



## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PENGESAHAN .....	ii
MOTTO .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN SOAL .....	vi
INTISARI .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR NOTASI .....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Hal Umum Tentang Pompa .....	1
1.2. Jenis-jenis Pompa .....	2
1.2.1. Pompa perpindahan positif .....	2
1.2.2. Pompa dinamik .....	2
1.3. Pemilihan Pompa .....	3
BAB II. TINJAUAN MASALAH .....	6
2.1. Latar Belakang Masalah .....	6
2.2. Permasalahan .....	6
2.3. Kecepatan Spesifik .....	6
2.3.1. Kecepatan spesifik kinematis ( $N_{sq}$ ) .....	7
2.3.2. Kecepatan spesifik dinamis ( $N_{sp}$ ) .....	7
2.3.3. Kecepatan spesifik bilangan bentuk ( $N_{sf}$ ) .....	8
2.4. Daya Input Pompa .....	8
2.5. Penggerak Pompa .....	9
2.6. Spesifikasi Pompa .....	10
BAB III. PERENCANAAN IMPELER .....	11
3.1. Pemilihan Jenis Impeler .....	11



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

3.2. Dimensi Impeler .....	12
3.2.1. Diameter poros impeler .....	13
3.2.2. Sisi masuk impeler .....	15
3.2.2.1. Diameter hub .....	15
3.2.2.2. Diameter mata impeler .....	15
3.2.2.3. Diameter sisi masuk .....	18
3.2.2.4. Sudut sudu sisi masuk .....	18
3.2.3. Sisi keluar impeler .....	21
3.2.3.1. Diameter sisi keluar .....	21
3.2.3.2. Lebar sudu sisi keluar .....	23
3.3. Koreksi Terhadap Besaran Yang Diasumsikan .....	24
3.3.1. Koreksi terhadap harga CP .....	24
3.3.2. Koreksi terhadap jumlah sudu .....	25
3.4. Segitiga Kecepatan .....	25
3.4.1. Segitiga kecepatan sisi masuk .....	26
3.4.2. Segitiga kecepatan sisi keluar .....	26
3.5. Perencanaan Sudu Impeler .....	29
3.6. Pengecekan Kekuatan Impeler .....	32
3.7. Pengecekan Tinggi Tekan Teoritis .....	34
3.8. Rangkuman Hasil Perhitungan .....	34
BAB IV. PERENCANAAN SALURAN MASUK DAN RUMAH POMPA .....	36
4.1. Saluran Masuk .....	36
4.1.1. Jenis-jenis saluran masuk .....	36
4.2. Rumah Pompa .....	39
4.2.1. Perhitungan rumah volut .....	41
4.2.2. Lebar sisi masuk rumah volut .....	47
4.2.3. Tebal rumah volut .....	48
BAB V. GAYA AKSIAL DAN RADIAL .....	52
5.1. Gaya Aksial .....	52
5.1.1. Gaya aksial karena perbedaan tekanan fluida .....	52
5.1.2. Gaya aksial karena perubahan momentum .....	57
5.2. Gaya Radial .....	58
5.2.1. Gaya radial dinamis .....	58



5.2.2.2	Gaya radial statis .....	60	
<b>BAB VI. PERENCANAAN POROS .....</b>			<b>65</b>
6.1.	Konstanta poros .....	65	
6.2.	Pemeriksaan Kekuatan Poros .....	66	
6.2.1.	Pemeriksaan poros terhadap tegangan geser .....	66	
6.2.2.	Pemeriksaan poros terhadap defleksi .....	69	
6.2.2.1.	Defleksi puntiran .....	69	
6.2.2.2.	Defleksi lengkungan .....	72	
6.2.3.	Pemeriksaan terhadap tekukan .....	74	
6.2.4.	Pemeriksaan terhadap putaran kritis .....	74	
6.2.5.	Pemeriksaan terhadap pengaruh konsentrasi tegangan .....	76	
6.2.5.1.	Konsentrasi tegangan akibat poros bertingkat ..	76	
6.2.5.2.	Konsentrasi tegangan akibat alur pasak .....	79	
6.2.	Perencanaan Bantalan .....	80	
6.2.1.	Bantalan dalam .....	81	
6.2.2.	Bantalan luar .....	83	
6.2.3.	Pelumasan bantalan .....	84	
<b>BAB VII. PERENCANAAN KOMPONEN PENDUKUNG .....</b>			<b>86</b>
7.1.	Kotak Paking, Paking, dan Gland .....	86	
7.2.	Lock Nut .....	92	
7.3.	Pasak .....	94	
7.4.	Kopling .....	97	
7.4.1.	Pemeriksaan kekuatan flens .....	98	
7.4.2.	Pemeriksaan kekuatan baut flens .....	100	
7.5.	Mur Pengikat Impeler .....	101	
<b>BAB VIII. EFISIENSI, NPSH YANG DIPERLUKAN, DAN KARAKTERISTIK POMPA .....</b>			<b>104</b>
8.1.	Efisiensi Pompa .....	104	
8.1.1.	Efisiensi Hidrolis .....	104	
8.1.2.	Efisiensi Volumetris .....	105	
8.1.3.	Efisiensi Mekanis .....	105	
8.1.3.1.	Gesekan pada bantalan .....	105	



8.1.3.2. Gesekan cakra .....	107
8.1.3.3. Gesekan kotak paking .....	108
8.1.4. Efisiensi total .....	108
8.2. NPSH Yang Diperlukan Pompa .....	109
8.3. Karakteristik Pompa .....	110
8.3.1. Hubungan tinggi tekan dengan kapasitas .....	110
8.3.1.1. Tinggi tekan teoritis dengan kapasitas .....	110
8.3.1.2. Tinggi tekan teoritis dengan kapasitas .....	111
8.3.1.3. Tinggi tekan aktual dengan kapasitas .....	112
8.3.2. Hubungan efisiensi dan daya dengan kapasitas ...	118
PENUTUP .....	124
DAFTAR PUSTAKA .....	126
LAMPIRAN A .....	128
LAMPIRAN B .....	151



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1.1. Klasifikasi dari pompa-pompa langkah positif .....	4
1.2. Klasifikasi dari pompa-pompa dinamik .....	5
2.1. Efisiensi pompa berdasarkan kecepatan spesifik dan kapasitas .....	9
3.1. Jenis impeler berdasarkan kecepatan spesifik .....	12
3.2. Profil sebuah impeler .....	13
3.3. Grafik penentuan koefisien kecepatan .....	16
3.4. Sisi masuk impeler .....	19
3.5. Sisi keluar impeler .....	23
3.6. Segitiga kecepatan sisi masuk .....	26
3.7. Segitiga kecepatan sisi keluar .....	29
3.8. Komponen kecepatan meridional dan kecepatan relatif yang dilukiskan terhadap jari-jari impeler .....	31
3.9. Penggambaran kelengkungan sudu impeler .....	32
4.1. Saluran masuk a) lurus b) miring .....	38
4.2. Saluran masuk belokan .....	38
4.3. Saluran masuk konsentrik .....	38
4.4. Saluran masuk volut .....	39
4.5. Saluran masuk mulut lonceng .....	39
4.6. Penampang volut a) simetris b) tidak simetris .....	40
4.7. Sisi keluar rumah volut a) tangensial b) radial .....	40
4.8. Bentuk penampang rumah volut yang umum .....	41
4.9. Grafik $K_{cv} = f(n_{sq})$ dan $(d_3-d_2)/d_2 = f(n_{sq})$ .....	42
4.10. Volut casing .....	42
4.11. Grafik $A_{thr}/A_{II}$ dengan kecepatan spesifik .....	45
4.12. Perbandingan $b_2$ dan $b_3$ .....	48
4.13. Tebal penampang volut .....	49



4.14. Sudut kemiringan saluran keluar volut .....	50
4.15. volut yang direncanakan .....	51
5.1. Distribusi tekanan fluida pada pompa sentrifugal dengan saluran masuk tunggal .....	52
5.2. Gaya aksial karena perbedaan tekanan fluida .....	54
5.3. Lubang penyeimbang gaya aksial .....	56
5.4. Gangguan aliran pada permukaan volut .....	58
5.6. Grafik hubungan antara koefisien eksperimental ( $K_v$ ) dengan kecepatan spesifik dan kapasitas .....	59
5.7. Pembagian impeler .....	61
5.8. Perhitungan $V_s$ dengan metoda integral .....	62
6.1. Konstruksi poros yang direncanakan .....	65
6.2. Gaya pada poros .....	66
6.3. Diagram SFD dan BMD .....	68
6.4. Posisi gaya radial impeler .....	72
6.5. Jarak beban dan bantalan .....	75
6.6. Grafik faktor konsentrasi tegangan untuk poros bertingkat .....	77
6.7. Grafik faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak .....	79
6.8. Bantalan bola kontak sudut .....	81
7.1. Stuffing box .....	86
7.2. Lock nut .....	92
7.3. Gaya geser pada pasak .....	95
7.4. Kopling flen luwes .....	97
7.5. Bagian rawan terhadap geseran pada flens yang direncanakan .....	98
7.6. Mur tutup .....	102
8.1. Grafik parameter kavitasasi thoma .....	109
8.2. Kerugian-kerugian hidrolis .....	113
8.3. Grafik hubungan antara tinggi tekan euller( $H_{te}$ ), tinggi tekan teoritis ( $H_{th}$ ), dan tinggi tekan	



teoritis ( $H_{th}$ ), dan tinggi tekan aktual ( $H_{act}$ ) dengan kapasitas ( $Q$ ) .....	117
8.4. Daya dan kerugian daya .....	118
8.5. Grafik hubungan antara FHP, $HP_L$ , $HP_H$ , dan BHP dengan kapasitas $Q$ .....	123
8.6. Grafik hubungan antara efisiensi dengan kapasitas pompa .....	123



## DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
3.1. Perhitungan sudut pusat dalam perencanaan sudu ...	31
4.1. Perhitungan $r_v$ pada berbagai posisi sudut sentral .....	46
4.2. Perhitungan $r_v$ pada C konstan .....	47
6.1. Hasil perhitungan volume dan berat poros perbagian .....	66
6.2. Perhitungan tinggi tekan euller, tinggi tekan teoritis, dan tinggi tekan aktual pada berbagai kapasitas pompa .....	116
8.2. Perhitungan FHP, $HP_L$ , $HP_H$ , BHP, dan $\eta$ pada berbagai kapasitas (Q) .....	122



## DAFTAR NOTASI

### Notasi

$A$	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 throat
$A_v$	luas penampang volut
$A_2$	luas penampnag 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 paking; lebar pasak
$b_2$	lebar sisi keluar impeler
$b_2'$	lebar impeler termasuk tutup ( <i>shroud</i> )
$b_3$	lebar sisi masuk volut
$C$	faktor aliran; diameter bagian kopling yang paling rawan terhadap geseran; kapasitas beban dinamis bantalan
$C_b$	faktor koreksi beban lentur
$C_{m1}$	kecepatan meridional pada sisi masuk impeler
$C_{m2}$	kecepatan meridional pada sisi keluar impeler
$C_{m2}'$	kecepatan meridional pada sisi keluar impeler aktual
$C_o$	kecepatan aksial aliran masuk impeler
$C_p$	koreksi Pfleiderir
$C_{thr}$	kecepatan rata-rata aliran pada throat
$C_{u2}$	komponen tangensial dari kecepatan absolut



	komponen tangensial dari kecepatan absolut aktual
$C_v$	kecepatan rata-rata dari aliran pada berbagai penampang volut
D	dimensi melintang terbesar dari laluan volut; diameter luar bantalan; diameter luar ulir lock nut
d	diameter dalam bantalan
$d_h$	diameter hub impeler
$d_h'$	diameter hub impeler bagian belakang
$d_o$	diameter mata impeler
$d_{sh}$	diameter poros impeler
$d_1$	diameter sisi masuk impeler
$d_2$	diameter sisi keluar impeler
$d_3$	diameter dimana lidah volut terletak
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
$F_1$	tebal flens
f	faktor gesekan
G	modulus geser
g	percepatan gravitasi
H	tinggi tekan
$HP_{DF}$	daya kuda untuk mengatasi gesekan cakera
$HP_H$	daya kuda untuk mengatasi kerugian hidrolis
$HP_L$	daya kuda untuk mengatasi kebocoran
$HP_M$	daya kuda untuk mengatasi kerugian mekanis
$H_{act}$	tinggi tekan aktual
$H_p$	tinggi tekan statis pada keliling impeler



$H_{theo}$	tinggi tekan teoritis
$H_e$	tinggi tekan euller
$h_h$	kerugian-kerugian hidrolis
$h_s$	shock loss
$h_{fd}$	kerugian gesekan dan difusi
$I$	momen inersia luasan
$J$	momen inersia polar
$j$	konstanta untuk ulir
$K_{cv}$	koefisien kecepatan absolut
$K_{sh}$	faktor percobaan
$K_t$	konstanta pegas ulir
$k_{2cu}$	faktor sirkulasi
$L$	panjang poros
$L_h$	umur bantalan
$l$	panjang pasak
$M$	momen lengkung
$N$	kecepatan putar poros pompa
$N_{cr}$	kecepatan kritis poros
$N_{sf}$	bilangan bentuk
$N_{sp}$	cepatan spesifik dinamik
$N_{sq}$	kecepatan spesifik kinematis
$P$	daya motor penggerak; tekanan pada laluan volut casing; tekanan pada kotak paking; beban dinamis ekuivalen bantalan
$P_b$	kerugian daya akibat gesekan pada bantalan
$P_{cr}$	gaya tekukan kritis
$P_{DF}$	kerugian daya akibat gesekan cakra
$P_s$	kerugian daya akibat gesekan pada kotak paking
$P_{sh}$	daya yang diperlukan poros pompa
$p$	jarak bagi ulir
$Q$	kapasitas pompa
$Q'$	kapasitas aliran yang melalui impeler



	jumlah kebocoran
$r$	jari-jari penampang volut
$r_t$	jari-jari dimana lidah volut teletak
$r_{thr}$	jari-jari throat
$r_v$	jari-jari volut
$r_{wr}$	jari-jari luar cincin aus
$r_1$	jari-jari sisi masuk impeler
$r_2$	jari-jari sisi keluar impeler
$r_4$	jarak antara pusat leher volut dari sumbu impeler
$r$	jari-jari filet
$S$	ketebalan minimum dinding casing
$S_f$	faktor keamanan
$S_{f1}$	faktor keamanan karena kelelahan puntir
$S_{f2}$	faktor keamanan karena alur pasak atau poros bertangga
$S_1$	ketebalan sudu pada sisi masuk
$S_2$	ketebalan sudu pada sisi keluar
$T$	momen puntir
$M$	momen gaya
$t$	jarak antara impeler dengan lidah volut
$U_1$	kecepatan keliling pada sisi masuk impeler
$U_2$	kecepatan keliling pada sisi keluar impeler
$W_I$	berat total 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
$z$	kelonggaran untuk ketelitian dalam pengerjaan tuangan pada casing
$\alpha$	faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak



faktor konsentrasi tegangan untuk poros  
bertingkat

$\beta_1$	sudut sudu sisi masuk
$\beta_2$	sudut sudu sisi keluar
$\delta_1$	sudut jatuh
$\gamma$	berat jenis cairan yang dipompa; berat jenis bahan
$\eta$	efisiensi
$\eta_h$	efisiensi hidrolis
$\eta_m$	efisiensi mekanis
$\eta_v$	efisiensi volumetris
$\theta$	defleksi puntiran
$\sigma$	kekuatan tarik bahan; koefisien kavitasi thoma
$\tau$	tegangan geser
$\mu$	koefisien gesekan bantalan
$\phi_c$	sudut lidah volut
$\phi$	sudut sentral
$\phi_1$	koefisien penyempitan pada sisi masuk
$\phi_2$	koefisien penyempitan pada sisi keluar
$\psi$	konstanta yang nilainya diberikan pada persamaan