

Jurnal Ilmiah Teknik Mesin
Rekayasa Mekanik

1. KAJI KARAKTERISTIK MEKANISME FURLING CONTROL MODEL TURBIN ANGIN DENGAN SUDUT EKOR 0°
Agus Suandi, Nurul Iman Supardi, dan Angky Puspawan Hal 1
2. ANALISIS KARAKTERISTIK AERODINAMIKA FLYING WING DENGAN WINGLET MENGGUNAKAN METODE CFD DENGAN SOLVER-FLUENT
Alfin Mustagfirin Pohan, Arifin Rasyadi Soemaryanto, Nurbaiti, Helmizar, dan Nurul Iman Supardi Hal 5
3. THE EFFECTIVENESS OF COOLING TOWER OF MECHANICAL DRAFT-UNIT 3 STEAM POWER PLANT CASE STUDY IN PT. PLN (PERSERO), BUKIT ASAM SECTOR, TANJUNG ENIM REGENCY, SOUTH SUMATERA PROVINCE
Angky Puspawan Hal 9
4. ANALISIS REMAINING LIFE TANGKI K-20 PERTAMINA RU III PLAJU
Dedi Suryadi dan Argian Ardi Prasetya Hal 19
5. ANALISA PERFORMANCE POMPA SENTRIFUGAL ITEM 6P-4021-J YANG DIPENGARUHI KONDISI STRAINER TERHADAP EFISIENSI KERJA YANG DIHASILKAN
Edi Nugroho, Arief Sunaryunanto, Helmizar, Agus Nuramal, dan Agus Suandi Hal 25
7. PERBANDINGAN EFISIENSI ISENTROPIK STEAM TURBINE TC 663 MY 140 UNIT 4 PLTU PT. PLN (PERSERO) SEKTOR PEMBANGKITAN BUKIT ASAM, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN TAHUN 2017 DENGAN TAHUN 2019
Tito Apiyanto dan Yovan Witanto Hal 31
8. RANCANG BANGUN ALAT PENGARANGAN TIPE RETORT KAPASITAS 40 KG
Nurul Iman Supardi dan Zuliantoni Hal 37



Jurnal Ilmiah Teknik Mesin



ISSN No. 2597 – 4254

Vol. 3 No. 2, Oktober 2019

Jurnal Rekayasa Mekanik mempublikasikan karya tulis di bidang sains – teknologi, murni disiplin dan antar disiplin, berupa penelitian dasar, perancangan dan studi pengembangan teknologi. Jurnal ini terbit berkala setiap enam bulan (April dan Oktober)

Penanggung Jawab
Dr.Eng Dedi Suryadi, S.T., M.T.

Penyunting Ahli (Mitra Bestari)
Helmizar, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Bengkulu)
Dr.Eng. Hendra, S.T., M.T. (Universitas Bengkulu)
Dr. Gesang Nugroho, S.T., M.T. (Universitas Gadjah Mada)
Dr.Eng. Nurkholis Hamidi (Universitas Brawijaya)
Dr.Eng. Munadi (Universitas Diponegoro)
A Sofwan F Alqap, S.T., M.Tech., Ph.D. (Universitas Bengkulu)
Hendri Hestiawan, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Bengkulu)

Redaktur
Agus Nuramal, S.T., M.T.

Desain Grafis
Agus Suandi, S.T., M.T.

Sekretariat
Yovan Witanto, S.T., M.T.

Penerbit
Fakultas Teknik – Universitas Bengkulu

Sekretariat Redaksi:

Gedung Dekanat Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin – Universitas Bengkulu
Jln. WR Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38123, Telp. (0736) 21170, 344067
Email: teknik_mesin@unib.ac.id

DAFTAR ISI

REDAKSI	i
DAFTAR ISI	ii
1 KAJI KARAKTERISTIK MEKANISME <i>FURLING CONTROL</i> MODEL TURBIN ANGIN DENGAN SUDUT EKOR 0° Agus Suandi, Nurul Iman Supardi, dan Angky Puspawan	1
2 ANALISIS KARAKTERISTIK AERODINAMIKA FLYING WING DENGAN WINGLET MENGGUNAKAN METODE CFD DENGAN SOLVER-FLUENT Alfin Mustagfirin Pohan, Arifin Rasyadi Soemaryanto, Nurbaiti, Helmizar, dan Nurul Iman Supardi	5
3 <i>THE EFFECTIVENESS OF COOLING TOWER OF MECHANICAL DRAFT-UNIT 3 STEAM POWER PLANT CASE STUDY IN PT. PLN (PERSERO), BUKIT ASAM SECTOR, TANJUNG ENIM REGENCY, SOUTH SUMATERA PROVINCE</i> Angky Puspawan	9
4 ANALISIS REMAINING LIFE TANGKI K-20 PERTAMINA RU III PLAJU Dedi Suryadi dan Argian Ardi Prasetya	19
5 ANALISA <i>PERFORMANCE</i> POMPA SENTRIFUGAL ITEM 6P-4021-J YANG DIPENGARUHI KONDISI <i>STRAINER</i> TERHADAP EFISIENSI KERJA YANG DIHASILKAN Edi Nugroho, Arief Sunaryunanto, Helmizar, Agus Nuramal, dan Agus Suandi	25
7 PERBANDINGAN EFISIENSI ISENTROPIK <i>STEAM TURBINE TC 663 MY 140</i> UNIT 4 PLTU PT. PLN (PERSERO) SEKTOR PEMBANGKITAN BUKIT ASAM, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN TAHUN 2017 DENGAN TAHUN 2019 Tito Apiyanto dan Yovan Witanto	31
8 RANCANG BANGUN ALAT PENGARANGAN TIPE RETORT KAPASITAS 40 KG Nurul Iman Supardi dan Zuliantoni	37
Format Penulisan Jurnal	45

ANALISIS KARAKTERISTIK AERODINAMIKA TAILLESS FLYING WING DENGAN WINGLET MENGGUNAKAN METODE CFD DENGAN SOLVER-FLUENT

Alfin Mustagfirin Pohan[I], Arifin Rasyadi Soemaryanto[II], Nurbaiti[III], Helmizar[IV], Nurul Iman Supardi[V]

[I][III][IV][V]Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu
[II]Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional

Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu, Telp. (0736) 344087
e-mail: alfinmustagfirin@gmail.com

ABSTRACT

Karakteristik aerodinamika merupakan aspek yang sangat dipertimbangkan dalam proses pemilihan konfigurasi pada perancangan pesawat terbang. Karakteristik ini merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan performa pesawat terbang yang dirancang. Karakteristik tersebut dapat dicari dengan cara menganalisa gaya-gaya aerodinamika yang bekerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik aerodinamika pesawat dengan konsep *flying wings*. Karakteristik tersebut berupa kurva koefisien gaya angkat (C_L) dan koefisien gaya seret (C_D) terhadap *Velocity* serta kontur aliran dari simulasi CFD. Sebagai bentuk aerodinamika telah dikembangkan untuk meningkatkan performa pesawat udara. Salah satu bentuk yang mempunyai potensi untuk mendapatkan performa aerodinamika yang maksimal adalah bentuk *tailless flying wings*. Bentuk tersebut adalah sebuah konsep pesawat terbang bersayap tetap dengan badan pesawat (*fuselage*) menyatu dengan bentuk sayap dan tidak memiliki ekor (*tailless*) sehingga mempunyai konfigurasi yang sederhana. Konfigurasi pada *flying wings* tersebut hanya berupa *control surface* berupa aileron ataupun elevon (elevator-aileron).

Pada penelitian ini dianalisa gaya-gaya aerodinamika dengan metode simulasi *Computational Fluid Dynamics* menggunakan perangkat lunak ANSYS CFD *student edition*. Metode ini memodelkan aliran udara dengan berdasarkan persamaan Navier-Stokes dan simulasi dengan grid 3 dimensi.

Dari hasil simulasi didapat karakteristik koefisien gaya angkat (C_L) dan koefisien gaya seret (C_D) dalam bentuk grafik koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret vs kecepatan aliran udara. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk nilai koefisien gaya angkat tertinggi berada pada kecepatan 10 m/s sebesar 0,1699 dan yang terendah berada pada kecepatan 40 m/s sebesar 0,1673. Sedangkan Koefisien gaya seret yang didapat yaitu dengan nilai tertinggi berada pada kecepatan 10 m/s sebesar 0,0220 dan terkecil berada pada kecepatan 40 m/s sebesar 0,0113. Dari grafik C_L dan C_D terhadap kecepatan dapat dilihat bahwa kecepatan tidak terlalu memengaruhi koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret.

Kata kunci: *flying wing*, karakteristik aerodinamika, CFD, koefisien gaya angkat, koefisien gaya seret.

I. PENDAHULUAN

Pengembangan pesawat terbang yang sempurna dan efisien telah menjadi sebuah tantangan untuk beberapa abad ini. Usaha manusia untuk memahami beberapa konsep dari aerodinamika memiliki harga yang harus dibayar tidak saja dari segi ekonomi namun juga kehidupan manusia. Pada tahapan pengembangan dan pengujian, para ahli selalu berhadapan dengan gaya dasar dari *lift* (gaya angkat), *weight* (gaya berat), *thrust* (gaya dorong), serta *drag* (gaya seret). Para ahli dan perusahaan pesawat terbang melanjutkan pengembangan untuk meningkatkan kecepatan, kapasitas beban, dan performa. Salah satu hasil pengembangan tersebut yaitu konsep *tailless flying wing*. Bentuk tersebut merupakan sebuah konsep pesawat terbang bersayap tetap dengan badan pesawat (*fuselage*) menyatu dengan bentuk sayap dan tidak memiliki ekor (*tailless*) sehingga mempunyai konfigurasi yang sederhana.

PUSTEBKANG LAPAN yang berlokasi di Rumpin-Bogor merupakan salah satu tempat penelitian yang mengembangkan pesawat terbang nirawak dan beberapa konsep pesawat terbang lainnya yang dimiliki Pemerintah Indonesia. Laboratorium Teknologi Aerodinamika sebagai salah satu laboratorium di lingkungan Pustekbang LAPAN dalam aktivitas kesehariannya juga melakukan penelitian dan pengembangan di bidang aerodinamika. Salah satu konsep yang sedang di kembangkan laboratorium tersebut adalah konsep pesawat *Flying Wing*. Penelitian yang dilakukan di Laboratorium tersebut adalah meneliti performa aerodinamika terhadap pesawat dengan konsep *Flying Wing* dengan metode numerik CFD (*Computational Fluid Dynamic*). Metode tersebut yang merupakan metode analisis aliran fluida secara numerik dengan bantuan komputer dalam perhitungan analisa dan tampilan. *Software* CFD yang digunakan adalah ANSYS 16.2

yang pada penelitian ini menggunakan *student edition*. Perangkat lunak tersebut bekerja berbasis *Finite Volume Method* untuk menganalisa masalah-masalah rekayasa (*engineering*).

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aerodinamika khususnya koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret dari suatu model *tailless flying wing* dari hasil pemodelan yang dilakukan dengan perangkat lunak ANSYS 16.2.

Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian dengan pemodelan ini dapat diambil beberapa manfaat antara lain:

1. Menjadi referensi untuk melakukan eskalasi pemodelan *tailless flying wing* pada ukuran yang sebenarnya.
2. Menjadi referensi untuk melakukan pengembangan pesawat dengan konsep *tailless flying wing*.
3. Menjadi dasar pengembangan pesawat hemat energi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Flying Wing

Flying wing adalah jenis pesawat terbang bersayap tetap yang bagian badan pesawat berbentuk aerofoil dan merupakan kelanjutan dari bentuk aerofoil sayap, sehingga seolah-olah bentuknya seperti sayap yang terbang. Ide tersebut ini dikemukakan oleh Otto Lilienthal asal Jerman, kemudian pengembangannya dilakukan oleh John K. Northrop pada tahun 1919 hingga 1927. *Flying wing* memiliki beberapa konsep yang bervariasi seperti *Blended-wing-body*, *C-wing*, *tail-less aircraft* dan lain-lain[1]. Pada penelitian ini akan disimulasikan sebuah *flying wing* tanpa ekor (*tail less*) sehingga konfigurasinya sangat sederhana yaitu hanya terdiri dari sayap dan control surface berupa aileron ataupun elevon (*elevator aileron*).

Aerodinamika merupakan bidang untuk mengamati dan mengukur pergerakan dari udara, untuk mengembangkan hukum fisika yang mengatur beberapa jenis dari gerakan dan menurunkan hasil metode prediksi teoritis dari gerak udara[3]. Aerodinamika secara umum sangat terkait dengan bidang pesawat terbang, dan pada konteks ini subjek tidak hanya bersinggungan dengan gangguan yang terjadi pada udara oleh objek yang bergerak dan gaya aerodinamika yang terbentuk, tetapi lebih menuju ke stabilitas dan kinerja dari pesawat dan tekanan pada permukaan dari pesawat terbang[4].

Koefisien gaya angkat (C_L) dan koefisien gaya angkat (C_D) merupakan sebuah parameter tak

berdimensi yang menunjukkan kemampuan sebuah benda dalam mengubah aliran fluida di sekelilingnya menjadi gaya angkat ataupun gaya seret. Besarnya nilai C_L dan C_D dipengaruhi oleh bentuk benda.

Menghitung Nilai Koefisien Gaya Angkat dan Koefisien Gaya Seret.

Besarnya koefisien gaya angkat (C_L) dan koefisien gaya seret (C_D) suatu benda dirumuskan dengan persamaan [5]:

$$C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2} \rho v^2 S} \quad (2.1)$$

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho v^2 S} \quad (2.2)$$

Dimana :

- C_L = koefisien gaya angkat
- C_D = koefisien gaya seret
- F_L = gaya angkat (N)
- F_D = gaya seret atau *drag* (N)
- ρ = massa jenis udara (kg/m^3)
- v = kecepatan udara (m/s)
- S = luas permukaan sayap (m^2)

Computational Fluid Dynamics (CFD)

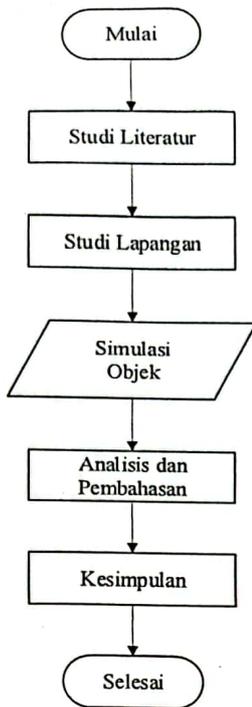
Salah satu metode yang banyak dipakai dalam penyelesaian masalah di bidang mekanika fluida adalah *Computational fluid dynamic (CFD)*. Metode ini menggunakan analisis numerik dan dengan algoritma yang dapat menyelesaikan persamaan aliran untuk mengetahui sifat-sifat aliran yang ingin diketahui seperti tekanan, suhu, kecepatan, dan lain sebagainya. Terdapat 4 persamaan turbulensi yang digunakan untuk menyelesaikan perhitungan dengan CFD yaitu:

- a. *Spalart-Allmaras (Standard)*.
- b. *k- ϵ (Standard, Low Reynolds)*
- c. *k- ω (SST, Gamma Re-Theta)*
- d. *Reynolds Stress Transport Models*

III. METODOLOGI

Diagram Alir

Langkah-langkah dalam menyelesaikan kasus ini dapat digambarkan pada diagram alir seperti gambar 1 di bawah ini



Gambar 1. Diagram Alir

Data Hasil Simulasi

Dari simulasi yang telah dilakukan didapatkan seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data gaya angkat dan gaya seret dari hasil penelitian dengan menggunakan perangkat lunak ANSYS CFD 16.2.

No.	V (m/s)	F_D (N)	F_L (N)
1	10	0,84404	6,52590
2	20	3,06280	25,99520
3	25	4,64520	40,38300
4	30	5,10480	58,03160
5	40	6,92138	104,18840

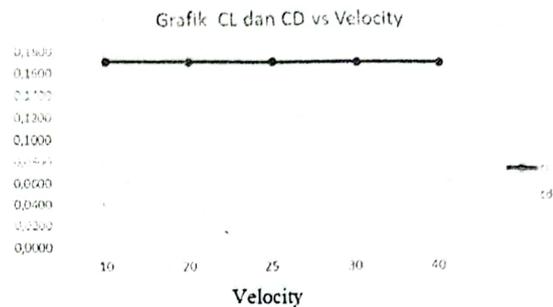
Keterangan:

Massa jenis udara $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$
 Luas permukaan sayap $S = 0,627 \text{ m}$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data hasil penelitian di atas selanjutnya dihitung besarnya koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret. Perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2

secara berurutan. Hasil perhitungan tersebut selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret vs kecepatan aliran udara. Sehingga didapatkan grafik seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret sebagai fungsi kecepatan aliran udara.

Pembahasan

Dari grafik pada gambar 2 dapat dilihat bahwa untuk nilai koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret cenderung konstan pada berbagai kecepatan aliran udara. Hal ini terlihat dari harga koefisien gaya angkat maksimum berada pada angka 0,1699 pada kecepatan 10 m/s dan harga minimum berada pada angka 0,1673 yang pada kecepatan 40 m/s. Sedangkan Koefisien gaya seret juga menunjukkan harga yang relatif konstan dengan harga maksimum sebesar 0,0220 pada kecepatan 10 m/s dan harga minimum sebesar 0,0113 berada pada kecepatan 40 m/s. Sebagaimana juga terlihat pada grafik bahwa kurva koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret mempunyai bentuk yang datar sejajar dengan sumbu horisontal.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan terkait dengan koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret pada *tailless flying wing* yang dianalisa melalui pemodelan ANSYS CFD 16.2 yaitu bahwasannya koefisien gaya angkat dan koefisien gaya seret mempunyai harga yang cenderung konstan pada beberapa variasi kecepatan aliran udara. Walaupun terdapat peningkatan harga koefisien-koefisien tersebut seiring dengan naiknya kecepatan aliran udara namun kenaikan tersebut tidaklah terlalu signifikan.

Saran

Dari penelitian di atas masih diperlukan penyempurnaan-penyempurnaan agar penelitian tersebut dapat diaplikasikan. Beberapa hal yang dapat

dilakukan untuk penyempurnaan penelitian di atas adalah:

1. Melakukan penelitian serupa secara eksperimental untuk memvalidasi hasil pemodelan yang sudah dilakukan.
2. Melakukan eskalasi pemodelan hingga akhirnya didapatkan pemodelan dengan skala ukuran sebenarnya.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada Lembaga Antariksa dan Penerbangan (LAPAN) yang telah memfasilitasi penelitian ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Schwader, R. L. 1997. *The Development of the Flying Wing. Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*. Vol 8.7-8.
- [2]. Martinez-val R. 2012. *Flying Wings A New Paradigm For Civil Aviation*. Vol 47. 34.
- [3]. M. Y. Hutasuhut, *Mengenal Dunia Penerbangan*. Jakarta: PT. Grasindo Anggota Ikapi, 2005.
- [4]. Allen, John E. 1982. *Aerodynamics The science of air in motion Second Edition*. New York. McGraw-Hill Book Company.
- [5]. Houghton, E.L ; Carpenter, P.W ; Collicott, Steven dan Valentine, Dan. (2012), *Aerodynamics for Engineering Students*, 6th Edition, Amsterdam, Elsevier.
- [6]. H. M. Marbun and M. Hazwi. 2013. "Simulasi Aliran Fluida Pada Pompa Hidram Dengan Tinggi Air 2,3 M Dengan Menggunakan Perangkat Lunak CFD" *e-Dinamis*. Vol. 7. No. 3. 136-145.
- [7]. "Chapter 5: CFD *Theory and Models*." [Online]. Tersedia: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5133/fichero/p8m%20Capitulo%205%20.pdf> [diakses: 10 Juli 2019]
- [8]. *Grabcad Community* [Online] Tersedia: <https://grabcad.com/library/fpv-flying-wing-concept-1> [diakses: 10 Juli 2019]