UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | 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
INTISARI vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR LAMPIRAN xviii
DAFTAR SIMBOL DAN NOTASI xix

BAB I PENDAHULUAN 1-1
1.1. Latar Belakang Masalah 1-1
1.2. Rumusan Masalah 1-5
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah 1-6
1.4. Tujuan Penelitian 1-6
1.5. Manfaat Penelitian 1-6
1.6. Sistematika Penulisan 1-7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2-9

BAB III DASAR TEORI 3-20
3.1. Sejarah Turbin Air 3-20
3.2. Jenis Turbin Air 3-22
3.2.1. Berdasarkan Cara Turbin Mengubah Energi Air Menjadi Energi Puntir 3-22

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2.2. Berdasarkan Kecepatan Putaran Turbin 3-29
3.2.3. Berdasarkan Daya yang Dihasilkan 3-29
3.2.4. Berdasarkan Jenis Poros 3-29
3.2.5. Berdasarkan Arah Aliran Air Dalam Turbin ... 3-29
3.2.6. Berdasarkan Kecepatan Spesifik..... 3-31
3.3. Turbin Crossflow..... 3-31
3.3.1. Deskripsi Turbin Crossflow..... 3-31
3.3.2. Keunggulan Turbin Crossflow..... 3-32
3.3.3. Kekurangan Turbin Crossflow..... 3-36
3.3.4. Teori Dasar Turbin Crossflow 3-37

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 4-49
4.1. Alat Instalasi Penelitian 4-49
4.2. Alat Ukur Penelitian 4-55
4.3. Langkah Penelitian 4-60
4.3.1. Pengukuran Debit pada Bukaan Katup Tertentu 4-60
4.3.2. Pengambilan Data..... 4-60
4.3.3. Analisis Data 4-61
4.3.4. Variabel yang Digunakan..... 4-61
4.3.5. Kesulitan dalam Penelitian dan Solusinya 4-62

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 5-63
5.1 Pengukuran Debit pada Bukaan Katup Tertentu..... 5-63
5.2. Pengujian dengan Variasi Sudut Serang dan Putaran. 5-64
5.2.1 Sudut Serang 12^0 pada Putaran 150, 130, dan 110 rpm..... 5-64
5.2.2 Sudut Serang 14^0 pada Putaran 150, 130, dan 110 rpm..... 5-68
5.2.3 Sudut Serang 16^0 pada Putaran 150, 130, dan 110 rpm..... 5-71

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2.4 Sudut Serang 18^0 pada Putaran 150, 130, dan 110 rpm 5-75
5.2.5 Sudut Serang 12^0 pada Putaran 150, 130, dan 110 rpm 5-79
5.3. Hubungan Daya (P) sebagai Fungsi dari Sudut Serang (α) pada Debit (Q) dan Putaran (n) Tertentu 5-83
5.4. Hubungan Efisiensi (η) sebagai Fungsi dari Sudut Serang (α) pada Debit (Q) dan Putaran (n) Tertentu.. 5-87
5.5. Hubungan Efisiensi (η) sebagai Fungsi dari Putaran (n) pada Debit (Q) dan Sudut Serang (α) Tertentu..... 5-89

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 6-91
6.1. Kesimpulan 6-91
6.2. Saran 6-92

DAFTAR PUSTAKA 93
LAMPIRAN 95

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Produksi dan Konsumsi Minyak Bumi Indonesia 1986-2006	1-1
Gambar 1.2.	Komposisi Pemanfaatan Potensi Energi di Indonesia	1-2
Gambar 1.3.	Bauran Energi Nasional 2025	1-4
Gambar 2.1.	Aliran Air yang Melalui Turbin Aliran Silang	2-9
Gambar 2.2.	Kelengkungan Sudu	2-11
Gambar 2.3.	Kurva Efisiensi Turbin Banki pada Head di bawah 16 feet	2-12
Gambar 2.4.	Kurva Daya Turbin Banki pada Head di bawah 16 feet	2-12
Gambar 2.5.	Kurva Karakteristik Turbin Banki pada Head di bawah 16 feet	2-13
Gambar 2.6.	Aliran Air dalam Roda Turbin saling Berinterfensi	2-15
Gambar 2.7	Diagram Kecepatan	2-16
Gambar 2.8.	Jarak Antar Sudu *(Blade Spacing)*	2-18
Gambar 3.1.	Turbin Pelton	3-23
Gambar 3.2.	Turbin Turgo	3-24
Gambar 3.3.	Turbin Banki	3-25
Gambar 3.4.	Turbin Propeler	3-26
Gambar 3.5.	Turbin Francis Cangkang Spiral	3-27
Gambar 3.6.	Turbin Kaplan	3-28
Gambar 3.7.	Turbin Fourneyron	3-30
Gambar 3.8.	Turbin Deriaz	3-30
Gambar 3.9.	Effisiensi Beberapa Turbin sebagai fungsi debit	3-33
Gambar 3.10	Model Rakitan Turbin *Crossflow*	3-35
Gambar 3.11.	Dua Tipe Turbin *Crossflow*	3-35
Gambar 3.12.	Aliran pada Kondisi Tunak *(Steady State Flow)*	3-37
Gambar 3.13.	Aliran Fluida dalam Pipa dengan Perbedaan Luas Penampang	3-38

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.14.	Segitiga Kecepatan	3-44
Gambar 3.15.	Ilustrasi Penghitungan Torsi	3-47
Gambar 4.1.	Skema Instalasi Penelitian Turbin air *Crossflow*	4-49
Gambar 4.2.	Instalasi Penelitian Turbin Air *Crossflow*	4-50
Gambar 4.3.	Piringan Turbin *(disk)*.....	4-51
Gambar 4.4.	Dimensi sudu turbin	4-52
Gambar 4.5.(a)	Sudu turbin (*Blade)*	4-52
Gambar 4.5.(b)	Sudu Turbin yang telah terpasang pada Piringan Turbin *(Disk)*.....	4-52
Gambar 4.5.(c)	Piringan dan Sudu turbin yang terpasang pada poros	4-52
Gambar 4.6.	Reservoir air untuk menyuplai air ke turbin	4-53
Gambar 4.7.(a)	Dimensi Nosel Turbin	5-54
Gambar 4.7.(b)	Nosel Turbin	5-54
Gambar 4.8.	Neraca Pegas.....	5-55
Gambar 4.9.(a)	Skema Pengambilan Data pada Neraca Pegas	5-56
Gambar 4.9.(b)	Susunan Alat Pengambilan Data pada Neraca Pegas	5-56
Gambar 4.10.(a)	Wadah kosong dan Beban berupa Pasangan Mur dan Baut	4-57
Gambar 4.10.(b)	Pasangan Mur dan Baut.....	4-57
Gambar 4.11.(a)	*Tachometer Digital*	4-57
Gambar 4.11.(b)	Penggunaan *Tachometer Digital* saat pengambilan data	4-57
Gambar 4.12.(a)	*Pressure Gauge*.....	4-58
Gambar 4.12.(b)	Pemasangan *Pressure Gauge* pada instalasi enelitian	4-57
Gambar 4.13.(a)	Ilustrasi Penentuan Sudut Serang.....	4-59
Gambar 4.13.(b)	Alat Penunjuk Sudut Serang.....	4-59
Gambar 4.14.(a)	Gelas Ukur	4-59
Gambar 4.14.(b)	*Stopwatch*	4-59
Gambar 5.1.	Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 12^o dan putaran 150 rpm	5-64

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.2. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 12^o dan putaran 130 rpm 5-65
Gambar 5.3. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 12^o dan putaran 110 rpm 5-66
Gambar 5.4. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 12^o dan putaran 150, 130, dan 110 rpm 5-67
Gambar 5.5. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 14^o dan putaran 150 rpm 5-68
Gambar 5.6. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 14^o dan putaran 150 rpm 5-69
Gambar 5.7. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 14^o dan putaran 150 rpm 5-70
Gambar 5.8. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 14^o dan putaran 150, 130, dan 110 rpm 5-71
Gambar 5.9. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 16^o dan putaran 150 rpm 5-72
Gambar 5.10. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 16^o dan putaran 150 rpm 5-73
Gambar 5.11. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 16^o dan putaran 150 rpm 5-74
Gambar 5.12. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 16^o dan putaran 150, 130, dan 110 rpm 5-75
Gambar 5.13. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 18^o dan putaran 150 rpm 5-76
Gambar 5.14. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 18^o dan putaran 150 rpm 5-77
Gambar 5.15. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 18^o dan putaran 150 rpm 5-78
Gambar 5.16. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 18^o dan putaran 150, 130, dan 110 rpm 5-79

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.17. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 20^o dan putaran 150 rpm 5-80
Gambar 5.18. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 20^o dan putaran 150 rpm 5-81
Gambar 5.19. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 20^o dan putaran 150 rpm 5-82
Gambar 5.20. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Debit pada Sudut Serang 20^o dan putaran 150, 130, dan 110 rpm 5-83
Gambar 5.21. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Sudut Serang (α) pada Debit 0.0015 m^3/s dan Putaran 150 rpm 5-84
Gambar 5.22. Hubungan Antara Daya Turbin dengan Sudut Serang (α) pada Debit 0.0015 m^3/s dan Putaran 150, 130, 110 rpm 5-85
Gambar 5.23. Ilustrasi Penggunaan Sudut Serang (α) pada Turbin Air..... 5-85
Gambar 5.24.(a) Ilustrasi Penggunaan Sudut Serang 90^o..... 5-85
Gambar 5.24.(b) Ilustrasi Penggunaan Sudut Serang 0^o..... 5-86
Gambar 5.25. Hubungan Antara Efisiensi Turbin (η) dengan Sudut Serang (α) pada Debit 0.0015 m^3/s dan Putaran 150 rpm..... 5-88
Gambar 5.26. Hubungan Antara Efisiensi Turbin (η) dengan Sudut Serang (α) pada Debit 0.0015 m^3/s dan Putaran 150, 130, 110 rpm. 5-88
Gambar 5.27. Hubungan Antara Efisiensi Turbin (η) dengan Putaran pada Debit 0.0015 m^3/s dan Sudut Serang (α) 14^0 ... 5-89
Gambar 5.27. Hubungan Antara Efisiensi Turbin (η) dengan Putaran pada Debit 0.0015 m^3/s dan Sudut Serang (α) 12^0, 14^0, 18^0, 20^0..... 5-90

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia.....	1-3
Tabel 3.1.	Klasifikasi Jenis Turbin Air Berdasarkan *Head*.....	3-28
Tabel 3.2.	Klasifikasi Jenis Turbin Air Berdasarkan Daya yang dihasilkan	3-29
Tabel 3.3.	Kecepatan Spesifik Turbin *Konvensional*.....	3-31
Tabel 5.1.	Variasi debit yang digunakan dalam percobaan.....	5-63
Tabel 5.2.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 12^0 pada Putaran 150 rpm	5-64
Tabel 5.3.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 12^0 pada Putaran 130 rpm	5-65
Tabel 5.4.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 12^0 pada Putaran 110 rpm	5-66
Tabel 5.5.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 14^0 pada Putaran 150 rpm	5-68
Tabel 5.6.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 14^0 pada Putaran 130 rpm	5-69
Tabel 5.7.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 14^0 pada Putaran 110 rpm	5-70
Tabel 5.8.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 16^0 pada Putaran 150 rpm	5-72
Tabel 5.9.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 16^0 pada Putaran 130 rpm	5-73
Tabel 5.10.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 16^0 pada Putaran 110 rpm	5-74
Tabel 5.11.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 18^0 pada Putaran 150 rpm	5-76
Tabel 5.12.	Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 18^0 pada Putaran 130 rpm	5-77

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.13. Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 18^0 pada Putaran 110 rpm 5-78
Tabel 5.14. Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 20^0 pada Putaran 150 rpm 5-80
Tabel 5.15. Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 20^0 pada Putaran 150 rpm 5-81
Tabel 5.16. Hasil Pengujian dengan Sudut Serang 20^0 pada Putaran 150 rpm 5-82
Tabel 5.17. Hasil Pengujian dengan Debit 0.0015 m^3/s pada Putaran 150 rpm 5-84
Tabel 5.18. Hasil Pengujian dengan Debit 0.0015 m^3/s pada Putaran 150 rpm 5-87

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampuran 1	Tabel data hasil pengujian sudut serang 12^0.....	94
Lampuran 2	Tabel data hasil pengujian sudut serang 14^0.....	95
Lampuran 3	Tabel data hasil pengujian sudut serang 16^0.....	96
Lampuran 4	Tabel data hasil pengujian sudut serang 18^0.....	97
Lampuran 5	Tabel data hasil pengujian sudut serang 20^0.....	98
Lampuran 6	Tabel data hasil pengukuran debit pada berbagai Bukaan katup.....	99

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR SIMBOL DAN NOTASI

A = luas penampang *(m^2)*

C = koefisien nosel

D_1 = diameter luar turbin (m)

E_p = energi tekanan *(J)*

E_t = energi total *(J)*

E_v = energi kinetik *(J)*

E_z = energi potensial *(J)*

F = tegangan tali *(N)*

g = gravitasi *(m/s^2)*

L = lebar sudu *(m)*

$\dot{m}$ = massa fluida *(kg/s)*

m = massa air *(kg)*

n = kecepatan putaran turbin *(rpm)*

n_s = kecepatan spesifik turbin

p = tekanan air *(N/m^2)*

P = daya *(watt)*

P_e = daya turbin effektif *(watt)*

P_T = daya turbin *(watt)*

Q = debit *(m^3/s)*

R = radius/jari-jari *(m)*

R_1 = radius dalam *blade (m)*

R_0 = radius luar *blade (m)*

R_b = radius *blade (m)*

T = torsi *(Nm)*

U = kecepatan keliling

v = kecepatan aliran fluida/air *(m/s)*

v = kecepatan relative atau kecepatan nisbi *(m/s)*

v_u = komponen kecepatan nisbi pada arah keliling *(m/s)*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP UNJUK KERJA MODEL TURBIN AIR TIPE CROSSFLOW
Wendy Adrianto, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

V = kecepatan mutlak/absolute *(m/s)*

V_1 = kecepatan absolut air keluar nosel (m/s)

V_u = komponen kecepatan mutlak pada arah keliling *(m/s)*

V_m = komponen kecepatan pada arah bujur *(m/s)*

W = beban *(N)*

z = ketinggian/beda elevasi/*head (m)*

z_e = tinggi jatuh effektif *(m)*

α = sudut aliran mutlak *(^{0})*

β = sudut kecepatan nisbi *(^{0})*

δ = sudut *blade (^{0})*

θ = sudut defleksi aliran dalam turbin *(^{0})*

Ψ = koefisien sudu turbin

ρ = massa jenis fluida *(kg/m^3)*

η_T = efisiensi turbin *(%)*