

PEMILIHAN JENIS AIRFOIL MOHINDER UNNES MENGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

Dony Hidayat Al-Janan ¹⁾ ✉, Yoga Gusda ¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin
Universitas Negeri Semarang
Gunungpati Semarang 50229
Central Java, INDONESIA
aljanan@mail.unnes.ac.id
yogagusda@students.unnes.ac.id

Abstract

An UAV (Unmanned Aerial Vehicle) is an aircraft without an onboard pilot that has several functions. Mohinder is one of the fixed-wing UAVs used for mapping and monitoring areas. Currently, the Mohinder UNNES is adopted from other UAVs by reduced-scale X-UAV Talon. There are differences between dimensions and cruising speed among Mohinder and X-UAV Talon (Mohinder adaptation). The purpose of this study is to select the suitable Mohinder's airfoil using XFLR 5 simulation using multi-criteria decision particularly the AHP (Analytical Hierarchy Process). AHP can break down the choosing into a hierarchy, compare each factor's importance, and use math to figure out the best choice based on the preferences. The selection criteria are Max Camber, Thickness a stall, Max L/D_{max} , CL_{max} , and CL_0 , so then the basic airfoil shapes are AH 79-100 B, S1223 RTL, FX 63-120, dan EPPLER 395. Mohinder airfoil will be selected based on aerodynamic performance at Reynold number 200.000. The simulation results showed the AH 79-100 B airfoil has higher L/D_{max} and Cl at angle of attack (AOT) -10° to 20° compared to airfoil MH-32 (Mohinder current airfoil)

Keywords: UAV, AHP, Airfoil, Criteria, Aerodynamics.

1. PENDAHULUAN

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) merupakan jenis pesawat terbang yang dapat beroperasi tanpa pilot *onboard* atau sering disebut pesawat nirawak^[1]. Awal mula penggunaan UAV dikhususkan untuk kepentingan militer, namun saat ini UAV telah dapat digunakan untuk kepentingan sipil seperti *delivery*, pengawasan, pemetaan, dan *monitoring*^[2]. Penggunaan UAV untuk kebutuhan *monitoring* atau *mapping* dapat mengurangi *operation cost*^[3], oleh karena itu beberapa sektor industri seperti, *meteorological*^[4], kehutanan^[5], dan pertanian^[6] sudah memanfaatkan UAV sebagai fasilitas operasi.

Beberapa lembaga yang berusaha untuk mengembangkan UAV agar lebih efektif, handal, dan juga mudah digunakan bagi orang awam, UKM RIPTEK UNNES (Unit Kegiatan Mahasiswa Rekayasa Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Universitas Negeri Semarang) merupakan salah satu lembaga yang sedang berupaya mengembangkan beberapa jenis pesawat nirawak. Adanya perbedaan dimensi dan karakteristik operasi antara X-UAV Talon dengan Mohinder membutuhkan jenis *airfoil*

Corresponding Author:
✉ Dony Hidayat Al-Janan
Received on: 2022-06-30
Revised on: 2024-01-26.
Accepted on: 2024-04-19.

yang berbeda pula, maka dari itu perlu adanya pemilihan jenis *airfoil* yang sesuai dengan kebutuhan aerodinamika Mohinder.

Menurut klasifikasi dari CAA (*Civil Aviation Authority*) of Great Britain, *Small/Micro*, UAV adalah pesawat nir-awak yang beratnya tidak lebih dari 20 kg^[7], maka dari itu Mohinder termasuk kedalam *Small/Micro* UAV. Umumnya dalam merancang desain sebuah *small* UAV, prosedur pemilihan jenis *airfoil* lebih diperhatikan untuk mengurangi kompleksitas dan waktu pengembangan^[8].

Beberapa penelitian tentang pemilihan bentuk *airfoil* sayap sudah pernah dilakukan sebelumnya, seperti pemilihan *airfoil* terhadap *micro-UAV* yang melibatkan 10 jenis *airfoil* kemudian diuji oleh *wind tunnel* untuk mendapatkan nilai performa aerodinamiknya, dialirkan kecepatan udara 20 m/s dengan bilangan *Reynold* sebesar 200.000. Hasil penelitian menunjukkan EPPLER-387 yang memiliki efisiensi aerodinamik dan stabilitas tertinggi dibanding 9 *airfoil* lainnya^[9]. Sedangkan, pemilihan dan analisis *airfoil* untuk *fixed wing micro-UAV* juga telah dilakukan. Penelitian ini membandingkan *airfoil* yang *symmetrical* dan *semi-symmetrical* dengan kriteria utama adalah performa *lift airfoil*. Analisa aerodinamika menggunakan software XFLR 5 lalu dibandingkan dengan ANSYS, hasil penelitian menunjuka MH 113 memiliki *coeficient lift* paling tinggi dibandingkan 5 *airfoil* lain^[10].

Desain *airfoil* untuk *Unmanned High-Altitude Aft Swept Flying Wings* juga telah dibuat, 12 *airfoil* dengan perbedaan ketebalan diinvestigasi kemudian dilakukan analisa menggunakan XFOIL. Hasil investigasi menunjukkan ketebalan *airfoil* mempengaruhi *lift & drag ratio* serta ZMR-19 & ZMR-26 merupakan *airfoil* terpilih karena memiliki performa aerodinamik yang menarik^[11]. Penelitian mengenai desain *airfoil* lainnya telah dilakukan dengan menggunakan dua batasan yaitu panjang landasan untuk *takeoff* kurang dari 70 m dan kecepatan *stall* sekitar 15 m/s, penelitian dilakukan dengan cara simulasi menggunakan software XFLR5 dan Eppler 423 merupakan *airfoil* yang paling tepat^[12].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, pemilihan jenis *airfoil* hanya memperhitungkan faktor performa aerodinamis saja, padahal ada beberapa faktor lain yang menentukan kesesuaian performa *airfoil*, seperti karakteristik geometrik. Memenuhi hal tersebut, metode MCDM (*Multi Criteria Decision Making*) dapat digunakan untuk menentukan *airfoil*.

MCDM adalah pendekatan untuk mengambil keputusan yang melibatkan banyak kriteria. Tujuannya adalah untuk mengatasi kompleksitas dan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan yang melibatkan banyak aspek atau dimensi. Sedangkan AHP (*Analytic Hierarchy Process*) adalah metode dalam MCDM yang membangun hierarki kriteria, membandingkan pasangan elemen, menghitung bobot, dan akhirnya memilih alternatif terbaik berdasarkan skor kriteria dan bobotnya. AHP membantu mengatasi kompleksitas dan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan dengan memanfaatkan perbandingan berpasangan dan hierarki. Penelitian ini bertujuan untuk memilih jenis *airfoil* UAV pada pesawat tanpa awak Mohinder UNNES dengan menggunakan metode AHP.

2. METODE DAN BAHAN

Dalam penelitian ini, dianalisa dan dipilih bermacam *Airfoil* Mohinder dengan metode penelitian dan pengembangan melalui simulasi. Penelitian dan pengembangan adalah proses penerjemahan rancangan ke dalam bentuk fisik dengan dasar ilmiah dan empiris untuk meningkatkan suatu produk pengembangan yang telah ada^[13] atau dengan kata lain metode penelitian dan pengembangan diartikan sebagai suatu metode penelitian

yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu lalu menguji efektifitas produk tersebut^[14].

2.1. Prosedur Pemilihan *Airfoil*

Penelitian ini bertujuan untuk memilih *airfoil* menggunakan metode AHP, melalui 6 tahapan pemilihan sebagai berikut:

1. Tahap Pengumpulan Data

Tahap Pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan data karakteristik geometri, performa aerodinamika berbagai macam *airfoil* dan menentukan spesifikasi minimum kebutuhan performa aerodinamik pesawat Mohinder,- seperti tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria minimum *airfoil* Mohinde

Kriteria Minimum	Nilai
<i>Maximum Camber</i>	< 9%
<i>Maximum Thickness</i>	< 20%
C_{Lmax}	> 1.25
α_{stall}	> 6°
C_{L0}	> 0.472

Spesifikasi minimum kebutuhan pesawat Mohinder ditentukan dengan cara mengamati performa Mohinder saat melewati lintasan uji coba. Sedangkan untuk spesifikasi maksimum geometri *airfoil* dilakukan dengan cara pengukuran langsung melalui database web *airfoiltools.com*

Halaman web *airfoiltools.com* menyediakan data performa dan geometri 1638 *airfoil*. Penyaringan *airfoil* dilakukan dengan cara melakukan input data maksimum *chamber* dan *thickness* yang diperoleh saat peninjauan lapangan.

2. Tahap Pembobotan Kriteria

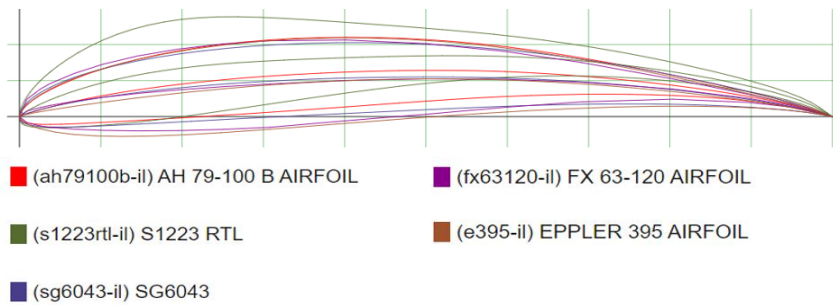
Pem 0043 bobotan kriteria dilakukan untuk mengetahui tingkatan kepentingan antara kriteria satu dengan lainnya. Pembobotan kriteria dilakukan menggunakan metode AHP. Secara keseluruhan terdapat 6 kriteria yang terbagi menjadi 2 segi yaitu geometri dan performa aerodinamika. Adapun kriteria dari segi geometri adalah *Max Camber* dan *Thickness* sedangkan dari segi performa aerodinamika yaitu *astall*, *Max L/D*, C_{Lmax} , dan C_{l0} . Pembobotan kriteria harus mengikuti skala Saaty yang diterangkan dalam Tabel 2.

3. Tahap Pemilihan *Airfoil*

Terdapat 1638 jenis *airfoil* yang dapat diakses di web *airfoiltool.com* sebagai referensi seleksi sesuai spesifikasi minimum Mohinder dalam Tabel 1 untuk memilih 5 *airfoil* yang tersaji pada Gambar 1. Selanjutnya kelima jenis *airfoil* ini akan dilakukan pemilihan menggunakan metode AHP berdasarkan tingkatan pembobotan kriteria yang telah didapat. Lalu, Menyusun urutan *airfoil* dengan cara mengalikan setiap nilai *eigen* kriteria terhadap nilai *eigen* kriteria *airfoil*.

Tabel 2. Nilai Skala Kepentingan Saaty^[15]

Tingkat Kepentingan	Definisi	Perbandingan Kriteria A dan B
1	Sama	Kriteria A dan B sama pentingnya
3	Moderat	Kriteria A sedikit lebih penting daripada kriteria B
5	Kuat	Kriteria A lebih penting daripada kriteria B
7	Sangat kuat	Kriteria A sangat lebih penting daripada kriteria B
9	Ekstrem	Kriteria A mutlak lebih penting daripada kriteria B
2,4,6,8	Resipokral	Jika berada di antara nilai di atas Jika kriteria A mempunyai nilai jika dibandingkan dengan kriteria B, maka nilai perbandingan kriteria B terhadap A adalah kebalikannya.

**Gambar 1.** Perbandingan geometri Kelima Airfoil Terpilih**Tabel 3.** Nilai Kriteria Airfoi (*airfoiltools.com*)

Nilai Kriteria Airfoil	Max Camber	Thickness	$C_{l_{max}}$	L/D_{max}	C_{l_0}	α_{stall}
AH 79-100 B	6,4	10	1,642	99,97	0,875	16°
S1223 RTL	8,3	13,5	2,220	98,03	1,118	13,5°
FX 63-120	5,2	12	1,647	93,66	0,764	17°
SG6043	5,1	10	1,628	98,02	0,657	17,5°
EPPLER 395	5,2	12,3	1,489	92,15	0,690	18°

Pemilihan menggunakan metode AHP diawali dengan menyusun matriks kriteria berpasangan dan memberi penilaian berdasarkan skala Saaty pada Tabel 2. Kemudian, melakukan normalisasi setiap elemen matriks berpasangan dengan membagi semua elemen a_{ij} ; – dimana (i,j) menunjukkan baris dan kolom. Setelah itu, melakukan perhitungan nilai *eigen* normalisasi dengan cara menghitung rerata nilai elemen matriks normalisasi untuk setiap baris matriks. Selanjutnya, melakukan uji konsistensi untuk mengecek validitas perhitungan normalisasi dengan menggunakan Persamaan (1) dan (2) dengan RI (*Random Index*) telah ditetapkan oleh Saaty tergantung pada jumlah kriteria yang diuraikan pada Tabel 4.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

(1)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

(2)

Dimana :

CI : Consistency index

CR : Consistency ratio

RI : Random Index

λ_{max} : eigen maksimum

n : jumlah kriteria

Tabel 4. Nilai *Random index*

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Adapun perhitungan dianggap konsisten jika nilai *consistency ratio* nya kurang dari 0.1.

3. Tahap Validasi dan Uji Coba

Tahap ini dilakukan dengan membandingkan *airfoil* MH 32 dengan *airfoil* yang terpilih. Kedua *airfoil* akan dianalisa menggunakan *software* simulasi XFLR5 untuk mendapatkan α_{stall} , C_l/C_d , Cl_{max} , dan Cl_0 .

4. Tahap Pembahasan

Tahap pembahasan berfungsi untuk menjelaskan bagaimana proses pemilihan dan validasi hasil penelitian.

5. Tahap Kesimpulan

Tahap kesimpulan merupakan tahap terakhir dari penelitian ini yang berfungsi menyimpulkan apakah pemilihan airofil menggunakan metode AHP lebih baik dibandingkan *airfoil* sebelumnya.

2.2. Uji Coba Produk

Uji coba produk perlu dilakukan untuk mengetahui performa yang dihasilkan oleh *airfoil* terpilih. *Airfoil* yang memiliki skor tertinggi dalam pemilihan akan dianalisa untuk mengetahui karakteristik dan performa aerodinamikanya. Analisa akan dilakukan menggunakan *software* simulasi XFLR5 karena *software* ini memiliki akurasi yang lebih

baik dibandingkan simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*) pada bilangan Reynold rendah^[16]. *Airfoil* dianalisa pada bilangan Reynold 200.000 dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan nilai α_{stall} , $Max L/D$, Cl_{max} , dan Cl_o antara *airfoil* terpilih dengan *airfoil* Mohinder saat ini. Langkah–langkah dalam simulasi dijelaskan sebagai berikut:

1. *Input airfoil*

Input geometri *airfoil* terpilih dengan *airfoil* MH 32 yang berformat .dat. Cara melakukan *input airfoil* pada *software* XFLR5 yaitu dengan memilih menu *new*, kemudian *direct airfoil analysis*, lalu *open*.

2. Konfigurasi Parameter Analisis

Mengisi data konfigurasi parameter seperti yang tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Konfigurasi Parameter Analisis

Parameter Analisis	Nilai
Jumlah Panel	150
Bilangan Reynolds	200.000
Range sudut serang	-10° - 20°

3. Simulasi

Simulasi dapat dimulai dengan menekan tombol *analyze*. Hasil simulasi berupa grafik, dimana terdapat 3 grafik yaitu Cl vs α , Cd vs α , dan Cl/Cd vs α .

4. Analisa data

Data performa yang berupa Cl vs Cd , Cd vs α , dan Cl/Cd vs α dianalisa dan didapatkan kesimpulan tentang apakah *airfoil* terpilih memiliki performa yang lebih baik dibandingkan *airfoil* MH 32.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Hasil

Tahap awal pemilihan menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) adalah melakukan pembobotan kriteria kemudian seperti dalam Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Berpasangan Pembobotan Kriteria Pemilihan

Matriks Berpasangan	Max Camber	Thickness	Cl_{max}	L/D_{max}	Cl_o	α_{stall}
Max Camber	1	2	0,2	0,143	0,1667	0,25
Thickness	0,5	1	0,25	0,1667	0,2	0,333
Cl_{max}	5	4	1	0,333	0,5	3
L/D_{max}	7	6	3	1	3	5
Cl_o	6	5	2	0,333	1	3
α_{stall}	4	3	0,333	0,2	0,333	1

Pembobotan kriteria dilakukan dengan mengikuti skala Saaty Tabel 2 dan aksioma aksioma AHP seperti *reciprocal comparison*, *dependence*, *homogeneity*, dan *expectation*^[15]. Data pada Tabel 5 dinormalisasi dengan membagi setiap elemen matriks berpasangan dengan jumlah elemen pada kolom dalam Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Normalisasi Kriteria

Nilai Normalisasi Kriteria	Max Camber	Thickness	Cl_{max}	L/D_{max}	Cl_0	α_{stall}	Bobot	λ
Max Camber	0.043	0.095	0.029	0.066	0.032	0.020	0.285	0.047
Thickness	0.021	0.048	0.037	0.077	0.038	0.026	0.247	0.041
Cl_{max}	0.213	0.190	0.147	0.153	0.096	0.238	1.038	0.173
L/D_{max}	0.298	0.286	0.442	0.460	0.577	0.397	2.460	0.410
Cl_0	0.255	0.238	0.295	0.153	0.192	0.238	1.372	0.229
α_{stall}	0.170	0.143	0.049	0.092	0.064	0.079	0.598	0.100

Setelah itu hasil normalisasi kriteria digunakan untuk menghitung nilai *eigen* dengan cara mencari rata-rata tiap baris nilai normalisasi kriteria sebelum disimpulkan perhitungan diperiksa konsistensinya dan *mencukupi* nilai konsistensi yang diajarkan yaitu 0,079. Berdasarkan Tabel 7 dapat disimpulkan kriteria memiliki nilai *eigen* tertinggi adalah kriteria L/D_{max} dengan nilai 41% disusul dengan Cl_0 , Cl_{max} , α_{stall} , Max camber, dan Thickness

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai *eigen airfoil*, setiap kriteria pemilihan dimulai dengan melakukan pembobotan *airfoil* berdasarkan skala Saaty yang berpatokan dari nilai kriteria *airfoil* dalam Tabel 3. Semakin besar nilai max camber dan thickness *airfoil* maka semakin rendah bobot yang diberikan, sedangkan untuk kriteria aerodinamis semakin besar nilai kriteria aerodinamis *airfoil* semakin tinggi bobot yang akan diberikan. Setelah itu dilakukan normalisasi, diperiksa konsistensi perhitungannya dan didapatkan vektor *eigen airfoil* untuk setiap kriteria. Adapun hasil nilai *eigen airfoil* setiap kriteria akan dirangkum pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Vektor Eigen Airfoil Setiap Kriteria

Nilai Vektor Eigen Kriteria Airfoil	Max Camber	Thickness	Cl_{max}	L/D_{max}	Cl_0	α_{stall}
AH 79-100 B	0.091	0.325	0.113	0.472	0.252	0.113
S1223 RTL	0.046	0.058	0.047	0.238	0.503	0.047
FX 63-120	0.216	0.110	0.163	0.083	0.114	0.163
SG6043	0.406	0.380	0.262	0.165	0.052	0.262
EPPLER 395	0.241	0.128	0.415	0.043	0.080	0.415

Tabel 8 menunjukkan setiap *airfoil* memiliki nilai-nilai *eigen* yang beragam, alternatif pemilihan memiliki kelebihan di masing-masing kriteria misalnya *airfoil* AH 79-100 B memiliki nilai *eigen L/D max* tertinggi, S1223 RTL memiliki Cl_0 tertinggi,

EPPLER yang unggul di kriteria α_{stall} dan Cl_{max} , dan SG6043 yang unggul pada kriteria geometri.

Data pada Tabel 8 telah diuji konsistensinya menggunakan Persamaan (1), adapun nilai *consistency ratio* setiap perhitungan bernilai kurang dari 0,1 atau konsisten. Langkah terakhir dalam metode AHP adalah melakukan pengurutan alternatif. Adapun hasil pengurutan akan dijabarkan pada Tabel 9.

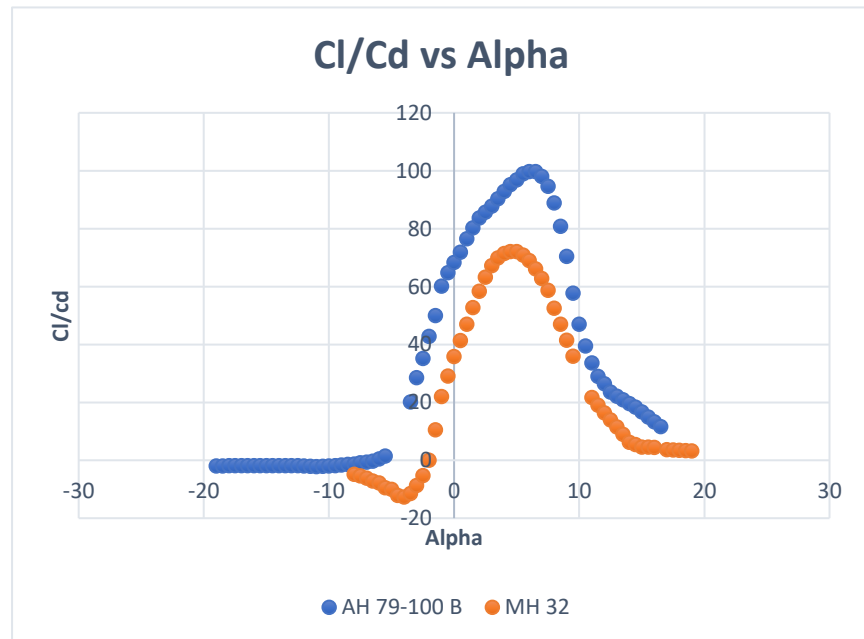
Berdasarkan Tabel 9 *airfoil* yang memiliki rerata terbaik adalah AH 79-100 B dengan nilai 0,308 disusul dengan S1223 RTL, SG6043, FX 63-120, dan yang terakhir EPPLER 395. Maka berdasarkan data diatas disimpulkan bahwa *airfoil* yang paling tepat untuk Mohinder adalah AH 79-100 B.

Tabel 9. Perangkingan *Airfoil* Terbaik

<i>Airfoil</i>	Skor
AH 79-100 B	0.308
S1223 RTL	0.305
FX 63-120	0.129
SG6043	0.156
EPPLER 395	0.102

3.2. Pembahasan

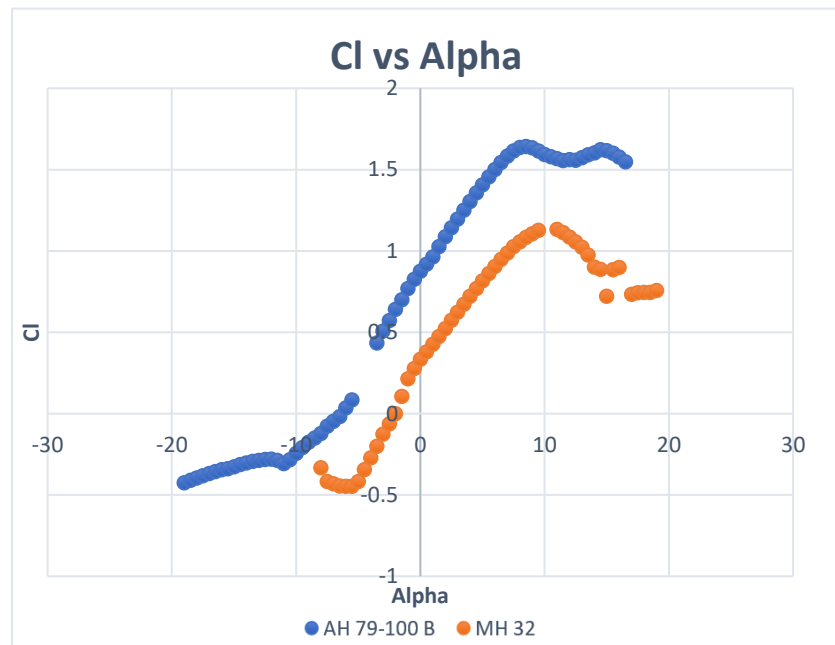
AH 79-100 B merupakan *airfoil* terbaik dari 4 *airfoil* lainnya berdasarkan metode AHP. AH 79-100 B perlu dibandingkan dengan *airfoil* Mohinder sekarang yaitu MH-32 untuk mengetahui performa kedua jenis *airfoil*. Berikut perbandingan performa AH 79 -100 B dan MH-32 pada bilangan Reynold 200.000.



Gambar 2. Cl/Cd vs Alpha AH 79 -100 B dan MH-32

Gambar 2 menunjukkan hubungan rasio koefisien angkat dan koefisien hambat terhadap sudut serang pada 2 *airfoil* yaitu AH 79-100 B dan MH-32. Kurva merah menunjukkan rasio koefisien angkat dan koefisien hambat terhadap sudut serang pada *airfoil* AH 79-100 B, sedangkan kurva biru menunjukkan hubungan rasio koefisien angkat dan koefisien hambat terhadap sudut serang pada *airfoil* MH-32. Semakin besar rasio gaya angkat terhadap gaya hambat suatu *airfoil* maka semakin reliabel *airfoil* tersebut untuk digunakan pada pesawat yang memiliki jarak tempuh jauh^[17].

Berdasarkan Gambar 2 dapat disimpulkan *airfoil* AH 79 100-B memiliki rasio angkat dan hambat yang lebih tinggi dibanding *airfoil* MH-32 di sudut serang -10° hingga 20° , hal ini ditunjukkan dengan kurva merah yang berada diatas kurva biru. Adapun Cl/Cd tertinggi AH 79 100-B pada sudut serang 6° dengan nilai Cl/Cd sebesar 99,967; sedangkan Cl/Cd tertinggi MH-32 pada sudut serang 4.5° dengan nilai Cl/Cd sebesar 72.010.



Gambar 3. Cl vs alpha AH 79 -100 B dan MH-32

Gambar 3 menunjukkan hubungan koefisien angkat terhadap sudut serang pada 2 *airfoil* yaitu AH 79-100 B dan MH-32. Kurva merah menunjukkan koefisien angkat terhadap sudut serang pada *airfoil* AH 79-100 B, sedangkan kurva biru menunjukkan hubungan koefisien angkat terhadap sudut serang pada *airfoil* MH-32.

Berdasarkan Gambar 3 dapat disimpulkan *airfoil* AH 79 100-B memiliki koefisien angkat lebih tinggi dibanding *airfoil* MH-32 di sudut serang -10° hingga 20° , hal ini ditunjukkan dengan kurva merah yang berada diatas kurva biru. Adapun Cl tertinggi AH 79 100-B pada sudut serang 8.2° dengan nilai Cl sebesar 1.67, sedangkan Cl tertinggi MH-32 pada sudut serang 9.5° dengan nilai Cl sebesar 1.139, dari grafik diatas juga dapat disimpulkan *airfoil* AH 79-100 B memiliki sudut *stall* pada *angle of attack* 16° ditunjukkan dengan menurunnya koefisien angkat pada sudut serang 16° , sedangkan *airfoil* MH-32 memiliki sudut *stall* pada *angle of attack* 15° ditunjukkan dengan menurunnya koefisien angkat pada sudut serang 15° .

4. KESIMPULAN

Pemilihan *airfoil* Mohinder dilakukan dengan mempertimbangkan enam kriteria, yang diprioritaskan sebagai berikut: Cl/Cd_{max} , Cl_0 , Cl_{max} , sudut *stall*, *chamber* maksimum, dan ketebalan maksimum. Hasil seleksi menggunakan *Analytical Hierarchy Process* menunjukkan bahwa terdapat lima alternatif *airfoil* terbaik yang optimal pada bilangan *Reynold* 200.000 dengan urutan sebagai berikut: AH 79-100 B, S1223 RTL, SG6043, FX 63-120, dan EPPLER 395. Secara khusus, *airfoil* AH 79-100 B menunjukkan kinerja aerodinamika yang unggul dibandingkan dengan MH-32. AH 79-100 B memiliki Cl/Cd dan Cl yang lebih baik dalam rentang sudut serang -10° hingga 20° daripada MH-32. Selain itu, AH 79-100 B menunjukkan peningkatan pada cakupan sudut *stall* sebanyak 1° dibandingkan dengan MH-32.

Penelitian ini masih berdasarkan hasil simulasi dari *software* XFLR 5 untuk melakukan validasi performa *airfoil* terpilih. Sehingga, pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan uji coba langsung menggunakan *wind tunnel* untuk mendapatkan data performa yang lebih akurat.

PERNYATAAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada Universitas Negeri Semarang yang telah menyediakan sarana dan prasarana yang membantu untuk menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan padas eluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Narayanan, R., dan Ibe, O. (2015). Joint Network for Disaster Relief and Search and Rescue Network Operations. *Journal of Wireless Public Safety Network*, 10(6), 163-193.
- [2] Jung, S. (2020). Special Issue on Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). *Applied Sciences*, 10(22), 8078.
- [3] Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment*, AIAA Education Series, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, VA, USA, ISBN 978-1-60086-759-0.
- [4] Elston, J., Argrow, B., Stachura, M., Weibel, D., Lawrence, D., Pope, D. (2015). Overview of Small Fixed-Wing Unmanned Aircraft for Meteorological Sampling. *J. Atmos. Ocean. Technol.*, 32, 97–115.
- [5] Chianucci, F., Disperati, L., Guzzi, D.; Bianchini, D., Nardino, V., Lastrì, C., Rindinella, A., Corona, P. (2016) Estimation of Canopy Attributes in Beech Forests Using True Colour Digital Images from a Small Fixed-Wing UAV. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 47, 60–68.
- [6] Zhang, H., Wang, L., Tian, T., Yin, J. (2021). A Review of Unmanned Aerial Vehicle Low-Altitude Remote Sensing (UAV-LARS) Use in Agricultural Monitoring in China. *Remote Sens*, 13, 1221.
- [7] Verstynen, H. (2013). *Perspectives on Unmanned Aircraft Classification for Civil Airworthiness Standards*. Langley Research Center, National Aeronautics and Space Administration: Hampton, VA, USA.

- [8] Sadraey, M.H. (2013). *Aircraft Design: A Systems Engineering Approach; Aerospace Series*. Wiley: Chichester, UK, ISBN 978-1-119- 95340-1.
- [9] Shams, T. A., Shah, S. I. A., Javed, A., dan Hamdani, S. H. R. (2020). Airfoil Selection Procedure, Wind Tunnel Experimentation and Implementation of 6 DOF Modeling on a Flying Wing Micro Aerial Vehicle. *Journal Micromachines*, 11(6), 553-584.
- [10] Ashutosh, R. K., Mohit S. D., Parikshit S. D., dan Babasaheb K. V. (2022). Selection and Analysis of An Airfoil for Fixed Wing Micro Unmanned Aerial Vehicle. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 9, 523-527.
- [11] Alsahlani, A. A., dan Rahulan, T. (2017). Aerofoil Design for Unmanned High-Altitude Aft-Swept Flying Wings. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 9(30), 335–345.
- [12] Bravo-Mosquera, P.D., Botero-Bolivar, L., Acevedo-Giraldo, D. & Cerón-Muñoz, H.D. (2017). Aerodynamic design analysis of a UAV for superficial research of volcanic environments. *Journal Aerospace Science and Technology*, 70, 600-614.
- [13] Richey, R. C., dan Klein, J. D. (2007). *Design and Development Research. Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 141–150.
- [14] Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [15] Saaty, T.L. dan Vargas L.G. (2012). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process Second Edition*. International Series in Operations Research & Management Science Volume 175. New York: Springer.
- [16] Morgado, J., Vizinho, R., Silvestre, M. A. R., & Páscoa, J. C. (2016). XFOIL vs CFD Performance Predictions for High Lift Low Reynolds Number Airfoils. *Journal Aerospace Science and Technology*, 52, 207–214.
- [17] Hanif, I., An Nafi, A., & Jatisukanto, G. (2017). Pengaruh Sudut Tekuk (Cant) Winglet pada Airfoil NACA 2215 pada Aerodinamika Pesawat. *Journal Rotor*, 41-45.