**SISTEM PEMROGRAMAN PADA *TRAINER* MESIN GERGAJI SISTEM *PNEUMATIC ELECTRIC* BERBASIS *PLC***

**Leland Adam Syakuro**

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: lelandsyakuro16050423030@mhs.unesa.ac.id

**Wahyu Dwi Kurniawan**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas negeri Surabaya

Email: wahyukurniawan@unesa.ac.id

**Abstrak**

Proses pemotongan kayu yang dilakukan oleh para pekerja atau pengrajin kayu masih menggunakan gergaji potong dengan *basic* sistem manual atau semi otomatis. Hal ini memberikan konsekuaensi bahwa tenaga kerja sering mengalami kelelahan sehingga produktivitas kurang optimal. Hal ini yang membuat penulis terdorong untuk melakukan penelitian tentang sistem pemrograman pada trainer mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis *PLC*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisa sistem pemrograman dan efektivitas pemograman pada trainer mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis *PLC.* Untuk mencapai tujuan dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode Research and Development (R&D) atau penelitian pengembangan berbasis eksperimen pada pemrograman trainer mesin gergaji berbasis *PLC*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa (1) sistem pemrograman *PLC* pada trainer mesin gergaji dirancang menggunakan software Cx-progammer dalam 3 kondisi yaitu (a) program 1 tombol dengan 4 port input, 3 port output, 2 buah t*imer;* (b) program 2 tombol dengan 5 port input, 3 port output, 1 buah *timer,* 1 relay dalam; dan (c) program 3 tombol dengan 6 port input, 3 port output, dan 1 relay dalam. Ketiga program tersebut tergabung menjadi satu dalam 1 file sehingga memudahkan operator ketika ingin mengoperasikan *trainer* mesin gergaji; (2) Efektivitas program *PLC* yang diterapkan pada trainer mesin gergaji tergolong baik karena dari pengujian lamanya langkah maju maupun mundur pada 3 jenis kayu yang berbeda diperoleh hasil yang konsisten dan stabil.

***Kata Kunci:*** *Trainer*mesin gergaji*,* sistem pemrograman*, PLC, pneumatic electric*

**Abstract**

*Wood cutting process carried out by the workers or craftsmen still use a chop saw with the basic system of manual or semi-automatic. This gives konsekuaensi that workers often experience fatigue so that productivity is less than optimal. It makes authors are encouraged to conduct research on system programming on trainer machine electric saws pneumatic PLC-based system. The purpose of this study is to analyze the programming system and the effectiveness of programming on trainer machine electric saws pneumatic PLC-based system. To achieve the objectives of this research, the writer in the Research and Development (R & D) or experimental development research based on programming PLC-based trainer chainsaws. Based on research that has been done, it can be concluded that (1) the PLC programming system trainer sawing machines are designed using software Cx-programmer in three conditions, namely (a) program one button with 4 input ports, 3 output ports, 2 timers; (B) program two buttons with 5 input ports, 3 output ports, 1 timer, 1 relay in; and (c) 3 program buttons with six input ports, 3 output ports, and 1 relay inside. The Program was incorporated into one in one file making it easier for operators when they want to operate the trainer chainsaws; (2) The effectiveness of the PLC program is applied to the trainer chainsaws quite good because of the duration testing step forward or backward at 3 different wood species obtained results consistent and stable.*

***Keywords:*** *Trainer chainsaws, programming systems, PLC, pneumatic electric*

|  |
| --- |
| **PENDAHULUAN** |
| Merujuk dari perkembangan teknologi di era globalisasi yang menuntut inovasi maka pembahasan ini lebih memfokuskan pengaplikasian alat dan media pembelajaran *(trainer)* khususnya pada mesin gergaji potong menggunakan sistem *pneumatic electric* berbasis *PLC.* Sistem *pneumatic electric* adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggeraknya. Cara kerja *pneumatic* sama saja dengan hidrolik yang membedakannya hanyalah tenaga penggeraknya. Pada aplikasinya sistem *pneumatic* didukung dengan *PLC (Programable Logic Controller)* untuk mengotrol alat agar bisa dioperasikan.*.* *PLC (Programable Logic Controller)* didefinisikan sebagai suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi spesifik seperti logika, *timing, counting,* dan aritmatika untuk mengontrol suatu mesin industri sesuai input yang dimasukkan oleh pemrogram. Oleh karna itu Penulis terdorong untuk menyelesaikan permasalahan diatas dengan menyusun tugas akhir (TA) yang berjudul “Sistem Pemrograman Pada “*Trainer* Mesin Gergaji Sistem *Pneumatic Electric* Berbasis *PLC”. PLC* (*Programmable Logic Controller)* ialah rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor yang beroperasi secara digital, menggunakan *programmable memory* untuk menyimpan instruksi yang berorientasi kepada pengguna, untuk melakukan fungsi khusus seperti logika*, sequencing, timing, arithmetic*, melalui input baik analog maupun *discrete*/digital, untuk berbagai proses permesinan.Berdasarkan jumlah *input/output* yang dimilikinya ini. secara umum PLC dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar: (Ujang Sonjaya. Rancang Bangun Sistem Kontrol. 1) |

Dari latar belakang masalah di atas dapat di identifikasi beberapa masalah diantaranya, Belum adanya mesin gergaji dengan sistem *PLC* yang tepat, Pada mesin gergaji manual operator mesin sering mengalami kelelahan karena belum dilengkapi dengan program *PLC,* Pemrograman *PLC* belum memenuhi kriteria pada mesin gergaji sehingga tidak dapat digunakan, Pada mesin gergaji manual efektivitasnya masih rendah dan sering mengalami hambatan.

Merujuk identifikasi masalah maka pembahasan penelitian ini dibatasi pada Sistem pemrograman pada *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric* menggunakan software Cx Progammer dan*PLC* yang digunakan yaitu *PLC* OMRON CP1H-X40DRA Sehingga dapat ditarik rumusan Mmsalah berdasarkan identifikasi yaitu:

* Bagaimana rancangan pemrograman pada *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis *PLC?.*
* Bagaimana efektivitas dari program *PLC* pada *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric?.*

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah ialah:

Untuk mengetahui rancangan sistem pemrograman pada *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric* berbasis *PLC* dan mengetahui efektivitas dari program *PLC* pada *trainer* mesin gergaji sistem *pneumatic electric.*

**METODE**

Penilitian ini menggunakan jenis *Research & Development (R & D)* Penelitian dengan menggunakan proses penelitian dan pengembangan. Dengan tempat penelitian adalah Laboratorium Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Unesa dan Waktu penilitian dilakukan pada tahun akademik 2018/2019.

Menentukan Topik Penelitian

Menyusun Proposal

Identifikasi Kriteria Perancangan Program *PLC*

Studi Literatur

Logika Berfikir

Membuat *Flow*c*hart* Program

Seminar Proposal

Tidak

Ya

Membuat Program *PLC*

Uji Coba Program pada CX Progammer serta pada Mesin Gergaji

Pengambilan Data

Analisis dan pembahasan

Kesimpulan

Tidak

Sesuai

Sesuai

Gambar 1 *Flowchart* Metode Penelitian

**Menentukan Topik Penelitian**

Topik penelitian yang dipilih penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah Pemrograman pada *Trainer* Mesin Gergaji Sistem *Pneumatic Electric* Berbasis *PLC* karena tingginya produksi kayu di Indonesia yang masih menggunakan mesin manual yang mengharuskan manusia bekerja ekstra sehingga banyak yang mengalami kelelahan dalam proses pemotongan kayu.

**Kriteria Pemilihan Komponen**

* Tidak adanya error pada program di Cx Progammer.
* Mudah di operasikan,
* Mesin harus memiliki efektivitas yang maksimal dengan menggunakan program *PLC* ketika digunakan berulang kali.

**Logika Berfikir**

* + - * + Penggerak utama gergaji agar bisa berputar yakni Motor dengan daya 12 PK yang di sambungkan oleh poros *pulley,*
        + Benda kerja yang nantinya akan dipotong oleh gergaji didorong dengan *Pneumatic* bertekanan 6 bar jenis c9 *katalog festo* tipe *dsbc,*
        + *Pneumatic* mendapatkan tekanan dari Kompressor yang nantinya tekanan tersebut akan di atur pada *valve* katup cekik,
        + Mesin gergaji ini dioperasikan oleh pemrograman *PLC* yang nantinya di rancang pada Cx Progammer.

**Membuat Program *PLC***

Program *PLC* dibuat menggunakan aplikasi Cx Programmer dengan setting PLC CP1H-X40DRA yang nantinya akan di gunakan untuk mengoperasikan mesin gergaji.

**Uji Coba Program pada Cx Progammer serta Mesin Gergaji**

Dalam Uji coba program kita bisa mengetahui apakah mesin bisa berfungsi dengan baik dan sesuai dengan program yang direncanakan. Dari data yang diambil apakah terjadi penyimpangan yang cukup signifikan diantara data–data yang sama, atau hasil yang diambil merupakan data yang relatif sama.

Menghidupkan motor

Menekan tombol 1

*Timer* menghitung selama 5 detik

*Solenoid* maju hingga menyentuh  *limit switch*, *Solenoid* berhenti

*Timer* menghitung selama 10 detik

*Solenoid* mundur hingga menyentuh  *limit switch*, *Solenoid* berhenti

Menekan tombol 2, mesin berhenti

Gambar 2 *Flowchart* Program 1 Tombol

Menghidupkan relay dan motor

Menekan tombol 2

*Solenoid* berhenti

*Solenoid* maju hingga menyentuh *limit switch*

*Timer* mulai menghitung selama 5 detik

Menekan tombol 1

*Solenoid* mundur hingga menyentuh *limit switch*

*Solenoid* berhenti

Menekan tombol 3, mesin berhenti

Gambar 3 *Flowchart* Program 2 Tombol

Menekan tombol 3

*Solenoid* maju hingga menyentuh *limit switch*

*Solenoid* berhenti

Menghidupkan relay dan motor

Menekan tombol 2

Menekan tombol 1

*Solenoid* mundur hingga menyentuh *limit switch*

*Solenoid* berhenti

Menekan tombol 4, mesin berhenti

Gambar 4 *Flowchart* Program 3 Tombol

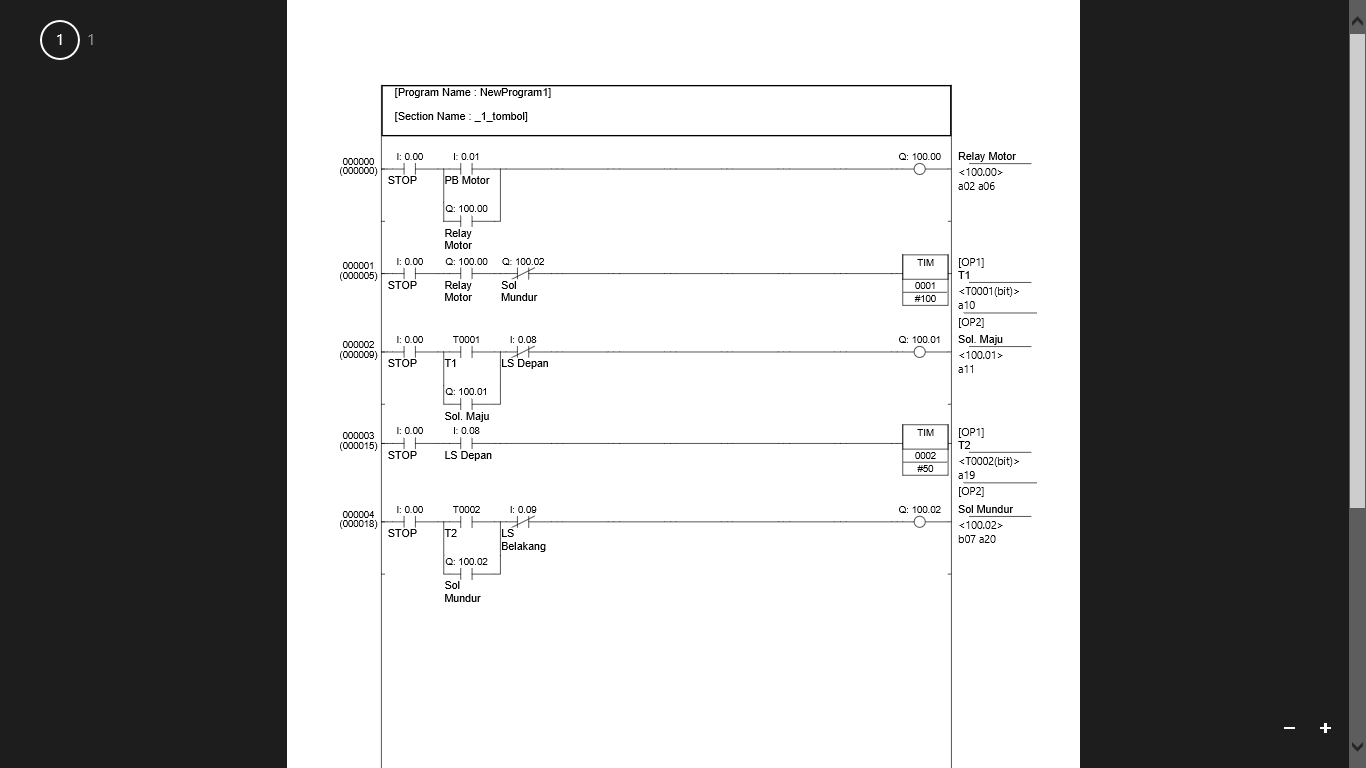
**Kesimpulan**

Setelah analisa kerja alat dilakukan terhadap hasil pengujian, maka akan didapatkan suatu kesimpulan yang bisa diambil dengan berdasarkan data-data yang telah ada.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pemrograman**

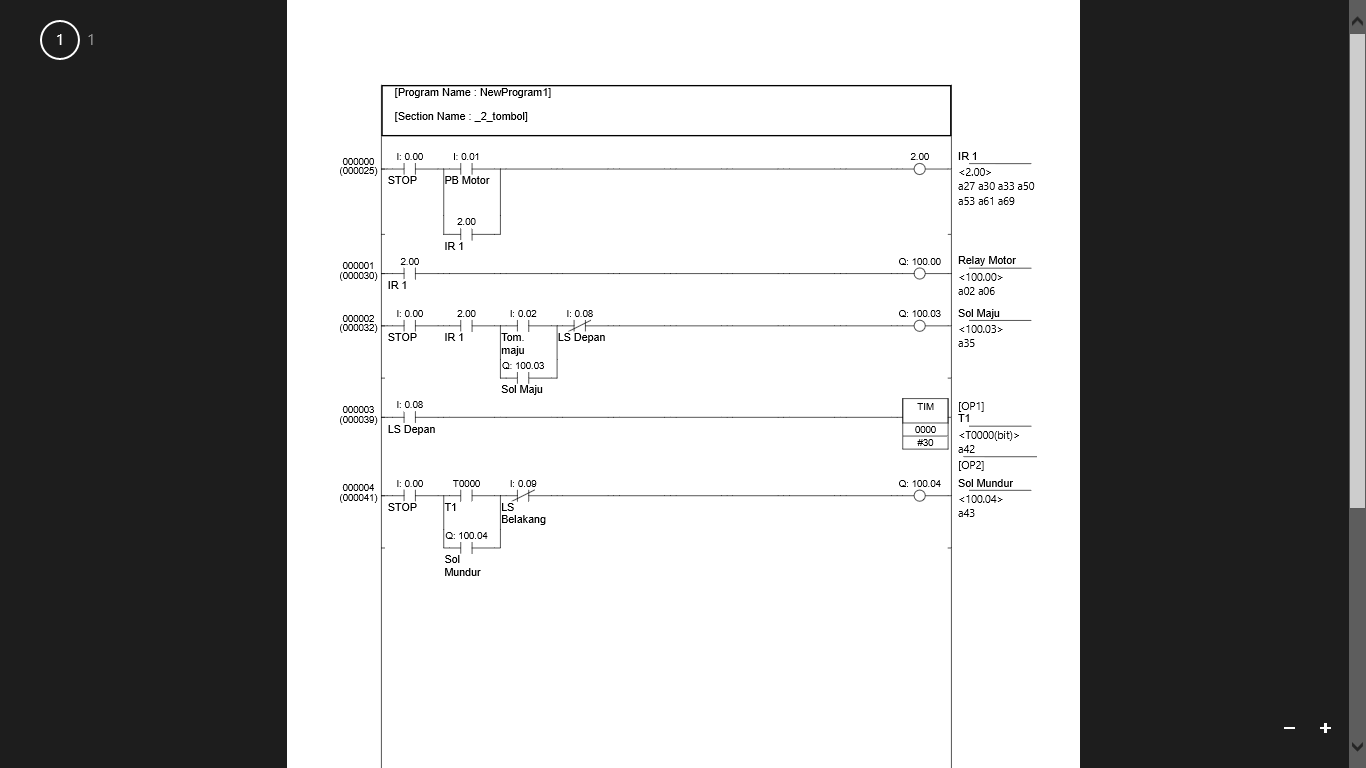
Sistem pemrograman *PLC* pada trainer mesin gergaji dirancang menggunakan software Cx-progammer dalam 3 kondisi dapat dilihat pada gambar 5, 6, 7.



Gambar 5 Rangkaian Program 1 Tombol

Tabel 1 Keterangan Alamat Program 1 Tombol

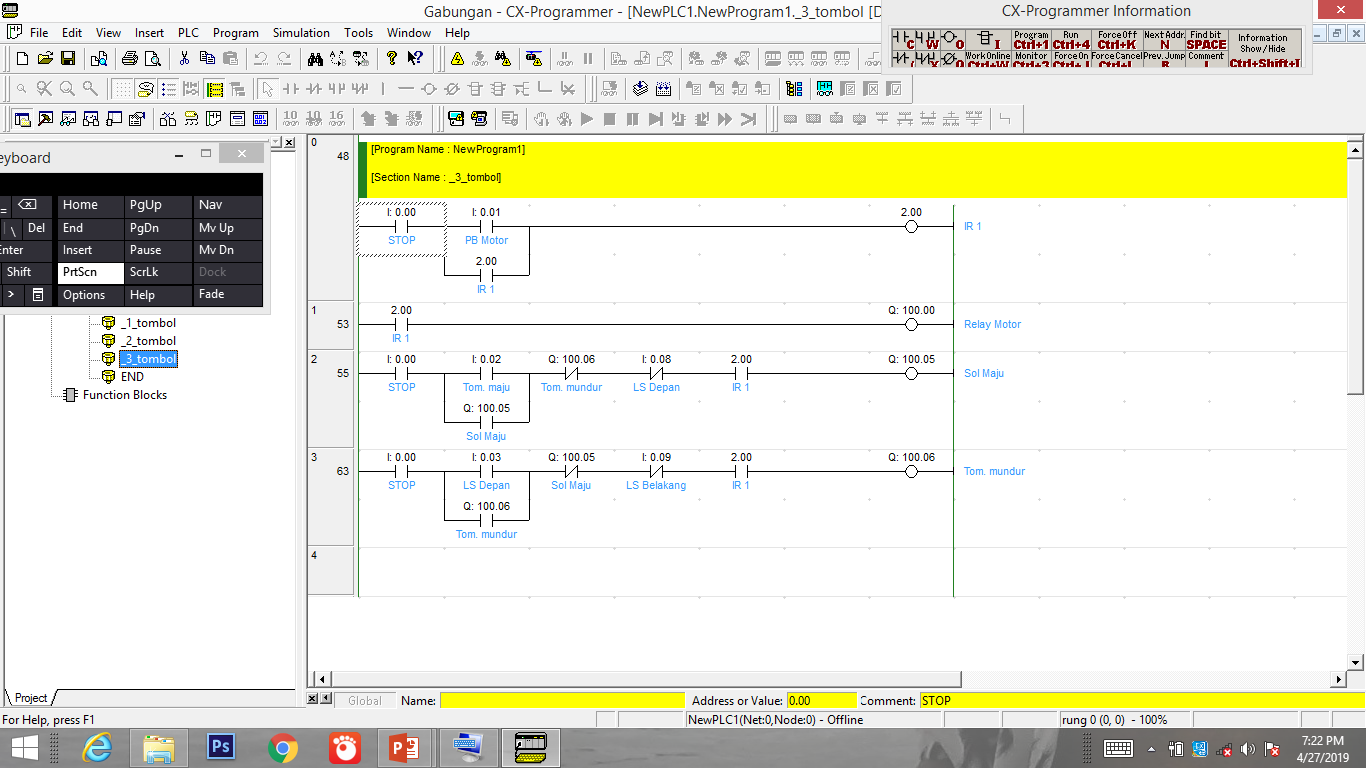
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Nama | Alamat | Keterangan |
| 1 | *Push Button* Motor (NO) | 0.01 | Input |
| 2 | Stop (NO) | 0.00 | Input |
| 3 | *Limit Switch* Depan | 0.08 | Input |
| 4 | *Limit Switch* Belakang | 0.09 | Input |
| 5 | *Timer* 1 | T0001 | Instruksi *PLC* |
| 6 | *Timer* 2 | T0002 | Instruksi *PLC* |
| 7 | Motor | 100.00 | Output |
| 8 | *Solenoid* Maju | 100.01 | Output |
| 9 | *Solenoid* Mundur | 100.02 | Output |



Gambar 6 Rangkaian Program 2 Tombol

Tabel 2 Keterangan Alamat Program 2 Tombol

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Nama | Alamat | Keterangan |
| 1 | *Push Button* Motor (NO) | 0.01 | Input |
| 2 | Stop (NO) | 0.00 | Input |
| 3 | *Push Button* Maju (NO) | 0.02 | Input |
| 4 | Relay | 2.00 | Instruksi *PLC* |
| 5 | *Limit Switch* Depan | 0.08 | Input |
| 6 | *Limit Switch* Belakang | 0.09 | Input |
| 7 | *Timer* 1 | T0000 | Instruksi *PLC* |
| 8 | Motor | 100.00 | Output |
| 9 | *Solenoid* Maju | 100.03 | Output |
| 10 | *Solenoid* Mundur | 100.04 | Output |



Gambar 7 Rangkaian Program 3 Tombol

Tabel 3 Keterangan Alamat Program 3 Tombol

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Nama | Alamat | Keterangan |
| 1 | *Push Button* Motor (NO) | 0.01 | Input |
| 2 | Stop (NO) | 0.00 | Input |
| 3 | *Push Button* Maju (NO) | 0.02 | Input |
| 4 | *Push Button* Mundur (NO) | 0.03 | Input |
| 5 | Relay | 2.00 | Instruksi *PLC* |
| 6 | *Limit Switch* Depan | 0.08 | Input |
| 7 | *Limit Switch* Belakang | 0.09 | Input |
| 8 | Motor | 100.00 | Output |
| 9 | *Solenoid* Maju | 100.05 | Output |
| 10 | *Solenoid* Mundur | 100.06 | Output |

**Hasil Uji Efektivitas**

Pengujian trainer dilakukan dengan mengulang-ulang proses pemotongan kayu untuk mengetahui program pada PLC OMRON CP1H-X40DRA yang di implementasikan pada *Trainer* mesin gergaji apakah berjalan dengan baik atau mengalami kendala serta menghitung efektivitas dari tiga program yang digunakan

Tabel 4 Uji Spesimen 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| no | Program *PLC* | Waktu Langkah maju (s) | Waktu Langkah maju (s) |
| 1 | 3 Tombol | 04.21 | 02.11 |
| 2 | 2 Tombol | 04.82 | 02.52 |
| 3 | 1 Tombol | 04.73 | 02.67 |
| Rata-rata | 04.58 | 02.43 |

Tabel 5 Uji Spesimen 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| no | Program *PLC* | Waktu Langkah maju (s) | Waktu Langkah mundur (s) |
| 1 | 3 Tombol | 06.65 | 02.43 |
| 2 | 2 Tombol | 07.11 | 02.67 |
| 3 | 1 Tombol | 07.02 | 02.31 |
| Rata-rata | 06.92 | 02.47 |

Tabel 6 Uji Spesimen 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| no | Program *PLC* | Waktu Langkah maju (s) | Waktu Langkah mundur (s) |
| 1 | 3 Tombol | 11.89 | 02.21 |
| 2 | 2 Tombol | 12.05 | 02.33 |
| 3 | 1 Tombol | 11.71 | 02.46 |
| Rata-rata | 11.88 | 02.34 |

**Pembahasan**

Program *PLC* yang diharapkanpada penerapan mesin geergaji

* Pemasangan kayu yang akan dipotong pada kondisi motor menyala,
* *Solenoid* tidak bisa maju maupun mundur jika motor pada kondisi mati,
* *Solenoid* maju memotong kayu yang telah dipasang pada penjepit,
* Menyentuh *Limit switch* depan *solenoid* berhenti maju (tidak ada tekanan angin untuk mendorong),
* *Solenoid* mundur guna mengulangi proses pemasangan kayu,
* Menyentuh *Limit switch* belakang *solenoid* berhenti mundur (tidak ada tekanan angin untuk mendorong),
* *Timer* 1 harus menghitung selama 10 detik guna pemasangan kayu yang akan dipotong,
* *Timer* 2 harus menghitung selama 5 detik guna pengambilan kayu yang telah terpotong.

Gambar 8 Grafik Uji Efektivitas Spesimen 1

Gambar 9 Grafik Uji Efektivitas Spesimen 2

Gambar 10 Grafik Uji Efektivitas Spesimen 3

Merujuk hasil pengujian pada spesimen 1 maka dapat diketahui bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan pada saat langkah maju piston silinder yaitu 04.58 sedangkan untuk langkah mundur sebesar 02.43. Merujuk hasil pengujian pada spesimen 2 maka dapat diketahui bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan pada saat langkah maju piston silinder yaitu 06.92 sedangkan untuk langkah mundur sebesar 02.47. Merujuk hasil pengujian pada spesimen 3 maka dapat diketahui bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan pada saat langkah maju piston silinder yaitu 11.88 sedangkan untuk langkah mundur sebesar 02.34. Perbedaan waktu langkah maju untuk spesimen 1 dengan spesimen 2 sebesar 02.34 detik, spesimen 1 dengan spesimen 3 sebesar 07.30 detik, spesimen 2 dengan spesimen 3 sebesar 04.96 detik. Hal ini dikarenakan jenis kayu yang digunakan berbeda. spesimen 3 (kayu jati) memiliki tingkat kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan spesimen 2 (kayu mahoni) dan spesimen 1 (kayu waru) Sedangkan untuk langkah mundur dapat diketahui bahwa rata-rata waktunya relatif sama yaitu sebesar 2 detik. Hal ini menunjukkan efektivitas dari program yang telah di rancang mendapatkan hasil yang konsisten. Pada program *PLC* yang digunakan juga memiliki beberapa kelebihan antara lain:

* Pemrograman mudah diubah sesuai kebutuhan, serta program dapat di simulasikan tanpa terhubung pada *PLC* terlebih dahulu,
* Wiring simple karena 3 program disini memiliki alamat yang sama hanya pada *solenoid* maju dan mundur yang berbeda serta pada port + dapat di jumper dengan yang lain,
* 1 file bisa berisi 3 program yang berbeda, jadi jika ingin mengganti program tidak perlu melepas semua port pada *PLC* hanya saja mengganti beberapa port yang berbeda,
* Jika ada trouble mudah diidentifikasi melalui Cx Progammer dapat dilihat apakah adanya kendala dengan *Ledder* Diagram yang dibuat,
* Jika ingin menambah atau mengurangi durasi *timer* bisa diubah sesuai kebutuhan tanpa mengubah wiring nya karena *timer* sudah berada di dalam *PLC* dan tidak membutuhkan port yang dihubungkan ke *trainer.*

Berdasarkan dari data hasil percobaan yang dilakukan, maka perancangan pemrograman CX-PROGRAMMER *Trainer* Mesin Gergaji Sistem *Pneumatic Electric* berbasis *PLC* ini sesuai skenario dan dikatakan berhasil.

**Simpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diuraikan pada Bab IV,maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

* Sistem pemrograman *PLC* pada trainer mesin gergaji dirancang menggunakan software Cx-progammer dalam 3 kondisi yaitu (a) program 1 tombol dengan 4 port input, 3 port output, 2 buah t*imer;* (b)program 2 tombol dengan 5 port input, 3 port output, 1 buah *timer,* 1 relaydalam; dan (c) program 3 tombol dengan 6 port input, 3 port output,dan 1 relaydalam. Ketiga program tersebut tergabung menjadi satu dalam 1 file sehingga memudahkan operator ketika ingin mengoperasikan *trainer* mesin gergaji.
* Efektivitas program *PLC* yangditerapkan pada trainer mesin gergaji tergolong baik karena dari pengujian lamanya langkah maju maupun mundur pada 3 jenis kayu yang berbeda diperoleh hasil yang konsisten dan stabil.

**Saran**

* Progam PLC yang akan digunakan sebaiknya dirancang secara cermat dan teliti agar diperoleh hasil yang baik.
* Ketika proses pemasangan kabel (wirring) sebaiknya dilakukan secara teliti pada alamat yang terdapat pada program yang dirancang sehingga tidak terjadinya kesalahan ketika melakukan *trial* pada trainer.
* Perlu penelitian lanjutan terkait penggunaan peralatan kontrol selain PLC untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anggraeni, Sita. 2018. Analisa Perhitungan Teoritis Rancang Bangun Mesin Press *Baglog* Jamur Sistem Pneumatik. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Kemendikbud. 2013. Sistem Kontrol Terprogram, Buku SMK. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Nurrahman, Lingga. 2017. Modul Pengoperasian *PLC.* Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Sonjaya Ujang. 2011. Rancang Bangun Sistem Kontrol Konveyor Penghitung Barang Menggunakan *PLC* (*Programmable Logic Controller)* OMRON Tipe CPM1a CDR. Skripsi. Jakarta: Universitas Gunadarma.

Sudaryono, 2013. Pneumatik dan Hidrolik, Buku SMK. Malang: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.