



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
NASKAH SOALTUGAS AKHIR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
INTISARI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Pengenalan Pompa	1
1.2. Klasifikasi Pompa	3
1.2.1. Positive Displacement Pump	3
1.2.1.1. Pompa Torak	4
1.2.1.2. Pompa Rotari	5
1.2.2. Pompa Dinamik	5
1.2.2.1. Pompa Sentrifugal	6
1.2.2.1.a. Radial Flow Impeller Pump	7
1.2.2.1.b. Mixed Flow Impeller Pump	7
1.2.2.1.c. Axial Flow Impeller Pump	7
1.2.2.2. Pompa Untuk Keperluan Spesifik	7
1.3. Parameter Pemilihan Pompa	8
BAB II TINJAUAN MASALAH	10
2.1. Latar Belakang	10
2.2. Pompa yang Direncanakan	10
2.3. Pemilihan Jenis Pompa	11



2.4.	Cara Pemilihan Pompa	13
2.5.	Pemilihan Bahan Pompa	15
2.6.	Pemilihan Tenaga Penggerak	16
2.7.	Penentuan Jumlah Tingkat	17
2.8.	Daya Poros	19
2.9.	Spesifikasi Pompa dan Penggerak Pompa	20
2.10.	Pemilihan Bahan	21
BAB III	PERENCANAAN IMPELER	24
3.1.	Kecepatan Spesifik dan Tipe Impeler	24
3.1.1.	Kecepatan Spesifik	24
3.1.1.1.	Kecepatan Spesifik Kinematik	25
3.1.1.2.	Kecepatan Spesifik Dinamik	26
3.1.1.3.	Hubungan Antara Kecepatan Spesifik Kinematik dengan Kecepatan Spesifik Dinamik	26
3.1.1.4.	Bilangan Bentuk	27
3.1.2.	Tipe Impeler	28
3.2.	Pemilihan Tipe Impeler	30
3.3.	Dimensi Impeler	34
3.3.1.	Diameter Poros	34
3.3.2.	Diameter Sisi Masuk Impeler	36
3.3.3.	Sudut Sisi Masuk Sudu	39
3.3.4.	Lebar Sisi Masuk Impeler	41
3.3.5.	Diameter Sisi Keluar Impeler	43
3.3.6.	Lebar Sisi Keluar Impeler	46
3.3.7.	Koreksi Pemilihan Jumlah Sudu	48
3.4.	Segitiga Kecepatan	49
3.4.1.	Segitiga Kecepatan Sisi Masuk	50
3.4.2.	Segitiga Kecepatan Sisi Keluar	51
3.5.	Perencanaan Sudu Impeler	54



3.6.	Pengecekan Kekuatan Impeler	60
3.7.	Rangkuman Perhitungan Impeler	61
BAB IV	PERENCANAAN RUMAH POMPA	64
4.1.	Bentuk Penampang Volute	64
4.2.	Dimensi Volute	65
4.2.1.	Jarak Antara Impeler dan Lidah Volute	67
4.2.2.	Jari-Jari Penampang Volute dan Jari-Jari Volute	70
4.2.3.	Sudut Lidah Volute	73
4.2.4.	Lebar Sisi Masuk Volute	74
4.2.5.	Perhitungan Kekuatan Cassing	75
4.3.	Saluran Masuk	76
4.3.1.	Jenis-Jenis Saluran Masuk	77
BAB V	PERENCANAAN POROS	81
5.1.	Poros	81
5.1.1.	Gaya Aksial	81
5.1.2.	Menyeimbangkan Gaya Aksial	85
5.1.3.	Gaya Radial	86
5.1.3.1.	Gaya Radial Dinamis	86
5.1.3.2.	Gaya Radial Statis	88
5.2.	Konstruksi Poros	90
5.3.	Pemeriksaan Kekuatan Poros	93
5.3.1.	Pemeriksaan Terhadap Tegangan Geser ..	96
5.3.2.	Pemeriksaan Terhadap Defleksi Lengkungan	97
5.3.3.	Pemeriksaan Terhadap Defleksi Puntiran..	98
5.3.4.	Pemeriksaan Terhadap Tekukan	101
5.3.5.	Pemeriksaan Terhadap Puntiran Kritis	101



5.3.6.	Pemeriksaan Terhadap Pengaruh Konsentrasi Tegangan	103
5.3.6.1.	Pengaruh Konsentrasi Tegangan Pada Poros Tempat Impeler	103
5.3.6.2.	Pengaruh Konsentrasi Tegangan Pada Poros Tempat Kopling	107
BAB VI	PERENCANAAN BANTALAN DAN KOMPONEN PENDUKUNG LAINNYA	109
6.1.	Bantalan	109
6.1.1.	Klasifikasi Bantalan	109
6.1.2.	Perencanaan Bantalan Kiri	111
6.1.3.	Perencanaan Bantalan Kanan	113
6.1.4.	Pelumasan Bantalan	114
6.2.	Kopling	116
6.2.1.	Kekuatan Kopling Flens Luwes	118
6.2.2.	Baut Pengikat Flens Luwes	119
6.3.	Pasak	121
6.3.1.	Pasak Pada Impeler	121
6.3.2.	Pasak Pada Kopling	123
6.4.	Stuffing Box	126
6.5.	Lock Nut	127
6.6.	Ulir Pengikat Impeler	129
BAB VII	EFISIENSI, KAVITASI, DAN KARAKTERISTIK POMPA	133
7.1.	Efisiensi	133
7.1.1.	Efisiensi Hidrolis	133
7.1.2.	Kerugian Gesekan Pada Impeler	136
7.1.3.	Efisiensi Volumetris	136
7.1.4.	Efisiensi Mekanis	137



7.1.4.1.	Kerugian Gesekan Pada Bantalan	138
7.1.4.2.	Kerugian Gesekan Pada Stuffing Box	139
7.1.5.	Efisiensi Total	140
7.2.	Kavitasi	140
7.2.1.	Net Positive Suction Head (NPSH)	141
7.2.2.	NPSH yang diperlukan	142
7.2.3.	NPSH yang tersedia	143
7.3.	Hubungan Head Dengan Kapasitas Pompa	144
7.3.1.	Head Euler Dengan Kapasitas	144
7.3.2.	Head Teoritis Dengan Kapasitas	145
7.3.3.	Head Aktual Dengan Kapasitas	147
7.3.4.	Hubungan Efisiensi Dengan Kapasitas Pompa	151
7.4.	Perubahan Karakteristik Pompa Terhadap Putarannya	155
7.4.1	Hubungan kapasitas Q dengan perubahan kecepatan putar	156
7.4.2.	Hubungan tinggi kenaikan pompa H dengan perubahan kecepatan putar	157
7.4.3.	Hubungan daya penggerak pompa P dengan perubahan kecepatan putar	158
BAB VIII	PENUTUP	161
DAFTAR PUSTAKA	164
LAMPIRAN	166



DAFTAR GAMBAR

2.1.	Grafik pemilihan jenis pompa	14
2.2.	Diagram pemilihan pompa umum	17
2.3.	Grafik penentuan efisiensi peringkat	19
3.1.	n_{sq} dan bentuk impeler	28
3.2.	Bentuk-bentuk impelerpompa sentrifugal	32
3.3.	Grafik koefisien kecepatan dan kecepatan spesifik	37
3.4.	Bentuk sudu pada sisi masuk	41
3.5.	Bentuk sudu pada sisi keluar	46
3.6.	Tabel penentuan jumlah sudu	49
3.7.	Segitiga kecepatan sisi masuk	50
3.8.	Segitiga kecepatan sisi keluar	53
3.9.	Metode point by point	55
3.11.	Kurva garis pusat sudu	59
3.12.	Variasi W, Cm, dan β	59
3.14.	Profil sudu-sudu impeler	62
3.15.	Impeler yang direncanakan	63
4.1.	Bentuk penampang volute	65
4.2.	Grafik hubungan K_{cv} dan $\frac{d_3 - d_2}{d_2}$ dengan kec. spesifik	66
4.3.	Bentuk rumah volute	69
4.4.	Sisi masuk volute	74
4.5.	Tebal penampang volute	76
4.6.	Saluran masuk lurus	78
4.7.	Saluran masuk dengan belokan yang mengecil	78
4.8.	Saluran masuk konsentrik	79
4.9.	Saluran masuk volute	79
4.10.	Saluran masuk mulut lonceng	79
5.1.	Gaya aksial pada pompa sentrifugal	82
5.2.	Grafik hubungan Kr dengan kec. spesifik dan kapasitas ..	87



5.3.	Profil Impeler	88
5.4.	Konstruksi poros yang direncanakan	90
5.5.	Peletakan gaya-gaya dan reaksi bantalan pada poros	93
5.6.	Diagram momen lengkung	95
5.8.	Faktor konsentrasi tegangan untuk poros bertingkat	104
5.9.	Faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak	105
6.1.	Bantalan bola alur	112
6.2.	Kopling flens luwes	117
6.3.	Gaya geser pada pasak	122
6.4.	Stuffing Box	126
6.5.	Lock Nut	128
7.1.	Grafik efisiensi hidrolis dengan kapasitas	135
7.2.(a)	Kurva karakteristik pompa volute	143
7.2.(b)	Kurva karakteristik pompa aliran campuran	144
7.2.(c)	Kurva karakteristik pompa aliran aksial	144
7.3.	Kerugian-kerugian hidrolis	147
7.4.	Grafik kapasitas dengan head pompa	151
7.5.	Grafik kapasitas pompa dengan daya kuda	155
7.6.	Grafik efisiensi pompa dengan kapasitas	155



DAFTAR TABEL

2.1.	Besarnya daya cadangan untuk pompa	20
2.2.	Pemilihan bahan pompa	22
2.3.	Klasifikasi bahan pompa	23
3.1.	Hubungan antara R, W, Cm, dan β	57
3.2.	Hasil perhitungan variasi β dan θ	58
4.1.	Hasil perhitungan A_v , r, dan r_v	71
4.2.	Hasil perhitungan A_v , r, dan r_v pada faktor konstan	73
5.1.	Harga konstanta pegas puntir	100
7.1.	Hasil perhitungan head pada berbagai kapasitas pompa ..	150
7.2.	Hasil perhitungan berbagai daya kuda dan efisiensi	154



DAFTAR SIMBOL

A_h	=	luas penampang <i>impeller hub</i> (m^2)
A_o	=	luas penampang <i>impeller eye</i> (m^2)
A_v	=	luas penampang volut (m^2)
a	=	diameter baut (mm)
B	=	diameter tempat lubang baut pada flens (mm)
B_2	=	lebar impeler sisi keluar termasuk tutup impeler (in)
BHP	=	daya kuda rem (HP)
b	=	lebar sudu (m)
b_3	=	lebar sisi masuk volut (mm)
b_m	=	lebar sudu rata-rata (mm)
C	=	kapasitas beban dinamis (Newton)
C_3	=	kecepatan rata-rata di dalam volut (m/s) τ
C_b	=	faktor koreksi beban lentur
C_m	=	kecepatan meridional (m/s)
C_o	=	kecepatan aksial (m/s)
C_p	=	<i>Pfleiderer's correction</i>
C_u	=	komponen tangensial dari kecepatan absolut (m/s)
D	=	diameter pipa (m)
d	=	diameter impeler (m)
d_3	=	diameter tempat lidah volut berada (m)
d_h	=	diameter <i>impeller hub</i> (m)
d_{sh}	=	diameter poros (cm)
F	=	gaya tangensial (kg)
FHP	=	daya kuda fluida (HP)
f	=	koefisien gesek
G	=	modulus geser (kg/cm^2)
g	=	percepatan gravitasi standar ($9.81 m/s^2$)



- H = head total pompa (ft)
- H_{α} = head statis sistem (m)
- H_{act} = head aktual (m)
- H_d = head kerugian kecepatan keluar (m)
- H_{eq} = head kerugian pada peralatan-peralatan lain (m)
- H_l = head kerugian gesekan (m)
- H_{ls} = kerugian head di dalam pipa isap (m)
- H_p = head tekanan sistem (m)
- HP_{DF} = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi gesekan
- HP_H = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi kerugian hidrolis
- HP_L = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi kebocoran (HP)
- HP_M = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi kerugian mekanis
- H_s = head isap statis (m)
- H_{th} = head teoritis (m)
- $H_{th.e}$ = head Euler (m)
- h_d = kerugian kecepatan keluar (m)
- h_f = kerugian head (m)
- h_{fd} = rugi-rugi gesekan dan difusi (m)
- h_h = kerugian-kerugian hidrolis pada pompa (m)
- h_{pd} = kerugian gesekan pada cakra (HP)
- h_s = rugi-rugi turbulensi (m)
- I = momen inersia (cm^4)
- J = momen inersia polar (cm^4)
- K = faktor gaya radial
- K_3 = koefisien empiris yang diambil untuk mengoreksi distribusi kecepatan
- K_{cont} = koefisien kecepatan
- K_t = konstanta pegas puntir ($kg\text{-cm/rad}$)
- k_{2cu} = faktor sirkulasi
- k_{sh} = konstanta yang diperoleh dari percobaan
- L = panjang pipa (m)



L_d	=	umur perencanaan bantalan (jam)
L_{eq}	=	panjang ekivalen pipa (m)
L_s	=	panjang sudu (mm)
L_{ur}	=	jumlah lilitan ulir
M	=	momen lengkung (kg/cm^2)
$NPSH_A$	=	NPSH yang tersedia (m)
$NPSH_R$	=	NPSH yang diperlukan (m)
n	=	kecepatan putar (rpm)
n_{cr}	=	kecepatan kritis (rpm)
n_{sf}	=	bilangan bentuk
n_{sp}	=	kecepatan spesifik dinamik
n_{sQ}	=	kecepatan spesifik kinematik
P	=	daya penggerak (HP)
P_a	=	tekanan absolut di permukaan cairan yang akan dipompa (kg/cm^2)
P_{bf}	=	kerugian daya akibat gesekan pada bantalan (HP)
P_d	=	beban ekivalen (Newton)
P_m	=	kerugian mekanis total (HP)
P_{sh}	=	daya poros pompa (HP)
P_v	=	tekanan uap jenuh cairan pada temperatur pemompaan (kg/cm^2)
Q	=	kapasitas pompa (m^3/s)
Q^*	=	kapasitas aliran yang melalui impeler (m^3/s)
Q_s	=	kapasitas pompa tanpa adanya <i>shock losses</i> (m^3/s)
q_a	=	tekanan kontak yang diijinkan (kg/mm^2)
R	=	beban radial (kg)
Re	=	bilangan Reynolds
S	=	tebal sudu (mm)
S_f	=	faktor keamanan
$s.g$	=	berat jenis spesifik fluida yang dipompa
T	=	momen puntir (kg-mm)
T_f	=	kerugian torsi (kg-mm)
u	=	kecepatan keliling (m/s)



V	=	kecepatan aliran (m/s)
V_d	=	kecepatan keluar (m/s)
V_{sudu}	=	volume sudu (mm^3)
W	=	berat impeler (kg)
Z	=	jumlah sudu
ν	=	viskositas kinematis (m^2/s)
γ	=	berat jenis fluida (kg/m^3)
θ	=	defleksi puntiran (rad)
ε	=	faktor penyempitan
μ	=	faktor slip
μ	=	koefisien gesekan bantalan
σ	=	kekuatan tarik (kg/m^3)
σ	=	koefisien kavitasi Thoma
σ_a	=	tegangan desak (kg/mm^2)
β	=	sudut sudu ($^\circ$)
τ	=	tegangan geser (kg/cm^2)
τ_k	=	tegangan geser (kg/mm^2)
τ_{max}	=	tegangan geser maksimal (kg/cm^2)
η_h	=	efisiensi hidrolis
η_m	=	efisiensi mekanis
η_t	=	efisiensi total
η_v	=	efisiensi volumetris