



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiv
INTISARI	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Pengenalan Pompa	1
1.2. Pemakaian Pompa	1
1.3. Klasifikasi Pompa	3
1.3.1. Pompa Perpindahan Positif	3
1.3.1.a. Pompa Torak	3
1.3.1.b. Pompa Putar	4
1.3.2. Pompa Dinamik	4
1.4. Pemilihan Pompa	6



1.4.a. Segi Teknis	6
1.4.b. Segi Ekonomis	8
BAB II TINJAUAN MASALAH	11
2.1. Latar Belakang Masalah	11
2.2. Data-Data Perencanaan	11
2.2.1. Kapasitas Pompa	12
2.2.2. Head Total Pompa	13
2.2.2.1. Kerugian Head pada Instalasi Sisi Isap	14
2.2.2.2. Kerugian Head pada Instalasi Sisi Tekan	18
2.3. Konversi Data	23
2.4. Jenis Pompa yang Direncanakan	25
2.5. Pemilihan Tenaga Penggerak	28
2.6. Pemilihan Bahan Pompa	28
BAB III PERENCANAAN IMPELER	30
3.1. Tipe Impeler	30
3.2. Perkiraan Efisiensi Pompa	34
3.3. Daya Pompa	35
3.4. Dimensi Impeler	36
3.4.1. Diameter Poros Impeler	36
3.4.2. Diameter Mata Sisi Masuk Impeler	38
3.4.3. Lebar Sisi Masuk Impeler	42



3.4.4. Diameter Sisi Keluar Impeler	46
3.4.5. Lebar Sisi Keluar Impeler	50
3.4.6. Koreksi Pemilihan Jumlah Sudu	52
3.4.7. Lebar Impeler pada Setiap Titik	54
3.5. Segitiga Kecepatan	55
3.5.1. Segitiga Kecepatan pada Sisi Masuk	55
3.5.2. Segitiga Kecepatan pada Sisi Keluar	56
3.6. Disain Sudu	59
3.7. Pengecekan Kekuatan Impeler	63
3.8. Rangkuman Hasil Perhitungan Impeler	67
BAB IV PERENCANAAN SALURAN MASUK DAN RUMAH POMPA	69
4.1. Saluran Masuk	69
4.1.1. Jenis-Jenis Saluran Masuk dan Penggunaannya	69
4.2. Rumah Pompa	72
4.2.1. Bentuk Penampang Volute	73
4.2.2. Dimensi Volute	74
4.2.2.1. Jarak Antara Impeler dan Lidah Volute	76
4.2.2.2. Jari-Jari Penampang Volute dan Jari-Jari Volute	79
4.2.2.3. Sudut Lidah Volute	82
4.2.2.4. Lebar Sisi Masuk Volute	83
4.2.3. Perhitungan Kekuatan Casing	84



4.2.4. Cara Melukis Casing	86
BAB V PERENCANAAN POROS DAN BANTALAN	88
5.1. Poros	88
5.1.1. Gaya Aksial	88
5.1.1.1. Menyeimbangkan Gaya Aksial	96
5.1.2. Gaya Radial	98
5.1.2.1. Gaya Radial Dinamis	98
5.1.2.2. Gaya Radial Statis	100
5.1.3. Konstruksi Poros	104
5.1.4. Pemeriksaan Kekuatan Poros	107
5.1.4.1. Pemeriksaan Terhadap Tegangan Geser	109
5.1.4.2. Pemeriksaan Terhadap Defleksi Lengkungan	111
5.1.4.3. Pemeriksaan Terhadap Defleksi Puntiran	113
5.1.4.4. Pemeriksaan Terhadap Tekukan	115
5.1.4.5. Pemeriksaan Terhadap Putaran Kritis	116
5.1.5. Pemeriksaan Terhadap Pengaruh Konsentrasi Tegangan	118
5.1.5.1. Pengaruh Konsentrasi Tegangan pada Poros Tempat Impeler	118
5.1.5.2. Pengaruh Konsentrasi Tegangan pada Poros Tempat Kopling	122
5.2. Perencanaan Bantalan	125
5.2.1. Bantalan Kiri	126



5.2.2. Bantalan Kanan	128
5.2.3. Pelumasan Bantalan	130
BAB VI KOMPONEN PENDUKUNG	132
6.1. Stuffing Box	132
6.2. Kopling	134
6.2.1. Pemeriksaan Kekuatan Flens Kopling	137
6.2.2. Pemeriksaan Kekuatan Baut Pengikat Kopling	139
6.3. Lock Nut	141
6.4. Pasak	143
6.4.1. Pasak pada Impeler	143
6.4.2. Pasak pada Kopling	148
6.5. Ulir Pengikat Impeler	150
6.6. Motor Penggerak	153
BAB VII EFISIENSI DAN KAVITASI	156
7.1. Efisiensi	156
7.1.1. Efisiensi Hidrolis	156
7.1.2. Efisiensi Volumetris	157
7.1.3. Efisiensi Mekanis	158
7.1.3.1. Kerugian Gesekan pada Bantalan	158
7.1.3.2. Kerugian Gesekan pada Cakra	159
7.1.3.3. Kerugian Gesekan pada Stuffing Box	160



7.1.4. Efisiensi Total	161
7.2. Kavitasi	162
7.2.1. NPSH yang Diperlukan	162
7.2.2. NPSH yang Tersedia	164
BAB VIII KARAKTERISTIK POMPA	167
8.1. Karakteristik Pompa Air	167
8.1.1. Hubungan Head Euler dengan Kapasitas	167
8.1.2. Hubungan Head Teoritis dengan Kapasitas	169
8.1.3. Hubungan Head Aktual dengan Kapasitas	170
8.1.4. Hubungan Daya dengan Kapasitas	174
8.1.5. Hubungan Efisiensi dengan Kapasitas	177
8.2. Karakteristik Pompa Nira	178
8.2.1. Hubungan Head dengan Kapasitas	178
8.2.2. Hubungan Efisiensi dengan Kapasitas	179
8.2.3. Hubungan Daya dengan Kapasitas	180
8.2.4. Hubungan Head Sistem dengan Kapasitas	181
8.2.4.1. Kerugian Head pada Sisi Isap	182
8.2.4.2. Kerugian Head pada Sisi Keluar	185
PENUTUP	195
DAFTAR PUSTAKA	199
DAFTAR LAMPIRAN	201



DAFTAR LAMBANG

- A luas penampang
- A_h luas penampang hub impeler
- A_o luas penampang sisi masuk impeler
- A_o' luas penampang sisi masuk total
- A_{thr} luas penampang leher volute
- A_v luas penampang volute
- A_1 luas penampang sisi masuk impeler
- A_2 luas penampang sisi keluar impeler
- a diameter baut kopling
- B lebar bantalan, lebar lock nut, diameter tempat lubang baut pada flens kopling
- BHP daya kuda rem
- b lebar impeler
- b_1 lebar sisi masuk impeler
- b_2 lebar sisi keluar impeler
- b_2' lebar impeler termasuk tutup/shroud
- b_3 lebar sisi masuk volute
- b koefisien yang tergantung jenis bantalan
- C faktor aliran, diameter bagian kopling yang paling rawan terhadap geseran,
kapasitas beban dinamis bantalan, konstanta yang tergantung pada pendukung
poros



- C_b faktor koreksi pembebanan lentur
- C_p koreksi Pfeleiderer
- C_{m1} kecepatan meridian pada sisi masuk impeler
- C_{m2} kecepatan meridian pada sisi keluar impeler
- C_{m2}' kecepatan meridian setelah keluar impeler
- C_o kecepatan aksial cairan masuk impeler
- C_{thr} kecepatan rata-rata aliran pada leher volute
- C_{u2} kecepatan absolut dalam komponen tangensial
- C_{u2}' kecepatan absolut dalam komponen tangensial saat cairan keluar impeler
- C_v kecepatan rata-rata aliran pada berbagai penampang volute
- D dimensi melintang terbesar dari laluan volute, diameter luar bantalan, diameter luar ulir lock nut
- D_i diameter dalam pipa
- d diameter dalam bantalan
- d_h diameter hub impeler
- d_h' diameter hub impeler bagian belakang
- d_o diameter mata sisi masuk impeler
- d_{sh} diameter poros
- d_u diameter luar ulir pengikat impeler
- d_1 diameter ujung sisi masuk impeler
- d_2 diameter sisi keluar impeler, diameter efektif ulir
- d_3 diameter posisi lidah volute



E	modulus elastisitas
F	gaya geser
FHP	daya kuda fluida
F_a	gaya aksial
F_r	gaya radial
F_{rd}	gaya radial dinamis
F_{rs}	gaya radial statis
F_1	gaya aksial yang bekerja pada luasan annular, tebal flens
F_2	gaya aksial yang timbul akibat perubahan arah aliran fluida
F_3	gaya aksial yang timbul akibat posisi pompa
f	faktor gesekan
G	modulus geser
g	percepatan gravitasi
H	head, tinggi kaitan ulir
HP_{DF}	daya kuda untuk mengatasi gesekan cakra
HP_H	daya kuda untuk mengatasi kerugian hidrolis
HP_L	daya kuda untuk mengatasi kebocoran
HP_M	daya kuda untuk mengatasi kerugian mekanis
H_{act}	head aktual
H_p	head tekanan statis pada keliling impeler
H_s	head statis sistem
H_{th}	head teoritis



H_{thco}	head Euler
h	tinggi profil ulir, tinggi pasak
h_h	kerugian-kerugian hidrolis
h_s	shock loss atau turbulence loss
h_{fd}	friction and diffusion loss
I	momen inersia luasan
J	momen inersia polar
j	konstanta untuk ulir
K	faktor koreksi tubukan, koefisien hambatan
K_{cv}	koefisien kecepatan absolut
K_r	koefisien eksperimental
k_{sh}	faktor percobaan
k_t	konstantan pegas ulir
k_{2cu}	faktor sirkulasi
L	panjang poros, panjang pipa
L_h	umur bantalan yang direncanakan
l	panjang pasak
M	momen lengkung, massa
N_{cr}	kecepatan kritis poros
n	putaran poros pompa
n_{SP}	kecepatan spesifik dinamik
n_{SQ}	kecepatan spesifik kinematik



n_{sf}	bilangan bentuk
P	daya motor penggerak, tekanan pada laluan casing, tekanan yang dihasilkan oleh pompa, tekanan permukaan pasak, beban dinamis ekivalen bantalan
P_b	tekanan barometer yang bekerja pada ujung bebas poros
P_{bf}	kerugian daya akibat gesekan pada bantalan
P_{cr}	gaya tekukan kritis
P_{df}	kerugian daya akibat gesekan cakera
P_m	daya motor penggerak
P_o	tekanan absolut pada ujung masuk impeler
P_{sf}	kerugian daya akibat gesekan pada stuffing box
P_{sh}	daya poros
p	jarak bagi ulir
Q	kapasiti pompa
Q'	kapasiti aliran yang melewati impeler
Q_L	jumlah kebocoran total
Re	Reynolds number
r	jari-jari penampang volute
r_t	jari-jari posisi lidah volute
r_{thr}	jari-jari leher volute (throat)
r_v	jari-jari volute
r_{wr}	jari-jari luar cincin aus
r_1	jari-jari sisi masuk impeler



r_2	jari-jari sisi keluar impeler
r_4	jarak pusat leher volute ke sumbu impeler
r	jari-jari filet
S	ketebalan minimum dinding casing
SG	angka gravitasi spesifik
S_f	faktor keamanan
S_{f1}	faktor keamanan karena kelelahan puntir
S_{f2}	faktor keamanan karena alur pasak atau poros bertingkat
S_s	ketebalan dinding/tutup (shroud) impeler
s_{s1}	ketebalan sudu pada ujung sisi masuk dalam arah keliling
s_{s2}	ketebalan sudu pada ujung sisi keluar dalam arah keliling
s_1	ketebalan sudu pada sisi masuk
s_2	ketebalan sudu pada sisi keluar
T	momen puntir
T_f	kerugian gesekan pada bantalan
t	jarak antara impeler dan lidah volute
t_1	lebar pitch pada sisi masuk sudu, kedalaman alur pasak pada poros
t_2	lebar pitch pada sisi keluar sudu, kedalaman alur pasak pada naf
u_1	kecepatan keliling pada sisi masuk impeler
u_2	kecepatan keliling pada sisi keluar impeler
V	kecepatan aliran fluida dalam pipa, volume, faktor rotasi
W	beban statis, berat cairan yang dipompa persatuan waktu



W_I	berat total impeler
W_P	berat total poros
w_1	kecepatan relatif pada sisi masuk impeler
w_2	kecepatan relatif pada sisi keluar impeler
X	faktor beban radial untuk bantalan
x	faktor keamanan
Y	faktor beban aksial untuk bantalan
y	koefisien yang tergantung dari profil laluan casing
z	jumlah sudu, kelonggaran untuk ketelitian pengerjaan tuangan casing, jumlah lilitan ulir

Huruf Yunani

α	faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak
β	faktor konsentrasi tegangan untuk poros bertingkat
β_1	sudut sudu sisi masuk
β_2	sudut sudu sisi keluar
δ_1	sudut jatuh
ε	faktor penyempitan
γ	berat jenis cairan, berat jenis bahan
η	efisiensi
η_h	efisiensi hidrolis
η_m	efisiensi mekanis



η_v	efisiensi volumetris
θ	defleksi puntiran
σ	tegangan tarik bahan, koefisien kavitasi Thoma
τ	tegangan geser
τ_a	tegangan geser yang diijinkan
μ	faktor slip, koefisien gesekan pada bantalan, kekentalan absolut
ν	kekentalan kinematis
ϕ_t	sudut lidah volute
ϕ_v	sudut sentral
ϕ_1	koefisien penyempitan pada sisi masuk sudu
ϕ_2	koefisien penyempitan pada sisi keluar sudu
ψ	konstanta yang nilainya diberikan pada persamaan (3-30)
ω	kecepatan angular

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Klasifikasi pompa perpindahan positif	9
Gambar 1.2. Klasifikasi pompa dinamik	10
Gambar 2.1. Instalasi pemompaan	20
Gambar 2.2. Harga koefisien hambatan pada katup dan belokan	22
Gambar 2.3. Diagram faktor koreksi untuk cairan viscous	24
Gambar 2.4. Diagram penentuan jenis pompa	26
Gambar 2.5. Perkiraan jangkauan head dan kapasitas untuk pompa sentrifugal	27
Gambar 3.1. Type impeler menurut kecepatan spesifik	31
Gambar 3.2. Diagram perkiraan efisiensi pompa	34
Gambar 3.3. Grafik hubungan koefisien kecepatan dengan kecepatan spesifik	40
Gambar 3.4. Profil sebuah impeler	52
Gambar 3.5. Diagram penentuan jumlah sudu	53
Gambar 3.6. Segitiga kecepatan pada sisi masuk	55
Gambar 3.7. Segitiga kecepatan pada sisi keluar	56
Gambar 3.8. Konstruksi sudu jalan dengan metode single arc	60
Gambar 3.9. Grafik variasi w dan c_m terhadap perubahan r	61
Gambar 3.10. Bagian terawan dari impeler	64
Gambar 3.11. Profil rancangan impeler	68
Gambar 4.1. Saluran masuk lurus atau miring	70



Gambar 4.2. Saluran masuk melengkung dan mengecil	70
Gambar 4.3. Saluran masuk konsentrik	71
Gambar 4.4. Saluran masuk mulut lonceng	71
Gambar 4.5. Saluran masuk volute	72
Gambar 4.6. Bentuk penampang volute	73
Gambar 4.7. Hubungan K_{cv} dan $(d_3 - d_2)/d_2$ dengan kecepatan spesifik	75
Gambar 4.8. Bentuk rumah volute	77
Gambar 4.9. Dimensi sisi masuk volute	83
Gambar 4.10. Penampang volute	84
Gambar 4.11. Profil rancangan volute	87
Gambar 5.1. Gaya aksial pada pompa sentrifugal isapan tunggal	89
Gambar 5.2. Penyeimbang gaya aksial	97
Gambar 5.3. Grafik hubungan K_r dengan kecepatan spesifik dan kapasitas	99
Gambar 5.4. Pembagian impeler untuk menghitung volumenya	100
Gambar 5.5. Konstruksi poros yang direncanakan	104
Gambar 5.6. Perletakan gaya-gaya dan reaksi bantalan pada poros	107
Gambar 5.7. Diagram momen lengkung	109
Gambar 5.8. Posisi gaya radial untuk menentukan defleksi lengkungan	111
Gambar 5.9. Perletakan beban untuk menentukan kecepatan kritis	117
Gambar 5.10. Faktor konsentrasi tegangan untuk poros bertingkat	120
Gambar 5.11. Faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak	120
Gambar 6.1. Stuffing box	133



Gambar 6.2. Kopling flens luwes	136
Gambar 6.3. Bagian paling rawan dari flens	137
Gambar 6.4. Lock nut	141
Gambar 6.5. Gaya geser pada pasak	144
Gambar 7.1. Hubungan koefisien kavitasi Thoma dengan efisiensi hidrolis dan kecepatan spesifik	163
Gambar 8.1. Kerugian-kerugian hidrolis	170
Gambar 8.2. Daya kuda dan kerugian-kerugian daya	174
Gambar 8.3. Grafik hubungan head Euler dengan kapasitas pompa air	188
Gambar 8.4. Grafik hubungan head teoritis dengan kapasitas pompa air	189
Gambar 8.5. Grafik hubungan head aktual dengan kapasitas pompa air dan nira	190
Gambar 8.6. Grafik hubungan efisiensi dengan kapasitas pompa air dan nira	191
Gambar 8.7. Grafik hubungan daya dengan kapasitas pompa air	192
Gambar 8.8. Grafik hubungan daya dengan kapasitas pompa nira	193
Gambar 8.9. Grafik hubungan head sistem dengan kapasitas pompa nira	194

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Besarnya daya cadangan	36
Tabel 3.2. Hasil perhitungan lebar impeler pada setiap titik	62
Tabel 4.1. Hasil perhitungan A_v , r , dan r_v pada berbagai sudut sentral	80
Tabel 4.2. Hasil perhitungan A_v , r , dan r_v untuk faktor aliran konstan	82
Tabel 5.1. Hubungan ketinggian dengan tekanan atmosfer	94
Tabel 6.1. Putaran sinkron motor listrik	154
Tabel 7.1. Temperatur dan tekanan uap jenuh air	165
Tabel 7.2. Temperatur dan tekanan uap jenuh larutan sucrosa	166
Tabel 8.1. Hasil perhitungan hubungan head dengan kapasitas	174
Tabel 8.2. Hasil perhitungan hubungan daya dan efisiensi dengan kapasitas	178
Tabel 8.3. Hasil perhitungan hubungan head dengan kapasitas pompa nira	179
Tabel 8.4. Hasil perhitungan hubungan efisiensi dengan kapasitas pompa nira	180
Tabel 8.5. Hasil perhitungan hubungan daya dengan kapasitas pompa nira	181
Tabel 8.6. Hasil perhitungan hubungan head sistem dengan kapasitas pompa nira	187