

OPTIMALISASI MESIN PENEKAN PAKU KELING BERBASIS RELAI

Taufiq Hidayat

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND

Email: taufiq@akprind.ac.id

ABSTRACT

The rivet press machine used by PT. WL Aluminum, one of the industries that produce home appliances made from aluminum, has applied PLC technology to control the performance of its hydraulic system. PLC is used because this machine is originally a universal machine, which in addition to functioning as a semi-automatic riverbank suppressor, it can also function as a wire cutter automatically and as a semi-automatic piercing machine by activating one of the switches. In fact, the function other than riveting has not been used so that the use of PLC is no longer effective because the cost is relatively expensive and need special skills and equipment in case of problems in the program. This research tries to change the PLC-based machine control diagram to relay based and simulate the diagram using FluidSim-H software. By using FluidSim-H already installed on the computer, the performance of the suppressor cylinder can be simulated well including component selection and interconnection. The use of relay is able to control this pressure machine because it does not require complicated machine work. Intercomponent can also be linked to simple ones that can ultimately reduce component procurement cost. Treatment of control is easier because the use of relai does not require special skills

Keywords: relay, control chart, simulation.

INTISARI

Mesin penekan paku keling yang digunakan oleh PT. WL Aluminium, salah satu industri yang memproduksi peralatan rumah tangga berbahan aluminium, sudah menerapkan teknologi *PLC* untuk mengontrol unjuk kerja sistem hidroliknya. *PLC* digunakan karena awalnya mesin ini adalah mesin *universal*, dimana selain berfungsi sebagai penekan paku keling semi-otomatis, juga bisa difungsikan sebagai pemotong kawat secara otomatis maupun sebagai mesin pelubang semi-otomatis dengan mengaktifkan salah satu saklar. Pada kenyataannya fungsi selain penekanan paku keling sampai saat ini tidak pernah digunakan, sehingga penggunaan *PLC* tidak lagi efektif karena biaya relatif mahal serta perlu keahlian dan peralatan khusus jika terjadi permasalahan pada programnya. Penelitian kali ini berusaha mengubah diagram kontrol mesin yang berbasis *PLC* menjadi berbasis relai dan mensimulasikan diagram tersebut menggunakan *software FluidSim-H*. Dengan menggunakan *FluidSim-H* yang sudah terinstal pada komputer, kinerja dari silinder penekan mampu disimulasikan dengan baik termasuk juga pemilihan dan hubungan antar komponen. Penggunaan relai mampu untuk mengontrol mesin penekan ini karena tidak diperlukan kerja mesin yang rumit. Antar komponen juga bisa dihubungkan dengan sederhana yang pada akhirnya bisa mengurangi biaya pengadaan komponen. Perawatan terhadap kontrol lebih mudah karena penggunaan relai tidak membutuhkan keahlian khusus.

Kata kunci: relai, diagram kontrol, simulasi.

PENDAHULUAN

Pembangunan industri, sebagai motor penggerak perekonomian, akan terus didorong perannya karena telah terbukti memberi kontribusi yang berarti terhadap pembangunan nasional. Mengingat perannya yang strategis, sektor industri khususnya industri manufaktur, perlu ditingkatkan kinerjanya. Salah satu masalah yang menuntut perhatian bersama adalah lemahnya penguasaan teknologi industri. Fakta di pasar menunjukkan bahwa sebagian besar produk lokal

dihasilkan oleh industri berbasis teknologi rendah, yakni industri yang menghasilkan nilai tambah relatif rendah. Kondisi ini juga disebabkan oleh belum terpadunya pengembangan iptek di lembaga-lembaga penelitian yang tersebar di berbagai instansi dengan dunia industri. Keteringgalan atas penguasaan teknologi membuat daya saing produk industri lemah dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat. Di pasar lokal, daya saing produk kita semakin terancam akibat belum

meluasnya penerapan standarisasi nasional (Bappenas, 2009).

Industri manufaktur memegang peranan penting dalam penyediaan barang-barang yang berkualitas. Dalam industri manufaktur, sistem mekanisasi terus dioptimalkan untuk menekan biaya produksi dan menjaga keseragaman kualitas produk yang dihasilkan. Dengan perkembangan sistem mekanisasi, di mana teknologi mesin menjadi kunci utamanya, memudahkan manusia untuk mengerjakan sesuatu menjadi lebih efisien dan cepat. Sistem mekanisasi dalam proses manufaktur tidak hanya ditemui dalam industri-industri berskala besar, namun sistem ini dapat diterapkan juga dalam industri kecil menengah. Diharapkan, produk-produk industri kecil menengah selain dapat memenuhi kebutuhan lokal, dapat juga bersaing dengan produk yang dihasilkan oleh industri besar karena adanya standarisasi produk. Pada akhirnya, sistem ini dapat mendorong dunia usaha kecil menengah untuk mengembangkan usaha menjadi lebih maju, sehingga kesejahteraan dapat dinikmati pada berbagai lapisan masyarakat.

Salah satu contoh usaha kecil menengah yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah industri pengecoran aluminium di daerah Giwangan kota Yogyakarta. Produk dari industri ini berupa peralatan rumah tangga yang pemasarannya lokal walau sebagian sudah merambah wilayah luar Yogyakarta. Dari bahan dasar aluminium bekas, kemudian diolah dengan cara cor ulang menjadi peralatan seperti wajan, panci, ketel, cetakan kue dan peralatan lainnya. Produk-produk tersebut dibuat sebagian besar masih menggunakan alat bantu atau mesin yang sederhana, bahkan untuk beberapa proses akhir masih menggunakan tenaga manusia.

Dari hasil pengamatan dan survei yang telah penulis lakukan, beberapa proses yang dikerjakan manual menyebabkan hasil akhir kurang baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Penurunan ini berbanding lurus dengan jam kerja pekerjanya, dimana saat masih pagi atau awal jam masuk kerja hasil pekerjaannya baik tetapi semakin siang saat kondisi pekerja sudah mulai lelah, hasil pekerjaan juga semakin menurun.

Proses akhir dari produksi industri aluminium di seputaran Giwangan Kota

Yogyakarta yang masih mengandalkan tenaga manusia dirasa sangat menghambat proses produksi. Permasalahan inilah yang akan penulis coba untuk ikut mengatasinya dengan merekayasa dan membuat suatu mesin yang bisa mempertahankan kualitas proses akhir peralatan rumah tangga yang diproduksi oleh industri aluminium berupa sebuah alat/mesin tekan untuk proses *riveting*. Dengan mesin tekan bertenaga hidrolis yang dibuat diharapkan hasil akhir proses pengelingan akan rapi dan seragam dari awal hingga akhir jam kerja sehingga kualitas produk meningkat.

Hasil beberapa penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa proses penggunaan hidrolis yang digabungkan dengan kontrol *PLC* mempermudah suatu proses manufaktur (Hong, 2011). Penggunaan kontrol *PLC* sangat mudah diaplikasikan di dalam otomatisasi mesin dan sangat umum dipakai dalam proses produksi di bidang manufaktur dimana biaya pengembangan dan mempertahankan sistem otomatisasi relatif lebih tinggi (Kelvin, 2005). Azrin dan Sukiran pada tahun 2010 telah melakukan penelitian tentang desain dan pembuatan mesin *punch* bertenaga pneumatik dengan menggunakan *software solidwork 2007* dalam pendesainan dan *Fluidsim* untuk mensimulasikan proses. Dengan perkembangannya teknik komputer, analisis kekuatan desain suatu gambar mekanik yang merupakan pekerjaan sulit dan menghabiskan sebagian waktu pendesainan bisa dengan mudah dilakukan dan simulasi mekanismenya dapat dilihat sebelum prototype dibuat (Hongyu, 2011). Wijono pada tahun 2011 mengadakan penelitian tentang pembuatan ulir pada baut untuk penyambung patah tulang, dimana dalam makalahnya disajikan suatu metode konvensional yaitu melalui proses pemesinan (*machining processes*) dan proses penempaan (*forging processes*). Proses penempaan pada penelitian tersebut menggunakan tenaga hidrolis dimana *hexagon tool* secara perlahan ditekan pada *bone scrow* sehingga membentuk *slot hexagon* sedalam 3 mm yang berfungsi sebagai tempat kunci L (*hexagon key*).

Pompa Hidrolik

Pompa hidrolis digerakkan secara mekanis oleh motor listrik. Pompa hidrolis berfungsi untuk mengubah energi mekanik

menjadi energi hidrolik dengan cara menekan fluida hidrolik ke dalam sistem. Dalam sistem hidrolik, pompa merupakan suatu alat untuk menimbulkan atau membangkitkan aliran fluida dan untuk memberikan daya sebagaimana diperlukan. Apabila pompa digerakkan motor (penggerak utama), pada dasarnya pompa melakukan dua fungsi utama, yaitu:

- a. Pompa menciptakan kevakuman sebagian pada saluran masuk pompa. Vakum ini memungkinkan tekanan atmosfer untuk mendorong fluida dari tangki (*reservoir*) ke dalam pompa.
- b. Gerakan mekanik pompa menghisap fluida ke dalam rongga pemompaan, membawanya melalui pompa, kemudian mendorong dan menekannya ke dalam sistem hidrolik.

Ada beberapa jenis pompa yang biasa digunakan dalam sistem hidrolik, tetapi pada umumnya yang digunakan adalah jenis berputar (*rotary*). Pompa rotari adalah pompa positif (*positive displacement pumps*) dimana energi ditransmisikan dari motor penggerak ke cairan oleh suatu bagian (elemen) yang mempunyai gerakan berputar di dalam rumah pompa. Pompa jenis ini akan merangkap cairan dan mendorongnya melalui rumah pompa yang tertutup. Pompa rotari mengeluarkan cairan dengan aliran yang lancar (*smooth*).

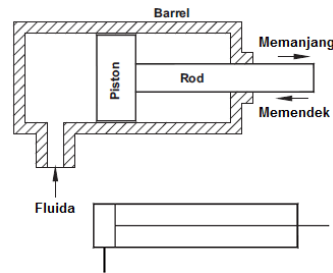
Silinder Kerja Hidrolik

Silinder kerja hidrolik merupakan komponen utama yang berfungsi untuk merubah dan meneruskan daya dari tekanan fluida, dimana fluida akan mendesak piston yang merupakan satu-satunya komponen yang ikut bergerak untuk melakukan gerak translasi yang kemudian gerak ini diteruskan ke bagian mesin melalui batang piston. Menurut konstruksi, silinder kerja hidrolik dibagi menjadi dua macam tipe dalam sistem hidrolik, antara lain:

1. Silinder kerja tunggal (*single acting*)

Silinder kerja ini hanya memiliki satu buah ruang fluida kerja di dalamnya, yaitu ruang silinder di atas atau di bawah piston seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

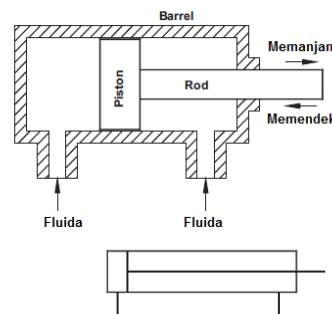
Kondisi ini mengakibatkan silinder kerja hanya bisa melakukan satu buah gerakan, yaitu gerakan tekan. Sedangkan untuk kembali ke posisi semula, ujung batang piston didesak oleh gravitasi atau tenaga dari luar.



Gambar 1. Skema dan Simbol Silinder Kerja Tunggal

2. Silinder kerja ganda (*double acting*)

Silinder kerja ini memiliki dua buah ruang fluida di dalam silinder yaitu ruang silinder di atas piston dan di bawah piston, hanya saja ruang di atas piston ini lebih kecil bila dibandingkan dengan yang di bawah piston karena sebagian ruangnya tersita oleh batang piston seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Silinder Kerja Ganda

Katup Kontrol Aliran

Aliran fluida dalam sistem hidrolik penting untuk diatur baik dalam arah alirannya maupun besaran lajunya. Katup kontrol arah digunakan untuk mengatur dari sisi mana fluida masuk ke silinder sehingga piston silinder akan memanjang maupun memendek. Sedangkan katup kontrol aliran digunakan untuk mengatur laju aliran yang masuk maupun keluar dari silinder sehingga kecepatan keluar-masuknya piston bisa terkontrol. Katup kontrol arah sistem hidrolik diklasifikasikan menurut jumlah lubang dalam satu posisi dan jumlah posisi kerjanya.

Katup Kontrol Aliran

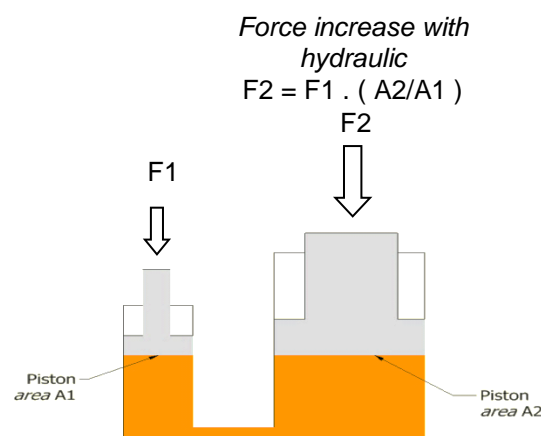
Aliran fluida hidrolik dapat dikontrol dengan menggunakan katup yang hanya memberikan satu arah aliran. Katup ini sering dinamakan dengan *check valve* yang umumnya menggunakan sistem bola. Simbol katup kontrol aliran ada yang berupa gabungan beberapa simbol. Katup

ini terdiri dari bagian yang menjadi satu blok atau juga yang dengan blok yang terpisah. Garis putus putus menunjukkan *pilot pressure*. Saluran *pilot pressure* ini akan menyambung atau memutuskan katup tergantung dari jenis katup ini *normally close* atau *normally open*. Pegas berfungsi untuk mengkondisikan katub dalam posisi normal. Jika tekanan pada sisi *flow side valve* sudah sesuai besarnya, saluran *pilot* akan menekan dan katup akan terbuka. Ketika tekanan sudah turun kembali maka pegas akan mengembalikan ke posisi semula dibantu *pilot line* pada sisi satunya sehingga aliran akan terputus. Katup ini juga umum digunakan sebagai *flow divider* atau sebagai *flow control valve*.

Cara Kerja Mesin Tekan Hidrolik

Mesin tekan hidrolik bekerja berdasarkan Hukum Pascal, cara kerjanya menggunakan sistem hidrolik. Sebuah mesin tekan hidrolik terdiri dari komponen dasar yang digunakan dalam sistem hidrolik yang mencakup silinder, piston, pipa hidrolik dan katup-katup kontrol arah maupun laju aliran.

Prinsip kerja mesin tekan ini sangat sederhana. Sistem ini terdiri dari dua silinder, cairan (biasanya minyak) dituangkan dalam silinder memiliki diameter kecil. Piston dalam silinder ini didorong sehingga memampatkan cairan di dalamnya yang mengalir melalui pipa ke dalam silinder yang lebih besar dan piston dalam master silinder mendorong cairan kembali ke silinder asli.



Gambar 3. Sistem Hidrolik Berdasarkan Hukum Pascal

Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) banyak digunakan dalam kontrol gerak, kontrol posisi dan kontrol torsi.

Programmable logic adalah salah satu penemuan paling berpengaruh abad ini yang memberi dampak otomasi industri semakin banyak terwujud dan terus berkembang seiring waktu (Kiran, 2013). *PLC* adalah pengendali logika terprogram yang merupakan peralatan elektronik perangkat keras yang dapat mengolah masukan (*input*), membuat keputusan dan mengirim keluaran (*output*) secara langsung kepada operasi produksi. *PLC* ini tersusun dari piranti utama, yaitu:

- 1 *Power supply*: piranti yang memberikan suatu tegangan DC tingkat rendah kepada rangkaian elektronik.
- 2 Prosesor (mikroprosesor): piranti yang berfungsi memproses semua modul yang di-*input*-kan dan mengolahnya menjadi modul keluaran (*output*). Prosesor ini merupakan 'otak' dari *PLC*.
- 3 Modul masukan (*input unit*): alat ini berfungsi sebagai terminal bagi kabel-kabel yang datang dari peralatan masukan seperti sensor dan saklar, dan sebagai pengkondisian sinyal-sinyal elektris dari alat-alat masukan.

Modul keluaran (*output unit*): alat ini berfungsi sebagai terminal kabel-kabel yang menyampaikan susunan sinyal-sinyal menuju peralatan output yang terpasang pada mesin yang dikendalikan, dan sebagai pengkondisian sinyal-sinyal elektris dari prosesor yang dipakai oleh alat-alat keluaran pada suatu mesin yang dikontrol.

PLC memproses input sinyal biner menjadi *output* yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), di sini *PLC* mengontrol agar setiap langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat. *PLC* secara kontinyu memonitor status sistem dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol, serta menampilkan pesan tersebut pada operator sistem.

Sistem *PLC* memerlukan dua catu daya. Satu untuk keperluan peralatan *output*, sedangkan satunya untuk catu daya modul-modul *PLC* itu sendiri yang menggunakan arus DC. Arus DC ini diperoleh dari rangkaian terintegrasi atau transistor. Jika sistem catu daya menggunakan IC TTL dapat dihasilkan tegangan 5 Volt, tetapi jika menggunakan IC CMOS tegangan yang didapat akan dapat bervariasi dalam 3 sampai 18 Volt.

Relai

Relai adalah suatu peranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak sakelar. Relai yang paling sederhana tersusun dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Bila kumparan ini dienergikan, medan magnet yang terbentuk menarik armatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme sakelar magnet.

Berdasarkan cara kerja relai dibedakan atas:

1. Normal terbuka. Kontak sakelar tertutup hanya jika relai dihidupkan.
2. Normal tertutup. Kontak sakelar terbuka hanya jika relai dihidupkan.
3. Tukar-sambung. Kontak sakelar berpindah dari satu kutub ke kutub lain saat relai dihidupkan.
4. Bila arus masuk pada gulungan, maka seketika gulungan akan berubah menjadi medan magnet. Gaya magnet inilah yang akan menarik luas sehingga saklar akan bekerja

Berdasarkan konstruksi, maka relai terdiri atas:

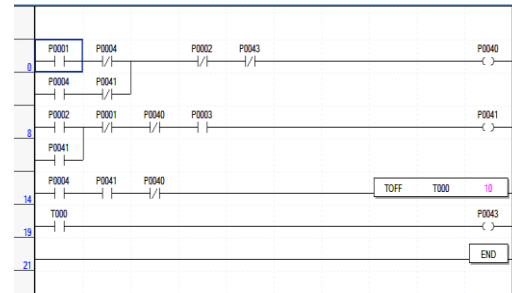
1. Relai menggrendel. Jenis relai yang terus bekerja walaupun sumber tenaga kumparan telah dihilangkan.
2. Relai lidi digunakan untuk pensakelaran cepat daya rendah. Terbuat dari dua lidi feromagnetik yang dikapsulkan dalam sebuah tabung gelas. Kumparan dililitkan pada tabung gelas.

PEMBAHASAN

Penggunaan *Programmable Logic Controller (PLC)* diterapkan karena mesin ini dibuat multifungsi yaitu selain sebagai penekan, juga difungsikan untuk memotong kawat aluminium yang telah digunakan sebagai bahan paku keling selama ini, sehingga dengan satu *switching* maka mesin tersebut berubah fungsi.

Ladder diagram pada gambar 4 yang dibuat, sudah lengkap dengan program fungsi pemotong, dimana P0040 adalah solenoid A dan P0041 adalah solenoid B, sedangkan P0042 akan digunakan untuk motor pengumpan kawat menuju pemotong. Perubahan fungsi mesin diaktifkan dengan *switch* P0005, di mana jika P0005 tidak *generated* maka pergerakan mesin akan sama dengan saat dimodelkan pada sistem hidrolik diatas dan jika P0005 *generated* maka solenoid A dan B secara otomatis aktif terus berulang-ulang. Motor pengumpan akan berputar

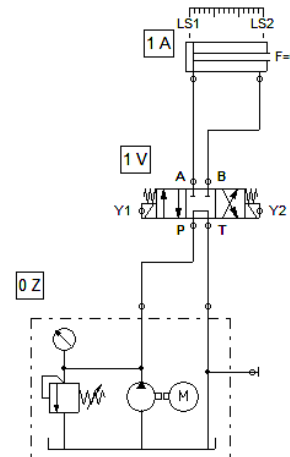
saat aktuator kembali ke posisi semula dan berhenti saat aktuator maju menekan. Lamanya motor berputar diatur menggunakan timer T000, hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan panjang pemotongan yang diharapkan.

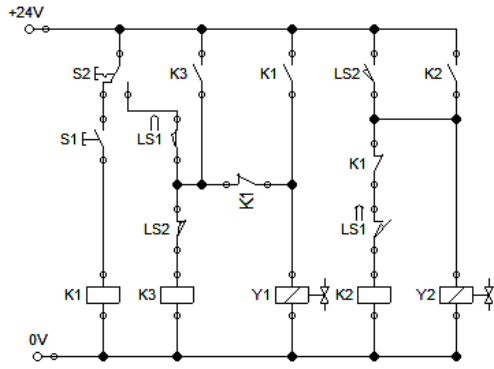


Gambar 4. Ladder Diagram Multifungsi

Program tersebut kemudian di-*upload*-kan ke dalam *PLC device*, dimana jika terjadi permasalahan pada *device* maka program tersebut bisa hilang dan harus di-*upload* ulang.

Pembuatan dan *upload* program memerlukan pengetahuan khusus dan peralatan (komputer) yang kompatibel dengan *PLC*-nya. *PLC* LS yang digunakan masih menggunakan koneksi RS232 sehingga harus menggunakan perangkat *PC* yang memiliki *serial port* padahal teknologi sekarang sudah mulai meninggalkan *port* tersebut dan beralih ke *USB*. Berdasarkan hal ini maka penelitian mengalihkan bagaimana mengganti *PLC* dengan relai tetapi kerja mesin masih seperti semula.





Gambar 5. Rangkaian Simulasi Sistem Hidrolik

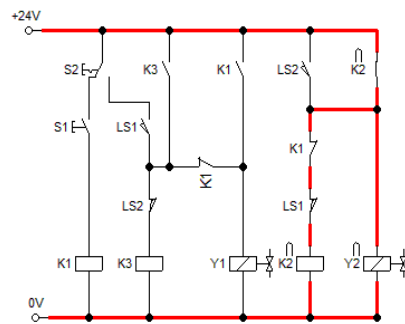
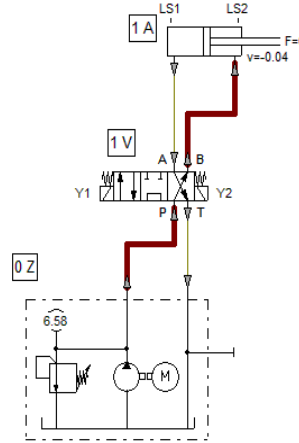
Proses selanjutnya yang perlu dibahas yaitu perancangan sistem hidrolik. Pada proses ini sistem disimulasikan menggunakan *software FluidSim-H* versi 4.2p. Desain seperti pada Gambar 5, menggunakan silinder kerja ganda dengan tekanan kerja maksimal 3 MPa dan kontrol aliran diproses oleh katup kontrol aliran 4/3 dengan aktuasi elektrik dan pegas.

Tabel 1. Daftar Komponen Hidrolik-Elektrik

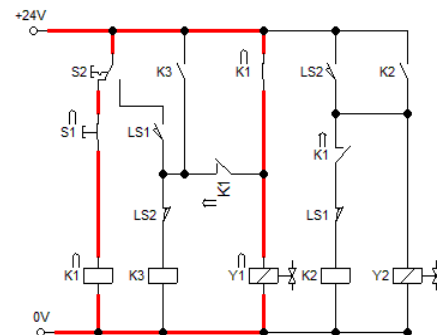
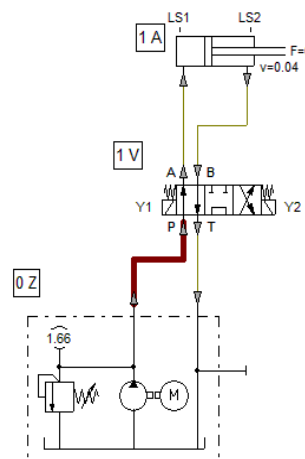
No	Component Description	QTY
1	Double acting cylinder (1A)	1
2	4/3 Way Valve (1V) 1	1
3	Pump unit (0Z)	1
4	Detent switch (S2)	1
5	Pushbutton (S1)	1
6	Limit switch (LS1, LS2)	2
7	Relay (K1, K2, K3)	3
8	Valve solenoid (Y1, Y2)	2
9	Electrical connection	2

Gambar 6 memperlihatkan saat PB1 (pedal) ditekan maka arus listrik akan memicu relai K1 sehingga solenoid A (Sol_A) akan aktif yang selanjutnya katup kontrol arah 4/3 bergeser kekanan sehingga fluida mengalir menuju aktuator sisi kiri. Kecepatan aliran fluida menuju aktuator ini diatur menggunakan katup kontrol aliran satu arah. Aktuator akan berhenti dimanapun jika PB1 dilepas dan maju lagi jika PB1 kembali ditekan.

Saat aktuator mencapai posisi dimana terdapat *limit switch 2* (LS2), aktuator akan berhenti walaupun PB1 tetap ditekan dan kembali keposisi awal secara otomatis jika PB1 dilepas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Aktuator Bergerak Maju



Gambar 7. Aktuator Kembali ke Posisi Awal

KESIMPULAN

Dari hasil analisa pengamatan alat dan simulasi sistem kontrol dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan PLC mempermudah pengontrolan mesin, fleksibilitas fungsi mesin dan menyederhanakan sistem *electrical*-nya.
2. Teknisi di sentra industri Giwangan yang menggunakan mesin tekan tidak ada yang menguasai pemrograman PLC sehingga jika ada permasalahan pada kontrol PLC harus memanggil teknisi yang mengembangkannya.
3. Penggunaan *software FluidSim-H* mampu menampilkan unjuk kerja sistem hidrolik sekaligus diagram elektrik yang diperlukan untuk menggantikan sistem PLC dimana agar mesin masih bisa bekerja seperti semula maka diperlukan 3 relai untuk menggantikan PLC.

DAFTAR PUSTAKA

- Azrin, S.N. dan Sukiran., 2010, Design and Fabricate of Pneumatik Punching Tool, *Project Report*, UteM, Melaka.
- Bappenas, 2009, Rencana Awal Kerja Pemerintah Tahun 2007, 5 Mei 2014, www.bappenas.go.id/data-dan-informasi-utama/rancangan-awal-rencana-kerjapemerintah-tahun-2007/?&kid=1406209557
- Hong, W. A., 2011, Design of PLC-base Hydraulic System for Workpiece Turnover, *Procedia Engineering*, 15, 122-126.
- Ericson, K.T., 2005, *Programmable Logic Controllers: An Emphasis on Design and Applications*, Dagwood Vally Press LLC.
- Hongyu dan Ziyi, 2011, Design and Simulation Base on Pro/E for a Hidraulic Lift Platform in Scissor Type, *Procedia Engineering*, 16, 772-781.
- Kiran, A.R., Sundeep, B.V., Vardhan C. 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, 500-502.
- Wijono S., Mahardika M., Suyitno dkk, 2011, Pembuatan Ulir Pada Baut Untuk Penyambung Patah Tulang, *Seminar Nasional Teknik Industri, UGM, Yogyakarta*, ISBN 978-602-99680-0-2