UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
INTISARI	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan dan Batasan Masalah	1
1.3. Kondisi Instalasi Pompa	2
1.4. Pengenalan Pompa	2
1.5. Klasifikasi Pompa	3
1.5.1. Pompa Kerja Positif	3
1.5.2. Pompa Kerja Dinamis	4
BAB II PEMILIHAN POMPA	
2.1. Data Perancangan	8
2.2. Penentuan Diameter Pipa	9
2.3. Sistem Instalasi Pompa	9
2.3.1. Kerugian pada sisi isap	9
2.3.2. Kerugian pada sisi tekan	12

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.4. Head Total Pompa 14
2.5. Pemilihan Jenis Pompa 15
2.6. Menentukan Jumlah Tingkat 15
2.7. Pemilihan Penggerak Mula Pompa 16
2.8. Daya Poros 16

BAB III PERENCANAAN IMPELER

3.1. Kecepatan Spesifik Kinematis 17
3.2. Kecepatan spesifik dinamik 17
3.3. Kecepatan spesifik yang menyatakan bilangan bentuk 18
3.4. Pemilihan Tipe Impeler 18
3.5. Dimensi Impeler 19
3.5.1. Menentukan diameter poros 20
3.5.2. Menghitung diameter sisi masuk 22
3.5.3. Mencari sudut sudu sisi masuk 24
3.5.4. Menghitung lebar sisi masuk 25
3.5.5. Menghitung diameter impeler sisi keluar 26
3.5.6. Menghitung lebar impeler pada sisi keluar 28
3.5.7. Pengecekan jumlah sudu 29
3.5.8. Hasil perhitungan impeller 29
3.6. Segitiga Kecepatan Sisi Masuk dan Sisi Keluar Impeler 30
3.7. Perancangan Sudu Impeler 31
3.8. Pemeriksaan Kekuatan Impeler 35

BAB IV SALURAN MASUK, SALURAN KELUAR, DAN RUMAH POMPA

4.1. Saluran Masuk 37
4.2. Saluran Keluar 37
4.3. Volute Casing 37
4.3.1. Ukuran utama volut 38
4.3.2. Lebar sisi masuk volut 39
4.3.3. Tebal dinding volut 40

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB V PERENCANAAN POROS

5.1. Perhitungan Gaya Aksial 42
5.2. Gaya Radial Dinamis 43
5.3. Gaya Radial Statis 44
5.3.1. Perhitungan berat impeller 44
5.3.2. Perhitungan berat kopling 45
5.3.3. Kontruksi poros dan perhitungan berat poros 46
5.4. Gaya Radial Total 47
5.5. Pemeriksaan Kekuatan Poros 47
5.6. Pemeriksaan Poros Terhadap Tegangan Geser 49
5.7. Pemeriksaan Poros Terhadap Defleksi puntiran 49
5.8. Pemeriksaan Poros Terhadap Defleksi Lengkungan 51
5.9. Pemeriksaan Poros Terhadap Putaran Kritis 52
5.10. Koreksi Terhadap Poros Bertingkat 53
5.11. Koreksi Terhadap Alur Pasak 54

BAB VI PERENCANAAN KOMPONEN PENDUKUNG

6.1. Pemilihan Bantalan 56
6.2. Kopling 58
6.3. Pemeriksaan Kekuatan Flens Kopling 58
6.4. Pemeriksaan Kekuatan Baut Pengikat 59
6.5. Pasak 50
6.5.1. Pasak kopling 50
6.5.2. Pasak impeller 62
6.6. Pemeriksaan Tegangan Permukaan yang Timbul pada Hub 63
6.7. Perencanaan Baut Impeler 64
6.8. Penyekat 64
6.8.1. Cincin aus 65
6.8.2. Stuffing box 66

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VII KAVITASI DAN EFISIENSI

7.1. Pengaruh Kavitasi Pada Operasi Pompa Sentrifugal 68
7.2. Pemeriksaan Terhadap Kavitasi 68
7.3. Efisiensi Hidrolis 70
7.4. Efisiensi Volumetris 70
7.5. Efisiensi Mekanis 71
7.6. Efisiensi Total 73

BAB VIII KARAKTERISTIK POMPA

8.1. Karakteristik Head – Kapasitas 74
8.2. Head Teoritis dengan Kapasitas 75
8.3. Head Aktual dengan Kapasitas 75
8.4. Karakteristik Head Sistem – Kapasitas 77
8.4.1. Kerugian pada sisi isap 77
8.4.2. Kerugian pada sisi tekan 79
8.5. Karakteristik Efisiensi – Kapasitas 81

BAB IX PENUTUP 85

DARTAR PUSTAKA 87

LAMPIRAN 88

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Instalasi Pompa 8
Gambar 2.2. Diagaram Moody 13
Gambar 3.2. Diagram Pemilihan Pompa 15
Gambar 3.1. Tipe impeler berdasarkan kecepatan spesifiknya 19
Gambar 3.2. Ukuran utama dan profil impeler 20
Gambar 3.3. Efisiensi pompa vs kecepatan spesifik untuk berbagai impeller 21
Gambar 3.4. Grafik untuk menentukan efisiensi volumetrik pompa sentrifugal 23
Gambar 3.5. Grafik Kcm vs Kecepatan Spesifik 24
Gambar 3.6. Grafik untuk menentukan efisiensi hidrolis 27
Gambar 3.7. Gambar segitiga kecepatan masuk dan keluar impeller 31
Gambar 3.7. Metode Point by point untuk membentuk kurva sudu impeller 32
Gambar 3.8. Grafik hubungan Cm dengan jari-jari impeller 33
Gambar 3.9. Grafik antara W dengan jari-jari impeller 34
Gambar 3.10 Grafik hubungan Sudut ß dengan jari-jari r 34
Gambar 4.1. Ukuran utama volute 38
Gambar 4.2. Hubungan Kcv dan f(ns) dengan kecepatan spesifik 39
Gambar 4.3. lebar sisi masuk volut 40
Gambar 4.4. Penampang dinding volut 41
Gambar 5.7. Impeler 2D → 3D 44
Gambar 5.8. Penampang kopling flens luwes yang diubah ke bentuk 3D 45
Gambar 5.9. Konstruksi poros bertingkat 47
Gambar 5.10. Skema pembebanan pada poros bertingkat 48
Gambar 5.11. Diagram Momen Lengkung (BMD) pada poros 48
Gambar 5.12. Ukuran poros 51
Gambar 5.13. Grafik faktor konsentrasi tegangan pada poros bertingkat 54
Gambar 5.14. Grafik faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak 55
Gambar 6.1. Kopling Flens Luwes 58
Gambar 6.2 Konstruksi cincin aus antara impeler dengan casing 65
Gambar 7.1 Grafik hubungan efisiensi hidrolis dengan kapasitas pompa 70

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 7.2 Grafik hubungan efisiensi volumetris dengan kapasitas pompa 71
Gambar 8.1 Grafik hubungan kapasitas – head 83
Gambar 8.2 Grafik hubungan kapasitas – efisiensi 83
Gambar 8.3 Grafik hubungan kapasitas – Daya poros 84

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Daftar harga koefsien kerugian pada sisi masuk pipa, k 11

Tabel 2.2. Panjang ekivalen elemen-elemen pada perpipaan sisi isap 11

Tabel 3.1. Faktor koreksi daya untuk pembebanan awal 21

Tabel 3.3. Penentuan harga K_{u2} 29

Tabel 3.4. Hasil perhitungan kelengkungan sudu impeler dengan menggunakan *point by point method* 33

Tabel 4.1. Hasil perhitungan ukuran utama volut 40

Tabel 6.1. Perhitungan konstanta pegas puntir 50

Tabel 8.1. Harga koefisien koreksi jumlah susu 75

Tabel 8.2. Head pompa pada berbagai kapasitas 77

Tabel 8.3. Perhitungan head sistem 80

Tabel 8.4. Karakteirstik pompa 83

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI

A_h = luas penampang *impeler hub* (m^2)

A_o = luas penampang *impeler eye* (m^2)

BHP = daya kuda rem (HP)

b = lebar sudu (m)

b_3 = lebar sisi masuk volut (mm)

b_m = lebar sudu rata-rata (mm)

C = kapasitas beban dinamis (N)

C_3 = kecepatan rata-rata di dalam volut (m/s)

C_m = kecepatan meridional (m/s)

C_o = kecepatan aksial (m/s)

C_p = *Plfeiderel's* correction

C_u = komponen tangensial dari kecepatan absolut (m/s)

D = diameter pipa (m)

d = diameter impeler (m)

d_h = diameter *impeler h*ub (m)

d_{sh} = diameter poros (mm)

F = gaya tangensial (kg)

FHP = daya kuda fluida (HP)

f = koefisien gesek

G = modulus geser (kg/cm^2)

g = kecepatan grafitasi (m/s^2)

H = head total pompa (m)

H_a = head statis sistem (m)

H_{act} = head aktual (m)

H_d = head kerugian kecepatan keluar (m)

H_{eq} = head kerugian peralatan-peralatan lain (m)

H_{ls} = kerugian head di dalam pipa isap (m)

H_p = head tekanan sistem (m)

HP_{DF} = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi gesekan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

HP_H = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi kerugian hidrolis

HP_L = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi kebocoran (HP)

HP_M = daya kuda yang diperlukan untuk mengatasi kerugian mekanis

H_s = head isap statis (m)

H_{th} = head teoritis

H_{th4} = head Euller (m)

h_d = kerugian kecepatan keluar (m)

h_f = kerugian head (m)

h_{fd} = rugi-rugi gesekan dan difusi (m)

h_h = kerugian-kerugian hidrolis (m)

h_{pd} = kerugian gesekan pada cakra (HP)

h_s = rugi-rugi turbulensi (m)

I = momen inersia (cm^4)

J = momen inersia polar (cm^4)

K = faktor gaya radial

K_3 = koefisien yang diambil untuk mengoreksi distribusi kecepatan

K_{cml} = koefisien kecepatan

K_t = konstanta pegas puntir (kgcm/rad)

K_{2cu} = faktor sirkulasi

K_{sh} = konstanta yang diperoleh dari percobaan

L = panjang pipa (m)

M = momen lengkung (kgmm)

$NPSH_A$ = NPSH yang tersedia (m)

$NPSH_R$ = NPSH yang diperlukan (m)

n = kecepatan putar (rpm)

n_{er} = kecepatan kritis (rpm)

n_{sf} = bilangan bentuk

n_{sp} = kecepatan spesifik dinamik

n_{sq} = kecepatan spesifik kinematik

P = daya pengerak (HP)

P_a = tekanan absolut (kg/cm^2)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

P_{bf} = kerugian daya akibat gesekan pada bantalan (HP)

P_d = beban ekuivalen (N)

P_m = kerugian mekanis total (HP)

P_{sh} = daya poros pompa (HP)

P_v = tekanan uap jenuh cairan pada temperatur pemompaan (kg/cm^2)

Q = kapasitas pompa (m^3/s)

Q' = kapasitas aliran yang melalui impeler (m^3/s)

Q_s = kapasitas pompa tanpa *shock losses* (m^3/s)

q_a = tekanan kontak yang diijinkan (kg/mm^2)

R = beban radial (kg)

R_e = bilangan reynolds

S = tebal sudu

S_f = faktor keamanan

S_g = berat jenis spesifik (kg/m^3)

T = momen puntir (kg.mm)

T_f = kerugian torsi (kg.mm)

u = kecepatan keliling (m/s)

V = kecepatan aliran (m/s)

V_d = kecepata keluar (m/s)

W = berat impeler (kg)

Z = jumlah sudu impeler

ν = viskositas kinematis (m^2/s)

γ = berat jenis fluida (kg/m^3)

θ = defleksi puntiran (rad)

μ = faktor slip

μ = koefisien gesekan bantalan

σ = kekuatan tarik (kg/cm^2)

σ = koefisien kavtasi thoma

β = sudut sudu ($^\circ$)

τ = tegangan geser (kg/cm^2)

σ_a = tegangan desak (kg/cm^2)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

η_h = efisiensi hidrolis

τ_k = tegangan geser (kg/mm^2)

τ_{max} = tegangan geser maksimum (kg/mm^2)

η_m = efisiensi mekanis

η_t = efisiensi total

η_v = efisiensi volumetris

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERA.NCANGAN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN KAPASITAS 120 M3/JAM UNTUK NIRA MENTAH DI PG. MADUKISMO
Rahadi, Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN. Eng
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Tabel pemilihan diameter poros 88
Lampiran 2 : Standar kopling flen fuwes 89
Lampiran 3 : Standar bantalan bola baris tunggal alur dalam 90
Lampiran 4 : Tabel pemilihan bahan 91
Lampiran 5 : Standar baut 92
Lampiran 6 : Standar mur 93
Lampiran 7 : Tabel tekanan jenuh nira mentah 94
Lampiran 8 : Tabel viskositas nira mentah 95
Lampiran 9 : Tabel masa jenis nira mentah 96
Lampiran 10 : Klasifikasi bantalan dan karakteristiknya 97
Lampiran 10 : Tabel standar motor 98