



**TUGAS AKHIR – VM 180629**

**RANCANG BANGUN MESIN PRESS PARUTAN APEL  
GUNA MENGELUARKAN SARI APEL DI UKM LOVE  
APEL MALANG**

**SEPTIAN YUSUF A  
NRP.10211400010040**

**FEBRIANSYAH SUKMA  
PRATAMA  
NRP.10211500010037**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
KERJASAMA ITS – DISNAKERTRANS SURABAYA  
JAWA TIMUR  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019**



**FINAL PROJECT – VM 180629**

**DESAIN OF PRESS MACHINE FOR PUT OUT APPLE  
CIDER AT LOW-MID ENTERPRISES IN LOVE APEL  
MALANG**

**SEPTIAN YUSUF A  
NRP.10211400010040**

**FEBRIANSYAH SUKMA  
PRATAMA  
NRP.10211500010037**

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

**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING  
COOPERATION ITS – DISNAKERTRANS EAST JAVA  
Faculty of Vocational  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN  
RANCANG BANGUN MESIN PRESS PARUTAN  
APEL UNTUK MENGELUARKAN SARI APEL DI  
UKM LOVE APEL MALANG  
TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh  
Gelar Ahli Madya (A.Md)  
Pada Bidang Studi Pneumatik dan Hidraulik  
Program Studi Diploma III  
Departemen Teknik Mesin Industri Kerjasama  
ITS – Disnakertransduk  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

1. **Septian Yusuf A**                      NRP. 10211400010040
2. **Febriansyah Sukma P**            NRP. 10211500010037

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing



*[Signature]*  
**Husaino Anzip, M.Eng. Sc**  
NIP. 19610714 198803 1 003

**RANCANG BANGUN MESIN PRESS PARUTAN APEL  
GUNA MENGELUARKAN SARI APEL DI UKM LOVE APEL  
MALANG**

**Nama Mahasiswa** : *Septian Yusuf Abdullah*  
**NRP** : *10-2114-0001-0040*  
**Nama Mahasisa** : *Febriansyah Sukma P*  
**NRP** : *10-2115-0001-0037*  
**Jurusan** : *Departemen TeknikMesin  
Kerjasama Disnaker-ITS*  
**Dosen Pembimbing** : *Ir. Arino Anzip, M.Eng. Sc*

**Abstrak**

*UKM Love Apel merupakan produsen carang mas berbahan dasar apel yang memiliki berbagai tahapan dalam proses produksi pembuatan carang mas apel, salah satunya adalah pada proses pengurangan kadar air. Pada proses tersebut UKM Love apel masih melakukan pengepresan secara manual dengan menggunakan alat pres berbahan kayu kemudian di tekan dengan menggunakan berat badan manusia. Proses tersebut masih kurang higienis dan efisien yang mana hanya mampu mengepres 25 kg apel dalam 1 hari, dan juga masih jauh dari kata aman karena alat yang digunakan masih berbahan kayu yang dapat patah sewaktu-waktu.*

*Berdasarkan survey pada proses manual maka dibuat mesin pengepres sari apel dengan sistem pneumatik. Bertujuan menghasilkan konsep dan rancangan sistem yang efisien, mudah, aman dan higienis pada mesin serta menyusun standart prosedur operasional melalui perhitungan. Sehingga menjadikan mesin pengepres sari apel berbasis teknologi.*

*Pada mesin pengepres sari apel ini menggunakan 1 silinder pneumatic dengan diameter silinder 50 mm dan gaya 882.9 N. Tabung press memiliki diameter 20 cm dan tinggi tabung 25 cm. Material yang digunakan yaitu stainless steel. Untuk frame yaitu plat baja tipe st 40 dengan ukuran 520x800x380mm. Mesin pengepres sari apel dengan menggunakan sistem pneumatik ini dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas industri kecil menengah.*

***Kata kunci : Tabung, punch, sari apel, pneumatik***

***Desain of Press Machine for Put Out Apple Cider at Low-Mid  
Enterprises in Love Apel Malang***

***Name of Student*** : ***Septian Yusuf Abdullah***  
***NRP*** : ***10-2114-0001-0040***  
***Name of Student*** : ***Febriansyah Sukma P***  
***NRP*** : ***10-2115-0001-0037***  
***Major*** : ***D3 Mechanical Engineering***  
***Counsellor Lecturer*** : ***Ir. Arino Anzip, M.Eng. Sc***

***Abstract***

*UKM Love Apel is a producer of apple-based mas hives which have various stages in the production process of making mas apple seeds, one of which is in the process of reducing water content. In the process, UKM Love Apple is still doing manual pressing using wood presses then press using human body weight. The process is still less hygienic and efficient which is only able to press 25 kg of apples in 1 day, and is still far from safe because the tools used are still made of wood which can be broken at any time*

*Based on the survey of the manual process, an apple cider press machine is made with a pneumatic system. Aiming to produce concepts and system designs that are efficient, easy, safe and hygienic on the machine and compile standard operating procedures through calculations. So that makes an apple juice press*

*This apple cider press machine uses 1 pneumatic cylinder with a cylinder diameter of 50 mm and a force of 882.9 N. The press tube has a diameter of 20 cm and a tube height of 25 cm. The material used is stainless steel. For frames namely st 40 type steel plate with a size of 520x800x380mm. Apple cider press machine using this pneumatic system can*

*improve the quality and productivity of small and medium industries.*

***Keywords : Tubes, punch, apple cider, Pneumatic***

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas ramat dan hidayah-Nya, tugas akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Mesin Press Parutan Apel Guna Mengeluarkan Sari Apel di UKM Love Apel Malang**” 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 Disnakertransduk 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 tarima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta beserta kakak, adik, anggota keluarga, dan orang - orang yang kami cintai atas doa dan dukungannya.
2. Bapak **Ir. Arino Anzip, M.Eng. Sc** dosen pembimbing mata kuliah Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada kami.
3. Bapak **Ir. Budi Luwar Sanyoto, MT** selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membantu dalam penyusunan buku.

4. Bapak **Wahyu Kustriratno, S.Pd** selaku instruktur pembimbing mata kuliah tugas akhir di UPT-PK Disnaker Surabaya.
5. Bapak **Jiwo Mulyono, S.Pd** selaku koordinator program studi D3 Teknik Mesin di UPT-PK Disnakertransduk Surabaya.
6. Bapak **Ir. Suhariyanto, MT** selaku koordinator mata kuliah tugas akhir.
7. Bapak **Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT** selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri yang telah memberikan bimbingan.
8. Bapak Dosen tim penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan dan pengembangan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh dosen dan staf pengajar Departemen D3 Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS, yang telah memberikan ilmunya dan membantu selama menimba ilmu di bangku kuliah.

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, keterbatasan, dan kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharap kritik dan saran membangun sebagai masukan untuk penulis dan kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga dengan penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang

memerlukan, mahasiswa D3 Teknik Mesin Kerjasama  
Disnakertransduk Fakultas Vokasi - ITS pada khususnya.

Surabaya, 1 Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL .....   | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                      | iii  |
| ABSTRAK .....   | iv   |
| ABSTRACT .....  | vi   |
| KATA PENGANTAR .....  | viii |
| DAFTAR ISI .....  | xi   |
| DAFTAR GAMBAR.....  | xiii |
| DAFTAR TABEL .....  | xv   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                      |      |
| 1.1 Latar Belakang .....                                      | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                                   | 4    |
| 1.3 Batasan Masalah .....                                     | 4    |
| 1.4 Tujuan .....  | 4    |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....                               | 5    |
| 1.6 Manfaat .....   | 5    |
| 1.7 Target Luaran.....  | 6    |
| <b>BAB II TINJAUAN TEORI</b>                                  |      |
| 2.1 Carang Mas Apel.....                                      | 7    |
| 2.2 Proses Pencetakan Carang Mas apel .....                   | 8    |
| 2.2.1 Proses Pencetakan Carang Mas Apel<br>Secara Manual..... | 8    |
| 2.3 Forging .....   | 10   |
| 2.3.1 Proses Forging .....                                    | 10   |
| 2.3.2 Jenis-Jenis Proses Forging .....                        | 11   |
| 2.4 Sistem pneumatik .....                                    | 13   |
| 2.4.1 Persamaan Dasar Pneumatik .....                         | 13   |
| 2.4.2 Sistem Kontrol Pneumatik .....                          | 16   |
| 2.4.3 Ciri-Ciri Pneumatik .....                               | 17   |
| 2.4.4 Komponen-Komponen Pneumatik .....                       | 19   |
| <b>BAB III METODOLOGI</b>                                     |      |
| 3.1 Observasi Lapangan .....                                  | 36   |
| 3.2 Study Literatur.....                                      | 37   |
| 3.3 Mendapatkan Data.....                                     | 41   |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.4 Skesta Alat .....                            | 42        |
| 3.5 Perhitungan.....                             | 42        |
| 3.6 Perencanaan Alat.....                        | 43        |
| 3.6.1 Perencanaan Komponen Alat.....             | 43        |
| 3.6.2 Dimensi Alat .....                         | 48        |
| 3.7 Pengujian Alat.....                          | 49        |
| 3.7.1 Cara kerja Alat.....                       | 49        |
| 3.8 Pembuatan laporan .....                      | 50        |
| <b>BAB IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN</b>        | <b>51</b> |
| 4.1 Perencanaan Teknik forging .....             | 51        |
| 4.2 Perencanaan komponen Pneumatik.....          | 52        |
| 4.2.1 Perencanaan Aktuator Silinder .....        | 52        |
| 4.2.2 Perencanaan Diameter Selang .....          | 56        |
| 4.2.3 Analisa Perhitungan Punch ke Rod.....      | 54        |
| 4.2.3.1 Tegangan Geser.....                      | 58        |
| 4.2.3.2 Tegangan Kompresi.....                   | 59        |
| 4.2.4 Perencanaan FRL .....                      | 59        |
| 4.2.5 Perencanaan Valve.....                     | 59        |
| 4.2.6 Perencanaan Kompresor .....                | 60        |
| 4.3 Perencanaa system pneumatik carang mas ..... | 61        |
| 4.3.1 Diagram Sirkuit Pneumatik .....            | 61        |
| 4.3.2 Diagram Notasi Silinder Kerja .....        | 61        |
| 4.3.3 Diagram Gerak Langkah Silinder.....        | 62        |
| Data Hasil Uji Coba Alat .....                   | 63        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>                | <b>65</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                             | 65        |
| 5.2 Saran .....                                  | 65        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                      | <b>66</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>                                  |           |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| GAMBAR 1.1 Produk carang mas apel.....                         | 2  |
| GAMBAR 1.2 Proses pencetakan .....                             | 3  |
| GAMBAR 2.1 Open die forging .....                              | 11 |
| GAMBAR 2.2 Closed die forging.....                             | 12 |
| GAMBAR 2.3 Impression die forging .....                        | 13 |
| GAMBAR 2.4 Ilustrasi Hukum Pascal .....                        | 14 |
| GAMBAR 2.5 Ilustrasi Hukum Boyle .....                         | 16 |
| GAMBAR 2.6 Full Pneumatik Controller.....                      | 17 |
| GAMBAR 2.7 FRL .....   | 21 |
| GAMBAR 2.8 One Way Flow Control Valve.....                     | 24 |
| GAMBAR 2.9 Tipe Meter In dan Meter Out .....                   | 24 |
| GAMBAR 2.10 Valve 5/2 Single Pilot.....                        | 26 |
| GAMBAR 2.11 Double Acting Cylinder.....                        | 27 |
| GAMBAR 2.12 Simbol Double Acting Cylinder .....                | 28 |
| GAMBAR 3.1 Diagram aliratau flowchart .....                    | 35 |
| GAMBAR 3.2 Kondisi UKM .....                                   | 37 |
| GAMBAR 3.3 Uji Coba Mencari Gaya Tekan Untuk<br>Mencetak ..... | 38 |
| GAMBAR 3.4 Parutan Apel Sesudah di Press .....                 | 40 |
| GAMBAR 3.5 Sket Desain Alat .....                              | 42 |
| GAMBAR 3.6 Sket Desain Isometri .....                          | 43 |
| GAMBAR 3.7 Gambar Alat.....                                    | 44 |
| GAMBAR 3.8 Kerangka.....                                       | 45 |
| GAMBAR 3.9 Pneumatic double acting .....                       | 45 |
| GAMBAR 3.10 FRL .....  | 45 |
| GAMBAR 3.11 Foot Valve 5/2 .....                               | 46 |
| GAMBAR 3.12 Punch.....   | 46 |
| GAMBAR 3.13 Stopper.....                                       | 47 |
| GAMBAR 3.14 Saringan Stainless .....                           | 47 |
| GAMBAR 4.1 Diagram Sirkuit Pneumatik.....                      | 61 |
| GAMBAR 4.2 Diagram Notasi Silinder .....                       | 61 |
| GAMBAR 4.3 Diagram Gerak Langkah Silinder .....                | 62 |
| GAMBAR 4.4 Hasil Pengujian Alat .....                          | 64 |



## **DAFTAR TABEL**

|  |    |
|--|----|
| TABEL 2.1 Proses pembuatan carang mas apel ..... | 8  |
| TABEL 3.1 Percobaan Gaya Tekan.....              | 38 |
| TABEL 3.2 Perencanaan Dimensi Alat.....          | 48 |
| TABEL 4.1 Uji Coba Untuk Mencari Gaya .....      | 51 |
| TABEL 4.2 Hasil Pengujian Alat .....             | 63 |
| TABEL 4.3 Hasil Loading Uji Alat.....            | 63 |
| TABEL 4.4 Hasil Forging UjiAlat .....            | 63 |
| TABEL 4.5 Hasil Unloading Uji Alat.....          | 63 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kata apel berasal dari bahasa Inggris kuno *aepel*. Buah apel sendiri telah ada dan menjadi komoditi manusia lebih dari 400 tahun. Dari sejak jaman besi hingga dibudidayakan di jazirah Mesir. Abad pertama masehi pada masa Romawi saja telah terdaftar sekitar enam varietas apel salah satunya yaitu apel Malang.

Kita semua tahu bahwa apel dan Malang memiliki keterkaitan yang sangat kuat, karena apel adalah buah khas dari kota Malang, orang berkunjung ke Malang mayoritas mencari apel atau olahan apel sebagai oleh-oleh. Karena khasnya, kota Malang adalah Apel maka UKM di daerah Pujon mulai mengembangkan olahan apel. Dengan kreativitasnya apel Malang di olah menjadi yang namanya Carang mas apel.

UKM ini sangat menjanjikan untuk dikembangkan, terutama di daerah Pujon yang memiliki potensi untuk terus mengembangkan usahanya. Kami bekerjasama dengan UKM. Love Apel, sebuah industri kecil menengah yang beralamat di Dsn Bengkaras Rt. 17 Rw. 02, Desa. Madiredo, Kec. Pujon, Kab. Malang. Selama ini, UKM Love apel telah banyak menjual produknya hampir diseluruh kota di Jawa timur.



Gambar 1.1 Produk Carang Mas Apel

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di UKM Love apel, kami menemukan satu permasalahan dalam proses pembuatan produk carang mas apel dimana pada proses pengurangan kadar air parutan apel selama ini yang dilakukan oleh UKM Love apel sangat tradisional dan serba manual dimulai dengan mengupas apel dengan pisau, memasrah apel malang dengan parutan manual berbahan stainless steel, mengurangi kadar air apel malang dengan di pres secara manual berbahan kayu lalu di duduki seseorang, pada proses ini parutan apel di bungkus kain sifon lalu dilakukan pemerasan yang memakan waktu cukup lama agar saat proses penggorengan tidak memakan waktu lama, setelah di pres kemudian di beri tepung sedikit agar tidak lengket saat di goreng. Pada saat penggorengan baru di beri air gula dan dilakukan pengadukan di dalam wajan secara terus-menerus, dan didapat carang berubah warna menjadi kecoklatan. Setelah carang tersebut berubah menjadi warna barulah carang ditiriskan ke tempat penirisan sementara. Kemudian carang yang ditiriskan tadi

dimasukkan ke tempat pencetakan yang telah disiapkan. Setelah itu carang yang dibentuk tadi dimasukkan ke tempat penirisan minyak yang terakhir dalam waktu hingga 10 hari agar minyak benar-benar turun. Cara tersebut sangat tidak efisien mengingat banyaknya pesanan yang sering diterima oleh UKM Love apel.



Gambar 1.2 Proses Pemerasan

Maka dari itu kami menciptakan sebuah alat pengepres sari apel dengan sistem Pneumatik Guna Meningkatkan Produktivitas UKM Love apel. Rancang bangun ini dilengkapi dengan satu silinder pneumatik double acting dengan valve 5/2, sehingga akan menghasilkan proses pemerasan untuk mengurangi kadar air apel yang lebih cepat. Dengan pemakaian rancang bangun ini, diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk di UKM Love apel.

## **1.2 Perumusan Masalah**

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

1. Bagaimana menciptakan mesin press sari apel dengan sistem pneumatik sebagai alternatif tepat bagi UKM untuk meningkatkan produktivitas carang mas apel ?
2. Berapa gaya pengepresan dan bagaimana mendapatkan perencanaan pemilihan diameter silinder pneumatik yang digunakan ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang diambil untuk Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan rangka mesin (sambungan las) dan keseimbangan rangka pada mesin tidak dihitung atau dinyatakan aman.
2. Kekuatan besi rangka tidak di hitung, di bahas, dan dianggap aman

## **1.4 Tujuan**

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

1. Menciptakan mesin press untuk mengurangi kadar air apel dengan sistem pneumatik sebagai alternatif tepat bagi UKM. untuk meningkatkan produktivitas carang mas apel.
2. Mendapatkan besarnya gaya pengepresan dan bagaimana mendapatkan perencanaan pemilihan diameter silinder pneumatik yang digunakan.

## **1.5 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 press pneumatik dan komponen-komponen yang berkaitan dengan mesin press untuk mengurangi kadar air parutan apel.

### **BAB III   Metodologi**

Membahas tentang diagram alir beserta penjelasan, dan menjelaskan prinsip kerja mesin press untuk mengurangi kadar air parutan apel.

### **BAB IV   Perencanaan dan Perhitungan**

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

### **BAB V     Penutup**

Membahas tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran-saran penulis.

## **1.6 Manfaat**

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan produktivitas UKM love apel dengan mempercepat proses pemerasan parutan apel.
2. Mengurangi resiko kecelakaan kerja pada proses pemerasan sari apel.
3. Menambah nilai higienis dalam proses produksi carang mas apel

### **1.7 Target Luaran**

Luaran yang diharapkan dari program kreativitas mahasiswa dan sebagai Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Terciptanya suatu produk mesin untuk mengurangi kadar air parutan apel dengan sistem pneumatik yang mudah dioperasikan dan bermanfaat bagi UKM.
2. Mendapatkan *Standard Operation Procedure* (SOP) untuk menjadi pedoman bagi para pelaku UKM.
3. Paten alat dan mendapat artikel ilmiah dengan judul *Mesin press untuk mengurangi kadar air parutan apel dengan sistem pneumatic.*

## **BAB II**

### **TINJAUAN TEORI**

#### **2.1 Carang Mas Apel**

Carang mas apel adalah olahan buah apel yang proses mencetaknya dengan cetakan untuk membuat kue lumpur atau kue kentang kemudian di tekan dengan tangan. Proses ini dilakukan ketika bahan baku dalam keadaan panas setelah di goreng dan di beri air gula. Alat press ini di buat dengan lempengan berbahan stainless steel berbentuk lingkaran pada salah satu permukaannya. Selain itu Permukaan press menggunakan bahan teflon dengan alasan bahwa teflon memiliki sifat kuat dan tidak mudah panas, sehingga tidak mudah terdeformasi saat dilakukan penekanan.

Carang mas apel ini memiliki ciri-ciri antara lain rasanya sedikit ada asamnya dan warnanya coklat muda. Carang mas biasanya terbuat dari ubi dan ketela. Carang mas berbahan ubi atau ketela biasanya warnanya coklat gelap dan rasanya lebih manis.

Dalam perancangan mesin press sari apel dengan sistem pneumatik ini dibutuhkan data mengenai gaya tekan. Kekuatan tekan adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan gaya yang cenderung menekan terhadap satu bagian dengan bagian yang lain (Anas, 2002). Kekuatan tekan dipengaruhi oleh diameter dan tebal posisi ruas permukaan.

## 2.2 Proses Pembuatan Carang Mas Apel

### 2.2.1 Proses Pembuatan Carang Mas Apel Secara Manual

Selama ini, kebanyakan UKM. masih menggunakan cara manual pada proses pembuatan carang mas apel. Proses-proses yang masih dilakukan dalam membuat carang mas apel secara manual adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Proses Pembuatan Carang Mas Apel Secara Manual

| No | Gambar  | Keterangan                   |
|----|---|------------------------------|
| 1  |    | Apel                         |
| 2  |   | Pemarut buah apel            |
| 3  |  | Proses Pengurangan kadar air |

|   |   |                           |
|---|---|---------------------------|
| 4 |    | Proses pemberian tepung   |
| 5 |    | Proses penggorengan       |
| 6 |    | Proses pemberian air gula |
| 7 |  | Proses pencetakan         |

|    |  |                         |
|----|--|-------------------------|
| 8  |   | Proses penirisan minyak |
| 9  |   | Proses pengemasan       |
| 10 |  | Produk Carang Mas Apel  |

## 2.3 Forging

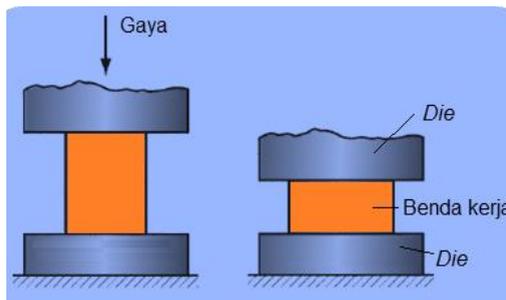
### 2.3.1 Proses Forging

*Forging* atau penempaan adalah proses deformasi di mana benda kerja ditekan di antara dua *die* (cetakan). Penekanan dapat dilakukan dengan tekanan kejut atau tekanan berangsur-angsur (perlahan). Proses penekanan

tersebut akan menghasilkan bentuk benda kerja yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Terdapat dua macam penempaan yaitu : *Hot forging* (*warm forging* dan *Cold forging*) (Kalpakjian, 2009).

### 1. *Proses Open Die Forging*

*Open-die forging* adalah jenis penempaan (*forging*) yang paling sederhana. Proses penempaan jenis ini dioperasikan dengan menekan benda kerja menggunakan dua buah *die* (cetakan) berbentuk rata.

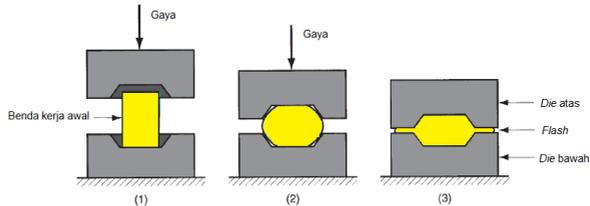


Gambar 2.1 Open Die Forging

### 2. *Closed Die-Forging*

*Closed die forging* atau *impression die forging* adalah proses penempaan dengan cetakan tertutup yang langsung bisa menghasilkan bentuk benda kerja sesuai yang diinginkan (sesuai gambar kerja). Proses penempaan ini bisa digambarkan dalam tiga tahap. Pertama benda kerja dan *die* saling bersentuhan lalu diberi tekanan.

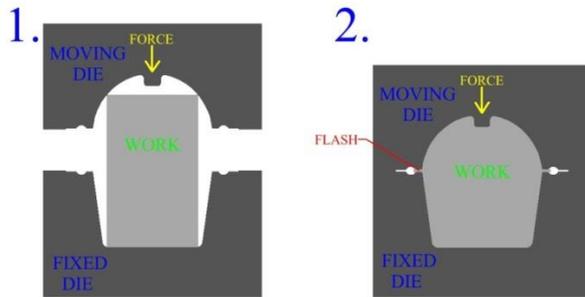
Tahap selanjutnya benda kerja berubah bentuk akibat tekanan.



Gambar 2.2 Closed Die Forging

### 3. *Impression Die-Forging*

*Impression-die forging* (atau terkadang disebut *closed-die forging*) adalah proses penempaan dengan cetakan tertutup yang langsung bisa menghasilkan bentuk benda kerja sesuai yang diinginkan (sesuai gambar kerja) atau hampir sesuai yang diinginkan. Walaupun terkadang disebut dengan *closed-die forging*, sebenarnya *impression-die forging* memiliki perbedaan dengan *closed-die forging*. Hal tersebut karena *impression-die forging* masih menghasilkan *flash* (tidak benar-benar tertutup). Di sisi lain, ada proses *closed-die forging* yang benar-benar tertutup. Proses tersebut tidak menghasilkan *flash* dan dikenal sebagai *flashless forging*.



Gambar 2.3. Impression Die Forging

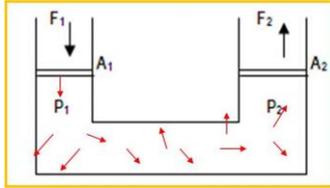
## 2.4 Sistem Pneumatik

### 2.4.1 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 2.4 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:

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2.2})$$

(Esposito, 2003)

Dimana:

$F_1$  = gaya pada pengisap pipa 1,

$A_1$  = luas penampang pengisap pipa 1,

$F_2$  = gaya pada pengisap pipa 2,

$A_2$  = luas penampang pengisap pipa 2

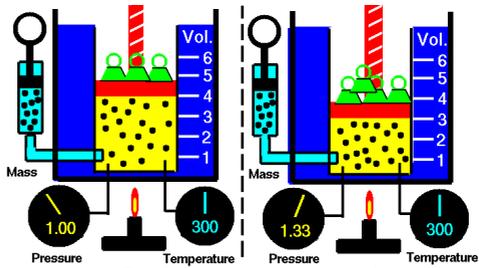
## **b. Hukum Boyle**

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:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{konstan}$$

(Esposito,2003)...(2.3)

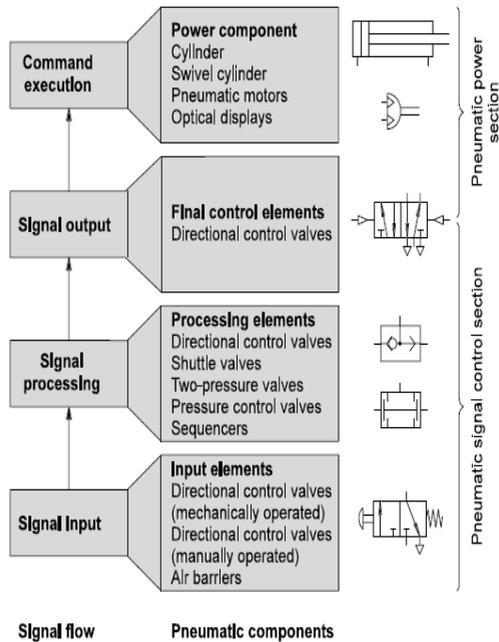


Gambar 2.5 Ilustrasi Hukum Boyle Mariote

## 2.4.2 Sistem Kontrol Pneumatik

### *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 pneumatik dapat bergerak karena adanya sinyal udara dari peralatan pneumatik lainnya.



Gambar 2.6 Full Pneumatik Controller  
(G and D, 2002)

### 2.4.3 Ciri-Ciri Pneumatik

Pengertian pneumatik meliputi alat-alat penggerakan, pengukuran, pengaturan, pengendalian, perhubungan, dan perentangan yang meminjam (mengambil) gaya dan penggerakannya dari udara mampat.

Persaingan antara alat-alat pneumatik dengan alat-alat mekanik, hidrolik, atau elektrik makin menjadi

besar, sering kali sistem-sistem pneumatik diutamakan karena :

1. Paling banyak dipertimbangkan untuk beberapa hal dalam mekanisasi dan otomasi
2. Dapat bertahan lebih baik terhadap keadaan kerja tertentu.

Ciri-ciri pneumatik dapat dilihat dari keuntungannya dibandingkan dengan menggunakan peralatan hidrolik minyak atau peralatan listrik:

1. Fluida kerja yang mudah didapat dan mudah diangkat karena udara dimana saja tersedia dengan jumlah yang tak terhingga dan saluran balik tidak diperlukan karena udara bekas dapat dibuang dengan bebas sedangkan pada sistem elektrik dan hidrolik memerlukan saluran balik.
2. Aman terhadap kebakaran dan ledakan, dalam ruang dengan resiko timbulnya kebakaran, alat-alat pneumatik digunakan tanpa dibutuhkan pengamanan yang mahal dan luas.
3. Rasional (menguntungkan), pneumatik adalah 40-50 kali lebih murah dari pada tenaga otot. Hal yang sangat penting pada mekanisasi dan otomasi produksi serta komponen-komponen untuk peralatan pneumatik tanpa pengecualian adalah lebih murah jika dibandingkan dengan komponen-komponen peralatan hidrolik.

4. Energi pneumatik dihantarkan melalui pipa untuk menjalankan alat-alat mekanik, kecepatan dapat diatur secara bebas pengontrol dan gaya pendorong diatur oleh valve pengontrol tekanan, dan selang-selang elastik memberi kebebasan pindah yang besar sekali dari komponen pneumatik ini.
5. Sirkuit pneumatik pada umumnya memakai tekanan 6-12 kgf/cm<sup>2</sup>, menghasilkan output yang lebih dari sirkuit hidrolis, maka dari itu lebih cocok untuk pengerjaan ringan (light duty).
6. Udara bertekanan mempunyai tahanan dan resistansi yang kecil terhadap aliran (Flow) dan dapat disalurkan dengan cepat dari pada tenaga hidrolis.
7. Udara kempa merupakan media kerja yang sangat cepat. Ini memungkinkan kecepatan kerja tinggi untuk dapat tercapai. Dengan komponen-komponen udara kempa, kecepatan dan daya mampu diubah-ubah secara tak terbatas.

#### **2.4.4 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).

$$\Delta P = \frac{1,6 \times 10^3 \times Q^{1,85} \times L}{d^5 p_1} \dots \dots \dots (\text{persamaan 2.3})$$

(Majumdar, 1995)

Dimana :

$\Delta P$  = Preassure Loss (Pa)

L = Panjang pipa saluran (m)

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

P<sub>1</sub> = Tekanan Operasi (Pa)

#### **b. FRL**

Udara yang dihisap oleh kompresor udara belum tentu bersih, karena terdapat banyak jenis pencemar/pengotor di atmosfer. Untuk menghasilkan udara yang bersih dan bebas dari pencemaran, maka udara yang keluar harus disaring terlebih dahulu. 2 elemen yang ada didalam FR adalah:

1. Air filter
2. Pressure regulator
3. Lubricator



Gambar 2.7 FRL

### **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 cecairan.

Jika udara yang berisi cecairan tersebut masuk kedalam peralatan pneumatik, dia akan merusak peralatan seperti kedudukan 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.

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.

### **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 ke bagian 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 2.7) 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.

### **c. 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 :

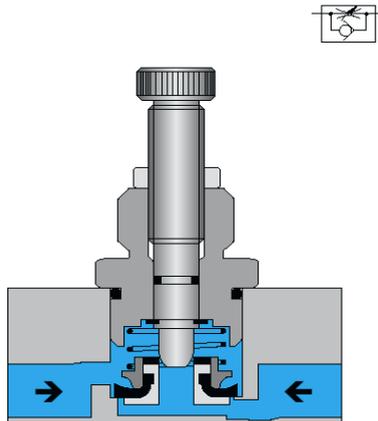
1. Pressure Control Valve (Katub Pengontrol Tekanan)
2. Directional Control Valve (Katub Kontrol Arah)
3. Flow Control Valve (Katub Pengontrol Aliran)
4. Pressure Control Valve (Katub Pengontrol Tekanan)

(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*.

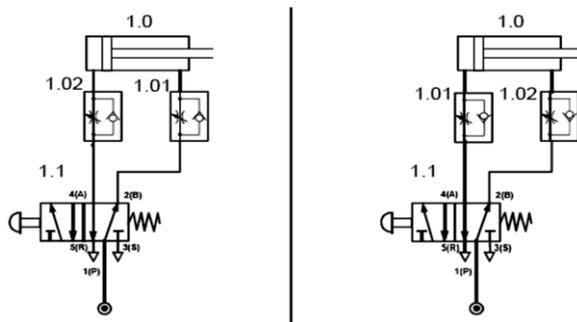
*Speed control valve* digunakan untuk mengontrol kecepatan aktuator pneumatik. Dengan katub jenis ini, aliran udara diatur hanya pada satu arah. Sebuah katub satu arah menutup aliran udara dan udara bisa mengalir hanya melalui penampang yang telah diatur. Pada arah yang berlawanan udara bisa mengalir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



Gambar 2.8 *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 2.9 Tipe *Meter In* dan Tipe *Meter Out*

### **Directional Control Valve**

*Directional Control Valve* digunakan untuk mengurangi laju aliran di bagian sirkuit

pneumatik, sehingga menghasilkan kecepatan aktuator yang lebih lambat. Tidak seperti Katup Jarum, Katup Kontrol Aliran mengatur aliran udara hanya dalam *satu arah* , memungkinkan aliran bebas ke arah yang berlawanan.



Gambar 2.10 valve 5/2 single pilot

#### **d. 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.

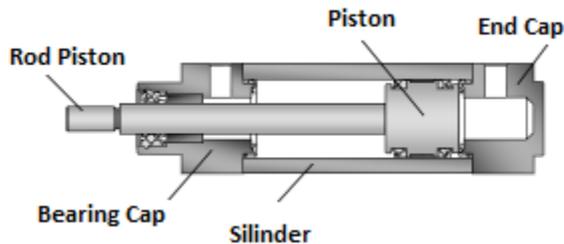
Aktuator pneumatik secara garis besar dibagi menjadi 2, yaitu :

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:

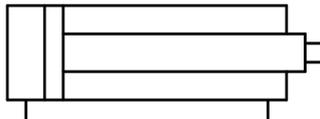


Gambar 2.11 *Double Acting Cylinder*

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 2.12 Simbol *Double Acting Cylinder*

### Penentuan Diameter Silinder dan Kemampuan Silinder

#### 1. Penentuan Diameter Silinder

Penentuan diameter silinder pneumatik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Silinder}} = \frac{F \times v}{P \times Q} = 0,85 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.4})$$

(Majumdar 1995)

$$F = A \cdot P \cdot \mu$$

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

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

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 takanan kerja yang digunakan adalah 6 – 10 bar.

(Esposito, 2003)

## 2. Dorongan Silinder

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

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 P \mu \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.5})$$

(Warring, 1982)

Dimana :

F = Gaya Dorong Silinder (kgf)

D= Diameter Tabung Silinder (cm)

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

$\mu$  = Koefisien Tekanan Beban Dorong

Koefisien tekanan beban berubah tergantung dari diameter silinder

### 3. Tarikan Silinder

Gaya tarikan silinder bisa diketahui dengan menggunakan persamaan :

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

(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>)

$\mu$  = 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 :

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.7})$$

(Esposito, 2003)

Dimana :

Q= Kebutuhan Udara ( $\text{m}^3/\text{min}$ )

V= Kecepatan Langkah Silinder ( $\text{m}/\text{sec}$ )

A= Luasan silinder ( $\text{m}$ )

#### 5. Konsumsi Udara

Konsumsi udara adalah piston stroke  $\times$  piston strokes  $\times$  compression ratio dengan satuan NI/min. Dimana besarnya Compression ratio yaitu  $\frac{1,013 + \text{operating pressure (bar)}}{1,013}$ .

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

$$Q = ( S \cdot n \frac{D^2 \pi}{4} + S \cdot n \frac{D^2 - d^2}{4} \pi ) n \cdot \text{Compression ratio}$$

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 2.8)

(Majumdar, 1995)

### e. Kompresor Udara

Pneumatik bekerja dengan memanfaatkan udara yang dimampatkan (*Compressed Air*). Dalam hal ini, udara yang dimampatkan akan didistribusikan kepada sistem yang ada sehingga kapasitas sistem terpenuhi.

Untuk menghasilkan udara yang dimampatkan, maka dibutuhkan kompresor untuk memadatkan udara sampai pada tekanan kerja yang diinginkan. Perlengkapan pneumatik disuplai udara bertekanan dengan melalui pipa saluran dari tempat kompresor.

#### 1. Penampang udara bertekanan (Tangki Udara)

Penampung udara bertekanan (receiver) berfungsi untuk menstabilkan pemakaian udara bertekanan. Penampung udara bertekanan yang kebanyakan dipakai adalah tangki, karena mempunyai sifat akan memperhalus fluktuasi tekanan dalam jaringan ketika udara dipakai oleh jaringan udara tersebut. Dan lagi luas permukaan

yang besar dari penampung akan mendinginkan udara dalam tangki itu sendiri.

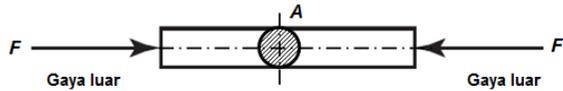
Jadi penampung udara bertekanan mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Mestabilkan pemakaian udara bertekanan.
- b. Mendinginkan udara dalam tangki
- c. Menghindari pressure drop (Penurunan tekanan) apabila sejumlah besar udara dipakai dalam waktu yang relatif singkat.
- d. Menyediakan udara bertekanan untuk suatu jangka waktu tertentu dalam waktu tertentu dalam masa kecemasan seperti waktu kompresor dimatikan karena listrik padam. Perlu diperhatikan bahwa tangki udara harus dilengkapi dengan alat pengukur tekanan (pressure valve) dan switch tekanan.

## 2. Penggerak

Tergantung pada syarat-syarat cara kerja, kompresor digerakkan oleh motor listrik selain itu juga digerakkan oleh motor bakar (bensin, diesel).

**f. Tegangan Kompresi**



$$\sigma_c = \frac{F}{A}, \sigma_c = \frac{4F}{\pi d^2}$$

Dimana :

d = diameter batang

F = Gaya

A = Luas Penampang

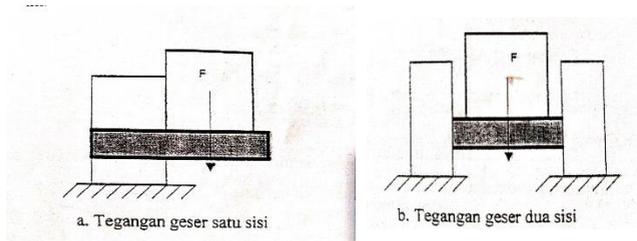
Secara matematis tegangan kompresi dapat dinyatakan aman atau tidak dengan persamaan berikut :

$$\sigma_c = \frac{4.F}{\pi.d^2} \leq \frac{\sigma_{yp}}{Sf}$$

$\sigma_{yp}$  = Tegangan

$Sf$  = Safety Factor

### g. Tegangan Geser



$$\sigma_s = \frac{F}{A}, \sigma_s = \frac{F}{l \cdot t} \leq \frac{\sigma_{yp}}{Sf}$$

Dimana :

l = Lebar

F = Gaya

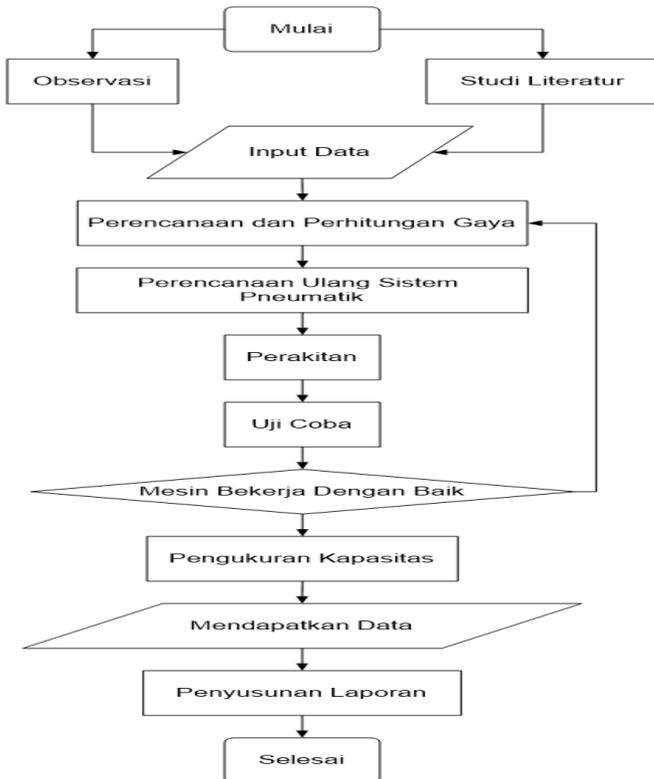
t = Tebal

Bila luas penampang batang (l.t), maka besarnya tegangan geser dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$t_s = \frac{F}{l \cdot t} \text{ single shears}$$
$$t_s = \frac{F}{2 \cdot l \cdot t} \text{ double shears}$$

### BAB III METODOLOGI

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



Gambar 3.1 Diagram alir tau 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 satunya terdapat di UKM Pembuat carang mas apel di kota Pujon Kab. Malang yang bernama UKM Love Apel milik Ibu Hj. Umi Nazilah. UKM Love Apel milik Ibu Hj. Umi Nazilah ini memiliki 7 pegawai dan dibantu oleh suaminya sendiri untuk memproduksi Carang mas apel dan minuman sari apel.

Proses pembuatan Carang mas apel dimulai dari Pengupasan buah apel dengan pisau, pemasrahan atau pamarutan, pengurangan kadar air, pemberian tepung, penggorengan, pemberian air gula, pencetakan, penirisan, dan proses pengemasan. Disini kami menemukan permasalahan yang sering dialami produsen carang mas apel, yaitu pada proses pengurangan kadar air. Oleh karena itu, kami membuat alat mesin pengepres sari apel 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 timbangan badan dan dapat mengetahui besarnya gaya yang dibutuhkan untuk proses pengurangan kadar air parutan apel.



Gambar 3.3 Uji Coba Mencari Gaya Tekan Untuk Pres Sari Apel.

Tabel 3.1 Percobaan gaya tekan

\*Berat apel utuh sebelum diparut 2 kg, setelah diparut menjadi 1,8 kg

| No       | Gaya     | Massa (Sebelum) | Massa (Setelah) |
|----------|----------|-----------------|-----------------|
| 1        | 90 kgf   | 1830 gram       | 1300 gram       |
| 2        | 89,5 kgf | 1755 gram       | 1275 gram       |
| 3        | 88 kgf   | 1790 gram       | 1340 gram       |
| 4        | 87,5 kgf | 1805 gram       | 1250 gram       |
| 5        | 91 kgf   | 1800 gram       | 1225 gram       |
| $\Sigma$ | 89,2 kgf | 1796 gram       | 1278 gram       |

Gaya tekan pencetakan yang diperoleh dari uji coba yaitu:

$$\begin{aligned} F \text{ tekan cetakan carang mas} &= 90 \text{ kgf} \\ F &= 90 \text{ kgf} \times 10 \\ &= 900 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah melakukan 5 kali percobaan untuk mencari gaya tekan dengan massa yang berbeda-beda menghasilkan gaya yang berbeda-beda pula.

Pada percobaan pertama dengan massa parutan apel sebelum dilakukan penekanan 1,8 kg menghasilkan gaya 90 kgf dan massa setelah di tekan menjadi 1300 gram

Pada percobaan kedua dengan massa parutan apel sebelum dilakukan penekanan 1,8 kg menghasilkan gaya 89,5 kgf dan massa setelah di tekan menjadi 1275 gram

Pada percobaan ketiga dengan massa parutan apel sebelum dilakukan penekanan 1800 gram menghasilkan gaya 88 kgf dan massa setelah di tekan menjadi 1340 gram

Pada percobaan keempat dengan massa parutan apel sebelum dilakukan penekanan 1,8 kg menghasilkan gaya 87,5 kgf massa setelah di tekan menjadi 1250 gram

Pada percobaan kelima dengan massa parutan apel sebelum dilakukan penekanan 1,8 kg menghasilkan gaya 91 kgf dan massa setelah di tekan menjadi 1225 gram.



Gambar 3.4 Parutan apel setelah di press

Dari hasil 5 kali percobaan maka gaya tekan punch yang diperoleh dari uji coba diambil gaya rata-rata

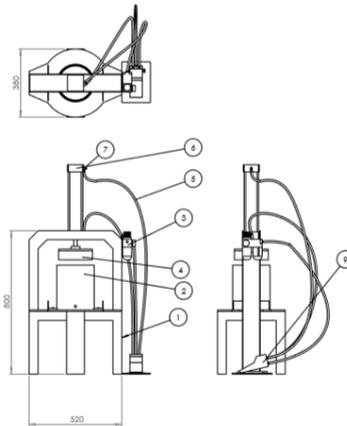
Semua materi dan data yang diperoleh dari study literature ini selanjutnya digunakan sebagai pendukung untuk melakukan perhitungan. Selain untuk mencari materi dan data tinjauan pustaka, study literatur juga digunakan untuk mendukung latar belakang pada tugas akhir ini dalam pemilihan material yang sesuai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

### **3.3 Mendapatkan Data**

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

- Cetakan untuk mengepres parutan apel masih menggunakan alat tradisional yaitu menggunakan pres sederhana berbahan kayu.
- Proses pencetakan masih dilakukan secara manual, menggunakan berat badan manusia. Produsen hanya bisa mengira-ngira berapa gaya yang diperlukan untuk mengepres.
- UKM Love apel mampu mengepres parutan apel  $\pm 25$  kg/hari.

### 3.4 Sketsa Alat



Gambar 3.5 sketsa Alat

Sketsa alat digunakan untuk memulai perencanaan alat perhitungannya dimensi alat yang akan direalisasikan dalam bentuk nyata agar dalam proses pembuatan rancang bangun alat agar sesuai yang diharapkan dan dapat meminimalisir kesalahan yang ada.

### 3.5 Perhitungan

Adapun perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan:

1. Gaya penekanan cetakan
2. Diameter silinder pneumatik
3. Sistem pneumatik

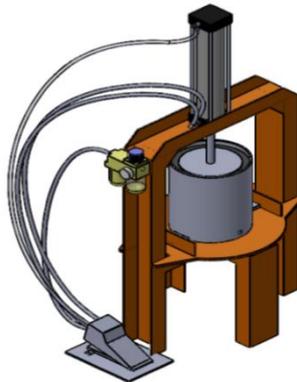
Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan keserasian antar komponen didalam mesin. Data dalam

perhitungan ini diperoleh dari uji coba pengepresan menggunakan timbangan badan.

### 3.6 Perencanaan Alat

#### 3.6.1 Perencanaan Komponen 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 3.6 Sket desain Isometri

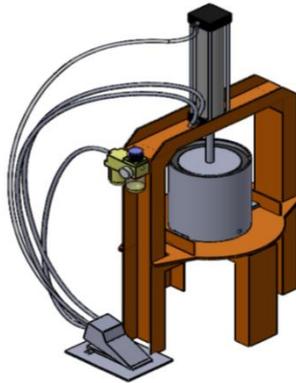
Keterangan :

1. kerangka
2. Pneumatik Double Acting
3. Filter Regulator Lubrication(FRL)
4. Pedal 5/2

5. Punch

6. Stopper

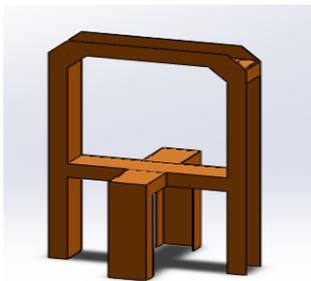
7. Saringan Stainless



Gambar 3.7 Gambar Alat

Keterangan nomor pada gambar terinci sebagai berikut:

### 1. Kerangka



Gambar 3.8 Kerangka

Kerangka adalah bagian awal dari proses pembuatan alat. Dan kerangka ini berfungsi untuk menyesuaikan dari seluruh komponen yang akan di pasang.

## 2. Pneumatik Double Acting



Gambar 3.9 Pneumatik Double Acting

Pneumatik adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggerakannya. Silinder ini berfungsi sebagai penekan bantalan.

## 3. Filter Regulator Lubrication (FRL)



Gambar 3.10 Filter Regulator (FRL)

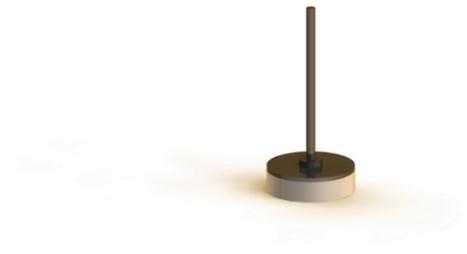
FRL adalah kepanjangan dari Filter Regulator Lubricator. Filter ini berfungsi untuk menyaring kualitas udara bertekanan yang akan mengalir ke actuator. Lubricator berfungsi untuk pelumasan ke dalam actuator sehingga mampu melancarkan gerakan actuator.

#### 4. Foot Valve 5/2



Gambar 3.11 Foot Valve 5/2

#### 5. Bantalan Cetakan (punch)



Gambar 3.12 Bantalan cetakan (punch)

Punch atau di sebut pengepres berfungsi sebagai benda yang bersentuhan langsung dengan benda kerja.

## 6. Stopper



Gambar 3.13 Stopper

Stopper berfungsi sebagai alat bantu untuk menghentikan gerakan tabung agar pada saat pengepressan tabung tidak bergerak dan tetap lurus dengan punch.

## 7. Saringan Stainless



Gambar 3.14 Saringan Stainless

Stopper berfungsi sebagai alat bantu untuk menghentikan gerakan tabung agar pada saat pengepressan tabung tidak bergerak dan tetap lurus dengan punch.

### 3.6.2 Dimensi Alat

Dimensi alat tentunya disesuaikan dengan kondisi mitra, ukuran material yang digunakan, ruang usaha dan posisi mitra dalam bekerja. Adapun dimensi yang harus ditentukan sebagai berikut:

Tabel 3.2 Perencanaan Dimensi Alat

| No | Jenis              | Dimensi (mm) |
|----|--------------------|--------------|
| 1  | Rangka             | 520x800x380  |
| 2  | Punch              | Ø190         |
| 3  | Tabung             | Ø20x25       |
| 4  | Saringan           | Ø195x5       |
| 5  | Stopper            | 200x25       |
| 6  | Silinder pneumatik | Ø63x250      |

Untuk dimensi diameter silinder diperhitungkan sesuai dengan kebutuhan ketika alat bekerja.

### **3.7 Pengujian Alat**

Ada beberapa hal yang dilakukan dalam pengujian alat, diantaranya :

- Alat dapat bekerja

Apabila terdapat kendala pada pengujian alat, maka perlu diperiksa lagi dalam pembuatan alat dan perhitungannya.

#### **3.7.1 Cara Kerja Alat**

1. Apel yang telah diparut dimasukkan kedalam tabung pengepresan.
2. Setelah terisi penuh maka operator menginjak foot valve agar pneumatik bisa bekerja.
3. Ketika silinder bekerja, silinder pneumatik mendorong punch sehingga menekan parutan apel yang ada di dalam tabung.
4. Ketika proses penekanan di rasa cukup, operator dapat melepas foot valve tersebut.
5. Setelah selesai operator dapat mengeluarkan parutan apel yang telah di press dari dalam tabung.

### **3.8 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 PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

### 4.1 Perencanaan Teknik Pengepresan

Teknik pengepresan yang dilakukan pada perencanaan alat press sari apel ini terjadi pada bantalan yang menekan parutan apel untuk proses pengurangan kadar air, dimana data hasil uji coba ini akan menghasilkan gaya (*force*) yang akan digunakan sebagai perencanaan komponen pneumatik. Data uji coba didapatkan sebagai berikut :

Tabel 4.1 uji coba untuk mencari gaya

| No       | Gaya     | Massa (Sebelum) | Massa (Setelah) |
|----------|----------|-----------------|-----------------|
| 1        | 90 kgf   | 1830 gram       | 1300 gram       |
| 2        | 89,5 kgf | 1755 gram       | 1275 gram       |
| 3        | 88 kgf   | 1790 gram       | 1340 gram       |
| 4        | 87,5 kgf | 1805 gram       | 1250 gram       |
| 5        | 91 kgf   | 1800 gram       | 1225 gram       |
| $\Sigma$ | 89,2 kgf | 1796 gram       | 1278 gram       |

maka gaya tekan punch yang diperoleh dari uji coba diambil gaya rata-rata yaitu:

$$F = 90 \text{ kgf} \times 9,81$$

$$F_{\text{tekan punch}} = 90 \text{ kgf}$$

$$= 882,9 \text{ N} \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 3.2})$$

Dengan lama holding time pada saat pengepressan 5,21 s.

Jadi, besarnya gaya yang diperlukan untuk mengepres parutan apel adalah sebesar 882,9 N. Kecepatan pengepressan yang diperoleh dari uji coba tersebut dapat dicari dengan menggunakan data jarak pengepress parutan apel dan waktu ketika pengepressan parutan apel dilakukan.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{20 \text{ cm}}{2,21 \text{ s}} = 9,049 \text{ cm/s} = 0,09 \text{ m/s}$$

$$t = \text{waktu konstan } 2,21 \text{ s}$$

## 4.2 Perencanaan Komponen Pneumatik

### 4.2.1 Perencanaan Aktuator

#### - Perencanaan Diameter

Untuk mencari diameter silinder pneumatik minimal yang dibutuhkan, maka pada perencanaan awal diambil tekanan kerja dari sistem sebesar 6 bar dan gaya sebesar 900 N, sedangkan untuk nilai  $\eta$  diambil 0,85 (*Tenaga fluida pneumatik, 1991:L78*). Data ini kemudian dipakai dalam perencanaan silinder pneumatik untuk mesin press sari apel.

Diameter minimal dapat dicari dengan persamaan :

$$\eta = \frac{F \cdot v}{P \cdot Q} \dots\dots\dots (\text{Sesuai Persamaan 2.5})$$

Maka dari persamaan di atas dapat direncanakan diameter piston dengan data sebagai berikut:

$$F = 882,9 \text{ N}$$

$$P = 6 \text{ bar} = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\eta = 0,85$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{20 \text{ cm}}{2,21 \text{ s}} = 9,049 \text{ cm/s} = 0,09 \text{ m/s}$$

$$\eta = \frac{F \cdot v}{P \cdot Q} = 0,85$$

$$\frac{882,9 \text{ N} \times 0,09 \text{ m/s}}{Q \times 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2} = 0,85$$

$$Q = \frac{882,9 \text{ N} \cdot 0,09}{0,85 \cdot 6 \times 10^5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 155,805 \text{ cm}^3/\text{s}$$

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:

$$Q = 155,805 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$v = 0,09 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} D^2 &= \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v} \\ &= \frac{4 \cdot 155,805 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 0,09 \text{ m/s}} \\ &= 2,204 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \\ &= \sqrt{2,204 \cdot 10^{-3}} \text{ m}^2 \\ D &= 4,69 \text{ cm} \\ D &= 46,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat diameter minimal silinder pneumatik sebesar 47 mm. Maka untuk perhitungan ini digunakan silinder dengan diameter 50 mm dengan tipe *double acting cylinder* karena diperlukan gerakan maju mundur.

Gaya dorong silinder bisa diketahui dengan menggunakan rumus :

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

Dengan data yang diketahui:

$$D = 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$$

$$P = 6 \text{ bar} = 60 \text{ N/cm}^2$$

$$\begin{aligned} F_{\text{dorong}} &= \frac{\pi}{4} \cdot (5 \text{ cm})^2 \cdot 60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 0,85 \\ &= 100,087 \text{ kgf} \end{aligned}$$

Gaya tarikan silinder diketahui dengan menggunakan rumus :

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) P \mu$$

Dengan data yang diketahui :

$$D = 63 \text{ mm} = 6,3 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$$

$$P = 6 \text{ bar} = 60 \text{ N/cm}^2$$

$$F_{\text{tarik}} = \frac{\pi}{4} (39,69 - 4) \cdot 60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 0,85$$

$$= 1429,573 \text{ N}$$

#### - Konsumsi Udara

Perhitungan konsumsi udara kompresi dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = 0,7854 \frac{d^2 s}{t} \times \frac{P \times 101,3 \times 10^3}{101,3} \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s} \text{ . (Pers 2.9)}$$

$$= 0,7854 \frac{0,05^2 \cdot 0,2}{2,21} \times \frac{6 \cdot 10^5 \times 101,3 \times 10^3}{101,3} \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 106,614 \text{ mm}^3/\text{s}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsumsi udara yang dibutuhkan silinder dengan  $D = 50 \text{ mm}$  dengan panjang langkah  $20 \text{ mm}$  untuk bergerak adalah  $= 106,614 \text{ mm}^3/\text{s}$ .

## 4.2.2 Perencanaan Diameter Selang

### Diameter selang

Karena adanya gesekan aliran didalam selang 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 selang yang direncanakan (m)  
(direncanakan 5 m)

$d^5$  = Diameter selang (m)

P = Tekanan operasi (pascal)

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

Dengan data yang diketahui :

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

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

$$P = 6 \cdot 10^5 \text{ N}/m^3$$

$$Q = 155,805 \text{ cm}^3/s = 1,558 \cdot 10^{-4} \cdot m^3/s$$

Sehingga diameter selang minimum untuk silinder pneumatik yang dipilih dengan diameter 63 mm diperoleh sebagai berikut :

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

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

$$d^5 = \frac{1,6 \times 10^3 \cdot (1,558 \cdot 10^{-4})^{1,85} \cdot 5}{5000 \times 6 \cdot 10^5}$$

$$d^5 = \frac{2,607 \times 10^{-3}}{3 \times 10^9}$$

$$d^5 = 8,69 \cdot 10^{-13}$$

$$d = \sqrt[5]{8,69 \times 10^{-13}}$$

$$= 3,87 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 3,9 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas didapat diameter selang minimum 3,9 mm. Untuk itu, dalam perencanaan ini dipilih selang dengan diameter dalam selang 4 mm dan diameter luar selang 6 mm.

### Kerugian Tekanan pada Selang

Kerugian tekanan pada selang dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

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

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot (1,558 \cdot 10^{-4})^{1,85} \cdot 5}{(0,05)^5 \cdot 6 \cdot 10^5}$$

$$\Delta P = \frac{2,607 \cdot 10^{-3}}{0,1875}$$

$$\Delta P = 0,0139 \text{ bar}$$

Kerugian tekanan pada selang sebesar 0,0139 bar, karena masih dibawah dari kerugian tekanan maksimum yang diijinkan yaitu 0,05 bar (*Majumdar, hal 26*) maka perencanaan untuk diameter selang aman.

### 4.2.3 Analisa Perhitungan Ulir Rod Terhadap Punch

#### 4.2.3.1 Diameter Minimal Ulir

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{yPc}}{Sf} \text{ (Sesuai persamaan 2.9)}$$

Ket : Bahan ulir ASTM 307

$$d^2 = \frac{4 \cdot F \cdot Sf}{\pi \cdot Kc \cdot Syp}$$

$$d^2 = \frac{4 \times 90 \text{ kg} \times 2,5}{\pi \times 1,1 \times 36}$$

$$d^2 = \frac{900}{124,407}$$

$$d = \sqrt{7,234}$$

$$d = 2,689 \text{ mm}$$

Jadi diameter ulir minimal adalah 2,7 mm

#### 4.2.3.2 Tegangan Geser

$$\tau_s = \frac{F}{A} \leq \frac{SyP}{Sf} \text{ (Sesuai Persamaan 2.10)}$$

$$\tau_s = \frac{F}{2\pi r} \leq \frac{0,7 \cdot 36}{2,5}$$

$$\tau_s = \frac{91,8}{2\pi \cdot 1,5} \leq \frac{0,7 \cdot 36}{2,5}$$

$$t = \frac{91,8}{2\pi \cdot 1,5} \leq \frac{0,7 \cdot 36}{2,5}$$

$$t = 9,741 \leq 10,08$$

Jadi tegangan geser yang terjadi adalah aman.

#### 4.2.4 Perencanaan FRL

Pada perencanaan mesin press sari apel perlu digunakan FRL untuk memfilter udara, mengetahui tekanan udara. Oleh karena itu, digunakan FRL dengan spesifikasi JAW 3000-03.

#### 4.2.3 Perencanaan Valve

##### Pemilihan *Directional Control Valve*

Perencanaan Mesin pencetak carang mas apel ini menggunakan 1 buah foot valve *Directional control valve*, yaitu katup 5/2 single pilot berfungsi sebagai air supply sebelum udara diarahkan menuju ke aktuator yang fungsinya untuk mengatur arah gerak silinder dari pada mesin pencetak carang mas apel. Valve DCV yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

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

Pada perencanaan mesin press sari apel perlu digunakan 1 buah *one way flow control valve* untuk mengatur kecepatan gerak maju dan gerak mundur silinder. Berdasarkan data yang ada:

Applicable Tubing = Nylon

O.D Tubing = 10 mm

Max Pressure = 1 Mpa = 10 Bar

Maka berdasarkan standart yang ada pada katalog FESTO, dipilih flow control valve type LSC. ¼ PK-8.

#### 4.2.4 Kapasitas Kompresor yang Dibutuhkan

Setelah perhitungan komponen pneumatik diatas, maka didapatkan tekanan operasi yang dipakai yaitu 60 N/cm<sup>2</sup>. Perhitungan kapasitas kompresor: Tekanan operasi 6 bar= 60 N/cm<sup>2</sup>.

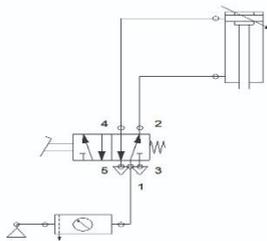
$$60 \frac{N}{cm^2} \times \frac{0,2248 lbf}{1 N} \times \frac{1 cm^2}{0,155 in^2} = 87 \frac{lbf}{in^2}$$

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 87 psi.

### 4.3 Perencanaan Sistem Pneumatik Mesin Press Sari Apel

#### 4.3.1 Diagram Sirkuit Pneumatik

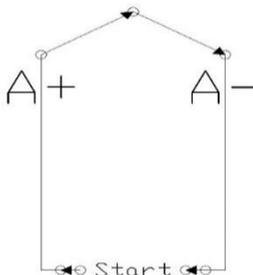
Setelah didapatkan hasil perhitungan mengenai komponen-komponen pneumatik, maka perlu direncanakan juga sistem pneumatik ataupun peralatan pendukungnya agar didapatkan hasil yang optimum sesuai dengan kebutuhan. Adapun skematis dari perencanaan sistem pneumatik yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Diagram Sirkuit Pneumatik

#### 4.3.2 Diagram Notasi Silinder Kerja

Setelah diagram sirkuit pneumatik diketahui, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan notasi langkah kerja dari pada silinder. Adapun perencanaan diagram notasinya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Diagram Notasi Silinder

### 4.3.3 Diagram Gerak Langkah Silinder

Sebelum mulai menyusun circuit diagram, hal-hal yang harus diperhatikan antara lain:

- Berapa banyak step yang dibutuhkan dalam rangkaian
- Drive yang digerakkan pada setiap langkah



Gambar 4.3 Diagram Gerak Langkah Silinder

Penjelasan dan ilustrasi dari rangkaian akan lebih mudah jika menggunakan metode grafis, sebagai contoh yaitu dengan menggunakan sebuah displacement-step diagram, displacement-time diagram, function diagram atau function chart. Disini kami menggunakan metode displacement-step diagram.

Diagram ini digunakan untuk gerakan yang berurutan didalam daerah kerja pneumatik dan menunjukkan langkah dari actuator (silinder). Pada saat posisi normal dengan diagram notasi maka silinder diam dan ketika sensor-sensor yang terdapat pada silinder bekerja, maka silinder ini akan bergerak maju maupun mundur sesuai dengan gambar diagram gerak langkah.

#### 4.3.4 Data Hasil Uji Coba Alat

Dari pengujian Mesin Pres Sari Apel dengan Sistem Pneumatik yang nantinya akan digunakan untuk menghitung kapasitas dari mesin. Dalam pengujian yang telah dilakukan, yang menjadi parameter tetap adalah waktu tiap pengujian yaitu selama 10 menit dan berat apel utuh sebesar 2 kg kemudian diparut sehingga beratnya menjadi 1,8 kg. Proses pengepresan ada 3 tahapan yaitu :

1. Proses Loading : adalah proses memasukkan parutan apel kedalam tabung pengepresan
2. Proses Pengepresan : adalah proses mengeluarkan kadar air dalam parutan apel
3. Proses Unloading : adalah proses mengeluarkan sari apel yang telah di press

Berikut adalah hasil dari uji coba alat :

Tabel 4.3 Berat Parutan Apel Setelah di Pres

| No. | Percobaan    | Hasil   |
|-----|--------------|---------|
| 1   | Percobaan 1  | 1285 gr |
| 2   | Percobaan 2  | 1300 gr |
| 3   | Percobaan 3  | 1305 gr |
| 4   | Percobaan 4  | 1290 gr |
| 5   | Percobaan 5  | 1315 gr |
|     | Paling berat | 1315 gr |

Tabel 4.4 Waktu Loading Parutan Apel

| No. | Percobaan   | Hasil       |
|-----|-------------|-------------|
| 1   | Percobaan 1 | 50,37 detik |
| 2   | Percobaan 2 | 51,56 detik |
| 3   | Percobaan 3 | 51,04 detik |

|             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| 4           | Percobaan 4 | 50,93 detik |
| 5           | Percobaan 5 | 52,55 detik |
| Paling lama |             | 52,55 detik |

Tabel 4.5 Hasil Holding Time

| No.         | Percobaan   | Hasil      |
|-------------|-------------|------------|
| 1           | Percobaan 1 | 5,32 detik |
| 2           | Percobaan 2 | 4,73 detik |
| 3           | Percobaan 3 | 4,91 detik |
| 4           | Percobaan 4 | 5,11 detik |
| 5           | Percobaan 5 | 5,03 detik |
| Paling lama |             | 5,32 detik |

Tabel 4.6 Waktu Unloading Parutan Apel

| No.         | Percobaan   | Hasil       |
|-------------|-------------|-------------|
| 1           | Percobaan 1 | 21,33 detik |
| 2           | Percobaan 2 | 23,89 detik |
| 3           | Percobaan 3 | 22,15 detik |
| 4           | Percobaan 4 | 21,05 detik |
| 5           | Percobaan 5 | 23,97 detik |
| Paling lama |             | 23,97 detik |

Dalam pengujian yang dilakukan selama 10 menit sudah termasuk proses loading dan unloading dengan rincian sebagai berikut:

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| Waktu proses loading     | = 52,55 detik        |
| Waktu proses press       | = 5,32 detik         |
| Waktu proses unloading   | = <u>23,97 detik</u> |
| Total waktu semua proses | = 81,84 detik        |

Dari pengujian yang dilakukan selama 10 menit, didapatkan rata-rata kapasitas mesin press perutan apel yaitu :

$\pm 9,5$  kg *parutan apel*

Hasil Eksperimen



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Alat

Massa parutan apel utuh sebelum di parut adalah 2 kg dan setelah di parut massanya berkurang menjadi 1,8 kg. Agar hasil yang diinginkan dapat maksimal pengepresan dilakukan dengan perlahan-lahan.

## **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. Dengan melakukan perencanaan, perhitungan, dan mendesain alat dapat diciptakan Mesin Press Parutan Apel Dengan Sistem Pneumatik guna untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas UKM Love Apel.
2. Dalam proses pengepresan diperoleh gaya sebesar 900 N. sehingga digunakan silinder pneumatik jenis *double acting* berdiameter 63 mm dan *stroke* 25 mm, dilakukan selama 10 menit didapatkan rata-rata kapasitas Mesin Press Pencetak Carang Mas Apel Dengan Sistem Pneumatik yaitu 13 kg parutan apel. Massa parutan apel sebelum di press adalah 1800 gram dan setelah di press massanya yaitu 1300 gram.

#### **5.2 Saran**

Saran yang diperlukan agar Mesin Pencetak carang mas apel ini dapat beroperasi dengan lebih baik lagi adalah:

1. Penyaring utama masih menggunakan kain, sehingga untuk pengembangan selanjutnya diharapkan untuk tidak menggunakan kain.
2. Untuk penelitian kedepannya lebih dikembangkan lagi alat-alat untuk memajukan UKM-UKM kecil daerah.
3. Pengerjaan alat pada bengkel dilakukan jauh hari agar waktu penyelesaian dapat diatur dengan baik.

*(Halaman sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Esposito, Anthony. *Fluid Power with Application sixth edition*. New Jersey: Prentice Hall International Inc, 2003.
- Kalpakjian, Serope and Steven Smith. *Manufacturing Engineering and Technology*. Prentice Hall, 2009.
- 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
- Huda, S. Sejarah apel, Diambil dari :  
<https://batueventguide.weebly.com/feature/sejarah-apel>.  
(12 Desember 2013).
- Inayah, Elivyah. Mencicipi Manisnya Pujon Lewat Carang Mas Apel. Diambil Dari :  
<http://elyviainayah.blogspot.co.id/2013/01/mencicipi-manisnya-pujon-lewat-carang.html>. (5 Januari 2013).
- Sularso, dan Kiyokatsu Suga. 1987. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT. PRANDNYA PARAMITA

*(Halaman sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Esposito, Anthony. *Fluid Power with Application sixth edition*. New Jersey: Prentice Hall International Inc, 2003.
- Kalpakjian, Serope and Steven Smith. *Manufacturing Engineering and Technology*. Prentice Hall, 2009.
- 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
- Huda, S. Sejarah apel, Diambil dari :  
<https://batueventguide.weebly.com/feature/sejarah-apel>.  
(12 Desember 2013).
- Inayah, Elivyah. Mencicipi Manisnya Pujon Lewat Carang Mas Apel. Diambil Dari :  
<http://elyviainayah.blogspot.co.id/2013/01/mencicipi-manisnya-pujon-lewat-carang.html>. (5 Januari 2013).
- Sularso, dan Kiyokatsu Suga. 1987. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT. PRANDNYA PARAMITA

# 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 = 0.39370 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>                   |   |
| $1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 0.001 \text{ kJ/kg}$                    | $1 \text{ ft}^2/\text{s}^2 = 3.9941 \times 10^{-5} \text{ Btu/lbm}$ |
| $1 \text{ kJ/kg} = 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$                     | $1 \text{ Btu/lbm} = 25037 \text{ ft}^2/\text{s}^2$                 |
| <b>Specific potential energy (<math>Zg</math>)</b>                  |   |
| $1 \text{ m-g}_{\text{std}} = 9.80665 \times 10^{-3} \text{ kJ/kg}$ | $1 \text{ ft-g}_{\text{std}} = 1.0 \text{ lbf-ft/lbm}$              |
| $= 4.21607 \times 10^{-3} \text{ Btu/lbm}$                          | $= 0.001285 \text{ Btu/lbm}$  |
|   | $= 0.002989 \text{ kJ/kg}$  |
| <b>Specific volume</b>  |   |
| $1 \text{ cm}^3/\text{g} = 0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$             |   |
| $1 \text{ cm}^3/\text{g} = 1 \text{ L/kg}$                          |   |
| $1 \text{ m}^3/\text{kg} = 16.01846 \text{ ft}^3/\text{lbm}$        | $1 \text{ ft}^3/\text{lbm} = 0.062428 \text{ m}^3/\text{kg}$        |
| <b>Temperature</b>  |   |
| $1 \text{ K} = 1^\circ\text{C} = 1.8 \text{ R} = 1.8 \text{ F}$     | $1 \text{ R} = (5/9) \text{ K}$                                     |
| $\text{TC} = \text{TK} - 273.15$                                    | $\text{TF} = \text{TR} - 459.67$                                    |
| $= (\text{TF} - 32)/1.8$  | $= 1.8 \text{ TC} + 32$   |
| $\text{TK} = \text{TR}/1.8$   | $\text{TR} = 1.8 \text{ TK}$  |
| <b>Universal Gas Constant</b>                                       |   |
| $R = N_0 k = 8.31451 \text{ kJ/kmol-K}$                             | $R = 1.98589 \text{ Btu/lbmol-R}$                                   |
| $= 1.98589 \text{ kcal/kmol-K}$                                     | $= 1545.36 \text{ lbf-ft/lbmol-R}$                                  |
| $= 82.0578 \text{ atm-L/kmol-K}$                                    | $= 0.73024 \text{ atm-ft}^3/\text{lbmol-R}$                         |
|   | $= 10.7317 \text{ (lbf/in.}^2\text{)-ft}^3/\text{lbmol-R}$          |
| <b>Velocity</b>   |   |
| $1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$                                  | $1 \text{ ft/s} = 0.681818 \text{ mi/h}$                            |
| $= 3.28084 \text{ ft/s}$  | $= 0.3048 \text{ m/s}$  |
| $= 2.23694 \text{ mi/h}$  | $= 1.09728 \text{ km/h}$  |
| $1 \text{ km/h} = 0.27778 \text{ m/s}$                              | $1 \text{ mi/h} = 1.46667 \text{ ft/s}$                             |
| $= 0.91134 \text{ ft/s}$  | $= 0.44704 \text{ m/s}$   |
| $= 0.62137 \text{ mi/h}$  | $= 1.609344 \text{ km/h}$   |
| <b>Volume</b>   |   |
| $1 \text{ m}^3 = 35.3147 \text{ ft}^3$                              | $1 \text{ ft}^3 = 2.831685 \times 10^{-2} \text{ m}^3$              |
| $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$                  | $1 \text{ in.}^3 = 1.6387 \times 10^{-5} \text{ m}^3$               |
| $1 \text{ Gal (US)} = 3.785412 \text{ L}$                           | $1 \text{ Gal (UK)} = 4.546090 \text{ L}$                           |
| $= 3.785412 \times 10^{-3} \text{ m}^3$                             | $1 \text{ Gal (US)} = 231.00 \text{ in.}^3$                         |

### 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/m <sup>2</sup> -s <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                        | = 14.695 94 lbf/in. <sup>2</sup>     |
| 1 atm                                | = 101.325 kPa  |                              | = 29.921 in. Hg [32 F]               |
|                                      | = 1.01325 bar  |                              | = 33.899 5 ft H <sub>2</sub> O [4°C] |
|                                      | = 760 mm Hg [0°C]  | 1 lbf                        | = 0.068 95 bar                       |
|                                      | = 10.332 56 m H <sub>2</sub> O [4°C]                       | 1 in. Hg [0°C]               | = 0.491 115 lbf/in. <sup>2</sup>     |
| 1 torr                               | = 1 mm Hg [0°C]  | 1 in. H <sub>2</sub> O [4°C] | = 0.036 126 lbf/in. <sup>2</sup>     |
| 1 mm Hg [0°C]                        | = 0.133 322 kPa  |                              |                                      |
| 1 m H <sub>2</sub> O [4°C]           | = 9.806 38 kPa   |                              |                                      |
| <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<br>Piston<br>( mm ) | Tekanan Kerja ( bar )                        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                              | 1  | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|                              | Kebutuhan udara ( q ) dalam liter/cm langkah |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 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



SU90-100-FA    SC140-75-50    SC140-100-5    SC80-50-5    SC100-150

#### Ordering Code

| SC               | D   | 50                              | 50     | 25                | S                                     | LB                                | MT                     |
|------------------|---|---------------------------------|--------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Series           | Series Code                                 | Port                            | Stroke | Adjustable Stroke | Mounting                              | Mounting                          | Sensor                 |
| SC Tie rod type  | Blank: Standard double acting               | 32<br>40<br>50                  |        |                   | S With magnet<br>Blank Without magnet | Blank: Basic mounting<br>LB: Foot | RL-23 Type             |
| SU: Profile type | D: Double-shaft double acting               | 63<br>80<br>100                 |        |                   |                                       | FA: Foot Range<br>FB: Rear Range  | TC Bracket for switch  |
|                  | J: Double-shaft with adjustable stroke type | 125<br>160<br>200<br>250<br>320 |        |                   |                                       | CA: Rear hinge<br>CB: Rear hinge  | SL2 Bracket for switch |
|                  |   |                                 |        |                   |                                       | TC-44: Center transmission        |                        |

### 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

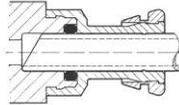
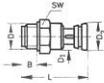
Quick push-pull connectors for PL, PP and PU plastic tubing and plastic-coated alloy tube PM

**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.

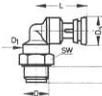


- ① Plastic tubing
- ② PL plastic tubing
- ③ PP plastic tubing
- ④ PM alloy tube

Accessories: See sheet 6.510

| Order code                                   | For tubing/<br>tube inside dia. | Connection<br>D | Nominal size<br>mm | Material | Weight<br>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/<br>plastic                         | 0.004      | 3.5            | —              | 10.5 | 31   | 8  |
| 5788   | CS-M 5-PK-4                     | 4/4             | M 5                | 2.4      |   | 0.005      | 3.5            | —              | 11.5 | 31   | 10 |
| 10 100                                       | CS-1/8-PK-3-B                   | 3               | G 1/8              | 3        | Aluminium/<br>plastic                     | 0.006      | 5              | —              | 12.5 | 33   | 13 |
| 10 101                                       | CS-1/8-PK-4-B                   | 4/4             | G 1/8              | 4        |   | 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<br>moulded-on<br>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 |
| 6899   | 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/<br>tube inside dia. | Connection<br>D | Nominal size<br>mm | Material | Weight<br>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                                     | 0.01       | 3.5            | —              | 12.5 | 21.8 | 26.4 | 10 |
| 13 688                                       | LCS-M 5-PK-4                    | 4/4             | M 5                | 4        | plastic                                   | 0.01       | 3.5            | —              | 14   | 21.8 | 26.4 | 10 |
| 10 105                                       | LCS-1/8-PK-3                    | 3               | G 1/8              | 3        | Aluminium/<br>plastic                     | 0.008      | 5              | —              | 12.5 | 20   | 26.5 | 13 |
| 10 106                                       | LCS-1/8-PK-4                    | 4/4             | G 1/8              | 4        |   | 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<br>moulded-on<br>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



### Ordering Code

| 4V                          | 4                       | 10                      | 15      | B                           | AC220V | W         | F                              |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|-----------------------------|--------|-----------|--------------------------------|
| 4V Series                   | 400 Series              | 10 Single coil          | 15 1/2" | Bank Mounted                | DC12V  | DC24V     | Bank Without light indicator   |
| AK 5/2W way air pilot valve | 20 Double coil          | 30C Mid-position closed | 15 1/2" | B Sub-plated mounted        | AC220V | 50Hz/60Hz | 15: 5mm with light indicator   |
| AV 3/2 way solenoid valve   | 30B Mid-position vented | 30P Mid-position open   | 15 1/2" | (for 5/2 1/1 way only)      | AC110V | 50Hz/60Hz | 13: White with light indicator |
| BA 3/2 way air pilot valve  |                         |                         |         | HC: 3/2 Way normally closed | AC220V | 50Hz/60Hz | W Lead wire                    |
|                             |                         |                         |         | HD: 3/2 Way normally open   | AC180V | 50Hz/60Hz |                                |

### Specification

| Model                        | 4V410-15<br>4A410-15                | 4V420-15<br>4A420-15 | 4V430C-15<br>4A430C-15 | 4V430E-15<br>4A430E-15       | 4V430P-15<br>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) |                        |
| Model                        | 4V410-15                            | 3V420-15             | 3A410-15               | 3A420-15                     |                        |
| 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

Produk Nomor: YT-200 / YT-205 / YT-220 / YT-225 ■ ■ ■ ■ Identify your requirements

| Model  | Maximum Range | Connection Type | Height | Maximum Temp. | Material        |
|--------|---------------|-----------------|--------|---------------|-----------------|
| YT-200 | 1.0 MPa       | 1/2" PT         | 1070   | 10-110        | Stainless Steel |
| YT-205 | 1.0 MPa       | 3/8" PT         | 1070   | 10-110        | Stainless Steel |
| YT-220 |               | 1/2" PT         | 1070   | 10-110        | Stainless Steel |
| YT-225 |               | 3/8" PT         | 1070   | 10-110        | Stainless Steel |

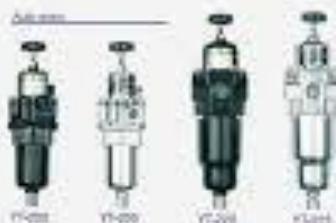
YT-200, YT-220 is available for 1/2" NPT connection size (NPT)

---

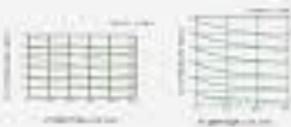
**Manual version**



**Auto version**



| Item                  | Type | YT-200                              | YT-205              | YT-220              | YT-225              |
|-----------------------|------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Max. Working Pressure |      | 1.0MPa(150PSI)                      |                     |                     |                     |
| Max. Output/Flowrate  |      | 1.0MPa @ 100L/min (25495.0 GPM)     |                     |                     |                     |
| Air Consumption       |      | 1.0 MPa @ 100 L/min                 | 1.0 MPa @ 100 L/min | 1.0 MPa @ 100 L/min | 1.0 MPa @ 100 L/min |
| Output Consumption    |      | 1.0 MPa @ 100 L/min                 | 1.0 MPa @ 100 L/min | 1.0 MPa @ 100 L/min | 1.0 MPa @ 100 L/min |
| Working Temp.         |      | 10-110°C (50-150°F) (Standard type) |                     |                     |                     |
| Min. Working Temp.    |      | 5°C (41°F)                          |                     |                     |                     |
| Material              |      | Stainless Steel                     |                     | Stainless Steel     |                     |
| Weight                |      | 1.0kg (2.2lb)                       | 1.0kg (2.2lb)       | 1.0kg (2.2lb)       | 1.0kg (2.2lb)       |




All the regular working condition must be in upper pressure and output is not consistent or good service.

- ▶ Maximal output and pressure
- ▶ Left output and output rate
- ▶ Output rate
- ▶ Min. Working Temperature pressure is higher than the pressure

## Lampiran 12. Spesifikasi Pipa Saluran Pneumatik

SMC Offers a Rainbow of "Standard" color choices

**TIUB 05 BU-33**

| Polyurethane Tubing |           | Length per roll |           |
|---------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Size                | Tube size | Symbol          | Roll size |
| 61                  | 1/8"      | 35              | 86 ft.    |
| 66                  | 3/16"     | 150             | 100 ft.   |
| 67                  | 1/4"      | 300             | 100 ft.   |
| 11                  | 3/8"      | 600             | 154.0 ft. |
| 18                  | 1/2"      |                 |           |

Color Indication:  
 Symbol Color  
 See Color Chart Below.

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

**TU 0425 BU-20**

| Polyurethane Tubing |             | Length per roll |           |
|---------------------|-------------|-----------------|-----------|
| Size                | Tube size   | Symbol          | Roll size |
| 0425                | 4mm (ø/32") | 88P             | 100m      |
| 0825                | 8mm         | 150P            | 100m      |
| 0825                | 8mm (ø/16") | 300P            | 100m      |
| 1025                | 10mm        | 600P            | 100m      |
| 1025                | 12mm        |                 |           |

Color Indication:  
 Symbol Color  
 See Color Chart Below.

4mm, 8mm, 10mm  
 \* Standard for 4mm (ø/32") & 8mm (ø/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: Check ship colors include: Black, Blue, Clear, Green, Red, White, Yellow and Orange.

## Lampiran 13. Mechanical Properties SS 304

| <b>Table 1:</b> Nominal room temperature yield and tensile strengths for annealed austenitic stainless steel |     |     |      |     |      |      |     |      |
|--|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|
| AISI Type  | 301 | 304 | 304L | 305 | 309S | 310S | 316 | 316L |
| Yield strength (0,2% offset) MPa   | 275 | 290 | 270  | 262 | 310  | 310  | 290 | 290  |
| Tensile Strength MPa   | 755 | 580 | 560  | 585 | 620  | 655  | 580 | 560  |

**BIODATA PENULIS**  
**Febriansyah Sukma Pratama**  
**10 2114 0001 0037**



Penulis lahir di Surabaya, 10 Februari 1997 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di SDN Margorejo I, SMPN 13 Surabaya, SMAT Krida Nusantara Bandung, kemudian melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan DIII Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-Disnakertansduk. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti Pra-FMD di puslatpur Purbaya, Pra-TD,.Penulis pernah melaksanakan On The Job Training di PT Semen Indonesia.

Email : [febriansyahsukma03@gmail.com](mailto:febriansyahsukma03@gmail.com)

**BIODATA PENULIS**  
**Septian Yusuf Abdullah**  
**10 2114 0001 0040**



Penulis lahir di Sidoarjo, 06 Maret 1996 merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di SD Hang Tuah 11, SMPN 5 Sidoarjo dan SMAN 2 Sidoarjo, kemudian melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan DIII Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-Disnakertansduk. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti Pra-FMD di puslatpur Purboyo, Pra-TD, tergabung dalam Forum Komunikasi Mesin Disnaker. Penulis pernah melaksanakan On The Job Training di PT Tugas Anda Pasuruan.

Email : [septianyusuf71@gmail.com](mailto:septianyusuf71@gmail.com)

**BIODATA PENULIS**  
**Febriansyah Sukma Pratama**  
**10 2114 0001 0037**



Penulis lahir di Surabaya, 10 Februari 1997 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di SDN Margorejo I, SMPN 13 Surabaya, SMAT Krida Nusantara Bandung, kemudian melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan DIII Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-Disnakertansduk. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti Pra-FMD di puslatpur Purbaya, Pra-TD,.Penulis pernah melaksanakan On The Job Training di PT Semen Indonesia.

Email : [febriansyahsukma03@gmail.com](mailto:febriansyahsukma03@gmail.com)

**BIODATA PENULIS**  
**Septian Yusuf Abdullah**  
**10 2114 0001 0040**



Penulis lahir di Sidoarjo, 06 Maret 1996 merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di SD Hang Tuah 11, SMPN 5 Sidoarjo dan SMAN 2 Sidoarjo, kemudian melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan DIII Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-Disnakertansduk. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti Pra-FMD di puslatpur Purboyo, Pra-TD, tergabung dalam Forum Komunikasi Mesin Disnaker. Penulis pernah melaksanakan On The Job Training di PT Tugas Anda Pasuruan.

Email : [septianyusuf71@gmail.com](mailto:septianyusuf71@gmail.com)