PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE
111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR LAMPIRAN xviii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xix
INTISARI xxii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Tujuan Penulisan 1
1.3 Metode Penulisa 2
1.4 Rumusan dan Batasan Masalah 2

BAB II TINJAUAN MASALAH

2.1. Tugas Dari Pompa Yang Akan Dirancang 3
2.2. Menghitung Head Total Pompa 4
2.2.1 Head statis karena ketinggian 4
2.2.2 Head tekanan 5
2.2.3 Head kecepatan 5
2.2.4 Head losses pada sistem perpipaan 5
2.3. Menentukan Jenis Pompa Yang Akan Dirancang 20
2.4. Putaran Pompa 21
2.5. Kecepatan Spesifik, Effisiensi, Jumlah Tingkat dan Jenis Isapan 22

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE
111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.6. Daya Poros Pompa 28

BAB III PERANCANGAN IMPELLER

3.1 Menentukan Kecepatan Spesifik 31
3.2 Pemilihan Bentuk Impeller 32
3.3 Pengecekan Head Tiap Tingkat 34
3.4 Perencanaan Impeller 34
3.4.1 Menghitung diameter poros 35
3.4.2 Menghitung diameter sisi masuk impeller 38
3.4.3 Mengitung lebar sisi masuk impeller 40
3.4.4 Menghitung diameter sisi keluar impeller 43
3.4.5 Mengecek besaran yang diasumsikan 45
3.4.6 Menghitung lebar sisi keluar impeller 46
3.4.7 Segitiga kecepatan 48
3.4.8 Design sudu 51
3.4.9 Menghitung lebar impeller pada setiap titik 54
3.4.10 Menghitung kekuatan impeller 55
3.5 Rangkuman Hasil Perhitungan Impeller 57

BAB IV PERANCANGAN SALURAN MASUK, DIFFUSER, BELOKAN, SUDU PENGARAH BALIK, DAN SALURAN KELUAR

4.1 Saluran Masuk 58
4.2 Diffuser 62
4.2.1 Sudu cincin diffuser 62
4.2.2 Jumlah sudu diffuser 63
4.2.3 Diameter sisi masuk diffuser 63
4.2.4 Tebal awal diffuser 64
4.2.5 Lebar awal diffuser 64
4.2.6 Pengaruh penyempitan pada sisi masuk diffuser 64
4.2.7 Luas sisi masuk tiap sudu diffuser 65
4.2.8 Tinggi laluan sisi masuk diffuser 66

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE
111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.2.9 Radius sisi masuk diffuser 67
4.2.10 Radius kelengkungan busur AB 67
4.2.11 Panjang laluan cincin diffuser 67
4.2.12 Diameter terluar cincin diffuser 67
4.2.13 Kecepatan fluida pada sisi keluar diffuser 67
4.2.14 Sudut divergensi 68
4.2.15 Pemilihan bahan diffuser 68
4.3 Perencanaan Belokan 69
4.4 Perencanaan Sudu Pengarah Balik 70
4.4.1 Pengaruh jumlah sudu diffuser pada distribusi kecepatan 70
4.4.2 Sudu pengarah balik sisi masuk 72
4.4.3 Sudu pengarah balik sisi keluar 73
4.4.4 Penggambaran sudu pengarah balik 74
4.4.5 Pemilihan bahan sudu pengarah balik 75
4.5 Saluran Keluar jenis Annular dengan Penampang Melintang Konstan 75
4.6 Perhitungan Kekuatan Rumah Pompa 77

BAB V PERANCANGAN POROS DAN BANTALAN

5.1 Gaya Aksial 79
5.1.1 Gaya akibat perubahan momentum fluida yang memasuki impeller .. 79
5.1.2 Gaya akibat perbedaan tekanan antara bagian depan dan belakang impeller. 80
5.2 Gaya Radial 82
5.2.1 Gaya radial dinamis 83
5.2.2 Gaya radial statis 84
5.3 Momen Lengkung 87
5.4 Tegangan Geser 92
5.5 Pemeriksaan Terhadap Defleksi 92
5.5.1 Defleksi puntiran 93
5.5.2 Defleksi lengkungan 94

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE
111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.6 Putaran Kritis 97
5.7 Konsentrasi Tegangan 98
5.8 Pemilihan Bantalan 101
5.8.1 Klasifikasi bantalan 101
5.8.2 Bantalan kiri 102
5.8.3 Bantalan kanan 104
5.8.4 Pelumasan bantalan 106

BAB VI PERANCANGAN KOMPONEN PENDUKUNG

6.1 Kombinasi Cakram Penyeimbang dan Silinder Penyeimbang 108
6.2 Kopling 113
6.2.1 Kekuatan kopling flens luwes 115
6.2.2 Kekuatan baut pengikat kopling flens luwes 116
6.3 Pasak 116
6.3.1 Pasak pada impeller 116
6.3.2 Pasak cakram penyeimbang 118
6.3.3 Pasak kopling 119
6.4 Stuffing Box 121
6.5 Wearing Ring 122
6.6 Baut Pengikat Casing 124

BAB VII EFFIENSI DAN KAVITASI

7.1 Effisiensi 127
7.1.1 Effisiensi hidrolis 127
7.1.2 Effisiensi volumetris 127
7.1.3 Rasio kerugian mekanis terhadap daya fluida 128
7.1.4 Rasio gesekan piringan impeller terhadap daya fluida 128
7.1.5 Efisiensi overall pompa 129
7.2 Kavitasi 129

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE
111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VIII KARAKTERISTIK POMPA

8.1 Hubungan Head Dengan Kapasitas 132
8.1.1 Hubungan head Euler dengan kapasitas 132
8.1.2 Hubungan head teoritis dengan kapasitas 133
8.1.3 Hubungan head aktual dengan kapasitas 134
8.1.4 Hubungan head sistem dengan kapasitas pompa 140
8.2 Karakteristik Daya 150

BAB IX KESIMPULAN

9.1 Fluida 155
9.2 Pompa 155
9.3 *Impeller* 155
9.4 Saluran Masuk 156
9.5 Diffuser 156
9.6 Sudu Pengarah Balik 156
9.7 Saluran Keluar 157
9.8 Poros 157
9.9 Kopling 157
9.10Bantalan 158
9.11*Stuffing Box* 158
9.12Wearing Ring 158
9.13Kombinasi Cakram dan Silinder Penyeimbang 158
9.14Pasak 158
9.15Penggerak 159

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE
111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pemompaan Air Pendingin GCT 4
Gambar 2.2 Grafik Penentuan Jenis Pompa 21
Gambar 2.3 Diagram Penentuan Jenis Isapan 23
Gambar 2.4 Grafik Hubungan Antara n_s, Q, dan η_o 24
Gambar 3.1 Bentuk-Bentuk Impeler Sentrifugal 33
Gambar 3.2 Profil Impeler Beserta Notasi Ukuran-Ukuran Utamanya 35
Gambar 3.3 Hubungan antara K_{cm1} dan K_{cm2} dengan n_{sq} 39
Gambar 3.4 Dimensi Sudu Masuk Impeller 43
Gambar 3.5 Dimensi Sudu Keluar Impeller 46
Gambar 3.6 Segitiga Kecepatan Pada Sisi Masuk 48
Gambar 3.7 Segitiga Kecepatan Pada Sisi Keluar 49
Gambar 3.8 Sudut Overlap Sudu Impeler 51
Gambar 3.9 Gambar Hubungan Nilai c_m, β, dan w Terhadap r 52
Gambar 3.10 Konstruksi Sudu Jalan dengan Metode Arkus Tangen 53
Gambar 3.11 Grafik Variasi Harga c_m, dan w Terhadap r 54
Gambar 3.12 Impeller yang Direncanakan 57
Gambar 4.1 Saluran Masuk Lurus dan Miring 58
Gambar 4.2 Saluran Masuk Melengkung dan Mengecil 59
Gambar 4.3 Saluran Masuk mulut Lonceng 59
Gambar 4.4 Saluran Masuk Volut 60
Gambar 4.5 Saluran Masuk Konsentrik 60
Gambar 4.6 Profil Saluran Masuk Konsentrik 61
Gambar 4.7 Saluran Masuk yang Direncanakan 61
Gambar 4.8 Dimensi Cincin *Diffuser* 63
Gambar 4.9 Hubungan $K_{cv} = f(n_s)$ 66
Gambar 4.10 *Diffuser* yang Direncanakan 69
Gambar 4.11 Belokan yang Direncanakan 69
Gambar 4.12 Pengaruh Jumlah Sudu Pada Distribusi Kecepatan Keluar *Diffuser* 70

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE 111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.13 Sudu Pengarah Balik yang Direncanakan 74
Gambar 4.14 Saluran Keluar yang Direncanakan 76
Gambar 4.15 Rusuk Penguat 77
Gambar 5.1 Kombinasi Cakram Penyeimbang dan
Silinder Penyeimbang 82
Gambar 5.2 Koefisien Gaya Radial 83
Gambar 5.3 Sudu dan Shroud Impeller 84
Gambar 5.4 Kopling yang Direncanakan 85
Gambar 5.5 Cakram Penyeimbang 86
Gambar 5.6 Poros dan Pembebanan Pada Poros 88
Gambar 5.7 *Bending Momen Diagram* (BMD) 91
Gambar 5.8 Faktor Konsentrasi Tegangan Poros Bertingkat 99
Gambar 5.9 Faktor Konsentrasi Tegangan Alur Pasak 100
Gambar 6.1 Kombinasi Cakram dengan Silinder Penyeimbang 108
Gambar 6.2 Kombinasi Cakram dan Silinder Penyeimbang
yang Direncanakan 113
Gambar 6.3 Kopling Flens Luwes 114
Gambar 6.4 Kopling yang Direncanakan 115
Gambar 6.5 *Stuffing Box* yang Direncanakan 122
Gambar 6.6 *Self Adjusting Sealing Ring* 123
Gambar 6.7 *Wearing Ring* yang Direncanakan 124
Gambar 7.1 Grafik Perbandingan Rugi Daya Mekanis Dengan Daya
Air Sebagai Fungsi Kecepatan Spesifik Dan Kapasitas 128
Gambar 8.1 Kerugian Hidrolis Terhadap Kapasitas Pompa 135
Gambar 8.2 Grafik Hubungan Kapasitas Pompa dengan Head Euler,
Head Teoritis, dan Head Aktual Pompa Satu Tingkat 139
Gambar 8.3 Grafik Hubungan Kapasitas Pompa dengan Head Euler,
Head Teoritis, dan Head Aktual Pompa Enam Tingkat 139
Gambar 8.4 Grafik Hubungan Kapasitas dengan Head Sistem dan
Head Aktual Pompa Enam Tingkat 150
Gambar 8.5 Grafik Hubungan Kapasitas, FHP, dan BHP

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE 111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pompa Satu Tingkat 153

Gambar 8.6 Grafik Hubungan Kapasitas, FHP, dan BHP

Pompa Enam Tingkat 154

Gambar 8.7 Grafik Hubungan Kapasitas dengan Efisiensi Pompa 154

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE 111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Putaran Sinkron dan Putaran Poros 22
Tabel 2.2 Variasi Nilai n_s dan η_o Pompa Isapan Tunggal
Pada Putaran 2895 rpm 24
Tabel 2.3 Variasi Nilai n_s dan η_o Pompa Isapan Ganda
Pada Putaran 2895 rpm 25
Tabel 2.4 Variasi Nilai n_s dan η_o Pompa Isapan Tunggal
Pada Putaran 1447,5 rpm 25
Tabel 2.5 Variasi Nilai n_s dan η_o Pompa Isapan Ganda
Pada Putaran 1447,5 rpm 26
Tabel 2.6 Variasi Nilai n_s dan η_o Pompa Isapan Tunggal
Pada Putaran 965 rpm 27
Tabel 2.7 Variasi Nilai n_s dan η_o Pompa Isapan Ganda
Pada Putaran 965 rpm 27
Table 2.8 Batas Aman Berdasarkan ISO 5199 29
Tabel 3.1 Pemilihan Bahan Pompa 33
Tabel 3.2 Lebar Impeler Pada Tiap Titik 55
Tabel 3.3 Pemilihan Bahan Impeller 55
Tabel 3.4 Nilai Jari-Jari (ρ) Metode Arkus Tangen 54
Tabel 5.1 Perhitungan Berat Poros 87
Tabel 5.2 Momen Lengkung Pada Tiap Titik 90
Tabel 5.3 Harga Konstanta Pegas Puntir Tiap Tingkat Poros 94
Tabel 5.4 Perhitungan Defleksi Lengkungan 96
Tabel 5.5 Perhitungan Kecepatan Kritis 97
Tabel 5.5 Faktor Keandalan 104
Tabel 5.6 Harga Batas d.n 107
Tabel 8.1 Hasil Perhitungan Head Euler, Head Teoritis,
dan Head Aktual untuk Pompa Satu Tingkat 137
Tabel 8.2 Hasil Perhitungan Head Euler, Head Teoritis,
dan Head Aktual untuk Pompa Enam Tingkat 138

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE 111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 8.3 Hasil Perhitungan Head Sistem Pada Berbagai Kapasitas Operasi Pompa Untuk Pompa Enam Tingkat 149

Tabel 8.4 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi pada Berbagai Kapasitas Operasi Untuk Pompa Satu Tingkat 152

Tabel 8.5 Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi pada Berbagai Kapasitas Operasi Untuk Pompa Enam Tingkat 153

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE 111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sifat-sifat air 163
Lampiran 2. Diagram *Moody* 164
Lampiran 3. Koefisien gesekan pada fitting, elbow dan katup 165
Lampiran 4. Logam standar JIS 166
Lampiran 5. Standar ulir metric 168
Lampiran 6. Standar *set screw* 169
Lampiran 7. Standar mur 170
Lampiran 8. Standar ukuran pasak 171
Lampiran 9. Standar ukuran ujung poros 173
Lampiran 10. Kopling flens fleksibel 175
Lampiran 11. Baut kopling 176
Lampiran 12. Mur pengunci bantalan 177
Lampiran 13. Cincin pegas 178
Lampiran 14. Bantalan kontak sudut 179
Lampiran 15. Bantalan bola alur dalam 181
Lampiran 16. Dimensi Flanges 183
Lampiran 17. Data motor penggerak 185

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE
111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A_h= Luasan potongan hub (mm^2)

A_0 = Luasan sisi masuk impeller (m^2)

A_1 = Luas potongan sudu masuk (m^2)

A_5 = Luasan laluan diffuser pada sisi keluar (cm^2)

b = Lebar pasak

b_1= Lebar impeller sisi masuk (mm)

b_2 = Lebar impeller pada sisi tekan (mm)

β_1 = Sudut sudu masuk teoritis (^{0})

β_1' = Sudut sudu pada sisi masuk (^{o})

C = Dasar penilaian beban dinamis

C_{ap} = Kecepatan rata-rata fluida pada annular (m/s)

C_b = Faktor koreksi terhadap beban lentur

c_m = Kecepatan absolute meridional (m/s)

C_d = Kecepatan cairan di diffuser (m/s)

c_o = Kecepatan cairan memasuki impeller (m/s)

C_p = Koefisien Pfleiderer

C_{pd} = Koefisien Pfleiderer untuk *diffuser*

cu = Komponen kecepatan tangensial dari kecepatan absolute (m/s)

cu_6 = Kecepatan fluida arah tangensial keluar *diffuser* (m/s)

c_5 = Kecepatan cairan pada sisi keluar *diffuser* (m/s)

d = Diameter poros, diameter dalam bantalan (mm)

d_2 = Diameter luar impeller (mm)

d_a = Diameter *annular* (mm)

d_h = Diameter hub sisi depan *impeller* (mm)

d_h' = Diameter hub sisi belakang *impeller* (mm)

d_{sh} = Diameter poros (mm)

d_o = Diameter luar impeller (mm)

d_4 = Diameter dalam *diffuser* (mm)

e = Eksponen

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE 111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ε = Faktor kontraksi

F = Gaya (kg)

f_c = Faktor koreksi daya

F_x = Gaya aksial karena perubahan arah fluida (N)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

G = Modulus kekakuan bahan (kg/mm^2)

γ = Massa jenis zat cair (kg/m^3)

H= Head pompa (m)

H_a = Head tekan absolute pada permukaan isap (m)

H_{ls} = Head kerugian pada saluran isap (m)

h_s = Shock loss (m)

H_s = Head sisi isap (m)

H_{th} = Head teoritis (m)

$H_{th\infty}$ = Head Euler (m)

H_v = Head tekanan uap jenuh pada pemompaan fluida (m)

H_{act} = Head actual (m)

H_{fd} = *friction and diffusion loss* (m)

H_h = Kerugian hidrolis (m)

J = Momen inersia polar (mm^4)

K_{cm} = Koefisien kecepatan meridional

K_t = Faktor koreksi terhadap momen punter

K_{2cu} = Faktor koreksi

K_7 = Koefisien gesekan pada pengarah pembalik

l = Panjang poros (mm)

L_{10} = Dasar penilian umur bantalan

L_{oh}= Dasar penilaian umur bantalan pada jam operasi

m = Momen gesek spesifik

M_{st} = Momen statis pada arus pusat

M_r = Momen gesek (kg.mm)

n = Putaran (rpm)

n_{sq} = Kecepatan spesifik kinematik (rpm, m^3/s, m)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA UNTUK MENGALIRKAN AIR PENDINGIN KE GAS CONDITIONING TOWER DI PT SELMEN PADANG LINE 111B
Pulung Pujiono, Ir. Sugiyono, M.T., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2004 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

υ = Sudut overlap ($^\circ$)

P_d = Daya rencana (kW)

P_f = Kerugian gesek cakra (kW)

P_{df} = Daya untuk mengatasi kerugian karena gesekan cakra (kW)

P_h = Daya untuk mengatasi kerugian hidrolis (kW0

P_l = Daya untuk mengatasi kebocoran fluida (kW)

P_m = Daya untuk mengatasi kerugian mekanis (kW)

P = Beban bantalan dinamis (N)

p = Eksponen untuk persamaan umur, kisar (mm)

σ = Tekanan permukaan (kg/mm^2)

Q = Debit, kapasitas (m^3/s)

Q_a = Tekanan permukaan yang diijinkan (kg/mm^2)

Q_l = Kerugian kebocoran (m^3/s)

r_1 = Jari-jari dalam *impeller* (mm)

r_2 = Jari-jari luar *impeller* (mm)

r_4 = Jari-jari dalam *diffuser* (mm)

S = Tebal minimum *casing* (mm)

S_{f1} = Faktor koreksi terhadap kekuatan tarik

S_{f2} = Faktor koreksi karena adanya pasak atau poros bertangga

σ = Tekanan permukaan pada baut(kg/mm^2), factor kavitasi Thoma

σ_B = Kekuatan tarik patah (kg/mm^2)

σ_{yp} = Tegangan luluh tarik maksimum (kg/mm^2)

T = Torsi pada poros (kg.mm), gaya aksial (N)

T_{tot} = Gaya aksial total (N)

t_1 = Jarak bagi sudu pada sisi masuk (mm)

t_7 = Jarak bagi sudu pada saluran pembalik (mm)

τ_a = Tegangan geser yang diijinkan (kg/mm^2)

U= Kecepatan peripheral (m/s)

w= Kecepatan relative fluida (m/s)

z = Jumlah sudu impeller

z_d = Jumlah sudu diffuser, pembalik