

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Persoalan .....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel .....	xv
Daftar Simbol .....	xvi
Intisari .....	xix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Pengenalan pompa .....	1
1.2. Klasifikasi pompa .....	3
1.2.a. Pompa Perpindahan Positif .....	3
1.2.b. Pompa Dinamik .....	4
1.3. Pemilihan Pompa .....	5
1.3.a. Kapasitas .....	6
1.3.b. Total Head .....	6
1.3.c. Data-data sifat fluida .....	7
1.3.d. Penggerak Mula .....	8
1.3.e. Cara Pemasangan Pompa .....	9
BAB II. TINJAUAN MASALAH .....	13
2.1. Latar belakang masalah .....	13
2.2. Permasalahan .....	14
2.3. Tinjauan Masalah .....	14
2.4. Pemilihan Jenis Pompa .....	16

2.5. Penggerak Pompa .....	18
<b>BAB III. POMPA SENTRIFUGAL .....</b>	<b>22</b>
3.1. Head Pompa .....	22
3.1.a. Head Kecepatan .....	23
3.1.b. Head Tekanan .....	23
3.1.c. Head Elevasi .....	24
3.1.d. Rugi-rugi Head .....	24
3.1.e. Total Head Pompa .....	26
3.2. Kapasitas Pompa .....	27
3.2.a. Debit Teoritis .....	27
3.2.b. Debit Optimum .....	28
3.2.c. Debit Nyata .....	28
3.2.d. Debit Internal .....	28
3.3. Daya Pompa .....	28
3.3.a. Daya Poros .....	28
3.3.b. Daya Internal .....	29
3.3.c. Daya Output/Daya Efektif .....	29
3.4. Efisiensi .....	30
3.4.a. Efisiensi Hidraulik .....	31
3.4.b. Efisiensi Volumetris .....	32
3.4.c. Efisiensi Internal .....	32
3.4.d. Efisiensi Mekanis .....	32
3.4.e. Efisiensi Total .....	32
3.4.f. Efisiensi Statis .....	32
3.5. Pompa dan Fluida Ideal .....	33
3.6. Kurva-kurva Karakteristik .....	35
3.7. Kurva-kurva Aktual dan Daya Kuda Rem .....	37
3.8. Keadaan Kerja dan Pengaturan dari Pompa Sentrifugal .....	38
3.8.a. Titik Kerja dan Karakteristik Stabil .....	39

3.8.b. Karakteristik Pompa yang Tidak Stabil .....	41
3.9. Kurva Instalasi .....	43
3.10. Pengaruh Perubahan Kecepatan pada Kurva Prestasi .....	44
3.11. Pengaruh Perubahan Impeler pada Kurva Prestasi .....	46
3.12. Pengaruh Viskositas Terhadap Kurva Karakteristik .....	48
3.14. Susunan Pompa .....	49
3.14.a. Pompa-pompa bekerja paralel .....	49
3.14.b. Pompa-pompa bekerja seri .....	53
3.15. Surging .....	54
3.16. Kavitasi .....	56
3.16.a. Faktor-faktor yang mempengaruhi kavitasi .....	57
3.16.b. Pencegahan Kavitasi .....	58
3.17. NPSH .....	58
 BAB IV. PERANCANGAN IMPELER .....	 62
4.1. Tipe Impeler .....	62
4.2. Daya Poros .....	67
4.3. Diameter Poros .....	68
4.4. Dimensi Impeler .....	70
4.4.a. Kecepatan pada sisi masuk impeler .....	71
4.4.b. Diameter mata sisi masuk impeler .....	72
4.4.c. Lebar sisi masuk impeler .....	74
4.4.d. Diameter sisi keluar impeler .....	77
4.4.e. Lebar sisi keluar impeler .....	80
4.4.f. Koreksi terhadap jumlah sudu yang diambil .....	82
4.4.g. Segitiga kecepatan sisi masuk impeler .....	82
4.4.h. Segitiga kecepatan sisi keluar impeler .....	83
4.4.i. Bentuk impeler .....	85
4.4.j. Pengecekan kekuatan impeler .....	95
4.4.k. Ukuran-ukuran utama impeler .....	97

<b>BAB V. SALURAN MASUK DAN RUMAH POMPA .....</b>	<b>99</b>
5.1. Saluran Masuk .....	98
5.2. Rumah Pompa .....	103
 <b>BAB VI. GAYA AKSIAL DAN GAYA RADIAL .....</b>	 <b>113</b>
6.1. Gaya Aksial .....	113
6.1.a. Gaya aksial karena pengaruh momentum .....	115
6.1.b. Gaya aksial karena pengaruh tekanan .....	115
6.2. Gaya Radial .....	115
6.2.a. Gaya radial dinamis .....	116
6.2.b. Gaya radial statis .....	117
 <b>BAB VII. PERANCANGAN POROS .....</b>	 <b>122</b>
7.1. Konstruksi Poros .....	122
7.2. Kekuatan Poros .....	124
7.3. Pengaruh Konsentrasi Tegangan .....	128
7.4. Defleksi .....	132
7.4.a. Defleksi puntiran .....	132
7.4.b. Defleksi Lengkungan .....	133
7.5. Putaran Kritis Poros .....	134
 <b>BAB VIII. KOMPONEN-KOMPONEN PELENGKAP POMPA .....</b>	 <b>137</b>
8.1. Bantalan .....	137
8.1.a. Bantalan kiri .....	139
8.1.b. Bantalan kanan .....	142
8.1.c. Mur pengunci bantalan .....	143
8.2. Kopling .....	144
8.2.a. Kekuatan Kopling Flens Luwes .....	144
8.2.b. Baut pengikat kopling flens luwes .....	145
8.2.c. Pasak kopling flens luwes .....	146

8.3. Stuffing Box .....	149
8.4. Wearing Rings .....	151
8.5. Sistem Pendinginan .....	151
8.5.a. Pendinginan bantalan .....	151
8.5.b. Pendinginan stuffing box .....	152
8.6. Pelumasan Bantalan .....	152
8.7. Motor Listrik .....	153
8.8. Penyokong Pompa .....	155
 BAB IX. EFISIENSI DAN KAVITASI .....	 156
9.1. Efisiensi .....	156
9.1.a. Efisiensi hidrolis .....	156
9.1.b. Efisiensi volumetris .....	157
9.1.c. Rasio kerugian mekanis terhadap daya fluida .....	158
9.1.d. Rasio gesekan piringan impeler terhadap daya fluida .....	159
9.1.e. Efisiensi total pompa .....	159
9.2. Kavitasi .....	160
 BAB X. KARAKTERISTIK POMPA .....	 161
10.1. Karakteristik Pompa Air .....	161
10.1.a. Hubungan head dengan debit .....	162
10.1.b. Hubungan daya dengan debit .....	168
10.1.c. Hubungan efisiensi dengan debit .....	171
10.2. Karakteristik Pompa Minyak .....	172
10.2.a. Hubungan head dengan debit .....	173
10.2.b. Hubungan efisiensi dengan debit .....	175
10.2.c. Hubungan daya dengan debit .....	177
 BAB XI. PENUTUP .....	 180
DAFTAR PUSTAKA .....	183
LAMPIRAN .....	185

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Penentuan head suatu instalasi pemompaan .....	7
Gambar 1.2. Klasifikasi pompa untuk pompa dinamik .....	11
Gambar 1.3. Klasifikasi pompa untuk pompa perpindahan positif .....	12
Gambar 2.1. Diagram faktor koreksi untuk head, debit dan efisiensi pompa cairan kental .....	15
Gambar 2.2. Daerah-daerah operasi suatu pompa .....	18
Gambar 2.3. Kilang PPT Migas Cepu .....	20
Gambar 2.4. Pompa sentrifugal dengan motor penggeraknya .....	21
Gambar 3.1. Hubungan antara efisiensi pompa dengan kecepatan spesifik .....	31
Gambar 3.2. Diagram kecepatan untuk impeler aliran radial .....	34
Gambar 3.3. Karakteristik head-debit berdasarkan persamaan Euler ....	35
Gambar 3.4. Contoh karakteristik pompa sentrifugal pada putaran 1790 rpm .....	36
Gambar 3.5. Pembuatan kurva debit-daya kuda rem aktual dari yang semu .....	38
Gambar 3.6. Titik kerja dari suatu pompa sentrifugal .....	39
Gambar 3.7. Titik kerja pompa untuk putaran yang berbeda .....	40
Gambar 3.8. Perubahan titik kerja pompa yang diakibatkan pengaturan pembukaan katup pada sisi tekan .....	41
Gambar 3.9. Karakteristik pompa yang tidak stabil dan titik kerja pompa yang kecepatannya bervariasi .....	42
Gambar 3.10. Contoh kurva karakteristik instalasi .....	44
Gambar 3.11. Pengaruh perubahan kecepatan pada head, daya & efisiensi ( $n_a > n_b$ ) .....	46
Gambar 3.12. Pengubahan sudu-sudu impeler untuk memperbesar head ..	48
Gambar 3.13. Kurva karakteristik $H=f(Q)$ dan $\eta=f(Q)$ untuk cairan yang	

viskositasnya berbeda-beda .....	50
Gambar 3.14. Kurva head-debit pompa-pompa yang beroperasi secara paralel .....	51
Gambar 3.15. Hubungan antara debit pompa terhadap daya input yang diberikan penggerak pompa .....	52
Gambar 3.16. Kurva-kurva head-debit pompa-pompa yang beropersi secara seri .....	54
Gambar 3.17. Kurva karakteristik head yang menggambarkan fenomena surging .....	55
Gambar 3.18. Grafik parameter kavitasi Thoma .....	60
Gambar 4.1. Hubungan debit dan kecepatan spesifik .....	65
Gambar 4.2. Jenis-jenis impeler .....	66
Gambar 4.3. Faktor koreksi daya .....	67
Gambar 4.4. Profil dari suatu impeler .....	70
Gambar 4.5. Grafik hubungan kecepatan spesifik dengan koefisien kecepatan .....	72
Gambar 4.6. Penambahan sudut $\beta_1$ .....	75
Gambar 4.7. Susunan sudu pada sisi masuk impeler .....	77
Gambar 4.8. Grafik hubungan debit pompa dengan efisiensi hidrolis ...	78
Gambar 4.9. Susunan sudu pada sisi keluar impeler .....	82
Gambar 4.10. Segitiga kecepatan sisi masuk impeler .....	83
Gambar 4.11 Segitiga kecepatan sisi keluar impeler .....	85
Gambar 4.12. Bentuk impeler .....	88
Gambar 4.13. Skema penggambaran dengan metode koordinat polar ....	89
Gambar 4.14. Variasi $w$ , $c_m$ dan $\beta$ dengan jari-jari .....	89
Gambar 4.15. Kecepatan-kecepatan dan sudut sudu dilikiskan pada jari-jari impeler .....	91
Gambar 4.16. Penggambaran kelengkungan sudu impeler .....	94
Gambar 4.17. Bagian yang rawan dari impeler .....	96

Gambar 4.18. Skets impeler yang telah didesain .....	98
Gambar 5.1. Saluran masuk: (a) Lurus (b) Miring .....	100
Gambar 5.2. Saluran belokan pengurang .....	100
Gambar 5.3. Ruang hisap konsentrik .....	101
Gambar 5.4. Ruang hisap volute .....	102
Gambar 5.5. Saluran masuk mulut lonceng .....	102
Gambar 5.6. Elevasi volute .....	104
Gambar 5.7. Penampang volute .....	105
Gambar 5.8. Kecepatan rata-rata dalam volute sekitar kelilingnya .....	109
Gambar 5.9. Rumah volute .....	112
Gambar 6.1. Gaya aksial yang terjadi pada impeler pompa .....	114
Gambar 6.2. Koefisien gaya radial $K_t$ yang merupakan fungsi kecepatan spesifik dan debit pompa .....	116
Gambar 6.3. Pembagian impeler untuk mempermudah perhitungan volume impeler .....	118
Gambar 7.1. Konstruksi poros yang direncanakan .....	123
Gambar 7.2. Beban-beban yang bekerja pada poros .....	124
Gambar 7.3. Diagram momen lengkung yang terjadi pada poros.....	127
Gambar 7.4. Faktor konsentrasi tegangan $\beta$ .....	129
Gambar 7.5. Faktor konsentrasi tegangan $\alpha$ .....	131
Gambar 7.6. Penentuan besarnya variabel-variabel pada persamaan penentuan defleksi lengkungan .....	133
Gambar 8.1. Faktor umur dan faktor kecepatan untuk bantalan bola dan bantalan rol .....	141
Gambar 8.2. Gulungan paking metalik dan inti dari bahan asbestos .....	150
Gambar 8.3. Split gland .....	150
Gambar 8.4. Grafik hubungan antara kecepatan sinkron dengan daya .....	154
Gambar 9.1. Hubungan debit dengan rasio kerugian mekanis terhadap daya fluida .....	158
Gambar 10.1. Grafik hubungan head dengan debit pompa yang	





	memompakan air dan yang memompakan minyak .....	175
Gambar 10.2.	Grafik hubungan efisiensi dengan debit pompa yang memompakan air dan yang memompakan minyak .....	177
Gambar 10.3.	Grafik hubungan daya dengan debit pompa yang memompakan air dan yang memompakan minyak .....	179

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Harga-harga $c_m$ , $w$ dan $\beta$ yang didapat dari kurva .....	91
Tabel 4.2. Hasil perhitungan untuk melukiskan bentuk sudu .....	92
Tabel 5.1. Hasil perhitungan untuk melukis bentuk volute .....	107
Tabel 7.1. Hasil perhitungan volume dan berat poros per-bagian .....	123
Tabel 7.2. Hasil perhitungan momen inersia pada masing-masing bagian poros .....	134
Tabel 10.1. Hubungan head dengan debit ( dalam satuan SI).....	166
Tabel 10.2. Hubungan head dengan debit ( dalam satuan British) .....	167
Tabel 10.3. Hubungan daya dengan debit .....	170
Tabel 10.4. Hubungan efisiensi dengan debit pompa yang memompakan air .....	171
Tabel 10.5. Hubungan head dengan debit pompa yang memompakan minyak .....	173
Tabel 10.6. Hubungan head dengan debit pompa yang memompakan minyak (satuan British) .....	174
Tabel 10.7. Hubungan efisiensi dengan debit pompa yang memompakan minyak .....	176
Tabel 10.8. Hubungan daya dengan debit pompa yang memompakan minyak .....	178



## DAFTAR SIMBOL

$A$	: Luas penampang
$b$	: Sisi stuffing box
$b_2$	: Lebar sisi keluar impeler
$b_3$	: Lebar sisi masuk volute
$B_{hp}$	: Daya kuda rem
$C$	: Faktor koreksi
$c_m$	: Kecepatan radial
$c_u$	: Kecepatan keliling
$d$	: Diameter
$E$	: Modulus elastisitas
$F$	: Gaya
$f$	: Koefisien gesek
$g$	: Percepatan gravitasi
$G$	: Modulus geser
$H$	: Head
$I$	: Momen inertia
$J$	: Momen inertia polar
$K$	: Faktor koreksi
$M$	: Momen lengkung
$n$	: Putaran
$n_s$	: Kecepatan spesifik
$P$	: Tekanan
$P_{sh}$	: Daya poros
$Q$	: Debit/kapasitas
$Q_L$	: Jumlah kebocoran
$R_A$	: Reaksi bantalan A
$R_B$	: Reaksi bantalan B



Re	: Bilangan Reynold
s	: Tebal volute
$S_{f1}$	: Faktor keamanan puntir
$S_{f2}$	: Faktor keamanan tegangan alur pasak
sp.gr	: Spesifik gravity
T	: Momen torsi
v	: Volume
V	: Kecepatan
w	: Kecepatan relatif
W	: Berat
y	: Defleksi
z	: Jumlah sudu
Z	: Elevasi

### Huruf Yunani

$\alpha$	: Faktor konsentrasi tegangan alur pasak / faktor cadangan
$\beta$	: Faktor konsentrasi tegangan poros bertingkat
$\beta_1$	: Sudut sudu sisi masuk
$\beta_2$	: Sudut sudu sisi keluar
$\gamma$	: Berat jenis fluida
$\eta$	: Efisiensi
$\varepsilon$	: Kekasaran ekuivalen
$\rho$	: Massa jenis fluida
$\sigma$	: Tegangan tarik
$\tau$	: Tegangan geser
$\omega$	: Kecepatan sudut
$\mu$	: Viskositas absolut fluida
$\nu$	: Viskositas kinematis
$\theta$	: sudut sentral / sudut puntir