



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	
INTISARI	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
LAMPIRAN	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Pengertian Pompa	1
1.2. Klasifikasi Pompa	2
1.2.1. Pompa Kerja Positif	2
1.2.2. Pompa Kerja Dinamis	5
1.3. Penggunaan Pompa	5
BAB II MOBIL PEMADAM KEBAKARAN	
2.1. Sekilas Tentang Mobil Pemadam Kebakaran	8
2.2. Spesifikasi Umum dan Kriteria Design	9
2.3. Komponen Mobil Pemadam Kebakaran	10
2.3.1. <i>Frame dan Body</i>	10
2.3.2. Pompa Pemadam	10
2.3.3. <i>Pump Transmissions</i>	13
2.3.4. Tangki Air	14
2.3.5. <i>Suction (Pipa Hisap)</i>	14
2.3.6. Pengeluaran Air	14
2.3.7. <i>Relief Valve atau Safety Valve</i>	15
2.3.8. Panel Kontrol	15
2.3.9. <i>Heat Exchanger Cooler</i>	15
2.3.10. Komponen-komponen Optional	16
2.4. Instalasi Pipa pada Mobil Pemadam Kebakaran	16
BAB III TINJAUAN MASALAH	
3.1. Latar Belakang	18
3.2. Kondisi Kerja	18
3.3. Kondisi Air yang Dipompa	19
3.4. Head dan Kapasitas	20
3.4.1. Menentukan Diameter Pipa Isap dan Pipa Tekan	20
3.4.2. Instalasi Pompa	20
3.4.3. Kerugian pada Pipa Isap	21
3.4.4. Kerugian pada Pipa Tekan	24



3.4.5.	Head Total Pompa	28
3.4.6.	Kapasitas Total Pompa	29
3.5.	Pemilihan Pompa	29
3.6.	Kecepatan Spesifik	32
3.6.1.	Kecepatan spesifik kinematis	33
3.6.2.	Kecepatan spesifik dinamis	34
3.6.3.	Kecepatan spesifik bentuk	35
3.7.	Penggerak Pompa	36
3.8.	Daya Input Pompa	36
3.9.	Menentukan Jumlah Tingkat	38

BAB IV PERENCANAAN IMPELER

4.1.	Tipe-tipe Impeler	39
4.1.1.	Kecepatan Spesifik Kinematis	40
4.1.2.	Kecepatan Spesifik Dinamik	40
4.1.3.	Kecepatan Spesifik yang Menyatakan Bilangan Bentuk	41
4.2.	Daya Pompa	42
4.3.	Desain Impeler	43
4.4.	Dimensi Impeler	44
4.5.	Diameter Poros	45
4.6.	Sisi Masuk Impeler	47
4.6.1.	Mencari Sudut Sudu Sisi Masuk (β_1)	50
4.6.2.	Menghitung Lebar Sisi Masuk (b_1)	51
4.7.	Sisi Keluar Impeler	53
4.8.	Koreksi Terhadap Besaran yang Diambil	58
4.8.1.	Koreksi Terhadap z	58
4.8.2.	Pemeriksaan Kekuatan Impeler	58
4.9.	Segitiga Kecepatan	59
4.9.1.	Segitiga Kecepatan pada Sisi Masuk	59
4.9.2.	Segitiga Kecepatan pada Sisi Keluar	60
4.10.	Penggambaran Sudu Impeler	62
4.11.	Rangkuman Hasil Perhitungan Impeller	64

BAB V PERENCANAAN SALURAN MASUK DAN SALURAN KELUAR POMPA

5.1.	Saluran Masuk	65
5.2.	Saluran Keluar	68
5.3.	Perhitungan Rumah Volut	70
5.3.1.	Jarak Antara Impeler dan Lidah Volut	71
5.3.2.	Jari-jari Penampang dan Jari-jari Volut	73
5.3.3.	Sudut Lidah Volut	75
5.3.4.	Lebar Sisi Volut	76
5.3.5.	Tebal Dinding Volut	77
5.4.	Melukis Rumah Pompa	78



BAB VI PERENCANAAN KOMPONEN PENDUKUNG

6.1.	Perencanaan Poros	79
6.1.1.	Konstruksi Poros	88
6.1.2.	Pemeriksaan Poros terhadap Momen Lengkung	90
6.1.3.	Pemeriksaan Poros terhadap Tegangan Geser	92
6.1.4.	Pemeriksaan Poros terhadap Defleksi Puntiran	93
6.1.5.	Pemeriksaan Poros terhadap Defleksi Lengkungan	95
6.1.6.	Pemeriksaan Poros terhadap Konsentrasi Tegangan	97
6.1.7.	Konsentrasi Tegangan Akibat Alur Pasak	100
6.1.8.	Pemeriksaan Poros terhadap Putaran Kritis	103
6.2.	Perencanaan Bantalan	105
6.2.1.	Klasifikasi Bantalan	105
6.2.2.	Bantalan Terdekat Dengan Impeler	106
6.2.3.	Bantalan Terjauh Dengan Impeler	109
6.2.4.	Pelumasan Bantalan	111
6.3.	Perencanaan Kopling	112
6.3.1.	Pemeriksaan Kekuatan Flens Kopling	113
6.3.2.	Pemeriksaan Terhadap Kekuatan Hub Kopling	114
6.3.3.	Pemeriksaan Kekuatan Baut Pengikat Kopling	115
6.4.	Pasak	116
6.4.1.	Pemeriksaan Tegangan Terhadap Pasak Impeler	117
6.4.2.	Pemeriksaan Terhadap Pasak Kopling	119
6.5.	Mur dan Ulir Pengunci Impeler	121
6.6.	Perapat Paking	124
6.7.	Komponen Pelengkap	126

BAB VII EFISIENSI DAN KAVITASI

7.1.	Efisiensi	128
7.1.1.	Efisiensi Hidrolik	128
7.1.2.	Efisiensi Volumetris	128
7.1.3.	Efisiensi Mekanis	129
7.2.	Kavitasi	130
7.2.1.	NPSH (<i>Net Pressure Suction Head</i>) yang Tersedia	131
7.2.2.	NPSH (<i>Net Pressure Head Discharge</i>) yang Diperlukan	132
7.2.3.	Cara Menghindari Kavitasi	133
7.2.4.	Benturan Air (<i>Water Hammer</i>)	134
7.2.5.	<i>Surging</i>	134

BAB VIII KARAKTERISTIK POMPA

8.1.	Hubungan Head Dengan Kapasitas Pompa	136
8.1.1.	Hubungan Head Euler dengan Kapasitas Pompa	136
8.1.2.	Hubungan Head Teoritis dengan Kapasitas	137
8.1.3.	Hubungan Antara Head Aktual dengan Kapasitas	138
8.2.	Hubungan Head Sistem dengan Kapasitas	143
8.2.1.	Kerugian pada Sisi Isap	143
8.2.2.	Kerugian pada Sisi Tekan	146



8.2.3.	Perhitungan Head Total Pompa	147
8.3.	Hubungan Efisiensi dengan Kapasitas Pompa	150
BAB IX NOZZLE		
9.1.	Dimensi Nosel	153
9.2.	Pemeriksaan Kekuatan Dinding Nosel	155
9.3.	Flange	156
BAB X PENUTUP		157

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Pompa roda gigi luar	2
Gambar 1.2.	Pompa roda gigi dalam	2
Gambar 1.3.	Pompa rotari kam & piston	3
Gambar 1.4.	Pompa rotari dua cuping (lobe)	3
Gambar 1.5.	Pompa rotari tiga cuping	3
Gambar 1.6.	Pompa rotari empat cuping	3
Gambar 1.7.	Pompa sekrup tunggal	4
Gambar 1.8.	Pompa sekrup ganda	4
Gambar 1.9.	Pompa tiga sekrup	4
Gambar 1.10.	Pompa <i>vane</i>	4
Gambar 2.1.	<i>General View Fire Fighting Truck</i>	8
Gambar 2.2.	<i>Front Mounting</i>	11
Gambar 2.3.	<i>Midship Mounting</i>	11
Gambar 2.4.	<i>PTO Mounting</i>	12
Gambar 2.5.	<i>Separated Mounting</i>	12
Gambar 2.6.	<i>Direct Engine Mounting</i>	12
Gambar 2.7.	Diagram Distribusi Tenaga	13
Gambar 2.8.	Diagram aliran input dan output	17
Gambar 3.1.	Instalasi pompa	20
Gambar 3.2.	Grafik penentuan jenis pompa	31
Gambar 3.3.	Grafik penentuan efisiensi total pompa	37
Gambar 4.1.	Tipe impeler berdasarkan kecepatan spesifiknya	42
Gambar 4.2.	Ukuran utama dan profil impeler	45
Gambar 4.3.	Hubungan antara K_{cm1} dan K_{cm2} dengan n_{sq}	48
Gambar 4.4.	Segitiga kecepatan masuk (a) segitiga kecepatan keluar (b)	51
Gambar 4.5.	Segitiga kecepatan masuk setelah penambahan sudut jatuh	51
Gambar 4.6.	Bentuk sudu pada sisi masuk	52
Gambar 4.7.	Metode Point by point untuk membentuk kurva sudu impeler	63



Gambar 4.8.	Variasi nilai w , c_m dan β terhadap jari-jari (r)	64
Gambar 5.1.	Saluran masuk. (a) lurus (b) miring	65
Gambar 5.2.	Saluran masuk dengan penampang mengecil	66
Gambar 5.3.	Saluran masuk konsentris	67
Gambar 5.4.	Saluran masuk rumah keong	67
Gambar 5.5.	Saluran masuk berbentuk mulut lonceng	68
Gambar 5.6.	Profil macam-macam penampang volut	70
Gambar 5.7.	Hubungan antara $K_{cv} (d_3 - d_2) / d_2$ dengan n_s	70
Gambar 5.8.	Sisi masuk volut	76
Gambar 5.9.	Penampang dinding volut	77
Gambar 6.1.	<i>Single suction impeler</i>	80
Gambar 6.2.	Impeler 3D solid	86
Gambar 6.3.	Konstruksi poros	90
Gambar 6.4.	Skema beban yang bekerja pada poros	90
Gambar 6.5.	Diagram momen lengkung pada poros	92
Gambar 6.6.	Posisi gaya radial pada poros bertingkat	96
Gambar 6.7.	Poros bertingkat untuk perhitungan konsentrasi tegangan	98
Gambar 6.8.	Faktor konsentrasi tegangan poros bertingkat	99
Gambar 6.9.	Konsentrasi tegangan akibat alur pasak	101
Gambar 6.10.	Kopling flens luwes	113
Gambar 6.11.	Macam-macam pasak	117
Gambar 6.12.	Kotak paking	125
Gambar 6.13.	Gland	125
Gambar 7.1.	Menentukan NPSH	132
Gambar 7.2.	Kurva kapasitas-head yang mengalami <i>surging</i>	135
Gambar 8.1.	Grafik kerugian hidrolis terhadap kapasitas	139
Gambar 8.2.	Grafik hubungan antara head Euler, head teoritis dan head aktual terhadap berbagai kapasitas pompa	142
Gambar 8.3.	Grafik hubungan antara head sistem dan head aktual terhadap kapasitas pompa	150
Gambar 8.4.	Grafik efisiensi terhadap berbagai kapasitas pompa	152



Gambar 9.1.	Analisis Tekanan Pada Dinding Nosel	153
Gambar 9.2.	Distribusi Tekanan Pada Dinding Nosel	155



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Sifat-sifat fisis air pada suhu 25° C	19
Tabel 3.2.	Panjang ekivalen elemen-elemen pada perpipaan sisi isap	23
Tabel 3.3.	Panjang ekivalen elemen-elemen pada perpipaan sisi isap	24
Tabel 3.4.	Panjang ekivalen elemen-elemen pada perpipaan sisi tekan	26
Tabel 3.5.	Tipe Impeler menurut Kecepatan Spesifik	32
Tabel 5.1.	Perhitungan A_v , r dan r_v pada berbagai posisi sentral	73
Tabel 5.2.	Hasil perhitungan A_v , r yang baru pada faktor aliran (C) konstan	75
Tabel 6.1.	Dimensi Poros	89
Tabel 6.2.	Harga konstanta pegas puntir K , tiap tingkat poros	95
Tabel 6.3.	Harga faktor keandalan a_1	108
Tabel 6.4.	Tekanan kontak yang diijinkan pada ulir	123
Tabel 8.1.	Hasil perhitungan head Euler, head teoritis dan head aktual pada berbagai kapasitas	142
Tabel 8.2.	Hasil perhitungan head sistem pada berbagai kapasitas pompa	149
Tabel 8.3.	Tabel hasil perhitungan efisiensi terhadap berbagai kapasitas	152



Daftar Notasi

- u = kecepatan suatu titik pada impeler tersebut relatif terhadap satu titik diam (m/s)
- w = kecepatan partikel fluida relatif terhadap impeler (m/s)
- c = kecepatan absolut partikel fluida yang mengalir melalui impeler relatif terhadap satu titik diam (m/s)
- α = sudut antara c dan u ($^{\circ}$)
- \dot{m} = laju aliran massa fluida (kg/s)
- P = daya (Watt)
- ω = kecepatan sudut (rad/s)
- H_{th} = head teoritis pompa (m)
- g = percepatan gravitasi = $9,81 \text{ m/s}^2$
- n = kecepatan putar poros pompa (rpm)
- Q = kapasitas pompa (m^3/s)
- H = tinggi tekan pompa (m)
- n_{sq} = kecepatan spesifik kinematik (rpm)
- n_{sp} = kecepatan spesifik dinamik (rpm)
- ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)
- n_{sf} = bilangan bentuk
- γ = berat jenis fluida (N/m^3)
- P_{sh} = daya poros yang dibutuhkan pompa (Watt)



- η_t = efisiensi total pompa
- σ_u = kekuatan tarik material (MPa)
- σ_y = batas elastis (ksi atau MPa)
- τ_a = tegangan geser poros yang diijinkan (MPa)
- K_t = faktor koreksi momen puntir jika terjadi tumbukan / kejutan
- C_b = faktor koreksi jika terjadi pembebanan lentur.
- d_{sh} = diameter poros (mm)
- d_h = diameter untuk *hub* depan impeler (mm)
- d_h' = diameter untuk *hub* belakang impeler (mm)
- K_{cm1} = koefisien kecepatan pada sisi masuk impeler
- c_{m1} = kecepatan meridian fluida (m/s)
- β_1 = sudut antara w_1 dan perpanjangan u_1 (pada sisi masuk).
- ϕ_1 = koefisien penyempitan (*constriction coefficient*) pada sisi masuk
- A_o = luas penampang sisi masuk impeler (m^2)
- c_o = kecepatan fluida masuk impeler (m/s)
- A_o' = luas penampang masuk total (m^2)
- d_o = diameter impeler pada sisi masuk (mm)
- H_{th} = tinggi tekan teoritis untuk impeler dengan jumlah sudu terbatas (m)
- c_{m2} = kecepatan meridian pada sisi keluar (m/s)
- β_2 = sudut antara w_2 dan perpanjangan u_2 (pada sisi keluar).
- C_p = koefisien Pfeleiderer untuk impeler dengan jumlah sudu terbatas



- H = head pompa per tingkat
- η_h = efisiensi hidrolis
- d_2 = diameter sisi keluar impeler (m)
- A_2 = luas penampang sisi keluar impeler yang telah dikoreksi
- ϕ_2 = koefisien kontraksi pada sisi keluar impeler
- Q' = kapasitas fluida yang melewati impeler
- t_2 = lebar *pitch* pada sisi keluar sudu (mm)
- z = jumlah sudu
- d_2 = diameter sisi keluar impeler (mm)
- s_2 = tebal sudu pada sisi keluar impeler (mm)
- s_1 = tebal sudu pada sisi *inlet* (mm)
- t_1 = lebar *pitch* pada sisi masuk impeler (mm)
- r_2 = jari-jari lingkaran terluar impeler (mm)
- ψ' = koefisien untuk menentukan C_p
- Q_L = kebocoran aliran (m^3/s)
- ν = sudut overlap ($^\circ$)
- δ = Sudut Divergensi ($^\circ$)
- T_a = resultan gaya aksial (kg)
- T_1 = gaya yang disebabkan tekanan pada dinding impeler (kg)
- T_2 = gaya yang disebabkan perubahan momentum fluida (kg)
- G = modulus geser elastis (MPa)
- J = momen inersia polar (m^4)
- θ = deformasi Puntir ($^\circ$)



- p = kapasitas beban bantalan luncur (N)
- V = kecepatan linear operasi pada bantalan luncur (m/s)
- f = koefisien gesek bantalan
- σ_c = tegangan desak (MPa)
- σ_{ca} = tegangan desak yang diijinkan (MPa)
- E = modulus elastisitas (MPa)
- q = tegangan kontak pada permukaan ulir (MPa)
- q_a = tegangan kontak yang diijinkan (MPa)
- η_v = efisiensi volumetris
- η_h = efisiensi hidrolis
- η_m = efisiensi mekanis
- η_{tot} = efisiensi total
- $NPSH$ = *Net Positif Suction Head* (m)
- H_{theo} = head Euler (m)
- H_{th} = head teoritis (m)
- H_{act} = head aktual (m)
- h_h = rugi-rugi hidrolis selama pemompaan (m)
- h_s = kerugian hidrolis karena adanya *shock loss* atau *turbulence los*(m)
- h_{fd} = *friction and diffusion loss* (m)