

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR NOTASI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Pengertian Istilah	1
1.2 Penggunaan Pompa	1
1.3 Klasifikasi Pompa	2
1.3.1 Pompa Dinamik	3
1.3.2 Pompa Langkah Positif	3
BAB II POMPA TORAK	7
2.1 Definisi dan Fungsi Pompa Torak	7
2.2. Latar Belakang Penggunaan Pompa Torak	8
2.3. Penggunaan Pompa Torak	9
2.3.1 Penggunaan Dalam Bidang Perminyakan	9

2.3.2 Penggunaan dalam Industri Kimia	14
2.3.3 Penggunaan dalam Industri Logam dan Pertambangan	15
2.3.4 Penggunaan pada Pembangkit Tenaga Nuklir	16
2.3.5 <i>Water Jet Cleaning</i>	17
2.3.6 <i>Water Jet Cutting</i>	17
2.3.7 Pengisi Ketel	17
2.3.8 <i>Reverse Osmosis</i>	18
2.3.9 <i>Cryogenic Service</i>	18
2.3.10 <i>Food Service</i>	17
2.3.11 <i>Hydrostatic Testing</i>	19
2.3.12 Pelumasan Injeksi	19
2.3.13 Injeksi Kimia	17
BAB III TINJAUAN MASALAH	20
3.1 Latar Belakang	20
3.2 Proses Pengolahan Minyak	21
3.3 Proses pada <i>Water Treatment Plan</i>	23
3.4 Penggunaan Pompa pada WTP	25
3.5 Karakteristik Fluida	27
3.6 Variabel dalam Pemilihan Pompa	27
3.7 Pemilihan Pompa	29
3.8 Pemilihan Material Pompa	32
3.9 Pemilihan Tenaga Pengerak Pompa	33
BAB IV PRINSIP DASAR PERENCANAAN POMPA TORAK	34

4.1 Prinsip Kerja Pompa Torak	34
4.2 Karakteristik	35
4.3 Efisiensi Volumetris	38
4.4 Efisiensi Mekanis	41
4.5 <i>Clearance Volume</i>	44
BAB V PERANCANGAN LIQUID END.....	46
5.1 Perancangan Plunger	47
5.1.1 Definisi dan Fungsi Plunger	47
5.1.2 Material Plunger	48
5.1.3 Dimensi Plunger	49
5.1.4 Kekuatan Plunger	52
5.2 Perancangan Katup	56
5.2.1 Definisi dan Fungsi Katup	56
5.2.2 Material Katup	58
5.2.3 Dimensi Pegas Katup	60
5.3 Elemen Pendukung	65
5.3.1 <i>Stuffing Box</i>	65
5.3.2 <i>Packing</i>	65
5.3.3 <i>Wiper Gland</i>	66
BAB VI PERHITUNGAN GAYA DAN MOMEN	68
6.1 Gaya pada Silinder	68
6.2 Gaya pada Batang Penghubung	68

6.2.1 Gaya pada batang penghubung Pertama	69
6.2.2 Gaya pada batang penghubung Kedua	71
6.2.3 Gaya pada batang penghubung Ketiga	73
6.3 Perhitungan Bending Moment pada Poros Engkol	75
6.3.1 Perhitungan Bending Moment akibat Beban Aksial	75
6.3.2 Perhitungan Bending Moment akibat Beban Koaksial ...	77
6.3.3 Bending Moment Resultan	79
BAB VII PERANCANGAN KOMPONEN POMPA	83
7.1 Perancangan Batang Plunger	83
7.1.1 Definisi dan Fungsi	83
7.1.2 Bahan Plunger Rod	83
7.1.3 Dimensi Plunger Rod	84
7.1.4 Perhitungan Kekuatan	84
7.2 Perancangan Kepala Silang	87
7.2.1 Definisi dan Fungsi	87
7.2.2 Material Kepala Silang dan Cross Head Shoes	88
7.2.3 Dimensi Kepala Silang dan Cross Head Shoes	88
7.2.4 Perhitungan Kekuatan Kepala Silang	89
7.3 Perancangan Pena Kepala Silang	90
7.3.1 Definisi dan Fungsi	90
7.3.2 Material Pena Kepala Silang	90
7.3.3 Dimensi Pena Kepala Silang	91
7.3.4 Perhitungan Kekuatan Pena Kepala Silang	92

7.4 Perancangan Batang Penghubung	93
7.4.1 Definisi dan Fungsi	93
7.4.2 Material Batang Penghubung	94
7.4.3 Dimensi Batang Penghubung	94
7.4.3.1 Dimensi Small End	94
7.4.3.2 Dimensi Shank	95
7.4.3.3 Dimensi Big End	95
7.4.4 Perhitungan Kekuatan Batang Penghubung	97
7.4.4.1 Perhitungan Kekuatan Small End	97
7.4.4.2 Perhitungan Kekuatan Shank	99
7.4.4.3 Perhitungan Kekuatan Big End	103
7.5 Perancangan Poros Engkol	105
7.5.1 Definisi dan Fungsi Poros Engkol	105
7.5.2 Material Poros Engkol	105
7.5.3 Dimensi Poros Engkol	106
7.5.4 Perhitungan Kekuatan Poros Engkol	107
7.5.4.1 Perhitungan Kekuatan terhadap Beban Utama	107
7.5.4.2 Perhitungan Kekuatan terdapat Defleksi dan Getaran Puntir	110
BAB VIII BANTALAN UTAMA DAN LUBRIKASI	122
8.1 Bantalan Utama	122
8.1.1 Definisi dan Fungsi	122
8.1.2 Klasifikasi Bantalan	122
8.1.3 Pemilihan Bantalan Utama	123

8.1.4 Perancangan bantalan Utama	124
8.2 Pelumasan	128
8.2.1 Definisi dan Fungsi Pelumasan	128
8.2.2 Pemilihan Pelumas	129
BAB IX TRANSMISI	134
9.1 Definisi dan Fungsi Transmisi	134
9.2 Pemilihan Jenis Transmisi	134
9.3 Perancangan roda Gigi	136
9.3.1 Material Roda Gigi	136
9.3.2 Dimensi Roda Gigi	136
9.3.3 Perhitungan kekuatan Roda Gigi	143
BAB X KOMPONEN PENDUKUNG POMPA	146
10.1 Motor Listrik	146
10.1.2 Definisi dan fungsi Motor Listrik	146
10.1.2 Daya Motor	146
10.1.3 Pemilihan Motor Listrik	147
10.2 Kopling	148
10.2.1 Definisi dan Fungsi Kopling	148
10.2.2 Klasifikasi Kopling	148
10.2.3 Material Kopling	149
10.2.4 Dimensi Kopling	149
10.2.5 Perhitungan kekuatan Flens Kopling	150
10.2.6 Perhitungan Kekuatan Baut Penghubung Kopling ...	152

10.2.7 Pasak Kopling	153
10.3 Pulsation Dampener	156
10.4 Heat Exchanger	159
BAB XI GANGGUAN PADA POMPA	161
11.1 Kavitasi	162
11.1.1 NPSHA	162
11.1.2 NPSHR	164
11.2 Resonansi Pipa	164
BAB XII KARAKTERISTIK POMPA	170
12.1 Hubungan Efisiensi Mekanis dengan Selisih Tekanan ..	169
12.2 Hubungan Efisiensi Mekanis dengan Kapasitas Pompa..	170
12.3 Hubungan antara Selisih Tekanan, Kapasitas Pompa dengan Daya Keluaran	170
BAB XIII PENUTUP	173
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

	Halaman
Gambar 1.1 Klasifikasi Reciprocating Pumps	6
Gambar 3.1 Proses Pengolahan Minyak	27
Gambar 3.2 Grafik Referensi Pemilihan Pompa	30
Gambar 3.3 Grafik Referensi Pemilihan Pompa	30
Gambar 4.1 Diagram Tekanan-Volume pada Siklus Pemompaan Single Acting	34
Gambar 4.2 Efisiensi Mekanis pada Beberapa Diameter Pompa Plunger	43
Gambar 4.3 Hubungan Pressure Ratio dengan Efisiensi Mekanis	43
Gambar 4.4 Clearance Volume	45
Gambar 5.1 Liquid End dan Power End	47
Gambar 5.2 Plunger	53
Gambar 5.3 Gaya-gaya yang Bekerja pada Plunger	54
Gambar 5.4 Area Katup	58
Gambar 5.5 Diagram Goodman	64
Gambar 6.1 Mekanisme Gaya yang bekerja pada Batang Penghubung	68
Gambar 6.1a Gaya-gaya pada Batang Penghubung Pertama	69
Gambar 6.1b Gaya-gaya pada Batang Penghubung Kedua	73
Gambar 6.1c Gaya-gaya pada Batang Penghubung Ketiga	74
Gambar 6.2a Gaya aksial yang bekerja pada poros engkol	75
Gambar 6.2b Shear Force Diagram	75
Gambar 6.2c Bending Momen Diagram (BMD)	75
Gambar 6.3a Gaya koaksial yang bekerja pada poros engkol	78
Gambar 6.3b Shear Force Diagram	78
Gambar 6.3c Bending Momen Diagram (BMD)	78
Gambar 6.4 Bending Momen Diagram Resultant (BMD)	82
Gambar 7.1 Komponen-komponen Pompa	87
Gambar 9.1 Ukuran-ukuran Utama Roda Gigi Cacing	136
Gambar 10.1 Pemilihan Jenis Motor Listrik	148
Gambar 10.2 Kopling Flens dan ukurannya	150
Gambar 10.3 Bladder type of Pulsation Dampener	160



PERANCANGAN POMPA TORAK UNTUK MENGALIRKAN MINYAK LIMBAH (SLOP OIL) PADA
PROSES PEMURNIAN AIR PENGISI
GENERATOR UAP

I Wayan Sadwika, Ir. Hermawan, M.Si

Universitas Gadjah Mada, 2000. Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Gambar 12.1

Gambar 12.2

Grafik Hubungan Kapasitas Pompa dengan Selisih Tekanan 172

Gambar 12.3

Grafik Hubungan Kapasitas Pompa dengan Daya Keluaran 172

Tabel 3.1	Material Pompa yang Digunakan pada berbagai Macam pH	32
Tabel 4.1	Variasi Aliran untuk berbagai Jenis Pompa	39
Tabel 5.1	Harga untuk berbagai Tipe Pompa	50
Tabel 5.2	Gauge Line Diameter	60
Tabel 9.1	Tegangan Lengkung Material Gigi	137
Tabel 9.2	Tegangan Lentur yang diijinkan	143
Tabel 9.3	Faktor Bentuk Roda Gigi Cacing	144
Tabel 10.1	Variasi Aliran Pompa	158
Tabel 11.1	Konstanta C_1	164
Tabel 11.2	Faktor Frekuensi Alami dan Koefisien untuk Sistem Perpipaan Ideal dan Tekuk	166
Tabel 11.3	Faktor Koreksi untuk Sistem Pipa Ideal	167
Tabel 12.1	Harga Selisih Tekanan, Kapasitas Keluaran Dan Daya Output pada beberapa Harga Efisiensi Mekanis	171

Notasi

A	luas permukaan plunger; variasi aliran maksimum
A_c	luas penampang cross head extension
A_s	luas penampang shank batang penghubung
A_v	luas efektif katup
a	diameter baut; jarak titik berat plunger dengan pusat beban pada setengah lingkaran; panjang shoes cross head; dimensi shank batang penghubung; tebal batang engkol; jarak poros wheel – worm
B	diameter lubang baut pada flens; variasi aliran minimum; lebar bantalan
b	diameter lubang baut pada flens; dimensi shank batang penghubung; beban shoes kepala silang; jarak antara titik berat plunger dengan pusat reaksi pada tumpuan; lebar pasak; lebar gigi
b_e	lebar gigi efektif
b_{ma}	lebar gigi rata-rata wheel
b_1	lebar gigi worm
b_2	lebar gigi wheel; panjang busur gigi wheel
C	diameter flens; faktor koreksi terhadap konsentrasi berat; kapasitas beban dinamis;
C_1	konstanta
c	dimensi shank
D	diameter ekivalen; displacement pompa
D_e	diameter efektif laluan
D_s	diameter pegas rata-rata
D_t	diameter tumpuan
D_1	diameter besar pegas
D_2	diameter kecil pegas
d	diameter plunger
d_{a2}	diameter luar wheel
d_{cs}	diameter pena engkol
d_{f1}	diameter inti worm
d_g	diameter cross head guide
d_{f2}	diameter diameter lingkaran kaki wheel
d_i	diameter dalam bantalan smal end; diameter dalam pipa isap
d_j	diameter dalam bantalan big end
d_{k1}	diameter luar worm
d_{k2}	diameter tenggorok wheel
d_{m1}	diameter jarak bagi cacing
d_{m2}	diameter jarak bagi wheel
d_o	diameter luar pipa isap
d_{o1}	diameter pitch circle cacing
d_{o2}	diameter pitch circle wheel
d_{pr}	diameter batang plunger
d_s	diameter kawat pegas; diameter poros
d_{tb}	diameter tie bolt



d_w	diameter
d_l	diameter dalam pena engkol
E	modulus elastisitas
F	gaya pada working machine; beban aksial pada bantalan; gaya tangensial permukaan poros
F_{ab}	beban lentur ijin pada worm gear
F_{ac}	beban permukaan gigi yang diijinkan
F_{cg}	gaya pada dinding plunger
F_{cr}	beban kritis Euler
F_i	gaya yang diijinkan pada pegas
F_L	gaya pada angkatan pegas maksimum
F_{maks}	beban maksimum yang diijinkan
F_r	beban radial bantalan
F_t	beban tangensial pada wheel
F_z	gaya maksimum
F_1	tebal flens
f	frekuensi alami
f_c	frekuensi operasi poros engkol
f_p	frekuensi alami terkoreksi konsentrasi berat
f_{pl}	frekuensi plunger
f_{tet}	beban kritis Tetmajer
G	modulus geser
H	lead worm
h	kedalaman dovetail; dimensi shank batang penghubung
I	momen inerti bidang
I_x	momen inerti bidang terhadap sumbu x
I_y	momen inerti bidang terhadap sumbu y
i	perbandingan transmisi
J	momen inerti polar
J_{tot}	momen inerti polar total
K	radius girasi; konstanta tipe pompa
K_b	faktor koreksi
K_c	faktor Wahl; faktor keausan
K_γ	faktor sudut kisar
k	konstanta pegas
L	panjang pipa total; tinggi angkat pegas
L_c	panjang batang penghubung
L_e	panjang ekuivalen poros engkol
L_f	panjang bebas pegas
L_h	umur bantalan
L_L	panjang rapat pegas
l	jarak batang penghubung dengan bantalan utama; panjang pasak
l_a	jarak bantalan maksimum
l_{cs}	panjang pena engkol
l_i	panjang bantalan small end
l_j	panjang bantalan big end
l_p	panjang plunger
l_{pr}	panjang batang plunger



M_A	momen pada tumpuan B
M_B	momen pada tumpuan B
M_{maks}	momen lengkung maksimum
M_T	momen maksimum pada plunger
M_1	momen oleh tekanan mud
M_2	momen oleh reksi tumpuan
m	modul worm
m_n	modul normal worm
N	komponen aksial gaya batang penghubung maksimum; putaran poros engkol
N_a	jumlah koil pegas aktif
N_m	putaran motor
n	jumlah katup keluaran; jumlah silinder
n_e	jumlah baut efektif
P	beban dinamis ekuivalen bantalan
P_a	tekanan permukaan yang diijinkan;
P_g	tekanan pada cross head
P_i	daya input
P_m	tekanan spesifik yang diijinkan; daya motor
P_o	daya keluaran pompa
p_a	tekanan atmosfer; tekanan maksimum yang diijinkan
p_{ac}	tekanan akibat percepatan aliran
p_{be}	tekanan spesifik pada bantalan big end
p_d	tekanan keluaran pompa
p_r	rugi tekanan akibat gesekan pipa
p_g	tekanan terukur pada tangki
p_s	tekanan isap
p_{se}	tekanan pada bantalan small end
p_{vp}	tekanan uap jenuh
p_z	tekanan akibat perbedaan elevasi
Q	kapasitas pompa
q_{er}	tekanan kerja spesifik plunger rod
r	jari-jari poros engkol
S	specific gravity
S_f	faktor keamanan
s	tebal babbitt metal; principal stress maksimum; panjang langkah pompa
s_i	besar tegangan pada F_i
s_L	besar tegangan pada F_L
T	torsi; total pulsation pressure ijin
t	tebal dinding cross head
t_i	tebal bantalan small end
t_j	tebal bantalan big end
t_{pr}	tebal dinding plunger
V_g	volume dampener
v	faktor beban aksial untuk bantalan
v_v	kecepatan tangensial wheel
W	momen tahanan lengkung
W_{cr}	massa batang penghubung



W_g	massa
W_p	massa plunger
W_{pr}	massa plunger rod
W_1	massa kompoen yang bergerak bolak-balik
W_2	masa pena engkol
W_3	massa batang engkol
W_w	berat pipa per satuan panjang
X_x	faktor beban radial untuk bantalan
x_2	faktor perpindahan bentuk wheel
y	faktor bentuk roda gigi
z	tinggi permukaan mud pada tangki dari saluran isap
z_f	faktor bentuk gigi cacing
z_{m2}	faktor bentuk gigi wheel
z_1	jumlah gigi worm
z_2	jumlah gigi wheel
α	sudut antara batang penghubung dengan sumbu cross head; faktor cadangan
Δp	selisih tekanan; pulsation pressure
γ	sudut lengkungan wheel
τ	torsional stress
τ_b	tegangan geser pada baut
τ_f	tegangan geser pada flens
τ_k	tegangan geser pada pasak
τ_m	lead angle rata – rata
τ_o	lead angle pitch circle worm
τ_{af}	tegangan geser ijin pada flens
τ_{ak}	tegangan geser ijin pada pasak
η_m	efisiesi mekanis
η_t	efisiensi transmisi
η_v	efisiensi volumetris
μ	faktor koreksi; faktor keamanan
θ	defleksi puntiran; sudut rotasi engkol
ρ	densitas
σ_T	tegangan tarik bahan
σ_a	tegangan ijin bantalan
σ_b	tegangan lengkung maksimum
σ_{ba}	tegangan lentur ijin permukaan wheel
σ_{tb}	tegangan tarik bahan baut
σ_{tf}	tegangan tarik bahan flens
σ_y	tegangan luluh
ω	frekuensi alami poros engkol