



**TUGAS AKHIR – TM 145502**

**RANCANG BANGUN MESIN PRESS PET TOPI  
DENGAN SISTEM PNEUMATIK**

**MOCHAMAD SYA'RONI SHOBAR ARIF  
NRP. 10211500010024**

**FAIQ ROZAANO  
NRP. 2011500010025**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Arino Anzip, M.Eng, Sc.  
NIP. 19610714 198803 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**



**TUGAS AKHIR – TM 145502**

**Manufacture Of Cutting Machine Front Of The Hat  
With Pneumatic System**

**MOCHAMAD SYA'RONI SHOBAR ARIF  
NRP. 10211500010024**

**FAIQ ROZAANO  
NRP. 10211500010025**

**Lecturer**

**Ir. Arino Anzip, M.Eng, Sc.**

**NIP. 19610714 198803 1 001**

**Industrial Mechanical Engineering Dept.,  
Vocational Faculty  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2018**

# **RANCANG BANGUN MESIN PRESS PET TOPI DENGAN SISTEM PNEUMATIK**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Ahli Madya Teknik Mesin**

**Pada**

**Bidang Studi Manufaktur  
Departemen Teknik Mesin Industri**

**Disnakertrans**

**Fakultas Vokasi**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :**

**M.SYA'RONI SHOBAR ARIF**

**NRP. 10211500010024**

**FAIQ ROZAANO**

**NRP. 10211500010025**

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :**

**Dosen Pembimbing**



**Ir. Arino Anzip, M.Eng. Sc**

**NIP. 19610714 198803 1 003**

**SURABAYA**

**JULI 2018**

# **PEMBUATAN MESIN PEMOTONG PET TOPI DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK**

*Nama Mahasiswa* : *M. Syaroni Shobar Arif*  
*NRP* : *10211500010024*  
*Nama Mahasiswa* : *Faiq Rozaano*  
*NRP* : *10211500010025*  
*Jurusan* : *Departemen Teknik*  
*Mesin Industri*  
*Disnakertrans FV-ITS*  
*Dosen Pembimbing* : *Ir. Arino Anzip, M*  
*.Eng.Sc*

## ***Abstrak***

Pet topi merupakan salah satu bagian dari topi, berbahan dasar biji plastik HDPE yang memiliki berbagai tahapan produksinya. Salah satunya proses pemotongan pet topi. Pada proses pemotongan pet topi masih dilakukan secara manual, yaitu menggunakan alat press manual yang menggunakan tenaga manusia untuk menurunkan poros. Proses tersebut masih kurang efisien dan kurang memperhatikan keselamatan pekerja. Oleh karena itu, dibuatlah alat press pet dengan sistem pneumatik.

Sebelum dilakukan perancangan, terlebih dahulu dilakukan observasi pada UKM yang memproduksi pet topi untuk mengetahui gaya tekan dan waktu proses pemotongan pet topi. Selanjutnya dilakukan studi literatur, membuat konsep alat yang akan digunakan untuk perencanaan alat. Setelah itu kami melakukan perencanaan alat dan pembuatan alat dengan perangkaian alat dimana komponen – komponen yang telah sesuai dirangkai menjadi sebuah mesin. Setelah alat diwujudkan dan menentukan kapasitas alat kemudian dilakukan pengujian alat untuk mendapatkan hasil.

Dari perencanaan alat press pet topi dengan sistem pneumatik mempunyai dimensi alat 780 x 500 x 1290 mm<sup>3</sup>. Dan gaya penekanan sebesar 51 kgf dengan menggunakan timbangan berat badan. Alat press pet topi ini menggunakan sistem pneumatik untuk metode aktuasinya. Berdasarkan hasil pengujian dengan alat ini pada proses pemotongan lembaran pet topi

menjadi bentuk bulan sabit.

**Kata kunci** : pet topi, mesin pemotong,  
pneumatik

# MANUFACTURE OF CUTTING MACHINE FRONT OF THE HAT WITH PNEUMATIC SYSTEM

*The name of Students* : *M. Syaroni Shobar Arif*  
*NRP* : *10211500010024*  
*The name of students* : *Faiq Rozaano*  
*NRP* : *10211500010025*  
*Direction* : *Departemenof Industrial*  
*Mechanical Engineering*  
*Disnakertrans FV-ITS*  
*A thesis advisor* : *Ir. Arino Anzip,M.Eng.Sc*

## **Abstract**

Pet hat is one piece of hats, based on HDPE plastic seeds that have various stages of production. One of them the process of cutting pet cap. In the process of cutting pet caps are still done manually, namely using manual press tool that uses human power to lower the shaft. The process is still less efficient and less attention to the safety of workers. Therefore, a press tool with a pneumatic system is made.

Prior to the design, first observed on SMEs that produce pet caps to find out the press force and time of the process of cutting pet cap. Literature studies are then undertaken, making the concept of a tool to be used for tool planning. After that we do tool planning and tool making with a set of tools where appropriate components are assembled into a machine. Once the tool is realized and determine the capacity of the tool then do the testing tool to get the results.

From the planning of press cap tool with pneumatic system has dimension of 780 x 500 x 1290 mm<sup>3</sup>. And the pressure force of 51 kgf using weight scales. This pitch press tool uses pneumatic system for its aktuasinya method. Based on the results of testing with this tool on the process of cutting pet sheets hat into crescent shape.

**Keywords** : front of the hat, cutting machine, pneumatic

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas rahmat dan hidayah-Nya, tugas akhir yang berjudul “**RANCANG BANGUN MESIN PRESS PET TOPI DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK**” ini dapat disusun dan diselesaikan dengan lancar.

Penelitian yang kami lakukan dalam rangka menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir yang merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi D3 Departemen Teknik Mesin Industri Kerjasama Disnakertrans Fakultas Vokasi – ITS, sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan. Selain itu penelitian ini juga merupakan suatu bukti nyata yang diberikan almamater dalam rangka pengabdian masyarakat dalam bentuk teknologi tepat guna.

Banyak pihak yang telah membantu selama pengerjaan penelitian ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc sebagai dosen pembimbing 1 tugas akhir yang telah dengan sangat sabar, tidak bosan-bosannya membantu dan memberikan ide serta ilmu hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Suhariyanto, M.Sc selaku koordinator mata kuliah tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT selaku kepala departemen teknik mesin industri yang telah memberikan bimbingan.

4. Bapak Jiwo Mulyono, S.Pd selaku koordinator program studi di Disnakertrans Surabaya.
5. Bapak dan ibu dosen tim penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan dan pengembangan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar Departemen Teknik Mesin Industri, yang telah memberikan ilmunya dan membantu semua selama menimba ilmu di bangku kuliah.
7. Ayah dan Ibu serta saudara-saudaraku tercinta yang benar-benar memberikan dorongan dan semangat dengan cinta dan kasih sayang yang tiada batas dan tak terbalaskan, serta doa restunya.
8. Seluruh keluarga departemen teknik mesin industri – its serta berbagai pihak yang belum tertulis dan yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah berperan dalam penyusunan laporan ini.

Semoga segala keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang terbaik dari Tuhan yang maha esa, Amin., Karena keterbatasan waktu dan kemampuan penulis, sebagai manusia biasa kami menyadari dalam penulisan ini masih terdapat beberapa kesalahan, Oleh karena itu, kami mengharap kritik dan saran mebangun sebagai masukan untuk penulis dan kesmpurnaan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan, mahasiswa Departemen Teknik Mesin Kerjasama Disnakertrans Faklutas Vokasi – ITS pada khususnya.

Surabaya, 8 Juli 2018

Penulis

# **PEMBUATAN MESIN PEMOTONG PET TOPI DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK**

*Nama Mahasiswa* : *M. Syaroni Shobar Arif*  
*NRP* : *10211500010024*  
*Nama Mahasiswa* : *Faiq Rozaano*  
*NRP* : *10211500010025*  
*Jurusan* : *Departemen Teknik*  
*Mesin Industri*  
*Disnakertrans FV-ITS*  
*Dosen Pembimbing* : *Ir. Arino Anzip, M*  
*.Eng.Sc*

## ***Abstrak***

Pet topi merupakan salah satu bagian dari topi, berbahan dasar biji plastik HDPE yang memiliki berbagai tahapan produksinya. Salah satunya proses pemotongan pet topi. Pada proses pemotongan pet topi masih dilakukan secara manual, yaitu menggunakan alat press manual yang menggunakan tenaga manusia untuk menurunkan poros. Proses tersebut masih kurang efisien dan kurang memperhatikan keselamatan pekerja. Oleh karena itu, dibuatlah alat press pet dengan sistem pneumatik.

Sebelum dilakukan perancangan, terlebih dahulu dilakukan observasi pada UKM yang memproduksi pet topi untuk mengetahui gaya tekan dan waktu proses pemotongan pet topi. Selanjutnya dilakukan studi literatur, membuat konsep alat yang akan digunakan untuk perencanaan alat. Setelah itu kami melakukan perencanaan alat dan pembuatan alat dengan perangkaian alat dimana komponen – komponen yang telah sesuai dirangkai menjadi sebuah mesin. Setelah alat diwujudkan dan menentukan kapasitas alat kemudian dilakukan pengujian alat untuk mendapatkan hasil.

Dari perencanaan alat press pet topi dengan sistem pneumatik mempunyai dimensi alat 780 x 500 x 1290 mm<sup>3</sup>. Dan gaya penekanan sebesar 51 kgf dengan menggunakan timbangan berat badan. Alat press pet topi ini menggunakan sistem pneumatik untuk metode aktuasinya. Berdasarkan hasil pengujian dengan alat ini pada proses pemotongan lembaran pet topi

menjadi bentuk bulan sabit.

**Kata kunci** : pet topi, mesin pemotong,  
pneumatik

# MANUFACTURE OF CUTTING MACHINE FRONT OF THE HAT WITH PNEUMATIC SYSTEM

*The name of Students* : *M. Syaroni Shobar Arif*  
*NRP* : *10211500010024*  
*The name of students* : *Faiq Rozaano*  
*NRP* : *10211500010025*  
*Direction* : *Departemenof Industrial*  
*Mechanical Engineering*  
*Disnakertrans FV-ITS*  
*A thesis advisor* : *Ir. Arino Anzip,M.Eng.Sc*

## **Abstract**

Pet hat is one piece of hats, based on HDPE plastic seeds that have various stages of production. One of them the process of cutting pet cap. In the process of cutting pet caps are still done manually, namely using manual press tool that uses human power to lower the shaft. The process is still less efficient and less attention to the safety of workers. Therefore, a press tool with a pneumatic system is made.

Prior to the design, first observed on SMEs that produce pet caps to find out the press force and time of the process of cutting pet cap. Literature studies are then undertaken, making the concept of a tool to be used for tool planning. After that we do tool planning and tool making with a set of tools where appropriate components are assembled into a machine. Once the tool is realized and determine the capacity of the tool then do the testing tool to get the results.

From the planning of press cap tool with pneumatic system has dimension of 780 x 500 x 1290 mm<sup>3</sup>. And the pressure force of 51 kgf using weight scales. This pitch press tool uses pneumatic system for its aktuasinya method. Based on the results of testing with this tool on the process of cutting pet sheets hat into crescent shape.

**Keywords** : front of the hat, cutting machine, pneumatic

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR GAMBAR .....	iii
DAFTAR TABEL .....	v
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Biji Plastik HPDE ( <i>High Density Polyethylene</i> ) .....	5
2.2.1 Pet topi.....	6
2.3 Proses Pemotongan pet topi .....	6
2.3.1 Pemotongan pet topi menggunakan alat press manual .	6
2.3.2 Mesin Pemotong dengan Sistem Pneumatik .....	8
2.4 Sistem Pneumatik .....	9
2.5 Persamaan Dasar Pneumatik .....	9
2.6 Sistem Kontrol Pneumatik.....	11
BAB III METODOLOGI .....	34
3.1 Observasi Lapangan .....	35
3.2 Study Literatur.....	35
3.3 Mendapatkan Data.....	38
3.4 Perhitungan.....	38
3.5 Perencanaan Alat.....	38
3.6 Pembuatan Alat .....	43
3.7 Pengujian Alat .....	44
3.8 Hasil .....	44
3.9 Pembuatan Laporan.....	44
BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN .....	46
4.1 Analisa Gaya pada Eksternal Load.....	46
4.2 Diagram Benda Bebas (Free Body Diagram).....	47
4.3 Perencanaan Komponen Pneumatik.....	49
4.3.1 Perhitungan Kapasitas Silinder.....	49
4.3.2 Perencanaan Diameter Pipa.....	52

4.3.3 Perencanaan Valve .....	53
4.3.4 Perencanaan FRL .....	54
4.3.5 Perencanaan Kompresor .....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Produk Topi.....	1
Gambar 1. 2 Pet topi dan alat press pet topi.....	2
Gambar 2. 1 Biji Plastik HDPE.....	6
Gambar 2. 2 pet topi.....	6
Gambar 2. 3 Mesin Pemetong Sandal Hotel tahun 2017 .....	9
Gambar 2. 4 Ilustrasi Hukum Pascal.....	10
Gambar 2. 5 Ilustrasi Hukum Boyle Mariote.....	11
Gambar 2. 6 Full Pneumatik controler.....	12
Gambar 2. 7 FRL.....	13
Gambar 2. 8 <i>One Way Flow Control Valve</i> .....	16
Gambar 2. 9 Tipe <i>Meter In</i> dan Tipe <i>Meter Out</i> .....	17
Gambar 2. 10 Katup 3/2 Directional Control Valve tipe Poppet dengan Dudukan Bola.....	18
Gambar 2. 11 Katup 3/2 Directional Control Valve tipe Poppet dengan Dudukan Cakram.....	18
Gambar 2. 12 Katub 5/2 Directional control Valve Tipe Slide... ..	19
Gambar 2. 13 Katub 3/2 Selenoid Tunggal .....	20
Gambar 2. 14 Katub 5/2 Selenoid Tunggal .....	21
Gambar 2. 15 Simbol <i>double Selenoid Valve</i> .....	21
Gambar 2. 16 Katub Selenoid Ganda 5/2 Way.....	22
Gambar 2. 17 Katub manual dengan sistem tuas .....	22
Gambar 2. 18 <i>Double Acting Cylinder</i> .....	24
Gambar 2. 19 Simbol <i>Double Acting Cylinder</i> .....	24
Gambar 2. 20 Klasifikasi Kompresor (Majumdar, 2001).....	28
Gambar 2. 21 Kompresor Resiprokal.....	29
Gambar 2. 22 Kompresor Torak DuaTingkat Sistem Pendingin Udara.....	30
Gambar 2. 23 Kompresor Diafragma .....	31
Gambar 2. 24 Kompresor Rotari .....	31
Gambar 2. 25 Kompresor Sekrup.....	32
Gambar 2. 26 Kompresor <i>Root Blower</i> .....	32
Gambar 2. 27 Kompresor Aliran Radial.....	33
Gambar 2. 28 Kompresor Aliran Aksial.....	33
Gambar 3. 1 Diagram Alir atau Flowchart.....	34
Gambar 3. 2 Uji Coba Mencari Gaya Potong pada pet topi.....	36

Gambar 3. 3 Alat – Alat Uji Coba.....	37
Gambar 3. 4 Sket desain Isometri .....	39
Gambar 3. 5 Rangka mesin press pet topi dengan sistem pneumatic.....	40
Gambar 3. 6 DCV.....	40
Gambar 3. 7 FRL.....	40
Gambar 3. 8 selang pneumatik .....	41
Gambar 3. 9 Silinder Pneumatik .....	41
Gambar 3. 10 <i>flow control valve</i> .....	42
Gambar 3. 11 Roda.....	42
Gambar 3. 12 Pisau Pet topi .....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Percobaan gaya tekan .....	37
Tabel 3. 2 Material yang Digunakan .....	43
Tabel 3. 3 Hasil Uji Coba Waktu Pemotongan .....	44
Tabel 3. 4 Kapasitas Produksi Jumlah Potongan.....	44
Tabel 4. 1 Spesifikasi pet topi .....	46
Tabel 4. 2 Data gaya tekan percobaan.....	48

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Topi adalah salah satu alat penutup kepala yang berfungsi untuk merawat rambut dari sinar matahari. Pada jaman dulu, topi digunakan sebagai ciri tentara dengan bentuk bagian depan pendek dan atap topi yang tinggi dan menutupi permukaan topi. namun di jaman ini topi menjadi salah satu fashion yang sangat tren di dunia. Bentuk topi yang menjadi fashion umumnya memiliki bagian depan yang lumayan panjang agar dapat melindungi rambut dan kulit wajah dari sinar matahari. Banyak sekali artis atau aktor terkenal yang sering menggunakan topi, hal ini jelas mempengaruhi penggemarnya dalam penggunaan topi. ini lah penyebab mengapa topi menjadi salah satu alat penutup kepala yang sedang tren saat ini. (Nurul Huda, 2013)



Gambar 1.1 Produk Topi

Pada proses pembuatan topi dibutuhkan berbagai jenis bahan seperti kain, pet topi dan lain lain. Bagian dari topi yang memerlukan proses yang lama adalah proses pembuatan pet topi. Pet topi terbuat dari bahan HDPE (*High Density Polyethylene*). HDPE adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Membutuhkan 1,75 kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1

kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang. HDPE untuk membuat topi terlebih dahulu dilelehkan hingga menjadi bentuk seperti bubur yang kemudian diroll sampai memiliki tebal 2mm kemudian di potong dengan panjang yang sesuai dengan keinginan. Setelah itu diletakkan pada alat press manual untuk di potong menjadi bentuk pet topi.

Kami menemukan permasalahan di UD. MILYARTO pada saat proses pembuatan pet topi, cara pembuatan pet topi tersebut dengan cara dipress manual, para pekerja yang bertugas untuk membuat pet topi masih menggunakan mesin press manual yang membutuhkan tenaga manusia untuk menarik tuas agar dapat memotong pet topi dengan pola yang sudah ditentukan. Cara tersebut membutuhkan tenaga serta waktu yang cukup lama.



Gambar 1.2 Pet topi dan alat press pet topi

Oleh karena itu, kami merancang Mesin press pet topi menggunakan sistem pneumatik guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi di UD. MILYARTO. Alat ini dilengkapi dengan stopper agar lembaran pet topi yang akan dipress tidak berubah posisi pada saat dipress, sehingga pekerja pembuat pet topi lebih mudah untuk membuat pet topi. Dengan pemakaian alat ini, diharapkan dapat meningkatkan produktivitas UD. MILYARTO.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang akan diselesaikan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menciptakan mesin press pet topi sebagai alternatif tepat bagi pengrajin pet topi untuk meningkatkan produktivitas?
2. Berapa gaya pemotongan dan bagaimana mendapatkan perencanaan pemilihan diameter silinder pneumatik yang digunakan?
3. Bagaimana merancang dan membuat mesin press pet topi yang bekerja secara optimal dan aman?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan yang akan dicapai dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menciptakan mesin press pet topi sebagai alternatif tepat bagi pengrajin pet topi untuk meningkatkan produktivitas
2. Mendapatkan besarnya gaya pemotongan dan diameter silinder pneumatik yang digunakan pada mesin press pet topi
3. Merancang dan membuat mesin press pet topi yang mampu bekerja secara optimal dan aman

## **1.4 Sistematika Penulisan**

Sistematika yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I. Pendahuluan**

Berisi tentang latar belakang penulisan, permasalahan yang diangkat, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.

### **BAB II. Dasar Teori**

Membahas tentang teori serta konsep sistem kontrol pneumatik dan komponen-komponen yang berkaitan dengan mesin pemotong pet topi.

### **BAB III. Metodologi**

Membahas tentang diagram alir beserta penjelasan, dan menjelaskan prinsip kerja mesin press pet topi.

#### BAB IV. Perencanaan dan Perhitungan

Membahas tentang perencanaan dan perhitungan analisa gaya-gaya dan sistem pneumatik yang terjadi.

#### BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan berdasarkan tujuan Tugas Akhir dan rumusan masalah yang dibuat.

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

### 1.5 Manfaat

Manfaat yang didapat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan produktivitas pengrajin pet topi dengan mempercepat proses pemotongan.
2. Memperbaiki hasil pemotongan pet topi.
3. Dapat menghasilkan produk sandal hotel yang diharapkan dan sesuai.

### 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Material pet topi yang digunakan adalah plastik HDPE dengan tebal
2. Kekuatan rangka mesin (sambungan las), dan keseimbangan rangka pada mesin tidak dihitung atau dinyatakan aman.
3. Desain pola pemotongan tidak dibahas atau dinyatakan aman
4. Kekuatan besi pola pemotongan tidak dihitung, di bahas atau dianggap aman.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Beberapa perencanaan dan pengujian mesin press sudah dilakukan yaitu Eka Ariska Indah, 2017 Mesin Pemotong Sandal Hotel dengan Sistem Pneumatik bertujuan untuk membantu proses pemotongan spon sandal. Memiliki masalah yaitu tekanan mesin pemotong kurang tinggi. Yuke lutfi bahtiar, 2016 Mesin Pengepress plastik dengan sistem penggerak pneumatik bertujuan untuk membantu mengepress kemasan sehingga mesin ini mempercepat proses pengemasan.

Pada rancangan mesin press pet topi yang dibuat sekarang dengan sistem pneumatik yang menggunakan silinder berdiameter 100 mm untuk penggerak tuas. Diharapkan mesin press pet topi dengan sistem pneumatik ini dapat memudahkan dalam proses penggunaannya serta dapat mencapai kapasitas yang direncanakan.

#### **2.2 Biji Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*)**

Biji Plastik HDPE adalah adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Membutuhkan 1,75 kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang. Pada tahun 2007, volume produksi HDPE mencapai 30 ton.

HDPE memiliki percabangan yang sangat sedikit, hal ini dikarenakan pemilihan jenis katalis dalam produksinya (katalis Ziegler-Natta) dan kondisi reaksi. Karena percabangan yang sedikit, pipa HDPE memiliki kekuatan tensil dan gaya antar molekul yang tinggi. HDPE juga lebih keras dan bisa bertahan pada temperatur tinggi (120 oC).

HDPE sangat tahan terhadap bahan kimia sehingga memiliki aplikasi yang luas, diantaranya:

- Kemasan deterjen
- Kemasan susu



Gambar 2.1 Biji Plastik HDPE

*(Sumber : “Ukm Milyarto” Industri Rumahan Pengerajin Topi Milik Bapak Kamim Anwar)*

### **2.1.1 Pet topi**

Pet topi adalah salah satu bagian komponen topi yang terbuat dari biji pelastik HDPE yg dilelehkan setelah itu diroll berbentuk lembaran, dan kemudian dipotong berbentuk seperti bulan sabit, ada yg dibuat melengkung, ada juga yg dibuat datar. Pet topi bisa berfungsi sebagai pelindung wajah dari sengatan matahari.



Gambar 2.2 pet topi

*(Sumber : “Ukm Milyarto” Industri Rumahan Pengerajin Topi Milik Bapak Kamim Anwar)*

## 2.3 Proses Pemotongan pet topi

### 2.2.1 Pemotongan pet topi menggunakan alat press manual

Selama ini, kebanyakan pengrajin masih menggunakan alat manual untuk memotong pet topi. Proses-proses yang harus dilakukan dalam membuat pet topi secara manual adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Proses Pembuatan Kerajinan Bambu

No	Gambar	Keterangan
1		Biji Plastik HDPE
2		Proses pelelehan biji plastik
3		Proses Pengerollan Plastik Hasil Lelehan

4		<p>Proses Memotong Lembaran Pet topi menjadi Bentuk Persegi Panjang</p>
5		<p>Proses Pemotongan pet topi menjadi bentuk bulan sabit</p>
7		<p>Produk pet topi</p>

### 2.2.2 Mesin Pemotong dengan Sistem Pneumatik

Dalam pelaksanaan studi literatur, selain pengumpulan data untuk kebutuhan dan perencanaan rancang bangun mesin juga perlu adanya studi literatur dari Tugas Akhir sebelumnya yang berfungsi untuk memotong sandal hotel. Tugas Akhir tersebut dibuat oleh Eka Ariska Indah dan Yudhistira Rahmadoni Haryono dengan judul *Pengembangan Mesin Pemotong Sandal Hotel dengan menggunakan Sistem Pneumatik* (Eka and Doni 2017).



Gambar 2.3 Mesin Pemotong Sandal Hotel tahun 2017

## 2.4 Sistem Pneumatik

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Pneumatik menggunakan hukum-hukum aerodinamika yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap.

Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara mampat dalam industri merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanik dimana udara memindahkan suatu gaya atau gerakan. Jadi pneumatik meliputi semua komponen mesin atau peralatan, dalam mana terjadi proses-proses pneumatik. Dalam bidang kejuruan teknik pneumatik dalam pengertian yang lebih sempit lagi adalah teknik udara mampat (udara bertekanan). (*Mulianto, dkk. 2002*)

### 2.4 Persamaan Dasar Pneumatik

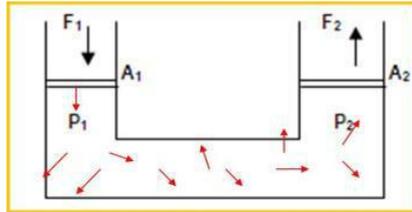
Sebagai hukum-hukum dasar udara bertekanan, terdapat hukum pascal dan hukum boyle.

#### a. Hukum Pascal

Tentang perpindahan tekanan statis, terdapat hukum pascal yang secara eksperimen dibuktikan Blaise Pascal. Melalui penelitiannya, pascal berkesimpulan bahwa apabila tekanan diberikan pada fluida yang memenuhi sebuah ruangan tertutup, tekanan

Tersebut akan diteruskan oleh fluida tersebut ke segala arah dengan besar yang sama tanpa mengalami pengurangan. Berdasarkan hukum pascal ini diperoleh prinsip bahwa

dengan gaya yang kecil dapat menghasilkan suatu gaya yang lebih besar.



Gambar 2.8 Ilustrasi Hukum Pascal

Secara analisis sederhana, Hukum Pascal dapat digambarkan seperti pada gambar 2.1. Tekanan oleh gaya sebesar  $F_1$  terhadap pipa 1 yang memiliki luas penampang pipa  $A_1$ , akan diteruskan oleh fluida menjadi gaya angkat sebesar  $F_2$  pada pipa 2 yang memiliki luas penampang pipa  $A_2$  dengan besar tekanan yang sama. Oleh karena itu, secara matematis Hukum Pascal ditulis sebagai berikut :

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

(Esposito, 2003)

Sehingga tekanan sebesar  $P$  akan diteruskan ke segala arah atau ke semua bagian pada sistem, sehingga permukaan  $A_2$  terangkat dengan gaya sebesar :

$$\frac{P_1}{A_1} = \frac{P_2}{A_2} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.2)}$$

(Esposito, 2003)

Dimana:

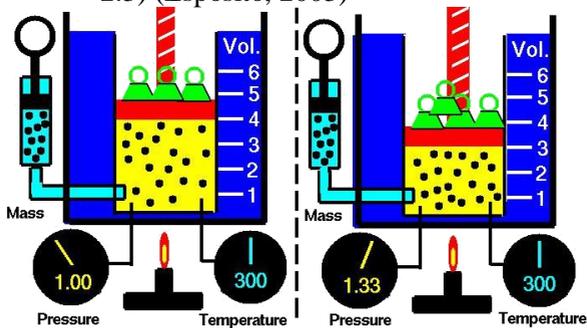
- $F_1$  = gaya pada pengisap pipa 1,
- $A_1$  = luas penampang pengisap pipa 1,
- $F_2$  = gaya pada pengisap pipa 2, dan
- $A_2$  = luas penampang pengisap pipa 2

## b. Hukum Boyle

Robert Boyle menyatakan tentang sifat gas bahwa massa gas (jumlah mol) dan temperature suatu gas dijaga konstan, sementara volume gas diubah ternyata tekanan yang dikeluarkan gas juga berubah sedemikian hingga perkalian antara takanan (P) dan volume (V), selalu mendekati konstan. Dengan demikian suatu kondisi gas adalah sempurna (ideal).

Kemudian hukum ini dikenal dengan Hukum Boyle dengan persamaan:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = \text{konstan} \dots\dots \text{(Persamaan 2.3) (Esposito, 2003)}$$

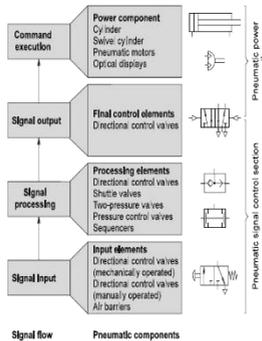


Gambar 2.9 Ilustrasi Hukum Boyle Mariote

## 2.5 Sistem Kontrol Pneumatik

### a. Full Pneumatik Controller

Dalam sistem full pneumatik *controller* semua gerakan rangkaian peralatan pneumatik dikontrol dengan peralatan pneumatik, sistem ini juga disebut sistem pneumatik murni. Disini rangkaian peralatan pneumatic dapat bergerak karena adanya sinyal udara dari peralatan pneumatik lainnya.



Gambar 2.10 Full Pneumatik controler (G and D, 2002)

## 2.6 Komponen-komponen Pneumatik

### a. Pipa Pneumatik

Pipa pneumatik ini berhubungan dengan sistem pendistribusian udara dalam pneumatik. Untuk mendistribusikan udara bertekanan dari kompresor ke peralatan pneumatik lainnya maka diperlukan pipa yang berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan.

#### Pressure Losses Dalam Pipa Pneumatik

Didalam sistem pneumatik, kerugian tekanan pada pipa saluran pneumatik antara udara masuk kompresor hingga udara yang akan masuk ke dalam silinder (aliran terjauh) tidak boleh lebih dari 0,05 bar (Majumdar 1995).

$$\Delta P = \frac{1,6 \times 10^3 \times Q^{1,85} \times L}{d^5 \times p_1} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.4)}$$

(Esposito, 2003)

Dimana :

$\Delta P$  = Preasure Loss (Pa)

L = Panjang pipa saluran (m)

Q = Kapasitas silinder (m<sup>3</sup>/s)

P1 = Tekanan Operasi (Pa)

## b. FRL

Udara yang dihisap oleh kompresor udara tidak bersih, karena adanya banyak jenis pencemar/pengotor di atmosfer. Untuk menghasilkan udara yang bersih dan bebas dari pencemaran, maka udara yang keluar harus disaring terlebih dahulu. 3 elemen yang ada didalam FRL adalah:

1. Air filter
2. Pressure regulator
3. Lubricator



Gambar 2.11 FRL

## c. *Air Filter* (saringan udara)

Udara diatmosfir yang dikempa oleh kompresor mengandung benda-benda pengotor seperti debu, oli residu, uap basah, dan butiran-butiran halus lainnya. Apabila udara ditekan dengan kompresor, udara kompresi tersebut akan mengandung sejumlah pengotor atau cemar.

Jika udara yang berisi cemar tersebut masuk kedalam peralatan pneumatik, dia akan merusak peralatan seperti dudukan katub, keausan packing dan bagian penggerak lainnya. Penyaring udara kempa digunakan untuk menghasilkan semua bentuk pengotor yang terkandung dalam udara, sehingga didapatkan yang bersih sebelum didistribusikan keperalatan pneumatik. Pada gambar dibawah 2.11 digambarkan bagian-bagian dari *air filter* yang terdapat

pada system pneumatic yang berfungsi untuk membersihkan udara sebelum masuk kesistem.

Udara yang bertekanan keluar dari tangki penampung akan melalui sebuah on/off valve. Sebelum mencapai jaringan distribusi, udara harus melewati “unit filter” yaitu air filter atau penyaring udara. Udara masuk melalui lubang udara masuk (Air In) pada mangkok kaca (bowl), selanjutnya udara akan melewati elemen filter (filter anyaman kawat) dan liquid separator. Setelah melewati unit filter, akan dihasilkan udara yang bersih dari partikel asap dan kotoran lainnya dan keluar melalui lubang udara keluar.

#### **d. Regulator (Pengatur Tekanan)**

Tekanan udara yang keluar dari kompresor masih mempunyai tekanan yang lebih tinggi dari pada tekanan yang didapat pada bagian-bagian kontrol atau bagian kerjanya. Untuk mengatur tekanan udara yang didistribusikan kebagian control dan kerja digunakan regulator (pengatur tekanan) yang biasanya dipasang secara bersatu dengan penyaring udara. Setelah udara keluar dari saringan kemudian masuk pada regulator untuk diatur tekanannya sampai pada batas.

Jadi tujuan daripada regulator adalah untuk menjaga tekanan operasi (tekanan sekunder) sebenarnya tanpa melihat perubahan tekanan dalam saluran (tekanan primer) dan pemakaian udara. Untuk membatasi aliran udara yang masuk ke sistem, dilakukan dengan cara memutar bagian warna biru (lihat gambar 2.10) sehingga tekanan akan sedikit demi sedikit berkurang.

Suatu sistem yang menggunakan tekanan harus mempunyai alat yang bisa mengukur tekanan yang dipakai untuk menjalankan system tersebut, Pressure Gauge pada sistem pneumatik digunakan untuk mengukur tekanan yang digunakan, baik tekanan dari kompresor ataupun tekanan system.

Bagian-bagian yang bergerak dan menimbulkan gesekan memerlukan pelumas. Bagian yang bergerak meluncur termasuk didalamnya peralatan pneumatik (silinder, katub).

Untuk menjamin supaya bagian-bagian yang bergesekan pada perlengkapan tersebut dapat bekerja dan dipakai secara terus menerus, maka harus memberikan pelumas yang cukup. Jumlah tertentu dari minyak pelumas ditambahkan kedalam udara bertekanan dengan menggunakan perangkat pelumasan.

Keuntungan menggunakan pelumas:

1. Terjadinya penurunan gesekan
2. Perlindungan terhadap korosi
3. Umur pemakaian lebih lama

Syarat yang harus dipenuhi oleh perangkat pelumas:

1. Pengoperasian pemeliharaan sederhana
2. Kerja perangkat pelumas harus otomatis
3. Banyaknya minyak untuk kontrol pneumatik harus dapat disesuaikan untuk kesesuaian ukurannya
4. Perangkat pelumas harus dapat berfungsi sekalipun udara bertekanan yang diperlukan hanya sesaat

Perangkat pelumas udara bertekanan dapat bekerja hanya ketika ada aliran udara yang cukup. Jika terlalu kecil alirannya, kecepatan aliran pada nozzle tidak dapat menimbulkan perbedaan tekanan (pressure drop). Apabila tekanan pada lubang tersempit. Dari pipa venturi lebih kecil dari pada tekanan bejana, maka oli dalam bejana akan tersedot dan akan keluar bersama-sama udara dan bercampur berupa kabu oli.

#### **e. Valve**

Sistem kontrol pneumatik terdiri dari komponen-komponen sinyal dan bagian kerja. Komponen-komponen sinyal dan kontrol menggunakan rangkaian atau urutan operasi dari bagian kerja, dan disebut katub.

Penggunaan katub dalam pneumatik yaitu untuk mengontrol tekanan, kecepatan aliran dan untuk mengatur arah aliran udara dalam sirkuit pneumatik.

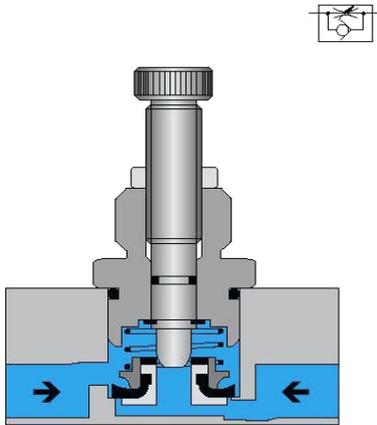
Menurut fungsinya, katub dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Pressure Control Valve (Katub Pengontrol Tekanan)
2. Directional Control Valve (Katub Kontrol Arah)
3. Flow Control Valve (Katub Pengontrol Aliran)
4. Pressure Control Valve (Katup Pengontrol Tekanan)  
(Majumdar, 1995)

### **One Way Flow Control Valve**

*Speed control valve* adalah gabungan dari *throttle valve* dengan *check valve* yang disusun secara paralel. Katub ini juga disebut *one way flow control valve*.

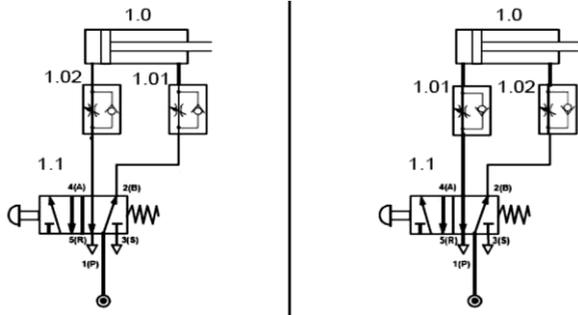
*Flow control valve* digunakan untuk mengontrol kecepatan aktuator pneumatik. Dengan katub jenis ini, aliran udara diatur hanya pada satu arah. Sebuah katub satu arah menutup aliran udara dan udara bisa mengalir hanya melalui penampang yang telah diatur. Pada arah yang berlawanan udara bisa mengalir secara bebas melalui katup satu arah terbuka. Katup ini digunakan untuk pengaturan kecepatan aktuator, dan jika memungkinkan harus di pasang langsung pada silinder.



Gambar 2.12 *One Way Flow Control Valve*

Apabila udara mengalir, *check valve* terbuka dan udara dengan sendirinya akan mengalir baik melalui *throttle valve* maupun *check valve*. *Flow* seperti ini dinamakan dengan *free flow*. Apabila udara mengalir dengan arah yang terbalik, maka *check valve* otomatis akan tertutup dan aliran udaranya melalui *throttle valve*.

Umumnya *speed control valve* diletakkan di antara *directional control valve* dengan *actuator* (silinder). Dipakai dengan dua cara yaitu dengan *meter out* dan *meter in*. Dalam *meter out*, udara masuk dengan *free flow* tanpa ada halangan apapun sehingga tekanan udara dalam silinder naik segera. Udara *exhaust* dari silinder dikontrol oleh *control valve* sehingga speed dikontrol dengan stabil.



Gambar 2.13 Tipe *Meter In* dan Tipe *Meter Out*

### **Direction Control Valve**

*Directional control valve* ini dipakai dalam sistem kontrol pneumatik dan berfungsi untuk mengubah arah aliran udara atau menghentikan aliran, sehingga mengontrol kinerja silinder. Ada beberapa macam jenis Directional Control Valve yang diklasifikasikan menjadi: 1. Menurut Kontruksi Valve Utama

Klasifikasi ini dilihat berdasarkan tipe atau jenis dan katup yang berada pada valve, yaitu:

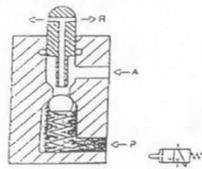
- a. Directional Control Valve Tipe Poppet

Dari konstruksinya, katup ini dapat dikategorikan sebagai berikut:

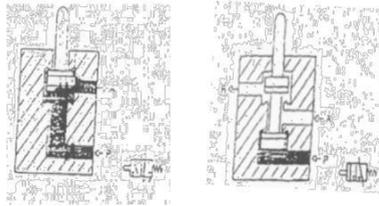
1. katub dudukan bola (ball seat valve)
2. katub dudukan cakra (disk seat valve)

Pada katup poppet sambungan (saluran) dibuka atau ditutup dengan memakai bola, cakra, plat atau kerucut. Tipe poppet biasanya terbuat dari karet sintetis atau packing resin, menutup langsung seat metal valve pada arah aksial untuk menghentikan flow udara atau membuka valve dengan mengangkat tutup dari seat valve. Selain pemakaian beban elastis untuk valve seat valve, poppet ditekan dengan mantap pada seat valve oleh tekanan udara untuk memperkuat efek selingnya.

Valve ini terbuka lebar dengan stoke pendek saja karena konstruksinya, dan ini menguntungkan sekali untuk operasi cepat. Bahan elastis ini juga memberikan sealing yang ketat yang dapat mencegah masuknya kotoran dari luar. Dudukan katup mempunyai beberapa bagian dudukan yang menjadi saluran pemakaian, dan karenanya katup tersebut mempunyai umur pelayanan yang panjang



Gambar 2.14 Katup 3/2 Directional Control Valve tipe Poppet dengan Dudukan Bola



Gambar 2.15 Katup 3/2 Directional Control Valve tipe Poppet dengan Dudukan Cakram

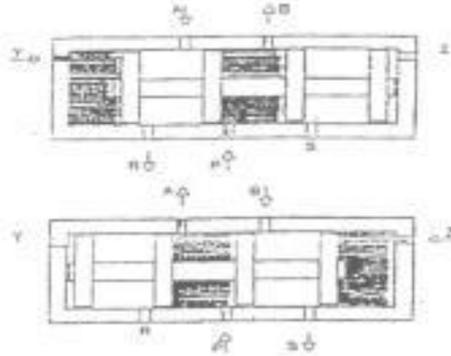
#### b. Directional Control Valve Tipe Slide

Directional control valve ini mengubah saluran udara dengan sliding dipermukaan datar. Permukaan halus datar karena permukaan slide berfungsi sebagai seal. Resistance friction (gesekan) juga harus kecil untuk menjalankan valve dengan mulus, maka itu pelumas diperlukan dipermukaan slide. Ada beberapa valve kecil yang menggunakan resin sintetis untuk bagian valve guna memperbaiki efek sealing.

Valve ini mempunyai kelebihan dimana ia dapat dibuat dengan dengan ukuran kecil dibandingkan dengan ukuran flow ratennya. Sebaiknya plat slide menerima

tekanan udara langsung pada arah berlawanan dari seal, sehingga ia perlu ditekan dengan gaya yang lebih besar dari tekanan udara yang akan menyebabkan pertambahan gesekan

dan gaya operasi. Karena tendensi ini bertambah dengan bertambahnya ukuran valve tipe ini tidak dipakai secara luas.



Gambar 2.16 Katub 5/2 Directional control Valve Tipe Slide

#### 1. Menurut Sistem Operasi *Valve*

Beberapa jenis sistem operasi katub kontrol arah, antara lain:

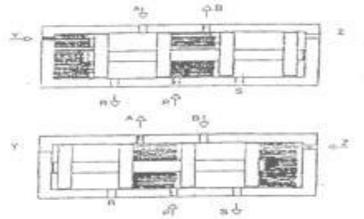
##### a. *Solenoid -Valve*

*Valve* yang digerakkan oleh solenoid (magnet) *valve* ini dibuka dan ditutup dengan gaya tarik solenoid. *Valve* jenis ini biasa digunakan dalam alat kontrol otomatis dengan sistem elektrik pneumatik. *Solenoid valve* digunakan secara luas untuk otomatisasi mesin industri. Menurut jumlah solenoid yang dipakai katub, terdapat 2 tipe:

*Single Solenoid Valve* (Katub Solenoid Tunggal)

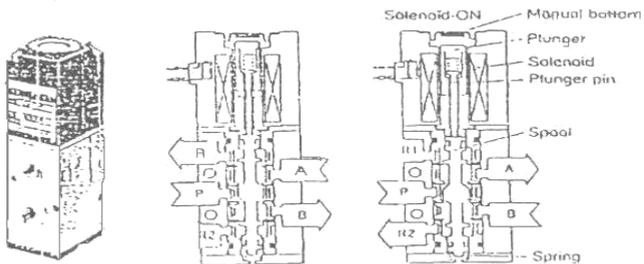
*Double Solenoid Valve* (Katub Solenoid Ganda)

Tipe single selenoid mempunyai satu elektro magnet seperti gambar di bawah ini dan dengan gaya tarik magnet *valve* diganti posisinya (*change over*). Kemudian dengan mematikan listrik (*demagnetising*) *valve* kembali kedudukan semula dengan gaya spiral atau tekanan udara



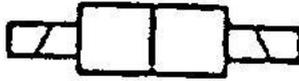
Gambar 2.17 Katub 3/2 Selenoid Tunggal

Ketika selenoid diubah keposisi *on*, pluyer (armatur) tertarik keatas melawan gaya pegas. Ini menyebabkan sambungan P dan A terhubung bersama. Ujung belakang (cakra punggung dari pada pluyer menutup saluran ke luar R. Apabila selenoid diubah pada posisi *off*, pegas mendorong pluyer diatas dudukan katub bawah dan menutup saluran P ke A. Saluran kerja A dapat membuang melalui R. Katub ini adalah katub saling melengkapi, dan dia melakukan waktu perubahan sangat singkat.



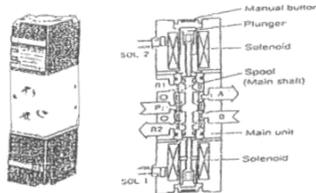
Gambar 2.18 Katub 5/2 Selenoid Tunggal

Simbol katub dengan menggunakan selenoid adalah sebagai berikut



Gambar 2.19 Simbol *double Solenoid Valve*

Tipe *double solenoid valve* mempunyai dua elektro magnet, seperti pada gambar, dan dibagi menjadi tipe *continuous magnetizing* (dimagnet terus-menerus) yang mempertahankan penggantian valve diposisinya dengan memagnet selenoid A atau B terus-menerus, dan tipe magnetisasi sekejap (*instananeous magnetizing*) yang mempertahankan penggantian posisi valve dengan memagnet salah satu selenoid dan mematikan magnetnya setelah itu.



Gambar 2.20 Katub Selenoid Ganda 5/2 Way

b. Manual-Valve

*Valve* ini di buka dan ditutup secara manual. Cara kerja dari *valve* ini adalah udara dapat berubah dengan jalan manual tergantung dari operator, seperti berupa pedal (pijakan kaki), tuas dan tombol tekan

Gambar 2.21 Katub manual dengan sistem tuas



**f. Aktuator Pneumatik**

Tenaga udara bertekanan dari kompresor diubah menjadi gerakan lurus oleh silinder pneumatik. Besarnya tenaga yang dapat ditimbulkan tergantung pada besarnya tekanan, luas penampang silinder, serta gesekan yang timbul antara dinding dalam dengan batang toraknya.

Aktuator pneumatik secara garis besar dibagi menjadi 2, yaitu :

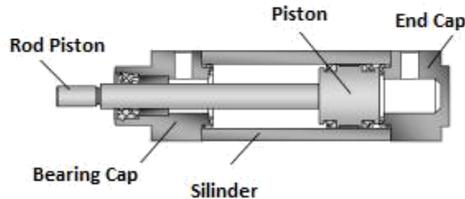
1. *Single Acting Cylinder* (Silinder Pneumatik Aksi Tunggal)
2. *Double Acting Cylinder* (Silinder Pneumatik Aksi Ganda)

*Double Acting Cylinder (Silinder Pneumatik Aksi Ganda)*

Silinder aksi ganda (*Double Acting*) digunakan terutama bila piston diperlukan untuk melakukan kerja bukan hanya pada gerakan maju, tetapi juga kerja pada gerakan mundur. Sehingga mempunyai keuntungan yaitu,

bisa dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya. Gaya dorong yang ditimbulkan oleh udara bertekanan, menggerakkan piston pada silinder penggerak ganda dalam dua arah. Gaya dorong yang besarnya tertentu digunakan pada dua arah, gerakan maju dan gerakan mundur. Gaya yang diberikan pada batang piston adalah lebih besar untuk gerakan maju daripada gerakan mundur. Karena efektif permukaan piston dikurangi pada sisi batang piston oleh luas permukaan batang piston.

Silinder pneumatik double acting terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut:

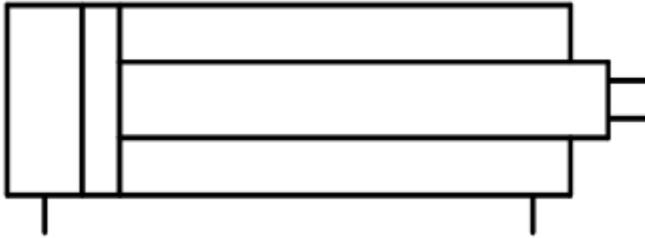


Gambar2.22 *Double Acting Cylinder*

Udara mengalir dari port A ke ruang yang terdapat di sebelah piston. Maka piston dan piston rod akan bergerak karena adanya tekanan dari piston area. Udara yang berada pada piston rod chamber akan pindah keluar silinder melalui port B.

Pada proses kebalikannya udara mengalir melalui port B, lalu ke piston ring area sehingga piston kembali ke posisi awal. Karena terdorong oleh piston, udara akan keluar melalui port A.

Adanya perbedaan ukuran dari piston area dan piston ring area mengakibatkan gaya yang dihasilkan ketika bergerak keluar dan ke dalam akan berbeda, walaupun memiliki besar tekanan yang sama. Simbol dari silinder double acting adalah sebagai berikut:



Gambar 2.23 Simbol *Double Acting Cylinder*

### Penentuan Diameter Silinder dan Kemampuan Silinder

#### 1. Penentuan Diameter Silinder

Penentuan diameter silinder pneumatik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Silinder}} = \frac{F \times v}{P \times Q} = 0,85 \dots \dots (\text{Persamaan } 2.5)$$

(Majumdar, 1995)

$$F = A \times P \times \mu$$

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 \times P \times \mu$$

$$D^2 = \frac{4 \times F}{P \times \mu}$$

Dimana :

F = Gaya Silinder (kgf)

A = Luas Penampang (cm<sup>2</sup>)

D = Diameter silinder (cm)

P = Tekanan Udara (kgf/cm<sup>2</sup>)

μ = Koefisien Tekanan Beban Dorong

Dalam sistem pneumatik, untuk tekanan kerja yang digunakan adalah 6 – 12 bar.

#### 2. Dorongan Silinder

Gaya dorong silinder dapat dihitung dari diameter tabung silinder, diameter piston rod dan tekanan udara.

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 \times P \times \mu \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.6})$$

(Warring,1982)

- F = Gaya Dorong Silinder (kgf)
- D = Diameter Tabung Silinder (cm)
- P = Tekanan Udara (kgf/cm<sup>2</sup>)
- μ = Koefisien Tekanan Beban Dorong

Koefisien tekanan beban berubah tergantung dari diameter silinder, beban gesekan bambu dengan bambu dan dengan landasan, beban pegas dan gesekan metal rod.

3. Tarikan Silinder

Gaya tarikan silinder bisa diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times P \times \mu \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.7})$$

(Warring,1982)

- Dimana :
- F = Gaya Tarik Silinder (kgf)
- D = Diameter Tabung Silinder (cm)
- d = Diameter Piston/Stroke (cm)
- P = Tekanan Udara (kgf/cm<sup>2</sup>)
- μ = Koefisien Tekanan Beban Tarik

4. Kecepatan Langkah Silinder

Waktu operasi silinder tergantung pada beban dan ukuran dari beban masuk. Persamaan antara kebutuhan udara dengan kecepatan silinder adalah :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.8})$$

(Esposito,2003)

- Dimana :
- Q = Kebutuhan Udara (m<sup>3</sup>/min)

V = Kecepatan Langkah Silinder (m/sec)

A = Luasan silinder (m)

#### 5. Konsumsi Udara

Konsumsi udara adalah piston stroke  $\times$  piston strokes  $\times$  compression ratio dengan satuan NI/min. Dimana besarnya Compression raito yaitu

$$\frac{1,013 + \text{operating pressure (bar)}}{1,013}$$

$$Q = s \times n \times \frac{D^2 \pi}{4} \dots \text{untuk SA silinder}$$

$$Q = \left( s \times n \times \frac{D^2 \pi}{4} + s \times n \times \frac{D^2 - d^2}{4} \pi \right) \times n \times \text{compression ratio}$$

Dimana :

Q = volume udara (NI/min) = Normal Liter

S = Stroke (mm)

n = number of stroke per min

$$Q = 0,7854 \frac{d^2 s}{t} \times \frac{P \times 101,3 \times 10^3}{101,3} \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s}$$

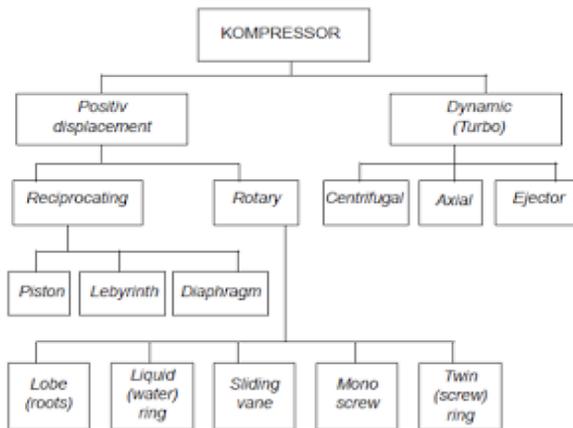
.....(Persamaan 2.9) (Majumdar,1995)

#### g. Kompresor

Kompresor berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan di dalam tangki udara kempa untuk disuplai kepada pemakai (sistem pneumatik). Kompresor dilengkapi dengan tabung untuk menyimpan udara bertekanan, sehingga udara dapat mencapai jumlah dan tekanan yang diperlukan. Pemilihan jenis kompresor yang digunakan tergantung dari syarat-syarat pemakaian yang harus dipenuhi misalnya dengan tekanan kerja dan volume udara yang akan diperlukan dalam sistim peralatan (katup dan silinder pneumatik).

## Tipe Kompresor

Tipe kompresor pada dasarnya terdiri dari 2 macam yaitu Positive Displacement compressor, dan Dynamic compressor, (Turbo), Positive Displacement compressor, terdiri dari Reciprocating dan Rotary, sedangkan Dynamic compressor, (turbo) terdiri dari Centrifugal, axial dan ejector, secara lengkap dapat dilihat dari klasifikasi di bawah ini.

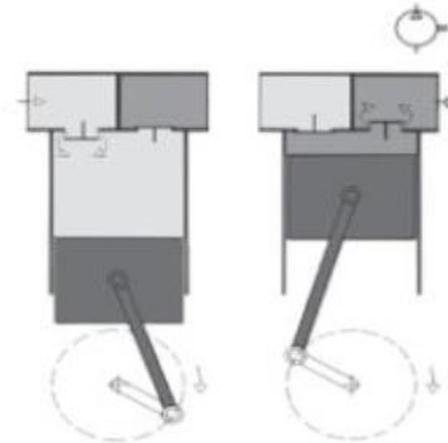


Gambar 2.24 Klasifikasi Kompresor (Majumdar, 2001)

### A. Kompresor Torak Resiprokal (*Reciprocating Compressor*)

Kompresor ini dikenal juga dengan kompresor torak, karena dilengkapi dengan torak yang bekerja bolak-balik atau gerak resiprokal. Pemasukan udara diatur oleh katup masuk dan dihisap oleh torak yang gerakannya menjauhi katup. Pada saat terjadi pengisapan, tekanan udara di dalam silinder mengecil, sehingga udara luar akan masuk ke dalam silinder secara alami. Pada saat gerak kompresi torak bergerak ke titik mati bawah ke titik mati atas, sehingga udara

di atas torak bertekanan tinggi, selanjutnya di masukkan ke dalam tabung penyimpanan udara.



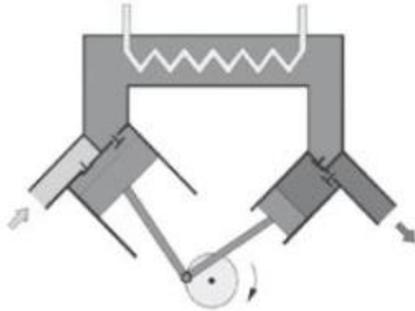
Gambar 2.25 Kompresor Resipokal

Tabung penyimpanan dilengkapi dengan katup satu arah, sehingga udara yang ada dalam tangki tidak akan kembali ke silinder. Proses tersebut berlangsung terus-menerus hingga diperoleh tekanan udara yang diperlukan.

## **B. Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem Pendingin Udara**

Kompresor udara bertingkat digunakan untuk menghasilkan tekanan udara yang lebih tinggi. Udara masuk akan dikompresi oleh torak pertama, kemudian didinginkan, selanjutnya dimasukkan dalam silinder kedua untuk dikompresi oleh torak kedua sampai pada tekanan yang diinginkan. Pemampatan (pengompresian) udara tahap kedua lebih besar, temperature udara akan naik selama terjadi kompresi, sehingga perlu mengalami proses pendinginan dengan memasang sistem pendingin.

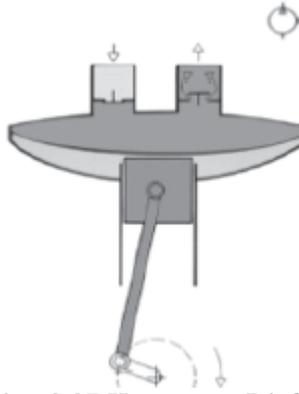
Metode pendinginan yang sering digunakan misalnya dengan sistem udara atau dengan sistem air bersirkulasi.



Gambar 2.26 Kompresor Torak DuaTingkat Sistem Pendingin Udara

### C. Kompresor Diafragma

Prinsip kerjanya hampir sama dengan kompresor torak. Perbedaannya terdapat pada sistem kompresi udara yang akan masuk ke dalam tangki penyimpanan udara bertekanan. Torak pada kompresor diafragma tidak secara langsung menghisap dan menekan udara, tetapi menggerakkan sebuah membran (diafragma) dulu. Dari gerakan diafragma yang kembang kempis itulah yang akan menghisap dan menekan udara ke tabung penyimpan.



Gambar 2.27 Kompresor Diafragma

#### D. Kompresor Rotari

Secara eksentrik rotor dipasang berputar dalam rumah yang berbentuk silindris, mempunyai lubang-lubang masuk dan keluar. Keuntungan dari kompresor jenis ini adalah mempunyai bentuk yang pendek dan kecil, sehingga menghemat ruangan. Bahkan suaranya tidak berisik dan halus dalam, dapat menghantarkan dan menghasilkan udara secara terus menerus.

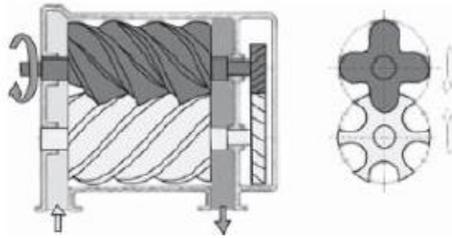


Gambar 2.28 Kompresor Rotari

#### E. Kompresor Sekrup

Memiliki dua rotor yang saling berpasangan atau bertautan (engage), yang satu mempunyai bentuk cekung, sedangkan lainnya berbentuk cembung,

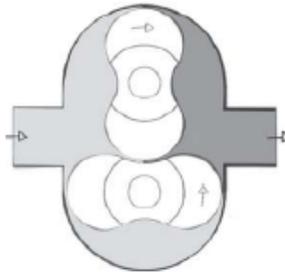
sehingga dapat memindahkan udara secara aksial ke sisi lainnya.



Gambar 2.29 Kompresor Sekrup

#### F. Kompresor *Root Blower*

Kompresor jenis ini akan mengisap udara luar dari satu sisi ke sisi yang lain tanpa ada perubahan volume. Torak membuat penguncian pada bagian sisi yang bertekanan.



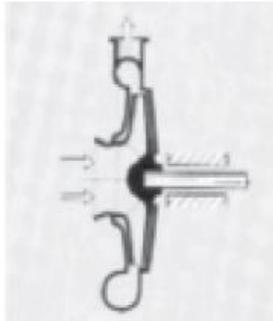
Gambar 2.30 Kompresor *Root Blower*

#### G. Kompresor Aliran Turbo

Jenis kompresor ini cocok untuk menghasilkan volume udara yang besar. Kompresor aliran udara ada yang dibuat dengan arah masuknya udara secara aksial dan ada yang secara radial. Arah aliran udara dapat dirubah dalam satu roda turbin atau lebih untuk menghasilkan kecepatan aliran udara yang diperlukan.

## H. Kompresor Aliran Radial

Prinsip kerja kompresor radial akan mengisap udara luar melalui sudu-sudu rotor, udara akan terisap masuk ke dalam ruangan isap lalu dikompresi dan akan ditampung pada tangki penyimpanan udara bertekanan hingga tekanannya sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.31 Kompresor Aliran Radial

## I. Kompresor Aliran Aksial

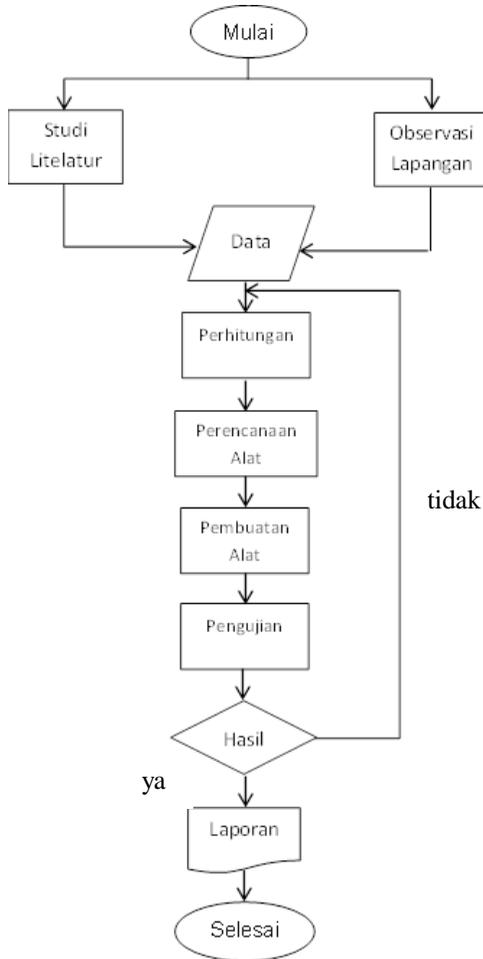
Pada kompresor aliran aksial, udara akan mendapatkan percepatan oleh sudu yang terdapat pada rotor dan arah alirannya ke arah aksial yaitu searah (sejajar) dengan sumbu rotor. Jadi pengisapan dan penekanan udara terjadi saat rangkaian sudu-sudu pada rotor itu berputar secara cepat.



Gambar 2.32 Kompresor Aliran Aksial

## BAB III METODOLOGI

Pada bab ini dibahas secara detail tentang perencanaan pembuatan alat yang yang digambarkan pada diagram alir atau *flowchart*.



Gambar 3.1 Diagram Alir atau Flowchart

Dari diagram alir (*flowchart*) di atas diperinci lagi sebagai berikut :

### 3.1 Observasi Lapangan

Observasi lapangan adalah pengamatan langsung untuk memperoleh data dari lokasi pengamatan. Lokasi pengamatan salah satu nya terdapat di UKM Pengrajin Topi di Kab. Sidoarjo yang bernama UKM Milyarto milik Bapak Kamim Anwar. UKM Milyarto milik Bapak Kamim Anwar ini memiliki 12 pegawai untuk memproduksi Topi.

Proses pembuatan topi dimulai dari Pemotongan bahan baku, pemberian sablon (menurut pesanan), penjahitan, dan finishing. Disini kami menemukan permasalahan yang sering dialami kebanyakan pengrajin topi, yaitu pada proses pemotongan pet topi. Oleh karena itu, kami membuat alat Mesin Pemotong dengan sistem pneumatik sebagai solusi masalah yang dihadapi tersebut. Selain itu kami dapat mempertimbangkan peralatan apa yang harus dirancang ulang supaya penggunaannya lebih efektif dan efisien.



Gambar 3.2 Kondisi Ukm

### 3.2 Study Literatur

Study Literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi teori yang relevan dengan permasalahan pada tugas akhir ini dan dibandingkan dengan hasil uji coba lapangan. Kegiatan study literatur ini meliputi 2 kegiatan, yaitu:

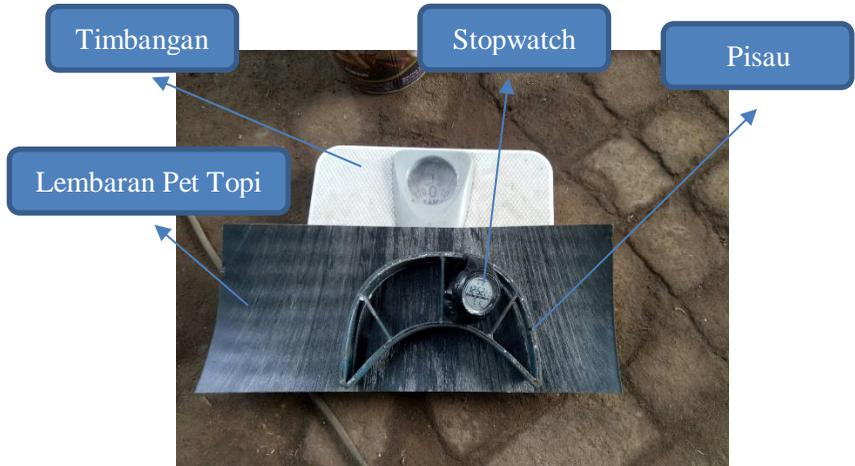
- Pengumpulan materi tinjauan pustaka yang berkaitan dengan perencanaan sistem pneumatik, gaya silinder pneumatik, gaya penekanan. Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal

internasional, jurnal nasional, *text book*, dan tugas akhir yang masih berhubungan.

- Melakukan uji coba menggunakan neraca pegas dan Pisau Pond untuk mengetahui besarnya gaya yang dibutuhkan untuk proses pemotongan pada pet topi.



Gambar 3.3 Uji Coba Mencari Gaya Potong pada pet topi



Gambar 3.4 Alat – Alat Uji Coba

Tabel 3.1 Percobaan gaya tekan

No.	Massa (kgf)	Waktu (s)
<b>1</b>	51	2.1
<b>2</b>	53	2.7
<b>3</b>	49	1.7
<b>4</b>	50	2.3
<b>5</b>	51	2.5
$\Sigma$ Rata Rata	50.8	2.26

Gaya tekan Pisau Pond yang diperoleh dari uji coba yaitu :

$$\begin{aligned} F \text{ tekan Pisau Pond} &= 51 \text{ kgf} \\ F &= 51 \text{ kgf} \times 10 \\ &= 510 \text{ N} \end{aligned}$$

Semua materi dan data yang diperoleh dari study literature ini selanjutnya digunakan sebagai pendukung untuk melakukan perhitungan. Selain untuk mencari materi dan data tinjauan pustaka, study literatur juga digunakan untuk mendukung latar belakang pada tugas akhir ini dalam pemilihan material yang sesuai dengan kebutuhan.

### 3.3 Mendapatkan Data

Pengambilan data ini berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara pada saat observasi lapangan di UKM Milyarto, data yang diperoleh sebagai berikut :

- Biji plastik HDPE yang telah dilelehkan kemudian diroll setebal 2mm, kemudian di potong persegi panjang menggunakan gunting potong.
- Proses pemotongan pet topi masih dilakukan dengan menggunakan alat press manual.
- UD Putri Ragil mampu membuat  $\pm 100$  kodi/hari dengan jam kerja 5 jam yang dikerjakan oleh 2 orang.

### 3.4 Perhitungan

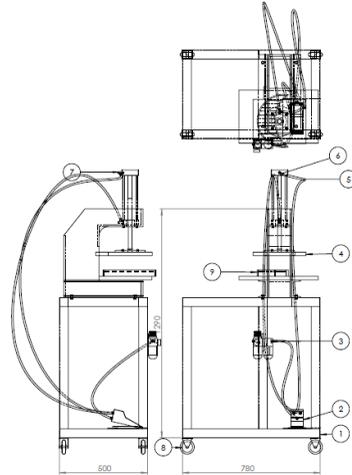
Adapun perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan:

1. Gaya pemotongan Pisau Pond
2. Diameter silinder pneumatik
3. Sistem pneumatik

Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan keserasian antar komponen didalam mesin. Data dalam perhitungan ini diperoleh dari uji coba pemotongan Pisau Pond pada pet topi menggunakan neraca pegas.

### 3.5 Perencanaan Alat

Desain alat digunakan sebagai awal perancangan alat. Desain ini belum memiliki dimensi yang pasti, hanya dalam bentuk gambaran alat yang akan dibuat. Adapun desain alat yang kami buat adalah sebagai berikut:



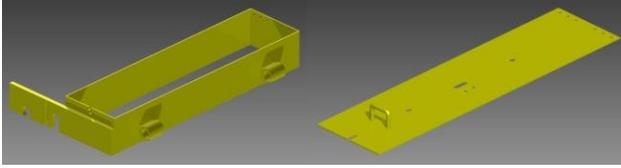
Gambar 3.1 Sket desain Isometri

Keterangan :

1. Rangka
2. DCV
3. FRL
4. Punch
5. Selang Pneumatik
6. Silinder Pneumatik
7. FCV
8. Roda
9. Pisau

Keterangan nomor pada gambar terinci sebagai berikut :

## 1. Rangka



Gambar 3.2 Rangka mesin press pet topi dengan sistem pneumatic

Rangka mesin press pet topi ini memiliki dimensi 780 x 500 x 1290 mm<sup>3</sup>

## 2. DCV (*directional control valve*)



Gambar 3.8 DCV

DCV berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan arah udara yang akan bekerja menggerakkan aktuator, dengan kata lain katup ini berfungsi untuk mengendalikan arah gerakan aktuator.

## 3. FRL (*flow regulator lubrican*)



Gambar 3.9 FRL

FRL memiliki 3 fungsi yang pertama untuk menyaring udara yang masuk tidak tercemar partikel asing yang dapat

merusak komponen lanjutan, yang kedua mengatur besar tekanan udara yang dikehendaki pengguna, yang ketiga yaitu berfungsi untuk melumasi bagian pneumatik yang bergerak seperti silinder.

#### **4. Punch**

Punch yang dihubungkan dengan aktuator berfungsi untuk mendorong pisau untuk memotong lembaran pet topi.

#### **5. Selang Pneumatik**



Gambar 3.10 selang pneumatik

Selang Pneumatik berfungsi untuk mengalirkan udara dari komponen pneumatik satu ke komponen pneumatik lainnya

#### **6. Silinder pneumatik**



Gambar 3.11 Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik berfungsi sebagai penghasil gaya yang akan mendorong pisau sehingga terjadi pemotongan.

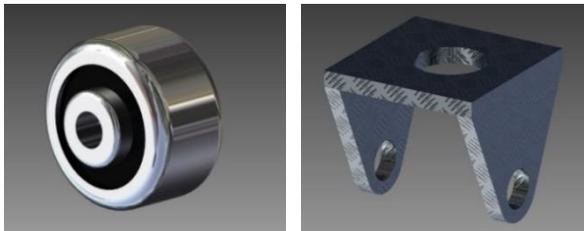
## 7. FCV (*flow control valve*)



Gambar 3.12 *flow control valve*

FCV berfungsi untuk mengatur cepat atau lambatnya aliran fluida yang masuk ke silinder pneumatik.

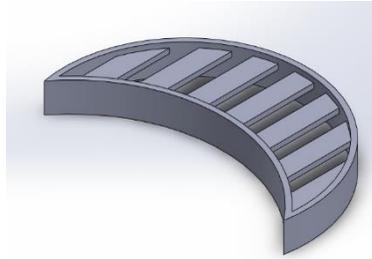
## 8. Roda



Gambar 3.33 Roda

Roda ini digunakan untuk mempermudah dalam pemindahan mesin.

## 9. Pisau



Gambar 3.14 Pisau Pet topi

Pisau ini berfungsi untuk memotong lembaran pet topi yang telah ditaruh diatas permukaan tatakan PE.

### 3.6 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan setelah gambar alat dengan dimensi sudah ditentukan. Dalam pembuatan alat tersebut, beberapa material yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 Material yang Digunakan

No	Material	Dimensi (mm)	Jumlah (pcs)	Keterangan
1	Plat besi tebal 12 mm	1400x60	1	Rangka bagian samping
		1400x250	2	Rangka bagian tengah dan belakang
		600x250	1	Rangka bagian samping
2	Besi Siku 50 mm	50x50	2	Rangka bagian bawah
4	Plat besi 20 mm	300x250	1	Punch
5	Spring	50x90	2	Pegas penekan bambu

6	Baja HSS	29x18	1	Pisau pemotong pet topi
9	Baja	40x55	4	Roda
10	Baut dan Mur		4	Pengunci silinder pneumatik
			4	Pengunci DCV
			2	Pengunci FRL
			8	Pengunci roda

### 3.7 Pengujian Alat

Ada beberapa hal yang dilakukan dalam pengujian alat, diantaranya :

- Alat dapat bekerja
  - Kapasitas yang dihasilkan alat sesuai dengan perencanaan
- Apabila terdapat kendala pada pengujian alat, maka perlu diperiksa lagi dalam pembuatan alat dan perhitungannya.

#### 3.7.1 Cara kerja alat

1. Sambungkan Selang ke kompresor agar mesin pada posisi standby.
2. Letakan benda kerja berupa lembaran pet topi dengan tebal 2mm yang telah di potong sesuai ukuran lebar meja di atas meja mesin pemotong.
3. Injak pedal agar aktuator yang terhubung dengan besi diatas turun. Ketika besi di atas turun maka terjadi proses press yang mengakibatkan terjadinya potongan.
4. Mesin dimatikan dengan mencabut sambungan selang yang terhubung pada kompresor.
5. Selesai.

### 3.8 Hasil

Tabel 3.6 Hasil Uji Coba Waktu Pemotongan

Potongan ke-	Tebal sayatan
1	1,1
2	1,1
3	1
4	1
5	1,1
Rata-rata	1,125

Tabel 3.8 Kapasitas Produksi Jumlah Potongan

Kapasitas Produksi	Manual	Mesin Press Pet topi
Per Hari	100 kodi	180 kodi

### 3.9 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan ini merupakan proses akhir dalam pengerjaan tugas akhir ini. dalam pembuatan laporan dilampirkan mengenai proses perencanaan sampai pada hasil yang dicapai dalam tugas akhir.

## BAB IV

### PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai perhitungan dan perencanaan Mesin Pemotong pet topi, yaitu analisa gaya dan daya yang nantinya dibutuhkan oleh mesin agar dapat berjalan dan berfungsi seperti yang diharapkan. Perhitungan yang akan dibahas pada bab 4 ini yaitu mengenai gaya potong yang dibutuhkan untuk proses *press* pet topi, sehingga aman dalam pengoperasiannya serta perencanaan sistem pneumatik.

#### 4.1 Analisa Gaya pada Eksternal Load

Data-data yang diketahui :

a. Data spesifikasi biji plastik

Pada industri kecil, umumnya memproduksi sandal dengan bahan baku polimer seperti jenis. Berikut ini merupakan data spesifikasi pet topi :

No	Material	Density ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ )	Tensile Strenght (Mpa)
1	HDPE	28-33	21,73

Tabel 4.1 Spesifikasi pet topi

#### Tegangan tarik pet topi

$$\begin{aligned}\sigma_t &= 21,73 \text{ Mpa} \\ &= 21,73 \text{ Mpa} \times \frac{1 \text{ N}/\text{cm}^2}{\text{mPa}} \\ &= 2173 \text{ N}/\text{cm}^2\end{aligned}$$

#### Tegangan geser pet topi

Untuk mencari tegangan geser yang terjadi pada pisau potong, maka dipakai nilai tegangan tarik yang terbesar pada hasil pengujian bahan diatas yaitu  $2000 \text{ N}/\text{cm}^2$ .

$$\begin{aligned}\sigma_t &= 2173 \text{ N/cm}^2 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{mm}^2 \\ &= 21,73 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$1 \tau_s = 1,155\sigma_t$$

$$\begin{aligned}\text{Sehingga } \tau_s &= \frac{1,155}{2} \sigma_t \\ &= 0,5775 \sigma_t \\ &= 0,5775 \times 21,73 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

b. Data dimensi pisau yang digunakan pada alat yang sudah ada

Menghitung keliling pisau tidak dapat menggunakan rumus sebab bentuk profil pisau pet topi yang tidak beraturan, maka dari itu menggunakan cara benang yang ditarik mengikutin bentuk profil pisau pet topi kemudian hasil dari benang tersebut di ukur menggunakan meteran agar tahu berapa panjang dari benang. Panjang dari benang tersebut bisa di katakan keliling dari profil pisau pet topi.

$$\begin{aligned}\text{Tebal pet topi} &= 2 \text{ mm} \\ \text{Keliling pisau} &= 65 \text{ mm} \\ \text{Luasan Potong (A)} &= \text{Tebal pet topi} \times \text{Keliling Pisau} \\ &= 2 \text{ mm} \times 65\text{mm} \\ &= 260 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Maka besarnya gaya yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

**Gaya Tekan (F) Secara teoritis :**

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{F}{A} \\ F &= \tau \times A \\ &= 11,55 \text{ N/mm}^2 \times 260 \text{ mm}^2 \\ &= 3.003 \text{ N}\end{aligned}$$

## 4.2 Diagram Benda Bebas (Free Body Diagram)

### 4.2.1 Tinjauan Vertikal

#### Ditinjau dari uji coba pemotongan pet topi

Dalam perencanaan mesin pemotong pet topi terlebih dahulu dilakukan uji coba untuk mengetahui besarnya gaya yang dibutuhkan dalam pemotongan pet topi.

Proses pengujian :

1. Pet topi diletakkan di tempat pemotongan manual
2. Pisau diletakkan di atas bahan pet topi
3. Neraca pegas dikaitkan dengan tuas press pet topi manual
4. Tuas diturunkan untuk melakukan pemotongan
5. Diketahui besarnya gaya geser

Tabel 4.2 Data gaya tekan percobaan

No	Gaya (kgf)	Waktu (s)
1	51	2.1
2	53	2.7
3	49	1.7
4	50	2.3
5	51	2.5
Rata-rata	50.8	2.26

Jadi, besarnya gaya yang di perlukan untuk memotong pet topi adalah 510 N, Kecepatan potong yang diperoleh dari uji coba tersebut dapat dicari dengan menggunakan data jarak pemotongan pet topi dengan pisau dan waktu ketika pisau mulai memotong plastik pet topi.

$$\begin{aligned}V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{15cm}{2.26s} \\ &= 6.637 \text{ cm/s} \\ &= 0.063 \text{ m/s}\end{aligned}$$

**Gaya tekan pet topi yang diperoleh dari uji coba yaitu:**

$$\begin{aligned} F \text{ tekan pet topi} &= 51 \text{ kgf} \\ &= 510 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka gaya tekan minimal untuk memotong pet berdasarkan uji coba yaitu sebesar 510 N. Material yang kami gunakan adalah HDPE (*high density polyethylene*).

**4.3 Perencanaan Komponen Pneumatik**

**4.3.1 Perhitungan Kapasitas Silinder**

Untuk mencari diameter silinder pneumatik minimal yang dibutuhkan, maka pada perencanaan awal diambil tekanan kerja dari sistem sebesar  $80 \text{ N/cm}^2$  dan gaya sebesar 510 N, sedangkan untuk nilai  $\eta$  diambil 0,85 (*Tenaga Fluida Pneumatik, 1991 :L78*). Data ini kemudian dalam perencanaan silinder pneumatik untuk pemotongan pet topi.

Diameter minimal dapat dicari dengan persamaan:

$$\eta = \frac{F.v}{P.Q} \dots\dots\dots(\text{sesuai persamaan 2.5})$$

Maka dari persamaan di atas dapat dihitung diameter piston dengan data seperti berikut :

$$F = 510 \text{ N}$$

$$P = 8 \text{ bar} = 80 \text{ N/cm}^2 = 8.10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{15\text{cm}}{2.26\text{s}} \\ &= 6.637 \text{ cm/s} \\ &= 0.063 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\frac{F.v}{P.Q} = \eta$$

$$\frac{510 \text{ N} \cdot 0,068 \text{ m/s}}{8 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot Q} = 0,85$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{510 \text{ N} \cdot 0,068 \text{ m/s}}{0,85 \cdot 8 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot Q} \text{ m}^3/\text{s} \\
 &= 5,1 \times 10^{-4} \\
 &= 510 \text{ cm}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh besar kecepatan aliran silinder, maka akan diperoleh diameter minimal silinder pneumatik yang dibutuhkan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \cdot v \dots\dots\dots \text{ (sesuai persamaan 2.8)}$$

Dengan data yang ada Q dan v, diperoleh diameter silinder sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= 510 \text{ cm}^3/\text{s} \\
 v &= 0,068 \text{ m/s} \\
 &= 6,68 \text{ cm/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D^2 &= \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v} \\
 &= \frac{4 \cdot 510 \text{ cm}^3/\text{s}}{\pi \cdot 6,68 \text{ cm/s}} \\
 &= 97,2084 \\
 &= \sqrt{97,2084} \\
 D &= 9,859 \text{ cm} \\
 D &= 98,59 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat diameter minimal silinder pneumatik sebesar 98,59 mm. Maka untuk perhitungan ini digunakan silinder dengan diameter 100 mm dengan tipe *double acting cylinder* karena diperlukan gerakan maju mundur.

## Kapasitas Silinder Uji Coba Alat

$$Q = \frac{\pi}{4} dp^2 \times S \times N \times 2$$

Diketahui :

$$dp^2 = 10 \text{ cm}$$

$$S = 15 \text{ cm}$$

$$N = 8$$

$$Q = \frac{\pi}{4} dp^2 \times S \times N \times 2$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \times 10 \times 15 \text{ cm} \times 8 \times 2$$

$$Q = 706 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

Perhitungan diameter silinder dan kapasitas mesin yang dibutuhkan **dinyatakan aman.**

Perhitungan nilai F, Jika tekanan yang digunakan yaitu 10 bar.

$$Ap = \frac{\pi}{4} dp^2$$

$$P = 8 \text{ bar}$$

Diketahui:

$$P : 8 \text{ bar}$$

$$dp : 100 \text{ mm}$$

Ditanya F yang dikeluarkan oleh silinder pneumatik

$$F = P \times A$$

$$A = \frac{\pi}{4} dp^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} (0,1 \text{ m})^2$$

$$= 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F = P \times A$$

$$F = 8 \times 10^5 \text{ N} / \text{m}^2 \times 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F = 7850 \text{ N}$$

Setelah dilakukan perhitungan besarnya F didapat dari :

Secara teoritis : 5200 N

Uji coba : 120 N

Silinder pneumatik : 7850 N

Secara teoritis nilai potong pet topi 5200 N, sedangkan hasil uji coba manual yang dilakukan mendapatkan nilai 120 N. Hal ini bisa terjadi karena terdapat perbedaan material pet topi, tebal tipis dan kualitas dari pet topi (kualitas bagus, kualitas sedang, kualitas kurang bagus) saat melakukan uji coba pet topi yang digunakan bukan dari UKM melainkan hasil dari membeli di tempat lain.

### **Konsumsi Udara**

Perhitungan konsumsi udara kompresi dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} Q &= 0,784 \frac{d^2 s}{t} \times \frac{P+101,3 \times 10^3}{101,3} \times 10^{-12} \text{ m}^3 / \text{s} \dots (\text{persamaan 2.9}) \\ &= 0,784 \frac{0,08^2 \times 150}{2,20} \times \frac{0,08 \cdot 10^5 + 101,3 \times 10^3}{101,3} \times 10^{-12} \text{ m}^3 / \text{s} \\ &= 0,34272 \times 8.897,33 \times 10^{-12} \text{ m}^3 / \text{s} \\ &= 30,49 \text{ mm}^3 / \text{s} \end{aligned}$$

## **4.3.2 Perencanaan Diameter Pipa**

### **Diameter Pipa**

Karena adanya gesekan aliran didalam pipa dan karena adanya kerugian yang lain, maka ada kerugian tekanan maksimum yang diijinkan pada udara yang keluar. Rumus yang digunakan adalah:

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P} \dots \dots \dots (\text{sesuai persamaan 2.4})$$

Dimana :

$\Delta P$  = Kerugian tekanan maksimum yang diijinkan sebesar 0,05 bar (5000 Pa)

L = Panjang pipa yang direncanakan (m)  
(direncanakan 5 m)

$d^5$  = Diameter pipa (m)

P = Tekanan operasi (pascal)

Q = Kecepatan aliran silinder ( $m^3 / s$ )

Dengan data yang diketahui :

$$\Delta P = 0,05 \cdot 10^5 \text{ N} / m^3$$

$$L = 5\text{m}$$

$$P = 8 \cdot 10^5 \text{ N} / m^3$$

$$Q = 704 \text{ cm}^3 / s = 0,704 \cdot 10^{-3} \cdot m^3 / s$$

Sehingga diameter pipa minimum untuk silinder pneumatik yang dipilih dengan diameter 100 mm diperoleh sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P}$$

$$d^5 = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{\Delta P \cdot P}$$

$$d^5 = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot (0,704 \cdot 10^{-3})^{1,85} \cdot 5}{5000 \cdot 8 \cdot 10^3}$$

$$d^5 = \frac{7,81 \times 10^{-3}}{4 \cdot 10^9}$$

$$d^5 = 1,95 \times 10^{-12}$$

$$d = \sqrt[5]{1,95 \times 10^{-12}}$$

$$= 4,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 4,5 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas didapat diameter pipa minimum 4,5 mm. Untuk itu, dalam perencanaan ini dipilih pipa dengan diameter dalam pipa 10 mm dan diameter luar pipa 12 mm.

### **Kerugian Tekanan Pada Pipa**

Kerugian tekanan pada pipa dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P}$$

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot (0,704 \cdot 10^{-3})^{1,85} \cdot 5}{(0,045)^5 \cdot 8 \cdot 10^3}$$

$$\Delta P = \frac{7,787 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-6}}$$

$$\Delta P = 15,57 \text{ N} / m^3$$

$$\Delta P = 15,57 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 0,0001557 \text{ bar}$$

Kerugian tekanan pada pipa sebesar 0,0001557 bar, karena masih dibawah dari kerugian tekanan maksimum yang diijinkan yaitu 0,05 bar (Majumdar, hal 26) maka perencanaan untuk *diameter pipa aman*.

#### **4.3.3 Perencanaan Valve**

##### **Pemilihan Directional Control Valve**

Perencanaan Mesin Press Pet Topi ini menggunakan 2 buah katup *directional control valve*, yaitu katup 5/2 dan katup foot valve 3/2 dimana katup 5/2 berfungsi sebagai supply udara ke silinder dan juga sebagai pengarah aliran udara. Dan berikutnya katup foot valve 3/2 berfungsi sebagai katup untuk mengatur arah gerak silinder maju dan mundur pada Mesin Press yang telah menggunakan pneumatik system dengan kinerja penekanan pedal pada foot valve. Valve DCV yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Pemilihan One Way Flow Control Valve pada perencanaan Mesin Press Pet Topi perlu digunakan 1 buah one way control valve untuk mengatur kecepatan gerak maju dan gerak mundur silinder. Berdasarkan data yang ada: Applicable Tubing = Nylon

O.D Tubing = 12 mm

Max pressure = 0,8 Mpa = 8 Bar

*Maka berdasarkan standart yang ada pada katalog FESTO, dipilih flow control valve type LSC – M5 – PK – 3*

#### **4.3.4 Perencanaan FRL**

Pada perencanaan Mesin Press pet topi perlu digunakan FRL untuk memfilter udara, mengetahui tekanan udara dan banyaknya lubricator. Oleh karena itu, digunakan FRL dengan spesifikasi BC (2000~4000).

#### 4.3.5 Perencanaan Kompresor

Setelah perhitungan komponen pneumatik diatas, maka didapatkan tekanan operasi yang dipakai yaitu  $100 \text{ N} / \text{cm}^2$ . Perhitungan kapasitas kompresor: Tekanan operasi  $10 \text{ bar} = 100 \text{ N} / \text{cm}^2$ .

$$100 \text{ N} / \text{cm}^2 \times \frac{0,2248 \text{ lbf}}{1 \text{ N}} \times \frac{1 \text{ cm}^2}{0,155 \text{ in}^2} = 145,5 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$$

Dari perhitungan diatas, digunakan sebagai dasar untuk memilih jenis dan kapasitas kompresor yang cocok dengan kriteria yang dibutuhkan. Dengan demikian, kapasitas kompresor yang digunakan harus lebih dari  $145,5 \text{ psi}$ .

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai hasil dari tujuan yang ingin dicapai. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut :

1. Mesin press dengan menggunakan sistem pneumatik ini dapat meningkatkan kualitas hasil pemotongan dan produktivitas UD. Milyarto
2. Dalam proses pengepressan diperoleh gaya potong sebesar 7850 N. Tekanan yang digunakan 8 bar sehingga digunakan silinder pneumatik jenis *double acting* berdiameter 100 mm dan stroke 200 mm
3. Mesin bekerja dengan baik dan mudah dioperasikan dengan adanya foot valve, dimana foot valve dapat digunakan dengan aman.

#### 5.2 Saran

Saran yang diperlukan agar Mesin Press Pet Topi ini dapat beroperasi dengan lebih baik lagi adalah :

1. Tekanan mesin press pet topi kurang tinggi, sehingga untuk pengembangan lebih lanjut tekanan pneumatik lebih tinggi atau menggunakan sistem hidrolik
2. Penataan selang dipertimbangkan sejak awal berapa kebutuhannya, agar tidak berserakan dalam proses pemasangan.
3. Memberikan peredam untuk kompressor agar tidak terlalu mengeluarkan suara yang bising.

## DAFTAR PUSTAKA

- Esposito, Anthony. *Fluid Power with Application sixth edition*.  
New Jersey: Prentice Hall International Inc, 2003.
- G, Prede, and Scholz D. *Electro-Pneumatics*. Festo Didactic,  
2002.
- Majumdar, S.J. *Pneumatic Systems - Principles and Maintenance*.  
New York: Mc Graw - Hill, 1995.
- Schey, John A. *Proses Manufaktur* . Ontario: ANDI Yogyakarta,  
2000.
- Warring, R.H. *Pneumatic Handbook*. England: Trade and  
Technical Press, 1982.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Tabel Konversi

TABLE. 1 Conversion Factors	
<b>Area</b>	
1 mm <sup>2</sup> = 1.0 × 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 144 in. <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup> = 1.0 × 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> = 0.1550 in. <sup>2</sup>	1 in. <sup>2</sup> = 6.4516 cm <sup>2</sup> = 6.4516 × 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup>
1 m <sup>2</sup> = 10.7639 ft <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 0.092 903 m <sup>2</sup>
<b>Conductivity</b>	
1 W/m-K = 1 J/s-m-K = 0.577 789 Btu/h-ft-R	1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
<b>Density</b>	
1 kg/m <sup>3</sup> = 0.06242797 lbm/ft <sup>3</sup>	1 lbm/ft <sup>3</sup> = 16.018 46 kg/m <sup>3</sup>
1 g/cm <sup>3</sup> = 1000 kg/m <sup>3</sup>	
1 g/cm <sup>3</sup> = 1 kg/L	
<b>Energy</b>	
1 J = 1 N-m = 1 kg-m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	
1 J = 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 cal (Int.) = 4.1868 J	= 1.28507 × 10 <sup>-3</sup> Btu
	1 Btu (int.) = 1.055 056 kJ
1 erg = 1.0 × 10 <sup>-7</sup> J	= 778.1693 lbf-ft
1 eV = 1.602 177 33 × 10 <sup>-19</sup> J	
<b>Force</b>	
1 N = 0.224809 lbf	1 lbf = 4.448 222 N
1 kp = 9.80665 N (1 kgf)	
<b>Gravitation</b>	
g = 9.80665 m/s <sup>2</sup>	g = 32.17405 ft/s <sup>2</sup>
<b>Heat capacity, specific entropy</b>	
1 kJ/kg-K = 0.238 846 Btu/lbm-R	1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
<b>Heat flux (per unit area)</b>	
1 W/m <sup>2</sup> = 0.316 998 Btu/h-ft <sup>2</sup>	1 Btu/h-ft <sup>2</sup> = 3.15459 W/m <sup>2</sup>
<b>Heat transfer coefficient</b>	
1 W/m <sup>2</sup> -K = 0.176 11 Btu/h-ft <sup>2</sup> -R	1 Btu/h-ft <sup>2</sup> -R = 5.67826 W/m <sup>2</sup> -K
<b>Length</b>	
1 mm = 0.001 m = 0.1 cm	1 ft = 12 in.
1 cm = 0.01 m = 10 mm = 0.3970 in.	1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m = 3.28084 ft = 39.370 in.	1 ft = 0.3048 m
1 km = 0.621 371 mi	1 mi = 1.609344 km
1 mi = 1609.3 m (US statute)	1 yd = 0.9144 m

## Lampiran 2. Tabel Konversi (lanjutan)

TABLE (Continued) Conversion Factors	
<b>Specific kinetic energy (<math>V^2</math>)</b>	
1 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> = 0.001 kJ/kg	1 ft <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> = 3.9941 × 10 <sup>-5</sup> Btu/lbm
1 kJ/kg = 1000 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	1 Btu/lbm = 2.5037 ft <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
<b>Specific potential energy (<math>Zg</math>)</b>	
1 m-g <sub>std</sub> = 9.80665 × 10 <sup>-3</sup> kJ/kg	1 ft-g <sub>std</sub> = 1.0 lbf-ft/lbm
= 4.21607 × 10 <sup>-2</sup> Btu/lbm	= 0.001285 Btu/lbm
	= 0.002989 kJ/kg
<b>Specific volume</b>	
1 cm <sup>3</sup> /g = 0.001 m <sup>3</sup> /kg	
1 cm <sup>3</sup> /g = 1 L/kg	
1 m <sup>3</sup> /kg = 16.018 46 ft <sup>3</sup> /lbm	1 ft <sup>3</sup> /lbm = 0.062 428 m <sup>3</sup> /kg
<b>Temperature</b>	
1 K = 1 °C = 1.8 R = 1.8 F	1 R = (5/9) K
TC = TK - 273.15	TF = TR - 459.67
= (TF - 32)/1.8	= 1.8 TC + 32
TK = TR/1.8	TR = 1.8 TK
<b>Universal Gas Constant</b>	
R = N <sub>0</sub> k = 8.31451 kJ/kmol-K	R = 1.98589 Btu/lbmol-R
= 1.98589 kcal/kmol-K	= 1545.36 lbf-ft/lbmol-R
= 82.0578 atm-L/kmol-K	= 0.73024 atm-ft <sup>3</sup> /lbmol-R
	= 10.7317 (lbf/in. <sup>2</sup> )-ft <sup>3</sup> /lbmol-R
<b>Velocity</b>	
1 m/s = 3.6 km/h	1 ft/s = 0.681818 mi/h
= 3.28084 ft/s	= 0.3048 m/s
= 2.23694 mi/h	= 1.09728 km/h
1 km/h = 0.27778 m/s	1 mi/h = 1.46667 ft/s
= 0.91134 ft/s	= 0.44704 m/s
= 0.62137 mi/h	= 1.609344 km/h
<b>Volume</b>	
1 m <sup>3</sup> = 35.3147 ft <sup>3</sup>	1 ft <sup>3</sup> = 2.831 685 × 10 <sup>-2</sup> m <sup>3</sup>
1 L = 1 dm <sup>3</sup> = 0.001 m <sup>3</sup>	1 in. <sup>3</sup> = 1.6387 × 10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup>
1 Gal (US) = 3.785 412 L	1 Gal (UK) = 4.546 090 L
= 3.785 412 × 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>	1 Gal (US) = 231.00 in. <sup>3</sup>

### Lampiran 3. Tabel Konversi (lanjutan)

TABLE (Continued) Conversion Factors			
<b>Mass</b>			
1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= $6.47989 \times 10^{-5}$ kg	1 ton	= 2000 lbm
<b>Moment (torque)</b>			
1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
<b>Momentum (mV)</b>			
1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		
<b>Power</b>			
1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s		= 4.626 24 Btu/h
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
			= 550 lbf-ft/s
			= 2544.43 Btu/h
1 ton of refrigeration	= 3.516 85 kW	1 ton of refrigeration	= 12 000 Btu/h
<b>Pressure</b>			
1 Pa	= 1 N/m <sup>2</sup> = 1 kg/in <sup>2</sup>	1 lbf/in. <sup>2</sup>	= 6.894 757 kPa
1 bar	= $1.0 \times 10^5$ Pa = 100 kPa		
1 atm	= 101.325 kPa	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. <sup>2</sup>
	= 1.01325 bar		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 760 mm Hg [0°C]		= 33.899 5 ft H <sub>2</sub> O [4°C]
	= 10.332 56 m H <sub>2</sub> O [4°C]		
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 bar	= $0.986 96 \text{ bar}$
1 m n Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. Hg [0°C]	= 0.49115 lbf/in. <sup>2</sup>
1 m H <sub>2</sub> O [4°C]	= 9.806 38 kPa	1 in. H <sub>2</sub> O [4°C]	= 0.036126 lbf/in. <sup>2</sup>
<b>Specific energy</b>			
1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= $2.98907 \times 10^{-3}$ kJ/kg
			= $1.28507 \times 10^{-3}$ Btu/lbm

Lampiran 4. Tabel standart ukuran diameter silinder pneumatik

Table Typical Standard Size Cylinder Geometri

Cylinder Diameter (mm)	Rod Diameter (mm)	Typical Port Size
12	4	M5
16	6	
20	8	BSP 1/8 in
25	12	or M5
32	12	
<b>40</b>	<b>16</b>	
50	20	BSP ¼ in
63	20	BSP ¼ in
<b>80</b>	<b>25</b>	BSP 3/8 in
100	32	BSP 3/8 in
125	32	BSP 3/8 in
150	35	BSP ½ in
200	50	BSP ¾ in
250	60	BSP 1 in
300	70	BSP 1¼ in
350	80	BSP 1½ in
400	100	BSP 2 in
450	110	BSP 2 in
500	120	BSP 2 in

# Lampiran 5. Gaya piston

## ISO6431 non-tie rod cylinder

Bore (mm)	Rod (mm)	Action	Pressed area (cm <sup>2</sup> )	Operating pressure (kgf/cm <sup>2</sup> )							
				3	4	5	6	7	8		
32	12	Push	8.04	24	32	40	48	56	64		
		Pull	6.91	21	27	34	41	48	55		
40	16	Push	12.56	38	50	63	75	88	100		
		Pull	10.56	32	42	53	63	74	84		
50	20	Push	19.63	59	79	98	118	137	157		
		Pull	16.49	49	66	82	99	115	132		
63	20	Push	31.16	93	125	156	187	218	249		
		Pull	28.02	84	112	140	168	196	224		
80	25	Push	50.24	151	201	251	301	352	402		
		Pull	45.34	136	181	227	272	317	363		
100	25	Push	78.5	236	314	393	471	550	628		
		Pull	73.6	221	294	368	442	515	589		
125	32	Push	122.7	368	491	614	736	859	982		
		Pull	114.7	344	459	574	688	803	918		
160	40	Push	201	603	804	1005	1206	1407	1608		
		Pull	188	564	752	940	1128	1316	1504		
200	40	Push	314	942	1256	1570	1884	2198	2512		
		Pull	301	903	1204	1505	1806	2107	2408		
250	50	Push	491	1473	1964	2455	2946	3437	3928		
		Pull	471	1413	1884	2355	2826	3297	3768		
320	60	Push	804	2412	3216	4020	4824	5628	6432		
		Pull	776	2328	3104	3880	4656	5432	6208		

## Lampiran 6. Tabel Kebutuhan Udara

Diameter Piston ( mm )	Tekanan Kerja ( bar )									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>Kebutuhan udara ( q ) dalam liter/cm langkah</b>									
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135
50	0,039	0,058	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411
100	0,155	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243

# Lampiran 7. Spesifikasi Silinder Pneumatik

## SC / SU Series

Standard Cylinder



The way to automation



### Ordering Code

SC	D	50	50	25	S	LB	MT
Profile	Profile	Stroke	Stroke	Stroke	Profile	Mounting	Mounting
SC Tie rod type	Basic Standard double acting	32 40 50	63	Adjustable stroke	S with magnet Basic Without magnet	Basic Basic mounting LB Foot	RL-23 Type
SU Profile type	D Double-shaft double acting	63 80 100 125 160 200 250 320				FA Front Range FB Rear Range CA Rear hinge CB Rear hinge TC-M Center mounting	TC Bracket for switch SU Bracket for switch

### Specification

Bore (mm)	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320	
Operation	Double Acting											
Working Medium	Air											
*Mountings	Basic FA FB CA CB LB TC TC-M											
Operating Pressure Range	1 - 9.0 Kgf/cm <sup>2</sup>											
Proof Pressure	13.5 Kgf/cm <sup>2</sup>											
Operating Temperature Range	0 - 70 °C											
Operating Speed Range	50 - 800 mm/s											
Cushion	Adjustable Cushioning											
Adjustable Cushioning Stroke	20 mm			26 mm				45 mm	52 mm	66 mm		
Port Size	G 1/8"	G 1/4"		G 3/8"		G 1/2"		G 3/4"	G 1"			

\*SCD, SCJ mountings: FA, FB, LB, TC and TC-M type

# Lampiran 8. Spesifikasi Konektor

## Accessories

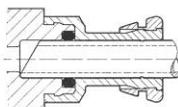
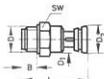
Quick push-pull connectors for PL, PP and PU plastic tubing and plastic-coated alloy tube PM

**FESTO**  
PNEUMATIC

### Quick push-pull connector Type CS...

These quick push-pull connectors can be used to assemble the plastic-coated alloy tube Type PM or plastic tubing Types PL, PP and PU simply and quickly.

Assembly: Insert tubing or alloy tube into tubing connection until the noticeable resistance of the sealing ring is overcome. Then slide in tube or plastic tubing as far as it will go. Slip locking ring over tubing connection.

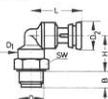


- ① Plastic tubing
- ② PL plastic tubing
- ③ PP plastic tubing
- ④ PM alloy tube

Accessories: See sheet 6.510

Order code		For tubing/ tube inside dia.	Connection D	Nominal size mm	Material	Weight kg	Dimensions				
Part No.	Type						B	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	L	SW
<b>With metal connector and sealing ring</b>											
5787	CS-M 5-PK-3	3	M 5	2,4	Steel/ plastic	0.004	3,5	—	10,5	31	8
5788	CS-M 5-PK-4	4/4	M 5	2,4	plastic	0.005	3,5	—	11,5	31	10
10 100	CS-1/8-PK-3-B	3	G 1/8	3	Aluminium/ plastic	0.006	5	—	12,5	33	13
10 101	CS-1/8-PK-4-B	4/4	G 1/8	4	plastic	0.006	5	—	14	33	13
12 620	CK-1/8-PK-6	6/5,2	G 1/8	5,3		0.007	6,5	—	17	34,5	13
10 102	CS-1/4-PK-4-B	4/4	G 1/4	4		0.009	6,5	—	14	35	17
10 103	CS-1/4-PK-6	6/5,2	G 1/4	6		0.010	6,5	—	17	35	17
12 962	CS-1/4-PK-8	8	G 1/4	8		0.150	6,5	—	21	47	17
10 104	CS-3/8-PK-6	6/5,2	G 3/8	6		0.140	8,5	—	17	37	19
12963	CS-3/8-PK-8	8	G 3/8	8		0.020	8,5	—	21	50	19
<b>Plastic design</b>											
5789	CS-1/8-PK-3-KU	3	G 1/8	3	Plastic with moulded-on sealing rim	0.004	6,5	14,2	12,5	32,4	13
5790	CS-1/8-PK-4-KU	4/4	G 1/8	4		0.004	6,5	14,2	14	32,4	13
5792	CS-1/4-PK-4-KU	4/4	G 1/4	4		0.005	8,5	14,2	14	34,5	17
6699	CS-1/4-PK-6-KU	6/5,2	G 1/4	6		0.005	8,5	16	17	35	17
6700	CS-3/8-PK-6-KU	6/5,2	G 3/8	6		0.007	10,5	16	17	37	19

\* Suitable for frequent clamping and releasing of the plug-in connection



### Quick push-pull elbow Type LCS...

Upper section can be swivelled through 360°



Order code		For tubing/ tube inside dia.	Connection D	Nominal size mm	Material	Weight kg	Dimensions					
Part No.	Type						B	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	H	L	SW
<b>With metal connector and sealing ring</b>												
12 952	LCS-M 5-PK-3	3	M 5	3	Steel/ plastic	0.01	3,5	—	12,5	21,8	26,4	10
13 689	LCS-M 5-PK-4	4/4	M 5	3	plastic	0.01	3,5	—	14	21,8	26,4	10
10 105	LCS-1/8-PK-3	3	G 1/8	3	Aluminium/ plastic	0.008	5	—	12,5	20	26,5	13
10 106	LCS-1/8-PK-4	4/4	G 1/8	4	plastic	0.008	5	—	14	20	26,5	13
12 621	LCS-1/8-PK-6	6/5,2	G 1/8	5,3		0.008	5	—	17	23,1	27,9	13
10 107	LCS-1/4-PK-4	4/4	G 1/4	4		0.012	6,5	—	14	21	26,5	17
10 108	LCS-1/4-PK-6	6/5,2	G 1/4	6		0.014	6,5	—	17	22,5	28	17
12 964	LCS-1/4-PK-8	8	G 1/4	8		0.025	6,5	—	21	31,2	40	17
10 109	LCS-3/8-PK-6	6/5,2	G 3/8	6		0.017	8,5	—	17	22,5	28	19
12 965	LCS-3/8-PK-8	8	G 3/8	8		0.028	8,5	—	21	32	40	19
<b>Plastic design</b>												
9618	LCS-1/8-PK-3-KU	3	G 1/8	3	Plastic with moulded-on sealing rim	0.005	6,5	14,2	12,5	18,5	26,3	13
6833	LCS-1/8-PK-4-KU	4/4	G 1/8	4		0.005	6,5	14,2	14	18,5	26,3	13
6835	LCS-1/4-PK-4-KU	4/4	G 1/4	4		0.007	8,5	14,2	14	18,7	26,3	17
6836	LCS-1/4-PK-6-KU	6/5,2	G 1/4	6		0.008	8,5	16	17	20,2	27,8	17
9619	LCS-3/8-PK-6-KU	6/5,2	G 3/8	6		0.011	10,5	16	17	20,3	27,8	19

\* Pressure range for nominal size 8 mm: -0,95 to +7 bar

Subject to change

6.120

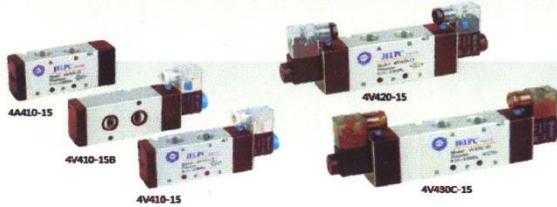
# Lampiran 9. Spesifikasi Valve Pneumatik

## 4V400 Series

Solenoid Valve, Air Piloted Valve



**JELPC®** | The way to automation



### Ordering Code

4V	4	10	15	B	AC220V	W	F
Specification	Series Code	Coil and Type	Port size	Connection and Inlet status	Standard Voltage	Wiring	Joint
4V: 5/2(3) way solenoid valve 4A: 5/2(3) way air pilot valve 3V: 3/2 way solenoid valve 3A: 3/2 way air pilot valve	400 Series	10: Single coil 20: Double coil 30C: Mid-position closed 30E: Mid-position vented 30P: Mid-position open	15: 1/2"	Blank: Threaded B: Sub-plated mounted (for 5/2: 5/3 way only) NC: 3/2 Way normally closed NO: 3/2 Way normally open	DC12V DC24V AC24V 50Hz/60Hz AC110V 50Hz/60Hz AC200V 50Hz/60Hz AC380V 50Hz/60Hz	Blank: Without Light Indicator LD: Brown with Light Indicator LDI: White with Light Indicator W: Lead wire	1 F-20 F

### Specification

Model	4V410-15	4V420-15	4V430C-15	4V430E-15	4V430P-15
	4A410-15	4A420-15	4A430C-15	4A430E-15	4A430P-15
Valve Type	5/2 Way			5/3 Way	
Effective Cross Section Area	50 mm <sup>2</sup> (CV=2.79)			30 mm <sup>2</sup> (CV=1.68)	
	4V410-15	4V420-15	4A410-15	4A420-15	
Valve Type	3/2 Way				
Effective Cross Section Area	50mm <sup>2</sup> (CV=2.79)				
Port Size	Inlet, Outlet, Exhaust Port = G1/2"				
Working Medium	40 Micron Filtered Air				
Operation	Internal piloted				
Working pressure	0.15 – 0.8 MPa				
Max. Test Pressure	1.2 MPa				
Ambient Temperature	5 – 50 °C				
Operating Voltage Tolerance	± 10%				
Power Consumption	AC: 5.5 VA DC: 4.8 W				
Connector Protection	F Class, IP 65				
Wiring / Connector	Cable / Lead Wire or DIN Connector				
Switching Frequency	5 Cycles / Sec.				
Response Time	0.05 Sec.				

# Lampiran 10. Spesifikasi Air Service Unit

CE  
ISO9001:2000

**JAC Series 1000~5000**  
Air Filter Combination  
(F.R.L. Combination)



JAC2000-02

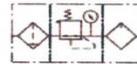


JAC3000-03

### Ordering Code

JA	C	4000	04	D	N
Symbol	Function	Capacity	Port size	Drain Type	Wiring Form
JAC2000-02	F.R.L. Combination	3000 2000 2500	M5: M5 x 0.8 G2: G 1/8" G3: G 3/8"	Blank: Semi-automatic Dr: Automatic	Blank: Standard N: Metal cup
JAC3000-03		3000 4000 5000	G8: G 3/8" G4: G 1/2" G6: G 3/4" 10: G 1"		

### Symbol



### Specification

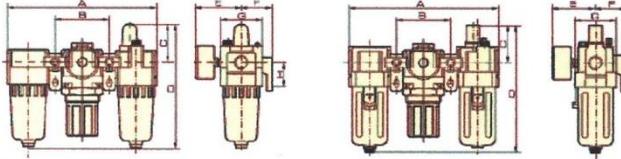
Model	JAC3000-N1	JAC2000-01	JAC2000-02	JAC2000-03	JAC2000-04	JAC3000-02	JAC3000-03	JAC4000-03	JAC4000-04	JAC4000-06	JAC5000-06	JAC5000-10
Rated Flow	90	500	500	1500	1500	2000	2000	4000	4000	4500	5000	5000
Port Size	M5	1/8	1/4	1/4	3/8	1/4	3/8	3/8	1/2	3/4	3/4	1
Filter Precision	25 µm											
Max. Adjustable Pressure	1.0 MPa											
Ensured Pressure Resistance	1.5 MPa											
Operating Temperature Range	5 ~ 60 °C											
Range of Adjustable Pressure	0.05 ~ 0.7 MPa											
Suggested Lubr.	ISO VG 32											
Container Material	Poly Carbonate											
Protective Cup Cover	Not Available						Iron					
Drain Function	Differential Drain			Differential Drain, Automatic Drain								
Valve Type	With Check-flow											
Assembly	Filter	JAF1000-M5	JAF2000-01	JAF2000-02	JAF3000-01	JAF3000-02	JAF3000-03	JAF4000-03	JAF4000-04	JAF4000-06	JAF5000-06	JAF5000-10
	Regulator	JAR1000-M5	JAR2000-01	JAR2000-02	JAR2500-02	JAR3000-02	JAR3000-03	JAR4000-04	JAR4000-04	JAR4000-06	JAR5000-06	JAR5000-10
	Lubricator	JAL1000-M5	JAL2000-01	JAL2000-02	JAL3000-02	JAL3000-02	JAL3000-03	JAL4000-03	JAL4000-04	JAL4000-06	JAL5000-06	JAL5000-10

## Lampiran 11. Spesifikasi Air Service Unit (lanjutan)

### JAC Series 1000~5000 Air Filter Combination (F.R.L. Combination)

#### Overall Dimension

#### JAC1000 ~ JAC5000



#### Dimension

Model	Bore	A	B	C	D	E	F	G	H
JAC1000	M5	91	33	25.5	84.5	26	25	25	20
JAC2000	1/8 - 1/4	140	50	38	125	56.8	30	40	24
JAC2500	1/4 - 3/8	181	64	38	156.5	60.8	41	53	35
JAC3000	1/4 - 3/8	181	64	38	156.5	60.8	41	53	35
JAC4000	3/8 - 1/2	238	84	41	191.5	65.5	50	70	40
JAC4000-06	3/4	253	89	41	193	69.5	50	70	40
JAC5000	3/4 - 1	300	105	48	271.5	75.5	69.8	90	50

## Lampiran 12. Spesifikasi Pipa Saluran Pneumatik

SMC Offers a Rainbow of "Standard" color choices

TIUB		05	BU	33
Polyurethane Tubing		Color Indication		Length per roll
Size	Tube size	Symbol	Color	Symbol
61	1/8"	25	25	66 ft.
66	3/16"	150	150	100 ft.
67	1/4"	300	300	100 ft.
11	3/8"	600	600	1640 ft.
18	1/2"			

1 1/8", 3/16", 1/4"  
Longer lengths available upon request.

TU		0425	BU	20
Polyurethane Tubing		Color Indication		Length per roll
Size	Tube size	Symbol	Color	Symbol
0425	4mm (5/32")	25	25	50m
0804	8mm	150	150	100 ft.
0805	8mm (5/16")	300	300	100 ft.
1008	10mm	600	600	200m
1208	12mm			

1/4mm, 8mm, 8mm  
Standard for 4mm (5/32") & 8mm (5/16") tube size  
Longer lengths available upon request.

	Color	Tube Sample		Color	Tube Sample
B	Black		G4	Dark Green	
BU	Blue		GR1	Gray (solid)	
C	Clear		GR2	Lt. Gray (solid)	
G	Green		P1	Neon Pink	
R	Red		PU1	Purple (solid)	
W	White		PU2	TR Purple	
Y	Yellow		R1	Red (solid)	
YR	Orange		R2	TR Red	
BU1	Blue (solid)		S1	Silver	
BU2	TR Blue		Y1	Yellow (solid)	
BU3	Med. Blue		Y2	TR Yellow	
BR1	Brown (solid)		Y3	Neon Yellow	
G1	Green (solid)		YR1	TR Orange	
G2	TR Green		YR2	Neon Orange	
G3	Neon Green				

Note: Quick ship colors include: Black, Blue, Clear, Green, Red, White, Yellow and Orange.

## **BIODATA PENULIS**

**Mochamad Sya'roni Shobar Arif**

**102115039024**



Penulis lahir di Sidoarjo, 12 Mei 1997 merupakan anak kedua dari tiga besaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di MI Ma'arif NU Kragan, SMP YPM 1 Taman, SMA Darul 'Ulum 2 Unggulan Bppt CIS ID 113 Peterongan – Jombang, kemudian melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan Departemen Teknik Mesin Industri Kerjasama ITS-Disnakertrans. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti Pra-FMD di Puslatput Purbaya, Penulis pernah melaksanakan On The Job Training di PT. Inka (Persero) Madiun.

Email : [syaroni.shobar@gmail.com](mailto:syaroni.shobar@gmail.com)

## **BIODATA PENULIS**

**Faiq Rozaano**

**102115039025**



Penulis lahir di Pontianak, 03 Agustus 1997 merupakan anak kedua dari tiga saudara. Penulis telah menempuh pendidikan di SDN 001 Balikpapan, SMAN 5 Bandung, kemudian melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan Departemen Teknik Mesin Industri Kerjasama

ITS-Disnakertrans. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti Pra-FMD di Puslatput Purbaya, penulis pernah melaksanakan On The Job Training di PT. Petrokimia (Persero) Gresik, penulis pernah mengikuti kepanitiaan ITS EXPO 2016 dan 2017, penulis pernah menjadi panitia GERIGI ITS 2016.

Email : [faiq.rozaano@gmail.com](mailto:faiq.rozaano@gmail.com)