



TUGAS AKHIR - TM145502

**PERENCANAAN *AIR COMPRESSION SYSTEM* UNTUK
MENGGERAKKAN *AIR MOTOR* PADA *KINETIC
FLYWHEEL CONVERSION I (KFC I)* DI TERMINAL BBM
SURABAYA GROUP – PERTAMINA SURABAYA**

**SIFA RAHMANIA A'LA
NRP 1021150000040**

**Dosen Pembimbing
Ir. Arino Anzip, MengSc
NIP. 19610714 198803 1 003**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018**



TUGAS AKHIR - TM145502

**PERENCANAAN *AIR COMPRESSION SYSTEM* UNTUK
MENGGERAKKAN *AIR MOTOR PADA KINETIC
FLYWHEEL CONVERSION I (KFC I)* DI TERMINAL BBM
SURABAYA GROUP – PERTAMINA SURABAYA**

SIFA RAHMANIA A'LA
NRP 1021150000040

Dosen Pembimbing
Ir. Arino Anzip, MEngSc
NIP. 19610714 198803 1 003

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



FINAL PROJECT - TM 145502

**DESIGNING OF AIR COMPRESSION SYSTEM TO
MOVING AIR MOTOR IN KINETIC FLYWHEEL
CONVERTION I (KFC I) IN TERMINAL BBM
SURABAYA GROUP - PERTAMINA SURABAYA**

SIFA RAHMANIA A'LA
NRP 10211500000040

COUNSELOR LECTURER
Ir. Arino Anzip, MEngSc
NIP. 19610714 198803 1 003

Diplome III Program
Industrial Mechanical Engineering Departement
Vocational Faculty
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya
2018

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN AIR COMPRESSION SYSTEM UNTUK MENGGERAKKAN AIR MOTOR PADA KINETIC FLYWHEEL CONVERSION I (KFC I) DI TERMINAL BBM SURABAYA GROUP – PERTAMINA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Ahli Madya Teknik Mesin Industri
Pada Bidang Studi Konversi Energi
Program Studi Diploma III
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

Sifa Rahmania A'la
NRP. 1021150000040



Mengetahui dan Menyetujui
Dosen Pembimbing

I. Arino Anzip, MEngSc
NIP. 19610714 198803 1 003

Surabaya, Juli 2018

**PERENCANAAN AIR COMPRESSION SYSTEM
UNTUK MENGERAKKAN AIR MOTOR PADA
KINETIC FLYWHEEL CONVERSION I (KFC I) DI
TERMINAL BBM SURABAYA GROUP –
PERTAMINA SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Sifa Rahmania A'la
NRP : 10211500000040
Departemen : Teknik Mesin Industri FV-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Arino Anzip, MEngSc

Abstrak

Untuk menerangi 6 lampu pada area Terminal BBM Surabaya Group – Pertamina Surabaya selama 10 jam di malam hari membutuhkan daya sebesar 3600 Wh. Dengan daya yang cukup besar tersebut pihak Pertamina berinisiasi untuk membuat *Kinetic Flywheel Conversion* sebuah alat energi alternatif yang merubah energi kinetik menjadi listrik yang memanfaatkan injakan ban mobil tangki.

Dalam proses pengoperasian, dibutuhkan input udara bertekanan secara kontinyu agar dapat memutar *air motor*. Input udara bertekanan yang kontinyu dapat diperoleh dari tangki penyimpanan udara atau *air receiver*.

Pada perencanaan ulang *Kinetic Flywheel Conversion I* menggunakan instalasi *air compression system* yakni suatu sistem yang terdiri dari komponen penunjang pneumatik untuk menghasilkan udara bertekanan yang tersimpan pada sebuah tangki penyimpanan udara sehingga tekanan yang dihasilkan memiliki fluktuasi minimum.

Pada tugas akhir ini didapatkan perhitungan *air receiver* dengan kapasitas 60 gallon dan air motor dengan torsi 8,9 Nm yang telah disesuaikan dengan catalog. Besar tekanan yang

dihasilkan saat satu kali injakan oleh mobil tangki Pertamina 24 kL sebesar 7,83bar. Dari data tersebut dapat digunakan untuk merencanakan instalasi *air compression system* dengan menggunakan *software software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0*. Sehingga dapat diketahui bila perencanaan *air cmpression system* dapat diketahui apakah dengan skema dan pemilihan komponen yang direncanakan dapat bekerja atau tidak.

Kata Kunci : air compression system, tekanan.

AIR COMPRESSION SYSTEM DESIGN FOR MOVING AIR MOTOR IN KINETIC FLYWHEEL CONVERSION I (KFC I) AT TERMINAL BBM SURABAYA GROUP – PERTAMINA SURABAYA

Student Name : Sifa Rahmania A'la
NRP : 1021150000040
Departement : Teknik Mesin Industri FV-ITS
Counselor Lecturer : Ir. Arino Anzip, MEngSc

Abstract

To enlighting the 6 lights in the Surabaya Petroleum Group Surabaya - Pertamina Surabaya area for 10 hours at night requires power of 3600 Wh. With considerable power Pertamina's side initiated to make Kinetic Flywhel Conversion an alternative energy tool that convert kinetic energy into electricity that utilize tire car tire injection.

In the process of operation, pressurized air input is required continuously in order to rotate the motor water. Continuous pressurized air input can be obtained from air storage tanks or air receivers.

In the re-planning of Kinetic Flywheel Conversion I uses an air compression system installation that is a system consisting of pneumatic supporting components to produce the pressurized air stored in an air storage tank so that the resulting pressure has minimum fluctuations.

In this final project we get the calculation of water receiver with capacity of 60 gallon and motor water with torque of 8.9 Nm which has been adjusted with the catalog. The amount of pressure produced when one stroke by Pertamina tank car 24 kL of 7.83bar. From the data can be used to planned installation of water compression system using software software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0. So it can be known when the water planning cmpression system can be known whether the

scheme and the selection of components that are planned to work or not.

Keywords: air compression system, pressure.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmatNya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Perencanaan Air Compression System Untuk Menggerakkan Air Motor Pada Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I) di Terminal BBM Surabaya Grup – Pertamina Surabaya”**

Adapun dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. **Bapak Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc**, selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan ilmu yang sangat banyak dalam pengerjaan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini.
2. **Bapak Ir. Suhariyanto, MSc.** selaku Koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS.
3. **Bapak Ir. Heru Mirmanto, M.T.** selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS.
4. **Ir. Budi Luwar S, MT** selaku dosen yang telah membantu saya dalam perhitungan analisa titik berat mobil tangki Pertamina.
5. **Para Dosen Penguji** selaku dosen yang memberikan kritik, saran, serta masukan yang sangat bermanfaat untuk penyempurnaan tugas akhir ini.
6. **Seluruh Dosen dan Karyawan** yang telah memfasilitasi penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir.
7. **Ibu dan Ayah** yang selalu memberikan dukungan penuh baik secara moril maupun materil. Tanpa doa'a dan motivasi dari beliau penulis tidak bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
8. **Ade Djienea Pratama, Reno Pangestu, Ahmad Rofiqil A'la, Ilham Kuncoro, Alan Budi Pratama**

karena telah membantu saya dalam perencanaan desain alat dan instalasi *air compression system* pada *Kinetic Flywheel Conversion I*.

9. **Sakti, Aziz, Doni, Indadi, Wim, Fiqi, Arga, Djien** yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. **Dea, Sidik, Arif, Shabir, dan Fahmi** yang telah membantu menemani dan mengajari untuk perhitungan tugas akhir saya.
11. **Agnes, Nabilah, Dila, Nadia, Nina, Sulih, Hamidah, Maya, Rizky, Djien** yang telah membantu saya dalam hal memberikan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
12. **Teman teman di grup “Grub main” “Ratu 2k15”, dan Kos Bu Widji’s** yang selalu ada dalam suka duka dan membuat tertawa bahagia setiap harinya.
13. **Teman-teman D3MITS angkatan 2015** yang selalu membantu, menjadi teman bertukar pikiran, dan selalu mendukung dalam hal apapun.

Semua pihak yang belum disebutkan diatas yang telah banyak memberikan do’a, bantuan, dan dukungan serta semangat hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Surabaya, 5 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
<i>TITLE PAGE</i>	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Sistem Pneumatik.....	5
2.1.1 Persamaan Dasar Pneumatik.....	5
2.1.2 Sistem Kontrol Pneumatik	6
2.2 Ciri-ciri Pneumatik.....	7
2.3 Komponen-komponen Pneumatik	9
2.3.1 Pipa Pneumatik	9
2.3.2 Filter Regulator Lubricator (FRL)	9
2.3.3 Safety Valve.....	12
2.3.4 Pressure Gauge	13
2.3.5 Aktuator Pneumatik	14
2.3.6 Fitting.....	15
2.4 Air Receiver	16
2.4.1 Kapasitas Penyimpanan	18
2.4.2 Merencanakan Air Receiver	18
2.5 Air Motor.....	19

2.5.1 Jenis-jenis Pneumatic Air Motor	19
2.5.2 Cara Memilih Air Motor	21
2.6 <i>Air Compressed System</i>	22
2.7 <i>Software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0</i>	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	23
3.2 Penjelasan Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	25
3.2.1 Studi Literatur	25
3.2.2 Observasi Lapangan	26
3.2.3 Pengambilan Data	26
3.2.4 Perencanaan Air Motor	27
3.2.5 Pemilihan Air Receiver	27
3.2.6 Perencanaan Skema dan Penentuan Komponen Untuk <i>Air Compressed System</i> Sesuai Dengan <i>Catalogue</i>	27
3.2.7 Perencanaan Desain KFC I Menggunakan <i>Air Compressed System</i>	41
3.2.8 Pembahasan dan Kesimpulan	42
3.3 Prinsip Kerja KFC I	42
3.4 Prosedur Pengoperasian KFC I	43
3.5 Keunggulan <i>Alat Kinetic Flywheel Conversion</i>	44
3.6 Komponen <i>Alat Kinetic Flywheel Conversion I</i>	45
BAB IV Perencanaan dan Perhitungan	
4.1 Spesifikasi Mobil Tangki Pertamina 24 kL	46
4.2 Menentukan Titik Berat Kendaraan	47
4.2.1 Menentukan Titik Berat Bagian Kepala	47
4.2.2 Menentukan Titik Berat Mobil Tangki	49
4.2.3 Perhitungan Gaya Normal Pada Ban Depan dan Ban Belakang Mobil Tangki	50
4.3 Perhitungan Tekanan Maksimum Pada Silinder	53
4.4 Pemilihan Pneumatik Air Motor	57
4.5 Perencanaan Air Receiver	59
4.5.1 Perhitungan Pengosongan <i>Air Receiver</i>	61
4.6 Skema Sirkuit <i>Air Compressed System</i> pada <i>Software Fluidsim</i>	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	

5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Ilustrasi Hukum Pascal	7
Gambar 2.2.	<i>Full Pneumatik Controller</i>	9
Gambar 2.3.	<i>Filter Regulator Lubricator</i>	11
Gambar 2.4.	<i>Filter Regulator</i>	12
Gambar 2.5.	<i>Lubricator</i>	12
Gambar 2.6.	<i>Savety Valve</i>	14
Gambar 2.7.	<i>Pressure Gauge</i>	16
Gambar 2.8.	Single Acting Cylinder	17
Gambar 2.9.	Simbol <i>Single Acting Cylinder</i>	17
Gambar 2.10.	<i>Fitting</i>	18
Gambar 2.11.	Horizontal <i>Air Receiver</i>	19
Gambar 2.12.	<i>Rotary Vane Motors</i>	22
Gambar 2.13.	<i>Piston Motors</i>	22
Gambar 2.14.	<i>Radial Piston Motors</i>	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Perencanaan.....	27
Gambar 3.2	Tampilan Awal <i>software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0</i>	30
Gambar 3.3	Tampilan Pemilihan Komponen pada <i>software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0</i>	31
Gambar 3.4	Konfigurasi Jenis Silinder.....	32
Gambar 3.5	Konfigurasi Dimensi Silinder	32
Gambar 3.6	Konfigurasi <i>Force Profile</i> Silinder	33
Gambar 3.7	Konfigurasi Kapasitas <i>Air Pressure Reservoir</i>	33
Gambar 3.8	Konfigurasi <i>chcek valve</i>	34
Gambar 3.9	Konfigurasi <i>Opening Pressure Compensator</i>	34
Gambar 3.10	Konfigurasi <i>air filter</i>	35
Gambar 3.11	Konfigurasi <i>Pressure Control Valve</i>	35
Gambar 3.12	Konfigurasi <i>lubricator</i>	35
Gambar 3.13	Konfigurasi <i>way valve</i>	36
Gambar 3.14	Konfigurasi <i>air motor</i>	37
Gambar 3.15	Hasil Rangkaian Skema pada <i>software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0</i>	37

Gambar 3.16 Tombol pada <i>software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0</i>	38
Gambar 3.17 Selang	39
Gambar 3.18 Socket	39
Gambar 3.19 Nipple	40
Gambar 3.20 Filter Regulator Lubricator.....	41
Gambar 3.21 <i>Pressure Relief Valve</i>	41
Gambar 3.22 <i>Check valve</i>	42
Gambar 3.23 <i>pressure gauge</i>	42
Gambar 3.24 <i>ball valve</i>	43
Gambar 3.25 Hasil Perencanaan Alat KFC	44
Gambar 3.26 Komponen pada <i>Kinetic Flywheel Conversion</i>	47
Gambar 4.1 Dimensi Mobil Tangki	49
Gambar 4.2 Free Body Diagram Mobil Tangki	53
Gambar 4.3 Silinder Saat Di Lapangan.....	56
Gambar 4.4 Gambar Keadaan Silinder Sebelum dan Sesudah Injakan.....	57
Gambar 4.5 Free Body Diagram Silinder.....	57
Gambar 4.6 <i>Dimensi Air Receiver</i>	64
Gambar 4.7 Skema Sirkuit <i>Air Compressed System</i>	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Pemilihan Air Motor.....	50
Tabel 4.2. Pemilihan Air Receiver	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Pertamina (dahulu bernama Perusahaan Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Negara) atau nama resminya PT. PERTAMINA (Persero) adalah sebuah BUMN yang bertugas mengelola penambangan minyak dan gas bumi di Indonesia.

Sebagai negara yang terus bertumbuh, Indonesia memiliki kebutuhan energi yang kian meningkat. Kebutuhan energi tersebut dinilai harus dipenuhi dengan cara yang menjamin ketahanan, kemandirian dan kedaulatan energi.. Indonesia memiliki potensi dan cadangan energi terbarukan yang besar, seperti tenaga matahari, panas bumi, dan air, termasuk lautan.

Kebutuhan Energy Listrik telah menjadi salah satu kebutuhan primer dan permintaan akan pasokan listrik di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Menurut pengamat Direktur pengkajian energi Universitas Indonesia (UI), Iwa Garniwa yang ditulis pada situs berita merdeka.com, pertumbuhan pertumbuhan kebutuhan listrik Indonesia setiap tahun rata-rata 9% dan dalam 10 tahun mendatang kita butuh pasokan listrik 2 kali lipat dari sekarang. Dari analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa pemerintah harus menambah 4000MW Listrik setiap tahun.

Pada terminal pengisian BBM di PT. Pertamina menggunakan 6 buah lampu led dengan masing-masing daya lampu 60 watt yang beroperasi selama 10 jam sehingga tiap lampu membutuhkan daya sebesar 3600 Wh.

Berdasarkan Tugas Akhir Alan Budi Pratama, 2018 guna mengurangi beban pasokan listrik, dapat memanfaatkan energy potensial yang dihasilkan oleh pijakan mobil pertamina yang melewati alat Kinetic Flywheel Conversion (KFC) dengan kecepatan minimal 10 km/jam. Kemudian berdasarkan Tugas Akhir Yulita Dea Novita Sari, 2018 untuk menekan pembebanan, digunakan alternator dengan daya listrik 220 Volt AC dan 13,5 ampere dalam waktu satu jam dengan putaran maksimum 1500 rpm. Agar dapat mencapai daya tersebut maka dibutuhkan sebuah input yang bekerja secara kontinyu. Maka dari itu dibutuhkan perencanaan instalasi *air compressed system* yang dipasang pada *Kinetic Flywheel Conversion*.

Dengan memanfaatkan *air receiver* yang akan menampung udara bertekanan dari pijakan mobil tangki. Udara bertekanan yang disimpan pada *air receiver* akan dialirkan melalui *pressure relief valve* dan *Filter Regulator Lubricator* (FRL) untuk menggerakkan *airmotor*.

Airmotor akan berputar dan menggerakkan transmisi *pulley and belt* kemudian putaran yang dihasilkan akan diteruskan pada *flywheel* yang berfungsi untuk menstabilkan putaran dengan cara menyimpan energi dan momen inersia.

Dari alternator tersebut menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus listrik searah (DC) lalu kemudian disimpan ke accumulator (baterai) setelah baterai terisi penuh baru nanti mampu untuk digunakan untuk penerangan lampu di area terminal bahan bakar pertamina.

1.2.Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merencanakan waktu pengosongan *air receiver* untuk mensuplai udara untuk menggerakkan *air motor*?
2. Bagaimana cara memilih *air receiver*?
3. Bagaimana cara memilih *air motor*?
4. Bagaimana membuat skema rangkaian *air compressed system* menggunakan *software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan maksimal mobil tangki 10 km/jam.
2. Jarak mobil tangki satu terhadap mobil lainnya 25 m.
3. Tidak membahas tentang perencanaan elemen mesin.
4. Tidak membahas perhitungan flywheel silinder pejal.
5. Kekuatan rangka KFC I dinyatakan aman saat proses pengoperasian.
6. Perhitungan airmotor tidak disertakan.
7. Kerugian sambungan selang antara *air receiver* menuju *air motor* diabaikan karena bernilai kecil.
8. Tidak membahas perhitungan perencanaan awal *air compressor system* pada desain awal Kinetic Flywheel Conversion
9. Pemilihan *air motor* menggunakan *catalogue LZB Vane Motors*.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat skema rangkaian *air compressed system* menggunakan *software Pneumatic Simulation Festo*

Fluidsim 4.0 Udara bertekanan yang diterima oleh *air receiver* dapat menggerakkan airmotor.

2. Memilih spesifikasi *air receiver* sesuai dengan analisa perhitungan dan catalogue
3. Memilih spesifikasi *air motor* sesuai dengan analisa perhitungan dan catalogue.
4. Mengetahui lama waktu pengosongan *air receiver* untuk mensuplai udara untuk menggerakkan *air motor*.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagi Penulis
Hasil penulisan tugas akhir ini bermanfaat dalam menambah wawasan penulis terhadap pengoptimalan daya yang dihasilkan melalui rangkaian *air compressed system* untuk kebutuhan listrik di PT. Pertamina Persero Jl.Perak Barat no 277 Surabaya.
2. Bagi Pihak lain
Hasil penulisan tugas akhir ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan alat tersebut untuk diaplikasikan ada TBBM Pertamina cabang Madiun.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II DASAR TEORI

Bab ini memuat tentang komponen pneumatik yang dibutuhkan pada saat melakukan perencanaan *air compressed system*.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang cara pengoprasian, komponen yang dibutuhkan dalam perencanaan *air compressed system*, cara membuat skema rangkaian dan cara mematikan panel serta desain alat *Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I)*.

Bab IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

Bab ini berisi tentang perhitungan perencanaan air receiver dan cara pemilihan air motor yang sesuai dengan katalog

Bab V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran.

LAMPIRAN

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II DASAR TEORI

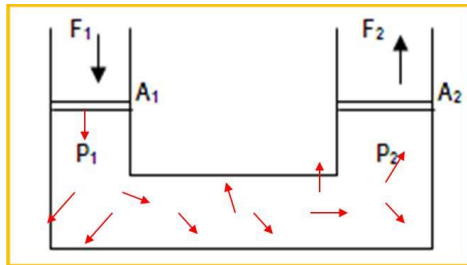
2.1 Sistem Pneumatik

2.1.1 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 2.1. Ilustrasi Hukum Pascal

(Sumber : <https://dparamitadewi.wordpress.com/ipa-2/ipa-3/semester-2/tekanan/hukum-pascal/>)^[7]

Secara analisis sederhana, Hukum Pascal dapat digambarkan seperti pada gambar 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:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

(Sumber : Esposito, 2008).^[4]

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

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 \\ \frac{F_1}{A_1} &= \frac{F_2}{A_2} \end{aligned}$$

(Sumber: Esposito, 2008)^[4]

Dimana:

F_1 = gaya pada pengisap pipa 1,

A_1 = luas penampang pengisap pipa 1,

F_2 = gaya pada pengisap pipa 2,

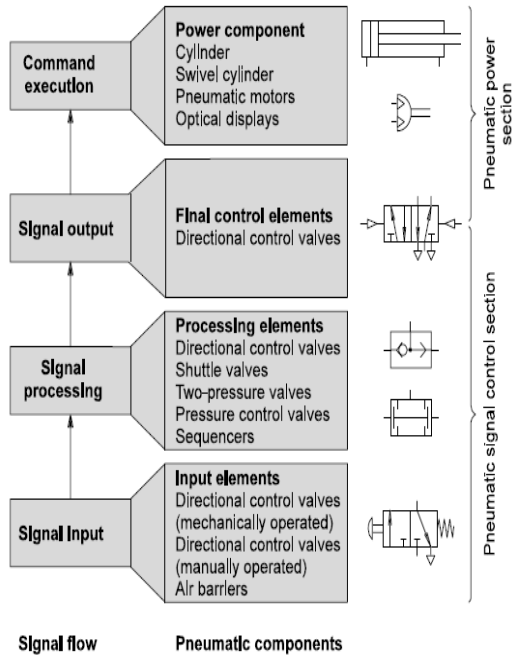
A_2 = luas penampang pengisap pipa 2

b. Hukum Boyle

2.1.2 Sistem Kontrol Pneumatik

a. *Full pneumatik controller*

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



Gambar 2.2. Full Pneumatik controller
(Sumber : G and D, 2002).^[5]

2.2 Ciri-Ciri Pneumatik

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

Persaingan antara alat-alat pneumatik dengan alat-alat mekanik, hidrolis, 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 hidrolis minyak atau peralatan listrik:

3. 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 hidrolis memerlukan saluran balik.
4. Aman terhadap kebakaran dan ledakan, dalam ruang dengan resiko timbulnya kebakaran, alat-alat pneumatik digunakan tanpa dibutuhkan pengamanan yang mahal dan luas.
5. 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 hidrolis.
6. 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
7. Sirkuit pneumatik pada umumnya memakai tekanan 6-12 kgf/cm², menghasilkan output yang lebih dari sirkuit hidrolis, maka dari itu lebih cocok untuk pengerjaan ringan (light duty)
8. Udara bertekanan mempunyai tahanan dan resistansi yang kecil terhadap aliran (Flow) dan dapat disalurkan dengan cepat dari pada tenaga hidrolis.
9. 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.

2.3 Komponen-Komponen Pneumatik

2.3.1 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.

2.3.2 Filter Regulator Lubricator (FRL)

Merupakan sebuah komponen pada sistem pneumatik yang berfungsi sebagai *Air Service Unit* yang terdiri dari Filter (Penyaring), Regulator (Pengatur Tekanan), dan Lubricator (Pelumasan) atau lebih dikenal dengan FRL.

Cara kerja FRL adalah pada saat udara bertekanan diterima oleh *Air Receiver* atau tangki maka *filter* akan menyaring udara dari partikel dan uap air. Kemudian *regulator* mengatur tekanan yang disalurkan pada sistem, dan *lubricator* berperan sebagai pemberi pelumas agar udara yang disalurkan mengandung minyak pelumas untuk memperlancar gerakan.



Gambar 2.3. Filter Regulator Lubricator
(Sumber : Catalog FESTO)^[3]

Komponen Pada FRL :

- a. Air Filter
- b. Pressure Regulator



Gambar 2.4. FR
(Sumber :Catalog FESTO)^[3]

c. Lubricator



Gambar 2.5. Lubricator
(Sumber : Catalog FESTO)^[3]

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 cemaran.

Jika udara yang berisi cemaran tersebut masuk kedalam peralatan pneumatik, dia akan merusak peralatan seperti dudukan katub, keausan packing dan bagian penggerak lainnya. Penyaring udara kempaian digunakan untuk menghasilkan semua bentuk

pengotor yang terkandung dalam udara, sehingga didapatkan yang bersih sebelum didistribusikan keperalatan pneumatik.

Udara yang bertekanan keluar dari tangki penampungan 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 mangkuk 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 kebagian control dan kerja digunakan regulator (pengatur tekanan) yang biasanya dipasang secara bersatu dengan penyaring udara. Setelah udara keluar dari saringan kemudian masuk pada regulator untuk diatur tekanannya sampai pada batas.

Jadi tujuan daripada regulator adalah untuk menjaga tekanan operasi (tekanan sekunder) sebenarnya tanpa melihat perubahan tekanan dalam saluran (tekanan primer) dan pemakaian udara. Untuk membatasi aliran udara yang masuk ke sistem, dilakukan dengan cara memutar bagian warna biru (lihat gambar 5) 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.

Lubricator (Pelumas)

Pada suatu sistem pneumatik menambahkan sejumlah minyak yang terkontrol ke dalam sistem udara terkompresi dapat digunakan untuk mengurangi gesekan komponen yang bergerak,

sehingga dapat memperpanjang umur komponen yang dioperasikan. Ketika *lubricator* tidak digunakan dalam suatu sistem pneumatik, maka filter penggabungan harus dipasang untuk menghilangkan aerosol atau kotoran.

2.3.3 Safety 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 katup.

Beberapa sistem udara bertekanan dapat menggunakan katup pengaman (relief) sederhana seperti terlihat pada gambar 2.7. Katup dapat diatur untuk memberikan



Gambar 2.6. Safety Valve
(Sumber : Catalog *FESTO*)^[3]

Pengurangan tekanan yang cepat dan besar ketika tekanan yang berlebihan tercapai. Sistem dan kompresor dengan demikian terlindungi dengan membuang tekanan udara berlebih ke atmosfer. Katup pengaman seperti yang ditunjukkan di atas melindungi sistem dan kompresor dengan membuang tekanan berlebih.

Katup-katup ini diklasifikasikan menurut: jumlah jalur aliran; jumlah posisi di mana katup dapat digerakkan, dipindahkan, atau digeser; jumlah port; dan jenis aktuatur yang

menggeser katup (dioperasikan pilot, misalnya). Ada beberapa jenis katup kontrol arah :

- Katup Dua Arah

Persyaratan minimum untuk setiap katup adalah bahwa katupnya tidak kurang dari dua sehingga ada jalur aliran melalui katup. Katup dua arah dirancang untuk membuka atau memblokir jalur aliran tunggal ini; aliran bisa ke arah mana saja. Ini pada dasarnya adalah katup penutup.

- Katup Tiga Arah

Katup ini biasanya memiliki dua posisi ekstrim tetapi mungkin juga memiliki posisi tengah (netral) yang dapat memungkinkan motor udara berhenti, misalnya. Katup tiga arah dapat digunakan untuk mengendalikan dua motor udara yang beroperasi secara bergantian.

- Katup Empat Arah

Desain ini memiliki empat koneksi kerja. Katup empat arah digunakan dengan motor udara reversibel. Katup kontrol kecepatan dapat dipasang pada setiap knalpot untuk memungkinkan penyesuaian kecepatan individu untuk setiap arah.

2.3.4 Pressure Gauge

Pressure Gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan fluida (gas atau liquid) dalam tabung tertutup. Satuan dari alat ukur tekanan ini berupa psi (pound per square inch), psf (pound per square foot), mmHg (millimeter of mercury), inHg (inch of mercury), bar, ataupun atm (atmosphere)



Gambar 2.7 Pressure Gauge
(Sumber :Catalog FESTO)^[3]

2.3.5 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.

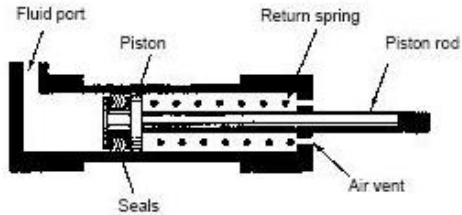
Aktuator pneumatik secara garis besar dibagi menjadi 2, yaitu :

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

Single Acting Cylinder (Silinder Pneumatik Aksi Tunggal)

Silinder kerja tunggal (single acting cylinder), merupakan jenis silinder yang hanya memiliki satu port untuk masuknya udara bertekanan. Silinder ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong ataupun menekan piston dalam satu arah saja (umumnya keluar). Dan menggunakan pegas pada sisi yang lain untuk mendorong piston kembali pada posisi semula. Akan tetapi silinder ini memiliki kelemahan dimana sebagian kekuatan dari silinder hilang untuk mendorong pegas.

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

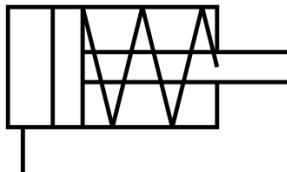


Gambar 2.8. *Single Acting Cylinder*

(Sumber : <http://enginemechanics.tpub.com/14105/css/Single-Acting-Cylinder-156.htm>)^[8]

Prinsip kerja dari silinder ini berdasarkan perbedaan gaya yang diterima oleh piston dengan gaya dari spring, yang mana pada saat piston rod maju maka gaya yang diterima oleh piston rod lebih besar dari gaya spring dan pada saat piston rod mundur gaya yang diterima oleh spring lebih besar dari gaya yang diterima oleh piston.

Simbol dari silinder *single acting* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.9. Simbol *Single Acting Cylinder*

(Sumber :

[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Symbol_Cylinder_\(simple_working;_Return_stroke_spring\).svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Symbol_Cylinder_(simple_working;_Return_stroke_spring).svg))^[9]

2.3.6 *Fitting*

Pada umumnya pengertian *fitting* adalah sebuah bagian dari instalasi pemipaan yang berfungsi sebagai penyambung antarpipa dan sebagai bagian akhir dari pemipaan atau *outlet fitting*. Ada beberapa jenis *fitting* dari berbagai bahan, namun yang umum digunakan adalah *elbow*, *tee*, *wye* (*wyes*), *cross* (*crosses*),

coupling, union, fitting kompresi (*compression fitting*), *caps, plugs, dan valve*.

90 deg elbow	Tee fitting	Red tee fitting	M/F elbow	Cross fitting
				
45 deg elbow	Union fitting	Hex head cap	Reducer fitting	Y-way fitting
				
Reducer nipple	Square plug fig	Hex plug fitting	Hex nipple	Lock nut
				
Hose Nipple fitting	Full coupling	Half coupling	single nipple	socket plain fig
				

Gambar 2.10 Macam-macam Jenis *Fitting*

(Sumber :

<https://iqshalahuddin.wordpress.com/2016/11/01/perpipaan-piping/>)^[10]

2.4 Air Receiver

Air Receiver merupakan tangki yang berfungsi untuk menyimpan udara. Tangki penerima udara dirancang untuk memberikan penyangga pasokan untuk memenuhi lonjakan permintaan jangka pendek yang dapat melebihi kapasitas kompresor udara. Sehingga pasokan udara yang diterima tetap stabil.

Tangki tekanan udara bisa menghilangkan atau mengurangi berkala udara aliran denyut dari kompresor udara, menstabilkan

tekanan dalam pipa, pasokan listrik ke pipa untuk menyelesaikan program operasi pneumatik setelah berhenti mesin.

Air Receiver Tank penting untuk setiap sistem udara terkompresi sebagai :

1. Penyangga dan menyediakan penyimpanan untuk jangka pendek dari permintaan yang tinggi.
2. Penerima untuk mengurangi kinerja kompresor dan meningkatkan kinerja sistem.
3. Tahap pertama dari pemisahan kelembaban, dan harus dilengkapi dengan saluran kondensat untuk memastikan fungsi yang tepat.
4. Semua tangki penerima udara ini dilengkapi dengan katup pengaman dan alat pengukur tekanan.



Gambar 2.11. Horizontal Air Receiver

(Sumber : http://www.garageequipmentdirect.co.uk/contents/en-uk/d57_Page_18.html)^[11]

Selain itu, kegunaan lain dari *air receiver* adalah sebagai berikut :

- a. Meminimalkan fluktuasi / penurunan tekanan

Air receiver dapat digunakan untuk meminimalkan fluktuasi tekanan yang dapat berdampak pada proses produksi dan kualitas produk akhir. Memilih tangki udara yang tepat untuk kompresor harus dipastikan memilih dua hal, yakni tekanan output kompresor dan apa yang dibutuhkan oleh alat pada titik penggunaan.

- b. Memenuhi permintaan udara puncak jangka pendek

Jika permintaan udara terkompresi berubah secara drastis sepanjang hari, penting untuk memperhitungkan lonjakan permintaan untuk memastikan tekanan sistem tidak turun di

bawah tingkat yang dapat diterima. Air receiver menyediakan penyimpanan untuk memenuhi kebutuhan udara puncak jangka pendek yang tidak dapat dipenuhi oleh kompresor.

c. Pertimbangan energi

Menggunakan air receiver dapat membantu mengurangi konsumsi energi dari sistem udara terkompresi dengan memungkinkan kompresor load / unload (kecepatan tetap) untuk beroperasi pada siklus yang lebih panjang dan dengan pita tekanan yang lebih ketat. Sehingga dapat mencegah fluktuasi tekanan.

d. Pertimbangan keselamatan

Bila diperlukan, air receiver akan menyediakan pasokan udara untuk memungkinkan proses produksi dan sistem shutdown aman dalam situasi darurat.

2.4.1 Kapasitas Penyimpanan

Udara yang masuk adalah udara bebas yang telah ditentukan oleh desain tangki atau *air receiver*. Kapasitas udara yang masuk tergantung pada air suplu yang diinginkan oleh aktuatur yang bekerja secara konstan.

2.4.2 Merencanakan Air Receiver

Dalam melakukan perancangan air receiver ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan agar sesuai dengan instalasi yang diinginkan, diantaranya :

1. Mengetahui Volume atau Kapasitas yang Dibutuhkan

Dalam hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

Volume Air Receiver

$$V = \frac{t \times (Q_{out} - Q_{in}) \times Pa}{P_1 - P_2}$$

(Sumber : Warring, R.H. *Pneumatic Handbook*)^[16]

Dimana :

V = volume tangki penerima (ft^3)

t = waktu yang digunakan untuk mengosongkan

Q_{out} = aliran udara keluar yang dibutuhkan oleh penerima atau penggerak (cfm)

Q_{in} = aliran udara yang dibutuhkan air receiver (cfm)

P_a = tekanan Atmosfer (14,7 psia)

P_1 = tekanan operasi maksimum, psia atau psig (P_1 dan P_2 keduanya harus dalam satuan absolut atau pengukur)

P_2 = (tekanan) operasi minimum, psia atau psig (P_1 dan P_2 harus keduanya dalam satuan absolut atau pengukur)

2. Mengetahui Spesifikasi Kompresor

2.5 Air Motor

Motor pneumatik (motor udara) atau mesin udara bertekanan adalah jenis motor yang bekerja mekanis dengan memperluas udara tekan. Motor pneumatik umumnya mengubah energi udara terkompresi menjadi kerja mekanis baik melalui gerakan linier atau putar. Gerak linear dapat berasal baik dari diafragma atau aktuator piston, sedangkan gerakan berputar dipasok oleh salah satu jenis dari *air motor* yakni vane air motor, piston air motor, atau motor jenis roda gigi.

2.5.1 Jenis – jenis *Pneumatic Air Motor* :

a. Rotary Vane Motor

Rotary vane air motor relatif sederhana dalam desain. Mereka banyak digunakan dan mereka biasanya tersedia dalam ukuran kecil - 1/10 hingga 10 hp dengan tekanan operasi maksimum 100 psi. Kecepatan bebas hingga 15.000 rpm dimungkinkan dengan rotary vane motors.



Gambar 2.12. Rotary Vane Motors
(Sumber : Warring, R.H. *Pneumatic Handbook*^[16])

b. Piston Motors

Ada dua kategori motor udara piston: radial dan aksial. Desain aksial umumnya terbatas di bawah 3 1/2 hp. Motor piston menghasilkan torsi tinggi, membuat mereka sangat berguna ketika properti dibutuhkan. Mereka seimbang. Mereka memiliki empat, lima, atau enam piston, menyediakan bahkan torsi di semua kecepatan dan kelancaran pengiriman kekuatan dengan masing-masing revolusi di kedua arah rotasi



Gambar 2.13. Piston Motors
(Sumber : Warring, R.H. *Pneumatic Handbook*^[16])

c. Radial Piston Motors

Motor jenis ini beroperasi pada kecepatan yang jauh lebih lambat daripada motor tipe baling-baling karena bobot yang dihasilkan dari bagian-bagian yang berurutan. Kecepatan bebas biasanya 3000 rpm atau kurang. Horsepower maksimum biasanya dikembangkan pada 1000 rpm atau kurang. Aliran daya yang mulus dan tumpang tindih serta keseimbangan yang akurat dari motor piston radial menjadikannya tanpa getaran di semua kecepatan, sebuah fitur yang terutama terlihat pada kecepatan rendah di mana torsi maksimum dikembangkan.



Gambar 2.14. Radial Piston Motors
(Sumber : Warring, R.H. *Pneumatic Handbook*)^[16]

d. Axial Piston Motors

Motor udara piston aksial memiliki piston kecil yang membalas secara aksial (sejajar dengan poros drive) secara berurutan. Impuls dari piston tumpang tindih, seperti dengan motor piston radial. Motor piston aksial hanya tersedia dalam ukuran kecil saja, jadi outputnya terbatas hingga 31/2 hp. Torsi tinggi dan inersia rendah dari kedua jenis motor piston berarti mereka dapat mencapai kecepatan operasi penuh hampir seketika. Gearmotor torsi udara bertenaga juga tersedia di mana torsi yang sangat tinggi diperlukan.

2.5.2 Cara Memilih Air Motor

Sebelum memilih *air motor* yang digunakan dalam aplikasi tertentu langkah pertama yang dilakukan adalah menetapkan *working point* atau titik kerja. Titik kerja dapat

menggambarkan kecepatan operasi yang diinginkan untuk *air motor* dan torsi yang diperlukan pada kecepatan tersebut. Hal yang paling efisien untuk menjalankan *air motor* adalah pada kecepatan *output* maksimum motor akan menghasilkan daya maksimum yang artinya dekat dengan titik kerja. Kemudian hal selanjutnya yang harus diperhatikan dalam pemilihan *airmotor* adalah torsi awal minimum, *stall* torsi dan kecepatan.

Pada aplikasi tertentu untuk mendapatkan *stall* torsi dapat dilihat dari torsi maksimum yang dihasilkan dan menggunakan pressure regulator.

2.6 Air Compressed System

Air compressed system merupakan sebuah sistem yang terdiri dari komponen penunjang pneumatik untuk menghasilkan udara bertekanan yang tersimpan pada sebuah *air pressure reservoir* atau tangki penyimpanan udara sehingga tekanan yang dihasilkan memiliki fluktuasi minimum.

2.7 Software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0

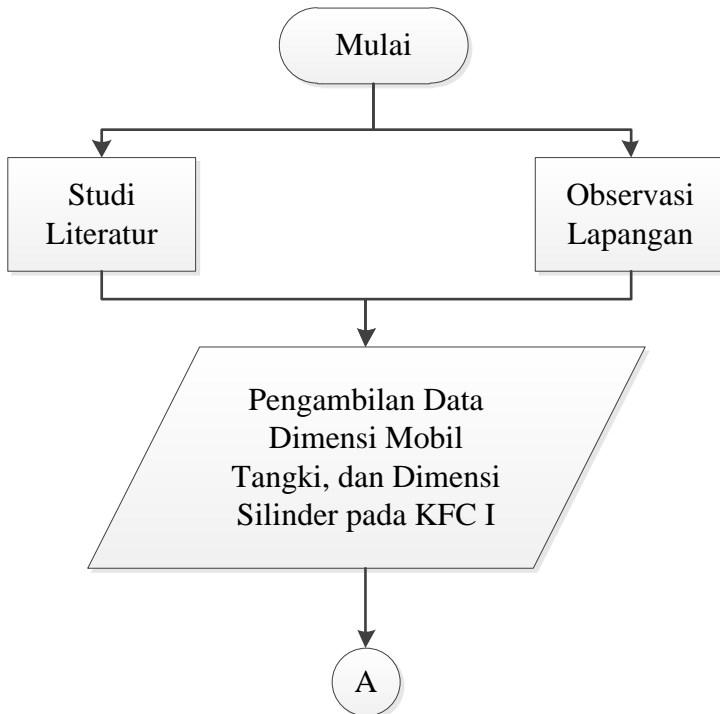
Software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0 merupakan sebuah aplikasi (program komputer) yang berjalan pada operating sistem windows yang memiliki fungsi sebagai simulasi untuk rangkaian pneumatik. Program festo fluidsim dapat mensimulasikan rangkaian pneumatik murni dan elektro pneumatik. Sehingga dapat memudahkan penggunaanya membuat rangkaian.

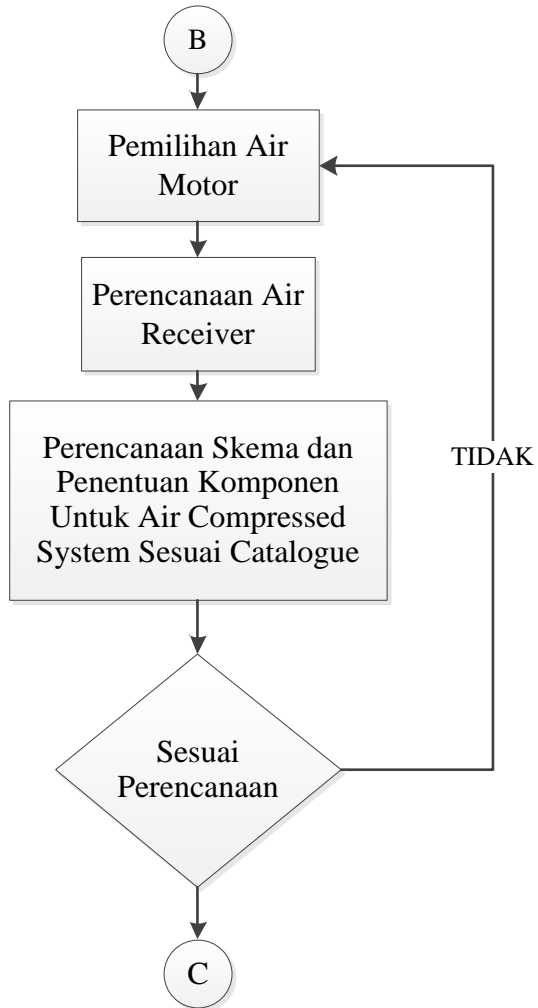
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

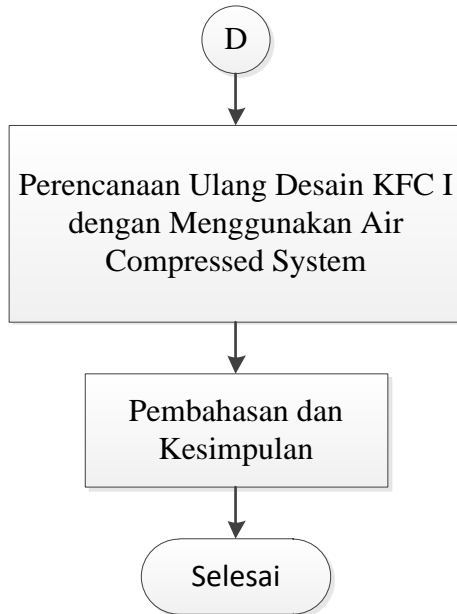
Untuk dapat mengetahui proses perencanaan air compression system pada KFC III, maka pada bab ini akan dibahas mengenai metodologi dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahap yang digambarkan dalam diagram alir berikut :







Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan

3.2 Penjelasan Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Tugas akhir Perencanaan Air Compression System Untuk Menggerakkan Air Motor *Pada Kinetic Flywheel Conversion I* (KFC I) di Terminal BBM Surabaya Group – Pertamina Surabaya, memiliki metode dan tahapan sebagai berikut :

3.2.1 Studi Literatur

Pada tahapan studi literatur, penulis mencoba memahami permasalahan yang berkaitan khususnya pengaruh perencanaan *air compression system* terhadap kinerja alat Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I).

Dengan studi literatur ini penulis dapat menganalisa menegnai pemilihan *air receiver* dan pemilihan air motor.

Studi literatur ini dilakukan di perpustakaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, diskusi dengan mentor, dosen pembimbing, serta pihak lapangan. Untuk menambah referensi, media internet juga digunakan sebagai sumber pengetahuan.

3.2.2 Observasi Lapangan

Observasi dan identifikasi lapangan dilakukan guna mengetahui permasalahan pokok yang nantinya mampu dipelajari dan dianalisis sebagai topik tugas akhir. Dalam perencanaan *air compression system*, penulis membutuhkan data dimensi mobil tangki Pertamina, dan dimensi silinder pada KFC I sehingga mampu menghasilkan perhitungan yang sesuai dan actual. Sedangkan data pendukung digunakan untuk menentukan langkah – langkah perhitungan yang diambil dari *textbook*.

3.2.3 Pengambilan Data

Dari studi literatur dan observasi mengenai Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I), dilakukan pengambilan data pada Terminal BBM Pertamina – Surabaya Group. Data yang dibutuhkan dalam analisa adalah :

1. Dimensi Mobil Tangki
 - Panjang Kendaraam
 - Wheelbase 1
 - Wheelbase 2
 - Wheelbase 3
 - Wheelbase 4
 - Lebar Kendaraan
 - Tinggi Head Truck
 - Tinggi Tangki
 - Berat Kosong
 - Berat Kepala Truk
 - Berat Tangki

- Wheelbase 1 (x_1)
 - Wheelbase 2 (x_2)
 - Wheelbase 3 (x_3)
2. Dimensi Silinder Single Acting
- Panjang Langkah
 - Diameter Silinder
 - Diameter Rod

3.2.4 Pemilihan Air Motor

Dalam proses perencanaan *air compression system* pada KFC I, syarat pemilihan air motor adalah mengetahui besar torsi minimal yang dibutuhkan. Hal tersebut disesuaikan dengan analisa perhitungan transmisi *pulley* dan *belt* yang terdapat pada satu poros dengan *air motor*. Pemilihan *air motor* berdasarkan perhitungan Tugas Akhir Yulita Dea Novitasari, 2018.

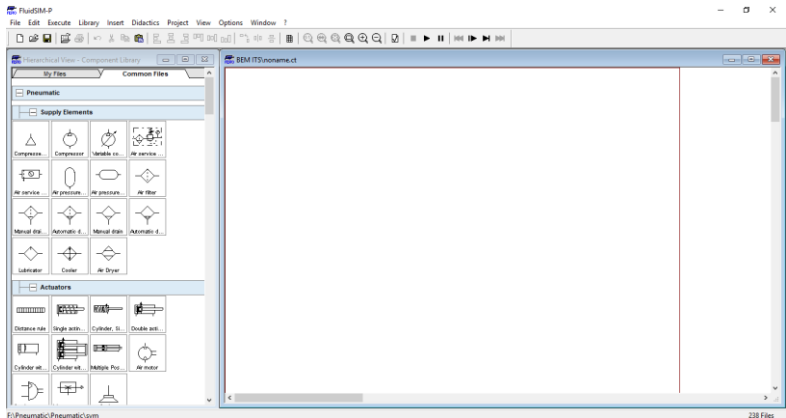
3.2.5 Pemilihan Air Receiver

Setelah mendapatkan data mengenai *air motor*, didapatkan data tekanan yang disesuaikan dengan catalogue. Sehingga ukuran *air receiver* yang dipilih harus memiliki ukuran (tekanan dan kapasitas) lebih lebih besar daripada *air motor* agar putaran yang dihasilkan menjadi kontinyu.

3.2.6 Perencanaan Skema dan Penentuan Komponen Untuk Air Compressed System Sesuai Catalogue

Untuk membuktikan skema cara kerja yang telah direncanakan oleh penulis dapat bekerja atau tidak saat diaplikasikan di lapangan, digunakan software *Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0*. Karena software ini digunakan sebagai program pendukung untuk demo simulasi aliran fluida (angin atau udara) pada sistem pneumatik atau pada kasus ini merupakan *air compressed system*.

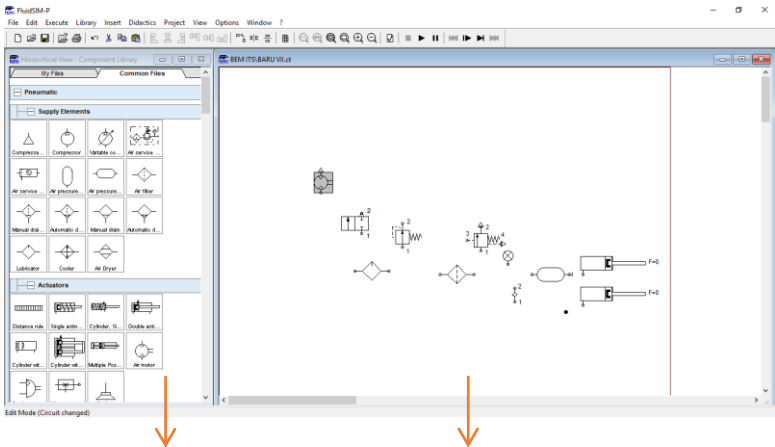
- a. Buka software *Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0* kemudian klik menu file pilih *new* dan akan muncul tampilan sebagai berikut :



Gambar 3.2 Tampilan Awal *software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0*

b. Pilih komponen pneumatik yang dibutuhkan dalam perencanaan *air compressed system* pada kolom paling kanan (*component library*) dengan cara *drag and drop* pada *work space*.

Pada perencanaan tugas akhir ini dibutuhkan beberapa komponen diantaranya silinder *single acting*, *air pressure reservoir*, *check valve*, *pressure gauge*, *safety valve*, *Filter Regulator Lubricator (FRL)*, *globe valve* (kran pembuang).

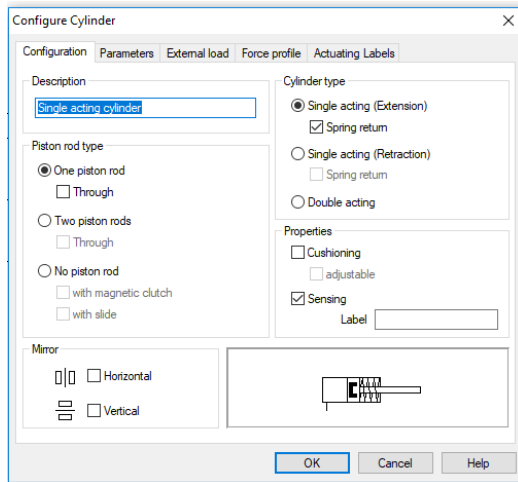


Componen Library

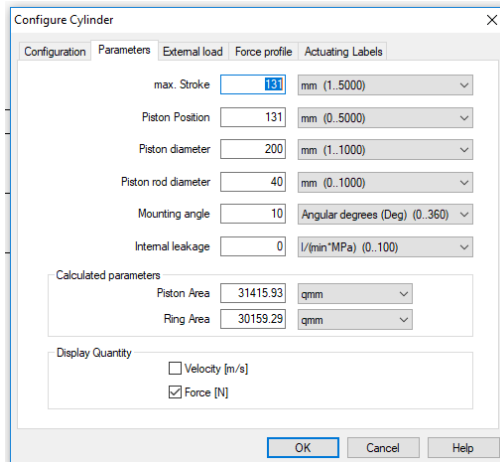
Work Space

Gambar 3.3 Tampilan Pemilihan Komponen pada *software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0*

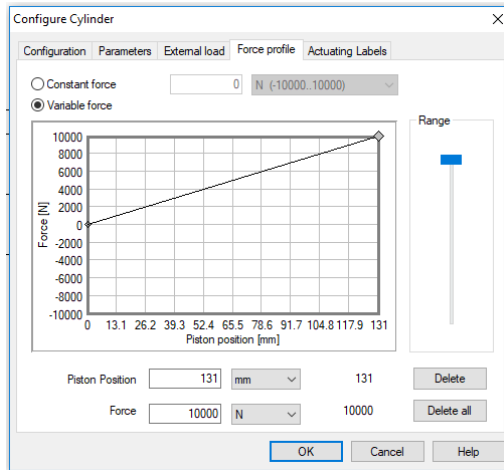
- c. Isi spesifikasi komponen dengan cara *double-click* masing-masing komponen.
 - *Cylinder Single Acting*
Untuk *Cylinder Single Acting*, ada beberapa spesifikasi yang perlu dilengkapi diantaranya yang perlu dipilih *piston rod type one piston rod*, *parameters* yang berisi mengenai data dimensi silinder, dan *force profile* dipilih *variable control* agar dapat mengetahui konfigurasi gaya yang diberikan lalu klik OK.



Gambar 3.4 Konfigurasi Jenis Silinder

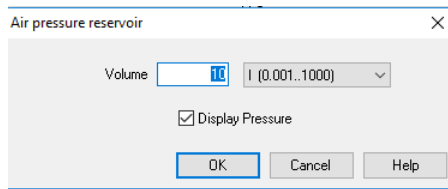


Gambar 3.5 Konfigurasi Dimensi Silinder



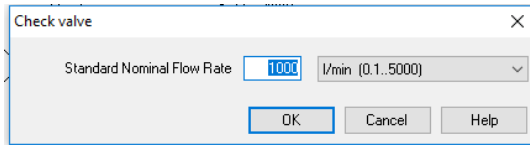
Gambar 3.6 Konfigurasi Force Profile Silinder

- *Air Pressure Reservoir* atau *Air Receiver*
Untuk *Air Pressure Reservoir* atau *Air Receiver* dilakukan konfigurasi pemilihan kapasitas lalu klik OK.



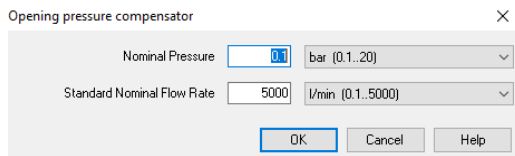
Gambar 3.7 Konfigurasi Kapasitas *Air Pressure Reservoir*

- *Check Valve*
Untuk *check valve* hanya diisi input pada kolom flow rate lalu klik OK.



Gambar 3.8 Konfigurasi *check valve*

- *Opening Pressure Compensator*
 Untuk *Opening Pressure Compensator* pada penulisan Tugas Akhir ini berfungsi sebagai *Pressure Relieve Valve* pada kolom yang tersedia diisi *nominal pressure* dan *standard nominal flow rate* lalu klik OK.



Gambar 3.9 Konfigurasi *Opening Pressure Compensator*

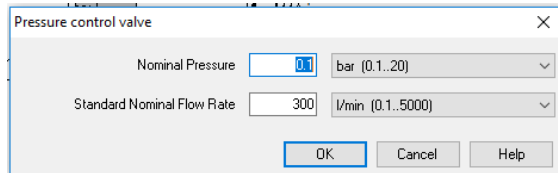
- *Filter Regulator Lubricator (FRL)*
 Pada komponen *Filter Regulator Lubricator (FRL)* software *Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0* tersedia dalam bentuk terpisah dengan konfigurasi berbeda-beda.
Air Filter
 Pada komponen *air filter* diisi konfigurasi pada kolom *standard nominal rate* lalu klik OK.



Gambar 3.10 Konfigurasi *Air Filter*

Pressure Control Valve

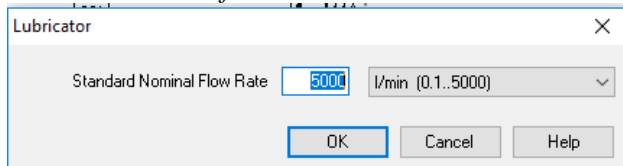
Pada penulisan Tugas Akhir ini *pressure control valve* sebutan dari *regulator* dengan konfigurasi input *nominal pressure* dan *standard nominal flow rate* lalu klik OK.



Gambar 3.11 Konfigurasi *Pressure Control Valve*

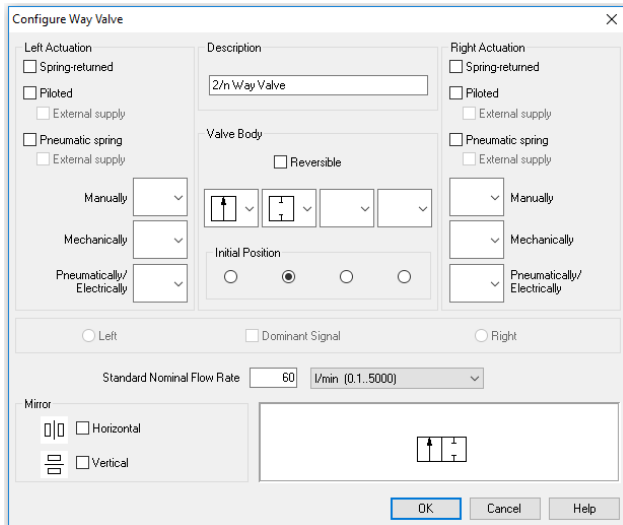
Lubricator

Pada komponen *lubricator* diisi pada kolom *standard nominal flow rate* lalu klik OK.



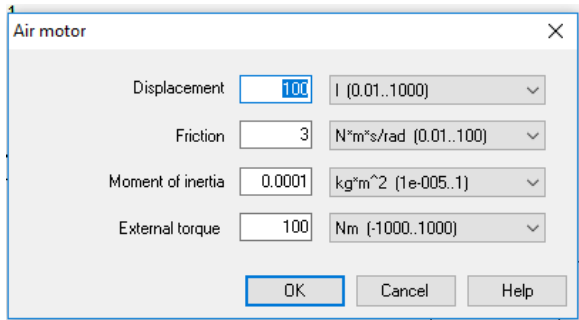
Gambar 3.12 Konfigurasi *Lubricator*

- *Way Valve*
Untuk komponen *way valve* diisi pada *initial position* dan dipilih pada pilihan kedua lalu pilih OK.



Gambar 3.13 Konfigurasi *Way Valve*

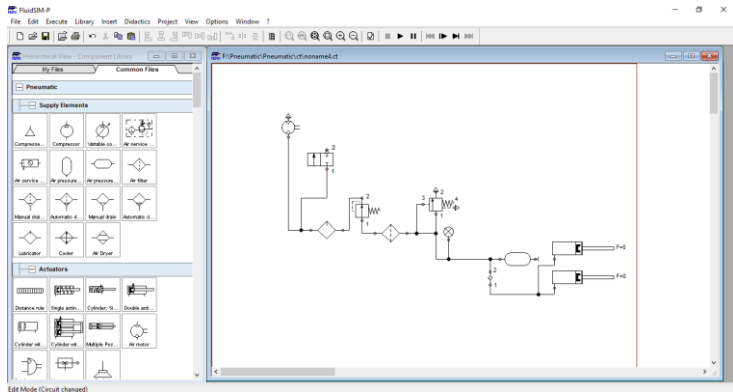
- *Air Motor*
Pada komponen *air motor* dilakukan pengisian data pada *external torque* lalu klik OK.



Gambar 3.14 Konfigurasi *Way Valve*

Kemudian setelah menentukan skema cara kerja, dilakukan pemilihan komponen yang cocok digunakan untuk instalasi *air compressed system* pada *Kinetic Flywheel Conversion I* (KFC I) sesuai dengan catalogue.

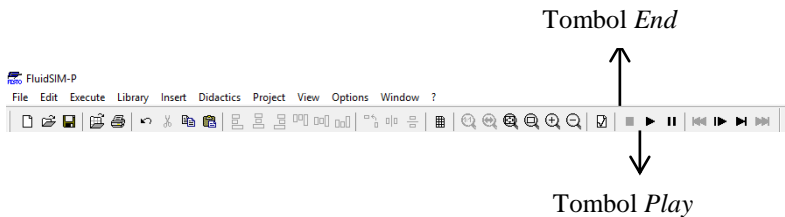
- d. Ketika telah melakukan konfigurasi pada masing-masing komponen maka langkah selanjutnya adalah menyambungkan sesuai dengan urutan kerja. Dengan cara menarik garis yang telah tersedia pada masing-masing komponen.



Gambar 3.15 Hasil Rangkaian Skema pada *software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0*

e. Mensimulasikan Skema *Air Compressed System*

Untuk mengetahui apakah dengan komponen dan rangkaian yang telah direncanakan dapat berjalan, maka dilakukan simulasi dengan menekan tombol *play* disisi atas *software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0* dan tombol *end* untuk mengakhiri proses.



Gambar 3.16 Tombol pada *software Pneumatic Simulation Festo Fluidsim 4.0*

Komponen yang dibutuhkan pada instalasi *air compressed system* adalah sebagai berikut :

1. Selang

Pada instalasi *air compressed system* digunakan selang karena lebih fleksible, pemasangan dan proses perawatan yang mudah.

Jenis : Flexible Hoses (NPT Threaded)

Part Number : 1312 1009 51

Diameter : $\frac{3}{4}$ "



Gambar 3.17 Selang
(Sumber : *The Ultimate Piping Solution AIRNET, Production Catalog Atlas Coppo*)^[15]

2. *Socket*

Socket pada instalasi *air compressor system* digunakan untuk menyambungkan pipa atau selang.

Code : 26 $\frac{3}{4}$
ALT Code : 3000 $\frac{3}{4}$
Deskripsi : socket $\frac{3}{4}$



Gambar 3.18 *Socket*
(Sumber : *Infinity HVAC Edition Catalogue, 2016*)^[12]

3. Nipple
Code : 27 $\frac{3}{4}$
ALT Code : 2000 $\frac{3}{4}$
Deskripsi : Nipple $\frac{3}{4}$ ''



Gambar 3.19 Nipple

(Sumber : *Infinity HVAC Edition Catalogue, 2016*)^[12]

4. Filter Regulator Lubricator
- | | |
|---------------------------|---|
| Code | : IN – FRL2000- $\frac{1}{4}$ |
| Size | : Mini |
| Deskripsi | : OU Filter Reg Lubricator $\frac{1}{4}$ '' |
| Port Size | : $\frac{1}{4}$ '' |
| Grade of Filtration | : 40 μm |
| Pressure Regulation Range | : 0,5 – 1,2 bar |



Gambar 3.20 Filter Regulator Lubricator
(Sumber : *Infinity HVAC Edition Catalogue, 2016*)^[12]

5. Pressure Relief Valve
Series Number : 19KDD
Pressure : 15 – 300 psig



Gambar 3.21 Pressure Relief Valve
(Sumber : *Safety Valve ASME Sections I & VIII Catalogue*)^[13]

6. Bronze Air Check Valves
Katup jenis ini mencegah aliran balik udara dari tangki atau *air receiver* ke sumber udara bertekanan. Memungkinkan udara mengalir dalam satu arah saja.

Umumnya digunakan di saluran pembuangan dari pompa ke tangki.

Item No : 82783
Inlet/Outlet : $\frac{3}{4}$ " NPT



Gambar 3.22 Check Valve

(Sumber : SchraderAir – Air Solutions Catalogue)^[14]

7. Pressure Gauge

Range : 0 – 300 psi
Item No : 283495
Deskripsi : Bottom Mount

283495



Gambar 3.23 Pressure Gauge

(Sumber : SchraderAir – Air Solutions Catalogue)^[14]

8. Ball Valve

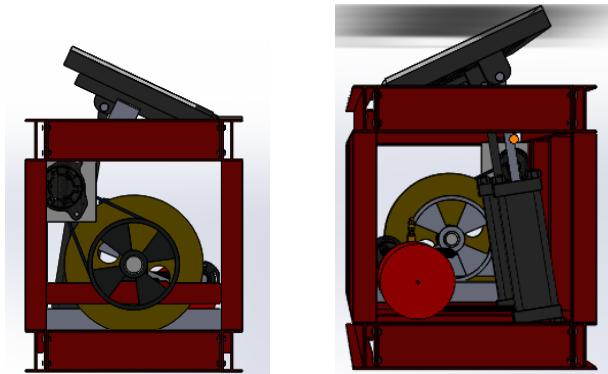
Tube to male thread BSP
Code : INBV25 – $\frac{3}{4}$
ALT Code : 90720 25 – $\frac{3}{4}$

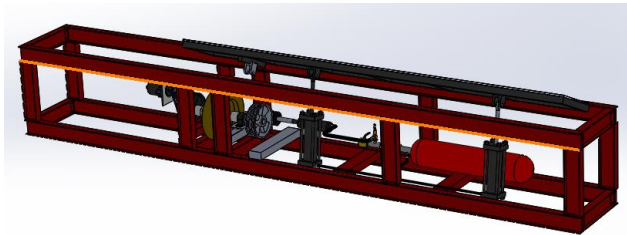
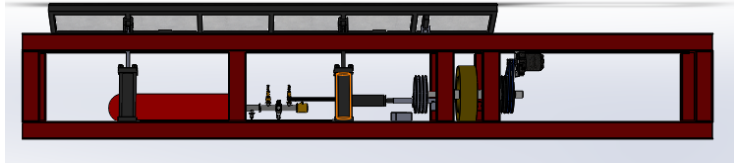
Deskripsi : Ball Valve 25 x 3/4"



Gambar 3.24 Ball Valve
(Sumber : *Infinity HVAC Edition Catalogue, 2016*)^[12]

3.2.7 Perencanaan Desain *Kinetic Flywheel Conversion I* Menggunakan Air Compression System





Gambar 3.25 Hasil perencanaan alat KFC

3.2.8 Pembahasan dan Kesimpulan

Setelah didapatkan seluruh data dimensi mobil tangki, dimensi silinder, spesifikasi air receiver dan air motor sesuai dengan catalog. Maka dilakukan perencanaan instalasi *air compressed system* dan desain KFC I.

Pada bagian ini mempermudah untuk menarik kesimpulan dari Tugas Akhir yang dikerjakan oleh penulis.

3.3 Prinsip Kerja KFC I

Kinetic Flywheel Conversion (KFC) adalah suatu alat yang memanfaatkan energi kinetik yang bersumber dari pijakan mobil tangki pertamina . Mobil tangki pertamina melewati KFC dengan kecepatan maksimal 10 km/jam. Udara bertekanan yang bersumber dari pijakan mobil tangki akan disalurkan melalui *air receiver* untuk disimpan secara sementara. Apabila tekanan yang

masuk telah mencapai kapasitas maksimum dengan waktu tertentu, *pressure relief valve* akan membuang udara bertekanan yang berlebih menuju lingkungan. Udara yang dibutuhkan oleh *air motor* sebelumnya akan melewati *Filter Regulator Lubricator* (FRL) sehingga udara yang masuk telah dipisahkan dengan air. Udara bertekanan akan menggerakkan *airmotor* dan menggerakkan *flywheel* untuk memutar alternator. Dari alternator tersebut menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus listrik searah (DC) lalu kemudian disimpan ke accumulator (baterai) setelah baterai terisi penuh, akan digunakan untuk penerangan lampu di area Terminal BBM Surabaya Grup – Pertamina Perak.

3.4 Prosedur Pengoperasian KFC I

Sebelum mesin dioperasikan jangan lupa periksa :

- a) Alternator tidak ada halangan untuk berputar
- b) Flywheel dalam keadaan siap berputar
- c) Pijakan tidak terganjal
- d) Kabel Aki (merah <+>, hitam <->)
- e) Pastikal kabel Aki dalam Box terhubung dengan kabel sumber ke control panel
- f) Panel instrument sudah dalam posisi on
- g) Mobil tanki melewati Kinetic Flywheel Conversion
- h) Landasan permukaan ditekan oleh mobil tanki
- i) *Silinder single acting* menekan udara sehingga menjadi udara bertekanan
- j) Udara bertekanan dari silinder akan masuk menuju ke *air receiver*.
- k) Jika udara bertekanan yang masuk melebihi kapasitas dengan waktu tertentu, maka udara akan keluar melalui PRV (*Pressure Relief Valve*)
- l) Udara disaring dengan FRL (*Filter Lubricator Regulator*) untuk memisahkan udara dari air.
- m) Udara bertekanan akan menggerakkan air motor

- n) Air motor akan memutar puli kecil yang terhubung dengan *v-belt* ke puli besar.
- o) Puli besar berada satu poros dengan *flywheel* sehingga *flywheel* berputar dengan putaran yang sama.
- p) *Flywheel* akan menyimpan energi untuk menstabilkan putaran pada puli setelahnya yang terhubung dengan –belt ke puli kecil
- q) Puli kecil berada satu poros dengan alternator dan membuat alat tersebut berputar dan menghasilkan sumber energi
- r) Alternator yang berputar menghasilkan arus bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus searah (DC)
- s) Kemudian arus listrik disimpan di aki (baterai)
- t) Setelah baterai terisi penuh baru nanti mampu digunakan untuk penerangan lampu di area Terminal BBM Surabaya Grup – Pertamina Perak.

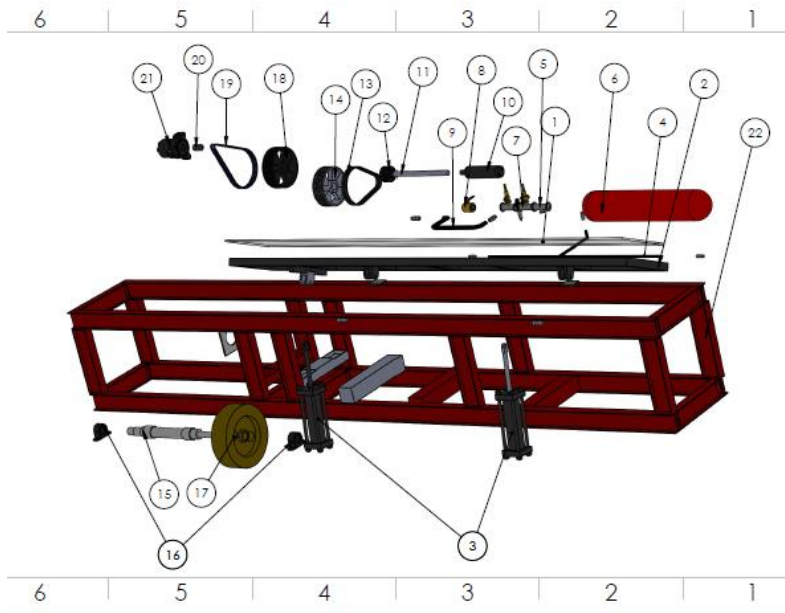
Cara Mematikan Kinerja Pada Alat :

- a) Lepas accumulator dari sambungan panel instrument
- b) Posisikan panel pada status OFF

3.5 Keunggulan Alat *Kinetic Flywheel Conversion I* Menggunakan *air compressed system*

- a. Menghemat biaya tagihan listrik di area TBBM Surabaya
- b. Memanfaatkan energy yang terbuang
- c. Memiliki kontruksi yang kuat
- d. Bisa bertahan sampai 2-3 tahun kedepan
- e. Daya yang dihasilkan lumayan besar
- f. Input menjadi kontinyu sehingga daya yang dihasilkan dapat maksimal

3.6 Komponen Alat *Kinetic Flywheel Conversion* I



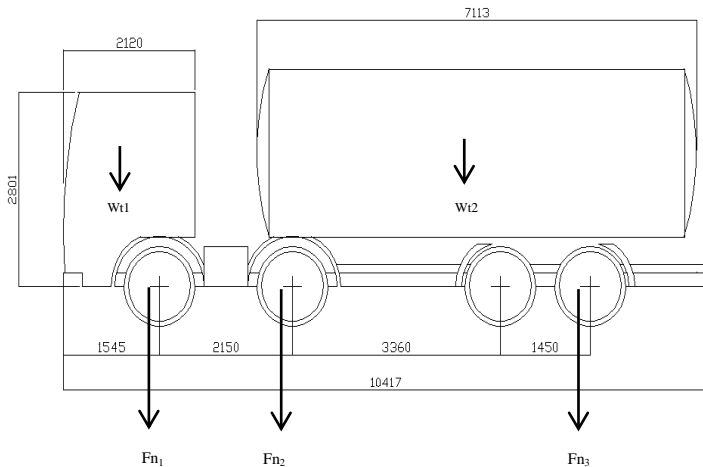
Gambar 3.26 Komponen pada *Kinetic Flywheel Conversion*

1. Tutup alat / pijakan
2. Selang
3. *Silinder Single Acting*
4. Selang dari silinder ke *air receiver*
5. Sambungan pipa
6. *Air receiver*
7. PRV (*Pressure Relief Valve*)
8. Keran pembuangan

9. Selang
10. *Air motor*
11. Poros *air motor* dan puli
12. Puli yang terhubung dengan *air motor* (P_4)
13. *V-belt*
14. Puli yang terhubung dengan *v-belt* ke puli kecil
15. Poros
16. Bantalan (*bearing*)
17. *Flywheel*
18. Puli besar (P_2)
19. *V-belt*
20. Poros alternator dengan puli kecil (P_1)
21. Alternator
22. Rangka KFC I

BAB IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

Pada bab ini akan dijabarkan tentang perhitungan pada mobil tangki Pertamina 24 kL. Perhitungan ini menggunakan batasan yaitu mobil tangki Pertamina 24 kL melaju pada kecepatan 10 km/jam dan jarak antara mobil satu dengan yang lainnya adalah 25 meter.



Gambar 4.1. Dimensi Mobil Tanki

4.1 Spesifikasi Mobil Tangki Pertamina 24 kL

Berikut ini adalah data spesifikasi mobil tangki 24 kL Pertamina yang digunakan dalam perhitungan :

1. Panjang Kendaraan : 10147 mm
2. Wheelbase 1 : 1545 mm
3. Wheelbase 2 : 2150 mm
4. Wheelbase 3 : 4810 mm
5. Wheelbase 4 : 1912 mm
6. Lebar Kendaraan :
7. Tinggi Head Truck : 2801 mm
8. Tinggi Tangki :

9. Berat Kosong : 8510 kg

4.2 Menentukan Titik Berat Kendaraan

Analisa titik berat ini menggunakan sumbu x dan sumbu y dan posisi mobil tangki pertamina menghadap ke arah alat Kinetic Flywheel Conversion (KFC) 2.

Titik berat mobil tangki pertamina 24 kL dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian kepala dan bagian ekor. Untuk mengetahui titik berat mobil tangki pertamina

Diketahui :

$$\text{Wheelsbase 1 } (x_1) = 1545 \text{ mm}$$

$$\text{Wheelsbase 2 } (x_2) = 2150 \text{ mm}$$

$$\text{Wheelsbase 3 } (x_3) = 4810 \text{ mm}$$

W_1 = Berat tangki

$$= m \cdot g$$

$$= 1880 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= 18442,8 \text{ N}$$

W_2 = Berat head truck

$$= m \cdot g$$

$$= 5630 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= 55230,3 \text{ N}$$

4.2.1 Menentukan Titik Berat Bagian Kepala

Mencari titik berat bagian kepala kendaraan mobil tanki pertamina 24 kL di sumbu x

$$\chi = \frac{\sum \chi' A'}{\sum A'}$$

Dimana,

χ = Titik berat yang berada pada sumbu x

A' = Luas bangunan (m)

Pada Sumbu χ

$$\chi = \frac{\sum \chi' A'}{\sum A'}$$

$$\chi = \frac{\chi_{head} \cdot A_{head} + \chi_{rodal}}{A_{head} + A_{rodal}}$$

$$\chi = \frac{[91026,55mm](2053mm \times 2293mm) + (1545mm \times 3,14(508^2 mm))}{\left[(p \times l) + \left(\frac{1}{2} - at \right) \right] + \pi r^2}$$

$$\chi = \frac{[(1026,55 mm) (p \times l)] + \left[480 mm \left(\frac{1}{2} at \right) \right] + (1545 mm \times 3,14 (508^2 mm))}{\left[(p \times l) + \left(\frac{1}{2} at \right) \right] + \pi r^2}$$

$$\chi = \frac{[(1026,55mm)(2053mm \times 2293mm)] + \left[480mm \left(\frac{1}{2} 960mm \times 841,5 mm \right) \right] + (1545mm \times 3,14(508mm^2))}{\left[(2053mm \times 2293 mm) + \left(\frac{1}{2} 960mm \times 841,5 mm \right) \right] + [3,14(508mm^2)]}$$

$$\chi = \frac{4832278519 mm^3 + 193881600 mm^3 + 1251945883 mm^3}{4707529 mm^2 + 403920 mm^2 + 810320,96 mm^2}$$

$$\chi = \frac{6278106002 mm^3}{5921769,96 mm^2}$$

$$\chi_1 = 1060,17 mm$$

Mencari titik berat bagian kepala kendaraan mobil tanki pertamina 24 kL di sumbu y

$$y = \frac{\sum y' A'}{\sum A'}$$

Dimana,

y = Titik berat yang berada pada sumbu y

A' = Luas bangunan (m)

4.2.2 Menentukan Titik Berat Mobil Tangki

Mencari titik berat mobil tangki pertamina 24 kL di sumbu x adalah :

$$\chi = \frac{\sum \chi' A'}{\sum A'}$$

Dimana,

x = Titik berat yang berada pada sumbu x

A' = Luas bangunan (m)

Pada Sumbu χ

$$\chi = \frac{\sum \chi' A'}{\sum A'}$$

$$\chi = \text{sumbu } x_{\text{head}} + \left[\frac{\chi_{\text{roda2}} \cdot A_{\text{roda2}} + \chi_{\text{roda3}} \cdot A_{\text{roda3}} + \chi_{\text{tanki}} \cdot A_{\text{tanki}}}{2A_{\text{roda}} + A_{\text{tan ki}}} \right]$$

$$\chi = 1060,17 \text{ mm} + \left[\frac{(3695 \text{ mm})(3,14(508 \text{ mm}))^2 + (8505 \text{ mm})(3,14(508 \text{ mm}))^2 + (3565,5 \text{ mm})(7133 \text{ mm} \times 2636 \text{ mm})}{2(3,14(508 \text{ mm})^2) + (7113 \text{ mm} \times 2636 \text{ mm})} \right]$$

$$\chi = 1060,17 \text{ mm} + \left[\frac{2994135,94 \text{ mm}^3 + 6891779765 \text{ mm}^3 + 6685265435 \text{ mm}^3}{1620641,92 \text{ mm}^2 + 18749868 \text{ mm}^2} \right]$$

$$\chi = 1060,17 \text{ mm} + \left[\frac{7374742825 \text{ mm}^3}{20370509,92 \text{ mm}^2} \right]$$

$$\chi = 1060,17 \text{ mm} + 3620,30 \text{ mm}$$

$$\chi_2 = 4680,47 \text{ mm}$$

Mencari titik berat mobil tangki pertamina 24 kL di sumbu y

$$y = \frac{\sum y' A'}{\sum A'}$$

Dimana,

y = Titik berat yang berada pada sumbu y

A' = Luas bangunan (m)

Maka :

Bagian Kepala

Titik x : 1060,17 mm

Titik y : -

Mobil Tangki

Titik x : 4680,47 mm

Titik y : -

4.2.3 Perhitungan Gaya Normal Pada Ban Depan dan Ban Belakang Mobil Tangki



Gambar 4.2 Free Body Diagram Mobil Tangki

$$+ \rightarrow \sum F_x = 0$$

$$Fn_1 \cos 80^\circ = 0 \dots\dots\dots(\text{persamaan 1})$$

$$+ \rightarrow \sum F_y = 0$$

$$Fn_1 \sin 80^\circ + Fn_2 - W_1 - W_2 = 0$$

$$Fn_1 \sin 80^\circ + Fn_2 = W_1 + W_2$$

$$Fn_1 \sin 80^\circ + Fn_2 = W_1 + W_2$$

$$Fn_1 \sin 80^\circ + Fn_2 = \left(5630 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) + \left(1880 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$Fn_1 \sin 80^\circ + Fn_2 = 55230,3 \text{ N} + 18442,8 \text{ N}$$

$$Fn_1 \sin 80^\circ + Fn_2 = 73673,1 \text{ N}$$

$$0,98Fn_1 + Fn_2 = 73673,1 \text{ N} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2})$$

$$+ \sum M = 0 \text{ (arah counter clockwise)}$$

$$Fn_1 \sin 80^\circ (1545mm) + Fn_2 (8505mm) - W_1(\chi_1) - W_2(\chi_2) = 0$$

$$Fn_1 (1514,1mm) + Fn_2 (8505mm) - 55230,3N (1060,17mm) - 18442,8N (4680,47mm) = 0$$

$$Fn_1 (1,5141m) + Fn_2 (8,505m) - 55230,3N (1,06017m) - 18442,8N (4,68047m) = 0$$

$$Fn_1 (1,5141m) + Fn_2 (8,505m) - 55230,3N (1,06017m) - 18442,8N (4,68047m) = 0$$

$$Fn_1 (1,5141m) + Fn_2 (8,505m) - 58553,50Nm - 86320,97Nm = 0$$

$$Fn_1 (1,5141m) + Fn_2 (8,505m) - 144874,47Nm = 0$$

$$Fn_1 (1,5141m) + Fn_2 (8,505m) = 144874,4Nm$$

$$Fn_1 + Fn_2 (5,6171) = 95683,55N$$

$$Fn_1 = 95683,55N - Fn_2 (5,6171) \dots \dots \dots \text{(Persamaan 1)}$$

Menggunakan persamaan 1 dan 3

$$Fn_1 \cos 80^\circ = 0 \dots \dots \dots \text{(Persamaan 1)}$$

$$Fn_1 = 95683,55N - Fn_2 (5,6171) \dots \dots \dots \text{(Persamaan 3)}$$

Maka,

$$[95683,55N - Fn_2 (5,6171)] \cos 80^\circ = 0$$

$$[95683,55N - Fn_2 (5,6171)] 0,17 = 0$$

$$10018,18N - 0,9753 Fn_2 = 0$$

$$10018,18N = 0,9753 Fn_2$$

$$Fn_2 = 10271,89 N$$

Sehingga,

$$Fn_1 = 95683,55N - Fn_2 (5,6171)$$

$$Fn_1 = 95683,55N - 10271,89 N (5,6171)$$

$$Fn_1 = 95683,55N - 57698,23N$$

$$Fn_1 = 95683,55N - 57698,23N$$

$$Fn_1 = 37985,32N$$

Dapat disimpulkan bahwa Fn_1 adalah gaya normal yang terjadi pada ban depan dan Fn_2 adalah gaya normal yang terjadi pada ban belakang.

4.3 Perhitungan Tekanan Maksimum Pada Silinder

Untuk mengetahui tekanan maksimum yang terjadi pada silinder saat sekali injakan pada truk 24 kl, menggunakan gaya Normal yang terjadi pada ban depan dan ban belakang truk.

Dengan data yang diketahui :

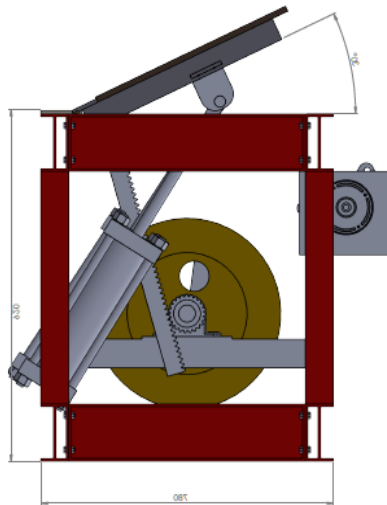
$F_{n_1} = 37985,32\text{N}$ (Gaya tekan yang mengenai silinder oleh ban depan)

$F_{n_2} = 10271,89\text{ N}$ (Gaya tekan yang mengenai silinder oleh ban belakang)

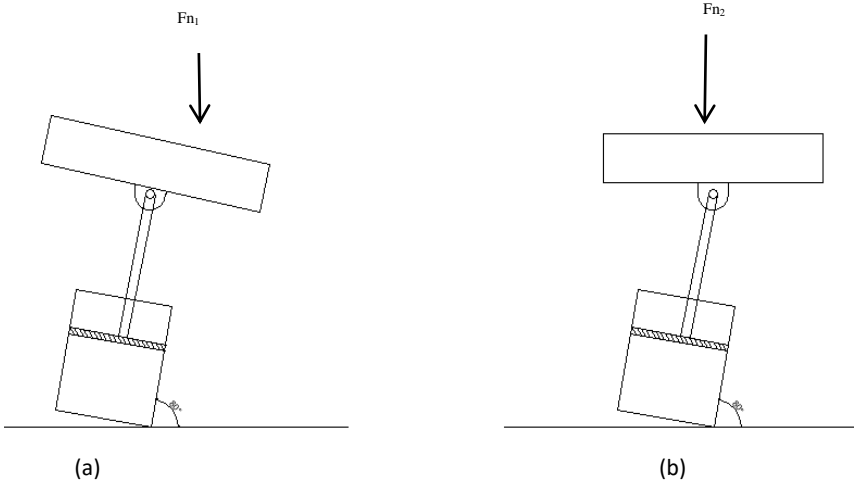
$d_{\text{rod}} = 40\text{ mm}$

$d_{\text{silinder}} = 200\text{ mm}$

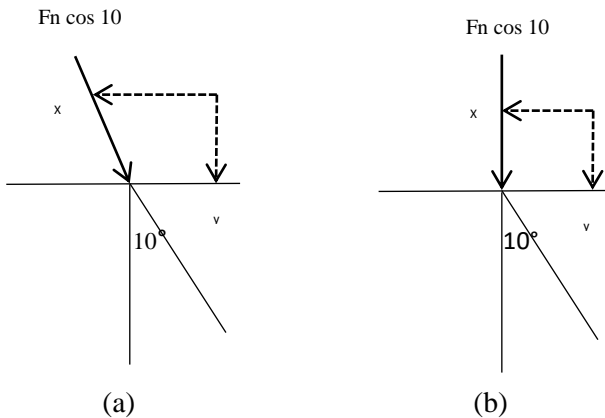
$l = 131\text{ mm}$ (Panjang langkah)



Gambar 4.3 Silinder saat di Lapangan



Gambar 4.4 Gambar (a) Keadaan silinder belum terkena injakan. Gambar (b) Keadaan silinder setelah dikenai injakan.



Gambar 4.5 Gambar (a) Free Body Diagram Silinder Sebelum Terkena Injakan. Gambar (b) Free Body Diagram Silinder Setelah Terkena Injakan

Dari *Free Body Diagram* dapat disimpulkan bahwa gaya normal yang terjadi pada injakan ban truk sama dengan gaya tekan yang terjadi pada silinder. Maka dapat disimpulkan bahwa :

$$F_{n1} = F_a \text{ (Ban Depan)}$$

$$F_{n2} = F_b \text{ (Ban Belakang)}$$

- a. Perhitungan Tekanan Pada Ban Depan Sesuai Dengan Free Body Diagram

$$+\uparrow \sum Fy = 0$$

$$Fa - Fs \cos 10^\circ = 0$$

$$Fa = Fs \cos 10^\circ$$

$$37985,32N = Fs \cos 10^\circ$$

$$Fs = \frac{37985,32N}{\cos 10^\circ}$$

$$Fs = \frac{37985,32N}{0,98}$$

$$Fs = 38760,53 N$$

Maka, sesuai dengan persamaan perhitungan tekanan pada silinder oleh ban depan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{(sesuai dengan persamaan)}$$

Dimana :

$$P = \text{Tekanan (N/m}^2\text{)}$$

$$F = \text{Gaya (N)}$$

$$A = \text{Luas Penampang (m}^2\text{)}$$

Dari data yang telah diketahui, maka tekanan yang bekerja pada silinder saat diinjak oleh ban depan truk adalah dapat dihitung sebagai berikut :

$$P = \frac{Fs}{A}$$

$$P = \frac{Fs}{\frac{1}{4}\pi D^2}$$

$$P = \frac{38760,53 N}{\frac{1}{4}(3,14)(0,2m)^2}$$

$$P = \frac{5375,86 N}{0,0628 m^2}$$

$$P = 617205,89 \frac{N}{m^2} / \text{Pa}$$

$$P = 6,1720589 \text{ bar}$$

Jadi, tekanan maksimal pada saat KFC I dikenai injakan ban depan adalah 6,17 bar.

- b. Perhitungan Tekanan Pada Ban Belakang Sesuai Dengan Free Body Diagram

$$+ \uparrow \sum y = 0$$

$$F_a = F_s \cos 10^\circ$$

$$10271,89 \text{ N} = F_s \cos 10^\circ$$

$$F_s = \frac{10271,89 \text{ N}}{0,98}$$

$$F_s = 10481,52 \text{ N}$$

Maka, sesuai dengan persamaan perhitungan tekanan pada silinder oleh ban depan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (\text{sesuai dengan persamaan})$$

Dimana :

P = Tekanan (N/m^2)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (m^2)

Dari data yang telah diketahui, maka tekanan yang bekerja pada silinder saat diinjak oleh ban belakang truk adalah dapat dihitung sebagai berikut :

$$P = \frac{F_s}{A}$$

$$P = \frac{F_s}{A}$$

$$P = \frac{F_s}{\frac{1}{4}\pi D^2}$$

$$P = \frac{10481,52 \text{ N}}{\frac{1}{4}(3,14)(0,2 \text{ m})^2}$$

$$P = \frac{10481,52 \text{ N}}{0,0628 \text{ m}^2}$$

$$P = 166903,18 \frac{N}{m^2} / \text{Pa}$$

$$P = 1,6690318 \text{ bar}$$

Jadi, tekanan maksimal pada saat KFC dikenai injakan ban belakang adalah 1,66 bar.

Maka, tekanan maksimum yang diterima oleh silinder adalah $6,17\text{bar} + 1,66\text{bar} = 7,83 \text{ bar}$ atau 115,101 psi.

4.4 Pemilihan Pneumatik Air Motor

Untuk mendapatkan nilai torsi pada *air motor* maka dilakukan perhitungan torsi pada *pulley* karena terletak satu poros dengan *air motor*. Berdasarkan perhitungan Tugas Akhir *Yulita Dea Novitasari*, 2018 didapatkan perincian sebagai berikut :

Mencari kebutuhan torsi pada puli 4 untuk mencari spesifikasi air motor adalah sebagai berikut :

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Dimana :

T_1 : Torsi pada pulley kecil (N.m)

T_2 : Torsi pada pulley besar (N.m)

D_1 : Diameter puli kecil (mm)

D_2 : Torsi pada puli besar (mm)

Diketahui :

T_1 : Torsi pada pulley 1 (N.m)

D_1 : Diameter puli 1 (mm)

D_2 : Torsi pada puli 2 (mm)

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$T_2 = \frac{T_1 \cdot D_1}{D_2}$$

$$T_2 = \frac{18,9 \text{ N.m} \times 95 \text{ mm}}{540 \text{ mm}}$$

$$T_2 = 5,54 \text{ N.m}$$

Maka mencari torsi pada puli 3

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{D_3}{D_2}$$

$$T_3 = \frac{T_2 \cdot D_2}{D_3}$$

$$T_3 = \frac{5,54 \text{ N.m} \times 540 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}$$

$$T_3 = 11,97 \text{ N.m}$$

Maka mencari torsi pada puli 4 yaitu torsi yang digunakan untuk menentukan *air motor*

$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{D_4}{D_3}$$

$$T_4 = \frac{T_3 \cdot D_3}{D_4}$$

$$T_4 = \frac{11,97 \text{ N.m} \times 150 \text{ mm}}{200 \text{ mm}}$$

$$T_3 = 8,9 \text{ N.m}$$

Karena *pulley* dan *airmotor* berada pada satu poros maka torsi yang digunakan adalah sama. Sehingga didapatkan torsi *air motor* sebesar 8,9 N.m

Pada Catalog *Atlas Copco Air Motors* didapatkan *air motor* jenis Vane Motors tipe LZB22 - *L lubrication free* dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4.1 Pemilihan Air Motor
(*Sumber : Catalog Atlas Copco Air Motors*)^[1]

Technical Specs	
Max Output 0,26 HP	Free Speed 1040 rpm
Model Lubrication Free LZB22-L-A011-11	Air Consumption @Max Output 11,2 cfm
Clockwise Rotation (Keyed Shaft)	Weight 0,75 kg
Speed @Max Output 480 rpm	Shaft Loading Code b
Torque @Max Output 5,3 Nm	ATEX code Ex II 2GD c T6 IIC T85°C
Min Starting Torque 10 Nm	Ordering No. 8411 0214 40
Stall Torque 10,6 Nm	Data at air pressure 91 psi

Fungsi *pneumatik air motor* pada Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I) adalah untuk menggerakkan transmisi *pulley* dan *belt* yang akan menggerakkan *flywheel* agar dapat menstabilkan putaran dengan cara menyimpan energi dan momen inersia. Kemudian akan di transmisikan pada alternator yang merubah energi kinetik menjadi listrik. Alternator tersebut digunakan untuk menghidupkan 10 lampu dengan daya masing-masing 60 watt dan bekerja selama 3 - 5 jam.

4.5 Pemilihan Air Receiver

Berdasarkan data rangka Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I) di lapangan didapatkan data dimensi yang dibutuhkan untuk merencanakan *air receiver* adalah sebagai berikut :

- Panjang : 1925mm = 75,78 inch
- Lebar : 780mm
- Diameter silinder : 200mm

Maka, diameter yang diperbolehkan untuk *air receiver* tidak diperbolehkan lebih dari 580mm atau 22,83 inch

- Tinggi : 910mm = 35,82

Sedangkan data yang diperoleh dari *air motor* yang digunakan dalam perencanaan *air receiver* adalah sebagai berikut :

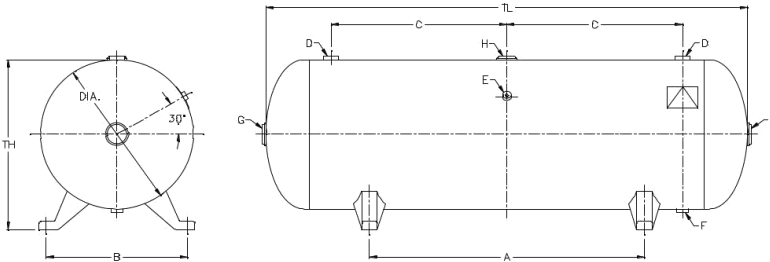
$$P = 91 \text{ psi atau } 6,3 \text{ bar}$$

$$Q = 11,2 \text{ cfm}$$

Sesuai dengan data yang telah diketahui, untuk memenuhi kebutuhan *air motor* maka dipilih *air receiver* dengan tekanan lebih besar agar *air motor* dapat bekerja secara maksimal. Menurut *Catalog PENYWAY Asme Section VIII Pressure Vessels* didapatkan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4.2 *Pemilihan Air Receiver*
(Sumber : *Catalog PENYWAY Asme Section VIII Pressure Vessels*)^[2]

<i>Part</i>	A22420048200 A22420048201
<i>Design Pressure</i>	200 psi
<i>Kapasitas</i>	60 gal
<i>DIA</i>	20 inch
<i>TL</i>	48 inch
<i>TH</i>	$24\frac{3}{4}$



Gambar 4.6 Dimensi Air Receiver
 (Sumber : Catalog PENYWAY Asme Section VIII Pressure Vessels)^[2]

4.5.1 Perhitungan Pengosongan Air Receiver

Setelah didapatkan data spesifikasi *air motor* dan *air receiver*, maka hal yang perlu diperhitungkan adalah lama waktu pengosongan atau pengisian udara yang dialirkan pada *air motor*, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$t = \frac{Vx (P_1 - P_2)}{(Q_{out} - Q_{in})x Pa}$$

(Sumber : Warring, R.H. *Pneumatic Handbook*)^[16]

Dimana :

V = volume tangki penerima (ft³)

t = waktu yang digunakan untuk mengosongkan *air receiver* (min)

Q_{out} = aliran udara keluar yang dibutuhkan oleh penerima atau penggerak (cfm)

Q_{in} = aliran udara yang dibutuhkan oleh *air receiver* (cfm)

P_a = tekanan atmosfer (14,7 psia)

P₁ = tekanan operasi maksimum (psia atau psig) , P₁ dan P₂ keduanya harus dalam satuan absolut atau pengukur)

P_2 = tekanan operasi minimum (psia atau psig)
 P_1 dan P_2 harus dalam satuan absolut atau pengukur.

Dari data yang telah diketahui, maka dapat dihitung dengan rumus :

$$t = \frac{Vx (P_1 - P_2)}{(Q_{out} - Q_{in})x Pa}$$

$$t = \frac{60 \text{ gallons} \times (200 - 91) \text{ psi}}{(11,2 - 0) \text{ cfm} \times 14,7 \text{ psia}}$$

$$t = \frac{60 \times (0,134) \text{ ft}^3 \times (109) \text{ psi}}{(11,2 - 0) \text{ cfm} \times 14,7 \text{ psia}}$$

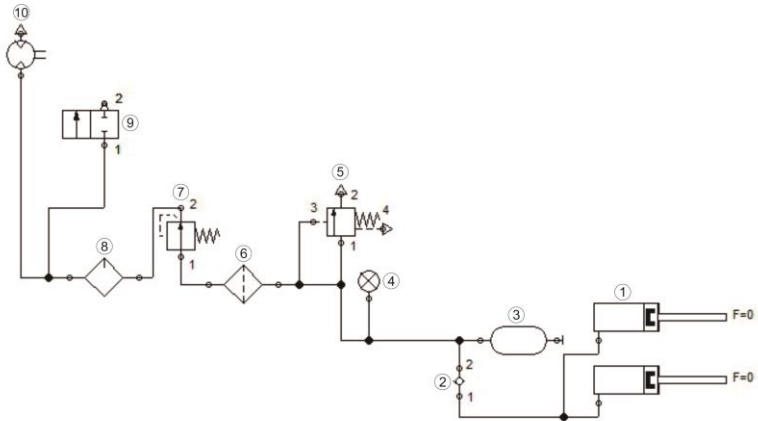
$$t = \frac{8,04 \text{ ft}^3 \times (109) \text{ psi}}{(11,2 - 0) \text{ cfm} \times 14,7 \text{ psia}}$$

$$t = \frac{8,04 \text{ ft}^3 \times (109) \text{ psi}}{(11,2 - 0) \text{ cfm} \times 14,7 \text{ psia}}$$

$t = 5,3 \text{ menit}$

Maka, lama waktu yang dibutuhkan *air receiver* untuk mensuplai udara bertekanan menuju *air motor* adalah 5,3 menit.

4.6 Skema Sirkuit Air Compressed System pada Software Fluidsim



Gambar 4.7 Skema Sirkuit Air Compressed System

Keterangan Skema :

1. Silinder Single Acting
2. Check Valve
3. Air Receiver
4. Pressure Gauge
5. Safety Valve
6. Filter
7. Regulator
8. Lubricator
9. Kran Pembuangan
10. Air Motor

Cara Kerja Sesuai Skema :

- Silinder single acting atau piston mendapatkan beban dari truk yang menyebabkan silinder memiliki gaya tekan dan menghasilkan udara bertekanan.

- Udara bertekanan yang dihasilkan dari silinder dialirkan menuju *air receiver* untuk disimpan secara sementara. Agar tidak terjadi *backflow* maka digunakan *check valve*. Dan untuk melindungi dari tekanan yang berlebih digunakan *Safety Valve* dengan cara membuang tekanan yang berlebih sesuai dengan tekanan yang telah di set.
- Ketika udara bertekanan telah memenuhi kapasitas yang diinginkan pada *air receiver*, maka udara bertekanan tersebut akan dialirkan menuju filter.
- *Filter* berfungsi sebagai pemisah udara yang masih bercampur dengan air yang diteruskan pada *regulator* sebagai pengatur tekanan udara yang dibutuhkan oleh air motor. Sedangkan *lubricator* berfungsi untuk melumasi udara yang akan dialirkan pada *air motor* yang bertujuan agar tidak terjadi korosi.
- Terakhir, udara yang telah melewati *Filter Regulator Lubricator (FRL)* digunakan untuk menggerakkan *air motor*, yang kemudian putaran yang dihasilkan akan digunakan untuk menggerakkan komponen lain pada *Kinetic Flywheel Conversion* diantaranya transmisi *pulley* dan *belt, flywheel*, dan alternator untuk menghasilkan listrik.
- Jika dilakukan tindakan maintenance maka digunakan kran pembuangan untuk mengosongkan tekanan pada *air receiver*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perencanaan dan perhitungan pada *Kinematic Flywheel Covertion I (KFC I)* diperoleh data-data sebagai berikut :

1. Membutuhkan waktu selama 5,3 menit untuk mensupply udara bertekanan dari *air receiver* menuju *air motor*.
2. Dibutuhkan spesifikasi *air receiver* dengan volume 60 galon menurut catalog PENYWAY Asme Code Section VIII Pressure Vessels.
3. Torsi minimum *air motor* pada instalasi *air compression system* Kinetic Flywheel Conversion I sebesar 8,9 Nm.
4. Digunakan *pressure relief valve* pada instalasi *air compression system* Kinetic Flywheel Conversion I untuk menanggulangi tekanan yang masuk secara berlebihan.

5.2 Saran

Dari perencanaan dan konstruksi untuk kedepannya disarankan untuk digunakan di area yang padat kendaraan dengan kapasitas penumpang seperti di tempat parkir, agar input yang masuk dapat kontinyu. Sehingga daya yang dihasilkan bisa maksimum.

Lampiran

1. Konversi Satuan

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

TABLE A.1 (Continued) *Conversion Factors*

Mass

1 kg = 2.204 623 lbm	1 lbm = 0.453 592 kg
1 tonne = 1000 kg	1 slug = 14.5939 kg
1 grain = 6.47989×10^{-5} kg	1 ton = 2000 lbm

Moment (torque)

1 N-m = 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft = 1.355 818 N-m
--------------------------	--------------------------

Momentum (mV)

1 kg-m/s = 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s = 0.138 256 kg-m/s
= 0.224809 lbf-s	

Power

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/ft
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

Pressure

1 Pa = 1 N/m ² = 1 kg/m-s ²	1 lbf/in. ² = 6.894 757 kPa
1 bar = 1.0×10^5 Pa = 100 kPa	
1 atm = 101.325 kPa	1 atm = 14.695 94 lbf/in. ²
= 1.01325 bar	= 29.921 in. Hg [32 F]
= 760 mm Hg [0°C]	= 33.899 5 ft H ₂ O [4°C]
= 10.332 56 m H ₂ O [4°C]	
1 torr = 1 mm Hg [0°C]	1 in. Hg [0°C] = 0.49115 lbf/in. ²
1 mm Hg [0°C] = 0.133 322 kPa	1 in. H ₂ O [4°C] = 0.036126 lbf/in. ²
1 m H ₂ O [4°C] = 9.806 38 kPa	

Specific energy

1 kJ/kg = 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm = 2.326 kJ/kg
= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm = 2.98907×10^{-3} kJ/kg
	= 1.28507×10^{-3} Btu/lbm

TABLE A.1 (Continued) Conversion Factors

Specific kinetic energy (V^2)

$1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 0.001 \text{ kJ/kg}$

$1 \text{ kJ/kg} = 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$

$1 \text{ ft}^2/\text{s}^2 = 3.9941 \times 10^{-5} \text{ Btu/lbm}$

$1 \text{ Btu/lbm} = 25037 \text{ ft}^2/\text{s}^2$

Specific potential energy (Zg)

$1 \text{ m-g}_{\text{std}} = 9.80665 \times 10^{-3} \text{ kJ/kg}$

$= 4.21607 \times 10^{-3} \text{ Btu/lbm}$

$1 \text{ ft-g}_{\text{std}} = 1.0 \text{ lbf-ft/lbm}$

$= 0.001285 \text{ Btu/lbm}$

$= 0.002989 \text{ kJ/kg}$

Specific volume

$1 \text{ cm}^3/\text{g} = 0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$

$1 \text{ cm}^3/\text{g} = 1 \text{ L/kg}$

$1 \text{ m}^3/\text{kg} = 16.01846 \text{ ft}^3/\text{lbm}$

$1 \text{ ft}^3/\text{lbm} = 0.062428 \text{ m}^3/\text{kg}$

Temperature

$1 \text{ K} = 1^\circ\text{C} = 1.8 \text{ R} = 1.8 \text{ F}$

$\text{TC} = \text{TK} - 273.15$

$= (\text{TF} - 32)/1.8$

$\text{TK} = \text{TR}/1.8$

$1 \text{ R} = (5/9) \text{ K}$

$\text{TF} = \text{TR} - 459.67$

$= 1.8 \text{ TC} + 32$

$\text{TR} = 1.8 \text{ TK}$

Universal Gas Constant

$R = N_0 k = 8.31451 \text{ kJ/kmol-K}$

$= 1.98589 \text{ kcal/kmol-K}$

$= 82.0578 \text{ atm-L/kmol-K}$

$R = 1.98589 \text{ Btu/lbmol-R}$

$= 1545.36 \text{ lbf-ft/lbmol-R}$

$= 0.73024 \text{ atm-ft}^3/\text{lbmol-R}$

$= 10.7317 \text{ (lbf/in.}^2\text{)-ft}^3/\text{lbmol-R}$

Velocity

$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$

$= 3.28084 \text{ ft/s}$

$= 2.23694 \text{ mi/h}$

$1 \text{ km/h} = 0.27778 \text{ m/s}$

$= 0.91134 \text{ ft/s}$

$= 0.62137 \text{ mi/h}$

$1 \text{ ft/s} = 0.681818 \text{ mi/h}$

$= 0.3048 \text{ m/s}$

$= 1.09728 \text{ km/h}$

$1 \text{ mi/h} = 1.46667 \text{ ft/s}$

$= 0.44704 \text{ m/s}$

$= 1.609344 \text{ km/h}$

Volume

$1 \text{ m}^3 = 35.3147 \text{ ft}^3$

$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$

$1 \text{ Gal (US)} = 3.785412 \text{ L}$

$= 3.785412 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$1 \text{ ft}^3 = 2.831685 \times 10^{-2} \text{ m}^3$

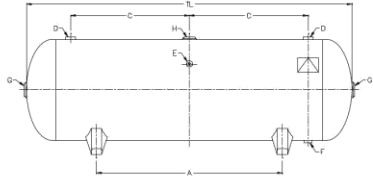
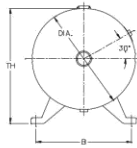
$1 \text{ in.}^3 = 1.6387 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

$1 \text{ Gal (UK)} = 4.546090 \text{ L}$

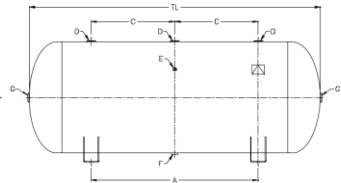
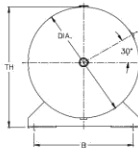
$1 \text{ Gal (US)} = 231.00 \text{ in.}^3$

2. Catalog Air Receiver

Horizontal Air Receivers 30 - 120 Gallons



PART #	DESIGN PRESSURE	DESCRIPTION				DIMENSIONS (INCHES)			OPENINGS (NPT)					WT. (LBS)
		GAL	DIA	TL	TH	A	B	C	D	E	F	G	H	
A22216038200	200	30	16	38	18 ½	22	14	13 ¼	½	¼	¼	1 ½	¾	77
A22220048200	200	60	20	48	22 ¾	26	18 ½	16 ¾	¾	¼	½	2	1	163
A22220063200	200	80	20	63	22 ¾	36	18 ½	23	1	¼	¾	2	1 ½	187
A22224067200	200	120	24	67	26 ½	42	20 ¼	23 ½	1 ½	¼	¾	2	1 ½	287



PART #	DESIGN PRESSURE	DESCRIPTIONS				DIMENSIONS			OPENINGS (NPT)					WT. (LBS)
		GAL	DIA	TL	TH	A	B	C	D	E	F	G		
A22330072200	200 PSI	200	30	72	33	42	26	24	2	¼	1	2		
A22330084200	200 PSI	240	30	84	33	54	26	30	2	¼	1	2		
A22336094150	150 PSI	400	36	94	39	54	32	27	2	¼	1	2		
A22336094200	200 PSI	400	36	94	39	54	32	27	2	¼	1	2		

2. Catalog Pemilihan Air Motor

Halaman 21

VANE MOTORS LZB22-L

Lubrication free

0.16 – 0.27 kW
0.21 – 0.36 hp

EX certification valid for fixture mounted use only with a maximum surrounding temperature of +40°C (104°F).

For optional vanes and accessories see chapter Accessories.



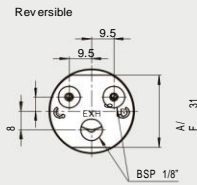
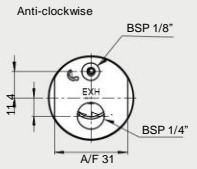
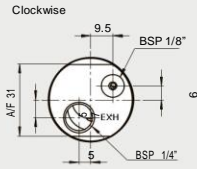
LZB VANE MOTORS

Data at air pressure 6.3 bar (91 psi)

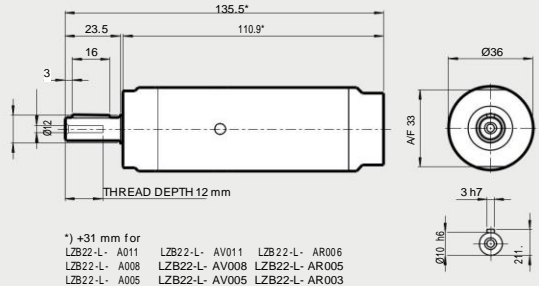
Model	Speed at max output		Torque at max output		Min starting torque		Stall torque		Free speed		Air consumption at max output		Weight kg lb	Shaft loading ¹⁾	ATEX code	Ordering No.	
	kw	hp	rpm	Nm	lb-ft	Nm	lb-ft	Nm	lb-ft	l/s	cfm						
Lubrication free																	
Clockwise rotation (Keyed shaft)																	
LZB22-L-A020-11	0.27	0.36	9600	0.27	0.20	0.51	0.38	0.54	0.4	21500	5.3	11.2	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T4 IC T110°C	8411 0214 08
LZB22-L-A049-11	0.27	0.36	2100	1.2	0.89	2.3	1.7	2.4	1.8	4700	5.3	11.2	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0214 16
LZB22-L-A036-11	0.27	0.36	1950	1.6	1.2	3.1	2.3	3.2	2.4	3550	5.3	11.2	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0214 24
LZB22-L-A022-11	0.27	0.36	960	2.7	2.0	5.1	3.8	5.4	4.0	2100	5.3	11.2	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0214 32
LZB22-L-A011-11	0.26	0.35	480	5.3	3.9	10	7.4	10.6	7.8	1040	5.3	11.2	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0214 40
LZB22-L-A008-11	0.26	0.35	360	7.1	5.2	13.5	10	14.2	10.5	770	5.3	11.2	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0214 57
LZB22-L-A005-11	0.26	0.35	210	11.8	8.7	22	16.2	23.6	17.4	480	5.3	11.2	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0214 65
Clockwise rotation (Threaded shaft)																	
LZB22-L-A020-12	0.27	0.36	9600	0.27	0.20	0.51	0.38	0.54	0.4	21500	5.3	11.2	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T4 IC T110°C	8411 0214 73
LZB22-L-A049-12	0.27	0.36	2100	1.2	0.89	2.3	1.7	2.4	1.8	4700	5.3	11.2	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0214 81
LZB22-L-A036-12	0.27	0.36	1950	1.6	1.2	3.1	2.3	3.2	2.4	3550	5.3	11.2	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0214 89
LZB22-L-A022-12	0.27	0.36	960	2.7	2.0	5.1	3.8	5.4	4.0	2100	5.3	11.2	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0215 07
LZB22-L-A011-12	0.26	0.35	480	5.3	3.9	10	7.4	10.6	7.8	1040	5.3	11.2	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0215 15
LZB22-L-A008-12	0.26	0.35	360	7.1	5.2	13.5	10	14.2	10.5	770	5.3	11.2	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0215 23
LZB22-L-A005-12	0.26	0.35	210	11.8	8.7	22	16.2	23.6	17.4	480	5.3	11.2	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0215 31
Anti-clockwise rotation (Keyed shaft)																	
LZB22-L-AV20-11	0.27	0.36	9600	0.27	0.20	0.32	0.24	0.54	0.4	21500	6.5	13.8	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T4 IC T110°C	8411 0226 14
LZB22-L-AV049-11	0.27	0.36	2100	1.2	0.89	1.4	1.0	2.4	1.8	4700	6.5	13.8	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0209 62
LZB22-L-AV036-11	0.27	0.36	1950	1.6	1.2	1.9	1.4	3.2	2.4	3550	6.5	13.8	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0207 15
LZB22-L-AV022-11	0.27	0.36	960	2.7	2.0	3.2	2.3	5.4	4.0	2100	6.5	13.8	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0216 30
LZB22-L-AV011-11	0.26	0.35	480	5.3	3.9	6.0	4.4	10.6	7.8	1040	6.5	13.8	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0228 22
LZB22-L-AV008-11	0.26	0.35	360	7.1	5.2	8.5	6.2	14.2	10.5	770	6.5	13.8	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0226 30
LZB22-L-AV005-11	0.26	0.35	210	11.8	8.7	14	10.3	23.6	17.4	480	6.5	13.8	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0228 48
Reversible (Keyed shaft)																	
LZB22-L-AR128-11	0.16	0.21	7000	0.24	0.18	0.32	0.24	0.48	0.35	13100	5.0	10.6	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T4 IC T110°C	8411 0215 49
LZB22-L-AR028-11	0.16	0.21	1570	1.1	0.81	1.4	1.0	2.2	1.8	2850	5.0	10.6	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0215 56
LZB22-L-AR021-11	0.16	0.21	1190	1.4	1.0	1.9	1.4	2.8	2.1	2100	5.0	10.6	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0215 64
LZB22-L-AR013-11	0.16	0.21	700	2.4	1.8	3.2	2.4	4.8	3.5	1300	5.0	10.6	0.55	1.21	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0215 72
LZB22-L-AR006-11	0.16	0.21	350	4.7	3.5	6.3	4.6	9.4	6.9	640	5.0	10.6	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0215 80
LZB22-L-AR005-11	0.16	0.21	260	6.3	4.6	8.5	6.3	12.6	9.3	480	5.0	10.6	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0215 98
LZB22-L-AR003-11	0.16	0.21	160	10.5	7.7	14	10.3	21	15.5	290	5.0	10.6	0.75	1.65	b	Ex II 2GD c T6 IC T85°C	8411 0216 06

¹⁾ For Shaft loading curves, see page 16.

NOTE: - If running motors with 100% dry air and no lubrication, performance can be reduced with 5-15% at max. output.
- To optimize life time for a lubrication free motor, use lubricated air if the application allows it.

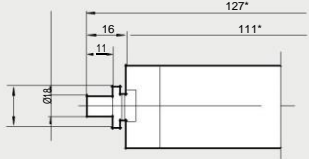


Keyed shaft (-11)

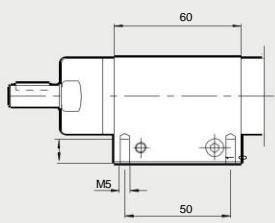


*) +31 mm for
 LZB22-L- A011 LZB22-L- AV011 LZB22-L- AR006
 LZB22-L- A008 LZB22-L- AV008 LZB22-L- AR005
 LZB22-L- A005 LZB22-L- AV005 LZB22-L- AR003

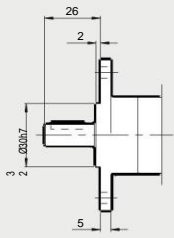
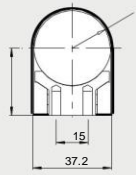
Threaded shaft (-12)



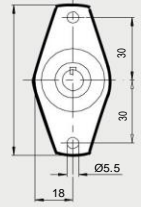
Optional mountings



Foot
 Ordering No. 4430 0160 80



Flange
 Ordering No.
 4110 0984 85 with holes
 4110 0984 80 without holes



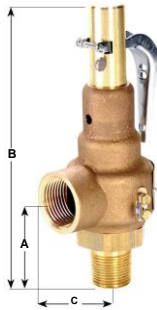
3. Catalog Pemilihan Valve Halaman 12



SAFETY VALVES

ASME sections I & VIII

19 SERIES



BRONZE SAFETY VALVES FOR STEAM, AIR & GAS SER¹

National Board capacity certified, high capacity, ideal for use with steam boiler sterilizers, pressure vessels, compressors, and pressure piping systems.

FEATURES

- Pressures: 15 through 300 psig steam, air, gas
- Max. temp. 406°F with stainless steel trim
- 13 Sizes, 1/2" through 2-1/2" NPT
- Stainless steel springs
- Optional 316 stainless steel wetted trim (Specify 19L or 19S)
- Available in metal and soft seat designs
- Metal to metal seat lapped to optical flatness (19M)
- PFA Teflon® soft seat easily replaced (19K)
- Double ring, full bore, high capacity design
- Tapped body drain facilitates piping of condensate away from equip
- Registered in all Canadian Provinces and Territories, CRN #0G8
- Wide wrenching hex for easier, faster installations
- Dual ASME/CE European Pressure Equipment Directive Compliant
- **Made in USA**

Series Number	Orifice Designation	Inlet Size (in.)	Dimensions (in.)		
			A	B	c
19KDC	D	1/2 x 3/4	2.21	6.52	1.37
19KDD	D	3/4 x 3/4	2.21	6.52	1.37
19KED	E	3/4 x 1	2.50	7.16	1.75
19KEE	E	1 x 1	2.64	7.30	1.75
19KFE	F	1 x 1-1/4	2.95	9.34	2.00
19KFF	F	1-1/4 x 1-1/4	2.95	9.34	2.00
19KGF	G	1-1/4 x 1-1/2	3.38	11.01	2.37
19KGG	G	1-1/2 x 1-1/2	3.38	11.01	2.37
19KHG	H	1-1/2 x 2	3.63	11.96	2.75
19KHH	H	2 x 2	3.63	11.96	2.75
19KJG	J	1-1/2 F X 2-1/2	3.80	14.00	3.50
19KJH	J	2 x 2-1/2	4.06	14.25	3.50
19KJJ	J	2-1/2 x 2-1/2	4.50	14.68	3.50

CERTIFIED CAPACITIES

Set Pressure psig	Orifice				
	D	E	F	G	H
15	174	310	484	794	1,240
25	229	408	637	1,045	1,631
40	311	555	866	1,421	2,217
50	366	653	1,019	1,672	2,608
100	646	1,152	1,798	2,950	4,602
125	787	1,404	2,191	3,595	5,609
150	929	1,656	2,585	4,240	6,616
165	1,014	1,807	2,821	4,628	7,220
200	1,211	2,160	3,371	5,531	8,630
250	1,494	2,664	4,158	6,822	10,644
300*	1,777	3,168	4,945	8,112	12,658
Approx 1 psi increments	5.7	10.1	15.7	25.8	40.3

ASME Section I Steam
Power Boiler - "V" steam lbs./hr. steam
@ 3% accumulation

*Specify Model 19S with stainless steel wetted trim for steam settings beyond 250 psig.

4. Catalog Pemilihan *Fitting* - Pemilihan Selang



ACCESSORIES

Spiral Hose



PART NUMBER	DIAMETER	PACK QTY
1310 0722 90	12 ft - 3/4" ID	1
1310 0722 92	20 ft - 3/4" ID	1

Shop Hose



PART NUMBER	DESCRIPTION	DIAMETER	PACK QTY
1310 0722 96	3/4" ID 300 PSI	25 ft - 3/4" ID	1
1310 0722 97	3/4" ID 300 PSI	50 ft - 3/4" ID	1

Hose Reels (300 psi Heavy Duty)



PART NUMBER	ITEM DESCRIPTION	DIAMETER	PACK QTY
1310 0722 93	300 PSI Open Reel (50ft)	1/4"	1
1310 0722 94	300 PSI Open Reel (50ft)	3/4"	1
1310 0722 95	300 PSI Open Reel (30ft)	3/4"	1
1310 0723 73	300 PSI Enclosed Reel (50ft)	1/4"	1
1310 0723 74	300 PSI Enclosed Reel (50ft)	3/4"	1

Flexible Hoses (NPT Threaded)



PART NUMBER	DIAMETER	PACK QTY
1312 1009 50	3/4" Straight	1
1312 1009 51	3/4" Straight	1
1312 1009 52	1" Straight	1
1312 1009 53	1" Straight	1
1312 1009 54	1 1/2" Straight	1
1312 1009 55	2" Straight	1

- Kran Pembuang atau Ball Valve

INFINITY PIPE & FITTINGS PIPING SYSTEMS & FITTINGS

→ Ball Valve Tube to male thread BSP



CODE	ALT CODE	DESCRIPTION
INBV20-1/2	90720 20-1/2	Ball Valve 20 X 1/2"
INBV25-3/4	90720 25-3/4	Ball Valve 25 X 3/4"

→ Plug



CODE	ALT CODE	DESCRIPTION
INP20	90610 20	Plug 20mm
INP25	90610 25	Plug 25mm
INP32	90610 32	Plug 32mm
INP40	90610 40	Plug 40mm
INP50	90610 50	Plug 50mm
INP63	90610 63	Plug 63mm

→ Drip Leg Drain



CODE	ALT CODE	DESCRIPTION
INDLD20	90260 20	Drip Leg Drain 20mm
INDLD25	90260 25	Drip Leg Drain 25mm
INDLD32	90260 32	Drip Leg Drain 32mm
INDLD40	90260 40	Drip Leg Drain 40mm
INDLD50	90260 50	Drip Leg Drain 50mm
INDLD63	90260 63	Drip Leg Drain 63mm

→ Saddle Clamp Connector



CODE	ALT CODE	DESCRIPTION
INSCC3220	90240 32-20	Saddle Clamp Connector 32 X 20mm
INSCC3225	90240 32-25	Saddle Clamp Connector 32 X 25mm
INSCC4020	90240 40-20	Saddle Clamp Connector 40 X 20mm
INSCC4025	90240 40-25	Saddle Clamp Connector 40 X 25mm
INSCC5020	90240 50-20	Saddle Clamp Connector 50 X 20mm
INSCC5025	90240 50-25	Saddle Clamp Connector 50 X 25mm
INSCC6320	90240 63-20	Saddle Clamp Connector 63 X 20mm
INSCC6325	90240 63-25	Saddle Clamp Connector 63 X 25mm

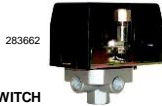
→ Tool For Saddle Clamp Connector → Drilling Rig



- Pressure Gauge dan Check Valve



Air Compressor Accessories



PRESSURE SWITCH

Electric switch starts and stops the compressor as pressure rises and falls in the tank. Pressure setting is adjustable.

Item No.	Pipe		On/Off Lever	Preset Setting PSI
	Thread	Unloader		
283662	1/4"	yes	yes	90 to 125
82779	1/4"	yes	no	140 to 175
82776	1/4"	yes	yes	110 to 140



SAFETY VALVES

Valve vents the tank if excess pressure builds up. This safety valve is essential for all ASME approved tanks. Male 1/4" NPT outlet.

Item No.	Preset PSI	CFM
283800	60	61
283801	125	115
283802	150	136
283804	165	149
283805	200	178

TANK MANIFOLDS

Compressor-type manifolds combine safety valve, full flow valve, tank mounting fitting and fittings for air gauge. 150 PSI max.

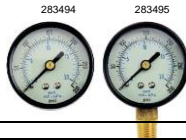
Item No.	Description
283633	Air compressor tank manifold
283634	Manifold for carry tanks



AIR PRESSURE GAUGE

Gauge has a 2" face with a Male 1/4" NPT back or bottom connection. Reads 0 to 300 PSI.

Item No.	Description
283494	Rear Mount
283495	Bottom Mount



UNLOADER PILOT VALVE

Valve directs air to head unloader, which holds pump intake valve open when pressure is reached. Pressure setting is 145 PSI open to 175 PSI closed.

Item No.	
82952	for 20, 25, 30 HP



IN-TANK CHECK VALVES

Valves are used between tank and pump discharge line to prevent reverse flow of air from tank to compressor.

Item No.	Compression Inlet	NPT Outlet
82C5050	1/2" Compression	1/2"
82C7575	3/4" Compression	3/4"
82C7510	3/4" Compression	1"
82P5050	1/2" FPT	1/2"
82P7575	3/4" FPT	3/4"
82P7510	3/4" FPT	1"

BRONZE AIR

CHECK VALVES

Valves prevent reverse flow of air from tank to compressor, allowing air to flow in one direction only. Generally used in discharge line from pump to tank.

Item No.	Inlet/Outlet
82781	3/8" NPT
82782	1/2" NPT
82783	3/4" NPT



UNLOADER AND CHECK VALVE COMBINATION

As the pump stops, the valve senses a lack of air flow and relieves pressure in discharge line. When pump starts, the vent closes and check valve reopens.

Item No.	Inlet	Outlet
8206	3/8" Compression	1/4" MPT
8212	1/2" Compression	3/8" MPT
8224	3/4" Compression	1/2" MPT



Specifications subject to change without notice. Units may not be exactly as pictured.

5. Catalog Pemilihan *Filter Regulator Lubricator (FRL)*

FILTERS, REGULATORS & LUBRICATORS OU FILTER REGULATOR LUBRICATOR

OU Filter Regulator Lubricator

Features

- Pipe mounting or foot mounting
- Complete with gauge and bracket
- Grade of filtration: 40µm



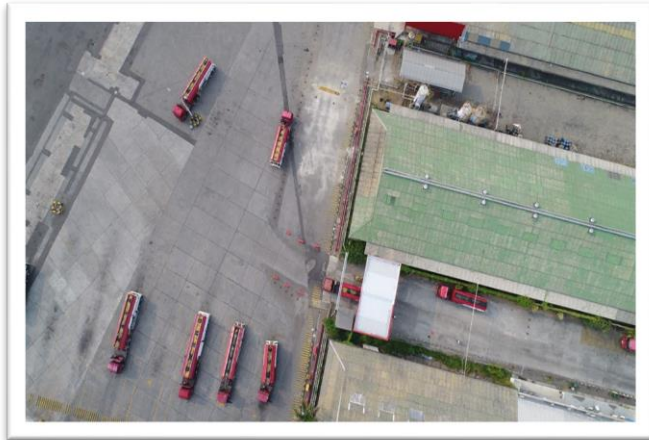
Spees

CODE	SIZE	DESCRIPTION	PORT SIZE	GRADE OF FILTRATION	PRESSURE REGULATION RANGE
IN-FLR2000-1/4	MINI	OU Filter Reg Lubricator 1/4"	1/4"	40µm	0.5-12bar

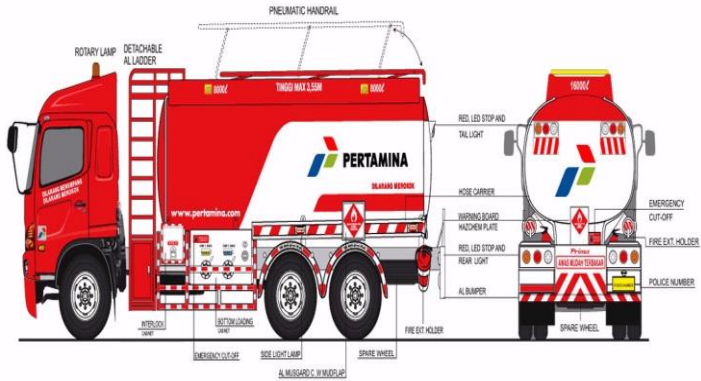
6. Datasheet Mobil Tangki yang Melewati Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I)

MONITORING MT OPERASI APRIL 2018										
NO	TANGGAL	MT EXISTING (UNIT)	MT OPERASI					JUMLAH MT OPS (UNIT)	PERSENTASE MT OPS. (%)	
			5	16	24	32	40			
16	1	01-Apr-17	213	0	11	25	63	16	115	54%
17	2	02-Apr-17	213	0	10	25	64	17	116	54%
18	3	03-Apr-17	213	0	10	25	63	18	116	54%
19	4	04-Apr-17	213	0	11	24	69	18	122	57%
20	5	05-Apr-17	213	0	12	25	70	17	124	58%
21	6	06-Apr-17	213	0	12	25	67	18	122	57%
22	7	07-Apr-17	213	0	13	25	67	17	122	57%
23	8	08-Apr-17	213	0	11	26	64	17	118	55%
24	9	09-Apr-17	213	0	12	25	67	17	121	57%
25	10	10-Apr-17	213	0	12	25	72	18	127	60%
26	11	11-Apr-17	213	0	13	25	74	18	130	61%
27	12	12-Apr-17	213	0	13	25	74	18	130	61%
28	13	13-Apr-17	213	0	13	23	72	18	126	59%
29	14	14-Apr-17	213	0	13	25	72	18	128	60%
30	15	15-Apr-17	213	0	12	20	71	18	121	57%
31	16	16-Apr-17	213	0	12	25	70	17	124	58%
32	17	17-Apr-17	213	0	12	25	69	17	123	58%
33	18	18-Apr-17	213	0	12	25	65	17	119	56%
34	19	19-Apr-17	213	0	11	22	65	16	114	54%
35	20	20-Apr-17	213	0	12	25	68	17	122	57%
36	21	21-Apr-17	213	0	12	25	66	16	119	56%
37	22	22-Apr-17	213	0	12	25	62	15	114	54%
38	23	23-Apr-17	213	0	12	25	64	16	117	55%
39	24	24-Apr-17	213	0	12	24	62	14	112	53%
40	25	25-Apr-17	213	0	13	25	67	15	120	56%
41	26	26-Apr-17	213	0	13	25	66	15	119	56%
42	27	27-Apr-17	213	0	13	25	67	13	118	55%
43	28	28-Apr-17	213	0	14	25	70	9	118	55%
44	29	29-Apr-17	213	0	13	25	67	10	115	54%
45	30	30-Apr-17	213	0	13	26	69	11	119	56%
46	31								0	MDIV/O!

7. Peta Lokasi Terminal BBM Surabaya Group



8. Spesifikasi Mobil Tangki BBM



KAPASITAS	HEAD TRUCK / ENKEL					TRAILER / KERETA TEMPEL					Jumlah Ban Pcs
	Panjang	Lebar	Tinggi	Berat Kosong	Berat Beban	Panjang	Lebar	Tinggi	Berat Kosong	Berat Beban	
	mm	mm	mm	kg	kg	mm	mm	mm	kg	kg	
8 KL	8.430	2.500	3.300	6.480	6.160						6
16 KL	8.480	2.500	3.550	5.980	12.190						10
24 KL	5.315	2.500	2.950	8.510	21.000	7.700	2.500	3.290	7.780	25.780	14
32 KL	6.780	2.500	2.950	10.700	23.180	9.980	2.590	3.347	7.700	31.880	18
40 KL	6.615	2.500	2.815	11.040	23.310	12.537	2.500	3.366	8.360	38.360	22

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Catalog Atlas.Coppo. Air Motors
- [2] Catalog PENYWAY. Asme Section VII Pressure Vessels
- [3] Catalog FESTO
- [4] Esposito, Anthony. 2008. **Fluid Power with Application, 7th Edition.** Pearson Longman
- [5] G, Prede, and Scholz D. *Electro-Pneumatics*. Festo Didactic, 2002.
- [6] Hibbeler, R.C. 2009. **Engineering Mechanics Statics, 12th Edition.** Pearson Longman.
- [7] <https://dparamitadewi.wordpress.com/ipa-2/ipa-3/semester-2/tekanan/hukum-pascal/>. Diakses pada 3 April 2018.
- [8] <http://enginemechanics.tpub.com/14105/css/Single-Acting-Cylinder-156.html>. Diakses pada 3 April 2018.
- [9] https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Symbol_Cylinder. Diakses pada 3 April 2018.
- [10] <https://iqshalahuddin.wordpress.com/26-11-6/perpipaan-piping/>. Diakses pada 3 April 2018
- [11] http://www.garageequipmentdirect.co.uk/contents/en-uk/d57_Page_18.html. Diakses pada 4 April 2018

- [12] Infinity HVAC Edition Catalogue, 2016.
- [13] *Safety Valve ASME Sections I & VIII Catalogue*
- [14] SchraderAir – Air Solutions Catalogue
- [15] The Ultimate Piping Solution AIRNET, Production Catalog Atlas Copco
- [16] Warring, R.H. *Pneumatic Handbook*. England: Trade and Technical Press, 1982.

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 06 Juni 1997, dari pasangan Bapak Syaiful Anwar dan Ibu Munjiati. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Jenjang pendidikan formal yang pernah ditempuh adalah TK YWKA, SD Negeri Sidotopo III, SMP Negeri 41 Surabaya dan SMA Negeri 15 Surabaya.

Pada tahun 2015, penulis mengikuti ujian masuk Program Diploma III ITS dan diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan NRP 2115030040. Penulis mengambil bidang keahlian Konversi Energi. Penulis pernah mengikuti berbagai kegiatan, pelatihan, serta bergabung dalam Organisasi Mahasiswa. Penulis sempat menjadi Jurnalis ITS Onlie, Asisten Manajer Vivat Press BEM ITS, dan Sekretaris Departemen Eksternal BEM Vokasi ITS. Pelatihan yang pernah diikuti penulis diantaranya GERIGI (Generasi Integralistik) ITS 2015, Pelatihan Motor Bakar, LKMM TD IX, LKMM TM XVIII, PJTD III, PJTL VIII, dan Upgrading Crew ITS Media Center oleh Humas ITS. Penulis juga pernah didanai dalam Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Karsa Cipta 2017. Penulis pernah kerja praktek serta observasi lapangan tugas akhir di PT. Petrokimia Gresik selama 1 bulan. Bila ingin berdiskusi lebih lanjut silakan hubungi.

Alamat email : sifarahmaniaa@gmail.com.