UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii

HALAMAN PENGESAHAN iii

PERNYATAAN iV

NASKAH SOAL TUGAS AKHIR/SKRIPSI V

HALAMAN PERSEMBAHAN Vi

KATA PENGANTAR Vii

DAFTAR ISI iX

DAFTAR GAMBAR XiV

DAFTAR TABEL XVi

DFTAR LAMPIRAN XVii

DAFTAR NOTASI DAN SATUAN XViii

GREEK ALPHABET XiX

INTISARI XX

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Batasan Masalah 2
1.3. Tujuan 2
1.4. Manfaat Perancangan 3
1.5. Metodologi 3

BAB II DASAR TEORI

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.1. Perinsip Pembankit Tenaga Air 4

2.2. Potensi Tenaga Air 5

2.3. Klasifikasi Turbin Air 8

2.3.1. Berdasarkan cara pengubahan momentum fluida kerjanya 8

2.3.2. Berdasarkan nama penemu 9

2.3.3. Berdasarkan head dan jumlah air yang tersedia 9

2.3.4. Berdasarkan posisi poros 10

2.3.5. Berdasarkan arah aliran dalam *runner* 10

2.3.6. Berdasarkan kecepatan spesifik (Ns) 11

2.3.7. Berdasarkan debit 12

2.3.8. Berdasarkan besar tenaga 13

2.4. Pemilihan Jenis Turbin 13

2.5. Kecepatan Liar *(Runaway Speed)* 13

2.6. Kavitasi 14

2.7. Perinsip Kerja Turbin Kaplan 15

2.8. Bagian-Bagian Utama Turbin Kaplan 17

2.8.1. Roda jalan 17

2.8.2. Casing *(Rumah spiral)* 17

2.8.3. Sudu hantar *(Guide vane)* 19

2.8.4. Poros utama *(Main shaft)* 20

2.8.5. *Guide bearing* 21

2.8.6. *Thrus bearing* 21

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.8.7. Pipa isap *(Draft tube)* 22

BAB III PEMILIHAN JENIS TURBIN AIR

3.1. Perancangan Sistem Pemasangan Turbin 24

3.2. Pemilihan Jenis Turbin 33

BAB IV SUDU GERAK *(RUNNER)*

4.1. Perancangan Sudu Gerak *(Runner)* 40

4.1.1. Menentukan ukuran sudu gerak *(Runner)* 40

4.1.2. Perhitungan kekuatan 48

4.1.3. Pemilihan bahan sudu 56

4.1.4. Tingkat kekasaran permukaan sudu gerak 56

BAB V SUDU PENGARAH

5.1. Perancangan Sudu Pengarah 59

5.1.1. Jumlah sudu pengarah 59

5.1.2. Profil sudu pengarah 59

5.1.3. Diameter pusat perputaran sudu pengarah 60

5.1.4. Dimensi sudu pengarah 61

5.2. Perhitungan Kekuatan Sudu Pengarah 62

BAB VI RUMAH SPIRAL

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.1. Perancangan Rumah Spiral 65

6.2. Perhitungan Kekuatan Rumah Spiral 67

6.3. *Draft Tube* 69

6.3.1. Dimensi *draft tube* 69

6.3.2. Tinggi isap turbin 71

BAB VII POROS, BAUT DAN BANTALAN

7.1. Poros 73

7.1.1. Momen torsi 73

7.1.2. Momen bending 73

7.1.3. Diameter poros 74

7.1.4. Tegangan karna gaya aksial 75

7.1.5. Putaran kritis 76

7.2. Baut Penghubung Pada Roda Jalan dan Poros 76

7.3. Bantalan 77

7.3.1. Tekanan rata-rata (P) 78

7.3.2. Perbandingan antara panjang dan lebar bantalan 78

7.3.3. Jumlah bantalan (Z) 78

7.3.4. Panjang setiap segmen bantalan 78

7.3.5. Lebar bantalan 78

7.3.6. Diameter rata-rata bantalan 78

7.3.7. Diameter dalam bantalan 79

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

7.3.8. Diameter luar bantalan 79

7.3.9. Angka dukumen (Soax) 79

7.3.10. Kecepatan keliling 79

7.3.11. Faktor pemanasan 79

7.3.12. Viskositas operasi untuk $\nu = 30\ ^{o}C$ 80

7.3.13. Ketebalan celah minimal 80

7.3.14. Kebutuhan oli (Qs) 80

BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN 81

DAFTAR PUSTAKA 83

LAMPIRAN

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pusat tenaga air tekanan tinggi 6

Gambar 2.2. Skema bendungan dan waduk pasang surut 7

Gambar 2.3. Turbin impuls 8

Gambar 2.4. Turbin reaksi 9

Gambar 2.5. Model turbin aliran tangensial 10

Gambar 2.6. Model turbin aliran aksial 11

Gambar 2.7. Model turbin aliran mixed 11

Gambar 2.8. Jalannya tekanan dan kecepatan air didalam suatu turbin tekanan lebih 16

Gambar 2.9. Roda jalan turbin Kaplan 17

Gambar 2.10. Rumah spiral 18

Gambar 3.11. Sekema peletakan turbin 25

Gambar 3.12. Konstruksi instalasi turbin air yang dirancang 34

Gambar 4.13. diagram perbandingan kecepatan Ku_1 dan Q^1 untuk turbin *Prop-eller* dan Kaplan 41

Gambar 4.14. Jarak bagi arus 42

Gambar 4.15. Diagram segitiga kecepatan 44

Gambar 4.16. Karaktristik geometri *air foil* 46

Gambar 4.17. Sudu turbin Kaplan 51

Gambar 5.18. Posisi sudut pengarah 62

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.19. Sudu pengarah 64

Gambar 6.20. Rumah spiral 67

Gambar 6.21. Perbandingan ukuran *draft tube* 69

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batas kecepatan spesifik untuk beberapa turbin 12

Tabel 3.2. Ukuran pipa yang tersedia dipasaran 25

Tabel 3.3. *Run-away speed turbin* 37

Tabel 3.4. Putaran generator sinkron 38

Tabel 4.6. Jumlah sudu dan ratio d/D turbin Kaplan 41

Tabel 4.7. Hasil perhitungan pada masing-masing section 49

Tabel 4.8. Hubungan antara kelas kekasaran permukaan dengan biaya pengerjaannya 57

Tabel 5.9. Jumlah sudu pengarah VS diameter raner 59

Tabel 6.10. Radius lingkaran rumah spiral 66

Tabel 6.11. Hubungan antara tinggi diatas permukaan laut dan tekanan atmosfir 71

Tabel 6.12. Hubungan antara suhu air dan tekanan uap 71

Tabel 6.13. Harga koefisien kavitasi menurut kecepatan spesifik (Ns) 72

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. Gambar Turbin Kaplan Poros Vertikal

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR SIMBOL DAN SATUAN

A	=	Luas penampang	(m^2, cm^2, mm^2)
B	=	Tinggi	(m, cm, mm)
b	=	Lebar	(m, cm, mm)
c	=	Kecepatan mutlak	$(m/s\ , cm/s)$
	=	Toleransi	(-)
D	=	Diameter luar	(m, cm, mm)
d	=	Diameter dalam	(m, cm, mm)
F	=	Gaya	(kg)
G	=	Berat	(kg)
g	=	Percepatan grafitasi	(m/s^2)
H	=	Head/tinggi	(m)
h	=	Tebal/Tinggi	(m, cm, mm)
I	=	Momen inersia	(m^4, cm^4, mm^4)
K	=	Keliling	(m, cm, mm)
k	=	Tegangan	$(kg/cm^2, kg/mm^2)$
		Konstanta	(-)
L	=	Panjang	(m, cm, mm)
l	=	Panjang	(m, cm, mm)
M	=	Momen	($kg \cdot$ m, $kg \cdot$ mm)
m	=	Defleksi	(mm)
n	=	Putaran mesin	(rpm)
P	=	Gaya	(kg)
	=	Daya	(kW , HP)
P	=	Tekanan	(atm, kg/cm^2)
Q	=	Debit	(m^3/s)
R	=	Jari-jari	(m, cm, mm)
r	=	Radius	(m, cm, mm)
S	=	Angka dukungan	(-)
T	=	Torsi	($kg \cdot$ cm)
t	=	Tebal/Jarak	(m, cm, mm)
U	=	Kecepatan keliling	(m/s)
V	=	Volume	(m^3)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

W	=	Kecepatan keliling	(m/s)
W	=	Momen tahanan	(m^3, cm^3, mm^3)
W	=	Berat	(kg)
X	=	Jarak	(m, cm, mm)
Z	=	Jumlah	(-)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN TURBIN KAPLAN DENGAN DEBIT 1,44 ? DAN HEAD 3 m
Aripin, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

GREEK ALPHABET

α	=	Sudut	(0°)
	=	Angka pengeluaran panas	(Nm/m^2sK)
β	=	Sudut	(0°)
ρ	=	Massa jenis	(kg/m^3)
ϵ	=	Perbandingan celah baji	(-)
η	=	Efisiensi	(%)
	=	Viscositas	($Ns/m^2,\ cP$)
θ	=	Sudut	(0°)
ρ	=	Radius	(mm)
σ	=	Koefisien	(-)
	=	Tegangan ijin	($kg/cm^2,\ kg/mm^2$)
τ_s	=	Tegangan geser	($kg/cm^2,\ kg/mm^2$)
ω	=	Kecepatan sudut	(rad/s)
π	=	Konstanta = 3,14	(-)
ϑ	=	Temperatur	($^{\circ}C$)