

**TUGAS SARJANA  
MESIN FLUIDA**

**PERANCANGAN KOMPRESOR TORAK  
UNTUK SISTEM PNEUMATIK  
PADA GUN BURNER**

**OLEH**

**NAMA : ERWIN JUNAISIR**

**NIM : 020401047**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2007**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2007**

**TUGAS SARJANA  
MESIN FLUIDA**

**PERANCANGAN KOMPRESOR TORAK  
UNTUK SISTEM PNEUMATIK  
PADA GUN BURNER**

**OLEH**

**NAMA : ERWIN JUNAISIR**

**NIM : 020401047**

**DISETUJUI OLEH :  
DOSEN PEMBIMBING**

**IR. ISRIL AMIR  
NIP. 130 517 501**

**TUGAS SARJANA  
MESIN FLUIDA**

**PERANCANGAN KOMPRESOR TORAK  
UNTUK SISTEM PNEUMATIK  
PADA GUN BURNER**

**OLEH**

**NAMA : ERWIN JUNAISIR**

**NIM : 020401047**

**Telah disetujui dari Hasil Seminar Tugas Sarjana  
Periode 495, tanggal 01 Desember 2007**

**Dosen Pembanding I**

**Dosen Pembanding II**

**IR. Zamanhuri, MT  
NIP. 130 353 113**

**IR. Mulfi Hazwi, MSc  
NIP. 130 905 356**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2007**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Adapun yang menjadi pembahasan dalam tugas sarjana ini adalah mengenai perencanaan kompresor torak untuk sistem pneumatik pada *Gun Burner* pada *Combustion Chamber* PLTU. Berbagai ilmu yang berkaitan dengan sub program studi konversi energi seperti termodinamika, mekanika fluida diaplikasikan dalam merencanakan kompresor torak ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian Tugas Sarjana ini, terutama kepada :

1. Kedua orangtua saya yang terkasih dan tercinta, Ayahanda E.Naingolan dan Ibunda N.Pakpahan yang senantiasa memberikan doa, nasehat dan dorongan serta materi hingga tugas sarjana ini selesai.
2. Bapak Ir. Isril Amir selaku dosen pembimbing, yang bersedia meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan serta masukan dalam penyelesaian tugas sarjana ini.
3. Bapak Ir. Alfian Hamsi, MSc selaku Ketua Departemen Teknik Mesin USU yang memberikan kesempatan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas sarjana ini.
4. Bapak Ir. Zamanhuri, MT selaku dosen pembimbing seminar yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan serta masukan kepada penulis

5. Bapak Ir. Mulfi Hazwi, MSc selaku dosen pembanding seminar yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan serta masukan kepada penulis.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai Departemen Teknik Mesin USU yang telah memberikan kesempatan dan urusan administrasi.
7. Adinda Masron dan Andre yang telah banyak memberikan doa serta semangat bagi penulis dalam menyelesaikan tugas sarjana ini.
8. Teman-teman Teknik Mesin khususnya Stambuk 2002 yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan bantuan serta semangat bagi penulis.

Penulis menyadari Tugas Sarjana ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan banyak masukan untuk penyempurnaan tugas ini. Dan atas perhatian pembaca, penulis mengucapkan terimakasih.

Penulis,

Erwin Junaisir

020401047

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR SIMBOL	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Penggunaan Udara Tekan	2
1.4 Ruang Lingkup Permasalahan	3
1.4.1 Batasan Masalah	3
1.4.2 Asumsi-asumsi	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Pengertian Kompresor	5
2.2 Klasifikasi Kompresor	5
2.3 Kompresor Torak	7
2.3.1 Prinsip Kerja Kompresor Torak	8
2.3.2 Kompresor Torak Satu Tingkat	10
2.3.3 Kompresor Torak Bertingkat Banyak	12

2.4 Kompresor Dua Tingkat Dengan <i>Intercooler</i>	13
2.4.1 Prinsip Kerja Kompresor Torak Dua Tingkat dengan <i>Intercooler</i>	13
2.4.2 Kerja Kompresor Dua Tingkat	14
2.5 Efisiensi Volumetrik	16
2.6 Pemilihan Jenis Kompresor	18
<b>BAB III PEMBAHASAN MATERI</b>	<b>21</b>
3.1 Perancangan Kompresor	21
3.1.1 Penggunaan Kompresor	21
3.2 Data – data Kompresor	22
3.2.1 Rugi – rugi tekanan pada pipa	23
3.2.2 Kerja Kompresi Per Siklus	24
3.2.4 Effisiensi Volumetrik	26
3.3 Diameter dan Langkah Torak	27
3.4 Spesifikasi Perancangan	28
<b>BAB IV UKURAN-UKURAN UTAMA KOMPRESOR</b>	<b>30</b>
4.1 Silinder	30
4.1.1 Tebal Silinder	30
4.1.2 Panjang Silinder	31
4.1.3 Kepala Silinder	32
4.2 Piston	33

4.2.1 Ukuran Utama Torak	33
4.2.1.1 Silinder Tekanan Rendah	35
4.2.1.2 Silinder Tekanan Tinggi	37
4.2.2 Pena Torak (Pin Piston)	39
4.2.2.1 Silinder Tekanan Rendah	39
4.2.2.2 Silinder Tekanan Tinggi	39
4.2.3 Cincin Torak	41
4.2.3.1 Silinder Tekanan Rendah	42
4.2.3.2 Silinder Tekanan Tinggi	43
4.2.4 Berat Torak dan Perlengkapannya	44
4.2.4.1 Silinder Tekanan Rendah	44
4.2.4.2 Silinder Tekanan Tinggi	46
4.3 Poros Engkol (Crank Shaft)	49
4.3.1 Ukuran Utama Poros Engkol	50
4.3.2 Beban Penyeimbang	53
4.4 Batang Torak (Connecting Rod)	53
4.4.1 Silinder Tekanan Rendah	54
4.4.2 Silinder Tekanan Tinggi	58
4.5 Bantalan	62
4.6 Sabuk dan Pulli	64
4.6.1 Sabuk	64
4.6.2 Puli	70
4.7 Katup ( Valve )	71



BAB V ANALISA KEKUATAN KOMPONEN UTAMA KOMPRESOR	73
5.1 Kekuatan Silinder	73
5.1.1 Tegangan Tarik	73
5.1.2 Tegangan Melintang	74
5.1.3 Kepala Silinder	75
5.2 Kekuatan Torak	76
5.2.1 Kekuatan Pena Torak	76
5.2.1.1 Kekuatan Terhadap Tegangan Bengkok	76
5.2.1.2 Kekuatan Terhadap Kekuatan Aksial	77
5.2.2 Kekuatan Cincin Torak	78
5.2.2.1 Kekuatan Terhadap Tegangan Tarik	78
5.3 Batang Torak	78
5.3.1 Kekuatan Terhadap Tegangan Bengkok	79
5.3.2 Kekuatan Terhadap Tegangan Tarik	80
5.4 Kekuatan Poros Engkol	81
5.4.1 Distribusi Gaya pada Poros Engkol	81
5.4.2 Kekuatan pada Pusat Poros Engkol	83
5.5 Kekuatan Bantalan	86
BAB VI KESIMPULAN	88
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	94

## DAFTAR TABEL

Lampiran 1	Sifat – Sifat Thermodinamika Udara	94
Lampiran 2	Ukuran – Ukuran Utama Poros	95
Lampiran 3	Daftar Konsentrasi Poros	96
Lampiran 4	Panjang Standart Ls & Faktor Koreksi Panjang $K_2$ Untuk Beban Sabuk-V Konvensional Beban Berat	97
Lampiran 5	Konstanta Yang Dipakai Dalam Persamaan Nilai Daya	98
Lampiran 6	Faktor Perbandingan Kecepatan Yang Dipakai Dalam Persamaan Nilai Daya	98
Lampiran 7	Penampang Sabuk-V Yang Sanggup Untuk Beban Berat	99
Lampiran 8	Beban dan Nilai Beban Ekuivalen untuk Bantalan Gelinding	100

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi Kompresor	6
Gambar 2.2	Prinsip Kerja Kompresor	8
Gambar 2.3	Diagram p-V dan T-S Untuk Kompresor Torak Satu Tingkat	10
Gambar 2.4	Diagram p-V dan T-S Untuk Kompresor Torak Dua Tingkat	14
Gambar 2.5	Proses Kompresi Dengan Volume Sisa	17
Gambar 3.1	Diagram Alir Kompresor	22
Gambar 4.1	Penampang Silinder	31
Gambar 4.2	Penampang Torak	34
Gambar 4.3	Penampang Pena Torak	39
Gambar 4.4	Penampang Cincin Torak	41
Gambar 4.5	Penampang Poros Engkol	49
Gambar 4.6	Penampang Batang Torak	54
Gambar 4.7	Penampang Bantalan	63
Gambar 4.8	Grafik Menentukan Tipe Sabuk	65
Gambar 4.9	Grafik Menentukan Harga $K_1$	67
Gambar 4.10	Kedudukan Sabuk Terhadap Pulli	68
Gambar 4.11	Bentuk Penampang Sabuk	69
Gambar 4.12	Bentuk Penampang Pulli	70
Gambar 4.13	Channel Valve	72
Gambar 4.14	Poppet Valve	72
Gambar 5.1	Distribusi Gaya pada Penampang Silinder	73
Gambar 5.2	Distribusi Gaya Sepanjang Silinder	74
Gambar 5.3	Penampang Potongan Batang Torak	79
Gambar 5.4	Distribusi Gaya Pada Siklus Kinematik Poros Engkol	81
Gambar 5.5	Distribusi Gaya Pada Pusat Poros Engkol	83

## DAFTAR SIMBOL

a	=	Tebal sabuk ; [mm]
a	=	Jarak beban $W_2$ terhadap tumpuan bantalan di titik A ; [mm]
A	=	Luas penampang ; [m <sup>2</sup> ]
b	=	Kedalaman celah ring piston ; [mm]
b	=	Tebal sabuk tunggal ; [mm]
b	=	Jarak dari tumpuan bantalan di titik E terhadap beban $W_2$ ; [mm]
b	=	Jarak dari tumpuan bantalan di titik E terhadap titik B ; [mm]
b	=	Jarak dari tumpuan bantalan di titik A terhadap pipi engkol ; [mm]
b'	=	Tebal sabuk bergabung ; [mm]
b <sub>r</sub>	=	Lebar cincin torak ; [mm]
B	=	Lebar bantalan ; [mm]
C	=	Jarak sumbu kedua pulli ; [mm]
C	=	Jarak kedua ujung cincin ; [mm]
$\bar{C}$	=	Beban dinamis yang diijinkan pada bantalan ; [kN]
d	=	Diameter ; [mm]
E	=	Modulus elastisitas ; [mm]
f	=	Frekuensi ; [Hz]
f <sub>h</sub>	=	Faktor umur bantalan
f <sub>n</sub>	=	Faktor putar bantalan
F	=	Gaya ; [N]
g	=	Gravitasi ; [m/s <sup>2</sup> ]
h	=	Entalpi gas ; [kJ/kg]
h	=	Lebar pipi engkol ; [mm]
h	=	Tebal batang torak ; [mm]
h	=	Tebal cincin torak ; [mm]
h <sub>f</sub>	=	Kerugian akibat gesekan ; [ m]
h <sub>L</sub>	=	Head loses ; [m]
h <sub>m</sub>	=	Kerugian minor ; [m]
H	=	Panjang silinder ; [mm]
i	=	Jumlah baut
i	=	Jumlah cincin torak

$i$	= Perbandingan transmisi
$I$	= Momen inersia ; [mm <sup>4</sup> ]
$k$	= Konduktivitas thermal ; [W/m.K]
$k_t$	= Faktor korelasi untuk keadaan momen puntir
$K$	= Jarak sumbu pena torak terhadap ring yang pertama ; [mm]
$l$	= Panjang poros engkol ; [mm]
$L$	= Panjang sabuk ; [mm]
$L$	= Panjang torak ; [mm]
$L_C$	= Panjang batang torak ; [mm]
$L_{ci}$	= Panjang silinder sisa ; [mm]
$L_h$	= Umur bantalan ; [jam]
$L_i$	= Panjang pena torak ; [mm]
$L_o$	= Jarak tumpuan pena torak ; [mm]
$m$	= Massa ; [kg]
$\overset{\circ}{m}$	= Massa aliran udara ; [kg/s]
$M$	= Momen ; [kg.mm]
$n$	= Indeks polytropik
$n$	= Putaran poros engkol ; [rpm]
$N$	= Putaran pulli pada motor listrik ; [rpm]
$p$	= Jumlah pole
$p$	= Tekanan ; [Bar, kg/cm <sup>2</sup> ]
$P$	= Daya ; [kW]
$P$	= Gaya tekan ; [N]
$P_r$	= Beban ekivalen bantalan ; [kN]
$\overset{\circ}{q}$	= Jumlah kalor yang mengalir persatuan luas ; [W/m <sup>2</sup> ]
$Q$	= Kapasitas udara ; [m <sup>3</sup> /s]
$q$	= Laju perpindahan panas ; [kJ/s]
$r$	= Champer ; [mm]
$r$	= Radius gyrasi pada pusat batang torak ; [mm]
$r_p$	= Perbandingan kompresi
$R$	= Jari-jari engkol ; [mm]
$R$	= Konstanta gas ; [kJ/kg.K]

$S$	= Entropi ; [kJ/kg.K]
$S$	= Panjang langkah ; [mm]
$S_f$	= Faktor keamanan pada poros
$t$	= Tebal ; [mm]
$T$	= Temperatur ; [K]
$v$	= Faktor mekanisme bantalan
$v$	= Faktor keamanan
$V$	= Volume ; [m <sup>3</sup> ]
$W$	= Berat ; [N]
$W_b$	= Momen perlawanan ; [mm <sup>3</sup> ]
$W_C$	= Total kerja kompresor ; [kJ/kg]
$x$	= Jarak dari tumpuan bantalan di titik A terhadap pipi engkol ; [mm]
$x$	= Jarak dari tumpuan bantalan terhadap titik acuan ; [mm]
$x$	= Faktor beban radial pada bantalan
$y$	= Faktor beban aksial pada bantalan
$Y$	= Besar defleksi pada poros engkol ; [mm]
$z$	= Jumlah sabuk
$\alpha$	= Faktor konsentrasi tegangan
$\alpha$	= Koefisien ekspansi panas ; [1/K]
$\alpha$	= Sudut ; [°]
$\beta$	= Sudut ; [°]
$\eta_a$	= Efisiensi adiabatik ; [%]
$\eta_a$	= Efisiensi mekanis ; [%]
$\eta_v$	= Efisiensi volumetrik ; [%]
$\rho$	= Massa jenis ; [kg/m <sup>3</sup> ]
$\mu$	= Poison ratio
$\varepsilon$	= Nilai kekasaran dari pipa ; [m]
$\tau$	= Tegangan geser ; [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\bar{\tau}$	= Tegangan geser izin ; [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma$	= Tegangan yang timbul ; [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\lambda$	= Koefisien gesek