

# RANCANG BANGUN SISTEM PENGGERAK PNEUMATIK PADA MODIFIKASI PENAMBAHAN *SLIDING VALVE* PADA TANK *BIG BAG* MESIN CF01 PT XYZ

Virgiawan Prihandoko<sup>1)</sup>

Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal

[virgiawan9954@gmail.com](mailto:virgiawan9954@gmail.com)

Dharmanto<sup>2)</sup>

Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal

[dharmanto.mesin@gmail.com](mailto:dharmanto.mesin@gmail.com)

## Keywords :

*Carbon Feeding  
Sliding Valve  
Down Time  
Stress*

## Abstract :

*The carbon feeding machine is a machine in the MCG mixing department which functions to supply carbon to the daybin tank for each mixing machine. In the MCG mixing department there are 5 carbon machines used for the production process. One of them is the CF01 engine which supplies carbon to 4 engines, namely MCG 1, MCG 2, MCG 3, and MCG 17. With the dense production carried out by the CF01 engine, there is still damage, namely in the form of a damaged rotary feeder which results in having to drain the carbon before carrying out time-consuming repairs. Related to this, the authors made modifications to the CF01 engine by adding a sliding valve to hold the carbon in the bigbag tank so that the carbon in it can be retained and able to reduce downtime due to the draining process. This modified design was made using solidworks software and used calculations to determine the strength, stress, and load of each component*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

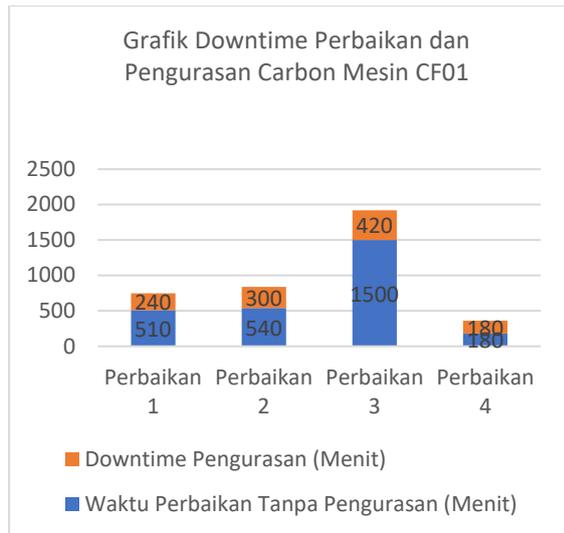
Pada mesin CF01 seringkali terjadi kerusakan pada bagian *rotary feeder* yang dalam proses perbaikannya memerlukan pekerjaan untuk menguras *carbon* dari *tank big bag* terlebih dahulu sehingga hal tersebut menyita waktu dan akan memperlambat pekerjaan perbaikan yang dilakukan oleh *engineering* serta material *carbon* dikhawatirkan akan tercampur dengan material yang lain sehingga menjadi *scrap*.

Tabel 1 Data Kerusakan *Gearbox* yang terjadi selama Desember 2022 – Februari 2023

Nomor Perbaikan	Work Order	Description	Asset Number
Perbaikan 1	MCG/0684/12/22	Rotary Transfer Tidak Bisa Berputar	MCG.00.C F.01
Perbaikan 2	MCG/0061/01/23	Pressure Tank Pengisian Carbon Tidak Naik	MCG.00.C F.01

Perbaikan 3	AS/MCG/021/01/23	Perbaikan Rotary feeder Big Bag	MCG.00.C F.01
Perbaikan 4	AS/MCG/059/01/23	Perbaikan Rotary feeder Big Bag Macet	MCG.00.C F.01

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat 4 perbaikan yang terjadi dalam 3 bulan yang mengakibatkan mesin CF01 harus *stop* untuk dilakukan perbaikan. *Downtime* waktu perbaikan akibat pengurasan *carbon* dapat dilihat dalam grafik berikut.



Gambar 1 Total Waktu Perbaikan Dan Downtime Perbaikan Rotary Feeder

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa terdapat *downtime* waktu perbaikan *rotary feeder* yang didefinisikan dengan warna *orange* dimana pada perbaikan 1 terdapat 240 menit, perbaikan 2 terdapat 300 menit, perbaikan 3 sejumlah 420 menit, dan perbaikan 4 sebanyak 180 menit. Oleh karena itu penulis akan melakukan modifikasi pada tangka *bigbag* CF01 dengan menambahkan *sliding valve* agar dapat menahan *carbon* dan mengurangi *downtime* akibat pengurasan *carbon*.

### 1.2. Tujuan Kajian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Memodifikasi *tank bigbag* mesin CF1 dengan menambahkan *sliding valve* dan merancang bangun sistem penggerak pneumatik pada modifikasi penambahan *sliding valve* pada *tank big bag* mesin CF01.
2. Mengurangi *downtime* pengurasan *carbon* dan mengurangi *scrap carbon* yang diakibatkan pengurasan *tank big bag*.

### 1.3. Rumusan Masalah

Pada proses perbaikan *rotary feeder* diperlukan pekerjaan untuk menguras *carbon* yang ada di dalam *big bag* akibat tidak adanya penahan *carbon*. Maka dari itu dibutuhkan cara untuk memudahkan pekerjaan *engineering* yaitu memodifikasi *tank bigbag* dengan menambahkan *sliding valve* yang memiliki penggerak untuk mengoperasikannya.

### 1.4. Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian didapatkan berdasarkan rumusan masalah diatas :

1. Bagaimana modifikasi penambahan *sliding valve* dengan penggerak silinder pneumatik pada *tank big bag* mesin CF01.

2. Berapa *downtime* dan *scrap carbon* yang dapat dikurangi setelah dilakukan modifikasi penambahan *sliding valve*.

### 1.5. Batasan Masalah

1. Pengamatan dan modifikasi hanya dilakukan pada mesin CF01 departemen MCG.
2. Modifikasi ini menggunakan sistem penggerak pneumatik.
3. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan biaya penelitian.
4. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini hanya terfokus pada penilaian 5 aspek panca mutu QCDSMP (*Quality, Cost, Delivery, Safety, Morale, Productivity*), yang digunakan untuk menghitung hasil penelitian.
5. Perancangan desain modifikasi menggunakan *software solidworks*

### 1.6. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari penelitian ini diantaranya

sebagai berikut :

1. Mengetahui desain dan perhitungan komponen modifikasi penambahan *pneumatic sliding valve* pada *tank big bag* mesin CF01
2. Mengetahui sistem kerja penggerak pneumatik pada modifikasi penambahan *pneumatic sliding valve* pada *tank big bag* mesin CF1.
3. Mengurangi *downtime* pengurasan *carbon* dan *scrap carbon* yang diakibatkan proses pengurasan *tank big bag*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Terdahulu

Studi Pustaka

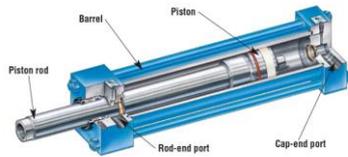
Nama Penulis, Tahun	Judul	Hasil Kajian
Unggul Wahyu Aji , Hamdi , Arif Suryono (2018)	Modifikasi Sistem Slide Gate 392-SG1/2/3 Under Gas Conditioning Tower	Berkat adanya modifikasi, material bisa langsung keluar dan tidak menimbulkan penumpukan material san beban berlebih pada peralatan.

**2.2 Landasan Teori**

**2.2.1 Pneumatik**

1. Definisi Sistem Pneumatik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani yaitu *pneuma* yang memiliki arti udara atau angin, jadi pneumatik mengacu kepada udara yang terisi serta bergerak melalui udara. Pneumatik ialah sistem otomasi yang memakai udara terkompresi untuk perantaranya (Ismoyo & Cahyono, 2021)



Gambar 2. Silinder Pneumatik

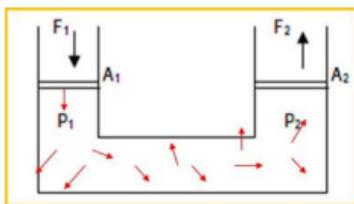
(Sumber : Ajat, 2020)

2. Persamaan Dasar Pneumatik

Hukum Pascal dan Hukum Boyle merupakan hukum-hukum dasar udara bertekanan. Berikut merupakan penjelasan dari hukum pascal dan hukum boyle :

a. Hukum Pascal

Hukum tentang perpindahan statis, terdapat hukum pascal yang secara eksperimen dibuktikan oleh Blaise Pascal. Melalui penelitiannya, Pascal memberi kesimpulan bahwa apabila tekanan yang diberikan pada fluida yang memenuhi sebuah ruangan tertutup, tekanan tersebut akan diteruskan oleh fluida tersebut ke segala arah dengan besar yang sama.



Gambar 3. Ilustrasi Hukum Pascal

(Sumber: (Pamungkas, 2017))

Tekanan oleh gaya sebesar  $F_1$  terhadap pipa 1 yang memiliki luas penampang  $A_1$  akan diteruskan oleh fluida yang akan menjadi gaya angkat sebesar  $F_2$  pada pipa penampang pipa  $A_2$  dengan gaya tekan yang sama. Oleh karena itu secara sistematis Hukum Pascal ditulis sebagai berikut: (Pamungkas, 2017)

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Sehingga tekanan sebesar  $P$  diteruskan ke segala arah atau ke semua bagian system, dan bagian  $A_2$  akan terangkat dengan gaya sebesar (Pamungkas, 2017) :

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots (2)$$

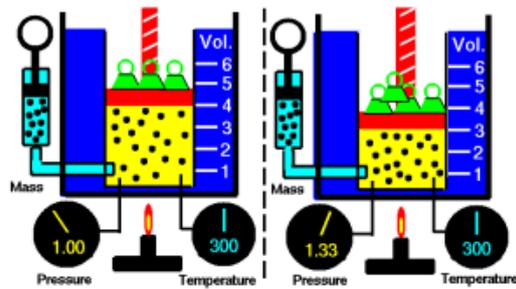
Dimana:

- $F_1$  = gaya pengisap pipa 1
- $A_1$  = luas penampang pengisap pipa 1
- $F_2$  = gaya pengisap pipa 2
- $A_2$  = luas penampang pengisap pipa 2

b. Hukum Boyle

Robert boyle mengatakan bahwa sifat gas memiliki massa gas (jumlah mol) dan temperature suatu gas dijaga konstan sementara volume gas juga berubah sedemikian sehingga perkalian anatar  $P$  konstan dan Volume ( $V$ ). selalu mendekati konstan. Kemudian hukum ini dikenal dengan Hukum Boyle dengan persamaan (Pamungkas, 2017) :

$$P_1.P_2 = P_2.V_2= \text{Konstan} \dots\dots\dots (3)$$



Gambar 4. Ilustrasi Hukum Boyle Mariote

(Sumber: (Pamungkas, 2017))

3. Kelebihan dan Kekurangan Sistem Pneumatik

Keuntungan dalam penggunaan udara bertekanan system pneumatik antara lain (Sifa & Badruzzaman, 2014) :

- a. Sumber tak terbatas
- b. Fleksibelitas temperatur
- c. Aman
- d. Bersih
- e. Mudah disalurkan
- f. Mudah disalurkan
- g. Dapat disimpan
- h. Mudah dimanfaatkan

Selain memiliki keuntungan system *pneumatic* juga memiliki kekurangan antara lain (Sifa & Badruzzaman, 2014) :

- a. Mudah terjadi kebocoran system
- b. Menimbulkan kebisingan
- c. Mudah mengembun
- d. Memerlukan instalasi peralatan penghasil udara.

4. Peralatan Sistem Pneumatik

Dalam mengelola udara bertekanan agar memenuhi persyaratan maka memerlukan peralatan yang memadai antara lain (Sifa & Badruzzaman, 2014)

- a. Penyaring Udara (*Air Filter*), udara luar yang mengandung kotoran disaring dengan penyaring udara, serta untuk memisahkan partikel-partikel yang terbawa seperti debu dan oli.
  - b. *Tank* Udara, berfungsi untuk menyimpan udara bertekanan, sehingga dapat digunakan sewaktu-waktu jika dibutuhkan.
  - c. Pemisah Air, udara bertekanan yang keluar dari *tank* udara masih mengandung uap air maka dari itu pemisah air digunakan untuk mengeringkan udara bertekanan, jika tidak ada pemisah air maka akan menyebabkan korosi pada semua saluran.
  - d. Tabung Pelumas, sistem pelumasan pada sistem pneumatik berfungsi untuk melumasi sistem pneumatik agar dapat mengurangi panas yang timbul akibat gesekan. Oleh karena itu udara bertekanan harus memengandung pelumas yang diperoleh dari tabung pelumas pada *regulator*.
  - e. Regulator, berfungsi untuk mengatur keluar dan masuknya udara bertekanan, sehingga udara yang disuplai sesuai dengan kebutuhan kerjanya.
  - f. Konduktor, berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan yang membawa/mentransfer tenaga ke aktuator.
  - g. Konektor, berfungsi sebagai penyambung atau penjepit konduktor agar tersambung erat pada bodi komponen pneumatik.
  - h. Katup, berfungsi mengatur arah udara bertekanan yang bekerja menggerakkan aktuator atau mengendalikan arah gerakan aktuator.
  - i. Aktuator, untuk menghasilkan gerak usaha yang merupakan hasil akhir atau *output* dari sistem *pneumatic*.
5. Lambang dan jenis silinder penumatik

Nama Aktuator	Keterangan	Simbol
Silinder Kerja Tunggal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Silinder dengan tekanan hanya bekerja ke satu arah saja. (langkah maju):</li> <li>Langkah kembali oleh gaya dari luar.</li> </ul>	
Silinder kerja tunggal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Langkah kembali oleh pegas</li> </ul>	
Silinder Kerja Ganda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Silinder dengan tekanan dapat bekerja ke dua arah ( langkah maju dan mundur )</li> <li>Dengan batang piston tunggal</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dengan batang piston ganda</li> </ul>	

Gambar 5. Lambang dan Jenis Silinder Pneumatik

(Sumber: (Sudaryono, 2013))

### 2.2.2 Perencanaan Silinder Pneumatik

1. Menentukan jenis slide gate yang digunakan

Terdapat 2 jenis slide gate yang dapat digunakan untuk sistem penggeraknya yaitu dengan menggunakan silinder *pneumatic* atau slide gate yang digerakan dengan motor listrik, untuk mengetahui mana yang terbaik untuk digunakan.

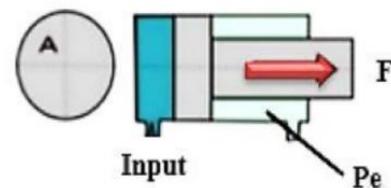
2. Menentukan Ukuran Diameter Silinder Pneumatik  
 Ukuran silinder pneumatik ditentukan oleh besarnya gaya yang diterima oleh silinder dan panjang langkah yang harus dilakukan oleh silinder untuk memindahkan beban. Untuk menghitung diameter silinder dapat menggunakan persamaan (2.4) (Syahril & Hidayat, 2018)

a. Perhitungan Gaya Silinder Pneumatik  
 Outstroke (maju) dan Instroke (mundur) adalah perhitungan gaya pada silinder *pneumatic* (Rosyidin, 2019):

1). Gaya *Outstroke* Silinder

$$F_{\text{maju}} = A \times P \dots\dots\dots (4)$$

$$A_{\text{maju}} = \left( \frac{\pi}{4} (D^2) \right) = \left( \frac{3,14}{4} (D^2) \right) \dots\dots\dots (5)$$



Gambar 6. Gaya Efektif Piston saat Maju

( Sumber : (Rosyidin, 2019))

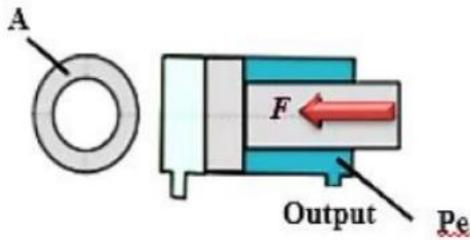
Keterangan :

- F = Gaya Efektif Piston saat Maju (N)
- D = Diameter (m)
- Pe = Tekanan Kerja

2). Gaya *Instroke* Silinder

$$F_{\text{mundur}} = A \times P \dots\dots\dots (6)$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 - d^2) \dots\dots\dots (7)$$



Gambar 7. Gaya Efektif Piston saat Mundur

(Sumber : (Rosyidin, 2019))

Keterangan :

- F = Gaya Efektif Piston saat Maju (N)
- D = Diameter (m)
- Pe = Tekanan Kerja
- d = Diameter Batang Silinder Pneumatik (m)

3. Konsumsi Udara Satu Kali Langkah Piston

Langkah pertama kita harus mengetahui nilai dari diameter piston , diameter batang torak, dan panjang langkah piston. Pada perhitungan konsumsi udara dibagi menjadi dua yaitu saat langkah maju dan saat langkah mundur (Bahtiar & H, 2014)

a. Langkah Maju

$$V_1 = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2 \times h \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan ;

- V<sub>1</sub> = Volume (liter)
- D = Diameter Piston (cm)
- h = Panjang Langkah (cm)

b. Langkah Mundur

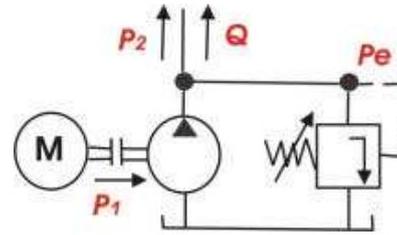
$$V_1 = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 \times d^2) \times h \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan ;

- V<sub>1</sub> = Volume (liter)
- D = Diameter Piston (cm)
- H = Panjang Langkah (cm)
- d = Diameter Batang Torak (cm)

4 Perhitungan Daya Kompresor

Daya kompresor yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Sumbodo, 2008):



Gambar 8. Analisa Daya Pompa (Sumber: Wirawan Sumbodo, 2008)

$$P_2 = Q \times P_e \dots\dots\dots (10)$$

$$P_2 = \frac{Q \times P_e}{600}$$

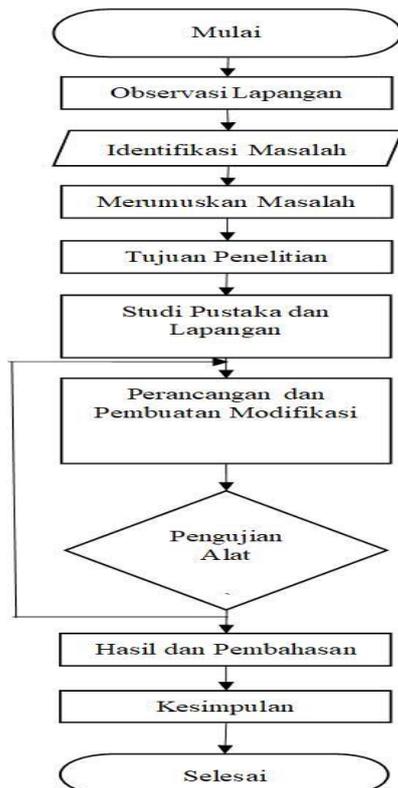
$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} \dots\dots\dots (11)$$

Dimana :

- P<sub>2</sub> = Daya output pompa (kW)
- P<sub>1</sub> = Daya pompa (kW)
- η = Effisiensi (0,85)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 9 Alur Penelitian

### 3.2 Detail Alur Penelitian

#### 3.2.1 Melakukan Observasi

Tahap ini peneliti melakukan observasi secara langsung di lapangan untuk melihat dan memahami kondisi actual serta menggali informasi terkait permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian.

#### 3.2.2 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini peneliti melakukan identifikasi terhadap masalah yang ada di lapangan. Selain itu, peneliti mendapat informasi setelah melakukan observasi sehingga memungkinkan mendapatkan latar belakang dari permasalahan pada penelitian dan mencari solusi yang tepat.

#### 3.2.3 Merumuskan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada peneliti menentukan rumusan masalah memikirkan dan mencari solusi untuk menyelesaikan masalah pada penelitian ini. Untuk mendapatkan solusi yang tepat penulis mengumpulkan sumber informasi seperti buku ilmiah, internet, ataupun dari kajian-kajian sebelumnya yang berhubungan dengan permasalahan ini.

#### 3.2.4 Tujuan Penelitian

Untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang ada peneliti bertujuan untuk memodifikasi mesin yang ada dengan penambahan *sliding valve* dengan system penggerak *pneumatic* guna untuk menahan karbon yang ada di tanki bigbag agar tidak keluar saat perbaikan bada rotary

#### 3.2.5 Studi Pustaka dan Lapangan

Tahap studi pustaka dan lapangan dilakukan untuk mencari informasi atau referensi yang membantu peneliti dalam mengatasi permasalahan tersebut. Referensi yang menjadi acuan yaitu berupa jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi atau penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Sedangkan studi lapangan yaitu berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan maupun arahan langsung dari teknisi yang ada di area tersebut.

#### 3.2.6 Perencanaan dan Pembuatan Modifikasi

Pada tahap ini setelah mendapatkan solusi yang tepat maka penulis mulai menyiapkan rancangan modifikasi alat seperti mendesain, mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat rancangan desain dan sistem penggerak pneumatiknya.

Setelah melakukan perencanaan selanjutnya adalah melakukan pekerjaan modifikasi sesuai dengan konsep yang telah dibuat.

#### 3.2.7 Pengujian Alat

Pada tahap ini peneliti akan melakukan pengujian alat secara menyeluruh pada modifikasi penambahan *sliding valve* dengan system penggerak pneumatik pada tanki bigbag pada mesin CF 1

#### 3.2.8 Hasil Dan Pembahasan

Pada tahap ini hasil yang telah didapatkan dari pengujian alat kemudian dilakukan pembahasan dan dianalisa. Tahap ini dapat dianalisa dan dilihat hasil sebelum dan sesudah modifikasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah berhasil atau tidak setelah melakukan modifikasi pada *tank bigbag* mesin CF1.

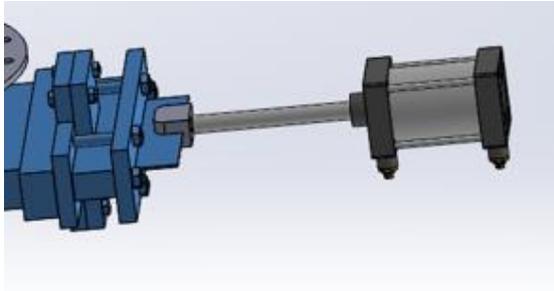
#### 3.2.9 Kesimpulan

Pada tahap ini peneliti membuat kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perencanaan Sistem Pneumatik Pada *Sliding valve*

Bagian ini bertujuan untuk menuntukan silinder pneumatik yang akan digunakan pada penambahan *sliding valve* dan berikut penggambarannya:

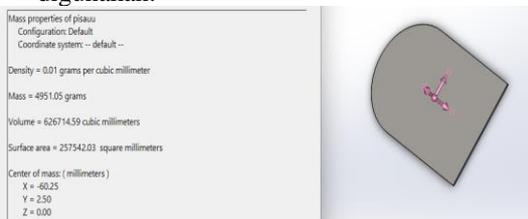


Gambar 10. Silinder Slide Valve

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2023)

##### 4.1.1 Menentukan Beban Silinder Pneumatik

1. Menentukan beban total
  - a. Beban Material  
Beban material didapat dari perhitungan tekanan gaya dari *tank big bag*.  
Material *carbon*  $\rho = 0,45 \text{ gr/cm}^3$   
Beban tekan sesuai perhitungan adalah = 306,47 N
  - b. Beban pisau sliding  
Beban pisau sliding didapat dari mengalikan massa jenis dengan volume pisau sliding yang digunakan.



Gambar 11. Pisau *Sliding* / Damper  
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2023)

Pisau sliding berbahan besi plat ASTM A36 yang memiliki massa jenis sebesar  $7.850 \text{ kg/m}^3$  atau  $0,007850 \text{ gram/mm}^3$ , serta koefisien gesek material  $\mu_k = 0,7$ . Berdasarkan gambar diatas volume damper sebesar  $626714,59 \text{ mm}^3$ . Sehingga massa dari damper dapat diketahui menggunakan persamaan

$$m = \rho \times v$$

$$m = 0,007850 \text{ gram/mm}^3 \times 626714,59 \text{ mm}^3$$

$$m = 4919,7 \text{ gram} \approx 4,9 \text{ kg}$$

Setelah diketahui massa dari *flange* bawah, maka untuk menghitung beban dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W = m \times g$$

$$W = 4,9 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$W = 48,02 \text{ N}$$

Selanjutnya adalah mencari beban damper disertai gaya gesek material dengan persamaan

$$W_{\text{tot}} = W \times \mu_k$$

$$= 48,02 \text{ N} \times 0,7$$

$$= 33,61 \text{ N}$$

c. Beban total

Beban total yaitu jumlah dari semua beban

Beban total = beban material + beban damper

$$\text{Beban total} = 306,47 \text{ N} + 33,61 \text{ N}$$

$$= 340,08 \text{ N}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka beban total yang diterima untuk silinder pneumatik adalah 340,08 N

##### 4.1.2 Menentukan Kekuatan Silinder Pneumatik

Silinder *pneumatic* yang diperlukan adalah silinder *pneumatic* yang menghasilkan kekuatan diatas 340,08 N dan beroperasi tekanan 5 bar atau 500000Pa. Silinder pneumatik yang tersedia adalah silinder pneumatik yang berdiameter 100mm, diameter rod 25mm. Perhitungan gaya efektif silinder dapat menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

$$F = A \times P$$

Dalam menghitung gaya efektif silinder, sebelumnya harus mengetahui luas penampang dari silinder dan piston yang dapat dihitung menggunakan persamaan (5), sebagai berikut:

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

Maka gaya yang dihasilkan saat silinder maju dapat dihitung dengan persamaan (4) sebagai berikut :

$$F_{\text{maju}} = A \times P$$

$$F_{\text{maju}} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2 \times P$$

$$F_{\text{maju}} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (100\text{mm})^2 \times 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{\text{maju}} = 3926,99 \text{ N}$$

Sedangkan gaya yang dihasilkan saat silinder mundur dapat dihitung dengan persamaan (5) sebagai berikut :

$$F_{\text{mundur}} = A \times P$$

$$F_{\text{mundur}} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 - d^2) \times P$$

$$F_{\text{mundur}} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (100^2 - 25) \times 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{\text{mundur}} = (0,785) \times (10000 - 625) \times 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{\text{mundur}} = 0,785 \times 9375 \text{ mm}^2 \times 0,5 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{mundur} = 2208 \text{ N}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, beban yang digerakkan oleh silinder pneumatik adalah 340,08 N, sedangkan gaya yang dihasilkan oleh silinder pneumatik adalah 3926,99N saat maju dan 2208 N saat mundur. Maka dapat disimpulkan bahwa silinder pneumatik dapat digunakan karena gaya yang dihasilkan lebih besar dari beban yang akan digerakkan.

#### 4.1.3 Perhitungan Konsumsi Udara Silinder Pneumatik

Konsumsi udara saat silinder pneumatik bekerja dapat dihitung dengan persamaan. Maka perhitungan konsumsi udara saat silinder pneumatik bergerak maju dapat dihitung menggunakan persamaan (8) sebagai berikut :

$$V = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2 \times h$$

$$V = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (100\text{mm})^2 \times 275\text{mm}$$

$$V = 2159,84 \text{ mm}^3 \approx 2,15984 \text{ liter}$$

Sedangkan untuk perhitungan konsumsi udara saat silinder pneumatik bergerak mundur menggunakan persamaan (9) sebagai berikut:

$$V = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 - d^2) \times h$$

$$V = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (100^2 - 25^2) \times 275\text{mm}$$

$$V = 0,785 \times (10000 - 625) \times 275\text{mm}$$

$$V = 0,785 \times 9375 \text{ mm}^2 \times 275\text{mm}$$

$$V = 2024,85 \text{ mm}^3 \approx 2,02485 \text{ liter}$$

Berdasarkan perhitungan di atas kebutuhan udara pada saat piston bekerja mundur adalah 2,02485 liter

#### 4.1.4 Kebutuhan Udara Kompresi

Kebutuhan udara bertekanan pada silinder kerja tunggal saat langkah mundur dengan tekanan kerja (Pe) 5 bar = 500000 N/m<sup>2</sup>, Tekanan atmosfer (P<sub>atm</sub>) = 1,013 bar = 101325 N/m<sup>2</sup>, diameter silinder (D) 100 mm = 0,1 m, diameter piston (d) 25 mm = 0,025m, panjang langkah piston (S) 275 mm = 0,275 m, dan dalam satu siklus kerja memerlukan waktu 4 detik sehingga banyak langkah tiap menit (n) = 15 kali/menit dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Luas Penampang } (A_n) = A - A_k$$

$$A_n = \left(\frac{1}{4}\pi D^2\right) - \left(\frac{1}{4}\pi d^2\right)$$

$$A_n = \left(\frac{1}{4}\pi(0,1^2)\right) - \left(\frac{1}{4}\pi(0,025^2)\right)$$

$$A_n = (0,00785391633) - (0,000490873852)$$

$$A_n = 0,00736304245 \text{ m}^2$$

Dari perhitungan di atas diketahui luas penampangnya saat silinder maju adalah 0,00785391633 m<sup>2</sup> dan luas penampang saat mundur adalah 0,00785391633 m<sup>2</sup> setelah diketahui luas penampangnya maka kebutuhan kompresi adalah :

$$Q_{Maju} = A_n \times S \times n \times \frac{P_e + P_{atm}}{P_{atm}}$$

$$Q_{Maju} = 0,00785391633 \text{ m}^2 \times 0,275 \times 15$$

$$\times \frac{500000 + 101325}{101325}$$

$$Q_{Maju} = 0,0323974049 \times 5,9346163335800$$

$$Q_{Maju} = 0,1922661682851 \text{ liter/menit}$$

$$Q_{Maju} = 0,0032044361380 \text{ liter/detik}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka dapat diketahui udara kompresi dengan tekanan 6 bar saat langkah maju adalah 0,1922661682851 liter/menit. Kebutuhan udara kompresi saat mundur adalah :

$$Q_{Mundur} = A_n \times S \times n \times \frac{P_e + P_{atm}}{P_{atm}}$$

$$Q_{Mundur} = 0,00785391633 \times 0,1 \times 15$$

$$\times \frac{500000 + 101325}{101325}$$

$$Q_{Mundur} = 0,01178087445 \times 5,9346163335800$$

$$Q_{Mundur} = 0,0699149702018 \text{ liter/menit}$$

$$Q_{Mundur} = 0,00011652495033 \text{ liter/detik}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka dapat diketahui udara kompresi dengan tekanan 6 bar saat Langkah maju adalah 0,0699149702018 liter/menit

#### 4.1.5 Perhitungan Daya Kompresor

Setelah diketahui Kebutuhan udara kompresi (Q) sebesar 0,262181138486 liter/menit dan dengan tekanan kerja (Pe) 5 bar maka daya motor dapat dicari dengan menggunakan persamaan 10 dan 11 sebagai berikut :

$$P_2 = \frac{Q \times P_e}{600 \times \eta}$$

$$P_2 = \frac{0,262181138486 \times 5}{600 \times 0,85}$$

$$P_2 = \frac{1,3108056824345}{510}$$

$$P_2 = 0,0025704033 \text{ kW}$$

$$P_2 = 2,5704033 \text{ Watt}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka daya motor pada kompresor sebesar 2,5704033 Watt dalam satu menit. Dalam satu langkah kerja memerlukan waktu sebanyak 4 detik maka perhitungan daya motor yang

diperlukan dalam setiap satu langkah kerja didapat dengan perhitungan berikut :

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC) . 10.

Berdasarkan perhitungan diatas maka daya motor pada kompresor sebesar 0,17136022 Watt

## 5 KESIMPULAN

Pada perencanaan sistem pneumatik menggunakan silinder 100 mm, diameter rod 25 mm dan *stroke* 275 mm yang bekerja dengan tekanan 5 bar mampu menarik beban sebesar sebesar  $F = 340,08$  N dengan gaya yang bekerja pada saat silinder mundur adalah sebesar 2208 N dengan kebutuhan udara pada saat piston bekerja mundur adalah sebesar 2,02485 liter, sehingga dapat disimpulkan bahwa silinder pneumatik dengan diameter 100 mm dan diameter rod 25 aman digunakan untuk *sliding gate valve*.

## DAFTAR RUJUKAN

- Bahtiar, Y. L., & H, F. T. (2014). MESIN PENGEPRES PLASTIK DENGAN SISTEM PENGGERAK PNEUMATIK.
- Ismoyo, B., & Cahyono, M. R. (2021). Modifikasi Press Tread Pada Mesin BMC 02.03 Assembly Green Tire Plant B. *Jurnal Instrumentasi dan Teknologi Informatika (JITI)*.
- Pamungkas, D. K. (2017). RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK BATIK CAP SEMI OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM ELEKTRO-PNEUMATIK. 120.
- Rosyidin, A. (2019). RANCANG BANGUN ALAT SIMULATOR PNEUMATIC DUA SILINDER KATUP SELENOID TUNGGAL .
- Sifa, A., & Badruzzaman. (2014). DASAR PNEUMATIK.
- Sudaryono. (2013). PNEUMATIK & HIDROLIK. MALANG: PPPPTK BOE MALANG.
- Sumbodo, W. (2008). TEKNIK PRODUKSI MESIN INDUSTRI. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Syahril, A., & Hidayat, M. F. (2018). PERANCANGAN ULANG PERALATAN PNEUMATIK BERBASIS