UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Halaman Pengesahan ii
Halaman Pernyataan iii
Naskah Soal Akhir iv
Kata Pengantar v
Halaman Persembahan vii
Daftar Isi viii
Daftar Gambar xiii
Daftar Tabel xv
Daftar Lampiran xvi
Daftar Notasi Dan Singkatan xvii
Intisari xxii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah 4
1.4. Tujuan Perancangan 5
1.5. Manfaat Perancangan 5
BAB II LANDASAN TEORI 6
2.1. Hukum Boyle, Charles dan Gay Lussac 6
2.2. Persamaan Gas Ideal 7
2.3. Kerja , Spesific Heat, Internal Energi dan Entalpi 11
2.4. Entropi 13
2.5. Prinsip Perubahan Reversible dari Bentuk Gas dan Uap 14
BAB III PRINSIP KERJA KOMPRESOR TORAK 18
3.1. Penjelasan Umum Kerja Kompresor 18
3.2. Tipe Piston Kompresor 21
BAB IV PEMILIHAN KOMPRESOR 27
4.1. Menentukan Jenis Kompresor 27
4.1.1. Kondisi fluida kerja 27

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.1.2. Perhitungan udara masuk ke dalam kompresor 28
4.1.3. Perhitungan jumlah tingkat kompresor 29
4.2. Perhitungan Awal Kompressor Untuk Tiap Tingkat 33
4.2.1. Perhitungan kondisi kompresor untuk tingkat pertama 33
4.2.2. Perhitungan kondisi kompresor tingkat dua 34
4.3. Menentukan Dimensi Utama Sebuah Kompresor 37
4.3.1. Pengaruh kecepatan kompresor 38
4.3.2. Pengaruh pada dimensi silinder 38
4.3.3. Pengaruh pada kecepatan rata-rata piston 39
4.3.4. Pengaruh pada percepatan maksimal piston 40
4.3.5. Spesific inertia force 41

BAB VPERENCANAAN SILINDER 43
5.1. Perhitungan Utama pada Silinder 43
5.2. Perhitungan Kekuatan Pada Silinder 45
5.2.1. Tebal dinding silinder 45
5.2.2. Panjang silinder 46
5.2.3. Kepala silinder47
5.2.4. Tekanan yang terjadi pada silinder 48
5.3. Baut Pengikat Kepala Silinder 54
5.3.1. Perhitungan baut pengikat untuk silider tingkat pertama 54
5.3.2. Baut untuk silinder tingkat kedua 55
5.4. Material Silinder 56
BAB VI PISTON DAN RING PISTON 58
6.1. Piston 58
6.1.1. Perancangan piston tipe trunk 58
6.2. Piston Ring 59
6.2.1. Tekanan ring terhadap silinder 60
6.2.2. Perhitungan pada piston ring 61
6.2.2. Perhitungan ring piston untuk kompresor tingkat pertama 62
6.2.3. Perhitungan ring piston untuk kompresor tingkat kedua 64

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.3. Perhitungan Pada Piston 65
6.3.1. Perhitungan piston untuk kompresor tingkat pertama 67
6.3.2. Perhitungan piston untuk kompresor tingkat kedua 68
6.4. Perhitungan Tekanan yang Timbul pada Piston 70
6.4.1. Perhitungan pada piston pin 71
6.4.2. Perhitungan kekuatan piston pin untuk tingkat pertama 72
6.4.3. Perhitungan kekuatan piston pin untuk tingkat kedua 74
6.5. Berat Total Piston 76
6.5.1. Perhitungan berat total piston untuk tingkat pertama 76
6.5.2. Perhitungan berat total piston untuk tingkat kedua 77

BAB VII PERANCANGAN CONNECTING ROD 78
7.1. Connecting Rod (batang penghubung) 78
7.2. Perhitungan pada Tungkai batang penggerak *(shank)* 79
7.2.1. Perhitungan untuk connecting rod tingkat pertama 81
7.2.2. Perhitungan *shank* batang penggerak untuk kompresor tingkat kedua 85
7.3. Small end dan big end connecting rod 89
7.3.1. Ujung kecil batang penggerak 89
7.3.2. Ujung besar batang penggerak 89
7.3.3. Dimensi ujung kecil batang penggerak kompresor tingkat Pertama 89
7.3.4. Perhitungan ujung besar batang penggerak kompresor tingkat pertama 92
7.3.5. Ujung kecil batang penggerak kompresor tingkat kedua 94
7.3.6 Perhitungan untuk ujung besar batang penggerak kompresor tingkat kedua 96
7.4. Connecting Rod Bolts 98

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VIII PERANCANGAN POROS ENGKOL **102**

8.1. Dimensi Utama Poros Engko 103

8.2. Gaya yang Bekerja pada Poros Engkol 104

8.2.1. Gaya akibat tekanan gas 104

8.2.2. Tinjauan kekuatan poros engkol pada titik mati atas 107

8.2.3. Tinjauan poros engkol yang mengalami momen puntir maksimum 111

8.2.3.1. Gaya akibat tekanan udara 111

8.2.3.2. Gaya inersia yang bekerja pada poros engkol 113

8.2.3.3. Perhitungan Poros engkol pada posisi momen puntir maksimum 116

8.3. Beban Pengimbang 112

BAB IX PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI **125**

9.1. Motor Listrik 125

9.2. Perancangan Sabuk 127

9.2.1. Perhitungan tegangan pada sabuk 132

9.2.2. Tegangan yang terjadi pada arah horizontal dan vertikal 134

9.3. Perancangan Pasak 135

9.4. Flywheel 138

BAB X KATUP **139**

10.1. Katup Otomatis 140

10.2. Perancangan Valve Plate 142

BAB XI INTERCOOLER **150**

11.1. Perhitungan Intercooler 150

11.2. Perancangan Fin 151

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB XII KOMPONEN PENDUKUNG **154**

12.1. Crankcase 154

12.1.1. Pemilihan bahan 154

12.2. Bantalan 155

12.2.1. Pemilihan bahan bantalan 156

12.2.2. Bantalan utama 157

12.2.3. Pena engkol 160

12.2.4. Pena torak 162

12.3. Pelumasan 163

BAB XIII PENUTUP **165**

13.1. Kesimpulan 165

DAFTAR PUSTAKA PUSTAKA 170

LAMPIRAN

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Tipe kompresor pada proses kimia	2
Gambar 2.1.	Perubahan tekanan-volume pada silinder	11
Gambar 3.1.	Langkah isap piston	18
Gambar 3.2.	Langkah pengeluaran udara (*discharge*)	19
Gambar 3.3.	Prinsip kerja kompresor piston	20
Gambar 3.4.	Prinsip kerja dari kompresor torak tipe trunk kompresor	21
Gambar 3.5.	Prinsip peracangan kompresor tipe crosshead	22
Gambar 3.6.	Prinsip kerja dari kompresor double acting piston	23
Gambar 3.7	Tampilan penyusunan silinder pada kompresor torak	26
Gambar 6.1.	Tekanan terbesar terjadi pada daerah terjauh dari slot cut	61
Gambar 6.2.	Dimensi Piston	65
Gambar 7.1.	Penampang tungkai batang penggerak	78
Gambar 7.2.	Penampang tangkai batang	81
Gambar 7.3.	Penampang ujung kecil batang penggerak	90
Gambar 7.4.	Gaya-gaya pada ujung besar batang penggerak	93
Gambar 8.1.	Diagram tipe poros engkol	102
Gambar 8.2	Perancangan poros engkol	104
Gambar 8.3	Proses Pembukaan Katup Buang	105
Gambar 8.4	Proses Pembukaan Katup Isap	106
Gambar 8.5	Reaksi poros engkol pada arah horizontal	108
Gambar 8.6	Reaksi Poros Engkol pada Arah Vertikal	109
Gambar 8.7	Gaya yang Bekerja pada Poros Engkol	112
Gambar 8.8	Gaya Tangensial yang Bekerja pada Poros Engkol	117
Gambar 8.9	Gaya radial yang bekerja pada poros engkol	118
Gambar 9.1.	Diagram pemilihan sabuk-V	130
Gambar 9.2	Arah komponen tegangan pada sabuk	134
Gambar 10.1	.Katup buang tipe disc	140
Gambar 10.2.	Katup tipe strip valve terbuka akibat defleksi strip	141
Gambar 10.3.	Katup tipe channel valve	141

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 10.4. Valve port 143

Gambar 10.5. Diagram katup $10R_1$ hingga $24R_1$ 143

Gambar 10.6. Diagram katup $10R_1$ hingga $24R_1$ 145

Gambar 10.7. Diagram katup $24R_1$ 149

Gambar 11.1 Grafik efisiensi annular fin 152

Gambar 12.1. Kurva h dan ε terhadap S 158

Gambar 12.2. Kurva j terhadap S 159

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 8.1.	Gaya yang bekerja akibat tekanan udara kompresor tingkat 1	112
Tabel 8.2.	Gaya yang bekerja akibat tekanan udara kompresor tingkat 2	113
Tabel 8.3.	Gaya inersia pada kompresor tingkat 1	114
Tabel 8.4.	Gaya inersia pada kompresor tingkat 2	115
Tabel 8.5.	Total gaya yang bekerja pada poros engkol tingkat 1	115
Tabel 8.6.	Total gaya yang bekerja pada poros engkol tingkat 2	116
Tabel 12.1	Tekanan maksimum yang diizinkan dari bantalan radial	157
Tabel 12.2.	Minyak pelumas menurut standar DIN	164

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Grafik Kompresibilitas Umum 172
Lampiran 2. Piston Ring kompresor 175
Lampiran 3. Grafik Pemilihan kompresor 176
Lampiran 4. Pemilihan motor untuk kompresor 178
Lampiran 5. Efisiensi Fin 189
Lampiran 6. Pemilihan Minyak Pelumas 190
Lampiran 7. *Material Value* 191
Lampiran 8. Kinematika Gerakan Piston pada Silinder 194

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

α = koefisien angka muai panjang

a_{max} = percepatan maksimal piston

A = luas piston atau jumlah luasan piston pada kompresor multi selinder

A = ruang kosong pada ring (Loosing ring)

β = sudut connecting rod terhadap aksis silinder pada engkol pada sudut α

b = Tinggi ring piston

BHP = brake horsepower yang dibutuhkan

c_p = *spesifik heat* pada tekanan konstan

c_v = *spesifik heat* pada volume konstan

c_m = kecepatan rata-rata piston

D_p = Diameter torak

D_{ic} = diameter dalam silinder

D = diameter silinder

d = piston rod diameter

d_c = *Minor diameter*

d_n = Diameter nominal baut

d_{ekt} = Diameter luar dari piston pin

d_{ise} = Diameter dalam ujung kecil batang penggerak

d_s = Diameter poros

D_p = Diameter pitch puli

d_k = Diameter kepala puli

d_B = Diameter hub puli

D_{oc} = diameter luar silinder

ε = ruang sisa (*clearance*)

E_v = efisiensi volumetris

Ea = efisiensi adiabatis

Em = efisiensi mekanis

Eao = Efisiensi total kompresor

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

E = Modulus Elastisitas

f = tensile stress (tegangan luluh) yang diizinkan

f_{tr} = tekanan tangensial

f_{rr} = tekanan pada arah radial

g = percepatan gravitasi

Ha = head adiabatis(energi adiabatis yang disalurkan ke kompresor

f_p = Tekanan pada sliding ring

F_{idc} = Gaya inersia yang bekerja

H_p = tinggi torak

H_B = Kekerasan Brinnel

H_f = Koefisien heat transfer dari *fin*

I = Momen inersia

IHP = tenaga teoritis yang dibutuhkan

k_{xx} = radius gyritation terhadap absis X

k = *spesific heat ratio*

L = panjang langkah piston.

l_s = panjang piston skirt

l_{pp} = Panjang pena torak

l_{cr} = panjang batang penggerak

l_m = Panjang *main journal*

L_c = Panjang silinder

m_w = berat molekul

m_{w_m} = berat molekul gas campuran

m = massa

M = berat molekul udara

M_0 = momen yang terjadi

M_m = jumlah mol gas campuran

n = banyaknya mol

N = kecepatan kompresor

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

η_{vo} = Efisiensi volumetris kompresor

n_s = Jumlah baut

σ_c = tegangan kompresi

σ_B = Kekuatan tarik,

σ_i = *Circumferential stress* yang diijinkan

σ_{ti} = Tegangan tarik ijin

θ = Sudut kontak antar sabuk dan puli

P = Tekanan absolut

P_r = *reduce pressure*

P_c = tekanan kritis

P_s = tekanan absolut isap

P_d = tekanan absolut keluar

p = tekananan gas (atg)

P_{max} = Tekanan maksimum udara dalam silinder

p_v = tekanan yang timbul akibat deformasi ring

q = tekanan akibat pemasangan *liner*

q_{max} = spesific inertia force

Q = laju volumetris per satuan waktu

Q = Standard cubic feet per minute gas (60^0 F,14,7 psia)

Q_s = kapasitas udara masuk

Q = Panas yang harus dipindahkan oleh fluida pendingin (udara)

Q_f = Panas yang dialirkan oleh *fin*

R = konstanta gas

RH = relative humidity

r_c = rasio kompresi

r = radius poros engkol

s = Lebar celah ring

S_{max} = Tegangan tarik maksimum

Shp = tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan poros

SH = spesifik humidity

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

S = Tegangan tarik

T_s = temperatur absolut isap

t_H = tebal kepala piston

t_R = Tebal sirip penguat piston

t_{bse} = Tebal radial dari *bushing* ujung kecil batang penggerak

T = Momen puntir rencana

T = temperatur absolut

T_r = *reduce temperature*

T_c = temperatur kritis

t = tebal dinding silinder

t_{ch} = Tebal kepala silinder

Ugc = konstanta gas universal

V_0 = volume clearance

V_P = volume langkah isap

v = kecepatan sabuk

v = volume spesifik

W_V = berat kandungan uap air

W_a = berat kandungan udara kering

W_B = gaya buckling

ω = percepatan sudut

w = laju massa per satuan waktu

W_p = berat piston

W_{rp} = berat piston ring

W_{pp} = berat piston pin

W_B = gaya buckling

w_f = Berat dari flywheel

w = kuantitas gas

w_p = merupakan berat massa reciprocating.

X_n = fraksi mol x pada n.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Kompresor Udara Dengan Tekanan Isap 1 Atmosphere Tekanan Keluar 150 PSIG Laju Aliran 15 CFM
Fahni Mauludi, Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

y	= fraksi berat dari gas campuran.
γ	= massa jenis
λ	= rasio *crank/connecting rod*
Z	= faktor kompressibility
Z_s	= faktor kompresibilitas isap
Z_d	= faktor kompresibilitas keluar