



DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Motto dan Persembahan	iii
Kata Pengantar	iv
Halaman Soal	vi
Intisari	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xvi
Daftar Simbol	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Produksi Minyak Mentah/Crude Oil	1
1.2 Proses Pengolahan Minyak Mentah/Crude Oli	2
BAB II PENGENALAN POMPA	9
2.1 Klasifikasi Pompa	9
2.1.1 Pompa Perpindahan Positif (<i>Positive Displacement Pump</i>)	9
2.1.2 Pompa Dinamik (<i>Man Positive Displacement Pump</i>)	12
2.2 Pompa Sentrifugal	15
2.2.1 Klasifikasi Pompa Sentrifugal	15
2.2.2 Bagian-bagian Utama Pompa Sentrifugal	17
BAB III PERHITUNGAN SISTEM INSTALASI POMPA	19
3.1 Peralatan Instalasi Pompa	19
3.2 Karakteristik Fluida yang Digunakan	19
3.3 Perhitungan Kerugian Head Instalasi	20
3.3.1 Kerugian Head pada Sisi Isap	24
3.3.2 Kerugian Head pada Sisi Tekan	29



3.3.3 Head Total Pompa	36
3.4 Pemilihan Jenis Pompa	39
3.5 Pemilihan Penggerak Pompa	41
3.6 Pemilihan Putaran Pompa	42
BAB IV PERENCANAAN IMPELER	44
4.1 Tipe Impeler	44
4.2 Perkiraan Efisiensi Pompa	47
4.3 Daya Pompa	48
4.4 Dimensi Impeler	50
4.4.1 Diameter Poros Impeler	50
4.4.2 Diameter Sisi Masuk Impeler	53
4.4.3 Lebar Sisi Masuk Impeler	56
4.4.4 Diameter Sisi Keluar Impeler	59
4.4.5 Lebar Sisi Keluar Impeler	62
4.4.6 Koreksi Pemilihan Sudu	65
4.4.7 Lebar Impeler pada Setiap Titik	65
4.5 Segitiga Kecepatan	66
4.5.1 Segitiga Kecepatan pada Sisi Masuk	66
4.5.2 Segitiga Kecepatan pada Sisi Keluar	67
4.6 Pengecekan Kekuatan Impeler	76
4.7 Rangkuman Hasil Perhitungan Impeler	79
BAB V PERENCANAAN SALURAN MASUK DAN RUMAH POMPA ..	82
5.1 Saluran Masuk	82
5.1.1 Jenis-jenis Saluran Masuk dan Penggunaannya	82
5.2 Rumah Pompa	85
5.2.1 Bentuk Penampang <i>Volute</i>	86
5.2.2 Dimensi <i>Volute</i>	87
5.2.2.1 Jarak antara Impeler dan Lidah <i>Volute</i>	89
5.2.2.2 Jari-jari Penampang <i>Volute</i> dan Jari-jari <i>Volute</i>	92



5.2.2.3	Sudut Lidah <i>Volute</i>	95
5.2.2.4	Lebar Sisi Masuk <i>Volute</i>	96
5.2.3	Perhitungan Kekuatan <i>Casing</i>	98

BAB VI PERENCANAAN POROS DAN BANTALAN

101

6.1	Poros	101
6.1.1	Gaya Aksial	101
6.1.1.1	Menyeimbangkan Gaya Aksial	103
6.1.2	Gaya Radial	108
6.1.2.1	Gaya Radial Dinamis	108
6.1.2.2	Gaya Radial Statis	110
6.1.3	Konstruksi Poros	112
6.1.4	Pemeriksaan Kekuatan Poros	114
6.1.4.1	Pemeriksaan terhadap Tegangan Geser	116
6.1.4.2	Pemeriksaan terhadap Defleksi Lengkungan	117
6.1.4.3	Pemeriksaan terhadap Defleksi Puntiran	119
6.1.4.4	Pemeriksaan terhadap Tekukan	120
6.1.4.5	Pemeriksaan terhadap Putaran Kritis	121
6.1.5	Pemeriksaan terhadap Pengaruh Konsentrasi Tegangan	123
6.1.5.1	Pengaruh Konsentrasi Tegangan pada Poros Tempat Impeler	123
6.1.5.2	Pengaruh Konsentrasi Tegangan pada Poros Tempat Kopling	127
6.2	Perencanaan Bantalan	129
6.2.1	Bantalan Kiri	130
6.2.2	Bantalan Kanan	132
6.2.3	Pelumasan Bantalan	134

BAB VII KOMPONEN PENDUKUNG DAN TRANSMISI RODA GIGI

137

7.1	Komponen Pendukung Pompa	137
7.1.1	Stuffing Box	137
7.1.2	Kopling	139
7.1.2.1	Pemeriksaan Kekuatan Flens Kopling	141



7.1.2.2	Pemeriksaan Kekuatan Baut Pengikat Kopling	143
7.1.3	Lock Nut	145
7.1.4	Pasak	147
7.1.4.1	Pasak pada Impeler	147
7.1.4.2	Pasak pada Kopling	152
7.1.5	Ulir Pengikat Impeler	153
7.2	Transmisi Roda Gigi dan Perlengkapannya	156
7.2.1	Roda Gigi	156
7.2.2	Poros Roda Gigi yang Digerakkan	161
7.2.3	Bantalan Poros yang Digerakkan	162
7.2.4	Poros Roda Gigi Penggerak	164
7.2.5	Bantalan Poros Penggerak	165
7.2.6	Kopling pada Poros Roda Gigi Penggerak	167
7.2.7	Pelumasan Roda Gigi	167
BAB VIII EFISIENSI DAN KAVITASI		170
8.1	Efisiensi	170
8.1.1	Efisiensi Hidrolis	170
8.1.2	Efisiensi Volumetris	171
8.1.3	Efisiensi Mekanis	172
8.1.3.1	Kerugian Gesekan pada Bantalan	172
8.1.3.2	Kerugian Gesekan pada Cakra	173
8.1.3.3	Kerugian Gesekan pada Stuffing Box	174
8.1.4	Efisiensi Total	175
8.2	Kavitasi	175
8.2.1	NPSH yang Diperlukan ($NPSH_R$)	176
8.2.2	NPSH yang Tersedia ($NPSH_A$)	178
8.2.3	Pencegahan Kavitasi	180
8.2.3.1	Usaha-usaha Memperbesar NPSH yang Tersedia	180
8.2.3.2	Memperkecil NPSH yang Diperlukan	181



BAB IX KARAKTERISTIK POMPA	182
9.1 Hubungan antara Head dengan Kapasitas Pompa	182
9.1.1 Hubungan Head Euler dengan Kapasitas	182
9.1.2 Hubungan Head Teoritis dengan Kapasitas	183
9.1.3 Hubungan Head Aktual dengan Kapasitas	184
9.2 Hubungan Daya dengan Kapasitas	188
9.3 Hubungan Efisiensi dengan Kapasitas	191
9.4 Hubungan Head Sistem dengan Kapasitas.....	194
Penutup	196
Daftar Pustaka	199
Lampiran	201

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pompa reciprocating	10
Gambar 2.2 Beberapa jenis pompa rotary	12
Gambar 2.3 Beberapa jenis pompa sentrifugal berdasarkan arah aliran fluida	15
Gambar 3.1 Moody diagram	22
Gambar 3.2 Gambar sederhana instalasi pompa yang dirancang	38
Gambar 3.3 Penentuan jenis pompa berdasarkan head dan kapasitas	40
Gambar 4.1 Pemilihan tipe impeler berdasarkan kecepatan spesifik	47
Gambar 4.2 Diagram perkiraan efisiensi pompa	48
Gambar 4.3 Grafik hubungan koefisien kecepatan dengan kecepatan spesifik	54
Gambar 4.4 Profil sebuah impeler	64
Gambar 4.5 Segitiga kecepatan pada sisi masuk	67
Gambar 4.6 Segitiga kecepatan pada sisi keluar	68
Gambar 4.7 Metode titik ke titik untuk menentukan profil sudu	71
Gambar 4.8 Variasi dari harga-harga w , C_m dan β terhadap radius r	72
Gambar 4.9 Grafik variasi w dan C_m terhadap perubahan r	73
Gambar 4.10 Rancangan profil impeler	80
Gambar 4.11 Penggambaran sudu impeler	81



Gambar 5.1	Saluran masuk lurus atau miring	83
Gambar 5.2	Saluran masuk melengkung dan mengecil	83
Gambar 5.3	Saluran masuk konsentrik	84
Gambar 5.4	Saluran masuk lonceng	84
Gambar 5.5	Saluran masuk volute	85
Gambar 5.6	Bentuk penampang volute	86
Gambar 5.7	Hubungan K_{CV} dengan kecepatan spesifik	88
Gambar 5.8	Bentuk rumah volute	91
Gambar 5.9	Jenis volute berdasarkan alirannya	96
Gambar 5.10	Dimensi sisi masuk volute	97
Gambar 5.11	Penampang volute	99
Gambar 5.12	Gambar volute hasil perancangan	100
Gambar 6.1	Penyeimbang gaya aksial	105
Gambar 6.2	Grafik hubungan K_r dengan kecepatan spesifik dan kapasitas	109
Gambar 6.3	Pembagian impeler untuk menghitung volumenya	111
Gambar 6.4	Konstruksi poros yang direncanakan	112
Gambar 6.5	Peletakan gaya-gaya dan reaksi bantalan pada poros	114
Gambar 6.6	Diagram momen lengkung	115
Gambar 6.7	Posisi gaya radial untuk menentukan defleksi lengkungan ...	118
Gambar 6.8	Peletakan beban untuk menentukan kecepatan kritis	122
Gambar 6.9	Faktor konsentrasi tegangan untuk poros bertingkat	124
Gambar 6.10	Faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak	125



Gambar 6.11	Penentuan viskositas minimum minyak pelumas berdasarkan nilai d_m dan putaran poros	136
Gambar 7.1	Stuffing box	138
Gambar 7.2	Kopling flens luwes	140
Gambar 7.3	Bagian paling rawan dari flens	141
Gambar 7.4	Lock nut	146
Gambar 7.5	Gaya geser pada pasak	149
Gambar 7.6	Roda gigi lurus	156
Gambar 7.7	Roda gigi yang akan direncanakan	157
Gambar 7.8	Konstruksi poros yang digerakkan	162
Gambar 7.9	Konstruksi poros penggerak	165
Gambar 7.10	Ketinggian minyak pelumas terhadap roda gigi	168
Gambar 8.1	Hubungan koefisien thoma dengan efisiensi hidrolis dan kecepatan spesifik	177
Gambar 9.1	Grafik hubungan antara head Euler, teoritis dan head aktual pada pompa minyak	188
Gambar 9.2	Grafik hubungan antara daya dengan kapasitas pompa minyak	193
Gambar 9.3	Grafik hubungan antara efisiensi dengan kapasitas pompa minyak	193
Gambar 9.4	Grafik hubungan antara head aktual, head sistem dengan kapasitas	195



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1	Penentuan harga c_1 untuk berbagai fitting dan valve 23
Tabel 3.2	Penentuan harga c_1 untuk reduser 24
Tabel 3.3	Penentuan putaran sinkron motor listrik 42
Tabel 4.1	Hasil perhitungan nilai r , Δr , C_m , w , $\sin \beta$, β dan θ 74
Tabel 4.2	Hasil perhitungan lebar impeller pada setiap titik 75
Tabel 5.1	Hasil perhitungan A_v , r dan r_v pada berbagai sudut sentral .. 94
Tabel 5.2	Hasil perhitungan A_v , r dan r_v untuk aliran konstan 95
Tabel 6.1	Penentuan nilai K_a berdasarkan kecepatan spesifik 102
Tabel 9.1	Perhitungan head dan kapasitas pompa minyak 187
Tabel 9.2	Hasil perhitungan hubungan daya dan efisiensi dengan kapasitas 192
Tabel 9.3	Perhitungan hubungan antara head sistem 195 dengan kapasitas

DAFTAR SIMBOL

- = luas penampang *impeler hub* (mm^2)
- = luas penampang *impeler eye* (mm^2)
- = luas penampang sisi masuk total (mm^2)
- = luas penampang poros (mm^2)
- = luas penampang sudu-sudu radial (mm^2)
- = luas penampang leher volute (mm^2)
- = luas penampang volute (mm^2)
- = luas penampang sisi masuk impeler (mm^2)
- = luas penampang sisi keluar impeler (mm^2)
- = diameter baut (mm)
- = diameter tempat lubang baut pada flens (mm)
- = lebar bantalan (mm)
- = lebar impeler sisi keluar termasuk tutup impeler (mm)
- = daya kuda rem (HP)
- = lebar sudu (mm)
- = lebar sisi masuk sudu (mm)
- = lebar sisi keluar sudu (mm)
- = lebar sisi masuk volut (mm)
- = lebar sudu rata-rata (mm)
- = faktor aliran
- = kapasitas beban dinamis (Newton)
- = kecepatan rata-rata di dalam volut (m/s)
- = faktor koreksi beban lentur
- = koefisien gesek fitting/valve
- = kecepatan meridional (m/s)
- = kecepatan aksial (m/s)
- = *Pfleiderer's correction*
- = kecepatan rata-rata konstan dari throat volute (m/s)



- = komponen tangensial dari kecepatan absolut (m/s)
- = diameter pipa (m)
- = diameter impeler (mm)
- = diameter kaki (mm)
- = diameter lingkaran dasar (mm)
- = diameter *impeler hub* (mm)
- = diameter *impeler hub* bagian belakang (mm)
- = diameter lingkaran kepala (mm)
- = diameter sisi masuk impeler (mm)
- = diameter lingkaran jarak bagi (mm)
- = diameter poros (mm)
- = diameter luar ulir (mm)
- = diameter sudu sisi masuk impeler (mm)
- = diameter sudu sisi keluar impeler (mm)
- = modulus elastisitas (kg/cm^2)
- = gaya tangensial (kg)
- = lebar sisi gigi (mm)
- = gaya aksial pada impeler (kg)
- = daya kuda fluida (HP)
- = gaya radial total (kg)
- = gaya radial dinamis (kg)
- = gaya aksial akibat sudu-sudu radial (kg)
- = faktor dinamis
- = koefisien gesek
- = modulus geser (kg/cm^2)
- = percepatan gravitasi standar ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- = daya yang ditransmisikan (HP)
- = head total pompa (m)
- = head statis sistem (m)
- = head actual (m)
- = head kerugian kecepatan keluar (m)



- = head kerugian gesek dalam pipa (m)
- = kerugian head pada sisi tekan (m)
- = head *minor losses* sisi tekan (m)
- = head *mayor losses* sisi tekan (m)
- = kerugian head pada sisi isap (m)
- = head *minor losses* sisi isap (m)
- = head *mayor losses* sisi isap (m)
- = head kerugian gesekan (m)
- = kerugian head di dalam pipa isap (m)
- = head tekanan sistem (m)
- = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi gesekan (HP)
- = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi kerugian hidrolis (HP)
- = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi kebocoran (HP)
- = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi kerugian mekanis (HP)
- = head isap statis (m)
- = head total pompa (m)
- = head teoritis (m)
- = head Euler (m)
- = tinggi gigi (mm)
- = tinggi profil yang bekerja menahan gaya (mm)
- = kelonggaran puncak (mm)
- = kerugian head akibat shock dan turbulensi (m)
- = momen inersia (cm⁴)
- = perbandingan transmisi
- = momen inersia polar (cm⁴)
- = koefisien experimental
- = koefisien kecepatan
- = koefisien kecepatan absolut
- = faktor koreksi momen lengkung
- = koefisien experimental
- = faktor koreksi beban kejut



- = faktor koreksi momen puntir
- = kerugian head akibat shock dan turbulensi (m)
- = faktor sirkulasi
- = panjang pipa (m)
- = umur bantalan yang direncanakan (jam)
- = panjang sudu (mm)
- = jumlah lilitan ulir
- = momen lengkung (kg/cm^2)
- = kerugian gesekan pada bantalan (kg.cm)
- = modul
- SH_A = NPSH yang tersedia (m)
- SH_R = NPSH yang diperlukan (m)
- = kecepatan kritis (rpm)
- = jumlah valve/fitting
- = kecepatan putar (rpm)
- = bilangan bentuk
- = kecepatan spesifik dinamik
- = kecepatan spesifik kinematis
- = putaran poros penggerak (rpm)
- = putaran poros yang digerakkan (rpm)
- = beban dinamis ekuivalen bantalan (Newton)
- = daya penggerak (HP)
- = puncak diametral
- = tekanan (kg/mm^2)
- = tekanan absolut di permukaan cairan yang akan dipompa (kg/mm^2)
- = gaya tekukan kritis (kg)
- = kerugian daya akibat gesekan pada bantalan (HP)
- = kerugian daya akibat gesekan pada cakra (HP)
- = daya nominal motor penggerak (HP)
- = kerugian mekanis total (HP)
- = daya poros motor (HP)



- = kerugian daya akibat gesekan pada stuffing box (HP)
- = tekanan uap jenuh cairan pada temperatur pemompaan (kg/cm^2)
- = jarak bagi ulir (mm)
- = kapasitas pompa (m^3/s)
- = kapasitas aliran yang melalui impeler (m^3/s)
- = tekanan permukaan yang diijinkan (kg/mm^2)
- = beban radial (kg)
- = bilangan Reynolds
- = jari-jari leher volut (mm)
- = jari-jari sudut sentral (mm)
- = jari-jari masuk impeler (mm)
- = jari-jari keluar impeler (mm)
- = jarak pusat leher volut dari sumbu impeler (mm)
- = tebal minimum dinding casing (mm)
- = faktor keamanan
- = tebal sudu (mm)
- = berat jenis spesifik fluida yang dipompa
- = ketebalan sudu pada sisi masuk dalam arah keliling (mm)
- = ketebalan sudu pada sisi keluar dalam arah keliling (mm)
- = momen puntir (kg.mm)
- = kecepatan keliling (m/s)
- = kecepatan keliling poros (m/s)
- = kecepatan keliling sudu-sudu radial (m/s)
- = kecepatan aliran (m/s)
- = kecepatan aliran keluar (m/s)
- = kecepatan aliran masuk (m/s)
- = volume sudu (mm^3)
- = berat impeler (kg)
- = beban (kg)
- = berat total poros (kg)
- = kecepatan relatif sisi pada masuk (m/s)



- = kecepatan relatif sisi pada keluar (m/s)
- = faktor keamanan
- = defleksi lengkungan (mm)
- = faktor bentuk gigi
- = koefisiensi profil laluan casing
- = jumlah lilitan ulir
- = jumlah sudu
- = jumlah roda gigi penggerak
- = jumlah roda gigi yang digerakkan
- = sudut tekan ($^{\circ}$)
- = viskositas kinematis (m^2/s)
- = berat jenis fluida (kg/m^3)
- = defleksi puntiran (rad)
- = faktor penyempitan
- = faktor slip
- = koefisien gesekan bantalan
- = viskositas dinamis ($\text{dyn.s}/\text{cm}^2$, poise)
- = kekuatan tarik (kg/cm^2)
- = koefisien kavitasi thoma
- = tegangan desak (kg/mm^2)
- = sudut sudu ($^{\circ}$)
- = sudut sudu masuk ($^{\circ}$)
- = sudut sudu keluar ($^{\circ}$)
- = sudut jatuh ($^{\circ}$)
- = koefisien kontraksi sisi masuk
- = koefisien konstiksi sisi keluar
- = sudut lidah volut ($^{\circ}$)
- = sudut sentral ($^{\circ}$)
- = kecepatan sudut impeler (rad)
- = kecepatan sudut cairan dalam sudu-sudu radial (rad)



- = tegangan geser (kg/mm^2)
- = tegangan geser (kg/mm^2)
- = tegangan geser maksimum (kg/mm^2)
- = efisiensi hidrolis
- = efisiensi mekanis
- = efisiensi total
- = efisiensi volumetris