

HALAMAN JUDUL	i	
HALAMAN PENGESAHAN	ii	
HALAMAN MOTTO	iii	
KATA PENGANTAR	iv	
HALAMAN SOAL	v	
INTISARI	vi	
DAFTAR ISI	vii	
DAFTAR GAMBAR	x	
DAFTAR TABEL	xii	
DAFTAR NOTASI/LAMBANG	xiii	
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1.	Latar Belakang Masalah	1
1.2.	Tujuan Penulisan Tugas Akhir	1
1.3.	Teknik Penulisan	2
1.4.	Batasan Masalah	2
BAB II	LANDASAN TEORI	
2.1.	Pengertian Turbin Uap	3
2.2.	Prinsip Kerja Turbin Uap	3
2.3.	Siklus Rankine	10
2.4.	Klasifikasi Turbin Uap	13
2.5.	Bagian-bagian Turbin Uap	16
2.5.1.	Stator	17
2.5.2.	Rotor	19
2.5.3.	Nosel	22

BAB IV	PERHITUNGAN TERMODINAMIKA	
	3.1. Data Perencanaan	24
	3.2. Perhitungan Awal	24
	3.3. Perhitungan Kebutuhan Uap	25
	3.4. Perencanaan Tingkat Pertama	26
	3.5. Perhitungan Kerugian Kalor	32
	3.6. Pemeriksaan Ketepatan Kerugian Kalor	33
	3.7. Perencanaan Tingkat Kedua	37
	3.8. Perencanaan Tingkat Terakhir	39
	3.9. Perencanaan seluruh Tingkat	40
BAB IV	PERENCANAAN NOSEL DAN DIAFRAGMA	
	4.1. Perencanaan Nosel	48
	4.1.1. Perencanaan Nosel Tingkat Pertama	48
	4.2. Perencanaan diafragma	53
	4.2.1. Perhitungan Kekuatan Diafragma	54
	4.2.2. Bahan Diafragma	57
BAB V	PERENCANAAN SUDU GERAK	
	5.1. Perencanaan Sudu Gerak Tingkat-1	58
	5.1.1. Dimensi Sudu Gerak Tingkat-1	58
	5.1.2. Perhitungan Kekuatan Sudu	61
	5.1.2.1. Perhitungan Gaya Sentrifugal Pada Sudu Tingkat-1	62
	5.1.2.2. Perhitungan Tegangan Pada Sudu Tingkat-1	66
	5.1.2.3. Perhitungan Gaya Sentrifugal Pada Sudu Tingkat-4	72
	5.1.3. Bahan Sudu	72
	5.2. Perencanaan Cakram	73

5.2.1. Perhitungan Tegangan-tegangan yang Terjadi Pada Cakram	74
5.2.2. Bahan Cakram	81
5.3. Perencanaan Poros	81
5.3.1. Perhitungan Gaya-gaya Pada Poros	82
5.3.2. Perhitungan defleksi Pada Poros	85
5.3.3. Perhitungan Putaran Kritis	90
5.3.4. Sudu Puntir	90
5.3.5. Bahan Poros	91
5.4. Perencanaan Pasak	92
BAB VI PERENCANAAN BANTALAN DAN RUMAH TURBIN	
6.1. Perencanaan Bantalan	96
6.1.1. Perencanaan Bantalan Luncur	96
6.1.2. Perencanaan Bantalan Dorong	100
6.2. Perencanaan rumah Turbin	102
BAB VII PENGATUR DAN PERALATAN PENGATUR	
7.1. Pengaturan Dengan Servomotor Rotari	104
7.2. Sistem Suplai Minyak Pelumas	106
7.3. Sistem Pemutus Hubungan Pada Kepsatan Lebih (Overspeed)	108
BAB VIII PENUTUP	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gb.2.1.	Sebuah roda turbin	4
Gb.2.2.	Pandangan muka dan irisan memanjang turbin	4
Gb.2.3.	Tekanan dan kecepatan fluida kerja masuk dan keluar sudu	5
Gb.2.4.	Gaya yang bekerja pada tubin	5
Gb.2.5.	Diagram kecepatan masuk dan keluar sudu	7
Gb.2.6.	Diagram segitiga kecepatan	8
Gb.2.7.	Skema sistem turbin uap yang bekerja berdasarkan siklus rankine	10
Gb.2.8.	Diagram temperatur versus entropy dari siklus rankine	10
Gb.2.9.	Diagram entalpy versus entropy dari siklus rankine	10
Gb.2.10.	Grafik Tekanan dan kecepatan absolut di dalam turbin implus	15
Gb.2.11.	Grafik tekanan dan kecepatan absolut di dalam turbin reaksi.	16
Gb.3.1.	Efisiensi relatif turbin	26
Gb.3.2.	Efisiensi generator menurut data elektrolisa works	26
Gb.3.3.	Efisiensi generator kepesatan rendah dan roda gigi	26
Gb.3.4.	Koefisien kecepatan untuk berbagai sudut	29
Gb.3.5.	Efisiensi turbin impuls tingkat tunggal	29
Gb.3.6.	Koefisien karateristik	40
Gb.3.7.	Grafik pembantu untuk penurunan kalor pada berbagai tingkat	46
Gb.3.8.	Penurunan kalor teoritis pada diagram i-s	47
Gb.4.1.	Penampang diafragma tingkat ke-2	53
Gb.4.2.	Koefisien k_{σ}	54
Gb.4.3.	Grafik k_{Δ}'	55
Gb.4.4.	Grafik k_m	56
Gb.5.1.	Penampang sudu	61
Gb.5.2.	Ukuran sudu tingkat-1	62
Gb.5.3.	Gaya lentur pada sudu	69



Gb.5.4. Luas penampang bilah elementer sudu gerak tingkat-1	70
Gb.5.5. Profil sudu gerak tingkat pertama	71
Gb.5.6. Prifil sudu gerak turbin tingkat-4	73
Gb.5.7. Penampang Cakram tingkat-1	74
Gb.5.8. Penampang poros	82
Gb.5.9. Diagram gaya geser	88
Gb.5.10. Diagram momen banding	89
Gb.6.1. Koefisien beban	97
Gb.6.2. Koefisien tahanan	98
Gb.7.1. Pengaturan kepesatan dengan servomotor	105
Gb.7.2. Sistem suplai minyak turbin	106
Gb.7.3. Relai pemutus-hubungan kepesatan-lebih dengan pengendali hidrolik	109

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1. Hasil perhitungan u/c_1 optimum pada tingkat pertama	35
Tabel 3-2. Hasil penurunan kalor tiap-tiap tingkat	41
Tabel 3-3. Hasil perhitungan kalor pada tiap-tiap tingkat setelah dilakukan Perubahan harga u/c_1	44
Tabel 3-4. Hasil perhitungan termodinamika pada seluruh tingkat	45
Tabel 4-1. Hasil perhitungan sudu tetap pada seluruh tingkat	52
Tabel 4-2. Ukuran dari tiap-tiap tingkat diafragma	53
Tabel 4-3. Hasil perhitungan kekuatan diafragma	56
Tabel 5-1. Hasil perhitungan sudu gerak pada seluruh tingkat	60
Tabel 5-2. Hasil perhitungan momen tahan sudu tingkat pertama	70
Tabel 5-3. Hasil perhitungan gaya dan tegangan tingkat I & IV	72
Tabel 5-4. Hasil perhitungan tegangan-tegangan yang terjadi pada cakram	80
Tabel 5-5. Hasil perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada poros	84
Tabel 5-6. Hasil perhitungan defleksi pada poros	87
Tabel 5-7. Dimensi pasak pada tiap-tiap tingkat turbin	95
Tabel 6-1. Hasil perhitungan gaya aksial pada bantalan dorong	101

DAFTAR NOTASI/LAMBANG

a	clearance, cm ruang bebas antara permukaan poros dan bantalan, cm
A	luas permukaan, cm^2
A_1	luas bilah sudu, cm^2
A_a	luas penampang akar sudu, cm^2
A_c	luas penampang cakram, cm^2
A_r	kerja yang digunakan untuk melawan gesekan, kg m/detik
b	lebar plat pengikat, cm
b_o	lebar nosel, direncanakan
b_s	tebal akar sudu, cm
c	kapasitas termal rata-rata minyak, kkal/kg
c_1	kecepatan absolut uap masuk sudu gerak tingkat pertama, aktual, m/detik
c_{it}	kecepatan absolut uap masuk sudu gerak tingkat pertama, teoritis, m/detik
c_{1u}	proyeksi kecepatan absolut uap masuk sudu gerak, m/detik
c_{2u}	proyeksi kecepatan absolut uap keluar sudu gerak, m/detik
C_{1a}	komponen aksial kecepatan uap masuk
C_{2a}	komponen aksial kecepatan uap keluar
Cb_n	gaya sentrifugal pada setiap bagian ke-n, $n = 1, 2, 3, 4, 5$, kg
Cb	gaya sentrifugaltotal yang terjadi pada sudu tingkat pertama, kg
d	Diameter rata-rata cakram turbin, m diameter poros, cm
d_1	diameter luar kerah, cm
d_{\min}	diameter leher nosel, mm
d_{\max}	diameter sisi keluar nosel, mm
d'_{\max}	diameter sisi keluar nosel terkoreksi, mm
D	diameter cakram, m
e	jarak sumbu ke titik berat elementer, mm



e_o	arak titik berat dari sumbu x_o-x_o
E	modulus elastisitas bahan, kg/cm^2
f	koefisien gesekan
f_{min}	luas penampang leher setiap nosel, mm^2
f_{mak}	luas penampang sisi keluar setiap nosel
F	luas bilah elementer, mm^2 Gaya tangensial pada permukaan poros, kg
F_{min}	penampang total minimum nosel, mm^2
F_{mak}	penampang total sisi keluar nosel, mm^2
F'_{mak}	luas penampang sisi keluar nosel terkoreksi, mm^2
F_s	luas penampang gesekan, cm^2
g	percepatan gravitasi, $m/detik^2$
G	modulus gelincir, kg/cm^2
G_o	massa aliran uap masuk turbin, $kg/detik$
G_1	berat sudu bagian 1
h_o	penurun kalor teoritis pada tingkat pertama, $kcal/kg$
h_b	kerugian kalor pada sudu gerak, $kcal/kg$
h_e	kerugian akibat kecepatan keluar, $kcal/kg$
h_{gea}	kerugian kalor akibat gesekan cakram, $kcal/kg$
h_i	jumlah kalor yang dirubah menjadi energi mekanik, $kcal/kg$
h_n	kerugian kalor pada nosel, $kcal/kg$
I	momen inersia
J	momen inersia ujung poros, cm^2
k_{σ}	koefisien yang tergantung pada perbandingan d/D
k_{Δ}^2	koefisien yang tergantung pada perbandingan d/D dan l_2/D
l	panjang bagian nosel yang divergen, mm
l_1	tinggi sudu, direncanakan, cm panjang minimum pasak, mm
l_1'	tinggi sisa masuk sudu gerak, mm
l_1''	tinggi sudu sisi keluar sudu gerak, mm
l_x	momen inersia penampang sudu, mm^4



L	Panjang poros, cm
M_b	momen bending yang terbesar, kg cm
M_t	momen puntir, kg cm
M_u	momen lentur pada sambungan diafragma, kg cm/cm
n	putaran turbin, rpm
n_c	putaran kritis poros, rpm
N_{gea}	kerugian daya akibat gesekan dan ventilasi, kw
N_r	kerja yang digunakan unruk melawan gesekan, kw
P	gaya yang bekerja pada sumbu x-x
P_a	gaya aksial yang diterima bantalan
P_o	tekanan uap sebelum masuk nosel, ata
P_1	tekanan uap keluar nosel, ata
P_{kr}	tekanan pada kondisi kritis, ata
P_a	gaya yang ditimbulkan karena perbedaan tekanan antara kedua sisi yang bekerja dalam arah sumbu turbin, kg
P_a'	gaya yang dikerjakan dalam arah sumbu turbin akibat perubahan momentum yang mengalir, kg
P_m	tekanan minyak pada bantalan, kg/cm ²
P_μ	gaya yang searah putaran, kg
q_o	jumlah minyak yang diperlukan, liter/detik
Q_r	ekifalensi kalor kerja, kkal/detik
r_1	jarak titi berat bagian satu terhadap sumbu poros, cm
r_{sg}	jari-jari kelengkungan sudu gerak, mm
s	tebal plat pengikat, cm
t	jarak antara saluran nosel, mm
t_1	kedalaman alur pasak pada poros, mm
	temperatur minya sisi masuk bantalan
t_2	kedalaman alur pasak pada cakram, mm
	temperatur minyak sisi keluar bantalan
t_{sg}	jarak antara sudu gerak, mm
t'_{sg}	jarak antara sudu gerak terkoreksi, mm



T	momen puntir yang terjadi pada poros, kg cm
U	kecepatan keliling, m/detik
v	koefisien kecepatan nosel
V_0	volume spesifik uap masuk nosel, m^3/kg
V_1	volume spesifik uap keluar nosel, m^3/kg
w_1	kecepatan relatif uap masuk sudu gerak pertama, m/detik
w_2	kecepatan relatif uap keluar sudu gerak pertama, m/detik
W	momen lentur, cm^3
W_1	kecepatan relatif uap masuk sudu gerak, m/detik
W_2	kecepatan relatif uap keluar sudu gerak, m/detik
$W_{akar\ sudu}$	berat akar sudu, kg
W_{cakram}	berat cakram, kg
W_{plat}	berat plat pengikat sudu, kg
W_{poros}	berat poros, kg
W_{sudu}	berat sudu, kg
W_x	momen tahan sudu, mm^3
y_s	lendutan poros pada ujung bantalan, mm
z_n	jumlah saluran nosel
z_n'	jumlah saluran nosel pembulatan
z_{sg}	jumlah sudu gerak tingkat 1
z'_{sg}	jumlah sudu gerak pembulatan
α_1	Sudut kecepatan absolut uap masuk sudu gerak
α_2	Sudut kecepatan absolut uap keluar sudu gerak tingkat pertama
β	koefisien untuk cakram tunggal
β_1	sudut relatif uap masuk sudu gerak tingkat pertama
β_2	sudut relatif uap keluar sudu gerak tingkat pertama
γ	berat jenis bahan, kg/m^3 berat spesifik minyak, kg/liter
θ	sudut puntir poros
Φ_v	koefisien beban



σ	tegangan maksimum diafragma, kg/cm^2
σ_1	tegangan tarik, kg/cm^2
σ_s	tegangan geser, cm^2
σ_a	tegangan yang diijinkan pada poros
Ψ	koefisien kecepatan sudu gerak tingkat pertama
ε	derajat pemasukan uap parsial, mm^2
ω	kecepatan sudut, rad/detik
ξ_{gea}	kerugian angin, kkal/kg
η_u	efisiensi relatif turbin
η_{oi}	efisiensi dalam (internal)
η_m	efisiensi mekanis
μ	viskositas rata-rata minyak pelumas, kg detik/cm^2
τ_b	tegangan lentur yang terjadi karena tekanan uap, kg/cm^2
τ_{ka}	tegangan geser yang diijinkan pada pasak, kg/mm^2
Δ	difleksi pada diafragma, cm
Σ_{rugi}	jumlah total kerugian kalor pada cakram dan ventilasi, kkal/kg