

	Hal.
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERSOALAN .....	vi
INTISARI .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR NOTASI .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Pengenalan Pompa .....	1
1.2. Klasifikasi Pompa .....	2
1.3. Pompa Sentrifugal .....	2
1.4. Penggunaan Pompa .....	10
1.5. Pemilihan Pompa .....	12
BAB II TINJAUAN PERMASALAHAN .....	15
2.1. Latar Belakang .....	15
2.2. Kecepatan Spesifik .....	15
2.3. Tinjauan Masalah .....	17
2.4. Penentuan Head dan Kapasitas .....	18
2.5. Penentuan Jumlah Tingkat .....	19
2.6. Tujuan Perencanaan .....	23
2.7. Daya Poros .....	23
2.8. Pemilihan Bahan dan Penggerak Mula .....	24
2.9. Pompa yang direncanakan .....	25



<b>BAB III PERANCANGAN IMPELER</b> .....	26
3.1. Tipe Impeler .....	27
3.2. Poros Impeler .....	30
3.3. Sisi Masuk Impeler .....	33
3.3.1. Diameter Sisi Masuk .....	33
3.3.2. Diameter Sisi Keluar .....	38
3.3.3. Garis-Garis Alir .....	40
3.3.4. Segitiga Kecepatan .....	45
3.3.4.1. Segitiga Kecepatan Sisi Masuk .....	45
3.3.4.2. Segitiga Kecepatan pada Sisi Keluar .....	46
3.3.4.3. Perancangan Sudu Impeler .....	48
3.3.5. Bahan Impeler .....	56
3.3.6. Pengecekan Kekuatan Impeler .....	57
<b>BAB IV SALURAN MASUK DAN RUMAH POMPA</b> .....	60
4.1. Saluran Masuk .....	60
4.2. Rumah Pompa .....	63
4.3. Perhitungan Dimensi Saluran Masuk dan Saluran Keluar. ....	65
4.3.1. Jari-jari Volut .....	66
4.3.2. Lebar Volut .....	67
4.3.3. Jarak antara Impler dan Lidah Volut .....	69
4.3.4. Sudut Lidah Volut .....	71
4.3.5. Tebal Volut .....	72
<b>BAB V POROS DAN PASAK</b> .....	75
5.1. Poros .....	75
5.1.1. Gaya Aksial .....	77
5.1.2. Gaya Radial .....	77
5.1.3. Konstruksi Poros .....	83
5.1.3.1. Berat Poros .....	84
5.1.3.2. Pemeriksaan Kekuatan Poros .....	85
5.1.3.3. Pemeriksaan terhadap Tegangan Geser .....	88



5.1.3.4. Pemeriksaan terhadap Defleksi .....	89
5.1.3.5. Pemeriksaan terhadap Putaran Kritis .....	94
5.1.3.6. Pemeriksaan terhadap Konsentrasi Tegangan .....	96
5.2. Pasak .....	99
<b>BAB VI BANTALAN DAN KOMPONEN PENDUKUNG .....</b>	<b>105</b>
6.1. Bantalan .....	105
6.1.1. Umur Bantalan .....	107
6.1.2. Bantalan Kiri .....	108
6.1.3. Bantalan Kanan .....	111
6.1.4. Pelumasan Bantalan .....	112
6.2. Kopleing .....	114
6.2.1. Pemeriksaan Kekuatan Baut dan Flens .....	116
6.3. Mur Pengunci ( <i>Lock Nut</i> ) .....	120
6.4. Kotak Paking ( <i>Stuffing Box</i> ) .....	121
6.5. Selubung Poros ( <i>Shaft Sleeve</i> ) .....	124
6.6. Wearing Ring .....	125
6.7. Mur Pengikat Impeler .....	126
<b>BAB VII EFISIENSI, KAVITASI DAN PENGATURAN POMPA.....</b>	<b>127</b>
7.1. Efisiensi .....	127
7.1.1. Efisiensi Hidrolis .....	127
7.1.2. Efisiensi Volumetris .....	128
7.1.3. Efisiensi Mekanis .....	129
7.1.3.1. Gesekan Cakra .....	131
7.2. Kavitasi .....	133
7.2.1. NPSH yang tersedia .....	133
7.2.2. NPSH yang diperlukan .....	134
7.3. Pengaturan Kapasitas .....	136
7.3.1. Pengaturan pada kecepatan putaran poros konstan.....	137
7.3.2. Pengaturan dengan Penyesuaian Sudu .....	139
7.3.3. Pengaturan Kapasitas dengan memodifikasi Impeler.....	139



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

**Perancangan Pompa Sentrifugal Isapan Ganda Jenis Francis Dengan Putaran 1480 RPM**

Gustaf Ganna Songgo, Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA.

7.3.4. Pengaturan Kapasitas dengan Variasi Putaran ..... 142

7.3.5. Pengaturan Jumlah Pompa yang bekerja..... 142

7.3.6. Pengaturan dengan Reservoir ..... 143

BAB VIII KARAKTERISTIK POMPA ..... 144

8.1. Hubungan Head dengan Kapasitas ..... 144

8.2. Hubungan Daya (BHP) dengan Kapasitas ..... 150

8.3. Hubungan Efisiensi dengan Kapasitas ..... 154

BAB IX PENUTUP ..... 158

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Klasifikasi pompa perpindahan positif .....	7
Gambar 1.2	Klasifikasi pompa dinamik .....	8
Gambar 2.1	Grafik hubungan kecepatan spesifik, kapasitas dan efisiensi .....	21
Gambar 2.2	Diagram pemilihan pompa .....	21
Gambar 2.3	Perbandingan cadangan .....	22
Gambar 2.4	Efisiensi transmisi .....	22
Gambar 2.5	Bahan-bahan pompa yang umum dipakai .....	22
Gambar 3.1	Grafik hubungan koefisien kecepatan dengan $n_s$ .....	33
Gambar 3.2	Garis-garis alir pada impeler .....	41
Gambar 3.3	Garis-garis alir pada impeler yang direncanakan .....	42
Gambar 3.4	Segitiga kecepatan pada sisi masuk .....	46
Gambar 3.5	Segitiga kecepatan pada sisi keluar .....	47
Gambar 3.6	Metode koordinat polar untuk menentukan bentuk impeler .....	48
Gambar 3.7	Profil impeler yang direncanakan .....	52
Gambar 3.8	Grafik distribusi kecepatan pada garis alir $B_1B_2$ .....	52
Gambar 3.9	Grafik distribusi kecepatan pada garis alir $A_1A_2$ .....	53
Gambar 3.10	Grafik distribusi kecepatan pada garis alir $C_1C_2$ .....	54
Gambar 3.11	Garis alir $B_1B_2$ .....	54
Gambar 3.12	Garis alir $A_1A_2$ .....	55
Gambar 3.13	Garis alir $C_1C_2$ .....	55
Gambar 3.14	Pandangan depan garis alir impeler yang direncanakan .....	59
Gambar 4.1	Saluran lurus .....	60
Gambar 4.2	Saluran miring .....	60
Gambar 4.3	Saluran melengkung .....	61
Gambar 4.4	Saluran konsentris .....	62
Gambar 4.5	Saluran mulut lonceng .....	62
Gambar 4.6	Saluran volut .....	63
Gambar 4.7	Grafik hubungan $C_{m3}/u_2$ dengan kecepatan spesifik .....	66
Gambar 4.8	Grafik hubungan $A_{thr}/A_{II}$ dengan kecepatan spesifik .....	68



Gambar 4.9	Rumah pompa volut	68
Gambar 4.10	Rumah pompa yang direncanakan	74
Gambar 5.1	Koefisien gaya radial sebagai fungsi kecepatan spesifik dan kapasitas	78
Gambar 5.2	Bentuk impeler yang direncanakan	79
Gambar 5.3	Konstruksi poros yang direncanakan	83
Gambar 5.4	Gaya-gaya yang bekerja pada poros	85
Gambar 5.5	Momen lengkung pada poros	85
Gambar 5.6	Gaya radial pada span A-B	90
Gambar 5.7	Faktor konsentrasi tegangan $\alpha$ untuk pembebanan statis	97
Gambar 5.8	Faktor konsentrasi tegangan $\beta$	98
Gambar 6.1	Bagian-bagian bantalan bola	108
Gambar 6.2	Pelumasan gemuk pada bantalan bola	113
Gambar 6.3	Kopling flens luwes	116
Gambar 6.4	Baut kopling flens luwes	118
Gambar 6.5	Mur Pengunci	121
Gambar 6.6	Kotak paking dengan saluran annular	123
Gambar 6.7	Selubung poros	125
Gambar 6.8	Wearing ring tipe L	125
Gambar 7.1	Batas-batas kavitasi operasi pompa	135
Gambar 7.2	Pengaturan katup	138
Gambar 7.3	Pengaturan dengan sudut sudu yang dapat diubah	140
Gambar 7.4	Pengaturan putaran	141
Gambar 7.5	Pengaturan jumlah pompa yang bekerja	143
Gambar 8.1	Kerugian hidrolis	146
Gambar 8.2	Grafik hubungan head Euler, head teoritis, dan head aktual terhadap kapasitas	155
Gambar 8.3	Grafik hubungan BHP terhadap kapasitas	155
Gambar 8.4	Grafik hubungan efisiensi dengan kapasitas	155



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Panjang garis alir utama $A_1A_2$ dan momen statis .....	43
Tabel 3.2	Sudut utama $\vartheta$ untuk garis alir $B_1B_2$ .....	50
Tabel 3.3	Sudut utama $\vartheta$ untuk garis alir $A_1A_2$ .....	50
Tabel 3.4	Sudut utama $\vartheta$ untuk garis alir $C_1C_2$ .....	50
Tabel 4.1	Perhitungan rumah volut .....	70
Tabel 4.2	Perhitungan rV dengan C konstan .....	71
Tabel 5.1	Defleksi lengkungan pada titik gaya dan leher poros .....	91
Tabel 5.2	Ukuran pasak standar .....	102
Tabel 8.1	Perhitungan head untuk kapasitas yang bervariasi .....	149
Tabel 8.2	Perhitungan daya (BHP) untuk kapasitas yang bervariasi .....	153
Tabel 8.1	Perhitungan efisiensi untuk kapasitas yang bervariasi .....	154



## DAFTAR LAMBANG

- A : Luas penampang  
 $A_o$  : Luas bebas sisi masuk impeler  
 $A_{thr}$  : Luas penampang *throat*  
 $A_v$  : Luas penampang *volute*  
 $A_{II}$  : Luas *discharge* antara sudu-sudu  
B : Lebar bantalan  
b : Sisi penampang melintang kotak paking  
 $b_2$  : Lebar sisi keluar impeler  
 $b_3$  : Lebar sisi masuk *volute*  
C : Konstanta kesebandingan aliran  
: Kapasitas nominal dinamis spesifik bantalan  
 $C_b$  : Faktor koreksi beban lentur  
: Faktor pemakaian  
 $C_o$  : Kapasitas nominal statis spesifik bantalan  
 $C_p$  : Koefisien Pfeleiderer  
 $C_{thr}$  : Kecepatan aliran di *throat*  
c : Kecepatan absolut fluida  
 $c_m$  : Komponen meridional kecepatan fluida  
 $c_o$  : Kecepatan aksial melalui mata impeler  
 $c_u$  : Kecepatan tangensial kecepatan fluida  
 $c_v$  : Kecepatan rata-rata di dalam volute  
D : Diameter laluan  
: Diameter luar cincin bantalan  
d : Diameter dalam cincin bantalan  
 $d_h$  : Diameter leher poros  
 $d_o$  : Diameter sisi masuk impeler  
 $d_{sh}$  : Diameter poros  
 $d_2$  : Diameter sisi keluar impeler  
E : Modulus elastisitas



e	: Panjang garis alir
F	: Gaya
$F_a$	: Gaya aksial
$F_r$	: Gaya radial
G	: Modulus geser
g	: Percepatan grafitasi
H	: Head aktual
$H_{act}$	: Head aktual
$H_{th}$	: Head teoritis
$H_{th\sim}$	: Head Euler
I	: Momen inersia
$K_{cm}$	: Koefisien kecepatan
$K_{cv}$	: Koefisien empiris distribusi kecepatan dalam volute
$K_r$	: Koefisien eksperimen
$K_t$	: Faktor koreksi pembebanan puntir
L	: Panjang poros
Lh	: Umur nominal bantalan
M	: Momen torsi yang hilang
$M_{st}$	: Momen statis dari sentral garis alir
$N_{cr}$	: Kecepatan kritis
n	: Putaran poros
$n_{sf}$	: Faktor bentuk
$n_{sp}$	: Kecepatan spesifik dinamik
$n_{sq}$	: Kecepatan spesifik kinematik
P	: Tekanan
	: Beban ekivalen dinamis
$P_{sh}$	: Daya input poros
Q	: Kapasitas pemompaan
$Q_L$	: Jumlah kebocoran
$R_A$	: Reaksi bantalan A
$R_B$	: Reaksi bantalan B
r	: Jari-jari



$r_m$	: Jari-jari <i>centro</i>
$r_t$	: Jari-jari lidah <i>volute</i>
$r_{thr}$	: Jari-jari <i>throat</i>
$r_v$	: Jari-jari <i>volute</i> untuk berbagai sudut sentral
$r_2$	: Jari-jari luar impeler
$r_4$	: Jarak pusat penampang <i>throat</i> ke sumbu impeler
$s$	: Tebal dinding casing
$s_1$	: Tebal sudu sisi masuk
$s_2$	: Tebal sudu sisi keluar
$S_{f1}$	: Faktor keamanan puntir
$S_{f2}$	: Faktor keamanan tegangan alur pasak
$T$	: Momen puntir
$t$	: Jarak impeler ke lidah <i>volute</i>
$t_1$	: <i>Pitch</i> sisi masuk
$t_2$	: <i>Pitch</i> sisi keluar
$u$	: Kecepatan sisi keluar
$V$	: Volume
$W$	: Berat
$y$	: Defleksi
$z$	: Jumlah sudu
$\alpha$	: Faktor konsentrasi tegangan alur pasak
$\beta$	: Faktor konsentrasi tegangan poros bertingkat
$\beta_1$	: Sudut sudu sisi masuk
$\beta_2$	: Sudut sudu sisi keluar
$\delta$	: Sudut jatuh
$\gamma$	: Berat jenis
$\eta_h$	: Efisiensi hidrolis
$\eta_m$	: Efisiensi mekanis
$\eta_t$	: Efisiensi total
$\eta_v$	: Efisiensi volumetris
$\lambda_1$	: Sudut antara ujung sudu sisi masuk dengan garis alir
$\mu$	: Faktor slip



- $\omega$  : Kecepatan sudut
- $\phi_1$  : Koefisien kontraksi sisi masuk
- $\phi_2$  : Koefisien kontraksi sisi keluar
- $\sigma$  : Koefisien Thoma
- $\sigma_B$  : Kekuatan tarik bahan
- $\sigma_a$  : Kekuatan tarik yang diijinkan
- $\sigma_t$  : Tegangan tarik
- $\tau$  : Tegangan geser
- $\tau_a$  : Tegangan geser yang diijinkan
- $\tau_b$  : Tegangan geser baut
- $\tau_F$  : Tegangan geser flens
- $\tau_n$  : Tegangan geser mur
- $\theta$  : Sudut sentral
- $\vartheta$  : Sudut overlap