

## FLUIDSIM PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER MODULE UNTUK RANCANGAN MESIN PRESS HIDROLIK BOTOL PLASTIK

**Ninuk Jonoaji, Ian Hardianto Siahaan**

Prodi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra

Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658

E-mail : [ninukj@petra.ac.id](mailto:ninukj@petra.ac.id), [ian@petra.ac.id](mailto:ian@petra.ac.id)

### ABSTRAK

*Sampah plastik memiliki dampak buruk terhadap ekosistem lingkungan hidup. Dampak yang ditimbulkan akibat pengelolaan sampah plastik yang tidak benar antara lain terjadinya penyumbatan saluran air dan tanggul yang menyebabkan terjadinya banjir dan rusaknya turbin waduk. Pengendalian sampah plastik perlu disiapkan karena berdasarkan penelitian bahwa sampah plastik membutuhkan waktu hingga 1000 tahun agar dapat terurai sendirinya dengan tanah, bilamana sampah plastik tersebut dibakar justru akan menghasilkan asap beracun yang berbahaya bagi kesehatan apalagi bila terhirup manusia dapat memicu penyakit kanker, hepatitis, gangguan sistem saraf dan bahkan depresi. Berdasarkan permasalahan tersebut, perancangan ini mencoba menjembatani dengan menyelesaikan permasalahan tersebut dengan cara merancang mekanisme prototype mesin press hidrolik untuk botol plastik yang bentuk dan berukuran sama 0.2 m x  $\phi$  0.06 m. Bak penampung botol plastik dalam ruang mesin press dirancang berukuran 0.8 m x 0.8 m x 3 m. Perancangan ini mampu memadatkan sekitar 4000 botol dengan buckling load experiment berkisar 2.5 ton hingga ketebalannya pressingnya menjadi 1/6 dari ukuran sebelumnya. PLC (Programmable Logic Controller) Fluidsim yang dibangun dalam hal ini memanfaatkan gerbang logika controller dengan mengkombinasikannya di dalam logic modulnya sehingga PLC tersebut dapat mengendalikan prosesnya dengan baik sesuai mekanisme rancangan yang diinginkan. Pompa hidrolik yang dipilih pada perancangan ini menggunakan type axial piston fixed pump Rexroth Bosch tipe 355 dengan kapasitas aliran 469 liter/menit.*

*Kata kunci: sampah plastik, mesin press hidrolik, PLC Fluidsim, controller, logic module.*

### 1. Pendahuluan

Bahan plastik memang merupakan komponen yang penting dalam yang dapat dijumpai dalam aktivitas kehidupan sehari-hari. Perannya sebagai pengganti logam dan kayu mendominasi pembuatan produk karena sifatnya yang sangat unggul antara lain: ringan, kuat, tahan korosi, transparan, dan sifat insulasi yang baik. Aplikasi pemakaian bahan plastik ini dapat ditemukan pada produk-produk kemasan makanan, alat-alat rumah tangga hingga komponen produk otomotif. Konsumsi pemakaian bahan plastik tersebut dapat dipastikan mengalami peningkatan tiap tahun akibat bertambahnya tuntutan kebutuhan hidup. Seiring peningkatan pemakaian bahan plastik tersebut, menyebabkan timbulnya sampah plastik yang menuntut pengelolaannya yang dilakukan secara benar untuk dapat mengatasinya peningkatannya. Manajemen sampah plastik skala besar biasanya dikelola oleh pemerintah kota atau daerah setempat. Pemahaman tentang pengelolaan sampah plastik tersebut perlu sekali disosialisasikan kepada masyarakat luas dengan baik sehingga dampak negatifnya terhadap lingkungan hidup dapat diminimalisir. Pemahaman tentang jenis-jenis plastik, dan kandungan materialnya merupakan materi yang perlu disampaikan kepada masyarakat dengan benar. Beberapa jenis plastik yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, yaitu: PET (*polyethylene terephthalate*), HDPE (*High Density polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polystyrene*), others/polycarbonate.

Berdasarkan sumber informasi dari <http://www.antaranews.com/> dijelaskan bahwa produksi sampah plastik di Indonesia mencapai 5,4 juta ton per tahun yang setara dengan 14 persen dari total produk sampah di Indonesia. Dari seluruh sampah yang ada ditemukan 57 persen berada di pantai bahkan sampai mengapung di setiap mil persegi samudera. Jumlah yang begitu besar diprediksi disebabkan banyaknya orang yang memanfaatkan liburannya di Pantai dan membuang sampahnya di pesisirnya. Menurut program lingkungan PBB, bahkan 13.000 partikel plastik bisa ditemukan setiap kilometer persegi areal laut jumlah tersebut bahkan bisa bertambah terus. Menurut informasi yang diperoleh dikatakan bahwa kampanye sosialisasi 3R (*Reduce, Reuse, recycle*) tidak sebanding dengan pertumbuhan sampah plastik yang meningkat terus dari hari ke sehari. Beberapa upaya bijak yang dilakukan saat ini tidaklah serta merta memusuhi produk bahan plastik tersebut melainkan menggunakan plastik yang ramah lingkungan. Plastik ramah lingkungan tersebut diantaranya: *degradable plastic*, *biodegradable plastic* atau yang lebih dikenal dengan istilah bioplastik.

Kebutuhan akan bahan plastik diberbagai negara memang berbeda, umpamanya kantong plastik di negara Denmark dan Finlandia hanya membutuhkan empat kantong plastik per orangnya setiap tahunnya, berbeda halnya dengan di Jerman mencapai 70 kantong plastik. Di Jerman sendiri upaya yang dilakukan untuk mengurangi sampah tersebut dengan menerapkan jaminan bagi botol kemasan minuman. Pembeli harus membayar sejumlah uang untuk kemasannya dan jaminan tersebut akan dikembalikan lagi jika pembeli telah mengembalikan botol bekasnya. Upaya pengendalian sampah yang dilakukan Irlandia cukup signifikan juga yaitu setiap sampah plastik dikenai pajak bahkan setiap tahun dibuat meningkat terus. Dampaknya bagi negara Irlandia sendiri pemakaian bahan plastik berkurang hingga hampir 90%. Inggris sendiri memproduksi sedikitnya 3 juta ton sampah plastik setiap tahunnya dimana 56% dari jumlah tersebut berasal dari kemasan dan sisanya sampah rumah tangga. Saat ini, pertumbuhan bisnis mendaur ulang di Amerika semakin meningkat tajam juga dimana tercatat hampir 1.600 unit usaha terlibat di dalamnya. Hal ini menunjukkan perkembangan positif yang baik untuk mengatasi sampah plastik di berbagai negara sesuai kebijakan pemerintahnya memberikan added value khususnya bagi pengusaha daur ulang. Di Indonesia sendiri sampah plastik diubah kembali menjadi produk yang bisa dimanfaatkan kembali yang dikenal sebagai produk kerajinan *trashion* (produk *fashion* dari *trash*) yang punya nilai jual produk yang cukup tinggi. Botol plastik yang di daur ulang bisa dimanfaatkan sebagai vas bunga, hiasan dinding, kinciran, bunga palsu, tas plastik dan lain-lain.

Menurut penelitian yang dilakukan terhadap bahan plastik, ternyata sampah plastik tersebut bisa dijadikan sumber energi yang cukup prospektif di masa mendatang disebabkan kandungan energinya yang tinggi (*M.Syamsiro*). Teknologi yang dimanfaatkan dalam hal ini dengan cara mengkonversinya menjadi bahan bakar. Proses yang dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan pencacahan terhadap sampah plastik tersebut kemudian membriketnya menjadi bahan bakar briket. Bahan bakar tersebut dapat digunakan untuk bahan bakar pada tungku-tungku di industri. Selain bahan bakar padat, bisa juga dikonversi menjadi bahan bakar cair melalui proses pirolisis dengan memanaskannya pada temperatur berkisar 500°C sehingga fasenya akan berubah menjadi gas dan kemudian proses *cracking* dan setelah itu didinginkan kembali untuk mendapatkan bahan cair setara bensin dan solar. Sedangkan untuk merubahnya menjadi bahan bakar gas, dilakukan dengan teknologi gasifikasi dimana sampah plastik tersebut dipanaskan pada temperatur yang sangat tinggi mencapai 900°C dengan prinsip oksidasi parsial. Proses tersebut akan menghasilkan gas hidrokarbon yang bisa dimanfaatkan oleh industri untuk keperluan produksinya.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Programmable Logic Control

*Programmable Logic Control* (PLC) merupakan piranti yang dapat diprogram untuk menggantikan sederetan *relay* pada sistem konvensional dengan memanfaatkan sensor untuk melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan untuk menghidupkan dan mematikan keluarannya. PLC tersebut secara kontinyu melakukan monitoring terhadap status sistem dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol, serta menampilkan pesan tersebut pada operator sistem. Pada dasarnya PLC tidak dapat melakukan tanpa adanya program di dalam memori proses. Program PLC dimasukkan ke dalam memori melalui dengan menggunakan peralatan pemrograman PLC yang sesuai, peralatan pemrograman PLC tersebut diantaranya: *hand-held unit*, *terminal video*, komputer pribadi/PC.

PLC yang paling banyak ditemukan di Industri adalah PLC produksi Omron dan PLC produksi *Rexroth Bosch*. PLC Omron pada umumnya dibagi atas tiga kelompok besar, yaitu: PLC *mikro* dimana jumlah *input/output* kurang dari 32 terminal, PLC *mini* dimana memiliki jumlah *input/output* antara 32 sampai 128 terminal, PLC *Large* dikenal dengan PLC tipe *rack* dimana jumlah *input/output*nya lebih dari 128 terminal. PLC Omron merupakan produksi Omron yang banyak dipakai dalam bidang industri penggunaan mesin otomatis dan pemrosesan secara otomatis.



Gambar 2.1 Tipe PLC Omron di Industri

Terdapat banyak pilihan bahasa untuk membuat program dalam PLC, dimana masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian masing-masing tergantung sudut pandang dari *user/programmer*. Pada umumnya terdapat dua bahasa pemrograman sederhana dari PLC, yaitu pemrograman diagram *ladder* dan bahasa *instruction list* (*mnemonic code*). Diagram *ladder* merupakan bahasa yang dimiliki setiap PLC. *Ladder* diagram di sini digunakan untuk menggambarkan program dalam bentuk grafik yang dikembangkan dari kontak-kontak *relay* yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Dalam diagram tersebut terdapat dua buah garis vertikal, dimana garis vertikal sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positif catu daya dan garis yang disebelah kanannya dihubungkan dengan

sumber tegangan negatif catu dayanya. Program *ladder* tersebut ditulis menggunakan bentuk *pictorial* atau simbol secara umum mirip dengan rangkaian kontrol *relay*. Program ditampilkan pada layar dengan elemen-elemen seperti *normally open contact*, *normally closed contact*, *timer*, *counter*, *sequencer*, dan lain-lain. Diagram *ladder* adalah bahasa yang dimiliki setiap PLC. Dalam hal ini listrik mengalir dari sebelah kiri ke rel sebelah kanan, yang dikenal dengan istilah *ladder line* (garis tangga).

Konsep PLC sesuai namanya merupakan pemrograman yang memiliki kemampuan guna memproses input secara aritmetik (ALU) untuk melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi dan negasi dengan cara menontrol proses sehingga mendapatkan keluaran yang diinginkan. Secara umum fungsi dari PLC tersebut bisa dijelaskan sebagai berikut: kontrol sekuensial (memproses sinyal *biner* menjadi *output* untuk keperluan proses secara berurutan dan tepat), *monitoring plant* (secara terus-menerus melakukan *monitoring* untuk mengambil tindakan sehubungan dengan proses yang dikontrol dan menyampaikannya ke *operator* sebagai pesan).

*Programmable Logic Controller* (PLC) pada perancangan ini memanfaatkan Festo Fluidsim ver 4.2p/1.67 *Hydraulics* yang merupakan *software* aplikasi yang digunakan untuk membuat jaringan sistem pneumatik, listrik, dan sistem hidrolis dengan bantuan simulasi mekanisme. Selain itu, arsitektur pemrogramannya lebih mudah mudah digunakan dengan memahami operasi logika atau gerbang logika sebagaimana dijelaskan pada konsep PLC tersebut.

## 2.2. Mesin Press Hidrolik

Pada dasarnya mesin *press* berfungsi untuk melakukan penekanan seperti: *drawing*, *punching*, *blanking*, *fitting*, *shearing*, *bending*, *forging* dan lainnya. Mesin *press* tersebut memanfaatkan tenaga hidrolik untuk menaikkan atau menurunkan *slide* dengan memakai sistem fluida yang dialirkan ke *hydraulic cylinder* begitupun *die cushion custom*, semua kontrolnya menggunakan *valve* hidrolik. Sistem fluida digerakkan oleh pompa yang berfungsi untuk memompa oli dari tangki untuk kemudian diteruskan ke silinder. Untuk mengendalikan besar kecilnya tekanan, kecepatan silinder digunakan jenis *valve* yang sesuai.

Silinder hidrolik *linier* digunakan untuk mengubah tenaga hidrolik menjadi gaya mekanik linier. Silinder *double acting* dimungkinkan untuk pemakaian gaya hidrolik dalam dua arah. Akan tetapi langkah *retractnya* memberikan gaya yang lebih kecil dari langkah *extendnya*, hal ini yang menyebabkan gaya yang terjadi tidak akan sama.

Kecepatan silinder *double acting* dapat dijelaskan dengan menggunakan perumusan aliran sebagai berikut:

$$V = Q_E/A = q_E/(A-a) \quad (1)$$

Dimana:

$$A = \text{Area pada full bore} = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A-a = \text{Area annulus} = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2)$$

$$Q_E = \text{Aliran ke dalam ujung silinder full bore ketika extend (P}_1\text{)}$$

$$Q_R = \text{Aliran keluar ujung silinder full bore ketika extend (P}_1\text{)}$$

$$q_E = \text{Aliran dari ujung annulus silinder ketika extend (P}_2\text{)}$$

$$q_R = \text{Aliran dari ujung annulus silinder ketika retract (P}_2\text{)}$$

Berdasarkan persamaan tersebut debit aliran dari ujung *annulus* silinder dapat ditentukan dengan perumusan ,

$$q_E = Q_E (A-a)/A \quad (2)$$

Dengan cara yang sama, maka debit aliran pada saat *retract* dapat ditentukan sebagai berikut,

$$q_R = Q_R (A-a)/A \quad (3)$$

Pipa hidrolik yang dipergunakan dibentuk dari lapisan karet atau thermoplastic yang diperkuat oleh kawat besi dengan lapisan perlindungan akhirnya karet atau plastik. SAE100R2 dan yang merupakan salah satu pipa hidrolik yang paling direkomendasikan dibanding SAE100R1 dan digunakan untuk pekerjaan tekanan rendah, sedangkan untuk yang *multispiral* digunakan untuk kondisi tekanan yang tinggi. Untuk ukuran reservoir yang digunakan berdasarkan ketetapan standar, yaitu 3-5 kali *flow rate* maksimumnya.

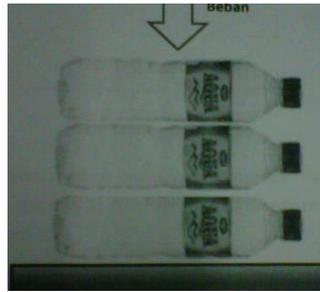
## 2.3. Data Perencanaan dan Pengujian Awal

Pada perencanaan mesin *press* tersebut, berdasarkan hasil pengukuran panjang dan berat didapatkan data dimensi botol yang digunakan sebagai berikut: tinggi botol = 20 cm, diameter botol = 6 cm, berat botol = 15 gram, tebal awal sebelum di *press* = 3 mm, setelah di *press* = 1.5 mm, cylinder stroke = 2.8 m (posisi awal silinder berjarak 30 cm dari permukaan benda), dimensi tumpukan botol = 0.8 m x 0.8 m x 3 m (ruang di dalam mesin *press*). Botol diletakkan pada posisi tengkurap secara horizontal.

Jumlah botol pada dasar ruang silinder menjadi 52 botol, sedangkan pada tumpukan atasnya menjadi 50 botol, sehingga total botol pada ruang dalam mesin *press* 52 x 50 = 4000 botol. Berat total botol dalam ruang mesin *press* dapat ditentukan, yaitu: 4000 botol x 15 gram/botol = 60 kg.

Agar besar gaya total yang digunakan untuk menekan botol dilakukan eksperimen awal dalam jumlah beberapa botol yang ditumpuk secara vertikal dan diberikan beban bervariasi sampai memiliki ketebalan 1/6 dari ukuran sebelumnya. Metode *experiment* yang dilakukan digunakan untuk mendapat gaya total yang dibutuhkan dengan melakukan simulasi

beban yang merupakan fungsi dari  $F = f(\text{jumlah botol, beban yang diberikan})$  sesuai yang diharapkan.



Gambar 2.2. Beban Tekan Experiment Awal

Berdasarkan hasil pengujian tersebut diperoleh beban yang dibutuhkan untuk memadatkan 50 tumpukan botol adalah 2509 kg (24588.2N), karena beban yang dikenakan hanya untuk luasan untuk satu botol, maka tekanan ( $P$ ) terhadap permukaannya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = F/A \quad (4)$$

$$A = \text{Keliling botol}/2 = 0.5 \cdot D.t \quad (5)$$

Dengan menggunakan persamaan tersebut maka diperoleh besarnya tekanan yang dibutuhkan sebesar 13.1 bar (1.305.106,15 Pa), tekanan yang sama juga dikenakan pada proses pemadatan dengan luasan 1 m x 1 m, maka gaya yang dibutuhkan untuk mesin press tersebut untuk luasan total mesin press tersebut dapat dihitung dengan persamaan (4),

$$F = P \times A = 1305106 \text{ (N/m}^2\text{)} \times 1 \text{ m}^2 = 1.305.106,15 \text{ N}$$

Sedangkan beba mesin *press* yang harus ditekan silinder hidrolis dapat ditentukan sebagai berikut:

$$F_{\text{actual}} = 1.1 F_{\text{teoritis}} \quad (6)$$

Dari persamaan (6) tersebut diperoleh gaya aktualnya sebesar 1.435.500 N, pada perancangan ini digunakan lempeng penekan berdimensi 0.9 m x 0.9 m x 0.9 m dengan menggunakan bahan S45C ( $\rho = 7.8 \text{ gr/cm}^3$ ), sehingga massa totalnya sebesar 1.887 kg (18511,47 N), sehingga diperoleh gaya total yang dibutuhkan mesin press pada permukaan per meter persegi  $F = F_{\text{aktual}} + F_{\text{Lempeng penekan}} = 1.435.500 \text{ N} + 18.511.47 \text{ N} = 1.4540.11,47 \text{ N}$

Gaya *buckling load* diperlukan untuk menentukan diameter *rod piston* yang digunakan pada saat piston ditekan, ditentukan dengan persamaan di bawah ini,

$$F_{\text{buckling}} = \left( \frac{2}{SF} \right) \cdot E \cdot J / L^2 \quad (7)$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Steel ASTM-36)}$$

$$J = d^4/64 \quad (8)$$

$$L = 2 \times \text{cylinder stroke} = 2 \times 2.8 = 5.6 \text{ m} \quad (9)$$

$$SF = \text{Faktor keamanan, } 3 < SF < 5 = 3.5$$

Dengan menyelesaikan persamaan (7) di atas maka didapatkan diameter *rod piston*nya 199,3 mm, berdasarkan hasil perhitungan sengan menggunakan standar BS5785:1980 diambil *rod diameter* yang mendekati 200 mm, dan diameter piston rekomendasi (tipe *large*) sebesar 320 mm untuk meminimalkan tekanan pada permukaan piston. Berdasarkan perhitungan tersebut maka diperoleh tekanan *extend* ( $P_1$ ) sebesar 178.4 bar, sedangkan tekanan *retract* ( $P_2$ ) untuk mengangkat lempeng hanya sebesar 3.6 bar.

Untuk menentukan  $Q_E$  dan  $Q_R$  dapat digunakan persamaan sebelumnya dimana penetapan fase waktu untuk mendorong atau  $t_{\text{extend}} = 30$  detik, sedangkan fase untuk diam (silinder tetap di dasar stroke untuk menekan tumpukan botol selama 5 detik.

Kecepatan silinder *full bore* = panjang *stroke*/waktu = 2.8 m / 30 s = 0.0933 m/s, sehingga  $Q_E = 450$  liter/menit (0.00749 m<sup>3</sup>/s), sehingga dapat ditentukan aliran cairan hidrolis dari ujung *annulus* silinder saat *extend*  $q_E = 272$  liter/menit, selanjutnya untuk langkah *retract* kecepatan dapat dihitung sesuai persamaan,

$$V_{\text{retract}} = Q_E / (A-a) = 0.00749 / 0.048984 = 0.153 \text{ m/s} = 9.18 \text{ m/min} \quad (10)$$

$$Q_R = A \cdot V_{\text{retract}} = 737.9 \text{ liter/min} \quad (11)$$

Pompa yang dipergunakan dengan memperhatikan aliran fluida yang masuk  $Q_E = 450$  liter/menit, dengan menggunakan katalog pompa jenis *axial piston fixed pump* dengan merk *Rexroth Bosch*, dengan tipe 355 dengan debit aliran maksimal 469 liter/menit dengan tekanan kerja maksimal 350 bar menghasilkan daya maksimal 368 HP, massa pompa 110 kg.

*Housing* atau selang yang dipergunakan untuk fluida hidrolis menggunakan *synthetic rubber tube* (SRT) dengan 4 *spiral wires* dan memiliki diameter 5/8 inch, hal tersebut berdasarkan pertimbangan tekanan pompa 350 bar (*max*) dengan fluida yang dipergunakan pada sistem hidrolis *mineralized oil* ( $\rho_{oil} = 0.85$  g/ml).

Perhitungan kapasitas reservoir berdasarkan perumusan 3-5 kali *flow rate* maksimum, maka pada perancangan ini digunakan diperoleh  $V_{reservoir} = 5 \times 450 \text{ L} = 2250 \text{ L}$  ( $2.25 \text{ m}^3$ ), sehingga berat *reservoir* bisa ditentukan sebesar,

$$W_{reservoir} = \rho_{oil} \times V_{reservoir} \times 9.82 = 18761 \text{ N} \quad (12)$$

Perhitungan tebal kolom *support* yang digunakan untuk menahan beban komponen hidrolis yang berada di bagian atasnya seperti: pompa hidrolis, silinder tekan (*steel* AISI 1018,  $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ ), *reservoir* cairan hidrolis, dan lempeng penekan didetailkan perhitungannya sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 \text{Berat pompa hidrolis (katalog)} &= 110 \text{ kg} \times 9.82 \text{ m/s}^2 = 1.079,1 \text{ N} \\
 \text{Berat silinder penekan} &= (\text{massa piston} + \text{massa dinding silinder}) \times 9.82 \text{ m/s}^2 \\
 &= (696,6 \text{ kg} + 998,4 \text{ kg}) \times 9.82 \text{ m/s}^2 = 1.66.627,95 \text{ N} \\
 \text{Berat } reservoir &= 18.761 \text{ N} \\
 \text{Berat lempeng penekan} &= 18.511.47 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Total beban yang ditanggung oleh kolom *support* = 54126.05 N, jika ada 4 kolom maka tiap kolomnya menahan beban masing masing sebesar 13.531 N.

Defleksi yang diizinkan pada kolom *support* = 0.1 mm, dengan panjang kolom 3.3 m (ditetapkan), *strain* atau regangan menjadi,

$$\begin{aligned}
 &= \Delta L / L \\
 &= 0.0001/0.1 = 3.03 \text{ E-5}
 \end{aligned} \quad (13)$$

Kolom dirancang menggunakan bahan ASTM A-36, dengan *Modulus Young*,  $E = 200 \text{ Gpa}$ , sesuai persamaan hukum *Hooke*,

$$\Delta L = \frac{F \cdot L}{A \cdot E} \quad (14)$$

Dengan mengacu ke persamaan (14) maka diperoleh besarnya  $F = 6.060.000 \text{ N/m}^2$

Untuk diameter kolomnya dapat ditentukan menggunakan persamaan (14) di atas, dengan terlebih dahulu menentukan luas permukaan beban *compressive* yang dikenainya,

$$A = 2.03 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Diameter kolom *support* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut,

$$A = \left( \frac{\pi}{4} \right) \times d^2 \quad (15)$$

Sehingga diameter kolomnya minimal yang dipergunakan pada perancangan *supportnya* sebesar 0.05 m

#### 2.4. Rancangan Mekanisme Hidrolik Mesin Press dengan *Festo Fluidsim*

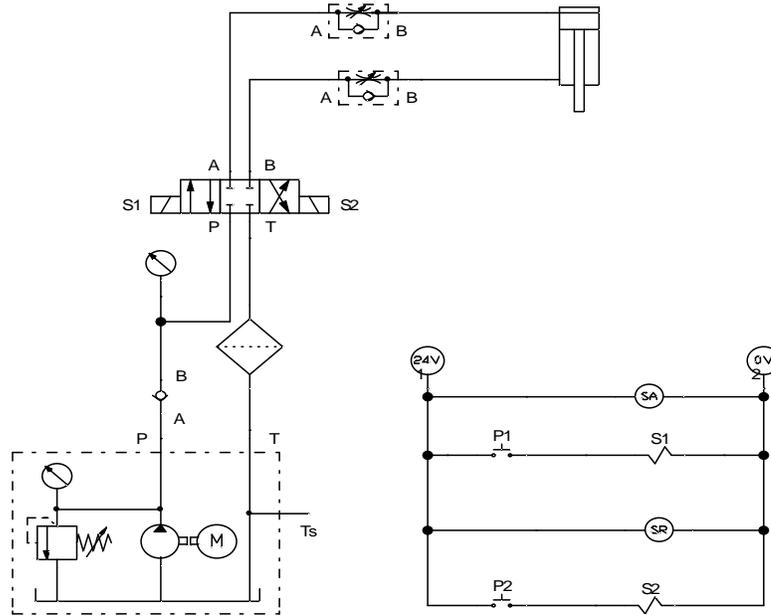
Pada perancangan ini mengacu kepada kombinasi dari beberapa mesin *press* yang banyak dipergunakan di lapangan sebagaimana ditampilkan pada beberapa rancangan berikut,



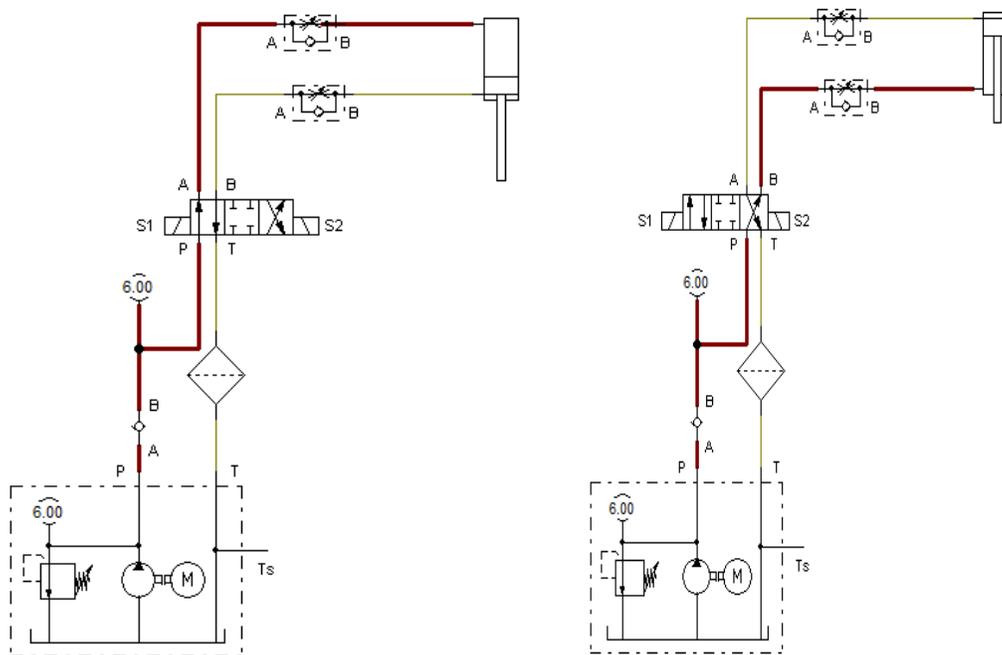
Gambar 2.3. Tipe Mesin Press Acuan Berbagai Produk

Dengan menggunakan *software Festo Fluidsim* tersebut maka diperoleh rancangan mekanisme sistem hidrolik mesin press tersebut sesuai mekanisme di bawah ini,

Bilamana Tombol Push Button ( $P_1$ ) sebagaimana yang terdapat pada *ladder diagram* tersebut ditekan, maka solenoid S1 pada katup 4/3 menyebabkan aliran mengalir menuju *full bore* silinder dan melakukan langkah *extend* untuk memberi tekanan pada ruang mesin press tersebut, selanjutnya bila tombol *push button* ( $P_2$ ) ditekan maka silinder aktuaternya melakukan langkah *retract* dimana aliran mengalir menuju tangki reservoir. Seterusnya langkah tersebut dapat dilakukan berulang-ulang sesuai dengan kapasitas yang diharapkan

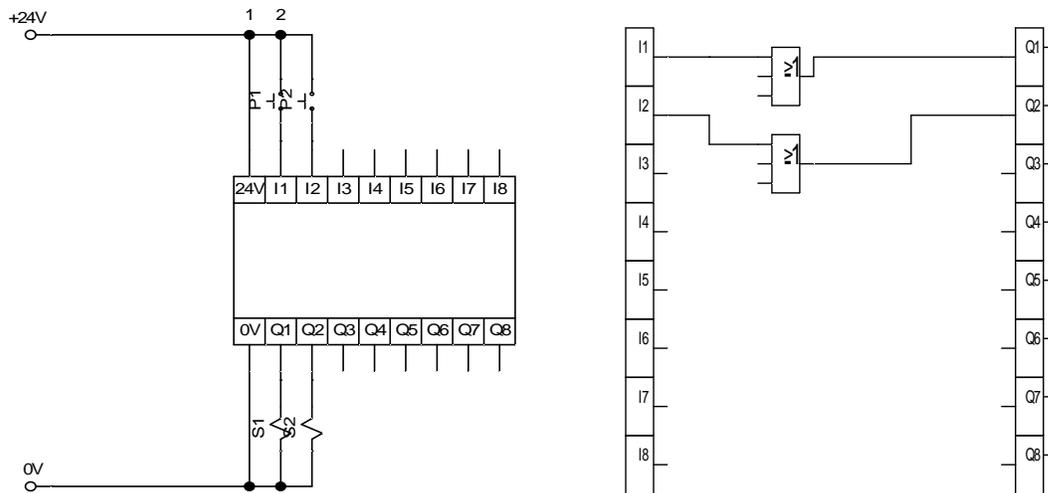


Gambar 2.4. Rancangan Mekanime Sistem Mesin Press dengan *Diagram Ladder*



Gambar 2.5. Langkah *Extend* dan Langkah *Retract* Mesin Press

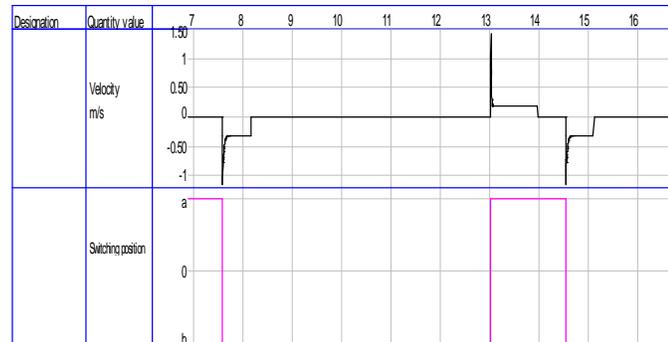
Selanjut untuk PLC FluidSim dapat dibangun dengan menggunakan truth table untuk *logic modulnya* menggunakan gerbang logika atau persamaan *digital control* sebagaimana penjelasan di bawah ini .



Gambar 2.6. Rancangan PLC menggunakan Kontrol Module OR

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dengan melakukan simulasi normalisasi pada sistem mesin press tersebut maka diperoleh velocity dari mesin press tersebut ketika tombol push button P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub> ditekan, PLC Fluidsim Kontrol dapat bekerja dengan baik untuk melakukan langkah extend dan retract untuk pressing sampah plastik



Gambar 3.1., Hasil Normalisasi Diagram *Velocity* dengan *Switching Position*

Proses *switching solenoid valve* menentukan kecepatan atau *velocity* yang dapat dibangkitkan ketika mesin *press* tersebut melakukan langkah *extend* dan *retract*. Pada sistem konvensional di sini respon push button selang t detik menentukan kondisi posisi silinder rod secara *real time*.

### 4. Kesimpulan

Dengan menggunakan simulasi tersebut akan dapat dengan mudah dibangun kebutuhan untuk rancangan mekanisme mesin *press* yang diinginkan setelah terlebih dahulu menentukan kebutuhan gaya yang dibutuhkan, tipe pompa yang dipergunakan dan kapasitasnya, tipe *valve* yang dipakai, sistem *housing* (selang), *pressure relief valve*, *filter*, *one way* dan selanjutnya kekuatan strukturnya seperti kolom *support* dapat diperhitungkan akibat pembebanan yang diberikan

### 5. Daftar Pustaka

1. P Crosser, *Pneumatic Tingkat Dasar* Festo Indonesia, 1994
2. D Waller , H Werner , *Electropneumatic Workbook Basic Level*, Festo Didactic GmbH, 2002
3. Michael J Pinches, John G Ashby, *Power Hydraulic*, Prentice Hall International, 1988
4. D Merkle, *Electrohydraulics Basic level* Festo Didactic GmbH, 1994