

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	vi
INTISARI	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMBANG	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Pengertian Umum Tentang Pompa	1
1.2. Pemakaian Pompa	2
1.3. Jenis-Jenis Pompa	3
1.3.1. Pompa Perpindahan Positif	3
1.3.2. Pompa Dinamik	5
1.3.3. Pompa Efek Khusus	9
1.4. Pemilihan Pompa	13
BAB II. TINJAUAN MASALAH	16
2.1. Latar Belakang Masalah	16



2.2. Kapasitas Dan Head Total Pompa Yang Direncanakan	17
2.3. Pemilihan Penggerak Mula	20
2.4. Pemilihan Pompa	24
2.5. Pemilihan Bahan Pompa	26
BAB III. PERANCANGAN IMPELER	28
3.1. Tipe Impeler	28
3.1.1. Tipe Impeler Pompa Yang Direncanakan	30
3.2. Perkiraan Efisiensi Pompa	32
3.3. Tenaga Yang Diperlukan Pompa	34
3.4. Dimensi Impeler	35
3.4.1. Poros Impeler	35
3.4.2. Diameter Inlet	37
3.4.3. Lebar Impeler Pada Sisi Masuk (b_1)	39
3.4.4. Lebar Impeler Pada Sisi Keluar (b_2)	46
3.5. Segitiga Kecepatan	49
3.6. Perencanaan Sudu Impeler	50
BAB IV. PERENCANAAN RUMAH POMPA	59
4.1. Bentuk Volute	59
4.2. Perhitungan Volute	60
4.2.1. Jari-Jari Volute	61
4.2.2. Lebar Inlet Volute	66
4.2.3. Tebal Volute	66
BAB V. PERENCANAAN POROS DAN BANTALAN	69



5.1. Poros	69
5.1.1. Gaya Aksial Dinamis	69
5.1.2. Gaya Radial Dinamis	72
5.1.3. Gaya Radial Statis	72
5.1.4. Konstruksi Poros Pompa	74
5.1.5. Pemeriksaan Kekuatan Poros	75
5.1.6. Pemeriksaan Terhadap Defleksi	80
5.1.7. Kecepatan Kritis Poros	81
5.2. Bantalan	83
5.2.1. Bantalan Kiri	84
5.2.2. Bantalan Kanan	86
5.2.3. Pelumasan Bantalan	87
5.2.4. Sekat Pelumasan	90
5.3. Ulir Pnegikat Impeler	90
BAB VI. KOMPONEN PENDUKUNG	93
6.1. Kopling	93
6.1.1. Kekuatan Flens	95
6.1.2. Kekuatan Baut Pengikat	96
6.2. Pasak	97
6.2.1. Pasak Kopling	98
6.2.2. Pasak Impeler	99
6.3. Stuffing Box	100
6.3.1. Jenis Stuffing Box	101



6.4. Motor Penggerak	113
BAB VII. EFISIENSI, KAVITASI DAN TINGGI TEKAN ISAP	117
7.1. Efisiensi	117
7.1.1. Efisiensi Hidrolis	117
7.1.2. Efisiensi Volumetris	118
7.1.3. Efisiensi Mekanis	118
7.1.4. Efisiensi Total	120
7.2. Kavitasi	120
7.3. Tinggi Tekan Isap, NPSH (Net Positive Suction Head)	121
7.3.1. NPSH Yang Diperlukan	121
7.3.2. NPSH Yang Tersedia ($NPSH_a$)	124
BAB VIII. KARAKTERISTIK POMPA	127
8.1. Hubungan Antara Head Dengan Kapasitas Pemompaan	127
8.1.1. Head Euler vs Kapasitas	127
8.1.2. Head Teoritis vs Kapasitas	128
8.1.3. Head Aktual vs Kapasitas	129
8.2. Hubungan Antara Efisiensi Dengan Kapasitas Pompa	133
BAB IX. PENUTUP	142
DAFTAR PUSTAKA	144
LAMPIRAN	146

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Pompa piston	5
Gambar 1.2.	Jenis-jenis impeler	7
Gambar 1.3.	Pompa centrifugal dan motor penggerak	9
Gambar 1.4	Bagian utama pompa jet	10
Gambar 1.5.	<i>Shallow well jet pump</i>	11
Gambar 1.6.	<i>Deep well jet pump</i>	11
Gambar 1.7.	Pompa lumpur	12
Gambar 1.8.	Pompa sentrifugal isapan ujung	12
Gambar 2.1.	Sistem instalasi sistem	18
Gambar 2.2.	Diagram Moody	19
Gambar 2.3.	Grafik pemilihan motor listrik berdasarkan jumlah kutub, <i>Total Head</i> dan kapasitas yang direncanakan	23
Gambar 2.4.	Grafik pemilihan jenis pompa	24
Gambar 2.5.	Grafik perbandingan harga kekerasan Brinell (Hb) dari mineral tambang	27
Gambar 3.1.	Pemilihan tipe impeler menurut kecepatan spesifik	32
Gambar 3.2.	Diagram hubungan kecepatan spesifik dan efisiensi	33
Gambar 3.3.	Grafik hubungan koefisien kecepatan dan kecepatan spesifik ..	38
Gambar 3.4.	Impeler pompa centrifugal	40
Gambar 3.5.	Segitiga kecepatan pada sisi masuk impeler dengan jumlah sudu-sudu terbatas	41
Gambar 3.6.	Segitiga kecepatan dimana $\alpha_1 = \alpha_2 = 90^\circ$	41



Gambar 3.7. Grafik hubungan kapasitas dengan efisiensi	44
Gambra 3.8. Bentuk sudu pada sisi buang	46
Gambar 3.9.a. Segitiga kecepatan untuk sisi masuk (<i>inlet</i>)	48
Gambar 3.9.b. Segitiga kecepatan untuk sisi keluar (<i>outlet</i>)	48
Gambar 3.10. Bnetuk saluran pada impeler, sudut <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> dimana jumlah sudu sama untuk setiap impeler	51
Gambar 3.11 Sudut overlap dari sudu-sudu impeler	52
Gambar 3.12 Metode titik ke titik untuk menentukan profil sudu	53
Gambar 3.13. Variasi dari harga-harga w , C_m , dan β terhadap radius r ...	54
Gambar 3.14. Rancangan profil impeler	57
Gambar 3.15. Penggambaran sudu impeler	58
Gambar 4.1. Bentuk penampang volute	59
Gambar 4.2. Penampang volute profil lingkaran	60
Gambar 4.3. Hubungan kecepatan spesifik dengan konstanta kecepatan volute	61
Gambar 4.4. Bentuk rumah volute	62
Gambar 4.5. Bentuk volute hasil perhitungan	68
Gambar 5.1. Balancing gaya aksial dengan sudu belakang (<i>radial ribs</i>) ...	71
Gambar 5.2. Pembagian daerah penampang sudu untuk mendapatkan volume sudu	73
Gambar 5.3. Konstruksi poros pompa	74
Gambar 5.4. Peletakan gaya dan bantalan pada poros	75
Gambar 5.5. Pemeriksaan tegangan geser dengan menggunakan rumus ...	76



Gambar 5.6.	Faktor konsentrasi alur pasak	78
Gambar 5.7.	Faktor konsentrasi tegangan poros bertingkat	79
Gambar 5.8.	Posisi gaya radial	80
Gambar 5.9.	Bantalan kontak sudut	85
Gambar 5.10	Bantalan bola alur dalam baris tunggal	86
Gambar 5.11.	Minyak pelumas minimum pada rumah poros	89
Gambar 6.1.	Kopling flens luwes	94
Gambar 6.2	Geseran pada flens	95
Gambar 6.3.	Gaya geser pada pasak	98
Gambar 6.4.	Stuffing box	101
Gambar 6.5.	Kotak packing (stuffing box) dengan sebuah lantern ring ..	102
Gambar 6.6.	Penahan labirin (labyrinth gland)	104
Gambar 6.7.	Mekanika packing dan mekanika seal	109
Gambar 6.8.	Pelumasan pada mekanika packing	110
Gambar 6.9.	Konstruksi dasar dari mekanika packing	110
Gambar 6.10.	Pengaruh pelumasan terhadap packing di dekat plat penahan (gland plate)	111
Gambar 6.11.	Packing graphite	112
Gambar 6.12.	Diagram pengawalan autotransformer dengan rangkaian kordorfer	116
Gambar 7.1.	Grafik hubungan koefisien kavitasi Thoma dengan kecepatan spesifik	123
Gambar 7.2.	NPSH	125



Gambar 8.1.	Kurva kerugian hidrolis	130
Gambar 8.2.	Daya kuda dan kerugian daya	134
Gambar 8.3.	Grafik kapasitas, head, daya kuda dan efisiensi pompa sebelum diperhitungkan faktor koreksi zat cair kental (pasir besi)	137
Gambar 8.4.	Diagram performansi zat cair kental	139
Gambar 8.5.	Grafik kapasitas, head, daya kuda dan efisiensi pompa setelah diperhitungkan faktor performansi zat cair kental (pasir besi)	141

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Putaran sinkron motor listrik	22
Tabel 3.1. Ukuran-ukuran utama impeler	55
Tabel 4.1. Ukuran penampang volute dan jari-jari volute	64
Tabel 4.2. Ukuran penampang volute dan jari-jari volute dalam berbagai posisi setelah memperhitungkan faktor aliran C konstan	65
Tabel 6.1. Faktor cadangan daya (α) pada penggerak mula	114
Tabel 8.1. Head dan kapasitas pompa sebelum diperhitungkan faktor koreksi performansi zat cair kental (pasir besi)	133
Tabel 8.2. Kapasitas, head, daya kuda dan efisiensi pompa sebelum diperhitungkan faktor koreksi performansi zat cair kental (pasir besi)	136
Tabel 8.3. Kapasitas, head, daya kuda dan efisiensi pompa setelah diperhitungkan faktor performansi zat cair kental (pasir besi)	140

- A : luas penampang
- A_2 : luas sisi masuk sisi masuk impeler
- A_h : luas penampang hub
- A_0 : luasan bebas sisi masuk impeler
- A_{thr} : luas penampang *throat*
- A_{rb} : luas penampang *ribs*
- b : lebar *stuffing box*
- b_1 : lebar sudu impeler
- b_2 : lebar sudu keluar impeler
- b_3 : lebar rumah *volute*
- C : faktor bentuk lengkungan lingkaran
- C_0 : kecepatan aksial
- C_p : faktor koreksi Pfleiderer
- C_u : kecepatan tangensial
- C_v : harga koreksi C
- C_{m1} : kecepatan meridian sisi masuk impeler
- C_{m2} : kecepatan meridian sisi keluar impeler
- C_{thr} : kecepatan rata-rata di leher *volute*
- D : diameter aliran
- d : diameter cicin dalam bantalan
- d_1 : diameter sisi masuk impeler



d_h : diameter hub

d_o : diameter sisi masuk impeler

d_{sh} : diameter poros

e : panjang garis alir

E : modulus elastisitas

E_k : energi kinetik

E_p : energi potensial

F : gaya

F_a : gaya aksial pada bantalan

F_1 : gaya aksial dari arah depan impeler

F_2 : gaya aksial karena perubahan momentum

F_r : gaya radial pada bantalan

$f_{l,2}$: koefisien gesek pada instalasi

f_h : faktor umur bantalan

f_n : faktor kecepatan bantalan

G : modulus geser

H : head

H_N : head normal

H_{sv} : head isap

H_{th} : head teoritis

H_{theo} : head Euler

h_{fd} : kerugian gesekan pada difusi

h_{sv} : head isap bersih yang tersedia

I : momen inersia

K_{cm} : koefisien kecepatan

K_{cu} : koefisien kecepatan rata-rata pada *volute* casing

K_m : faktor koreksi untuk poros berputar

K_t : faktor koreksi beban kejut

L : panjang poros

L_h : umur nominal bantalan

M : momen lengkung

M_{st} : momen statis impeler

N_{cr} : putaran kritis poros

N_R : bilangan Reonald

n : putaran poros

n_s : kecepatan spesifik

n_{sf} : kecepatan bilangan bentuk

P : tekanan, beban ekivalen dinamis bantalan

P_a : tekanan atmosfir, tekanan mutlak permukaan cairan

P_{fb} : kerugian daya pada bantalan dan stuffing box

P_{fd} : kerugian daya akibat gesekan cakra

P_{fm} : kerugian mekanis total

P_{sh} : daya poros, daya yang diperlukan pompa

P_v : tekanan uap jenuh



Q : kapasitas

Q' : kapasitas total masuk impeler

Q_L : jumlah kebocoran

Q_N : kapasitas nominal

Q_s : kapasitas pompa tanpa *shock losses*

R_A : reaksi bantalan A

R_B : reaksi bantalan B

r_2 : jari-jari impeler

r_4 : jarak pusat penampang *throat* kesumbu pompa

r_s : jari-jari centroid garis alir

r_{thr} : jari-jari *throat*

r_v : jari-jari *volute* untuk berbagai sudut pusat

S : tebal dinding casing

S_{fl} : faktor keamanan puntir

S_{f2} : faktor keamanan tegangan alur pasak

s_1 : tebal sudu sisi masuk

s_2 : tebal sudu sisi keluar

T : momen torsi

T_r : gaya radial pada impeler

t : jarak impeler ke lidah *volute*

t_1 : *pitch* sisi masuk

t_2 : *pitch* sisi keluar

u : kecepatan keliling impeler



- w : berat, kecepatan relatif cairan dalam impeler
- y : defleksi atau lendutan
- z : jumlah sudu

HURUF YUNANI

- α : faktor konsentrasi tegangan alur pasak
- β : faktor konsentrasi tegangan poros bertingkat
- β_1 : sudut sisi masuk
- β_2 : sudut sisi keluar
- δ : sudut jauth
- η_h : efisiensi hidrolis
- η_m : efisiensi mekanis
- η_t : efisiensi total
- η_v : efisiensi volumetris
- ψ : konstanta
- ω : kecepatan sudut
- ϕ_1 : koefisien kontraksi sisi masuk
- ϕ_2 : koefisien kontraksi sisi keluar
- σ : kekuatan tarik bahan, koefisien thoma
- ρ : massa jenis
- τ : tegangan geser



τ_b : tegangan geser baut

τ_F : tegangan geser flens

ν : viskositas kinematis

θ : defleksi puntiran

ϑ : sudut pusat