UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , 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 TUGAS AKHIR iv
MOTTO dan HALAMAN PERSEMBAHAN v
INTISARI vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR NOTASI xvi
DAFTAR LAMPIRAN xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Sistem Hidrolik Penggerak Katup Masuk Utama Turbin Air 1
1.1.1 Tangki Pengumpul Minyak (Oil Sump Tank) 3
1.1.2 Pompa Sirkulasi Minyak 4
1.1.3 Tangki Pengumpul Minyak/Udara (Air/Oil Receiver) 5
1.1.4 Katup Kontrol 5
1.1.5 Servomotor 6
1.2 Tinjauan Umum Tentang Pompa 6
1.2.1 Pemakaian Pompa Dalam Kehidupan 7
1.2.2 Klasifikasi Pompa 8
1.2.3 Pemilihan Pompa 11
1.2.4 Pompa Sekrup 12

BAB II TINJAUAN MASALAH

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2 Kondisi Kerja Pompa 15
2.3 Kondisi Fluida yang dipompa 17
2.4 Kapasitas Total Pompa 17
2.5 Tekanan Total Pompa 18
2.5.1 Tekanan pada sisi isap 18
2.5.2 Tekanan pada sisi tekan 23
2.5.3 Tekanan Diferensial 28
2.6 Pemilihan Jenis Pompa 28
2.7 Garis Besar Konstruksi Pompa Sekrup 29
2.8 Mekanisme Kerja 32

BAB III UKURAN UTAMA POMPA

3.1 Data-data Yang Telah Diketahui 33
3.2 Daya Pompa 33
3.2.1 Asumsi Efisiensi Pompa 33
3.2.2 Daya Hidrolik atau Daya Output Pompa 34
3.2.3 Daya Input Poros Pompa 35
3.3 Daya Motor Penggerak 36
3.4 Menentukan Ukuran Utama Pompa 36
3.4.1 Kapasitas Aliran Pompa 36
3.4.2 Menentukan Ukuran Ulir Rotor 39
3.4.3 Diameter Penampang Rotor Minimum 41
3.4.4 Putaran Rotor Maksimum 43
3.4.5 Panjang Kerja Rotor 44
3.5 Perencanaan Rotor 45
3.5.1 Idler Rotor 45
3.5.2 Driven Rotor 49
3.5.3 Pemilihan Bahan Rotor 51
3.5.4 Rumah Rotor 61
3.5.5 Balance Bush 66

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB IV PERENCANAAN RUMAH DAN SALURAN POMPA

4.1 Konstruksi Rumah Pompa 74
4.1.1 Rumah Pemindah (Delivery Casing) 74
4.1.2 Penutup Rumah Rotor (Drive End Cover) 82
4.1.3 Rumah Isap (Suction Casing) 86
4.2 Saluran Pompa 91
4.2.1 Saluran Isap 91
4.2.2 Saluran Tekan 92
4.2.3 Saluran By Pass 96

BAB V PERENCANAAN POROS POMPA DAN BANTALAN

5.1 Poros 99
5.1.1 Perencanaan Poros 99
5.1.2 Perencanaan Poros Pompa Sekrup Multi Rotor 102
5.1.3 Pemeriksaan Poros Terhadap Defleksi Puntiran 110
5.1.4 Pemeriksaan Poros Terhadap Defleksi Lengkungan 113
5.1.5 Pemeriksaan Poros Terhadap Kemungkinan Bukling 114
5.1.6 Pemeriksaan Poros Terhadap Konsentrasi Tegangan 117
5.1.7 Putaran Kritis 122
5.2 Perencanaan Bantalan 123
5.2.1 Pemilihan Jenis Bantalan Pompa Sekrup Multi Rotor 124
5.2.2 Pelumasan Bantalan 130

BAB VI KOMPONEN PENDUKUNG POMPA SEKRUP

6.1 Kopling 131
6.1.1 Perencanaan Pin, Semak Karet dan Semak Kuningan 133
6.1.2 Perencanaan Hub 137
6.1.3 Perencanaan Pasak 138
6.1.4 Perencanaan Flens 139
6.2 Stuffing Box 140

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.2.2 Perhitungan Baut Penekan 143
6.2.3 Perhitungan Gland 144
6.3 Ring Penahan Gaya Aksial 146

BAB VII TEGANGAN UAP, KAVITASI, NPSH DAN VISKOSITAS

7.1 Tegangan Uap 149
7.2 Kavitasi 149
7.3 NPSH 150
7.3.1 NPSH yang Tersedia 151
7.3.2. NPSH yang Diperlukan 154
7.4 Viskositas 155
7.4.1 Pengaruh Viskositas Terhadap Performansi Pompa Sekrup 155
7.4.2. Pemilihan Daerah Kerja Putaran Pompa 157

BAB VIII EFISIENSI DAN KARAKTERISTIK POMPA

8.1 Efisiensi Pompa 159
8.1.1 Efisiensi Volumetris 159
8.1.2. Efisiensi Mekanis 160
8.2 Karakteristik Pompa Sekrup 164
8.2 Kenaikan Temperatur Fluida yang Dipompa 165

BAB IX KESIMPULAN 167

DAFTAR PUSTAKA 172
LAMPIRAN 174

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Instalasi pompa	18
Gambar 2.2.	Monogram faktor konversi viskositas	20
Gambar 2.3.	Penurunan tekanan melewati bagian filter	21
Gambar 2.4.	Grafik penentuan jenis pompa	29
Gambar 2.5.	Pompa sekrup vertikal dengan tiga rotor	31
Gambar 2.6.	Gradien tekanan pada rotor pompa sekrup	32
Gambar 3.1.	Grafik karakteristik pompa	34
Gambar 3.2.	Penampang rotor	38
Gambar 3.3.	Bentuk awal ulir	39
Gambar 3.4.	Idler rotor	49
Gambar 3.5.	*Driven rotor*	51
Gambar 3.6.	Gaya aksi pada ulir	52
Gambar 3.7.	Diagram beban ulir trapezium	53
Gambar 3.8.	Sudut trapesium ulir	57
Gambar 3.9.	Skema pelebaran permukaan	65
Gambar 3.10.	*Balance bush*	67
Gambar 4.1.	Profil plat untuk pemasangan kail crane	80
Gambar 4.2.	Rumah pemindah tampak atas	81
Gambar 4.3.	Rumah pemindah tampak depan	81
Gambar 4.4.	*Drive end cover*	82
Gambar 4.5.	Rumah isap bagian luar	88
Gambar 4.6.	Rumah isap bagian dalam	88
Gambar 4.7.	Rugi-rugi tekanan pada pipa baja komersial baru	93
Gambar 4.8.	Bentuk sambungan pipa	95
Gambar 5.1.	Poros pompa	104
Gambar 5.2.	Grafik K_r sebagai fungsi n_{sf} dan kapasitas Q	107
Gambar 5.3.	Diagram beban pada poros	109
Gambar 5.4.	Faktor konsentrasi tegangan akibat poros bertingkat	118
Gambar.5.5.	Faktor konsentrasi tegangan akibat alur pasak	121

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 6.1. Kopling fleksibel semak-pin 132
Gambar 6.2. Penyusunan packing gland dan ring 141
Gambar 6.3. Ukuran packing dan gland 142
Gambar 6.4. Gland penekan packing 145
Gambar 6.5. Susunan ring 147
Gambar 7.1. Pengukuran NPSH 152
Gambar 7.2. Cara pengukuran NPSH 152
Gambar 7.3 Hubungan viskositas dan suhu zat cair 155
Gambar 7.4. Kurva karakteristik tekanan vs kapasitas 157
Gambar 7.5. Efek viskositas terhadap putaran pompa diijinkan 157
Gambar 8.1. Koefisien gesek seal 162
Gambar 8.2. Grafik hubungan kapasitas dengan putaran pompa 165

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ukuran penyaring yang diperbolehkan	21
Tabel 2.2	Nilai untuk f_2	22
Tabel 2.3	Koefisien k	26
Tabel 3.1	Jumlah kisar ulir	44
Tabel 3.2	Rumus-rumus ukuran utama pompa sekrup multi rotor	44
Tabel 3.3	Nilai faktor keamanan	52
Tabel 3.4	Koefisien gesekan untuk berbagai kondisi	58
Tabel 3.5	Koefisien gesek ketika gaya gesek rumah rotor dipakai	59
Tabel 3.6	Kecepatan putar sinkron motor induksi	72
Tabel 4.1	Saluran by pass pompa	97
Tabel 5.1	Harga K_m dan K_t yang diperbolehkan	101
Tabel 5.2	Faktor perhitungan untuk bantalan bola yang dipasang tunggal.	126
Tabel 5.3	Harga faktor keandalan kerja	128
Tabel 5.4	Harga batas d . n	130
Tabel 6.1	Temperatur maksimum yang diijinkan untuk bahan packing	141
Tabel 8.1	Hasil perhitungan kapasitas berdasarkan putaran pompa	164

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI

a = Tambahan tebal akibat salah cor dan karat (cm)

a_u = Tinggi puncak ulir (cm)

a_1 = Faktor keandalan

a_2 = Faktor bahan

a_3 = Faktor Kerja

A = Area (cm^2)

A_{ad} = Luas adendum *driven rotor* (cm^2)

A_f = Luas efektif yang dilewati fluida (cm^2)

A_r = Penampang rotor (cm^2)

A_{ri} = Luas saluran fluida pada rumah isap (cm^2)

A_{ring} = Luas bidang geser pada ring (cm^2)

b_2 = Lebar rotor atau ½ gang ulir pada rotor (cm)

c_p = Kalor jenis fluida (kJ/kg.K)

C = koefisien persamaan euler

C_b = Faktor koreksi beban lentur

C_d = Kapasitas normal dinamis bantalan (kg)

C_o = Kapasitas normal statis bantalan (kg)

d_{ib} = Diameter dalam bantalan (cm)

d_{pd} = Diameter dalam pipa isap (cm)

d_1 = Diameter pin (cm)

d_2 = Diameter semak (cm)

D = Beda elevasi ujung sisi tekan dengan sumbu rotor (cm)

D_{ac} = Diameter adendum idler rotor (cm)

D_{ad} = Diameter adendum *driven rotor* (cm)

D_b = Diameter nominal baut (cm)

D_{cb} = Diameter dalam baut (cm)

D_{dc} = Diameter dedendum idler rotor (cm)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

D_g = Diameter lubang gland (cm)

D_h = Diameter hub (cm)

D_i = Diameter dalam (cm)

D_{io} = Diameter dalam rumah isap bagian luar (cm)

D_m = Diameter rata rata (cm)

D_o = Diameter luar (cm)

D_{oi} = Diameter luar rumah isap bagian dalam (cm)

D_p = Diameter poros (cm)

D_{pb} = Diameter lingkaran kerja baut (cm)

D_0 = Diagonal bagian dalam permukaan silinder terbesar (cm)

D_1 = Diameter lingkaran bubungan pin (cm)

D_{1p} = Diameter luar packing (cm)

D_2 = Diameter flens (cm)

E = Modulus elastisitas bahan poros (kg/cm^2)

E_p = Kalor yang diserap (kJ/s)

f = Koefisien gesekan

f_b = Koefisien gesekan bantalan

f_{frek} = Frekuensi listrik (Hz)

f_1 = Koefisien gesek sesungguhnya rotor

F = Luas efektif penampang rotor yang kosong (cm^2)

F_{ax} = Beban aksial pada rotor (kg)

F_{ax1} = Beban aksial untuk membangkitkan tekanan fluida (kg)

F_{ax2} = Beban aksial karena sifat viscous fluida (kg)

F_b = Beban bantalan (kg)

F_{fp} = Gaya gesek pada seal (kg)

F_p = Gaya penekan packing (kg)

F_r = Beban radial (kg)

F.S = Faktor keamanan

g = Percepatan gravitasi (cm/s^2)

G = Modulus geser bahan poros (kg/cm^2)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

h_e = Rugi-rugi belokan (cm)

h_{fs} = Rugi-rugi gesekan sepanjang pipa isap (cm)

h_{fd} = Rugi-rugi gesekan sepanjang pipa tekan (cm)

h_i = Rugi-rugi pada sisi masuk (cm)

h_m = Tekanan mutlak atau ukuran tinggi kolam zat cair (cm)

h_v = Rugi-rugi katup (cm)

h_{vd} = Rugi-rugi karena kecepatan pada sisi tekan (cm)

H_s = *Suction lift* (cm)

H_t = Head total pompa (cm)

I = Momen inersia (cm^4)

J = Momen inersia polar (cm^4)

k = konstanta untuk poros

k_1 = Konstanta, tergantung jenis pompa sekrup

k_2 = Konstanta, tergantung jenis pompa sekrup

K = Konstanta

K_p = *Least radius of gyration* (cm)

K_m = Faktor kombinasi kejutan dan kelelahan untuk momen

K_r = Experimental coefficient

K_t = Faktor kombinasi kejutan dan kelelahan untuk torsi

l_p = Panjang packing (cm)

l_s = Panjang semak pada flens (cm)

l_t = Lebar tangki (cm)

L = Panjang kerja rotor (cm)

L_b = Panjang lubang (cm)

L_h = Umur nominal bantalan (jam)

L_{hub} = Panjang hub (cm)

L_{ir} = Panjang kerja rotor (cm)

L_n = Umur bantalan terkoreksi (jam)

L_p = Panjang pasak (cm)

L_{pa} = Panjang poros yang menderita beban aksial (cm)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

L_r = Jarak gaya radial terhadap bantalan (cm)

M = Momen lengkung (kg.cm)

M_e = bending momen equivalen (kg.cm)

M_f = Momen gesek (kg.cm)

M_l = Momen tahanan pada kupingan flange (kg.cm)

n = Putaran rotor (rpm)

n_{cr} = Putaran kritis poros pompa (rpm)

n_{mt} = Kecepatan putar motor listrik induksi (rpm)

n_p = Jumlah pin

N = Gaya normal (kg)

p = Jumlah kutub motor listrik

p_b = *Bearing pressure* pada semak atau pin (kg/cm^2)

p_d = Tekanan maksimum(tekanan discharge) (bar)

p_t = Panjang tangki (cm)

p_{td} = Tekanan yang dibangkitkan pompa (bar)

P_a = Tekanan atmosfir (kg/cm^2)

P_{hid} = Daya hidrolik pompa (kW)

P_i = Daya input poros pompa (kW)

P_m = Daya motor penggerak (kW)

P_v = Tekanan uap jenuh zat cair (kgf/cm^2)

Q = Kapasitas aktual pompa (cm^3/s)

Q_{th} = Kapasitas aliran teoritis (cm^3/s)

R_{ac} = Jari-jari adendum ulir (cm)

Re = Bilangan Reynolds

R_i = Jari-jari dalam silinder (cm)

R_0 = Jari-jari luar silinder (cm)

s_p = Tebal packing (cm)

s_{slip} = Slip

S = Rugi-rugi bocor atau slip (cm^3/s)

S_h = Head statis (cm)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

t = Kisar ulir atau *lead* rotor (cm)

t_b = Tebal dinding (cm)

t_{ds} = Tebal dinding silinder (cm)

t_f = Tebal flens (cm)

t_g = Tebal flens packing gland (cm)

t_m = Tinggi level minyak (cm)

t_p = Tebal pasak (cm)

t_r = tebal ring (cm)

T = Torsi (kg.cm)

T_e = Momen equivalen (kg.cm)

U = Gaya keliling rotor (kg)

v_d = kecepatan fluida melewati pipa tekan (cm/s)

v_s = kecepatan fluida melewati pipa isap (cm/s)

V = Aliran volume (cm^3/put)

V_{ax} = Kecepatan aksial fluida (cm/s)

V_k = Volume setengah bagian kopling (cm^3)

V_{mt} = Volume minyak dalam tangki (cm^3)

V_p = Volume total poros (cm^3)

V_{ps} = Volume pasak (cm^3)

w = Lebar pasak (cm)

W_{kp} = Berat kopling dan pasak (kg)

W_p = Berat poros pompa (kg)

W_r = Berat rotor (kg)

W_s = Berat lengan rotor (kg)

y = Defleksi lenturan (cm)

z = Jumlah kisar rotor

z_f = Section modulus pada potongan flange (cm^2)

α = Sudut ulir atau sudut helix

α_f = *column factor*

α_i = Faktor cadangan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Δp_e = penurunan tekanan saat melewati elemen filter (bar)

Δp_h = penurunan tekanan saat melewati rumah filter (bar)

Δp_t = penurunan tekanan total (bar)

ΔT = Kenaikan temperatur fluida maksimum (^0C)

η_m = Efisiensi mekanis pompa

η_{ov} = Efisiensi overal pompa

η_t = Efisiensi transmisi

η_v = Efisiensi volumetris pompa

f_1 = faktor konversi viskositas

f_2 = faktor lingkungan

γ = Berat jenis fluida (kg/cm^3)

ρ = Massa jenis fluida (kg/cm^3)

ρ_b = Massa jenis bahan rotor (kg/cm^3)

ρ_p = Massa jenis bahan poros (kg/cm^3)

ρ_k = Massa jenis bahan kopling (kg/cm^3)

ρ_{ps} = Massa jenis bahan pasak (kg/cm^3)

σ_{bi} = tegangan tarik atau tekan bahan poros diijinkan (kg/cm^2)

σ_c = Tegangan keliling (kg/cm^2)

σ_{cn} = Tegangan keliling bersih (kg/cm^2)

σ_l = Tegangan longitudinal (kg/cm^2)

σ_{ln} = Tegangan longitudinal bersih (kg/cm^2)

σ_{ti} = Tegangan tarik ijin (kg/cm^2)

σ_y = Tegangan luluh bahan poros (kg/cm^2)

θ = Sudut gesekan

θp = Defleksi puntiran (rad)

τ_i = Tegangan geser bahan poros yang diijinkan (kg/cm^2)

μ = Viskositas dinamis fluida (Pa . s)

υ = Viskositas kinematis fluida (m^2/s)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Pompa Sekrup Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasi Sistem Hidrolik Sevomotor Tubin Air
Ichsanul Arifin , Ir. Hermawan, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat permohonan penelitian 174
Lampiran 2. Surat jawaban dari perusahaan 175
Lampiran 3. Surat bukti telah melakukan penelitian 176
Lampiran 4. Data hasil penelitian 177
Lampiran 5. Foto instalasi pompa 178
Lampiran 6. Foto idler rotor 179
Lampiran 7. Foto *driven rotor* 180
Lampiran 8. Foto rumah rotor 181
Lampiran 9. Foto rumah pemindah 182
Lampiran 10. Foto rumah isap 183
Lampiran 11. Foto motor penggerak pompa 184
Lampiran 12. Diagram sistem hidrolik servomotor 185
Lampiran 13. Ukuran baut dan mur 186
Lampiran 14. Tabel properti beberapa bahan teknik 191
Lampiran 15. Ukuran flens 194
Lampiran 16. Tabel properti fluida kerja 196
Lampiran 17. Tabel ukuran pipa 198
Lampiran 18. Ukuran poros 199
Lampiran 19. Ukuran bantalan 200
Lampiran 20. Ukuran pasak 201