

# RANCANG BANGUN ALAT SIMULASI *STEEL STRIP FEEDER* SISTEM PNEUMATIK DENGAN KONTROL PLC”

Suyadi, Nanang Budi Sriyanto, Dichi Yanuar Pratama

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH., Tembalang, Kotak Pos 6199/SMS, Semarang 50329  
Telp. 7473417, 7466420 (Hunting), Fax. 7472396

## Abstrak

*Alat pengumpan plat (strip steel feeder) adalah alat yang bergerak secara otomatis menggunakan gaya dorong pneumatik dengan cara menarik plat gulung sampai ke proses punchingoleh preestool, alat inilah yang dijadikan acuan perancangan simulasi. Rancang bangun ini untuk memberikan gambaran mengenai simulasi Steel Strip Feeder sistem pneumatik dengan menggunakan kontrol PLC. Analisis jumlah siklus per menit dijadikan acuan kinerja dari simulasi Steel Strip Feeder. Proses perancangan alat diwujudkan dalam bentuk beberapa alternatif desain kemudian dipilih desain terbaik dengan metode dominan biner sebagai desain utama. Pada saat dilakukan pengujian, simulasi Steel Strip Feeder dapat berjalan sesuai dengan harapan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa gaya dorong silinder pneumatik teori dan praktek berbeda 2% pada tekanan 1 bar dan jumlah siklus simulasi yang dihasilkan tiap menit pada tekanan 1 bar adalah 32,3 kali.*

**Kata Kunci :** “feeder”, “Simulasi”, “pneumatik”, “PLC”.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang begitu pesat sekarang ini telah menjangkau hampir disemua bidang, terutama adalah perkembangan bidang industri. Industri harus mampu meningkatkan keefektifan agar mampu bersaing di era pasar bebas. Teknologi yang lebih maju yang tetap mengutamakan segi keamanan dan hasil yang tepat serta akurat sangat dibutuhkan dalam hal ini. Tuntutan kebutuhan dalam hal kuantitas produksi yang merupakan elemen penting dalam meningkatkan kelancaran produksi sangat dibutuhkan dalam kemajuan teknologi.

Teknologi otomatisasi adalah salah satu kemajuan teknologi yang dibutuhkan dalam meningkatkan kelancaran produksi. Salah satu diantaranya adalah berupa penggunaan sistem pneumatik. Pneumatik merupakan salah satu teknologi yang menggunakan udara sebagai fluida penggerak yang mampu meningkatkan efisiensi produksi yang dibutuhkan industri saat ini.

Sistem kontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah PLC (*programmable logic control*). PLC adalah suatu bentuk sistem kendali berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti logika, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*), dan aritmatika berfungsi untuk

mengontrol kinerja mesin dalam proses produksi. Latar belakang diatas dapat kami jadikan untuk merancang kontrol PLC untuk alat pengumpan plat (*strip steel feeder*) yang cara kerjanya kami terapkan pada simulasi. Alat pengumpan plat (*strip steel feeder*) bergerak secara otomatis menggunakan pneumatik mulai dari penarikan plat dari gulungan plat sampai ke proses *punching* pada *preestool*. Kami berharap dengan adanya simulasi ini dapat meningkatkan minat kalangan akademik dan industri untuk lebih memanfaatkan dan mengembangkan kontrol PLC pada teknologi pneumatik, Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang simulasi pneumatik *steel strip feeder* dengan kontrol PLC, memenuhi kebutuhan alat instrumen praktikum di Laboratorium Politeknik Negeri Semarang untuk kegiatan pembelajaran, menganalisa massa benda dalam keadaan statis secara teoritis sama dengan praktek pada tekanan 1 bar, dan mengidentifikasi konsumsi udara tiap menit menggunakan tekanan udara tertentu.

## 2. Metode Penelitian

Pembuatan simulasi pneumatik *steel strip feeder* dengan kontrol PLC ini, kami menggunakan metode penelitian sbb:

## 2.1 Merancang Gerakan Silinder Pneumatik *steel strip feeder*

Rancangan konseptual ini adalah suatu rancangan awal yang berupa gambar sketsa dasar perancangan yang didasarkan pada pemahaman konsep-konsep mekanik untuk memecahkan masalah.

## 2.2 Rancangan Detail

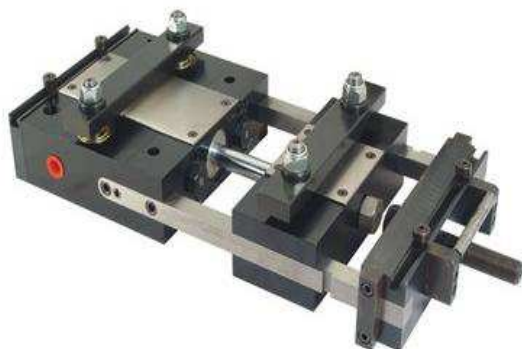
Tahap pembuatan rancangan detail adalah tahap penyempurnaan dari tahap konseptual. Sketsa dasar yang telah digambar, kemudian di gambar ulang secara lengkap menggunakan aplikasi *solidworks*.

## 2.3 Pembuatan Simulasi Gerakan

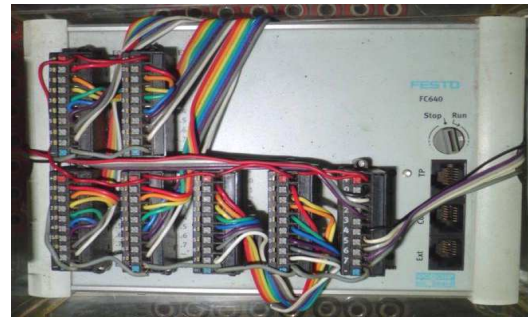
Persiapan yang telah direncanakan dan dilaksanakan sesuai rancangan yang dibuat, kemudian membuat rangka komponen, merakit semua komponen lalu di uji kinerja. Bila dalam proses ini ada suatu kesalahan atau kekurangan pada alat, maka akan dilakukan perbaikan sampai alat ini berfungsi dengan baik.

## 2.3 Pengujian Simulasi

Simulasi pneumatik *steel strip feeder* dengan kontrol PLC ini akan di uji kinerjanya setelah melalui tahapan sebelumnya. Hasil pengujian simulasi ini harus mendapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dari program yang dibuat agar tujuan rancang bangun inidapat terpenuhi.



**Gambar 1. Steel Strip Feeder yang ada**  
(<http://www.skifeeder.com/>, 2 Agustus 2013, 01.47)

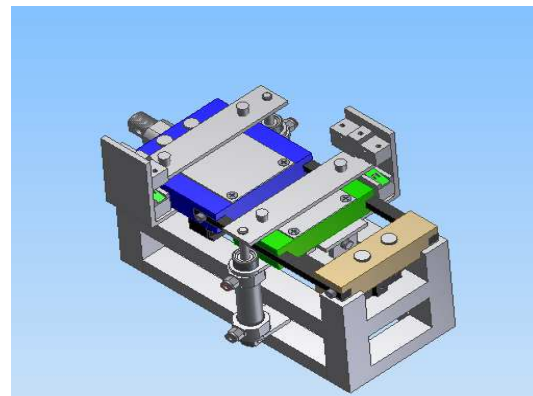


**Gambar 2. Modul PLC**

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pemilihan Desain

Solusi atas masalah dan melatar belakangi perancangan ini, berikut disajikan dua alternatif desain alat simulasi *steel strip feeder* sistem pneumatik dengan kontrol PLC, yang kemudian akan dipertimbangkan dan dilakukan pemilihan alternatif desain terbaik. Desain simulasi yang terpilih seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 3. Simulasi Alternatif Desain Terpilih**

Alternatif desain yang kedua ini menggunakan 3 silinder aktuator *double acting*, digunakannya tiga silinder bertujuan untuk proses penjepitan plat masing-masing 1 silinder sebanyak 2 buah, pendorong plat 1 silinder. Dan menggunakan 6 sensor roller yang dihubungkan dengan PLC, 2 buah sebagai penggerak slider dan 4 buah sebagai penggerak penjepit plat masing-masing 2 buah pada tiap penjepit. Pada base 1 dibawahnya dibuat dudukan sebagai tempat silinder yang berfungsi pendorong slider dan pada bagian samping terdapat sensor roller

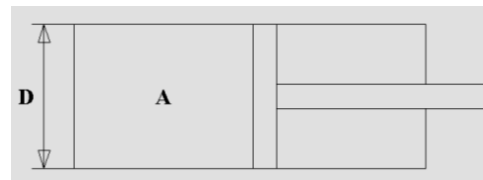
yang dihubungkan ke PLC dan silinder untuk plat penjepit kedua. Pada slider di sampingnya juga terdapat sensor roller dan silinder plat penjepit pertama dengan prinsip kerja sbb :

Memasukkan program pada perangkat computer, menghubungkan sensor dan aktuator pada modul I/O. Kemudian menghubungkan saluran udara dari katup 5/2 *double solenoid* ke silinder dan menghubungkan PLC dengan computer kemudian mengunduhnya. Plat masuk diarahkan ke stock stop kemudian nyalakan PLC diterima oleh sensor roller 1 maka plat akan dijepit oleh plat penjepit pertama dan kemudian diterima oleh sensor roller 2 yang menggerakkan slider ke depan .Diterima sensor roller 3 untuk menggerakkan plat penjepit kedua dan setelah presstool membentuk benda dengan bantuan pergerakan sensor, kemudian diterima oleh sensor roller 4 untuk melepas jepitan pada plat penjepit pertama dan diterima oleh sensor roller 5 untuk menggerakkan slider mundur dan diterima oleh sensor roller 6 plat penjepit kedua akan melepas jepitan, dan diterima oleh sensor roller 1 lagi untuk menggerakkan plat penjepit pertama.

### 3.2 Perhitungan Perhitungan Gaya Silinder

Silinder yang digunakan adalah silinder *double acting* DSNU-20-100-PP-A. Dengan spesifikasi: D(diameter dalam silinder)=20[mm], d (diameter batang torak)=8[mm], h (panjang langkah)=100[mm], silinder kerja ganda mempunyai gaya tekan maju dan mundur sebesar F secara teoritis dapat dicari dengan menggunakan rumus :  $F = A \cdot P - R_r$   $F = 0,785 D^2 P - R_r$  (langkah maju)  $F = A' \cdot P - R_r$   $F = (D^2 - d^2) 0,785 P - R_r$  (langkah mundur) (Sugihartono, *Dasar-Dasar Kontrol Pneumatik, 1996*), dimana : F = Gaya tekan [N] , P = Tekanan kerja [bar], A = Luas penampang batang dalam silinder tanpa batang torak [mm<sup>2</sup>] A' = Luas penampang batang dalam silinder [mm<sup>2</sup>] , D = Diameter dalam silinder [mm], d = Diameter batang torak [mm], R<sub>r</sub> = Gaya gesek (3-20% dari gaya terhitung) [N].

Rumus gaya gesek :  $W = m \cdot g$   $F_\mu = \mu \cdot W$  (*Engineering Mechanics Statics - Meriam and Kraige (5th Ed), 2002*), dimana : W = Berat benda [N], g = Percepatan gravitasi [m/s<sup>2</sup>], m = massa [kg], F<sub>μ</sub> = Gaya gesek [N], μ = koefisien gesek ( untuk baja dan baja = 0,6)

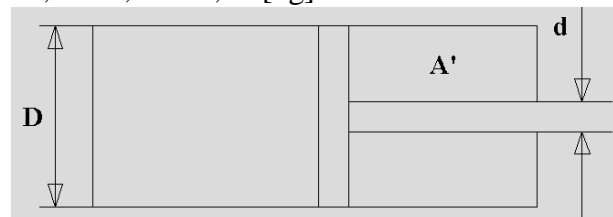


**Gambar 4. Luas penampang silinder maju tanpa batang torak**

Perhitungan langkah maju :  $P = 1 \text{ bar} = 100000 \text{ N/m}^2$  ,  $F' = A \times P = (0,785) P = (0,785) \cdot 100000 = 31,4 \text{ N}$  ( $F'$ = gaya terhitung) (diasumsikan  $R_r = 10\%$  dari gaya terhitung )  $R_r = 10 \% \times 31,4 = 3,14 \text{ N}$   $F = A \times P - R_r = (0,785) P - R_r = 31,4 - 3,14 = 28,26 \text{ N}$

#### Beban maksimal Silinder maju :

$\Sigma F_x = 0$   $F - F_\mu = 0$   $F = F_\mu$   $F_\mu = 28,88 \text{ [N]}$   $W = F_\mu / \mu = 28,88 / 0,6 = 48,11 \text{ [N]}$   $m = W/g = 48,11 / 9,81 = 4,91 \text{ [kg]}$



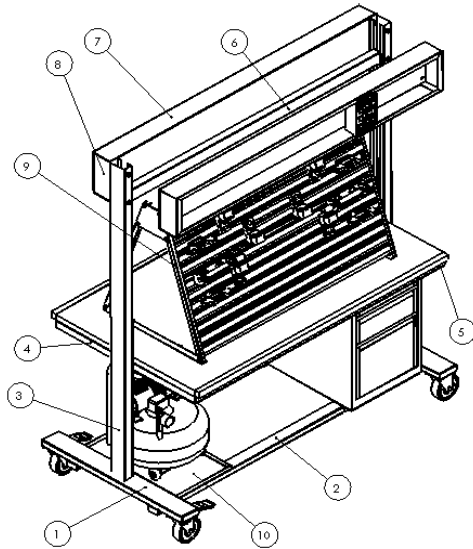
**Gambar 5. Luas penampang silinder dengan batang torak**

#### Perhitungan langkah mundur :

$F = A \times P = (0,785) P = (0,785) \cdot 100000 = 31,3 \text{ N}$  ( $F'$ = gaya terhitung) (diasumsikan  $R_r = 10\%$  dari gaya terhitung )  $R_r = 10 \% \times 31,3 = 3,13 \text{ N}$   $F = A \times P - R_r = (0,785) P - R_r = 31,3 - 3,13 = 28,17 \text{ N}$

#### Beban maksimal Silinder mundur :

$\Sigma F_x = 0$   $F - F_\mu = 0$   $F = F_\mu$   $F_\mu = 28,88 \text{ [N]}$   $W = F_\mu / \mu = 28,88 / 0,6 = 48,11 \text{ [N]}$   $m = W/g = 48,11 / 9,81 = 4,91 \text{ [kg]}$



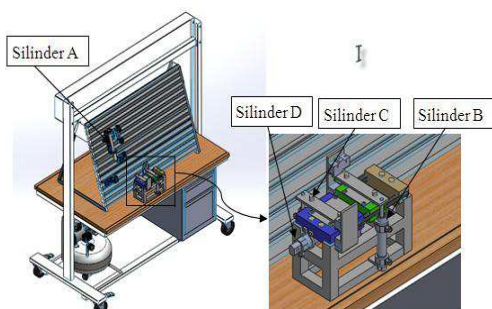
Gambar 6. Hasil Rancang Alat

### 3.3 Hasil Penelitian

Proses pengerjaan adalah suatu urutan langkah penting dalam membuat komponen-komponen pembentuk meja melalui proses pemesinan. Proses ini dilakukan di bengkel, mulai dari bahan baku menjadi barang jadi sesuai dengan bentuk dan ukuran gambar kerja. Pembuatan dalam proses ini melalui tahap-tahap proses pengerjaan dan proses perakitan sehingga dapat dihitung jumlah waktu dan biaya yang dibutuhkan.

### 3.4 Prinsip kerja Simulasi Alat

Model instrumen praktikum yang menjadi objek penelitian adalah simulasi *steel strip feeder*. Simulasi ini digerakkan dengan aktuator. Sumber udara pada aktuator diambil dari kompresor.

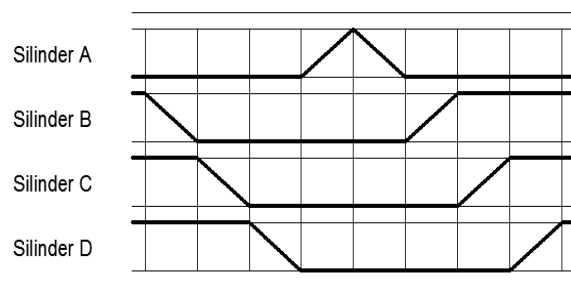


Gambar 7. Simulasi Steel Strip Feeder

Persamaan gerak B-C-D-A+A-B+C+ D+ Tombol start ditekan silinder B mundur untuk menjepit plat, kemudian silinder C mundur untuk mendorong pengumpan, dilanjutkan dengan silinder D mundur untuk menjepit plat, kemudian silinder A maju sehingga punch turun dan memotong plat, setelah itu silinder A mundur dan *punch* naik, kemudian silinder B maju melepas jepitan plat, dan kemudian silinder C maju untuk mendorong pengumpan, dan silinder D maju untuk melepaskan jepitan pada plat.

### 3.4.1 Diagram langkah

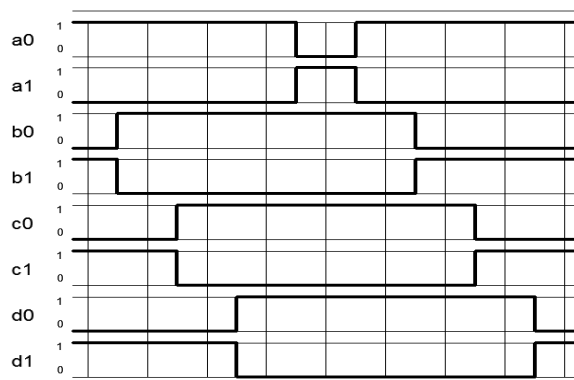
Keadaan elemen kerja silinder ditunjukkan pada diagram langkah. Dalam penggambaran diagram langkah ini, menggunakan dua buah sumbu (koordinat).



Gambar 8. Diagram Langkah

### 3.4.2 Diagram kontrol

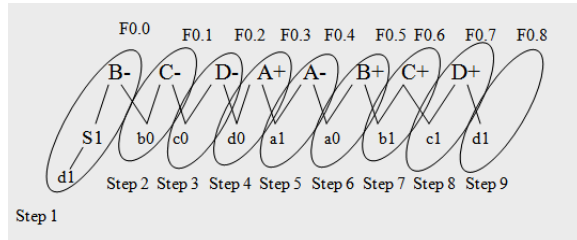
Keadaan perintah elemen sinyal dan elemen yang mengakhiri tahap-tahap pergantian digambar dalam diagram kontrol. Dalam diagram kontrol hanya ditekankan pada membuka atau menutupnya katup.



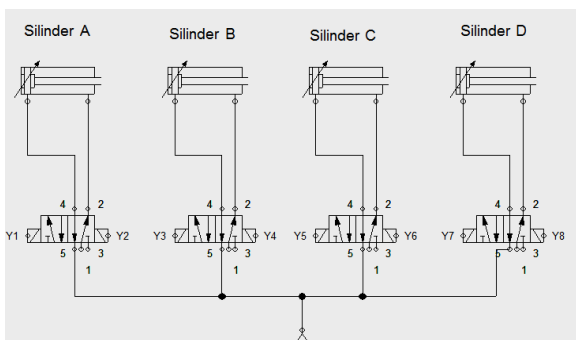
Gambar 9. Diagram kontrol

### 3.5 Pendefinisian Langkah Kerja

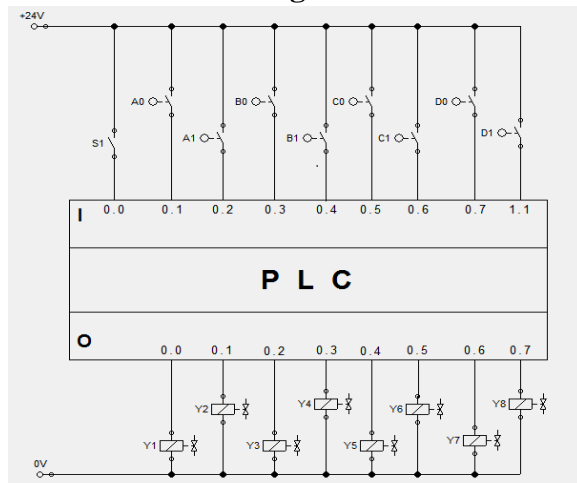
Pendefinisian langkah kerja dalam siklus dari sistem kontrol terhadap mekanisme yang direncanakan dilakukan dengan notasi singkat. Berikut notasi singkat pada model simulasi :



Gambar 10. Langkah Kerja



Gambar 11. Rangkaian Pneumatik



Gambar 12. Rangkaian Pengkawatan pada PLC

### 3.6 Data Pengujian mampu dorong dan tarik

Pengujian mampu dorong dan tarik dilakukan untuk mengetahui kemampuan silinder mendorong dan menarik beban pada tekanan 1 bar dengan massa 4 kg; 4,3 kg; 4,5 kg; 4,8 kg; dan 5 kg.

Tabel 1. Hasil pengujian mampu dorong dan tarik

No	Massa (Kg)	Keterangan
1	4	Silinder mampu mendorong dan menarik
2	4,3	Silinder mampu mendorong dan menarik
3	4,5	Silinder mampu mendorong dan menarik
4	4,8	Silinder mampu mendorong dan menarik
5	5	Silinder tidak mampu mendorong dan menarik

Data yang diambil merupakan hasil dari proses pengujian berdasarkan tekanan kerja. Pengujian dilakukan dari tekanan kerja 2 [bar] sampai 6[bar]. Tekanan yang diambil dimaksudkan untuk menjaga keamanan perangkat pneumatik dan PLC.

### 3.7 Pengujian Jumlah Siklus/menit

Tabel 2. Hasil pengujian Jumlah Siklus/menit

No	Tekanan	Jumlah Siklus/menit			
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Rata-rata
1	2 bar	42	41	44	42,33
2	3 bar	49	48	50	49
3	4 bar	52	51	53	52
4	5 bar	54	53	53	53,33
5	6 bar	55	56	57	56

### 3.8 Analisis Pengujian mampu dorong dan tarik

Data hasil perhitungan pada sub bab 3.5 Perhitungan, diperoleh gaya dorong dan gaya tarik secara teoritis pada tekanan 1 bar adalah sebesar 28,88 [N] sehingga diperoleh Massa teoritis sebesar 4,9 kg. Sedangkan pada tabel 5.1 Hasil pengujian mampu dorong dan tarik, pada tekanan 1 bar, massa pada keadaan statis sebesar 4,8 kg < x < 5kg. Maka dapat dihitung prosentase kesalahan: % kesalahan =  $x \cdot 100\%$  = 2 % Jadi dapat diasumsikan bahwa besarnya Massa pada keadaan Statis secara praktek memiliki nilai sama dengan Massa pada keadaan Statis secara Teoritis yaitu sebesar 4,9 kg.

### 3.9 Analisis Pengujian Jumlah Siklus/menit

Berdasarkan data jumlah siklus yang diperoleh maka dapat diketahui jumlah langkah/menit yaitu 8 x jumlah siklus/menit dikarenakan 1 siklus melakukan 8 langkah kerja piston sehingga dapat dianalisa sebagai berikut: Diketahui= Silinder *double acting* DSNU-20-100-PP-A dengan ukuran

D (diameter dalam silinder) = 20 [mm]  
d (diameter batang torak) = 8 [mm] h  
(panjang langkah) = 100 [mm] , Maka  
berlaku rumus konsumsi udara untuk silinder  
kerja ganda  $Q = 0,785 (2D^2 - d^2) \cdot S \cdot n \cdot Cr$   
dan  $Cr = (1,013 \text{ bar} + P) / 1,013 \text{ bar}$   
(Sugihartono, *Dasar-Dasar Kontrol  
Pneumatik*, 1996) Dimana: V: volume udara  
tiap menit [l/menit] D: diameter dalam  
silinder [mm] d: diameter dalam torak [mm]  
h: panjang langkah [mm] n : jumlah langkah  
tiap menit [1/menit] P: tekanan kerja [bar] Cr:  
compression ratio Compression ratio (Cr) 2 bar  
=  $(1,013 \text{ bar} + P) / 1,013 \text{ bar} = (1,013 \text{ bar} +$   
 $2 \text{ bar}) / 1,013 = 2,97$  Kebutuhan udara untuk  
satu siklus (8 langkah) pada tekanan 2 bar  
 $Q = 0,785 \cdot (2 \cdot 20^2 - 8^2) \cdot 100 \cdot (42,33 \times 8) \cdot 2,97$   
 $= 581187097,04 \text{ [mm}^3/\text{menit]} = 58,18$   
[l/menit] Dari perhitungan diatas didapatkan:

#### 4. Kesimpulan

Keseluruhan dalam rancang bangun alat  
simulasi *steel strip feeder* sistem pneumatik  
dengan kontrol PLC dapat diambil beberapa  
kesimpulan antara lain :

- 1) Simulasi dengan diagram langkah B-C-  
D-A+A-B+C+D+ pada rangkaian PLC  
dapat berjalan dengan baik dan sesuai  
dengan program yang dibuat.
- 2) Penempatan alat instrumen  
praktikum akan diletakkan di

Laboratorium Pneumatik Politeknik  
Negeri Semarang yang dapat digunakan  
mahasiswa untuk pembelajaran PLC.

- 3) Massa benda dalam keadaan Statis pada  
tekanan 1 bar yang diberikan silinder  
*double acting* yaitu sebesar 4,9 kg.
- 4) Data yang didapatkan dari hasil  
pengujian kinerja simulasi dalam  
konsumsi udara /menit pada tekanan  
tertentu adalah sebagai berikut:

#### 5. Daftar Pustaka

- Krist, Thomas dan Dines Ginting. 1993.  
*Dasar-Dasar Pneumatik*. Jakarta:  
Erlangga.
- Meriam, J.L and L.G Kraige. 2002.  
*Engineering Mechanics Statics -*  
*(5th Ed)*. United States of America:  
John Wiley & Sons. Inc.
- Sato, G. Takhesi dan Sugiarto Hartono N.  
1981. *Menggambar Mesin Menurut*  
*Standart ISO*. Jakarta: PT. Pradnya  
Paramita.
- Sugihartono. 1996. *Dasar-Dasar Kontrol*  
*Pneumatik*. Bandung:
- Tarsito. Sularso dan Kiyokatsu Suga.  
2002. *Dasar-Dasar Perencanaan*  
*dan Pemilihan Elemen Mesin*.  
Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- ----- . 2006. *Festo Didact*