**Jurnal Vokasi Teknik Mesin dan Fabrikasi Logam**
**Vol. 3, No. 1, April 2024**
**e-ISSN: 2985-4547**

# Rancang Bangun Media Ajar Pneumatik Berbasis PLC

Marliani[(1,a)*], Ahyar M[(1,b)] dan Zulkarnain Arifin[(2,c)]
[(1)]Perawatan dan Perbaikan Mesin, Akademi Teknik Soroako, Sorowako, 91984, Indonesia
Email : [(a*)]marliani@ats-sorowako.ac.id, [(b)] ahyar@ats-sorowako.ac.id,
[(c)]zulkarnain@atssorowako.ac.id

## ABSTRAK

Media ajar praktikum merupakan elemen penting dalam pendidikan vokasi, khususnya untuk mensimulasikan proses industri yang kompleks. Penelitian ini membahas rancang bangun media ajar pneumatik berbasis PLC yang dirancang untuk mensimulasikan beberapa proses industri seperti sistem pendorong barang, belt conveyor, sistem sortir, dan sistem angkat. Penelitian ini melibatkan beberapa tahapan, termasuk perencanaan, perancangan, pembuatan, uji coba, dan finalisasi. Rangkaian kendali PLC dibuat dalam bentuk Ladder Diagram dan disimulasikan terlebih dahulu di komputer sebelum diuji pada sistem media ajar yang sebenarnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media ajar ini layak digunakan dalam proses pembelajaran, terutama bagi siswa yang mempelajari dasar-dasar sistem pneumatik dan kendali berbasis PLC. Media ini tidak hanya membantu dalam pemahaman konsep, tetapi juga meningkatkan keterampilan praktis siswa dalam mempersiapkan mereka menghadapi situasi kerja di dunia industri.

**Kata Kunci** *: Pneumatik, PLC, Media Ajar, rangkaian, diagram*

## ABSTRACT

*Teaching aids for practical courses are crucial in vocational education, especially for simulating complex industrial processes. This research discusses the design and development of a pneumatic-based teaching aid controlled by a PLC, aimed at simulating various industrial processes such as item pushing systems, belt conveyors, sorting systems, and lifting systems. The research involved several stages, including planning, designing, manufacturing, testing, and finalization. The PLC control circuits were created in Ladder Diagram format and initially simulated on a computer before being tested on the actual teaching aid system. The results indicate that this teaching aid is feasible for use in educational processes, particularly for students learning the fundamentals of pneumatic systems and PLC-based control. This aid not only helps in understanding the concepts but also enhances students' practical skills, preparing them for real-world industrial work environments.*

***Keywords:*** *Pneumatik, PLC, Practicum Media, circuit, diagram*

| Submit: | Revised: | Accepted: | Available online: |
|---|---|---|---|
| 25.03.2024 | 27.03.2024 | 29.03.2024 | 01.04.2024 |

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan merupakan pendidikan yang dirancang untuk mempersiapkan peserta didik atau individu yang memasuki dunia kerja dan mampu mengembangkan sikap profesional di bidang kejuruan. Pendidikan kejuruan di Indonesia yang dikembangkan di antaranya adalah Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk tingkat pendidikan menengah, dan akademi atau politeknik untuk tingkat Pendidikan tinggi. Lulusan dari masing-masing sekolah vokasi tersebut diharapkan menjadi individu yang produktif yang mampu bekerja menjadi tenaga kerja menengah dan memiliki kesiapan untuk menghadapi persaingan kerja [1].

Dalam proses belajar mengajar pada pendidikan vokasi khususnya pada program praktik atau praktikum, peserta didik diharapkan dapat menguasai kompetensi keteknikan yang menjadi tujuan pembelajaran dari mata pelajaran tersebut. Proses penyampaian sebuah materi diajarkan lebih baik jika menggunakan sebuah media pembelajaran atau media praktikum sebagai perantara yang dikaitkan langsung dengan kondisi aktual di dunia kerja, terutama yang berhubungan dengan bidang teknik. Penggunaan media ajar dalam proses belajar mengajar atau praktikum dapat menumbuhkan keinginan dan minat yang baru bagi peserta didik, membangkitkan motivasi belajar, dan bahkan membawa pengaruh psikologis. Selain meningkatkan motivasi belajar peserta didik, media ajar juga dapat meningkatkan pemahaman terhadap kondisi aktual pemanfaatan atau aplikasi sistem yang dipelajari [1].

Kurikulum yang berlaku pada sekolah vokasi pada dasarnya merupakan kurikulum yang dirancang untuk memberi kesempatan berkembangnya kompetensi kerja yang relevan dengan perkembangan permintaan pasar kerja. Selain itu, kurikulum juga dirancang memberi ruang gerak pada peserta didik untuk mengembangkan dan melakukan aktivitas kerja yang dapat memberi konstribusi terhadap kecakapan hidup di lingkungan masyarakatnya. Salah satu kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik tingkat SMK ataupun mahasiswa akademi teknik atau politeknik khususnya spesialisasi bidang teknik mesin adalah kompetensi terkait sistem pneumatik. Sedangkan untuk sistem pengendalian pada umumnya dibutuhkan kompetensi terkait PLC. Dalam hal ini dibutuhkan media ajar atau media praktikum yang dapat mewakili sistem kerja atau proses industri yang memanfaatkan sistem pneumatik dan PLC sebagai pengendalinya [2][3].

Pada penelitian ini akan di rancang media pneumatik yaitu bagaimana proses kerja atau sistem industri yang menggunakan simulator pneumatik berbasis PLC agar dapat dipahami peserta didik, bagaimana bentuk konstruksi yang interaktif dan mudah digunakan sesuai tingkat pendidikan, dan bagaimana merancang media praktikum ini agar hasilnya kuat, ringan dan portable.

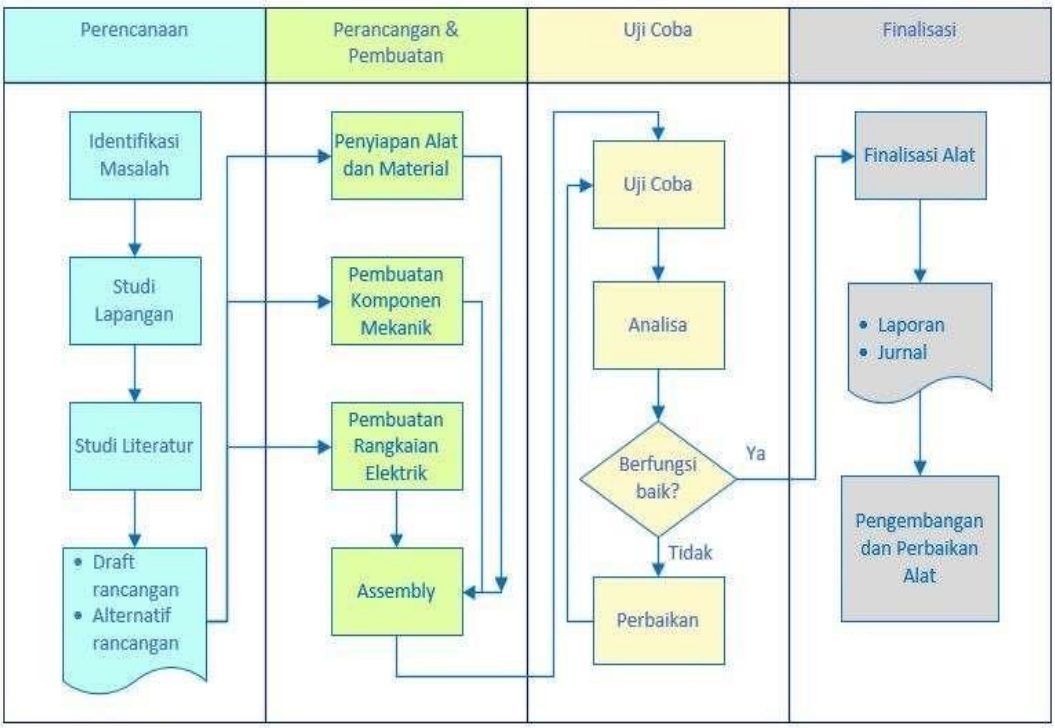
*Programmable Logic Control* sendiri merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses [4]. Sedangkan pneumatik adalah teori tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan [5].

## METODE PENELITIAN

### I. Tahap Perancangan

Tahap perancangan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental. Seperti yang situnjukkan pada Gambar 1 di bawah. Metode penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut [6] :

1. Tahap perencanaan
2. Tahap perancangan dan pembuatan alat
3. Tahap uji coba dan analisa
4. Tahap finialisasi




***Gambar 1. Flow Chart Pembuatan media Ajar***

*A. Tahap Perencanaan*

Tahap perancanaan dimulai dengan melakukan identifikasi permasalahan melalui studi lapangan maupun studi literatur. Langkah ini dilakukan untuk memperoleh data dan informasi mengenai media ajar yang ada pada praktik pneumatik sekarang ini. Data dan informasi diperoleh kemudian dianalisa untuk menghasilkan suatu rancangan, daftar tuntutan, alternatif rancangan, dan pemilihan rancangan yang tepat, seperti yang di gambarkan pada tabel 1. Daftar tuntutan akan menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan rancangan. Tuntutan dibuat berdasarkan beberapa aspek-aspek proses manufaktur, desain, biaya dan waktu konstruksi, dan estetika. Dengan adanya daftar tuntutan rancangan akan lebih baik dan jelas proses pengerjaannya

*B. Tahap perancangan dan pembuatan alat*

Tahap ini terdiri atas dua sub tahapan yaitu tahap perancangan dan tahap pembuatan. Hasil dari tahap perancangan akan dilanjutkan dalam tahap pembuatan. Jika dalam proses pembuatan ditemukan desain rancangan yang perlu diperbaiki, maka masih dapat dilakukan tahap perancangan.

Proses yang dilakukan dalam perancangan media ajar ini adalah sebagai berikut [7]:

1. Membuat sketsa dari rancangan awal dari pembuatan media ajar.
2. Merancang beberapa alternatif.
3. Menentukan spesifikasi komponen
4. Memilih alternatif
5. Membuat gambar kerja

Pada sub tahap pembuatan, dilakukan proses penyiapan material, pembuatan komponen-komponen mekanik, listrik, dan pneumtik yang dapat dilakukan secara mandiri. Pada tahap ini juga dilakukan pemeriksaan mutu (*quality control*) terhadap komponen-komponen yang dibuat untuk mendeteksi ketidaksesuaian sedini mungkin. Tabel 3.2 memperlihatkan proses manufaktur yang diperlukan dalam pembuatan komponen mekanik dari media ajar. Proses Assembly atau perakitan dilakukan setelah semua komponen telah selesai. Pemilihan bahan dan konstruksi menjadi prioritas utama terutama terkait dengan biaya dan waktu pengerjaan, tetapi tetap memperhatikan faktor

fungsi dan keselamatan kerja untuk mendapatkan mesin yang bekerja optimal dan umur media ajar yang panjang

C. *Tahap Uji Coba*

Tahap uji coba terdiri atas pengujian komponen media sebelum dirakit, pengujian perangkat lunak, dan pengujian media simulator. Proses pengujian yang dilakukan pada komponen-komponen media seperti pengujian tekanan kerja, pengujian fungsi katup dan piston, pengujian fungsi modul PLC, dan pengujian fungsi power supply. Pengujian perangkat lunak berupa pengujian terhadap program PLC yang dibuat secara simulasi atau secara langsung pada modul output PLC. Pengujian media simulator berupa *running test* atau menjalankan media ajar yang telah dibuat untuk mengetahui kinerja atau fungsi media ajar tersebut.

Data hasil pengujian dianalisis adalah data waktu pengerjaan atau perakitan instalasi simulator sampai berhasil di uji coba. Data ini menjadi dasar dalam penetapan jenis simulasi yang sesuai dengan kompotensi peserta didik yang akan dibuat dalam bentuk simulator.

Secara umum, analisa hasil pengujian dibuat untuk mengetahui kesesuaian hasil pengujian dengan tujuan atau target yang telah ditetapkan. Proses perbaikan akan dilakukan pada media simulator jika hasil uji coba belum sesuai dengan yang telah ditetapkan.

D. *Tahap finalisasi*

Proses finalisasi merupakan bagian akhir dari proses tugas akhir. Pada dasarnya proses finalisasi adalah proses perbaikan atau penyempurnaan alat setelah tahapan pengujian dan juga proses penyelesaian laporan akhir karya tulis setelah pengujian dalam sidang tugas akhir

***Tabel 1. Tuntutan Rancangan***

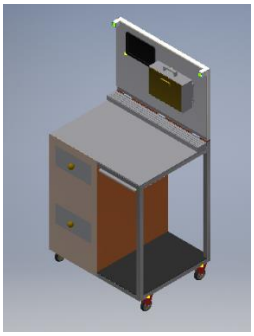
| No | Tuntutan | Kriteria Tuntutan |
|---|---|---|
| 1 | Desain | 1. Bentuk media ajar sederhana<br>2. Proses pengerjaan dapat dilakukan di kampus<br>3. Suku cadang mudah didapatkan<br>4. Material yang digunakan mudah diperoleh |
| 2 | Biaya dan waktu | 1. Komponen mudah diperoleh dan murah<br>2. Biaya pembuatan relatif murah<br>3. Waktu pengerjaan sesuai dengan batas waktu yang diberikan<br>4. Proses *assembly* dan pengujian cepat |
| 3 | Konstruksi | 1. Konstruksi rangka sederhana<br>2. Mudah dalam perakitan<br>3. Dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama<br>5. Rangkaian pneumatik sederhana |
| 4 | Proses manufaktur | 1. Proses *assembly* mudah<br>2. Rangkaian pneumatik dan PLC sederhana<br>3. Pembuatan benda kerja mudah<br>4. Pembuatan komponen dudukan piston mudah dibuat |
| 5 | Fungsi dan Pengoperasian | 1. Pengoperasian mudah<br>2. Dapat mengatur posisi silinder sesuai dengan latihan yang diberikan oleh instruktur<br>3. Penyetingan tidak rumit |

| | | |
|---|---|---|
| | | 4. Mudah dibongkar pasang |
| 6 | Keamanan dan Perawatan | 1. Perawatan mudah<br>2. Aman digunakan di luar maupun di dalam ruangan<br>3. Instalasi kelistrikan rapi dan teratur<br>4. Komponen utama kelistrikan mudah dibongkar |

## II. Pemilihan Alternatif Rancangan

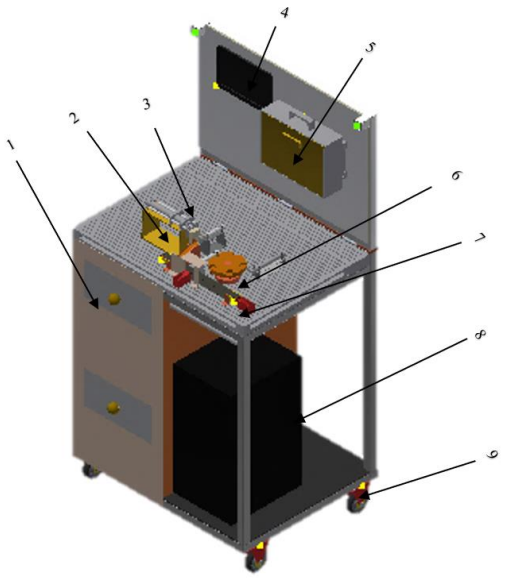
Dalam pembuatan media simulator ini, alternatif rancangan dibuat pada konsep seperti: bentuk konstruksi media seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, meja landasan dengan pemilihan 3 bahan yakni tripleks, susunan fiber, dan Alumunium profil. Sedangkan bahan konstruksinya dipilih dua alternatif yakni Hollow Alumunium dan kayu. Pada masing-masing konsep dibuat dua atau tiga pilihan alternatif. Kelebihan dan kekurangan masing-masing alternatif tersebut ditinjau untuk menjadi dasar penilaian pemilihan alternatif.

*Tabel 2. Alternatif Bentuk Konstruksi Media*

| No. | Nama | Alternatif | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 1 | Meja Horisontal |  | Kelebihan:<br>• Konstruksinya sederhana dan mudah dalam perakitan.<br>Kekurangan:<br>• Sulit untuk dipindahkan<br>• Keamanan untuk monitor, kurang. |
| 2 | Meja Vertikal |  | Kelebihan:<br>• Tidak menggunakan tempat yang terlalu luas<br>• Sedikit menggunakan material<br>Kekurangan:<br>• Sulit digunakan untuk merangkai simulator<br>• Komponen-komponen pneumatik berpotensi untuk jatuh saat digunakan |
| 3 | Meja Lipat |  | Kelebihan:<br>• Terdapat bagian penyimpanan peralatan dan CPU.<br>• Dapat dilipat untuk mengurangi penggunaan tempat pada saat disimpan.<br>• Mudah dipindahkan karena memiliki roda.<br>• Komponen elektrikal dapat dipindah-pindahkan.<br>Kekurangan:<br>• Banyak menggunakan material.<br>Material mahal. |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan akhir media ajar pneumatik berbasis PLC ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini. Bagian-bagian pada media ajar yang ditunjukkan pada gambar yaitu: (1) laci, (2) piston, (3) meja, (4) monitor, (5) PLC, (6) dudukan benda keja, (7) conveyor, (8) CPU, dan (9) roda. Komponen utama media ajar pneumatik berbasis PLC yang dirancang terdiri dari tiga jenis komponen yaitu komponen elektrik (Gambar 3), komponen Pneumatik (Gambar 4) dan komponen mekanik (Gambar 5).



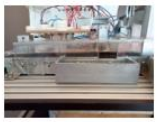

***Gambar 2. Rancangan Media Ajar Pneumatik berbasis PLC***

| No | Nama Alat | Gambar | Spesifikasi |
|---|---|---|---|
| 1 | PLC |  | - Merek: Zelio<br>- Tipe: SR3B261FU<br>- Power: 100...240 VAC<br>- Output Relay: 24VDC 8A or 5A<br>240VAC 8A or 5A |
| 2 | Komputer |  | - Processor: Intel Core 2 Duo<br>- RAM: 1 Gigabyte<br>- OS: Windows 7 – 32bit |
| 3 | Power Supply |  | - Input: 220V 5A<br>- Output: 24V 5A |
| 4 | Motor DC |  | - Input voltase: 12 Volt<br>- Rpm: 50 Rpm<br>- Stall Torsi: 9kilogram<br>- Berat: 80gram |
| 5 | MCB |  | - Merek: Merlin Gerin<br>- Voltase: 230 Volt<br>- Tipe: YY120341 |

***Gambar 3. Komponen-komponen Elektrik***

| No. | Nama Alat | Gambar | Spesifikasi |
|---|---|---|---|
| 1 | Selenoid |  | Merek: SMC<br>Tipe: SY3120T-5MNZE<br>Jenis: 52 way<br>Voltase: 24 Volt DC<br>Load Preasure: 0,15 – 0,7 Mpa |
| 2 | Kompresor |  | Merek: Sparmax<br>Tipe: TC-610h<br>Motor: 16 HP AC<br>Tekanan: 40 – 80 psi |
| 3 | Piston Pneumatik |  | Merek: Airtac<br>Model: 16 x 50 (1 ea), 16 x 100 (2 ea)<br>Panjang Aktuator: 50 mm dan 100 mm |
| 4 | Selang Pneumatik |  | Merek: Ashun<br>Bahan: Polyurathane<br>Dimensi: 2,5 x 4 |
| 5 | Speed control valve |  | Merek: Pisco<br>Dimensi Fitting: 4 mm |
| 6 | Reducer |  | Redusi penampungan dari selang 6 mm ke selang 4 mm |

***Gambar 4. Komponen-komponen Pneumatik***

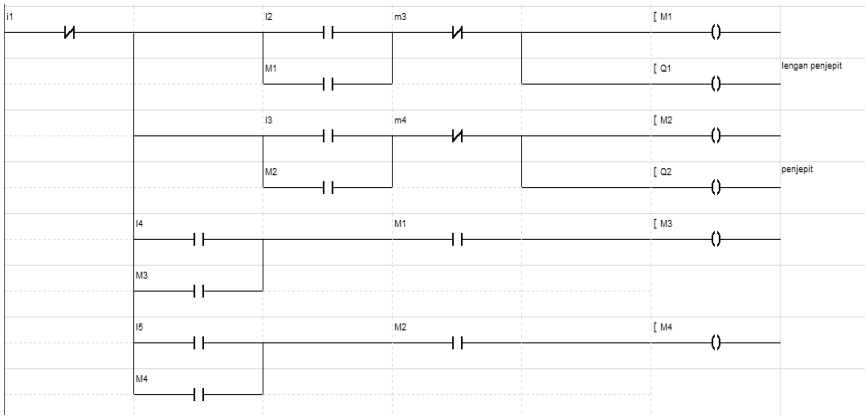
| | Nama Alat | Gambar | Spesifikasi |
|---|---|---|---|
| 1 | Rangka dan bodi media praktikum |  | Material rangka: hollow almunium 40 x 40 mm<br>Material dudukan meja dan layar: fiber 5 mm<br>Dimensi media:<br>Panjang: 1696 mm<br>Lebar: 700 mm<br>Tinggi: 950 mm |
| 2 | *Belt conveyor* |  | *Belt Conveyor* Berfungsi mengangkut benda latihan. |
| 3 | Jalur mekanisme benda |  | Jalur mekanisme benda berfungsi sebagai Jalur benda yang sesuai dengan dunia industri. |
| 4 | Benda (teflon) |  | Berat: 50gram<br>Dimensi: ǿ 38 mm |

***Gambar 6. Komponen- Komponen Mekanik***

Rangkaian simulasi media praktikkum pneumatik berbasis PLC terdiri atas rangkaian utama dan rangkaian pengendali. Rangkaian utama adalah rangkaian pneumatik terdiri atas sistem pneumatik dan elektrik dengan memanfaatkan udara bertekanan dari kompresor diteruskan ke manifold untuk didistribusikan ke katup pengarah dan pengendali. Sinyal output dari PLC diolah oleh katup pengendali untuk menggerakkan aktuator. Sedangkan rangkaian pengendali adalah rangkain PLC yang merupakan sistem elektrik. Program PLC disini menggunakan diagram ladder (Gambar 6) dibuat untuk mengendalikan katup selenoid pada rangkaian utama sistem pneumatik [8]. Input-input berupa saklar maupun sensor mekanik memberikan sinyal masukan pada PLC untuk diolah dan dikendalikan sehingga menghasilkan sinyal output yang ditransmisikan ke katup pengendali sistem pneumatic.

Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan dua simulasi percobaan, yaitu simulasi dengan menggunakan satu piston dan simulasi dua piston. Pengujian satu piston mensimulasikan pergerakan piston mendorong atau memutar dudukan benda kerja. simulasi ini menggunakan satu sensor limit switch. Pengujian dua piston mensimulasikan pergerakan penjepit dan lengan penjepit. simulasi ini menggunakan 3 sensor limit switch. Pada pengujian media ajar ini terdapat beberapa kriteria waktu penilaian, yaitu waktu instalasi rangkaian PLC, waktu rangkaian pneumatik, waktu transfer program, waktu pengujian simulasi, dapat di lihat pada Tabel 3 dan Tabel 4

Tabel 3 memperlihatkan data hasil pengujian pada 1 piston dengan mahasiswa tingkat 3. Dari hasil pengujian yang dilakukan dimulai dari instal rangkaian PLC, instal rangkaian pneumatik dan transfer program. Pada setiap pengujian mempunyai total waktu yang berbeda. Adapun rata-rata waktu yang dibutuhkan mahasiswa untuk menyelesaikan pengujian rangkaian satu piston, yaitu 440,4 detik atau 7,34 menit. Sementara Tabel 4 memperlihatkan data hasil pengujian pada 2 piston dengan mahasiswa tingkat 3. Dari hasil pengujian yang dilakukan dimulai dari instal rangkaian PLC, instal rangkaian pneumatik dan transfer program. Pada setiap pengujian mempunyai total waktu yang berbeda. Adapun rata-rata waktu yang dibutuhkan mahasiswa untuk menyelesaikan pengujian rangkaian dua piston, yaitu 542,53 detik atau 9,04 menit.




***Gambar 7. Ladder Diagram PLC***

***Tabel 3. Hasil Simulasi 1 Piston***

| No | Peserta | Waktu Instalasi dan Uji Coba (detik) | | | | Total waktu | Hasil Pengujian |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | R.PLC | Pneumatik | T.program | Pengujian | | |
| 1 | Mahasiswa 1 | 79 | 47 | 152 | 192 | 469 | Berhasil |
| 2 | Mahasiswa 2 | 27 | 61 | 96 | 129 | 312 | Berhasil |
| 3 | Mahasiswa 3 | 22 | 57 | 143 | 144 | 369 | Berhasil |
| 4 | Mahasiswa 4 | 68 | 86 | 144 | 191 | 488 | Berhasil |
| 5 | Mahasiswa 5 | 95 | 132 | 154 | 186 | 567 | Berhasil |

***Tabel 4. Hasil Simulasi 2 Piston***

| No | Peserta | Waktu Instalasi dan Uji Coba (detik) | | | | Total waktu | Hasil Pengujian |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | R.PLC | Pneumatik | T.program | Pengujian | | |
| 1 | Mahasiswa 1 | 81 | 150 | 204 | 252 | 687 | Berhasil |
| 2 | Mahasiswa 2 | 64 | 87 | 135 | 182 | 469 | Berhasil |
| 3 | Mahasiswa 3 | 90 | 132 | 153 | 192 | 567 | Berhasil |
| 4 | Mahasiswa 4 | 69 | 90 | 138 | 153 | 450 | Berhasil |
| 5 | Mahasiswa 5 | 84 | 126 | 144 | 186 | 540 | Berhasil |

## KESIMPULAN

Proses perancangan dan pembuatan media ajar pneumatik berbasis PLC telah selesai dilakukan, diawali dengan membuat membuat gambar disain pada program inventor, pembuatan mekanik dan elektronik, pembuatan rangkaian kendali PLC dalam bentuk *ladder diagram*. Media ajar pneumatik berbasis PLC yang telah dirancang dan dibuat memiliki simulasi kerja dengan rangkaian pneumatik maupun elektrikal yang sederhana (rangkaian dengan 5 piston bergerak secara bergantian) sehingga memungkinkan untuk dirangkai oleh peserta didik terutama yang telah mendapatkan materi dasar PLC. Media ajar pneumatik berbasis PLC ini dibuat dari material aluminium dan fiber dengan dimensi 950mm x 700mm x 1696 mm dengan konstruksi fleksibel dan mudah dibongkar pasang.

## REFERENSI

[1] Handayani Ririn, "Penidikan vokasi dan revitalisasi SMK," Radar Jawapos, 20 April 2018. [Online]. Available: *https://radarjamber.* [Diakses August 2019].

[2] Bryan, LA and Bryan, E.A.1997.*"Programmable Controllers Theory and Implementation."*America : Printed and bound in the Uniterd State Of America. [online].

Available : *Jawapos.com/red/2018/04/20/66489/*Pendidikan vokasi-dan-revitalisasi-smk. [diakses August 2019]

[3] Putri Sofia Sari Dewi, *" Pengembangan Media Pembelajaran Dasar Elektro Pneumatik Berbasis Android Kelas XI Program Keahlian Mekatronika Di SMK Pangudi Luhur Leonardo Klaten".* Universitas Negri Yogyakarta

[4] Ahyar M, Zulkarnain Arifin, *" Rancang Bangun Media Praktikum Sistem Pneumatik Berbasis PLC".* Akademi Teknik Soroako

[5] Fadhullah Irdan, Cisco Julian Madao, Angriawan Riki "*Rancang Bangun Sistem Media Ajar Pneumatik Berbasis PLC"* Akademi Teknik Sorowako, 2017

[6] K. Akbar, Ruswan, Ridwan, Ruhani, Syahrial, Hendro dan Marsyal. *"Perancangan dan pembuatan media simulasi PLC berbasis Mekatronika"* Akademi Teknik Sorowako 2010

[7] Darmawan, H. 2000 *"Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)"* Jakarta : Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.

[8] Riadi, Muchlisin 2000 "*Zelio Smart Relay*" [Online]. Available : http://www.kajianpustaka.com/2012/10/zelio-smart-relay.html [diakses Agust 2019]