

SIMULASI PENGENDALIAN MULTIPROSES INDUSTRI DENGAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER SEBAGAI SARANA DAN BAHAN AJAR PRAKTIK INSTALASI LISTRIK

Sukir

(Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mendapatkan unjuk kerja yang baik tentang simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) sebagai sarana dan bahan ajar Praktik Instalasi Listrik.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang terdiri atas analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan atau implementasi, pengujian unjuk kerja dan perbaikan serta finishing. Pengumpulan data dengan cara observasi. Instrumen yang digunakan antara lain multimeter Sanwa, ceklist deskripsi kerja sarana praktik, angket validasi ahli media, ahli materi dan mahasiswa terhadap kelayakan sarana praktik serta labsheet. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik dan bahan ajar (labsheet) pada Praktik Instalasi Listrik yang mempunyai unjuk yang baik diantaranya: (1) simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik mempunyai deskripsi kerja yang sesuai dengan perencanaan; (2) Hasil pengamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik oleh ahli materi, ahli media dan mahasiswa diperoleh hasil rata-rata total sebesar 2,89 atau 72,25% dalam kategori baik serta (3) Hasil pengamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai bahan ajar (labsheet) oleh ahli materi, ahli media dan mahasiswa diperoleh skor rata-rata total sebesar 2,85 atau 71,25% yang masuk dalam kategori baik.

Kata kunci: multiproses industri, PLC, sarana praktik dan bahan ajar

Pendahuluan

Kurikulum 2002 Program Studi Teknik Elektro D3 tersusun atas dua bagian yaitu mata kuliah bersama (*common-ground*) dan mata kuliah konsentrasi. Salah satu mata kuliah diantara kelompok mata kuliah bersama adalah Praktik Instalasi Listrik berupa mata kuliah praktik dengan bobot 2 sks, pada semester III bertempat di Bengkel Instalasi Listrik. Secara garis besar kompetensi yang diberikan pada mata kuliah ini antara lain instalasi penerangan dan daya, penangkal petir, instalasi *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai kendali motor listrik, tata suara (*sound system*), telepon, jaringan komputer, *Closed Circuit TV System*, *fire alarm system* dan *security alarm system* (PT Elektro FT UNY, 2002). Cakupan kompetensi yang luas, padat dan memerlukan dukungan penguasaan kompetensi dari mata kuliah yang lain harus dikuasai mahasiswa dalam 16 kali tatap muka perkuliahan.

Mata kuliah Praktik Instalasi Listrik mempunyai peran yang sangat strategis dalam kurikulum 2002, karena mata kuliah ini mendasari baik mata kuliah pada konsentrasi Kendali Industri maupun konsentrasi Listrik Industri di semester berikutnya serta mendukung Praktik Industri dan Proyek Akhir di semester VI. Disamping itu melalui mata kuliah ini diharapkan mahasiswa akan mendapatkan bekal ketrampilan yang dibutuhkan di lapangan kerja. Kenyataan inilah yang mengakibatkan status mata kuliah ini sebagai mata kuliah yang wajib lulus bagi mahasiswa serta tetap akan

dipertahankan keberadaannya pada Kurikulum 2008 nanti. Bahkan pada Kurikulum 2008 yang akan diberlakukan mulai tahun akademik 2009/2010 mendatang, jumlah sks mata kuliah Praktik Instalasi Listrik menjadi dua kali lipat dibandingkan pada Kurikulum 2002 yakni menjadi 4 sks yang mencakup praktik instalasi penerangan dan tenaga.

Pelaksanaan perkuliahan Praktik Instalasi Listrik, baik pada saat penerapan Kurikulum 2002 tahun pertama yakni tahun akademik 2003/2004 sampai 2008/2009, belum dapat mengajarkan kompetensi instalasi PLC sebagai kendali motor listrik kepada mahasiswa. Hal ini disebabkan waktu praktik yang terbatas sebagai konsekuensi logis bobot sks yang dimiliki Praktik Instalasi Listrik yang hanya 2 sks sementara kompetensi yang harus diberikan luas dan banyak, Bengkel Instalasi Listrik belum memiliki sarana praktik instalasi PLC sebagai pengendali motor listrik dan belum juga dibuat jobsheetnya. Hal ini menyebabkan mahasiswa tidak memperoleh bekal kompetensi instalasi PLC sebagai pengendali motor listrik. Padahal lulusan yang memiliki kompetensi instalasi PLC sebagai pengendali motor listrik atau mesin-mesin listrik pada saat ini dan di masa yang akan datang sangat dibutuhkan oleh industri. Semula ketiadaan kompetensi instalasi PLC sebagai pengendali motor listrik yang diberikan kepada mahasiswa pada perkuliahan Praktik Instalasi Listrik tersebut diatasi dengan pengharapan bahwa kompetensi instalasi PLC dapat dibekalkan kepada mahasiswa melalui mata kuliah lain yaitu Praktik

Kendali Terprogram pada semester V. Namun kenyataannya kompetensi PLC yang diberikan mahasiswa terbatas dan hanya ditempuh mahasiswa yang mengambil konsentrasi Kendali Industri saja, sedangkan mahasiswa yang mengambil konsentrasi Listrik Industri tidak menempuh mata kuliah tersebut. Lebih-lebih dengan terjadinya musibah kebakaran pada tahun 2007 yang menimpa sebagian gedung laboratorium PT Elektro FT UNY mengakibatkan sarana praktik yang dimiliki salah satu laboratorium habis terbakar termasuk didalamnya adalah unit PLC yang juga ikut ludes. Hal demikian menyebabkan lulusan Program Studi Teknik Elektro D3 FT UNY secara keseluruhan praktis tidak mendapatkan bekal kompetensi PLC yang memadai.

Melalui penelitian ini akan dikembangkan PLC untuk simulasi pengendalian bermacam-macam proses industri seperti ban berjalan, pengaduk bubur kertas, proses penyaring bahan, proses pencetak barang, pencuci mobil otomatis, pompa air bertingkat dan penyemprot cairan otomatis. Dengan demikian dapat diharapkan mahasiswa akan mendapatkan bekal kompetensi instalasi PLC sebagai simulasi pengendalian bermacam-macam proses yang ada di industri. Target luaran penelitian ini adalah sarana praktik (*unit trainer*) berupa hasil pengembangan PLC untuk simulasi pengendalian multiproses industri dan bahan ajar berupa *jobsheet unit trainer* tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan unjuk kerja yang baik dari simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana dan bahan ajar Praktik Instalasi Listrik. Pada penelitian ini dilakukan pembatasan antara lain PLC yang digunakan adalah PLC Zelio dan multiproses industri yang akan dikendalikan oleh PLC berupa simulasi bermacam-macam proses industri mencakup: (1) ban berjalan; (2) pengaduk bubur kertas; (3) proses penyaring bahan; (4) proses pencetak barang; (5) pencuci mobil otomatis; (6) pompa air bertingkat dan (7) penyemprot cairan otomatis.

Programmable Logic Controller (PLC) didefinisikan oleh *The National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) sebagai piranti elektronika digital yang menggunakan memori yang bisa diprogram sebagai penyimpan internal dari sekumpulan instruksi dengan mengimplementasikan fungsi-fungsi tertentu, seperti logika, sekuensial, pewaktuan, perhitungan, dan aritmetika, untuk mengendalikan berbagai jenis mesin ataupun proses melalui modul I/O digital dan atau analog. Sesuai dengan namanya, konsep PLC antara lain: (1) *Programmable*, menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat; (2) *Logic*, menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmetik (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, dan negasi serta

(3) *Controller*, menunjukkan kemampuan menghasilkan output yang diinginkan dalam mengontrol dan mengatur suatu proses.

Fungsi PLC secara umum diantaranya adalah: (1) Kontrol Sekuensial, PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), di sini PLC menjaga agar semua step/langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat serta (2) *Monitoring Plant*, PLC secara terus-menerus memonitor status suatu sistem dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol.

Kontrol PLC yang dapat diprogram menawarkan berbagai keuntungan dibandingkan dengan jenis pengendali *relay*. Pada jenis pengendalian *relay* harus diberikan pengawatan untuk melakukan fungsi khusus. Ketika sistem memerlukan perubahan, pengawatan *relay* harus diubah, dan dimodifikasi, yang memerlukan waktu. Sedangkan pada kontrol yang menggunakan PLC memberikan kemudahan karena PLC dapat diprogram lebih sederhana dan hanya memerlukan sedikit pengawatan tangan. Pengontrol yang dapat diprogram juga menawarkan realibilitas *solid-state*, pemakaian daya yang lebih sedikit dan kemudahan untuk perluasan (Festo, 2004).

Penelitian yang berkaitan dengan PLC diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ari Fatmawati (2006) tentang rancang bangun aplikasi PLC untuk pengendalian konveyor pada pengepakan barang. Dalam penelitian tersebut diperoleh unjuk kerja sistem

kendali yang cukup baik yang ditunjukkan gerakan konveyor pada pengepakan barang yang tepat dan cukup akurat. Namun penelitian ini masih merupakan simulasi dengan pengepakan dan barang yang bukan sebenarnya. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Handy Wicaksono, dkk (2006) tentang komunikasi antara dua PLC TSX Micro 37-21 untuk mengendalikan miniatur produksi minuman. Penelitian ini juga menunjukkan kinerja yang baik dalam mengendalikan produksi minuman. Namun demikian penelitian ini juga masih merupakan simulasi.

Penelitian yang lain dilakukan oleh Sukir, dkk.(2005), tentang robot penyortir barang berbasis mikrokontroler, PLC dan komputer, ternyata menghasilkan kinerja yang baik yang ditunjukkan oleh deskripsi kerja yang sesuai dengan perencanaan dan ketepatan lokasi penempatan barang mencapai 99,66% untuk jarak 30 cm dan 99,83% untuk jarak 60cm. Unjuk kerja demikian dicapai disamping karena kebenaran pemrograman baik mikrokontroler, PLC maupun komputer juga disebabkan oleh komponen-komponen yang ada seperti sensor-sensor, saklar pembatas, tombol start, silinder pneumatik, vacum OFF/ON, motor arus searah dan komponen lainnya dalam kondisi baik dan dapat bekerja dengan baik pula. Oleh karenanya menjadi hal yang penting untuk dilakukan dalam pembuatan sistem pengendalian berbasis PLC adalah pemilihan sensor dan komponen lain berkualitas yang memiliki ketangguhan, kecermatan dan keakuratan yang tinggi.

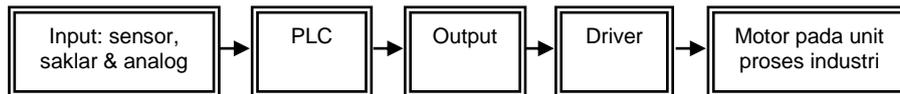
Berkaitan dengan sarana praktik, Dwi Diar Estelita (2008) menyatakan bahwa strategi perguruan tinggi khususnya bidang Pendidikan Teknologi dan Kejuruan dalam menyiapkan sumber daya manusia yang terdidik dan terampil, salah satu di antaranya adalah melengkapi dan mengembangkan sarana praktik. Pengembangan sarana praktik merupakan unsur yang perlu mendapatkan perhatian dalam rangka menciptakan iklim belajar kondusif sebagai upaya menghasilkan lulusan yang terampil dan berkualitas. Ketersediaan sarana praktik yang memadai dalam jenis dan jumlah yang sesuai dengan tuntutan kompetensi merupakan hal yang sangat mendasar untuk dipenuhi.

Sarana praktik minimal dalam bidang teknik yang harus ada di Pendidikan Teknologi dan Kejuruan terutama sarana praktik yang berhubungan dengan bidang keterampilan. Oleh karena itu sarana praktik perlu diarahkan dengan strategi sarana praktik keterampilan minimum harus mutlak dimiliki. Sarana praktik tersebut digunakan untuk melatih keterampilan dasar dalam bentuk yang sederhana, model atau simulasi. Sedangkan sarana praktik keterampilan lanjutan perlu dikembangkan melalui kerja sama dengan dunia usaha/dunia industri yang bergerak dalam bidang yang relevan. Dengan sarana praktik lanjutan tersebut mahasiswa dapat memperoleh pengalaman sebenarnya dengan berbagai keterampilan yang harus dikuasainya dalam bentuk perkuliahan langsung di lapangan bukan dalam bentuk praktik industri yang hanya beberapa bulan.

Pentingnya pengembangan bahan ajar disampaikan oleh Sungkono (2003) bahwa mengembangkan bahan ajar berarti mengajarkan suatu mata pelajaran melalui tulisan. Oleh karena itu, prinsip-prinsip yang digunakan dalam mengembangkan bahan ajar sama dengan yang digunakan dalam pembelajaran biasa. Bedanya adalah, bahasa yang digunakan bersifat setengah formal dan setengah lisan, bukan bahasa buku teks yang bersifat sangat formal. Sedangkan menurut Sadiman (1989) pengembangan instruksional yang berfokus pada produk dapat didefinisikan sebagai proses yang sistematis untuk memproduksi bahan instruksional yang lebih khusus, berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan sehingga dapat dihasilkan suatu bentuk program (produk), yang paling efektif dan efisien apabila digunakan dalam proses belajar mengajar dalam waktu pencapaian yang sudah ditentukan.

Pengembangan bahan ajar sebagai pendekatan sistematis dalam merancang, mengevaluasi, dan memanfaatkan keterhubungan fakta, konsep, prinsip, atau teori yang terkandung dalam mata pelajaran atau pokok bahasan yang mengacu pada tujuan pembelajaran (Suhartono, 2003). Mengembangkan bahan ajar memang tidak dapat sekaligus, tetapi harus bertahap, disamping itu juga isinya baru, bukan saja berupa teori atau gagasan si penulisnya tetapi juga disertai latihan-latihan. Maksudnya agar bahan ajar tersebut mampu menampilkan sisi kognitif, psikomotorik dan afektif dari siswa atau peserta didiknya (Soekartawi, 1995).

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang mengadopsi pada Sugiyono (2006) yang terdiri atas analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan atau implementasi, pengujian unjuk kerja dan perbaikan serta *finishing*. Secara blok diagram pengembangan PLC untuk pengendalian multiproses industri seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik

Deskripsi kerja blok diagram simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana dan bahan ajar praktik seperti ditunjukkan pada Gambar 1 di atas diantaranya adalah blok input berupa sensor, besaran analog atau digital serta saklar akan memberikan masukan kepada PLC. Kemudian PLC akan memproses berdasarkan program yang dibuat untuk mengoperasikan *relay-relay* output PLC. Selanjutnya output PLC akan menggerakkan driver berupa relai atau *Magnetic Contactor* untuk mengendalikan beroperasinya motor-motor listrik pada unit proses industri.

Metode Penelitian

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah observasi. Data tersebut berupa hasil pengamatan terhadap

pengujian unjuk kerja sarana praktik PLC meliputi pengukuran beberapa besaran listrik dari sarana praktik dan deskripsi kerja. Disamping itu akan diperoleh pula data tentang tingkat kelayakan berupa tanggapan ahli materi, ahli media dan mahasiswa terhadap kualitas produk yang dikembangkan ditinjau dari aspek relevansi materi, aspek kemanfaatan, aspek teknis komponen *jobsheet*, aspek teknis dan unjuk kerja sarana praktik PLC, aspek kriteria komponen isi unit praktik, aspek kriteria komponen penyajian *jobsheet*, aspek kriteria komponen ilustrasi *jobsheet*, dan aspek kriteria komponen kualitas sarana praktik PLC. Untuk memperoleh data digunakan instrumen antara lain multimeter Sanwa, ceklist deskripsi kerja sarana praktik, angket validasi ahli media, ahli materi dan mahasiswa terhadap kelayakan sarana praktik dan *labsheet*. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan tentang simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik dan bahan ajar (*jobsheet*). Secara garis besar langkah-langkah yang telah ditempuh dalam penelitian ini antara lain seperti berikut ini.

Pertama, untuk membantu dalam perancangan alat maka perlu adanya identifikasi kebutuhan terhadap sarana praktik yang akan dibuat, antara lain:

- 1) Kebutuhan akan adanya unit input berupa sensor, saklar, besaran analog atau digital.
- 2) Kebutuhan akan adanya PLC sebagai otak sistem pengendalian.
- 3) Kebutuhan akan adanya *relay-relay* output dan penunjangnya.
- 4) Kebutuhan akan adanya *driver* sebagai perantara yang menjembatani bekerjanya komponen arus lemah dan arus kuat sistem pengendalian.
- 5) Kebutuhan akan adanya simulasi unit multiproses industri yang mencakup :
 - a) Ban berjalan
 - b) Mesin pengaduk bubur kertas.
 - c) Mesin penyaring bahan.
 - d) Mesin pencetak barang.
 - e) Pencuci mobil otomatis.
 - f) Pompa air bertingkat
 - g) Penyemprot cairan otomatis.

Kedua, secara garis besar simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC direncanakan mempunyai deskripsi kerja antara lain seperti berikut ini.

1) Ban berjalan

Ban berjalan terdiri atas 3 buah motor, motor A dan B berputar ke kanan menggerakkan belt, selanjutnya motor A berhenti namun

motor B masih bekerja ke kanan sampai belt menyentuh saklar pembatas sehingga mati. Proses selanjutnya motor B dan C bergerak ke kiri sampai posisi tertentu kemudian motor C berhenti namun motor B masih bekerja ke kiri sampai menyentuh batas tertentu untuk berhenti. Demikian proses berulang seperti semula.

2) Mesin pengaduk bubur kertas

Mesin pengaduk bubur kertas terdiri atas 2 buah motor listrik yang memutar sudu-sudu dengan urutan kerja motor A dan B sama-sama bekerja ke kanan, setelah beberapa menit Motor A dan B sama-sama bekerja ke kiri, kemudian dilanjutkan Motor A ke kanan sedangkan motor B ke kiri, kemudian motor A ke kiri dan motor B ke kanan serta kemudian proses kerja kembali seperti semula secara terus menerus dan otomatis. Dengan variasi arah putaran ke dua motor maka dapat diharapkan aliran bubur kertas turbulen sehingga lebih merata campuran adonannya.

3) Mesin penyaring bahan

Mesin penyaring bahan terdiri atas tiga buah motor, Motor A dan B bekerja ke kanan dan ke kiri bersama-sama untuk menggerakkan saringan, sedangkan Motor C bekerja untuk menuangkan bahan yang akan disaring.

4) Mesin pencetak barang.

Mesin pencetak barang terdiri atas 3 buah motor, motor A bergerak mengantarkan bahan baku, kemudian motor B menggerakkan sistem hidrolis untuk mencetak bahan baku

tersebut, sedangkan motor C bergerak untuk membawa hasil cetakan tersebut.

5) Pencuci mobil otomatis.

Motor A bekerja untuk menyemprotkan air ke mobil, kemudian motor B menyemprotkan cairan sabun, selanjutnya motor C bergerak menyikat kotoran yang melekat pada mobil. Proses selanjutnya motor A kembali bekerja untuk menyiram air sebagai pembilas. Selanjutnya motor D bergerak untuk mengeringkan mobil serta motor E menyemprotkan cairan pengkilap. Proses berulang sampai diperoleh hasil cucian yang bersih.

6) Pompa air bertingkat.

Motor A bekerja memompa air ke bak I sampai penuh, selanjutnya motor B bekerja memompa air ke bak II sampai penuh serta motor C bekerja memompa air ke bak III sampai penuh. Motor A, B dan C akan bekerja kembali jika air sudah habis secara otomatis dan berurutan.

7) Penyemprot cairan otomatis.

Motor A bergerak ke kanan dan ke kiri membawa penyemprot cairan, sedangkan motor B bekerja menyemprotkan cairan pada batas-batas tertentu sesuai dengan sensor yang dipasang. Demikian proses bekerja secara otomatis.

Ketiga, pembuatan sarana praktik simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC dilakukan dengan merangkai

setiap blok dan antar blok menjadi satu kesatuan sistem yang saling terkait satu sama lain. Sedangkan pembuatan jobsheet simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC dilakukan setelah sarana praktik selesai.

Keempat, pengujian sarana praktik dan jobsheet simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC dimaksudkan untuk mengumpulkan data tentang unjuk kerja sarana praktik dan kualitas bahan ajar (*jobsheet*) yang dikembangkan, baik dari aspek relevansi materi, aspek kemanfaatan, aspek teknis komponen *jobsheet*, aspek teknis dan unjuk kerja sarana praktik, aspek kriteria komponen isi sarana praktik, aspek kriteria komponen penyajian *jobsheet*, aspek kriteria komponen ilustrasi *jobsheet*, dan aspek kriteria komponen kualitas fisik sarana praktik. Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis, dan digunakan untuk memperbaiki atau menyempurnakan produk yang dikembangkan, dengan proses pengujian produk seperti itu diharapkan unjuk kerja sarana praktik dan bahan ajar yang dikembangkan menjadi baik. Dalam melakukan pengujian unjuk kerja sarana praktik, tentunya akan membutuhkan beberapa instrumen. Instrumen yang digunakan dalam pengujian ini antara lain multimeter dan ceklist kelayakan sarana praktik dan labsheet.

Adapun hasil pengujian unjuk kerja simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik dan bahan ajar (*jobsheet*) adalah seperti berikut ini.

1) Pengujian diskripsi kerja

Pengujian deskripsi kerja PLC untuk simulasi pengendalian multiproses industri sebagai sarana praktik disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian deskripsi kerja PLC untuk simulasi pengendalian multiproses industri sebagai sarana praktik

No	Diskripsi kerja	Uji I	Uji II
		Ya/Tdk	Ya/Tdk
1	Ban berjalan : Ban berjalan terdiri atas 3 buah motor, motor A dan B berputar ke kanan menggerakkan belt, selanjutnya motor A berhenti namun motor B masih bekerja ke kanan sampai belt menyentuh saklar pembatas sehingga mati. Proses selanjutnya motor B dan C bergerak ke kiri sampai posisi tertentu kemudian motor C berhenti namun motor B masih bekerja ke kiri sampai menyentuh batas tertentu untuk berhenti. Demikian proses berulang seperti semula.	Ya	Ya
2	Mesin pengaduk bubur kertas : Mesin pengaduk bubur kertas terdiri atas 2 buah motor listrik yang memutar sudu-sudu dengan urutan kerja motor A dan B sama-sama bekerja ke kanan, setelah beberapa menit Motor A dan B sama-sama bekerja ke kiri, kemudian dilanjutkan Motor A ke kanan sedangkan motor B ke kiri, kemudian motor A ke kiri dan motor B ke kanan serta kemudian proses kerja kembali seperti semula secara terus menerus dan otomatis. Dengan variasi arah putaran ke dua motor maka dapat diharapkan aliran bubur kertas turbulen sehingga lebih merata campuran adonannya.	Ya	Ya
3	Mesin penyaring bahan Mesin penyaring bahan terdiri atas tiga buah motor, Motor A dan B bekerja ke kanan dan ke kiri bersama-sama untuk menggerakkan saringan, sedangkan Motor C bekerja untuk menuangkan bahan yang akan disaring.	Ya	Ya

4	Mesin pencetak barang: Mesin pencetak barang terdiri atas 3 buah motor, motor A bergerak mengantarkan bahan baku, kemudian motor B menggerakkan sistem hidrolis untuk mencetak bahan baku tersebut, sedangkan motor C bergerak untuk membawa hasi cetakan tersebut.	Ya	Ya
5	Pencuci mobil otomatis. Motor A bekerja untuk menyemprotkan air ke mobil, kemudian motor B menyemprotkan cairan sabun, selanjutnya motor C bergerak menyikat kotoran yang melekat pada mobil. Proses selanjutnya motor A kembali bekerja untuk menyiram air sebagai pembilas. Selanjutnya motor D bergerak untuk mengeringkan mobil serta motor E menyemprotkan cairan pengkilap. Proses berulang sampai diperoleh hasil cucian yang bersih.	Ya	Ya
6	Pompa air bertingkat. Motor A bekerja memompa air ke bak I sampai penuh, selanjutnya motor B bekerja memompa air ke bak II sampai penuh serta motor C bekerja memompa air ke bak III sampai penuh. Motor A, B dan C akan bekerja kembali jika air sudah habis secara otomatis dan berurutan.	Ya	Ya
7	Penyemprot cairan otomatis. Motor A bergerak ke kanan dan ke kiri membawa penyemprot cairan, sedangkan motor B bekerja menyemprotkan cairan pada batas-batas tertentu sesuai dengan sensor yang dipasang. Demikian proses bekerja secara otomatis.	Ya	Ya

- 2) Pengamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan sebagai PLC sarana praktik

Pengamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik dilakukan oleh 2 orang dosen ahli materi dan 2 orang dosen ahli

media. Secara ringkas hasil pengamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media diperoleh skor rata-rata sebesar 2,88. Jika dinyatakan dalam persen maka skor rata-rata total tersebut dibandingkan dengan skor maksimum sebesar 4 diperoleh 72 %.

Selanjutnya kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik juga diamati oleh 16 orang mahasiswa yang secara ringkas diperoleh skor rata-rata sebesar 2,98. Skor rata-rata tersebut dapat dinyatakan dalam persen terhadap skor maksimum sebesar 4, diperoleh harga 74,5 %. Apabila diambil rata-rata terhadap skor pengamatan ahli materi, ahli media dan mahasiswa maka diperoleh skor rata-rata total sebesar 2,89 atau 72,25 %.

- 3) Pengamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sebagai bahan ajar (*labsheet*).

Pengamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai bahan ajar praktik (*labsheet*) diberikan oleh 2 orang dosen ahli materi, 2 orang dosen ahli media dan 16 orang mahasiswa. Secara ringkas hasil pengamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai bahan ajar (*labsheet*) yang diberikan oleh ahli materi, ahli media dan mahasiswa diperoleh skor rata-rata total sebesar 2,85 atau

dinyatakan dalam persen terhadap skor maksimum 4 diperoleh 71,25 %.

Kelima, revisi atau perbaikan berdasarkan data yang diperoleh dalam pengujian unjuk kerja simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik dan bahan ajar (*jobsheet*) dalam pembelajaran Praktik Instalasi Listrik maka dijadikan acuan untuk melakukan perbaikan sarana praktik dan *jobsheet* tersebut.

Keenam, *finishing* terhadap sarana praktik dilakukan dengan pembenahan bagian-bagian yang belum tertata dengan rapi. Kegiatan *finishing* meliputi menguatkan konstruksi mekanik, membersihkan sarana praktik dan pemberian tulisan keterangan pada sarana praktik. Sedangkan *finishing* terhadap *jobsheet* terutama dilakukan dengan pembenahan tampilan *jobsheet*.

Dengan memperhatikan data pengujian deskripsi kerja seperti tersebut di atas menunjukkan bahwa simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik dan bahan ajar (*jobsheet*) Praktik Instalasi Listrik mempunyai kinerja yang baik yang ditunjukkan oleh deskripsi kerja yang sesuai dengan perencanaan. Hal ini terjadi disamping karena kebenaran pemrograman pada masing-masing simulasi pengendalian proses industri juga disebabkan oleh komponen-komponen yang digunakan dapat bekerja sebagaimana fungsinya. Namun demikian kekurangan

dari simulasi pengendalian bermacam-macam proses produksi industri tersebut adalah proses produksi industri baru sebatas dasar simulasi atau belum sampai aplikasi simulasi produksi. Hal ini disebabkan karena keterbatasan sarana dan prasarana yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Hasil pengamatan kelayakan oleh ahli materi terhadap simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik memperoleh skor rata-rata sebesar 2,81 yang berarti bahwa materi yang ada pada sarana praktik ini mempunyai unjuk kerja yang baik untuk digunakan dalam pembelajaran di kelas. Dari data hasil angket yang diberikan kepada ahli materi ada beberapa hal yang belum berkategori baik yaitu menyangkut kemudahan contoh aplikasi, komposisi materi, kualitas konstruksi produk, tata letak komponen serta kualitas kemasan. Sedangkan indikator lainnya termasuk dalam kategori baik. Pengamatan kelayakan oleh ahli media terhadap simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik memperoleh skor rata-rata sebesar 2,88 yang berarti bahwa simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai media atau sarana praktik mempunyai unjuk kerja yang baik dalam penggunaan pembelajaran di kelas. Namun indikator yang belum berkategori baik diantaranya adalah tingkat kesulitan materi, kualitas konstruksi produk serta kualitas kemasan. Demikian halnya pengamatan kelayakan oleh mahasiswa terhadap simulasi

pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik memperoleh skor rata-rata sebesar 2,98 yang berarti bahwa simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai media atau sarana praktik mempunyai unjuk kerja yang baik dalam penggunaan pembelajaran di kelas. Namun demikian menurut mahasiswa masih ada indikator yang belum berkategori baik yaitu tentang tingkat kesulitan materi, kemudahan contoh aplikasi, kualitas konstruksi produk, tata letak komponen serta kualitas kemasan.

Hasil pengamatan oleh ahli materi terhadap kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sebagai bahan ajar (*labsheet*) mendapatkan skor rata-rata sebesar 2,79 yang termasuk kategori baik. Sedangkan hasil pengamatan oleh ahli media terhadap kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai bahan ajar (*labsheet*) memperoleh skor rata-rata sebesar 2,80 termasuk dalam kategori baik. Disamping itu diperoleh pula hasil pengamatan oleh mahasiswa terhadap kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sebagai bahan ajar (*labsheet*) yang menunjukkan skor rata-rata sebesar 2,96 termasuk kategori baik. Apabila ketiga pengamatan kelayakan tersebut diambil rata-rata total ternyata diperoleh skor rata-rata total sebesar 2,85 atau 71,25 % masuk dalam kategori baik. Dengan demikian simulasi pengendalian multiproses industri

menggunakan PLC sebagai sebagai bahan ajar (*labsheet*) mempunyai tingkat kelayakan yang baik untuk diimplementasikan dalam pembelajaran praktik. Namun demikian masih ada indikator yang dinilai belum baik oleh ahli materi, ahli media maupun mahasiswa yang menyangkut indikator tentang kemenarikan penyajian materi, sistematika penyajian materi, pengaturan tampilan, kesesuaian ilustrasi, kejelasan ilustrasi, keterangan penjelasan ilustrasi, keserasian tampilan serta mutu cetakan. Tentu saja indikator-indikator seperti tersebut di atas yang dinilai belum baik dijadikan sebagai acuan untuk perbaikan.

Simpulan

Simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik dan bahan ajar (*labsheet*) pada Praktik Instalasi Listrik mempunyai unjuk kerja yang baik yang ditandai antara lain sebagai berikut: (1) Simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik pada Praktik Instalasi Listrik mempunyai deskripsi kerja yang sesuai dengan perencanaan; (2) Hasil pegamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai sarana praktik oleh ahli materi, ahli media dan mahasiswa diperoleh hasil rata-rata total sebesar 2,89 atau 72,25 % masuk dalam kategori baik; dan (3) Hasil pengamatan kelayakan simulasi pengendalian multiproses industri menggunakan PLC sebagai bahan ajar (*labsheet*) oleh ahli materi,

ahli media dan mahasiswa ternyata diperoleh skor rata-rata total sebesar 2,85 atau 71,25% masuk dalam kategori baik.

Daftar Pustaka

- Ari Fatmawati. (2006). *Rancang Bangun Aplikasi PLC Untuk Pengendalian Konveyor pada Pengepakan Barang*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Dwi Diar Estellita. (2008). *Strategi Perguruan Tinggi Bidang Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Dalam Menyiapkan Sumber Daya Manusia Yang Terdidik dan Trampil*. Prosiding Seminar Internasional Revitalisasi Pendidikan Kejuruan Dalam Pengembangan SDM Nasional. Padang : Universitas Negeri Padang.
- Festo. (2004). *Programmable Logic Controller*. Jakarta : PT Festo.
- Handy Wicaksono, dkk. (2006). *Komunikasi Antara Dua PLC TSX Micro 37-21 Untuk Mengendalikan Miniatur Produksi Minuman*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- PT Elektro FT UNY. (2002). *Silabus Mata Kuliah Kurikulum 2002 PT Elektro FT UNY*. Yogyakarta: PT Elektro FT UNY.
- Sadiman, A.A, dkk. (2007). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Simulasi Pengendalian Multiproses Industri dengan Programmable Logic Controller Sebagai Sarana dan Bahan Ajar Praktik Instalasi Listrik (Sukir)

Soekartawi, dkk. (1995). *Meningkatkan Rancangan Instruksional (Instructional Design) untuk Memperbaiki Kualitas Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Suhartono, dkk. (2003). *Pengembangan Bahan Ajar*. Bahan Sajian Program Akta Mengajar. Malang : FIP Universitas Negeri Malang.

Sukir, dkk. (2005). *Robot Penyortir Barang Berbasis Mikrokontroler, PLC dan Komputer*. Yogyakarta : TPSDP UNY-Dikti Depdiknas.

Sungkono, dkk. (2003). *Pengembangan Bahan Ajar*. FIP: UNY.