



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Motto dan Persembahan	iii
Kata Pengantar	iv
Naskah Soal Tugas Akhir	vi
Intisari	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Notasi	xiv
BABI PENDAHULUAN	1
1.1. Pandangan Umum tentang Turbin Air	1
1.2. Klasifikasi turbin air	2
1.2.1 Klasifikasi berdasarkan prinsip kerja.	2
1.2.2.Klasifikasi Berdasarkan Aliran air.	2
1.2.3.Klasifikasi Berdasarkan Tinggi Air Jatuh.	2
1.2.4.Klasifikasi berdasarkan putaran spesifik.	2
1.3. Perencanaan Tubin Air.	3
1.4. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	4
1.5. Tujuan Pembangunan PLTM	5
1.6. Kriteria PLTM	5
1.7. Keadaan Hidrologi	5
1.8. Latar Belakang	6
BAB II LANDASAN TEORI PERENCANAAN PRAPEMILIHAN TURBIN	7
2.1. Prapemilihan Jenis Turbin dan Komponen yang Saling Terkait.	7
2.1.1. Pra pemilihan generator listrik.	9



2.1.2. Prapemilihan transmisi <i>belt</i> dan <i>pulley</i> :	9
2.1.3. Perhitungan Kecepatan Spesifik	10
2.2. Konsep Turbin Aliran Silang	10
2.2.1. Deskripsi Turbin Banki	10
2.2.2. Alur Pancaran Melintasi <i>Runner</i>	12
2.3. Analisa Segitiga Kecepatan	15
2.4. Efisiensi Teoritis Turbin	17
2.5. Bentuk Konstruksi	18
BAB III PERENCANAAN TURBIN ALIRAN SILANG	25
3.1. Perencanaan Diameter Luar Roda Turbin	25
3.2. Analisa Segitiga Kecepatan	25
3.3. Lengkung Pemasukan	37
3.4. Penentuan Lebar <i>Runner</i>	39
3.5. Rumah Turbin	42
3.6. <i>Hand Regulator</i>	43
BAB IV PERENCANAAN PIPA PESAT DAN DRAFT TUBE	45
4.1. Penentuan Tebal Pipa Pesat	49
4.2. Dampak Hantaman Air	50
BAB V PERENCANAAN <i>PULLEY</i> DAN <i>BELT</i>	61
5.1. <i>Pulley</i>	61
5.2. <i>Belt</i>	63
BAB VI PERHITUNGAN KEKUATAN	78
6.1. Analisis gaya pada sudu runner	78
6.1.1. Gaya yang bekerja pada tingkat I	78
6.1.2. Gaya impuls pada tingkat II	79
6.2. Gaya – gaya pada Sudu Runner	83
6.2.1. Turbin Berputar Normal	84
6.2.2. Turbin berhenti	87



6.2.3. Turbin bekerja pada putaran tanpa beban.	88
6.3. Kekuatan Sudu	89
6.4. Kekuatan Poros	93
6.5. Kekuatan Pintu Pengatur	94
6.6. Kekuatan Sambungan Las	96
6.6.1. Las Lebur	97
6.6.2. Rancangan	98
6.6.3. Bentuk sambungan las	98
BAB VII PERENCANAAN KOPLING	102
BAB VIII PERENCANAAN PASAK POROS, BANTALAN	
DAN PELUMASAN BANTALAN	114
8.1. Perencanaan Diameter Poros Runner	114
8.2. Gaya-gaya yang bekerja pada poros runner adalah :	116
8.3. Perencanaan Bantalan	123
8.4. Pelumasan Bantalan	125
8.4.1. Jenis Pelumasan	126
8.4.2. Pembebanan Awal	128
8.4.3. Seal (segel)	128
BAB IX KESIMPULAN DAN PENUTUP	131
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN	136



DAFTAR GAMBAR

Gambar. 2.1. Diagram pemilihan jenis turbin.	11
Gambar. 2.2. Alur pancaran melintasi <i>runner</i>	13
Gambar. 2.3. Segitiga kecepatan	13
Gambar. 2.4. Persilangan aliran memintas turbin	15
Gambar. 2.5. Segitiga kecepatan	15
Gambar. 2.6. Jarak antar sudu	18
Gambar. 2.7. Alur air melintasi turbin	19
Gambar. 2.8. Diagram kecepatan paduan	20
Gambar. 2.9. Kelengkungan sudu	23
Gambar. 3.1. Rancangan alur aliran mutlak di tingkat pertama <i>runner</i>	34
Gambar. 3.2. Geometri sudu	37
Gambar. 3.3. Lengkung pemasukan aliran ke <i>runner</i>	42
Gambar. 4.1. Angka Gesek menurut STRICKLER	47
Gambar. 4.2. Nomogram untuk pemilihan diameter pipa pesat.	48
Gambar. 4.3. Diagram allieve	52
Gambar. 4.4. Berbagai bentuk awalan pipa pesat	
Gambar. 5.1. Bentuk luas penampang arm pulley	62
Gambar. 5.2. Pulley	63
Gambar. 5.3. Diagram kapasitas untuk HG-leather	70
Gambar. 6.1. Batang poros yang mendapat beban merata.	81
Gambar. 6.2. Menentukan nilai Maksimum Momen poros.	81
Gambar. 6.3. Penampang sudu	90
Gambar. 6.4. Diagram SFD dan BMD pada poros <i>runner</i>	90
Gambar. 6.5. Profil penampang pintu pengatur	95
Gambar. 6.6. Beban merata pada poros <i>guide vane</i>	95
Gambar. 6.7. Sambungan las sudu	99



Gambar 7.1. Kopling karet ban	104
Gambar 8.1. Poros yang dikenai beban merata	116
Gambar. 8.2. Menentukan momen maksimum	117
Gambar 8.3. Nomogram harga f_L , f_n , f_t	125
Gambar 8.4. Berbagai jenis <i>seal</i>	129
Gambar 8.5. <i>Seal</i> minyak	130



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data hidrologi waduk Sermo mulai <i>head</i> minimum sampai <i>head</i> maksimum	8
Tabel 3.1. Tabel hasil perhitungan kecepatan mutlak, relatif dan keliling	27
Tabel 3.2. Perhitungan aliran mutlak tingkat I	33
Tabel 3.3. Perhitungan aliran mutlak tingkat II	33
Tabel 3.4. Perhitungan jari-jari kelengkungan	41
Tabel 4.1. Bahan pabrikan pipa pesat	49
Tabel 4.2. Harga koefisien sambungan	56
Tabel 4.3. Perhitungan daya dari berbagai variasi <i>head</i> dan debit aliran	59
Tabel 5.1. Tabel faktor C	68
Tabel 6.1. Karakteristik mampu las dari baja bangunan	98
Tabel 6.2. Sifat mekanik elektroda terbungkus untuk baja	100



DAFTAR NOTASI

η_{overall}	= efisiensi keseluruhan turbin
ψ	= koefisien kecepatan pada sudu
α	= sudut kontak sabuk dengan <i>pulley</i> ($^{\circ}$)
γ	= berat jenis air = 9810 kgf/m ³
ζ	= koefisien tahanan yang dipakai.
θ	= sudut kontak sabuk dengan <i>pulley</i> (rad)
μ	= koefisien gesek sabuk
τ	= Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm ²)
ϕ	= Koefisien kecepatan pada nosel
σ_1	= Tegangan tarik berdasarkan S_1 (kgf/mm ²)
α_1	= Sudut aliran air masuk runner pada tingkat I ($^{\circ}$)
β_1	= Sudut kecepatan relatif air masuk pada tingkat I (o)
σ_2	= Tegangan tarik berdasarkan S_2 (kgf/mm ²)
α_2	= Sudut aliran air keluar runner pada tingkat I ($^{\circ}$)
β_2	= Sudut kecepatan relatif air keluar pada tingkat I
α_3	= Sudut aliran air masuk runner pada tingkat II ($^{\circ}$)
β_3	= Sudut kecepatan relatif air masuk pada tingkat II
α_4	= Sudut aliran air keluar runner pada tingkat II ($^{\circ}$)
β_4	= Sudut kecepatan relatif air keluar pada tingkat II
τ_a	= Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm ²)
σ_b	= Tegangan lentur (kgf/mm ²)
σ_c	= Konsentrasi tegangan (kgf/mm ²)
σ_F	= Tegangan tarik berdasarkan UF (kgf/mm ²)
η_g	= Efisiensi generator
Δh	= Head loss (m)



- ΔL = Pertambahan panjang sabuk (mm)
- σ_{perm} = Tegangan lingkaran ijin pada tekanan kerja (kgf/cm^2)
- σ_s = Tegangan yang diakibatkan oleh memuntirnya sabuk untuk sabuk datar (kgf/mm^2)
- η_T = Efisiensi turbin
- η_{Tr} = Efisiensi transmisi
- σ_U = Tegangan efektif U (kgf/mm^2)
- ϕ = Sudut (rad) antara dua titik pada spiral dengan pusat spiral.
- A = *Shaft load* (kgf)
- a = Harga produksi energi USD/KW-jam
- b = Faktor biaya tahunan %
- b = Lebar sabuk (mm)
- c = Jarak antar poros (mm)
- C_1 = Kecepatan mutlak air masuk roda jalan tingkat 1 (m/s)
- C_2 = Kecepatan mutlak air keluar sudu di tingkat 1 (m/s)
- C_3 = Kecepatan mutlak air masuk sudu di tingkat 2 (m/s)
- C_4 = Kecepatan mutlak air keluar sudu di tingkat 2 (m/s)
- D = Diameter pipa pesat bagian dalam (mm)
- D = Diameter pipa pesat (mm)
- d_1 = Diameter *pulley* kecil (mm)
- d_2 = Diameter *pulley* besar (mm)
- e = Bilangan logaritmik alami = 2,7183
- E = Modulus elastisitas sabuk (kgf/mm^2)
- E = Modulus elastisitas Young bahan pipa pesat (kgf/mm^2)
- e = Efisiensi total
- Ew = Modulus elastisitas air = 2030 N/mm²
- g = Percepatan gravitasi (m/s^2)
- H = Tinggi jatuh (m)



- h = Kerugian tinggi terjun minor (m)
 k = Koefisien head loss pada belokan
 L = Panjang pipa pesat (m)
 L_0 = Panjang awal sabuk (mm)
 m = *Tension ratio*
 n = Kecepatan putar poros turbin (rpm)
 N = Daya turbin yang dihasilkan (HP)
 N = Daya yang ditransmisikan
 n = Faktor biaya tambahan %
 n_s = Putaran spesifik (rpm)
 p = Tekanan kerja (kgf/cm^2)
 $P_{[KW]}$ = Daya teoritis turbin (KW)
 Q = Debit air yang masuk roda turbin (m^3/s)
 r^ϕ = Jarak suatu titik pada spiral dari pusatnya
 s_1 = Tebal pancaran air masuk
 S_1 = Tegangan sabuk pada sisi yang tegang (kgf)
 s_2 = Jarak sudu di lingkaran dalam.
 S_2 = Tegangan sabuk pada sisi yang kendur (kgf)
 t = Tebal dinding pipa pesat (mm)
 T = Harga pipa pesat USD/ton
 t_c = Waktu penutupan katup tersingkat (s)
 T_d = Momen puntir yang direncanakan (kg.mm)
 U = Gaya tangensial = kgf
 $U_1 = U_4$ = Kecepatan keliling roda jalan luar
 $U_2 = U_3$ = Kecepatan keliling roda jalan dalam
 v = Kecepatan aliran pada bagian penampang bersangkutan (m/s)
 W_1 = Kecepatan relatif air masuk sudu di tingkat 1
 W_2 = Kecepatan relatif air keluar sudu di tingkat 1



- W_3 = Kecepatan relatif air masuk sudu di tingkat 2
 W_4 = Kecepatan relatif air keluar sudu di tingkat 2
 z = Jumlah *pulley*