

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
INTISARI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pengenalan Kompresor	2
1.3. Klasifikasi Kompresor	3
1.4. Kompresor Torak	7
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Persamaan Keadaan (<i>Equation of State</i>) untuk Uap	10
2.2. Kompresi Gas atau Uap	12
2.2.1. Kompresi Isotermal	12
2.2.2. Kompresi Adiabatik	13
2.2.3. Kompresi Politropik	15
2.3. Efisiensi Volumetris dan Adiabatik	15
2.3.1. Efisiensi Volumetris	15
2.3.2. Efisiensi Adiabatik Keseluruhan	19
BAB III PERMASALAHAN	

3.2. Fluida Kerja	21
3.3. Tekanan Isap dan Tekanan <i>Discharge</i> Kompresor	22
3.4. Perbandingan Kompresi	26
3.5. Properties Refrigeran Saat Proses Isap dan Kompresi	28
3.6. Kapasitas Kompresor	31
3.6.1. Perhitungan Aliran Massa Refrigeran	31
3.6.2. Perhitungan Volum Spesifik Isap	32
3.7. Daya Kompresor	32
3.7.1. Daya Adiabatis Teoritis Kompresor	32
3.7.2. Daya pada Poros Kompresor	35
3.8. Daya Motor Penggerak Kompresor	36
3.9. Efisiensi Volumetris Kompresor	37
3.10. Pemilihan Jenis Kompresor	39
3.11. Dimensi Utama Kompresor	39

BAB IV PERENCANAAN SILINDER

4.1 Silinder	44
4.1.1. Bahan Silinder	44
4.1.2. Diameter Silinder dan Panjang Langkah Torak	45
4.1.3. Panjang silinder	45
4.1.4. Tebal Dinding Silinder	47
4.2. <i>Liner</i>	48
4.3. Kekuatan Silinder	49
4.3.1. Tegangan Tangensial Akibat Perbedaan Temperatur	49
4.3.2. Tegangan Akibat Adanya <i>Liner</i>	52
4.4. Kepala Silinder	54
4.4.1. Bahan Kepala Silinder	55
4.4.2. Tebal Kepala Silinder	55
4.4.3. Baut Pengikat Kepala Silinder	56

BAB V PERENCANAAN TORAK

5.1. Perencanaan Cincin Torak	59
5.1.1. Bahan Cincin Torak	60
5.1.2. Dimensi Cincin Torak	61
5.1.3. Tinjauan Kekuatan Cincin Torak	65
5.2. Perencanaan Torak	66
5.2.1. Jenis Torak	66
5.2.2. Bahan Torak	67
5.2.3. Dimensi Torak	68
5.3. Perencanaan Pena Torak (<i>Piston Pin</i>)	74
5.3.1. Bahan Pena Torak	74
5.3.2. Dimensi Pena Torak	75
5.3.3. Tinjauan Kekuatan Pena Torak	77

BAB VI PERENCANAAN BATANG PENGGERAK

6.1. Tangkai (<i>Shank</i>) Batang Penggerak	83
6.1.1. Dimensi Tangkai	83
6.1.2. Tinjauan Kekuatan	88
6.2. Ujung Kecil (<i>Small End</i>) Batang Penggerak	92
6.2.1. Dimensi Ujung Kecil	93
6.2.2. Tinjauan Kekuatan	95
6.3. Baut <i>Cup</i>	96
6.3.1. Bahan Baut <i>Cup</i>	96
6.3.2. Dimensi Baut <i>Cup</i>	97
6.4. Ujung Besar Batang Penggerak	101
6.4.1. Dimensi Ujung Besar	101
6.4.2. Tinjauan Kekuatan	105

BAB VII PERENCANAAN POROS ENGKOL

7.1. Bahan Poros Engkol	107
-------------------------	-----

7.3. Gaya yang Bekerja pada Poros Engkol	110
7.3.1. Gaya Akibat Tekanan Uap Refrigeran dalam Silinder	110
7.3.2. Gaya Inersia Akibat Massa yang Bergerak Bolak – Balik	121
7.4. Tinjauan Kekuatan Poros Engkol	127
7.4.1. Kekuatan Poros Engkol Saat Terjadi Momen Lentur Maksimum	127
7.4.2. Kekuatan Poros Engkol Saat Terjadi Torsi Maksimum	133
7.5. Beban Pengimbang (<i>Counterweight</i>)	139

BAB VIII PERENCANAAN TRANSMISI

8.1. Perencanaan sabuk-V	144
8.2. Perancangan <i>Pulley</i>	152
8.3. Perencanaan Pasak	153
8.3.1. Pasak pada Poros Engkol	153
8.3.2. Pasak pada Poros Motor Listrik	161
8.4. Perencanaan <i>Pulley</i> sebagai <i>Flywheel</i>	162
8.5. Perhitungan Tegangan Sabuk-V pada <i>Pulley</i>	163

BAB IX PERANCANGAN KOMPONEN PENDUKUNG

9.1. Perencanaan Katup	166
9.1.1. Perhitungan Katup	167
9.2. <i>Crankcase</i>	170
9.2.1. Dimensi Utama <i>Crankcase</i>	171
9.3. Pelumasan	171
9.3.1. Perencanaan Pompa Minyak Pelumas	172
9.3.2. Minyak Pelumas	175
9.4. Bantalan	175
9.4.1. Pemilihan Bahan Bantalan	176
9.4.2. Bantalan Utama	177
9.4.3. Pena Engkol	178
9.4.4. Pena Torak	179



9.6. <i>Rotary Seal</i>	184
9.7. <i>Gasket</i>	185
9.8. <i>O-Ring</i>	186
9.9. <i>Compressor Service Valve</i>	186

BAB X PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Gambar dan diagram P-h siklus refrigerasi kompresi uap	2
Gambar 1.2	Klasifikasi Kompresor	4
Gambar 1.3	Diagram P - V dari kompresor torak	8
Gambar 2.1	<i>Generalized compressibility chart</i> untuk tekanan rendah	209
Gambar 2.2	Kompresor torak kerja tunggal	16
Gambar 2.3	Kompresor torak kerja ganda	16
Gambar 3.1	Diagram p-h	23
Gambar 3.2	Susunan silinder tekanan rendah dan silinder tekanan tinggi	28
Gambar 3.3	Pengaruh r_p terhadap η_v pada kompresor <i>halocarbon</i>	38
Gambar 4.1	Koefisien k_1 dan k_2 untuk menghitung tegangan pada silinder	50
Gambar 5.1	Cincin torak	61
Gambar 5.2	Torak dengan cincin torak kanan dan kiri yang dipasang selang-seling	61
Gambar 5.3	Torak	68
Gambar 5.4	Perhitungan pena torak	75
Gambar 6.1	Penampang melintang <i>shank</i>	84
Gambar 6.2	Mekanisme gerak bolak-balik	88
Gambar 6.3	Ujung kecil batang penggerak	93
Gambar 6.4	Gaya-gaya pada ujung besar batang penggerak	105
Gambar 7.1	Poros engkol tipe <i>double-throw</i>	108
Gambar 7.2	Awal pembukaan katup buang	111
Gambar 7.3	Awal pembukaan katup isap	112
Gambar 7.4	Gaya akibat tekanan uap refrigeran	115
Gambar 7.5	Gaya-gaya akibat tekanan refrigeran	121
Gambar 7.6	Gaya tangensial dan radial akibat gaya inersia	125
Gambar 7.7	Gaya resultan akibat tekanan refrigeran dan gaya inersia	126
Gambar 7.8	Skema poros engkol	128
Gambar 7.9	Gaya-gaya arah vertikal pada poros engkol	128

Gambar 7.11	Gaya arah horizontal akibat tegangan sabuk	130
Gambar 7.12	Gaya reaksi akibat gaya tangensial maksimum	134
Gambar 7.13	Gaya reaksi akibat gaya radial saat terjadi F_{max}	134
Gambar 7.14	Gaya reaksi akibat massa <i>pulley</i>	136
Gambar 7.15	Beban pengimbang pada mekanisme engkol	139
Gambar 7.16	Bentuk dan dimensi <i>counterweight</i> tingkat pertama	141
Gambar 7.17	Bentuk dan dimensi <i>counterweight</i> tingkat kedua	142
Gambar 8.1	Mekanisme sabuk dan <i>pulley</i>	144
Gambar 8.2	Diagram pemilihan sabuk-V	146
Gambar 8.3	Sabuk-V tipe C	146
Gambar 8.4	Grafik daya maksimum untuk sabuk-V tipe C	150
Gambar 8.5	Dimensi <i>pulley</i>	153
Gambar 8.6	Faktor konsentrasi tegangan β	155
Gambar 8.7	Faktor konsentrasi tegangan α	155
Gambar 8.8	Hubungan antara sudut ψ dengan perbandingan T_1/T_2	163
Gambar 8.9	Arah komponen tegangan pada sabuk	164
Gambar 9.1	<i>Poppet valve</i>	166
Gambar 9.2	<i>Ring plate valve</i>	167
Gambar 9.3	Katup standar Hoerbiger	167
Gambar 9.4	Sistem pelumasan paksa	172
Gambar 9.5	Pompa roda gigi	174
Gambar 9.6	Katup pengatur kapasitas	181
Gambar 9.7	Faktor tegangan dari Wahl	182
Gambar 9.8	Tegangan maksimum dari pegas tekan	183
Gambar 9.9	<i>Rotary seal</i>	185
Gambar 9.10	<i>Service valve</i> kompresor	186

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Properties of saturated refrigerant 134a	195
Tabel 2	Properties of superheated Refrigerant 134a vapor at $P = 1,90 \text{ bara} = 190 \text{ kPa}$ ($T_{\text{sat}} = -11,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$)	198
Tabel 3	Properties of superheated Refrigerant 134a vapor at $P = 2,006 \text{ bara} = 200,6 \text{ kPa}$ ($T_{\text{sat}} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$)	199
Tabel 4	Properties of superheated Refrigerant 134a vapor at $P = 4,98 \text{ bara} = 498 \text{ kPa}$ ($T_{\text{sat}} = 15,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$)	200
Tabel 5	Properties of superheated Refrigerant 134a vapor at $P = 5,18 \text{ bara} = 518 \text{ kPa}$ ($T_{\text{sat}} = 16,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$)	201
Tabel 6	Properties of superheated Refrigerant 134a vapor at $P = 13,177 \text{ bara} = 1317,7 \text{ kPa}$ ($T_{\text{sat}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$)	202
Tabel 7	Properties of superheated Refrigerant 134a vapor at $P = 13,40 \text{ bara} = 1340 \text{ kPa}$ ($T_{\text{sat}} = 50,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$)	203
Tabel 6.1	Tekanan permukaan yang diizinkan pada ulir	97
Tabel 7.1	Nilai Z_i/Z_s	119
Tabel 7.2	Hasil perhitungan gaya akibat tekanan uap refrigeran	120
Tabel 7.3	Gaya tangensial dan gaya radial akibat gaya inersia	124
Tabel 7.4	Resultan gaya akibat tekanan refrigeran dan gaya inersia	125
Tabel 8.1	Faktor koreksi untuk <i>V-belt service</i>	145
Tabel 8.2	Diameter minimum <i>pulley</i> yang diizinkan dan dianjurkan (mm)	146
Tabel 8.3	Panjang sabuk-V standar	148
Tabel 8.4	Faktor koreksi diameter <i>pulley</i> kecil	149
Tabel 8.5	Faktor koreksi panjang sabuk-V	151
Tabel 8.6	<i>Arc of contact correction factor</i>	151
Tabel 8.7	Pemilihan pasak	154
Tabel 8.8	Posisi dan dimensi pasak pada motor listrik	161
Tabel 9.1	Data katup standar Hoerbiger	204
Tabel 9.2	Bahan penyusun bantalan	177
Tabel 9.3	Diameter standar kawat baja keras dan kawat musik	182

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

b_1	= lebar <i>top land</i>
b_2	= jarak antar alur cincin torak
c	= <i>clearance</i>
d	= diameter batang torak
d_1	= diameter dalam <i>liner</i>
d_2	= diameter luar <i>liner</i>
d_3	= diameter luar silinder
d_i	= diameter dalam pena torak
d_m	= <i>minor diameter</i>
d_n	= diameter nominal
d_o	= diameter luar pena torak
D	= diameter silinder
h_1	= entalpi uap refrigeran pada sisi isap
h_2	= entalpi uap refrigeran pada sisi <i>discharge</i>
h_{sl}	= <i>slippage losses</i>
k	= eksponen adiabatik
k_1	= koefisien untuk permukaan dalam silinder
k_2	= koefisien untuk permukaan luar silinder
l_1	= panjang pena torak yang berada diluar <i>boss</i>
l_{pp}	= panjang pena torak
l_s	= panjang <i>piston skirt</i>
m	= massa uap refrigeran
\dot{m}	= laju massa uap refrigeran
n	= indek politropik ($1 < n < k$)
n_b	= jumlah baut
n_R	= jumlah cincin torak
N	= putaran poros engkol

t_H	= tebal kepala torak
t_1^0	= temperatur permukaan dalam silinder
t_2^0	= temperatur permukaan luar silinder
T	= temperatur mutlak uap refrigeran
T_{cr}	= temperatur kritis uap
T_d	= temperatur mutlak gas atau uap keluar dari kompresor
T_R	= temperatur tereduksi
T_s	= temperatur mutlak gas atau uap masuk ke kompresor
v	= volume spesifik uap
v_R	= <i>pseudo-reduced specific volume</i>
v_R	= <i>pseudo-reduced specific volume</i>
v_s	= volum spesifik pada kondisi isap kompresor
V	= volume uap refrigeran
V_s	= volum uap pada kondisi isap kompresor
\dot{V}_c	= kapasitas kompresor
\dot{V}_s	= volum uap yang dihasilkan pada kondisi temperatur dan tekanan isap
\dot{V}_{th}	= volum perpindahan torak
x_b	= panjang pena torak yang ditumpu <i>boss</i>
Z	= <i>compressibility factor</i>
Z_d	= <i>compressibility factor</i> pada sisi <i>discharge</i>
Z_p	= perbandingan faktor kompressibilitas
Z_s	= <i>compressibility factor</i> pada sisi isap
η_{oad}	= efisiensi adiabatik keseluruhan
η_{oad}	= efisiensi adiabatik keseluruhan
η_v	= efisiensi volumetris
η_v	= efisiensi volumetris
α	= koefisien ekspansi termal
ε	= perbandingan antara <i>clearance volume</i> dengan volum langkah torak
σ_b	= tegangan lentur ijin bahan pena torak

σ_i = *circumferential stress* yang diijinkan

τ_p = tegangan geser pada pena torak

σ_{ti} = tegangan lengkung (atau tarik) ijin cincin torak