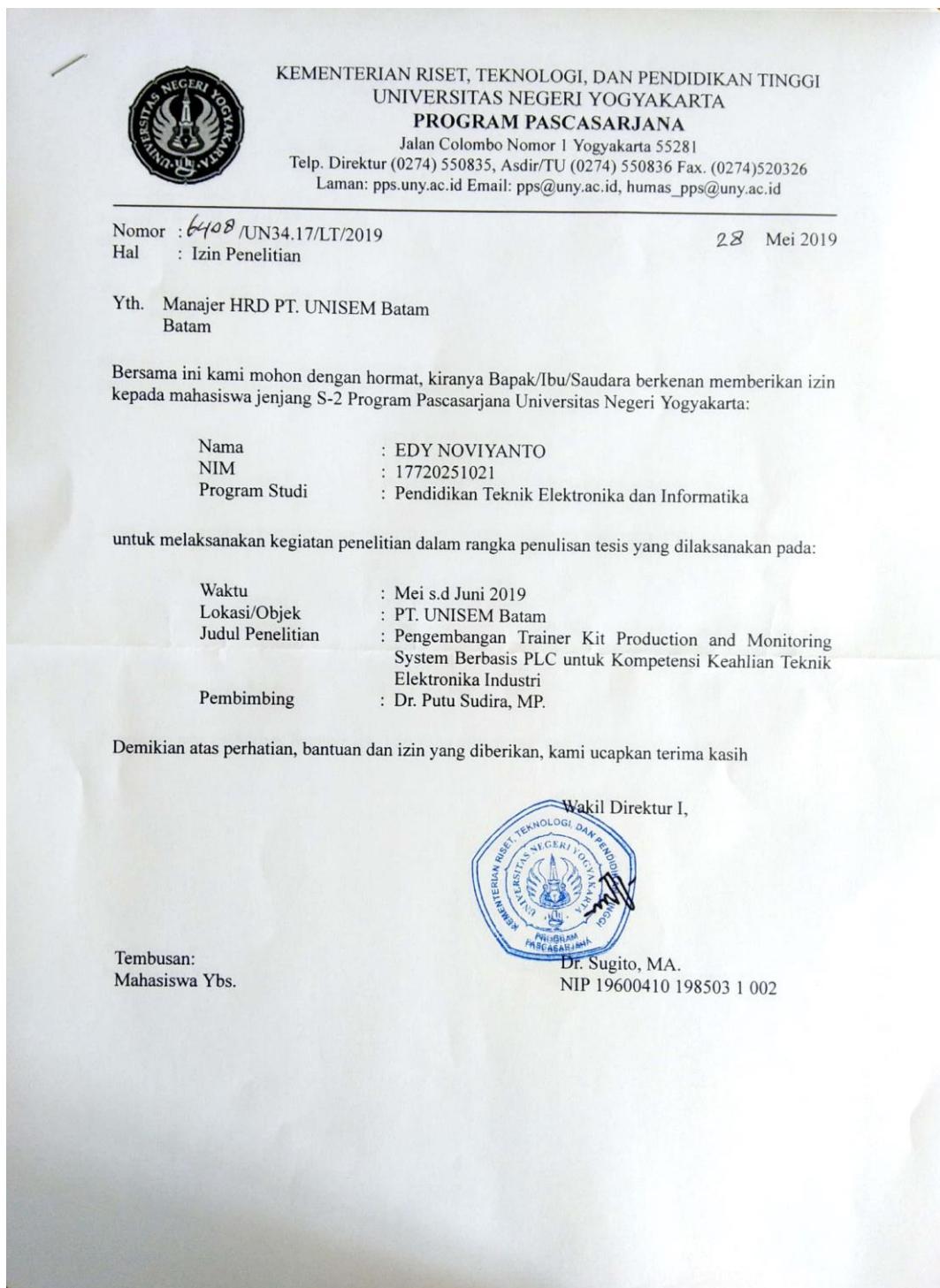
- Rojko, A. (2017) Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)* Vol. 11 No. 5. Retrieved from <https://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7072>
- Safavi, A., Safavi, A.A., & Veisi, P. (2013). A Remote and Virtual PLC Laboratory Via Smartphones. *The 4th International Conference on E-Learning and E-Teaching (ICELET)*. February, 13-14, 2013. Shiraz, Iran. doi:10.1109/ICELET.2013.6681647
- Sang Kim., Lee, J.O., & Park, C.W. (2012). A Hybrid Learning System Proposal for PLC Wiring Training Using AR. *5th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics (ICELIE)* pp. 90-94. doi: 10.1109/ICELIE.2011.6130032
- Smaldino, S.E., Russel, J.D; Heinich, R., & Molenda M. (2004). *Instructional Technology and Media for Learning Eight Edition*. Ohio: Merrill Prentice Hall
- Sudira, P. (2017). *TVET Abad XXI Filosofi, Teori, Konsep dan Strategi Pembelajaran Vokasional*. Yogyakarta:UNY Press
- Sudira, P. (2018). *Metodologi Pembelajaran Vokasional Abad XXI Inovasi, Teori dan Praksis*. Yogyakarta:UNY Press
- Sudira, P. & Juwanto, R.E. (2019). Design Training Kits CPI for Vocational Learning in Industry 4.0 *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* Volume-8 Issue-3, September 2019 DOI:10.35940/ijrte.C5917.098319
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukir. (2016). Pengembangan Industrial Trainer Kit untuk Pembelajaran Praktik PLC di Sekolah Menengah Kejuruan. *Disertasi*, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta
- Suryani, N., Setiawan, A., & Putria, A. (2018). *Media Pembelajaran Inovatif dan Pengembangannya*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya Offset
- Tanembaum, M., & Holstein, W.K. (2012). *Production System*. Retrieved from <https://www.britannica.com/technology/production-system>, 24 September 2019
- Vosough, S., & Vosough, A. (2011). PLC and its Applications. *International Journal Of Multidisciplinary Sciences And Engineering*, Vol. 2, No. 8. Retrieved from <http://www.ijmse.org/Volume2/Issue8/paper9.pdf>
- Wang, L., & Gao, R.X. (2006). *Condition Monitoring and Control for Intelligent Manufacturing*, Springer
- Widoyoko, E.P. (2013). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

<https://beritagar.id/artikel/berita/saling-silang-lulusan-sekolah-dengan-dunia-kerja>
diakses tanggal 17 Mei 2018

<https://www.jobstreet.co.id/id/job-search/job-vacancy.php?ojs=10&key=PLC>
diakses tanggal 17 Mei 2018

LAMPIRAN – LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telp. Direktur (0274) 550835, Asdir/TU (0274) 550836 Fax. (0274)520326
Laman: pps.uny.ac.id Email: pps@uny.ac.id, humas_pps@uny.ac.id

Nomor :~~16630~~ /UN34.17/LT/2019
Hal : Izin Penelitian

31 Agustus 2019

Yth. Kepala SMK Negeri 2 Wonosari, Gunungkidul
Jl. KH. Agus Salim, Ledoksari, Kepek, Kec. Wonosari,

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara berkenan memberikan izin kepada mahasiswa jenjang S-2 Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta:

Nama : EDY NOVIYANTO
NIM : 17720251021
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika

untuk melaksanakan kegiatan penelitian dalam rangka penulisan tesis yang dilaksanakan pada:

Waktu : 3 September 2019 s.d 30 September 2019
Lokasi/Objek : SMK Negeri 2 Wonosari, Gunungkidul
Judul Penelitian : Pengembangan Training Kit Production and Monitoring System Berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri
Pembimbing : Dr. Putu Sudira, MP.

Demikian atas perhatian, bantuan dan izin yang diberikan, kami ucapan terima kasih



Tembusan:
Mahasiswa Ybs.

Dr. Sugito, MA.
NIP 19600410 198503 1 002



Batam, 18 Juni 2019

Nomor : d32 – 500 – 2019

Hal : Ijin Penelitian

Kepada Yth.

Bpk. Wakil Direktur I

Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Yogyakarta

Dengan hormat,

Menunjuk surat bapak nomor 6408/UN34.17/LT/2019 tertanggal 28 Mei 2019 perihal ijin penelitian untuk saudara EDY NOVIYANTO / NIM 17720251021 Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika, dengan ini saya;

Nama : ARIF RAHMAN HAKIM

Jabatan : Manajer HRD PT Unisem di Batam

Menyatakan bahwa,

Saudara EDY NOVIYANTO / NIM 17720251021, telah melakukan penelitian di PT Unisem Batam dengan cara menyebarkan Instrumen Penelitian yang berisi 14 buah pertanyaan. Instrumen tersebut telah direspon oleh pihak terkait selaku pengguna lulusan.

Demikian keterangan ini kami sampaikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Hormat kami,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Arif Rahman Hakim". Above the signature is a circular red stamp with the word "unisem" in white, and above that, the letters "pt." in smaller white text.

Arif Rahman Hakim



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAHRAGA
SMK NEGERI 2 WONOSARI

Jalan Kyai Haji Agus Salim, Ledok Sari, Wonosari, Gunungkidul, 55813
Telepon (0274) 391019, 392454 Facsimile 392454
[Http://www.smkn2wonosari.sch.id](http://www.smkn2wonosari.sch.id) E-mail : stmnegerik@yahoo.com

SURAT KETERANGAN

No : 070/0567

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dra. SUSIYANTI, M.Pd
NIP : 19640219 199003 2 005
Pangkat/Golongan : Pembina/Iva
Jabatan : Plt. Kepala Sekolah
Instansi : SMKN 2 Wonosari

Menerangkan bahwa :

Nama : EDY NOVIYANTO
NIM : 17720251021
Prodi/Jurusan : Pend. Teknik Elektronika dan Informatika
Fakultas : Program Pasca Sarjana
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta

Telah melaksanakan penelitian dengan judul : PENGEMBANGAN TRAINING KIT PRODUCTION AND MONITORING SYSTEM BERBASIS PLC UNTUK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI di SMKN 2 Wonosari pada tanggal 3 September 2019 s.d 27 September 2019.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wonosari, 30 September 2019
Plt. Kepala Sekolah



Lampiran 2. Instrumen *Need Assessment*

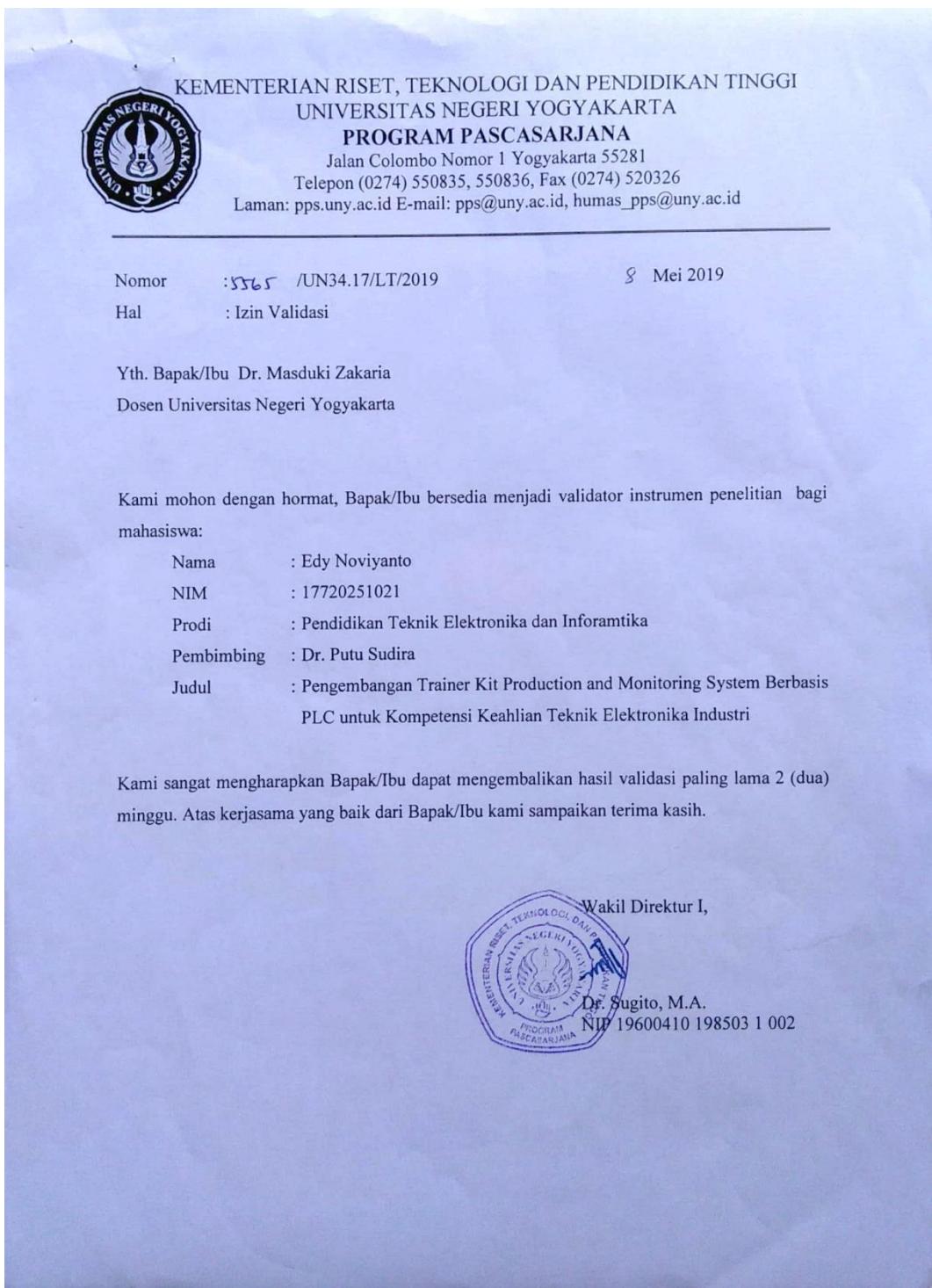
Responden Industri

1. Kompetensi kerja yang dibutuhkan industri terkait dengan sistem kontrol dengan PLC yaitu ...
2. Menurut Bapak/Ibu, kompetensi kerja yang kurang baik dari tenaga kerja baru (lulusan sekolah) terkait dengan pekerjaan dengan sistem PLC yaitu ...
3. Menurut Bapak/Ibu, untuk menyiapkan lulusan siap kerja dengan kompetensi kerja yang baik, hal yang perlu ditingkatkan oleh sekolah adalah ...
4. Menurut Bapak/Ibu, untuk melatih skill siswa agar memiliki kompetensi kerja di industri yang baik, apakah masih diperlukan trainer kit PLC?
5. Bentuk trainer kit seperti apa yang perlu dikembangkan sekolah untuk mendukung kompetensi kerja yang sesuai dengan industri?

Responden SMK

1. Kompetensi terkait sistem kontrol (PLC-elekropneumatik) yang dipelajari siswa yaitu ...
2. Capaian/penguasaan kompetensi siswa terhadap pembelajaran sistem kontrol (PLC-elekropneumatik) secara rata-rata adalah ...
3. Kendala saat pembelajaran praktek sistem kontrol (PLC-elekropneumatik) yaitu ...
4. Pembelajaran praktek sistem kontrol (PLC-elekropneumatik) dilakukan dengan memanfaatkan ...
5. Jumlah trainer PLC yang dimiliki sekolah untuk pembelajaran ... buah dengan jumlah tersebut ... (memadai/tidak memadai)
6. Bentuk trainer kit yang dimiliki sekolah seperti apa?
7. Menurut Bapak/Ibu, untuk melatih skill siswa dalam memprogram PLC, wiring/instalasi sistem dan melakukan troubleshooting pada pembelajaran sistem kontrol (PLC-elekropneumatik), apakah masih diperlukan pengembangan bentuk trainer kit dari apa yang sudah ada di sekolah Bapak/Ibu?
8. Untuk memenuhi kompetensi dalam kurikulum, SKKNI dan relevansi dengan industri, bentuk trainer kit PLC seperti apa yang perlu dikembangkan?

Lampiran 3. Surat Izin Validasi Instrumen





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA

Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281

Telepon (0274) 550835, 550836, Fax (0274) 520326

Laman: pps.uny.ac.id E-mail: pps@uny.ac.id, humas_pps@uny.ac.id

Nomor : 5565 /UN34.17/LT/2019

8 Mei 2019

Hal : Izin Validasi

Yth. Bapak/Ibu Dr. phil. Mashoedah, MT
Dosen Universitas Negeri Yogyakarta

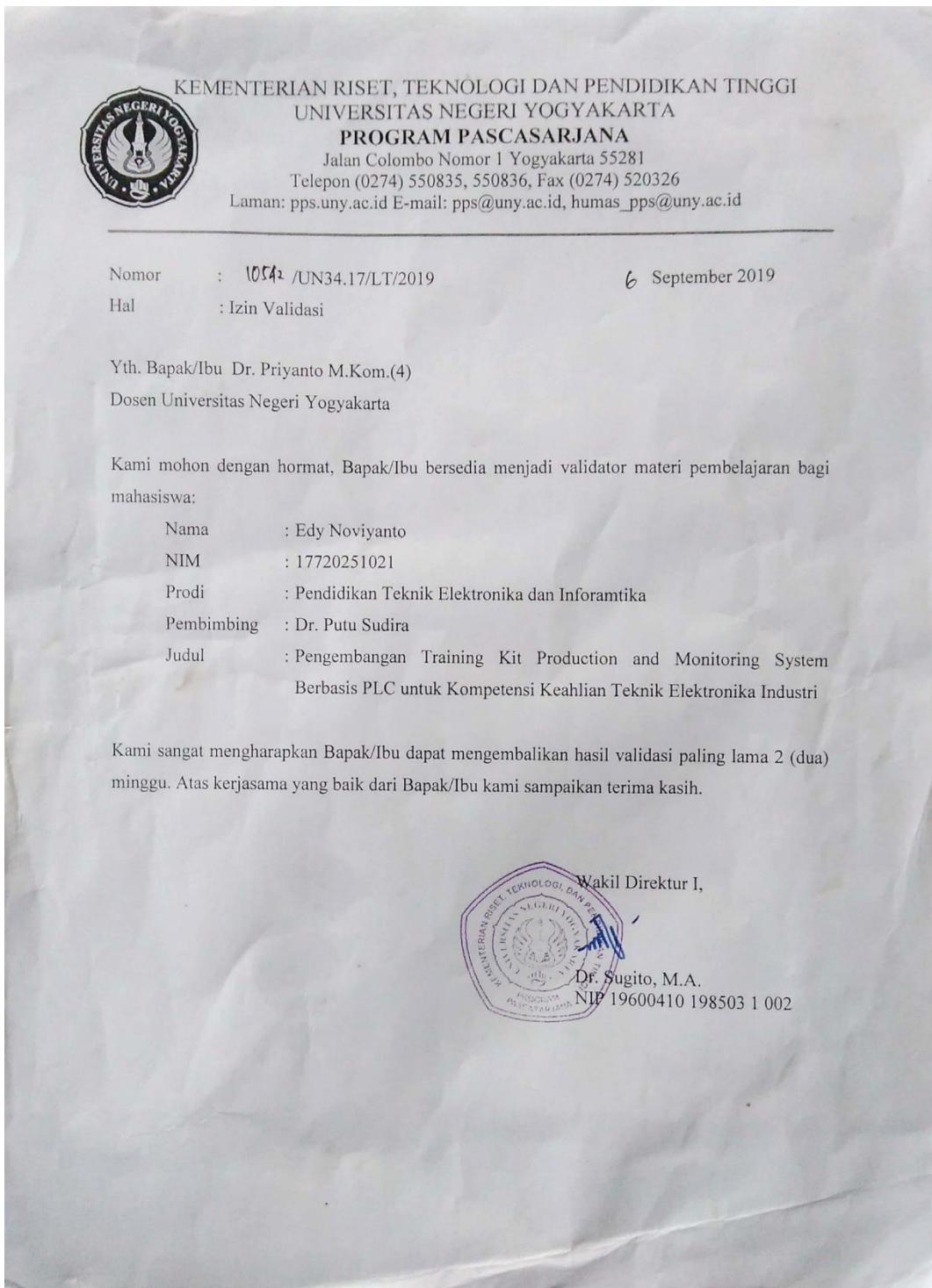
Kami mohon dengan hormat, Bapak/Ibu bersedia menjadi validator instrumen penelitian bagi mahasiswa:

Nama : Edy Noviyanto
NIM : 17720251021
Prodi : Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika
Pembimbing : Dr. Putu Sudira
Judul : Pengembangan Trainer Kit Production and Monitoring System Berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri

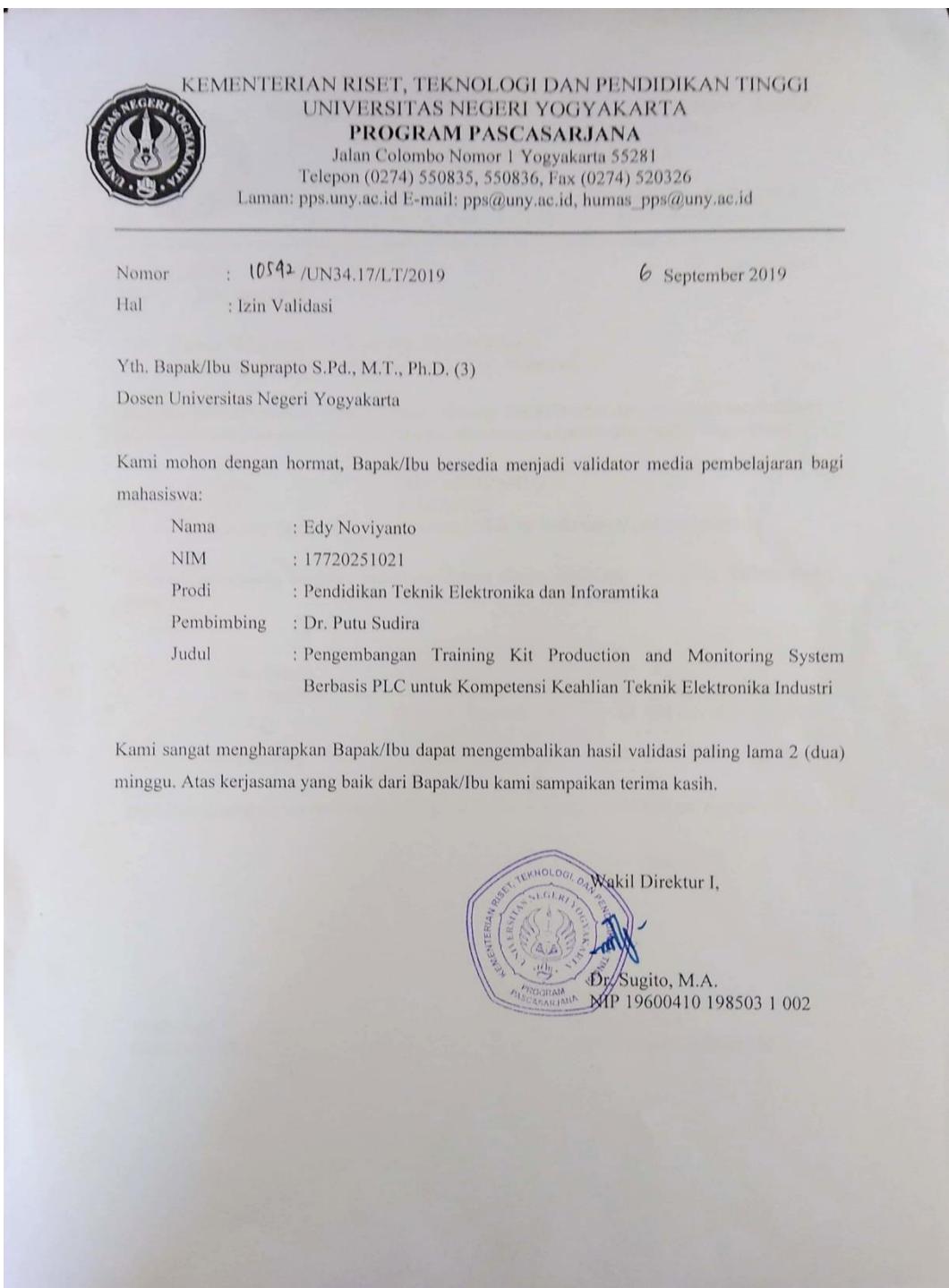
Kami sangat mengharapkan Bapak/Ibu dapat mengembalikan hasil validasi paling lama 2 (dua) minggu. Atas kerjasama yang baik dari Bapak/Ibu kami sampaikan terima kasih.



Lampiran 4. Surat Izin Validasi Ahli Materi



Lampiran 5. Surat Izin Validasi Media



Lampiran 6. Hasil Validasi Instrumen

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA**
Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 550835, 550836, Fax (0274) 520326
Laman: pps.uny.ac.id E-mail: pps@uny.ac.id, humas_pps@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Masduki Zakaria.....
Jabatan/Pekerjaan : Dosen.....
Instansi Asal : UNY.....

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:
Pengembangan Trainer Kit Production and Monitoring System Berbasis PLC untuk Kompetensi
Keahlian Teknik Elektronika Industri
dari mahasiswa:

Nama : Edy Noviyanto
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika
NIM : 17720251021

(sudah siap/belum siap)* dipergunakan untuk penelitian dengan menambahkan beberapa saran
sebagai berikut:

1.Jenis pelajaran dan semester yg kunci SMK.....
.....
2.jika memungkinkan item2 attitude diperluas.....
3.pengetahuan Hy HSE ditambahkan.....

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Mei 2019
Validator,
- JG.
Masduki Zakaria

* coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

PROGRAM PASCASARJANA

Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281

Telepon (0274) 550835, 550836, Fax (0274) 520326

Laman: pps.uny.ac.id E-mail: pps@uny.ac.id, humas_pps@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. phil Mashoedah, M.T
Jabatan/Pekerjaan : Dosen
Instansi Asal : UNY

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:

Pengembangan Trainer Kit Production and Monitoring System Berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri

dari mahasiswa:

Nama : Edy Noviyanto
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika
NIM : 17720251021

(sudah siap/belum siap)* dipergunakan untuk penelitian dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Sesuai saran pada lampir instruman

.....

2.

.....

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 13 Mei... 2019

Validator,

Dr. phil. Mashoedah, M.T

*) coret yang tidak perlu

Lampiran 7. Hasil Validasi Ahli Materi



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

PROGRAM PASCASARJANA

Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281

Telepon (0274) 550835, 550836, Fax (0274) 520326

Laman: pps.uny.ac.id E-mail: pps@uny.ac.id, humas_pps@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Priyanto
Jabatan/Pekerjaan : Dosen
Instansi Asal : FT UNY

Menyatakan bahwa materi pembelajaran dengan judul:

Pengembangan Training Kit Production and Monitoring System Berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri
dari mahasiswa:

Nama : Edy Noviyanto
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika
NIM : 17720251021

(sudah siap/belum siap)* dipergunakan untuk penelitian dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Gambar dan tabel diberi no dan dicuci di notepad.
2.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 26/9 2019

Validator,

Priyanto

*) coret yang tidak perlu

Instrumen AngketINSTRUMEN ANGKET
PENILAIAN TRAINING KIT PLC
Responden : Ahli Materi

Nama : Priyanto
Jabatan : Dosen
Instansi : PT UNY

Petunjuk:

Yth. Bapak/Ibu Dosen/Guru, mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian terhadap training kit PLC dan modul pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran sistem kontrol dengan PLC untuk siswa Teknik Elektronika Industri dengan petunjuk sebagai berikut:

1. Mohon mengisi identitas pada tempat yang disediakan
2. Mohon memberikan penilaian dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom Skor 1, 2, 3, atau 4 dengan ketentuan:
 - a. Skor 1 berarti Tidak Setuju/Tidak Sesuai/Tidak Dibutuhkan
 - b. Skor 2 berarti Kurang Setuju/Kurang Sesuai/Kurang Dibutuhkan
 - c. Skor 3 berarti Setuju/Sesuai/Dibutuhkan
 - d. Skor 4 berarti Sangat Setuju/Sangat Sesuai/Sangat Dibutuhkan
3. Mohon mengisi komentar/saran/masukan pada tempat yang disediakan.

Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu memberikan penilaian dalam angket ini.

Pertanyaan/Pernyataan

No	Pertanyaan/Pernyataan	Skor			
		1	2	3	4
1	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan isi silabus pembelajaran			✓	
2	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran			✓	
3	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan di industri			✓	
4	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan kebutuhan belajar siswa			✓	
5	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran sesuai dengan kemampuan belajar siswa			✓	
6	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan minat belajar siswa tentang PLC			✓	
7	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar saya tentang PLC			✓	
8	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran			✓	
9	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan pengetahuan siswa tentang memprogram PLC			✓	
10	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan pengetahuan siswa tentang gambar instalasi (wiring) sistem PLC			✓	

11	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan pengetahuan siswa tentang cara menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC			✓
12	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam memprogram PLC			✓
13	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam menginstalasi sistem kontrol PLC			✓
14	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC			✓
15	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan kreatifitas berpikir			✓
16	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis			✓
17	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan komunikasi			✓
18	Materi dalam training kit dan modul pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan kerjasama antar siswa			✓

Komentar, Saran atau Masukan:

- Gambar dan Tabel diberi nama agar horisiten
- NO Gambar & NO Tabel dicantum dalam nota
- Perbaiki sintaks sora

Kesimpulan:

Training kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC dinyatakan:

<input checked="" type="checkbox"/>

Layak digunakan untuk pembelajaran

Layak digunakan untuk pembelajaran dengan perbaikan

Tidak layak digunakan untuk pembelajaran

Yogyakarta, 26/9/2019
Dosen/Guru

Lampiran 8. Hasil Validasi Ahli Media



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 550835, 550836, Fax (0274) 520326
Laman: pps.uny.ac.id E-mail: pps@uny.ac.id, humas_pps@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syraptha, Ph.D.
Jabatan/Pekerjaan : Dosen
Instansi Asal : T. Elektroika FT UNY

Menyatakan bahwa media pembelajaran dengan judul:

Pengembangan Training Kit Production and Monitoring System Berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri
dari mahasiswa:

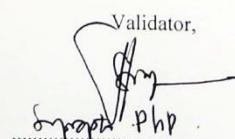
Nama : Edy Noviyanto
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika
NIM : 17720251021

(sudah siap/belum siap)* dipergunakan untuk penelitian dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:

1. *Konsistensi bahan & proses di jaga, kurang masih ada yang menggunakan bahan logis*
2. *perlu dilengkapi ciri-ciri program*

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 0 Sept 2019

Validator,

Syraptha, Ph.D.

*) coret yang tidak perlu

Instrumen Angket

INSTRUMEN ANGKET
PENILAIAN TRAINING KIT PLC
Responden : Ahli Media Pembelajaran

Nama : *Genggoph...Pho*
Jabatan : *Dosen*
Instansi : *Teknik Elektronika, FT, UNY*

Petunjuk:

Yth. Bapak/Ibu Dosen/Guru, mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian terhadap training kit PLC dan modul pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran sistem kontrol dengan PLC untuk siswa Teknik Elektronika Industri dengan petunjuk sebagai berikut:

1. Mohon mengisi identitas pada tempat yang disediakan
2. Mohon memberikan penilaian dengan memberikan tanda centang (/) pada kolom Skor 1, 2, 3, atau 4 dengan ketentuan:
 - a. Skor 1 berarti Tidak Setuju/Tidak Sesuai/Tidak Dibutuhkan
 - b. Skor 2 berarti Kurang Setuju/Kurang Sesuai/Kurang Dibutuhkan
 - c. Skor 3 berarti Setuju/Sesuai/Dibutuhkan
 - d. Skor 4 berarti Sangat Setuju/Sangat Sesuai/Sangat Dibutuhkan
3. Mohon mengisi komentar/saran/masukan pada tempat yang disediakan.

Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu memberikan penilaian dalam angket ini.

Pertanyaan/Pernyataan

No	Pertanyaan/Pernyataan	Skor			
		1	2	3	4
1	Bentuk dan tampilan training kit menarik				✓
2	Ukuran training kit sesuai untuk pembelajaran			✓	
3	Komponen yang digunakan dalam training kit mendukung pencapaian kompetensi			✓	
4	Posisi komponen baik dan rapi			✓	
5	Instalasi kabel (<i>wiring</i>) rapi			✓	
6	Semua bagian/komponen dapat berfungsi			✓	
7	Label/petunjuk pada training kit jelas			✓	
8	Training kit mudah digunakan		✓		
9	Training kit mudah dipindahkan/ditempatkan		✓		
10	Training kit mudah dalam perawatan			✓	
11	Training kit mudah dalam perbaikan			✓	
12	Training kit menumbuhkan minat belajar siswa			✓	
13	Training kit menumbuhkan motivasi belajar siswa			✓	
14	Training kit lebih memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran				✓
15	Training kit dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam memprogram PLC				✓

16	Training kit dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam menginstalasi sistem kontrol PLC			✓
17	Training kit dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC			✓
18	Training kit dapat meningkatkan kreatifitas berpikir siswa			✓
19	Training kit dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis			✓
20	Training kit dapat meningkatkan kemampuan kerjasama tim			✓
21	Training kit memungkinkan siswa dapat melaksanakan pembelajaran aktif			✓

Komentar, Saran atau Masukan

- Konvensional Bahasa Inggris di Yogyakarta masih masih ada yang pakai Bahasa Inggris
- Pada akhirnya coba program

Kesimpulan:

Training kit *Production and Monitoring System* berbasis PLC dinyatakan:

<input checked="" type="checkbox"/>

- Layak digunakan untuk pembelajaran
- Layak digunakan untuk pembelajaran dengan perbaikan
- Tidak layak digunakan untuk pembelajaran

Yogyakarta,

Dosen/Guru

Lampiran 9. Hasil Respon Siswa

INSTRUMEN ANGKET
UJI COBA TRAINING KIT BERBASIS PLC
Responden : Siswa Teknik Elektronika Industri

Nama : Alifian Yuda Saputra
Kelas : XII E1
Sekolah : SMKN 2 WONOSARI

No: 19

Petunjuk:
Para siswa, mohon Anda memberikan tanggapan terhadap pertanyaan/pernyataan tentang training kit dan modul yang digunakan pada pembelajaran sistem kontrol dengan PLC dengan petunjuk sebagai berikut:
1. Mohon mengisi identitas pada tempat yang disediakan
2. Mohon memberikan tanggapan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom Skor 1, 2, 3, atau 4 dengan ketentuan:
a. Skor 1 berarti Tidak Setuju/Tidak Sesuai/Tidak Dibutuhkan
b. Skor 2 berarti Kurang Setuju/Kurang Sesuai/Kurang Dibutuhkan
c. Skor 3 berarti Setuju/Sesuai/Dibutuhkan
d. Skor 4 berarti Sangat Setuju/Sangat Sesuai/Sangat Dibutuhkan
3. Mohon mengisi komentar/saran/masukan pada tempat yang disediakan.
Demikian permohonan pengisian angket ini. Jawaban Anda terkait angket ini tidak mempengaruhi nilai dalam pembelajaran. Terakhir, saya mengucapkan terimakasih atas kesediaan para siswa merespon angket ini.

Pertanyaan/Pernyataan

No	Pertanyaan/Pernyataan	Skor			
		1	2	3	4
A. Training kit PLC					
1	Training kit sesuai dengan tujuan pembelajaran		✓		
2	Training kit sesuai dengan kebutuhan belajar siswa			✓	
3	Training kit sesuai dengan kemampuan belajar siswa			✓	
4	Training kit meningkatkan minat belajar saya tentang PLC		✓		
5	Training kit meningkatkan motivasi belajar saya tentang PLC		✓		
6	Training kit lebih memudahkan saya dalam memahami materi pembelajaran		✓		
7	Training kit meningkatkan pengetahuan saya tentang memprogram PLC		✓		
8	Training kit meningkatkan pengetahuan saya tentang gambar instalasi (<i>wiring</i>) sistem PLC			✓	
9	Training kit meningkatkan pengetahuan saya tentang cara menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC			✓	
10	Training kit meningkatkan ketrampilan saya dalam memprogram PLC			✓	
11	Training kit meningkatkan ketrampilan saya dalam menginstalasi sistem kontrol PLC			✓	
12	Training kit meningkatkan ketrampilan saya dalam menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC		✓		
13	Training kit meningkatkan kreatifitas berpikir		✓		
14	Training kit meningkatkan kemampuan berpikir kritis		✓		
15	Training kit meningkatkan kemampuan kerjasama tim		✓		
16	Bentuk dan tampilan Training kit PLC menarik			✓	

17	Ukuran Training kit PLC sesuai untuk pembelajaran		✓	
18	Label/petunjuk pada Training kit PLC jelas		✓	
19	Training kit PLC mudah digunakan		✓	
20	Training kit PLC mudah dipindahkan/ditempatkan		✓	
B. Modul Pembelajaran				
21	Modul pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran		✓	
22	Modul pembelajaran sesuai dengan kebutuhan belajar siswa		✓	
23	Modul pembelajaran sesuai dengan kemampuan belajar siswa		✓	
24	Modul pembelajaran meningkatkan minat belajar saya tentang PLC		✓	
25	Modul pembelajaran meningkatkan motivasi belajar saya tentang PLC		✓	
26	Modul pembelajaran lebih memudahkan saya dalam memahami materi pembelajaran		✓	
27	Modul pembelajaran meningkatkan pengetahuan saya tentang memprogram PLC			✓
28	Modul pembelajaran meningkatkan pengetahuan saya tentang gambar instalasi (<i>wiring</i>) sistem PLC		✓	
29	Modul pembelajaran meningkatkan pengetahuan saya tentang cara menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC		✓	
30	Modul pembelajaran meningkatkan ketrampilan saya dalam memprogram PLC		✓	
31	Modul pembelajaran meningkatkan ketrampilan saya dalam menginstalasi sistem kontrol PLC		✓	
32	Modul pembelajaran meningkatkan ketrampilan saya dalam menganalisa dan memperbaiki sistem kontrol dengan PLC		✓	
33	Modul pembelajaran meningkatkan kreatifitas berpikir		✓	
34	Modul pembelajaran meningkatkan kemampuan berpikir kritis		✓	
35	Modul pembelajaran meningkatkan kemampuan kerjasama tim		✓	
36	Modul pembelajaran meningkatkan kemampuan komunikasi		✓	
37	Ukuran dan tampilan modul pembelajaran menarik		✓	
38	Bahasa dalam modul pembelajaran mudah dipahami		✓	
39	Tulisan jelas, mudah terbaca		✓	
40	Gambar dan tabel pada modul pembelajaran jelas			✓
41	Isi modul pembelajaran sistematis		✓	
42	Modul pembelajaran mudah digunakan untuk pembelajaran aktif			✓

Komentar, Saran atau Masukan

Training kit PLC kalau bisa diperbanyak lagi.....

Gunungkidul, 27-09-2019
Responden



Lampiran 10. Hasil FEA Industri

INSTRUMEN
ANALYSIS TRAINING KIT BERBASIS PLC
 Responden : Praktisi Industri

Nama : ARIF RAHMAYU PAKIM
 Jabatan : HRD MANAGER
 Nama Industri : PT. UNISEM
 Alamat Industri : KAV. 201 Batamindo Ratnam

PETUNJUK:
 Yth. Bapak/Ibu, mohon berkenan Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan ketentuan sebagai berikut:
 1. Bapak/Ibu bisa memberikan **satu atau lebih tanda centang** () pada kolom jawaban yang tersedia sesuai dengan kondisi di tempat kerja.
 2. Bapak/Ibu dimohon menuliskan jawaban tambahan atau komentar yang diperlukan pada kolom jawaban lainnya.
 Terima kasih saya ucapan atas kesedian Bapak/Ibu meluangkan waktu untuk mengisi instrumen ini.

Contoh:
 1. Menurut Bapak/Ibu, siapa saja yang dapat menjadi tenaga kerja di industri Bapak/Ibu?
 Lulusan SMK
 Lulusan D3
 Lulusan D4/S1

Jawaban lain:
... lulusan SMA dengan sertifikat kompetensi

1

PERTANYAAN:

1. Menurut Bapak/Ibu, jenis pekerjaan apa yang terkait dengan bidang PLC?

Operator
 Teknisi

Jawaban lain:

2. Menurut Bapak/Ibu, kewajiban dan **tugas-tugas apa** yang harus dilakukan untuk jenis pekerjaan tersebut?

Menentukan PLC, peralatan *input output* dan peripheral lain sesuai kebutuhan sistem
 Menginstalasi PLC dengan perangkat-perangkat lain dalam sistem sesuai kebutuhan
 Memprogram dan mendownload program PLC sesuai dengan kebutuhan sistem
 Menjalankan PLC sesuai prosedur
 Melakukan pemeriksaan pada sistem berbasis PLC sesuai prosedur
 Melakukan perawatan pada sistem berbasis PLC sesuai prosedur
 Melakukan perbaikan pada sistem berbasis PLC sesuai prosedur

2

✓ Membuat dokumentasi laporan pekerjaan

Jawaban lain:

3. Menurut Bapak/Ibu, apa saja tugas-tugas yang memiliki tingkatan **sangat penting** dan **sering dilakukan**?

Menentukan PLC, peralatan input output dan peripheral lain sesuai kebutuhan sistem
 Menginstalasi PLC dengan perangkat-perangkat lain dalam sistem sesuai kebutuhan
 Memprogram dan mendownload program PLC sesuai dengan kebutuhan sistem
 Menjalankan PLC sesuai prosedur
 Melakukan pemeriksaan pada sistem berbasis PLC sesuai prosedur
 Melakukan perawatan pada sistem berbasis PLC sesuai prosedur
 Melakukan perbaikan pada sistem berbasis PLC sesuai prosedur
 Membuat dokumentasi laporan pekerjaan

3

Jawaban lain:

4. Menurut Bapak/Ibu, pengetahuan apa saja yang diperlukan untuk mendukung keterlaksanaan tugas-tugas tersebut?

Menentukan jenis dan tipe PLC
 Menentukan peralatan pendukung (sensor, aktuator dan lainnya)
 Menerapkan gambar instalasi PLC
 Menerapkan prosedur instalasi PLC
 Menerapkan bahasa pemrograman PLC (Ladder diagram, FBD, Instruction List)
 Menerapkan prosedur perawatan dan perbaikan
 Menerapkan standar dan prosedur HSE (*Health Safety and Environment*)
 Menganalisis gejala kerusakan sistem PLC

4

5. Menurut Bapak/Ibu, ketrampilan apa saja yang diperlukan untuk mendukung keterlaksanaan tugas-tugas tersebut?
- Melakukan instalasi PLC dengan perangkat lain
 - Membuat program PLC
 - Melakukan download program PLC
 - Mengoperasikan PLC
 - Menguji coba sistem berbasis PLC
 - Memperbaiki kerusakan sistem berbasis PLC

Jawaban lain:

.....
.....
.....

6. Menurut Bapak/Ibu, sikap apa saja yang diperlukan untuk mendukung keterlaksanaan tugas-tugas tersebut?

- Cermat
- Disiplin
- Inisiatif
- Kreatif
- Loyalitas
- Tanggungjawab

Jawaban lain:

.....
.....
.....

5

7. Menurut Bapak/Ibu, apa saja persyaratan/kecakapan lain yang diperlukan untuk mendukung keterlaksanaan tugas-tugas tersebut?
- Mampu bekerjasama dengan orang lain
 - Memiliki kecakapan berkomunikasi
 - Mampu berpikir kritis
 - Kreatif dan inovatif

Jawaban lain:

.....
.....
.....

8. Menurut Bapak/Ibu, jenis/merek PLC apa saja yang digunakan di industri Bapak/Ibu?

- Mitsubishi
- Omron
- Schneider
- Siemens

Jawaban lain:

.....
.....
.....

6

9. Menurut Bapak/Ibu, jenis aktuator apa saja yang digunakan di industri Bapak/Ibu?

- Motor AC
- Motor DC
- Motor stepper
- Solenoid valve
- Pneumatik
- Hidrolik

Jawaban lain:

.....
.....
.....

10. Menurut Bapak/Ibu, jenis sensor apa saja yang digunakan di industri Bapak/Ibu?

- Sensor infra merah
- Sensor pressure
- Sensor proximity switch
- Sensor temperature
- Sensor ultrasonik

Jawaban lain:

.....
.....
.....

7

11. Menurut Bapak/Ibu, peralatan monitoring apa saja yang digunakan di industri Bapak/Ibu?

- HMI
- PC/komputer
- LCD/Seven Segment

Jawaban lain:

.....
.....
.....

12. Menurut Bapak/Ibu, bahasa pemrograman PLC apa yang sering digunakan di industri Bapak/Ibu?

- Function Block Diagram
- Instruction List
- Ladder Diagram
- Structured Text
- Sequential Function Chart

Jawaban lain:

.....
.....
.....

13. Menurut Bapak/Ibu, perangkat pemrograman apa yang digunakan untuk memprogram PLC di industri Bapak/Ibu?

- Komputer menggunakan RS232
- Komputer menggunakan USB
- Konsole pemrogram

8

Jawaban lain:

.....
.....
.....

14. Menurut Bapak/Ibu, bagaimana sistem kerja PLC yang digunakan di industri Bapak/Ibu?

Berdiri sendiri/*stand alone*
 Terhubung ke jaringan PLC yang lain

Jawaban lain:

.....
.....
.....

Lampiran 11. Hasil FEA Guru

Front End Analysis (FEA) responden Guru	
Nama : ...	Wati Yanti, M.Pd.
Sekolah : ...	SMP N 2 Bandung
A. Aspek Analisis Tujuan	
1. Menurut Bapak/Ibu, pengembangan training kit PLC ditujukan untuk kompetensi dasar apa saja?	Jawaban: UAMAHANAKA: 40 wajib (M) - 3.39 dan 4.29 = melahirkan 8 bagian PLC 3.30 dan 3.10 = PLC 88% dari pengembangan 3.31 dan 4.31 = 100% 2. Untuk PLC Sertifikasi Pengembangan
2. Menurut Bapak/Ibu, pada IPK apa sebaiknya pengembangan training kit dititik beratkan?	Jawaban: + Sertifikasi untuk praktikum pemrograman PLC. PLC. Pembelajaran praktis dan berkelanjutan / Mengintegrasikan PLC dalam kegiatan sekolah
3. Menurut Bapak/Ibu, diantara kompetensi yang dipelajari siswa yaitu memprogram PLC, writing PLC dan troubleshooting PLC manakah yang sangat perlu ditingkatkan?	Jawaban: * Praktikum dan praktik langsung Praktikum dan praktik langsung * Writting PLC
B. Aspek Analisis Siswa	
4. Menurut Bapak/Ibu, siswa kelas semester berapa yang sesuai sebagai pengguna training kit PLC?	Jawaban: lebih X1 angkatan (4)

5. Menurut Bapak/Ibu, persyaratan/kompetensi apa saja yang harus dikuasai siswa untuk dapat menggunakan training kit PLC?	Jawaban: Cukup banyak bukti wajib mengikuti tugas, Dilegat, Enginneering dan teknologi
C. Aspek Analisis Sitasi	
6. Berapa jumlah siswa yang mengikuti pembelajaran PLC dalam satu kelas?	Jawaban: Jadi 100%
7. Menurut Bapak/Ibu, dalam pembelajaran PLC siswa cenderung lebih termotivasi jika pembelajaran dilakukan secara simulasi atau praktik langsung?	Jawaban: Karena UAS. Dengan praktik langsung yg hasil wajib
8. Menurut Bapak/Ibu, sebaiknya pembelajaran praktik PLC dilakukan secara individu atau berkelompok? Jika berkelompok, berapa jumlah siswa dalam satu kelompok?	Jawaban: waktu yang belum terlalu lama 6-7-8 orang
9. Berapa lama alokasi waktu pembelajaran praktik PLC yang Bapak/Ibu lakukan?	Jawaban: Wajib di SPE 7 jam / minggu
10. Berapa ukuran lns bengkel yang Bapak/Ibu gunakan untuk pembelajaran praktikum PLC?	Jawaban: Panjang : 12 x 8m ²

11. Berapa jumlah komputer dalam Lab yang digunakan untuk pembelajaran praktikum PLC?

Jawaban:

Jwb. Luarq : 16 buah

12. Apakah Bapak/Ibu mengalami kesulitan terhadap pengadaan peralatan praktik PLC jika dalam hal apa kesulitan yang Bapak/Ibu alami?

Jawaban:

M. Mengerjakan tugas jadi susah
Belajar PLC saja susah
Training yg agak basi dan berasas teori

D. Analisis Media

13. Menurut Bapak/Ibu, apa bahasa pemrograman PLC yang sesuai digunakan dalam trainer kit?

Jawaban:

✓ PLC, karena teknologi PLC

14. Menurut Bapak/Ibu, apa jenis PLC yang sebaiknya digunakan untuk trainer kit?

Jawaban:

✓ PLC (PLC) 16/32

15. Menurut Bapak/Ibu, apa saja jenis komponen masukan/sensor yang sebaiknya ada dalam trainer kit?

Jawaban:

✓ Kontak limit switch / potentiometer / red led

16. Menurut Bapak/Ibu, apa saja jenis komponen keluaran/aktuator yang sebaiknya ada dalam trainer kit?

Jawaban:

✓ Relai, motor (motor, pump), servomotor
(servo motor → servodriver)

17. Menurut Bapak/Ibu, apa jenis perangkat monitoring yang sebaiknya di gunakan dalam trainer kit?

Jawaban:

Layar PC atau monitor

18. Menurut Bapak/Ibu, sistem operasi komputer jenis apa yang sebaiknya digunakan dalam trainer kit?

Jawaban:

Windows 7, 8, 10

19. Menurut Bapak/Ibu, bagaimana sebaiknya bentuk training kit yang dikembangkan?

Jawaban:

✓ Kehilangan panel prototip (minimal

✓ suku cadang) & pemantauan & monitor

✓ Fisik yg kecil, ringan & praktis, tetapi

✓ f.s.

20. Menurut Bapak/Ibu, sebaiknya apa bahan utama yang digunakan dalam pengembangan training kit?

Jawaban:

Alumunium was a choice

Lampiran 12. Daftar Hadir & Notulen FGD

NOTULEN

Focus Group Discussion (FGD)

Pengembangan Training Kit Production and Monitoring System Berbasis PLC untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri

Hari, tanggal : Jum'at, 21 Juni 2019
Pukul : 13.00 WIB – selesai
Tempat : Ruang Pertemuan SMK N 2 Wonosari
Peserta : orang
Pimpinan/Mod : Edy Noviyanto
Acara :
: 1. Pembukaan
: 2. Pengantar
: 3. Diskusi
: 4. Penutup

Jalannya acara:

1) Pembukaan

- FGD dimulai dengan berkenan, dilanjutkan dengan urutan menjawab dan tanya FGD.

grahan di pengujian proyek perbaikan mengenai istilah "trial & error"
o Bagaimana kordinasi pembelajaran pembelajaran di kelas.

2) Pengantar Materi FGD

- a. Analisis kompetensi dan teknologi dasar industri (JNTBEM-Batik)
 - Langkah pelengkapan alumni SMK pada level teknisi
 - Langkah diperlukan yang harus dilakukan → membangun 8 ha/km
- b. kebutuhan kompetensi menurut SPENI dan Kritisulum
- c. kordinasi dan kebutuhan pembelajaran di sekolah
- d. Spesifikasi training kit PLC
- e. Persyaratan desain training kit PLC
- f. Persyaratan modal pembelajaran.

b. Pada Demakair (mempersiapkan kewajiban)

- o Miraft risau tinggi sebagian besar komputer 1:1 ; trainer PLC 5 buah.
- o Pengaruh yg diketahui yg pernah flow chart.
- o Kordinasi I/O yg standar S/I.

c. Pak Arsyani (Ingenier Tepat)

- o Fasilitas = 2 trainer PLC & 2 PLC
- o Miraft jingin tinggi
- o Labkitum yg jingin salah meracik 1:1
- o Miraft mau pakar dr gunungan dan
- o Jenis I/O yg standar.

3) Diskusi

- a. Pak Hendra (manajer pabrik)
- Mahasiswa saat training dari industri yg masih banyak.
- o Miraft berjengah dengan PLC, teknisi berkaitan dengan
- o Perbaikan manual bukti PLC sangat dikenakan.
- o Pengetahuan algoritma dalam perbaikan.

d. Pak Joko (Sekretariat Wonosari)

- o Labkitum → salah meracik 200 labkitum jadi PLC & 3 buah
- o Alat-alat cukup banyak

c. Paket Elektronik (HMKW 2 wonokiri)

- ① Lantai 16 kwh
- ② Tintat lantai
- ③ Lampu PLC 6 kwh
- ④

- fungsi sistem pengontrolan yang dibutuhkan untuk pembangkitan

- a) Pengontrolan PLC
- b) Komunikasi (kirim & menerima informasi dari manual book)
- c) Pengontrolan & generasi berbagai sinyal dan akhirati
- d) Pengontrolan dengan datanya
- e) Instansi & suara
- f) Pengrograman PLC
- g) Troubleshooting

1) Jarak pencapaian / konsep
Training kit PLC.

- Matematika :
- ① Paket pada lantai = unitnya
- ② Banyak komponen diketahui
kemudian dicari
- ③ Untuk mengetahui pada PLC ; HTML
- ④ Adakah bisa dilihat berwarna
- ⑤ Batas = akhir lantai lantai

2) Waktu titik pembangkitan.

- ① Sistematis → perantaraan
banyak sinyal
- ② Perantaraan nantinya berfungsi
untuk dan akhirati, dll
- ③ Untuk fungsi dan catatan
pada makalah dan saran.

3) Fungsional & Benefit.

- ① Catatan akhirati dengan
makalah dan saran yang
sudah dibentuk.

Lampiran 13. Rekap Angket Siswa

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

	N	%
Cases	31	100.0
Valid	0	.0
Excluded ^a		
Total	31	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.916	42

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
VAR00001	138.81	103.828	.489	.913
VAR00002	138.84	104.606	.397	.914
VAR00003	139.35	106.103	.366	.915
VAR00004	139.03	106.366	.208	.916
VAR00005	139.10	105.824	.267	.916
VAR00006	139.06	103.662	.478	.913
VAR00007	139.03	102.166	.623	.912
VAR00008	138.97	104.232	.415	.914
VAR00009	139.13	102.383	.627	.912
VAR00010	139.19	103.361	.479	.913
VAR00011	139.19	104.428	.378	.914
VAR00012	139.16	101.273	.664	.911
VAR00013	139.06	102.329	.612	.912
VAR00014	139.06	101.329	.714	.911
VAR00015	138.90	104.357	.357	.915
VAR00016	139.03	107.766	.060	.918
VAR00017	139.13	102.583	.606	.912
VAR00018	139.03	101.566	.684	.911
VAR00019	139.13	101.849	.488	.913
VAR00020	139.39	105.845	.188	.917
VAR00021	138.97	103.032	.533	.913
VAR00022	138.94	105.596	.283	.915
VAR00023	139.23	106.714	.205	.916
VAR00024	139.29	102.213	.512	.913
VAR00025	139.13	104.316	.427	.914
VAR00026	139.03	104.832	.357	.915
VAR00027	138.87	104.183	.432	.914
VAR00028	138.97	104.966	.343	.915
VAR00029	139.03	104.232	.417	.914
VAR00030	139.03	103.632	.418	.914
VAR00031	139.16	105.140	.352	.915
VAR00032	139.13	104.649	.392	.914
VAR00033	139.13	103.449	.516	.913
VAR00034	139.03	104.499	.390	.914
VAR00035	139.13	104.783	.379	.914
VAR00036	139.29	105.346	.328	.915
VAR00037	139.19	100.961	.528	.913
VAR00038	139.13	103.983	.324	.916
VAR00039	139.10	102.357	.618	.912
VAR00040	139.13	102.583	.529	.913
VAR00041	139.19	102.761	.536	.913
VAR00042	139.13	103.116	.480	.913

SILABUS

SATUAN PENDIDIKAN : SMK NEGERI 2 WONOSARI
 MATA PELAJARAN : SPE
 KELAS / SEMESTER : XI E/4

KOMPETENSI INTI :

- KL-1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KL-2. Menghargai dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KL-3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, procedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahu nya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenyataan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
- KL-4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif dan mampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung.

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	IPK	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar	
3.29 Menerapkan struktur dan bagian PLC	- Arsitektur dan fungsi blok PLC - Memori PLC - Bahasa pemrograman	- Mengidentifikasi bagian-bagian PLC - Memahami arsitektur dan fungsi tiap bagian dari PLC - Memahami peta memori yang digunakan PLC - Memahami bahasa yang digunakan untuk memprogram PLC - Menggunakan bahasa pemrograman PLC untuk sebuah sistem kontrol	Pemberian stimulus terhadap siswa Guru memampulkan tayangan sistem kontrol PLC Peserta didik mengamati tayangan	Identifikasi masalah Guru mendorong peserta didik untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan tentang isi tayangan	Pengumpulan data Guru membagi kelas dalam beberapa kelompok Peserta didik mendiskusikan pertanyaan yang telah ditentukan	Tes tulis Esai Tes praktik	4 x 7 jp (28 jp)
4.29 Membuat struktur dan bagian PLC						Teknik Kontrol Kelas XI, Jakarta:Kemdikbud	
3.30 Menerapkan PLC sebagai alat pengontrol	- Sistem kontrol dengan PLC - Instalasi sistem kontrol PLC	- Memahami sistem kontrol dengan PLC - Mengidentifikasi peralatan input/output	Pemberian stimulus terhadap siswa Guru menampilkan tayangan sistem kontrol PLC Peserta didik mengamati tayangan	Menarik kesimpulan/generalisasi Peserta didik menuliskan jawaban diskusi tentang arsitektur PLC	Tugas Menyelesaikan pendidikan lembar kerja oleh siswa, dan/atau membuat rangkuman dari hasil tayangan dan diskusi.	Tes tulis Esai Tes praktik	6 x 7 jp (42 jp)
4.30 Membuat						Kholeh, (2013), Teknik Kontrol Kelas XI, Jakarta:Kemdikbud	

Lampiran 14. Silabus Sistem Pengendali Elektronik

rangkaian PLC sebagai alat pengontrol sebuah sistem (kontroler)	<ul style="list-style-type: none"> - Memprogram PLC - Menggambar rangkaian instalasi sistem dengan PLC - Merangkai sistem kontrol berbantuan PLC - Membuat program PLC untuk sistem kontrol sederhana 	<p>Pengumpulan data</p> <p>Guru membagi kelas dalam beberapa kelompok ditentukan</p> <p>Pembuktian</p> <p>Peserta didik menuliskan jawaban diskusi</p> <p>Menarik kesimpulan/generalisasi</p> <p>Peserta didik difasilitasi guru membuat kesimpulan tentang arsitektur PLC.</p>	<p>Pemberian stimulus terhadap siswa</p> <p>Guru menampilkan tayangan sistem kontrol PLC</p> <p>Peserta didik mengamati tayangan</p> <p>Identifikasi masalah</p> <p>Guru mendorong peserta didik untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan tentang isi tayangan</p> <p>Pengumpulan data</p> <p>Guru membagi kelas dalam beberapa kelompok ditentukan</p> <p>Tugas</p> <p>Menyelesaikan tugas</p> <p>Tes praktik</p> <p>Sudaryono. (2013). Pneumatic dan Hidrolik SMK Kelas XI, Jakarta:Kemdikbud</p>	<p>6 x 7 jp (42 jp)</p>	<p>Sholeh. (2013). Teknik Kontrol Kelas XI,</p>
3.33 Menganalisa rangkaian kontrol yang terdiri dari PLC, pneumatik dan hidrolik	<ul style="list-style-type: none"> - Dasar-dasar pneumatik/hidrolik - Rangkaian kontrol PLC dengan pneumatik/hidrolik - Pengujian kerja rangkaian kontrol yang terdiri dari PLC, pneumatik dan hidrolik 	<p>Pembuktian</p> <p>Peserta didik mendiskusikan pertanyaan yang telah diajukan</p> <p>Menarik kesimpulan/generalisasi</p> <p>Peserta didik menuliskan jawaban diskusi</p> <p>Kesimpulan</p> <p>Peserta didik difasilitasi guru membuat kesimpulan tentang arsitektur PLC</p>	<p>Pembuktian</p> <p>Guru membantu peserta didik mendiskusikan pertanyaan yang telah diajukan</p> <p>Menarik kesimpulan/generalisasi</p> <p>Peserta didik menuliskan jawaban diskusi</p> <p>Kesimpulan</p> <p>Peserta didik difasilitasi guru membuat kesimpulan tentang arsitektur PLC</p>	<p>Tugas</p> <p>Menyelesaikan tugas</p> <p>Tes praktik</p> <p>Sudaryono. (2013). Pneumatic dan Hidrolik SMK Kelas XI, Jakarta:Kemdikbud</p>	<p>Sholeh. (2013). Teknik Kontrol Kelas XI,</p>

Mengetahui,
Kepala Sekolah

BASUKI, M.Pd.
NIP. 19680828 199512 1 003

Wonosari, 2 Januari 2018
Guru Mata Pelajaran

EKA TRIARYANTA, S.Pd.T
NIP. 19810518 200903 1 002

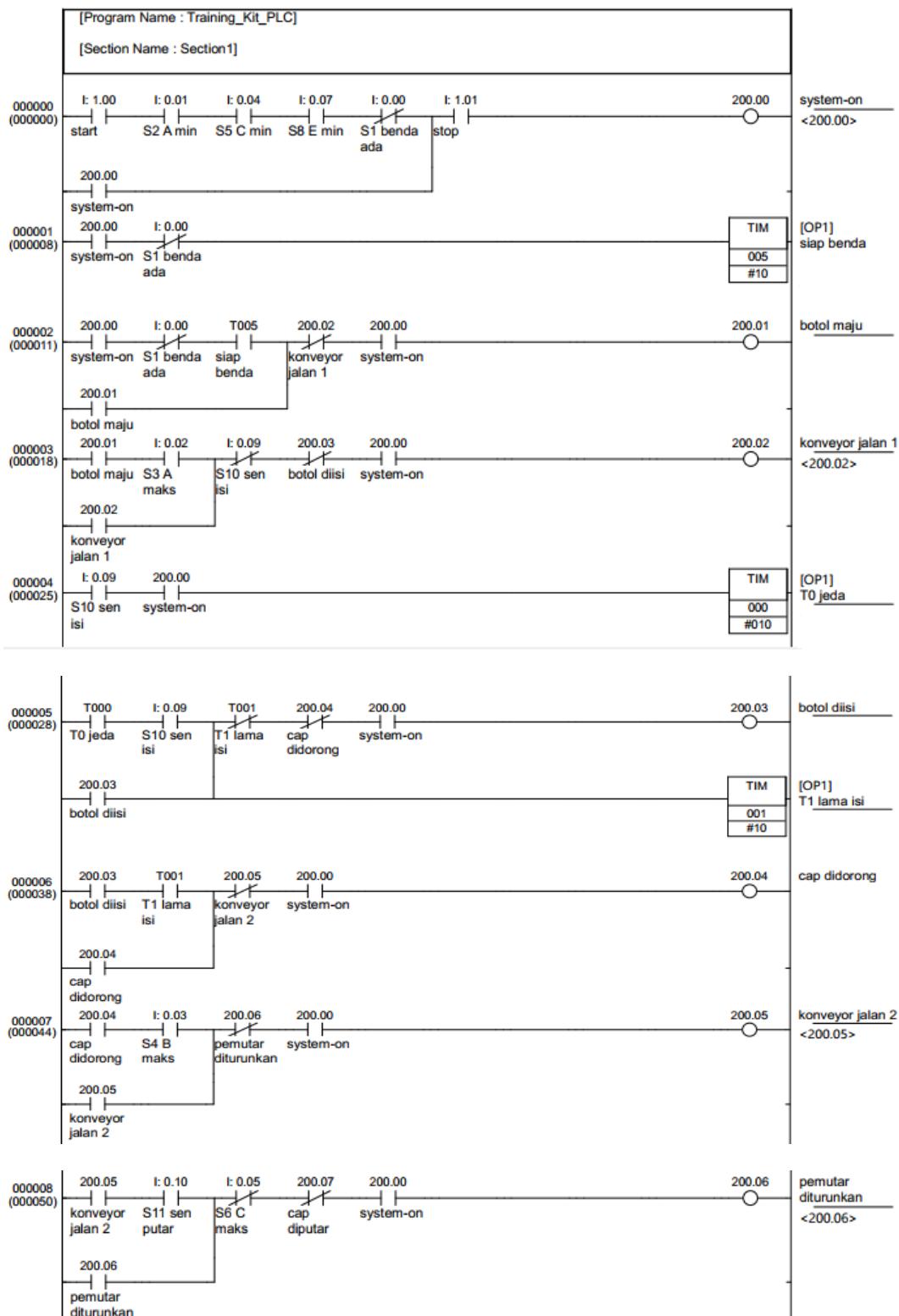
Lampiran 15. Kompetensi Dasar Sistem Pengendali Elektronik

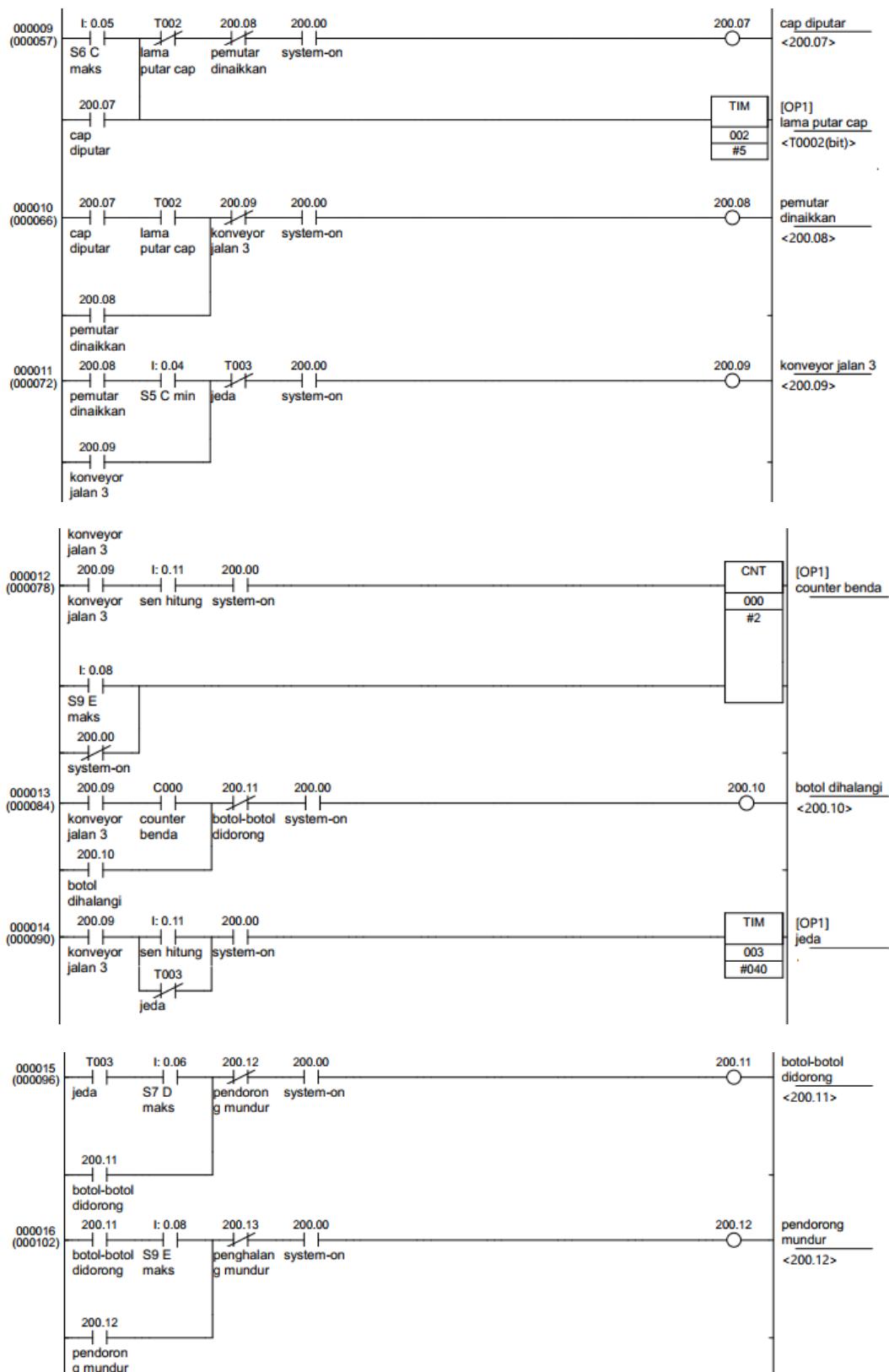
KOMPETENSI DASAR Pengetahuan	KOMPETENSI DASAR Ketrampilan
3.1 Menerapkan Lingkup Teknik kontrol berdasarkan gambar blok diagram	4.1 Membuat gambar blok diagram teknik kontrol terbuka (open loop) dan kontrol tertutup (close loop)
3.2 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pengatur P (proportion)	4.2 Membuat rangkaian pengatur model P (proporsi), dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier)
3.3 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pengatur I (Integration)	4.3 Membuat rangkaian pengatur model I (Integration), dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier)
3.4 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pengatur D (Differensial)	4.4 Membuat rangkaian pengatur model D (Defferential), dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier)
3.5 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pengatur PI (Proportional Integration)	4.5 Membuat rangkaian kontrol dengan komponen elektro mekanikal/relay
3.6 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pengatur PD (Proportional Deferential)	4.6 Membuat rangkaian pengatur model PD (Proportion Defferential), dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier)
3.7 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pengatur PID (Proportional Integration Deferential)	4.7 Membuat rangkaian pengatur model PI (Proportion Integration, Defferential), dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier)
3.8 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pengontrol suhu	4.8 Membuat rangkaian pengontrol suhu dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier)
3.9 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pengatur kecepatan putaran motor dc	4.9 Membuat rangkaian pengatur kecepatan putaran motor dc dengan menggunakan penguat operasional
3.10 Menerapkan operational amplifier (op-amp) pada rangkaian proteksi beban lebih (over load protection)	4.10 Membuat rangkaian proteksi beban lebih (over load protection) dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier)

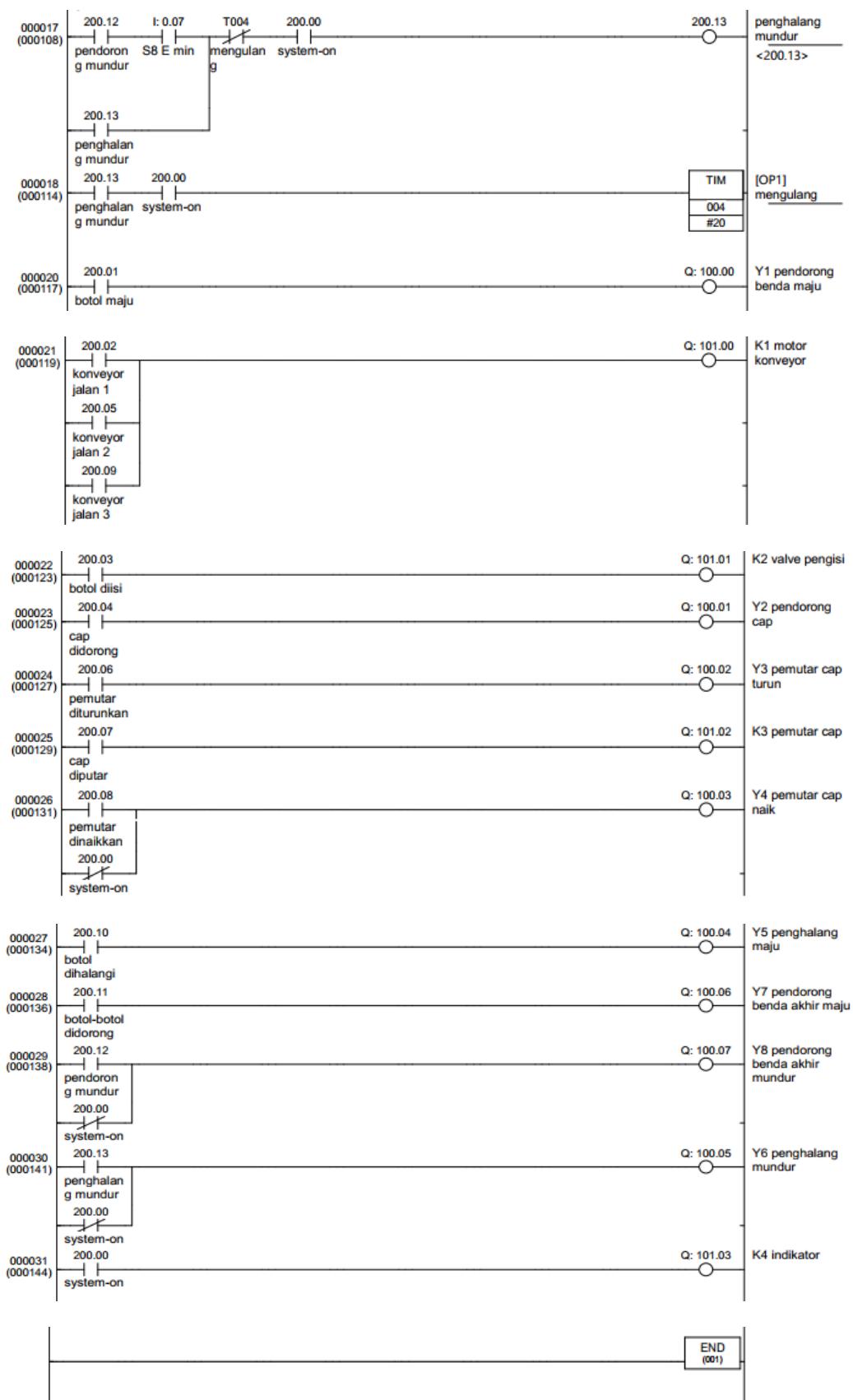
KOMPETENSI DASAR Pengetahuan	KOMPETENSI DASAR Ketrampilan
3.11 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pembangkit gelombang	4.11 Membuat rangkaian pembangkit gelombang kotak, segitiga dan sinus dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier)
3.12 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pembangkit pulsa width modulation (PWM)	4.12 Membuat rangkaian pembangkit gelombang pulsa width mudulation dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier)
3.13 Menerapkan operational amplifier (op-amp) sebagai pengatur kecepatan putaran motor ac	4.13 Membuat rangkaian pembangkit gelombang pulsa width mudulation dengan menggunakan penguat operasional (operational amplifier), untuk pengontrol kecepatan motor ac
3.14 Memahami prinsip kerja konvertor A/D (Analog to Digital) dan D/A (Digital to Analog)	4.14 Menguji dan mengukur kerja rangkaian konvertor A/D (Analog to Digital) dan D/A (Digital to Analog)
3.15 Menerapkan konvertor A/D (Analog to Digital), dengan jaringan resistor	4.15 Membuat rangkaian konvertor A/D (Analog to Digital), dengan jaringan resistor
3.16 Menerapkan kenvertor A/D (Analog to Digital), dengan Operational Amplifier (op amp)	4.16 Membuat rangkaian kenvertor A/D (Analog to Digital), dengan Operational Amplifier (op-amp)
3.17 Menerapkan Konvertor A/D (Analog to Digital) dengan pencacah(counter) yang di umpan balikkan (feedback)	4.17 Membuat rangkaian Konvertor A/D (Analog to Digital) dengan pencacah (counter) yang di umpan balikkan (feedback)
3.18 Memahami pengendalian terbuka (open loop) secara digit	4.18 Menjelaskan prinsip kerja rangkaian pengendali terbuka (open loop) secara digit
3.19 Memahami pengendalian tertutup (close loop) secara digit	4.19 Menjelaskan prinsip rangkaian pengendali tertutup (close loop) secara digit
3.20 Menganalisis pengendalian secara analog dan pengendalian secara digit	4.20 Mengukur dan menguji pengendalian secara analog dan pengendalian secara digit
3.21 Memahami Rangkaian pengendali sistem secara digit	4.21 Menjelaskan prinsip kerja pengendali sistem secara digit

KOMPETENSI DASAR Pengetahuan	KOMPETENSI DASAR Ketrampilan
3.22 Penerapan komputer dalam pengaturan secara digit	4.22 Menginstalasi sistem pengendalian secara digit dengan menggunakan komputer
3.23 Memahami pengendalian numerik	4.23 Menjelaskan prinsip kerja pengendalian numerik
3.24 Menerapkan Lingkup Teknik kontrol berdasarkan gambar blok diagram	4.24 Membuat gambar blok diagram teknik kontrol
3.25 Menerapkan teknik kontrol dengan sistem loop terbuka dan Loop tertutup	4.25 Membuat rangkaian teknik kontrol elektronika dengan sistem loop terbuka dan teknik loop tertutup
3.26 Menganalisis cara kerja rangkaian kontrol menggunakan komponen elektronika	4.26 Menguji kerja rangkaian kontrol menggunakan komponen elektronika
3.27 Menerapkan sistem komunikasi data pada sistem kontrol	4.27 Membuat sistem komunikasi data pada sistem kontrol
3.28 Menerapkan rangkaian kontrol dengan komponen elektro mekanik/relay	4.28 Membuat rangkaian kontrol dengan komponen elektro mekanik/relay
3.29 Mererapkan struktur dan bagian PLC	4.29 Membuat struktur dan bagian PLC
3.30 Menerapkan PLC sebagai alat pengontrol (controller)	4.30 Membuat rangkaian PLC sebagai alat pengontrol sebuah sistem (controller)
3.31 Menerapkan rangkaian kontrol dengan komponen elektro pneumatic	4.31 Membuat rangkaian kontrol dengan komponen elektro pneumatic
3.32 Menerapkan rangkaian kontrol dengan komponen hydraulic	4.32 Membuat rangkaian kontrol dengan komponen hydraulic
3.33 Menganalisa rangkaian kontrol yang terdiri dari PLC, pneumatic dan hydraulic	4.33 Menguji rangkaian kontrol yang terdiri dari PLC, pneumatic dan hydraulic

Lampiran 16. Program Ladder Diagram







Lampiran 17. Foto kegiatan FGD



a).

Peneliti membuka dan memberikan penjelasan singkat terkait FGD yang dilakukan



b).

Peserta FGD berdiskusi tentang training kit dan modul pembelajaran



c).

Foto bersama peserta FGD

Lampiran 18. Foto kegiatan pengujian pengguna



a).
Peneliti memberikan penjelasan singkat dan mendemonstrasikan penggunaan training kit



b).
Siswa melakukan praktik melakukan identifikasi komponen training kit



c).
Siswa melakukan praktik memprogram training kit