

TUGAS AKHIR

Analisis Airfoil Pada Sayap Pesawat UAV Menggunakan Software Ansys Fluent (CFD)

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat-Syarat Yang Diperlukan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)*



Disusun Oleh:

ASHAR ASWAD

NIM.1705903010038

BIDANG KEAHLIAN KONVERSI ENERGI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS TEUKU UMAR

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2021

LEMBAR PENGESAHAN SIDANG TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini dengan judul “Analisis Airfoil Pada Sayap Pesawat UAV Menggunakan Software Ansys Fluent (CFD)”,

disusun oleh:

Nama : Ashar Aswad

Nim : 1705903010038

Bidang : Teknik Konversi Energi

Program Studi : Teknik Mesin

Telah disetujui untuk diseminarkan pada tanggal 08 Desember 2021 dan dinyatakan LULUS serta dapat melanjutkan pada Sidang Tugas Akhir, guna memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik (S.T) pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Alue Peunyareng, 12 Juli 2021

Disetujui,

Pembimbing

Maidi Saputra, ST., MT

NIP. 198105072015041002



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Maidi Saputra, ST., MT

NIP. 198105072015041002

LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, 08 Desember 2021.

Nama : Ashar Aswad
Nim : 1705903010038
Bidang : Teknik Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : "Analisis Airfoil Pada Sayap Pesawat UAV Menggunakan Software Ansys Fluent (CFD)"

Alue Peunyareng, 08 Desember 2021.

Disetujui,

1 Maldi Saputra, ST., MT
NIP. 198105072015041002

2 Zakir Husin, ST., MT
NIDN. 0130017202

3 Herri Darsan, ST., MT
NIP . 198507272019031011

.....
(Pembimbing I)

.....
(Penguji I)

.....
(Penguji II)

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Mesin


Maldi Saputra, ST., MT

NIP.198105072015041002

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS

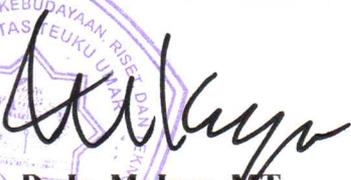
Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, 08 Desember 2021.

Nama : Ashar Aswad
Nim : 1705903010038
Bidang : Teknik Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : "Analisis Airfoil Pada Sayap Pesawat UAV
Menggunakan Software Ansys Fluent (CFD)"

Alue Peunyareng, 08 Desember 2021.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. M. Isya, MT
NIP. 1962041119890310002

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Mesin



Maldi Saputra, ST., MT
NIP. 198105072015041002

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ASHAR ASWAD
NIM : 1705903010038
Tempat/Tanggal Lahir : Pangkalan Berandan, 11 November 1998
Alamat : Jalan Merdeka, Kab. Aceh Barat

Dengan ini menyatakan sesungguhnya bahwa di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari skripsi, tesis, disertasi, buku atau bentuk lain yang saya kutip dari orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan plagiasi. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri. Apabila ternyata dalam skripsi saya terdapat bagian-bagian yang memenuhi unsur plagiasi, maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebahagian atau seluruh hak gelar sarjana saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Meulaboh, 23 Desember 2021
Saya yang membuat pernyataan,


ASHAR ASWAD
1705903010038

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mendapat kesempatan untuk menyelesaikan Penulisan Tugas Akhir yang berjudul: **ANALISIS AIRFOIL PADA SAYAP UAV MENGGUNAKAN SOFTWARE ANSYS FLUENT (CFD)**

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan suatu kewajiban bagi mahasiswa Pogram Studi Teknik Mesin Universitas Teuku Umar. Hal ini dimaksudkan juga agar mahasiswa mendapatkan gambaran yang berhubungan dengan ilmu keteknikan secara khusus. Dalam melaksanakan penelitian ini penulis banyak mendapat ilmu pengetahuan dan pengalaman yang sangat berharga, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta serta keluarga yang telah memberikan dukungan baik doa maupun materi kepada penulis selama ini. Untuk itu penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada:

1. Kepada Ayahanda dan Ibunda yang telah mendoakan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Jasman J.Ma`ruf, SE., MBA , selaku Rektor Universitas Teuku Umar.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Isya. ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar.
4. Bapak Maldi Saputra, ST,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Teuku Umar.
5. Bapak Maldi Saputra, ST., MT. selaku Dosen pembimbing I
6. Bapak Zakir Husin,.ST., MT. Selaku Dosen Penguji I
7. Bapak Herri Darsan, S.T., MT Selaku Dosen Penguji II
8. Kepada seluruh kawan-kawan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

Dalam Penulis Tugas Akhir ini penulis menyadari masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun hasil yang di capai belum maksimal

oleh karna keterbatasan ilmu dan kekurangan kekurangan yang penulis miliki, semoga ada kiranya kritikan yang bersifat membangun untuk pelurusan isi Tugas Akhir ini supaya lebih sempurna.

Akhir kalam penulis mengharapkan kiranya tulisan ini dapat bermanfaat baik bagi penulisan sendiri maupun pembaca.

Penulis

Ashar Aswad

**Analisis Airfoil Pada Sayap Pesawat UAV Menggunakan Software Ansys
Fluent (CFD)**

Ashar Aswad.

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Teuku Umar.

E-mail : Asharaswad77@gmail.com

ABSTRAK

Dunia Kedirgantaraan di Indonesia yang semakin lesu, butuh Peneliti-peneliti bertalenta di bidang Aerodinamika agar bisa mengangkat kembali nama baik dan harga diri Bangsa. Penelitian saya kali ini bertemakan studi bidang aerodinamika dari potongan melintang sayap pesawat terbang type Airfoil NACA 4412 dengan mencari Airfoil yang tepat. Metode yang saya gunakan dengan penerapan Simulasi CFD menggunakan Software ANSYS-Fluent versi 14.5 dengan Workbench. Hasil yang di dapat dari penelitian ini akan ditabulasikan dalam tabel dan grafik. Dengan mengambil variabel terbaik untuk tipe NACA 4412 Kata Kunci : Airfoil NACA 4412.

ABSTRAK

The aerospace world in Indonesia, which is increasingly sluggish, needs talented researchers in the field of Aerodynamics to be able to revive the good name and pride of the Nation. My research this time has the theme of studying the field of aerodynamics from the cross section of the wing of the NACA 4412 Airfoil type aircraft by finding the right Airfoil. The method I use with the implementation of CFD Simulation is using ANSYS-Fluent software version 14.5 with Workbench. The results obtained from this study will be tabulated in tables and graphs. By taking the best variable for the type of NACA 4412 Keyword : Airfoil NACA 4412.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SIDANG TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRAK	vii
Gambar 4. 5 Scaled Residuals 30	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka Dan Hasil Teori	4
2.2 Jenis UAV	5
2.2.1 Jenis pesawat UAV berdasarkan jenis sayap	6
2.3 Teori Pesawat Terbang.....	7
2.4 Perangkat Elektromekanik pada UAV	9

2.4.1 Radio Kontrol.....	9
2.4.2 Motor DC Brushless.....	9
2.4.3 ESC (Electronic Speed Controller)	9
2.4.4 Motor Servo	11
2.4.5 Flight Control	11
2.4.6 Telemetri	12
2.4.7 Kestabilan Pesawat	12
2.5 Bidang Kendali Pada Pesawat UAV	13
2.6 Komputasi Dinamika Fluida	14
BAB III	16
METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Laptop	18
3.2.2 Ansys fluent (CFD) 2017	18
3.3 Analisa Airfoil Pada Sayap Pesawat UAV	19
3.3.1 Desain.....	19
3.4 Naca Series.....	21
3.5 Diagram Alir.....	22
3.6 Jadwal Kegiatan.....	23
BAB IV	24

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Validasi Simulasi	24
4.2 Verifikasi Material.....	24
4.3 Hasil Simulasi.....	25
4.3.1 Hasil Simulasi Kordinat	26
4.4 Analysis Sistem.....	28
4.4.1 Geometri.....	28
4.4.2 Meshing.....	29
4.4.3 Scaled Residuals.....	30
4.4.4 Results	31
4.4.5 Hasil Simulasi	31
BAB V.....	32
PENUTUP.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran.....	33
Daftar Pustaka	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pesawat UAV Surveillance	4
Gambar 2. 2 Jenis sayap UAV	6
Gambar 2. 3 Gaya pada Pesawat.....	7
Gambar 2. 4 Aliran udara pada Airfoil	7
Gambar 2. 5 Sumbu gerak pesawat.....	8
Gambar 2.6 Koversi PWM pengatur kecepatan motor DC.....	10
Gambar 2.7 Pengaturan arah servo dengan PWM	10
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	16
Gambar 3. 2 AnsysFluent (CFD)	19
Gambar 3. 3 Desain Airfoil.....	20
Gambar 3. 4 Tipe Airfoil.....	21
Gambar 3.5 Diagram Alir	22
Gambar 4.1 Material Airfoil	25
Gambar 4. 2 Model Airfoil 4412	27
Gambar 4. 3 Proses Geometri	28
Gambar 4. 4 Proses Meshing	29
Gambar 4. 5 Scaled Residuals.....	30
Gambar 4. 6 Contour Inlet dan Outlet.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Time Line Penelitian	17
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan	23
Tabel 4.1 Material	25
Tabel 4.2 Hasil Kordinat Airfoil	26
Tabel 4. 3 Dimensi Model Naca 4412	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesawat tanpa awak (english = Unmanned Aerial Vehicle atau disingkat UAV), adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri dengan program tersendiri. Pesawat tanpa awak memiliki bentuk, ukuran, konfigurasi dan karakter yang bervariasi. Sejarah pesawat tanpa awak adalah Drone, pesawat tanpa awak yang digunakan sebagai sasaran tembak. Teknologi UAV sudah banyak di aplikasikan untuk pemantauan lingkungan dan keamanan, pengawasan meteorologi, riset cuaca, agrikultur, eksplorasi dan eksploitasi bahan-bahan mineral bahkan untuk kepentingan militer.

Sebuah kemajuan teknologi terbaru dari UAV dilengkapi perangkat pendukung yang memungkinkan wahana dapat sepenuhnya dikendalikan secara autonomous. Sistem autonomous UAV pada awalnya dikembangkan pada wahana dengan tipe fixed-wing. Sebuah flight controller digunakan sebagai pusat pengendalian dari sebuah wahana UAV yang dilengkapi dengan sistem algoritma untuk menggantikan pilot serta pembacaan sensor pendukung UAV.

Salah satu UAV yang canggih saat ini adalah UAV Drone produk dari Parrot dengan tipe Disco FPV, drone sayap tetap pertama yang mencapai kecepatan hingga 50 mph (80 km / jam). Mampu terbang dan melihat dunia dari

sudut yang sama dengan Parrot Cockpitglasses, headset FPV yang dirancang untuk menempatkan kokpit drone pengguna. Parrot Skycontroller 2, digunakan dua joystick untuk piloting ultra-presisi dan penerbangan FPV Disco hingga 2 Km jauhnya. Disco FPV dapat take off otomatis dan mendarat dengan satu sentuhan tombol. Drone ini dapat ditinggal oleh pilot dan dapat kemabali dengan fitur Return Home. Bermain dengan stabilitas ketinggian, arah, dan kecepatan, dengan sistem anti-stall. Berdasarkan latar belakang dan referensi yang telah dipaparkan diatas maka penulis mengangkat judul penelitian yaitu :

Analisis Airfoil Pada Sayap Pesawat UAV Menggunakan Software Ansys Fluent (CFD)

1.2 Perumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada maka perumusan perancangan ini difokuskan pada aspek berikut:

1. Bagaimana menganalisa sistem Airfoil pada Sayap pesawat UAV dengan menggunakan Ansys Fluent CFD .

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, maka batasan masalah penelitian ini yaitu:

1. Analisis Airfoil menggunakan software Ansysfluent CFD

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Pesawat UAV ini dapat mengikuti lomba kontes robot Indonesia
2. Sistem system Airfoil ini memudahkan pesawat saat takeoff
3. Melakukan Tujuan Sistem Pesawat UAV Dengan Software (CFD)

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari perancangan dan analisa airfoil pada pesawat tanpa awak (UAV) adalah :

1. Dapat merancangan dan analisa sistem airfoil pada pesawat tanpa awak (UAV)
1. Dapat melihat kekurangan sayap pesawat pada perangkat UAV dan mendapatkan ukuran airfoil yang tepat
2. Ilmu baru bagi penulis dan dapat mengembangkan peneliti- penelitian dari sebelumnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka Dan Hasil Teori

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan pesawat terbang yang di dalamnya tidak mengangkut awak atau pilot, namun dapat dikendalikan dari jarak jauh. Pesawat terbang ini dapat digunakan untuk berbagai kepentingan militer dan sipil, antara lain untuk mengintai daerah musuh, *survey* lahan baik itu pertanian, perkebunan dan pertambangan serta melakukan misi penyelamatan di daerah bencana. UAV memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan pesawat terbang konvensional, yaitu peningkatan kemampuan manuver, biaya pengoperasian dan perawatan yang rendah serta mengurangi resiko kecelakaan terhadap awak pesawat terbang.



Gambar 2. 3 Pesawat UAV Surveillance

(sumber: www.AIR_UAV_Skylark-I-LE_from_Belowg.com)

Sistem kendali otomatis banyak dipakai pada sistem kendali pesawat terbang UAV. Untuk membuat sistem kendali otomatis pesawat terbang UAV

dibutuhkan beberapa persyaratan, yaitu sebuah *Platform* yang merupakan kombinasi *hardware* dan *Software*, dan metode *control*. *Platform* harus memenuhi parameter-parameter, antara lain pengukuran orientasi pesawat terbang dan penentuan koordinat pesawat terbang. Kemudian metode *control* harus memiliki respon yang baik terhadap masukan yang dimasukkan. Salah satu sistem kendali yang sering dipakai pada peluru kendali adalah *tracking system*, sistem ini dipakai untuk mengejar target posisi, selain itu juga diaplikasikan untuk melakukan pemetaan, monitoring dll.

UAV syarat utamanya ialah dapat terbang dan dikendalikan oleh pilot di darat dari jarak jauh. Untuk itu *flight controller* pada pesawat terbang UAV harus dapat dihubungkan dengan *controller* di darat agar pengaturan *flight controller* dapat dilakukan secara *real time*.

Saat ini UAV dapat diklasifikasikan menjadi bermacam-macam kriteria. Diantaranya berdasarkan dimensi, lama terbang, UAV untuk sipil maupun militer, dan ada yang berdasarkan misi dari pesawat tersebut. Dalam pemilihan dimensi bisa langsung ditinjau dan ditentukan dari misi pesawat tersebut. Untuk misi monitoring klasifikasi yang paling sesuai dan sesuai dengan keinginan pada saat melakukan *field research*, *library research*, dan melihat dari perancangan sampai dengan prestasi terbang pesawat adalah kriteria yang dimiliki oleh jenis SUA (*Small Unmanned Air vehicle*).

2.2 Jenis UAV

Secara umum pembagian jenis UAV dilakukan menurut jenis , sumber tenaga penggerak dan besar atau berat pesawat.

2.2.1 Jenis pesawat UAV berdasarkan jenis sayap

a. Fix wing

Pesawat model *fixwing* adalah pesawat yang memiliki bentuk sayap tetap atau tidak bergerak. Pesawat mendapatkan *thrust* dari gaya dorong motor yang menerpa bagian sayap yang memiliki bentuk airfoil tertentu dari depan sampai belakang sehingga menghasilkan gaya angkat.

b. Rotary wing

Pesawat model *rotary wing* memiliki sayap yang bergerak atau berputar atau baling-baling sehingga menghasilkan gaya angkat. Pergerakan pesawat diatur melalui perubahan sudut serang posisi baling-baling.

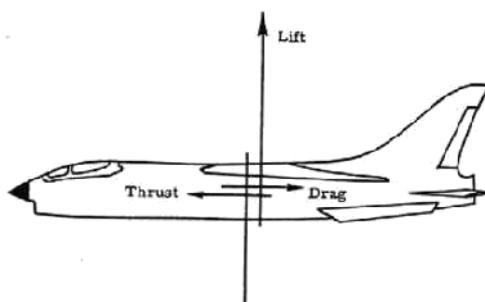


Gambar 2. 4 Jenis sayap UAV

(Sumber : Penelitian, www.aeroengineering.co.id)

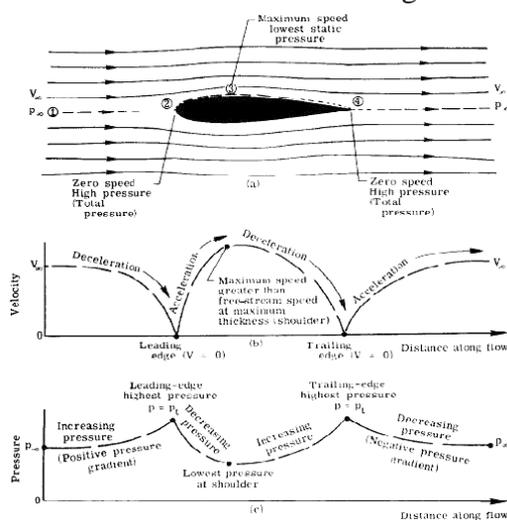
2.3 Teori Pesawat Terbang

Pada pesawat terbang bekerja empat buah gaya yaitu gaya dorong (*thrust*), gaya hambat(*drag*), gaya angkat(*lift*) dan gaya gravitasi bumi karena berat pesawat(*weight*). Gaya dorong muncul akibat dorongan angin dari baling-baling yang digerakkan oleh motor atau mesin pesawat. Gaya hambat muncul karena luas penampang pesawat yang dihamtam oleh angin dari depan pesawat yang mengakibatkan pesawat terhambat untuk bergerak ke depan. Gaya angkat muncul karena tekanan angin atau udara pada bagian atas sayap lebih rendah dari bagian bawah pesawat. Gaya-gaya yang bekerja pada dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2. 3 Gaya pada Pesawat

(Sumber : Penelitian www.aeroengineering.co.id)



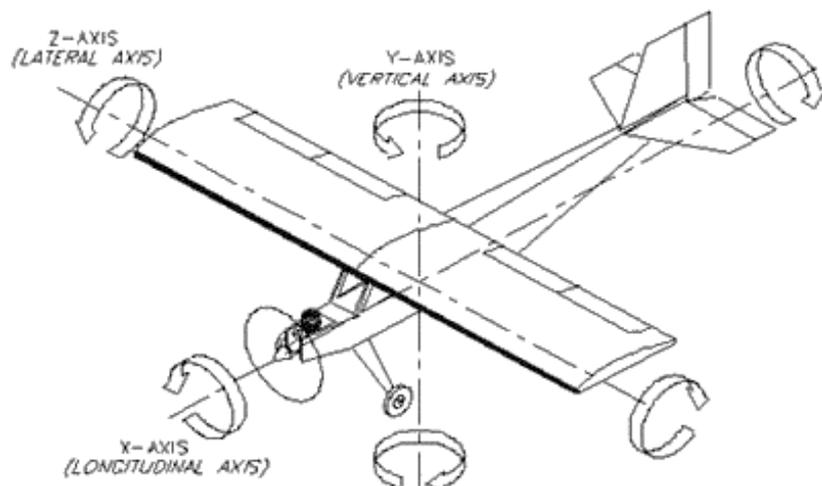
Gambar 2. 4 Aliran udara pada Airfoil

(Sumber : Penelitian www.aeroengineering.co.id)

Angin yang menerpa bentuk *airfoil* sayap menyebabkan kecepatan angin pada bagian atas sayap lebih tinggi dari pada bagian bawah sayap, akibatnya tekanan pada bagian atas sayap lebih rendah dari pada bagian bawah sayap. Hal tersebut menyebabkan pesawat mendapat gaya angkat. Proses terjadinya gaya angkat dapat dilihat pada gambar 2.11

Selain empat macam gaya yang terjadi pada pesawat, ada tiga sumbu gerak meliputi sumbu longitudinal, vertikal dan lateral. Titik pertemuan sumbu-sumbu tersebut merupakan CG (*Center of Gravity*) dalam kestabilan dan manuver pesawat. Manuver pesawat antara lain:

- a. *Roll*, gerak pesawat terhadap sumbu longitudinal dengan menggunakan aileron.
- b. *Pitch*, gerak pesawat terhadap sumbu lateral dengan menggunakan elevator.
- c. *Yaw*, gerak pesawat terhadap sumbu vertikal dengan menggunakan rudder.



Gambar 2. 5 Sumbu gerak pesawat
(Sumber : Penelitian www.aeroengineering.co.id)

2.4 Perangkat Elektromekanik pada UAV

UAV yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan sumber tenaga elektrik. Perangkat elektromekanik yang terdapat pada UAV ini antara lain sebagai berikut:

2.4.1 Radio Kontrol

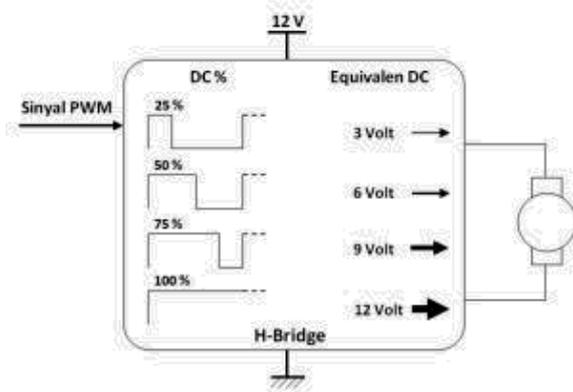
Radio kontrol adalah perangkat elektronika yang digunakan untuk mengatur pergerakan pesawat UAV. Modul radio kontrol terdiri dari sistem *transmitter* dan *receiver*. *Transmitter* mengirimkan sinyal kontrol menuju *receiver* melalui *channel* yang dimiliki secara *wireless*. Joystik pada *transmitter* mewakili perubahan sinyal yang akan dipancarkan. *Receiver* yang terpasang pada badan pesawat UAV akan menangkap sinyal kontrol dan diimplementasikan oleh motor *brushless* dan servo di pesawat.

2.4.2 Motor DC Brushless

Brushless motor DC adalah motor DC elektrik dengan eksitasi terpisah, yang aktif apabila mendapat suplai tegangan searah. Tegangan DC input akan dikonversi menjadi sinyal AC untuk menggerakkan motor. Sinyal kontrol kecepatan pergerakan motor dihasilkan dari *receiver*.

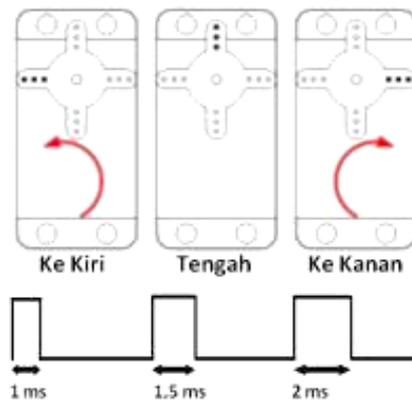
2.4.3 ESC (Electronic Speed Controller)

Adalah perangkat elektronika yang digunakan untuk mengatur kecepatan putar motor *brushless*. ESC menerima input pulsa dari *receiver* dan mengkonversikan pulsa tersebut ke dalam bentuk pengaturan daya yang akan disuplai dari catu daya ke motor DC *brushless*.



Gambar 2.6 Koversi PWM pengatur kecepatan motor DC

(Sumber : Penelitian, autootomotif.blogspot.com)



Gambar 2.7 Pengaturan arah servo dengan PWM

(Sumber : Penelitian, autootomotif.blogspot.com)

ESC menggunakan transistor power MOSFET yang tersusun dalam rangkaian *H-Bridge*. Umumnya menggunakan kapasitor tambahan untuk melindungi ESC dari perubahan nilai pengaturan daya yang bervariasi .

2.4.4 Motor Servo

Motor servo adalah motor elektrik yang menggunakan suplai tegangan searah. Servo membutuhkan input kontrol berupa PWM dengan frekuensi 50 Hz untuk mengubah tegangan pada potensiometer, agar dapat memutar motor. Lebar pulsa kontrol bervariasi tergantung dari spesifikasi servo yang digunakan. Umumnya servo berada pada posisi tengah apabila diberi pulsa kontrol dengan lebar 1500 μ s.

2.4.5 Flight Control

Flight control adalah salah satu sistem dalam pesawat terbang untuk mengendalikan pesawat selama terbang.

Flight control dibagi atas tiga kelompok:

- a. Primary flight control (kemudi utama) meliputi aileron, elevator dan rudder.
- b. Secondary flight control (kemudi yang kedua) meliputi Auxiliary flight control (kemudi bantu) meliputi flap, spoiler, speed brake, slat, leading edge slot, dan slot.

Pada pesawat terbang dikenal tiga macam gerakan dasar yaitu:

- (1) Gerakan naik turun (pitching)
- (2) Gerakan berguling (rolling)
- (3) Gerakan berputar (yawing)

2.4.6 Telemetry

Telemetry adalah sebuah teknologi pengukuran dilakukan dari jarak jauh dan melaporkan informasi kepada perancang atau operator sistem. Kata telemetry berasal dari bahasa Yunani yaitu *tele* artinya jarak jauh sedangkan *metron* artinya pengukuran. Secara istilah telemetry diartikan sebagai suatu bidang keteknikan yang memanfaatkan instrumen untuk mengukur panas, radiasi, kecepatan atau *property* lainnya dan mengirimkan data hasil pengukuran ke penerima yang letaknya jauh secara fisik, berada diluar dari jangkauan pengamat atau user.

Telemetry dalam keadaan bergerak berpengaruh pada saat pengukuran, pengukuran tersebut untuk mendapatkan nilai percepatan pada suatu benda bergerak. Telemetry bergerak sangat rentan terhadap noise. Noise yang sering terjadi adalah noise dari getaran, suhu, tekanan atmosfer, dan benda yang menjadi penghalang.

2.4.7 Kestabilan Pesawat

Pesawat memiliki sudut pitch dan roll sensor *accelerometer* dan *gyroscope* dari *autopilot turnigy T1000FC* akan dikontrol oleh mikrokontroler arduino mega yang mengatur sensor *accelerometer*, *compass*, *barometer*, *GPS*, *ultrasonic*, dan *airspeed*. Pada setiap pergerakan di udara, sistem akan merespon perubahan sudut pitch dan roll pesawat terhadap set poin (nilai error). Error kemudian diolah oleh kontroler PI untuk menghasilkan nilai PWM penggerak servo *aileron* dan *elevator*. Pergerakan *aileron* dan *elevator* akan memberikan perubahan nilai sudut *pitch* dan *roll* pesawat ketika mengudara. Umpan balik *plant* ini berupa kedudukan pesawat setelah *aileron* dan *elevator* berubah.

2.5 Bidang Kendali Pada Pesawat UAV

Pesawat mempunyai pergerakan pada tiga (3) sumbu putar yaitu vertical, longitudinal, dan lateral. Gerakan pesawat pada sumbu vertical disebut yaw (ke kiri atau ke kanan), pada sumbu longitudinal disebut roll (manuver ke kiri atau ke kanan), dan gerakan pada sumbu lateral disebut pitch (menanjak atau menukik). Masing-masing gerakan ini dikontrol oleh bidang kendali (control surface) dari pesawat, yaitu rudder pada saat melakukan pergerakan yaw, aileron pada saat melakukan pergerakan roll, dan elevator saat melakukan pergerakan pitch.

Pada pesawat UAV juga memiliki beberapa gaya yaitu Thrust merupakan gaya dorong yang berfungsi untuk menghasilkan gerak maju pesawat terbang. Drag adalah gaya hambat pada pesawat terbang yang dihasilkan dari bentuk pesawat terbangnya, arah drag berlawanan dengan thrust sehingga agar menghasilkan gerak maju pada pesawat terbang maka thrust harus lebih besar dari pada drag. Setelah thrust lebih besar daripada drag maka akan timbul lift yang dihasilkan oleh aliran udara yang bekerja pada wing akibat dari permukaan atas pada wing lebih panjang daripada bagian bawah, permukaan yang lebih panjang menyebabkan kecepatan udara yang mengalir lebih cepat. Dengan mengacu pada hukum Bernoulli yang menyatakan bahwa kecepatan tinggi maka tekanan rendah begitu juga sebaliknya pada aliran udara sehingga gaya angkat akan timbul dari fenomena tersebut. Arah lift berlawanan dengan arah weight. Weight merupakan berat pesawat terbang yang berasal dari pesawat terbangnya itu sendiri. Jika lift lebih besar dari weight maka pesawat terbang akan terangkat naik.

2.6 Komputasi Dinamika Fluida

Komputasi Dinamika Fluida atau *Computational Fluid Dynamics (CFD)* adalah ilmu yang mempelajari cara memprediksi pola aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia dan fenomena lainnya dengan menyelesaikan persamaan-persamaan matematika atau model matematika.

Ada tiga teknik solusi numerik aliran yang berbeda, yaitu *finite difference*, *finite element* dan *finite volume methods*. Beberapa metode diskritisasi yang digunakan untuk memecahkan persamaan-persamaan diferensial parsial (Versteeg, 1995) diantaranya adalah:

1. Metode Beda Hingga (*finite difference method*)

Dalam metode ini area aliran dipisahkan menjadi satu set poin *grid* dan fungsi kontinyu (kecepatan, tekanan, dan lainnya) didekati dengan nilai-nilai diskrit dan fungsi-fungsi ini dihitung pada titik-titik *grid*. Turunan dari fungsi didekati dengan menggunakan perbedaan antara nilai fungsi pada titik lokal *grid* dibagi dengan jarak *grid*.

2. Metode Elemen Hingga (*finite element method*)

Metode adalah teknik numerik untuk menemukan solusi perkiraan ke batas nilai masalah untuk persamaan diferensial parsial. Metode ini membagi masalah besar menjadi lebih kecil dan sederhana yang disebut elemen hingga.

Persamaan sederhana yang memodelkan seluruh kasus kemudian disusun menjadi sebuah sistem persamaan yang lebih luas. Persamaan konservasi kekekalan massa, momentum, dan energi ditulis dalam bentuk yang tepat untuk

setiap elemen, dan hasil dari set persamaan aljabar untuk bidang aliran diselesaikan secara numerik.

3. Metode Volume Hingga (*finite volume method*)

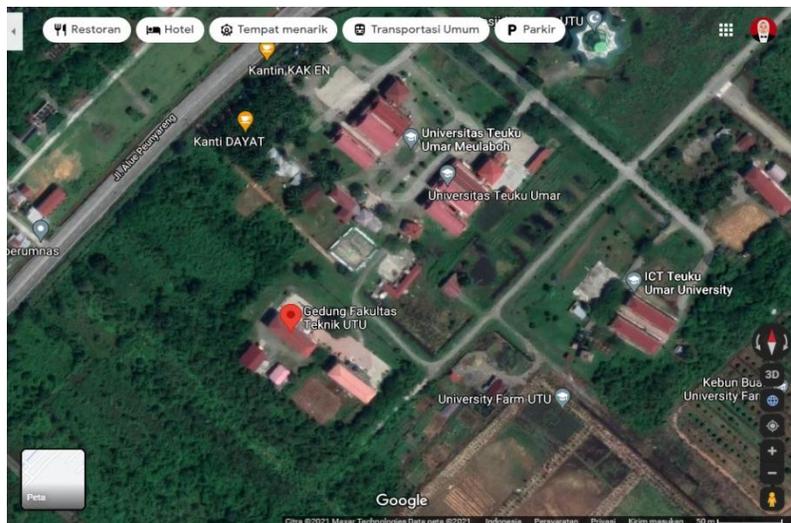
Finite volume method adalah metode untuk mewakili dan mengevaluasi persamaan diferensial parsial dalam bentuk aljabar. Metode ini sama seperti *finite difference method* dan *finite element method*, nilai-nilai dihitung di tempat terpisah pada geometri yang di *mesh*. Metode ini mengacu pada volume kecil disekitar *node* pada *mesh*.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan alat ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Teuku Umar. Adapun waktu perancangan yang dilakukan selama 2 (Dua) bulan.



Gambar 3. 5 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber Penelitian,Google Map)

Adapun waktu pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir direncanakan 2 (Dua) bulan, *time line* penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3. 3 Time Line Penelitian

Aktivitas	Juni				Juli			
	Minggu ke-				Minggu ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Lapangan								
Studi Pustaka								
Penyusunan Proposal								
Pengumpulan Data								
Pengolahan Data								
Laporan Skripsi								

Dalam menyelesaikan masalah yang diangkat, di perlukan data-data dalam rangka penyusunan Tugas Akhir ini. Dalam pengumpulan data penulisan menggunakan (tiga) metode yaitu:

3.1.1 Urutan Proses Analisis

1. Pengumpulan data awal Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data tentang informasi yang berkaitan dengan airfoil NACA 4412 serta spesifikasi data yang dibutuhkan untuk dilakukan penelitian.

2. Studi literatur Penelitian ini harus berlandaskan pada azas azas teoritis yang diakui di dalam dunia keteknikan secara ilmiah sehingga dapat dijadikan rujukan penyelesaian penelitian ini. Studi literatur ini dilakukan dengan cara memperolehnya dari buku buku referensi, jurnal jurnal ilmiah, kumpulan symposium, diskusi personal, atau bahkan lewat media internet. Landasan teoritis ini menyangkut masalah dasar dasar mekanika fluida, dasar-dasar aerodinamika penerbangan, khususnya terhadap pembahasan yang berkaitan dengan airfoil.

3. Komputasi data dibutuhkan selama proses pengerjaan di input kedalam proses komputasi data meliputi pemodelan bentuk geometri, simulasi awal untuk memilih jenis airfoil, kemudian melakukan simulasi dengan pengaruh tekanan dan kecepatan fluida yang mengalir pada airfoil.

4. Pembahasan hasil komputasi data Pada tahapan ini akan dilakukan pembahasan terhadap hasil simulasi dengan berbagai input variabel untuk dapat performansi yang maksimal yang terjadi pada sudut tertentu.

5. Penarikan kesimpulan ini berdasarkan korelasi terhadap tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Dengan demikian diharapkan tidak terjadi penyimpangan dari tujuan penelitian.

3.2 Alat dan Bahan

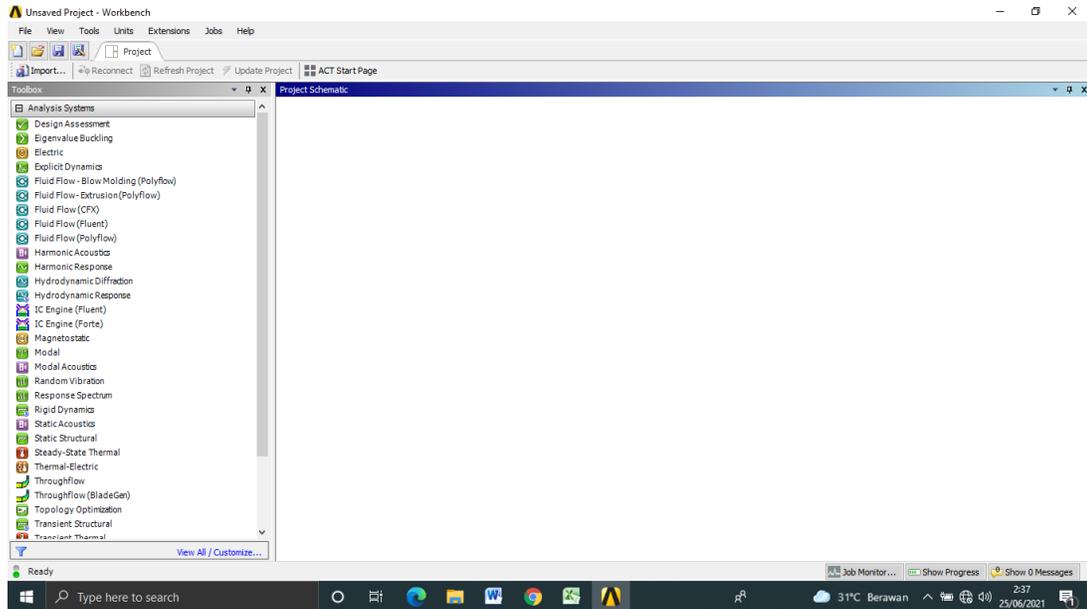
Adapun alat dan perangkat yang digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Laptop

- merek : Asus
- operation : Windows 10
- Prosesor : Intel Core i3 A407UA – BV320T 50 – 60 Hz

3.2.2 Ansys fluent (CFD) 2017

Adapun spesifikasi dari software yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut software Ansys fluent (CFD) 2017.



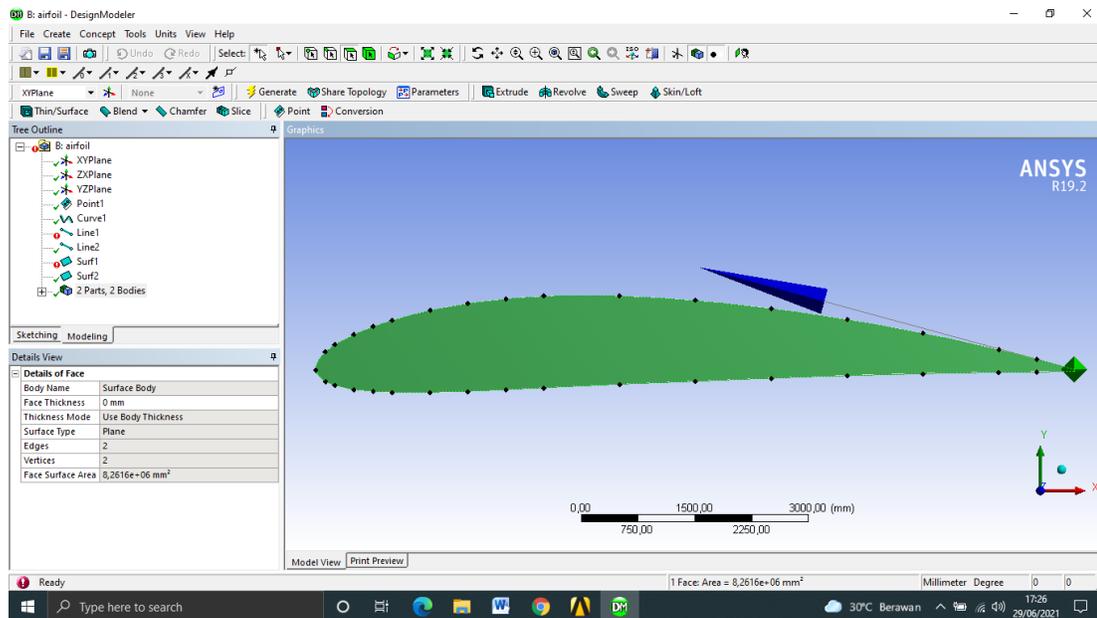
Gambar 3. 6 AnsysFluent (CFD)
(Sumber : Penelitian,Ansys Aim 19.2 2017)

3.3 Analisa Airfoil Pada Sayap Pesawat UAV

Adapun Mengalisa airfoil pada sayap pesawat UAV ini menggunakan *Ansys Fluent (CFD)* 2017 yang berfungsi untuk menganalisa airfoil sayap pesawat UAV.

3.3.1 Desain

Gambar Sayap dasar garis dengan Ansysfluent. Pada penelitian ini sayap pesawat tanpa awak UAV digambar dalam bentuk 3D. Sayap pesawat tanpa awak UAV yang digambar pada software Ansysfluent ini menggunakan airfoil NACA 4412 . Sayap yang digambarkan cukup setengah dari wingspan, dikarenakan bentuk sayap yang simetris serta untuk memudahkan dan mempercepat proses perhitungan simulasi nantinya. .



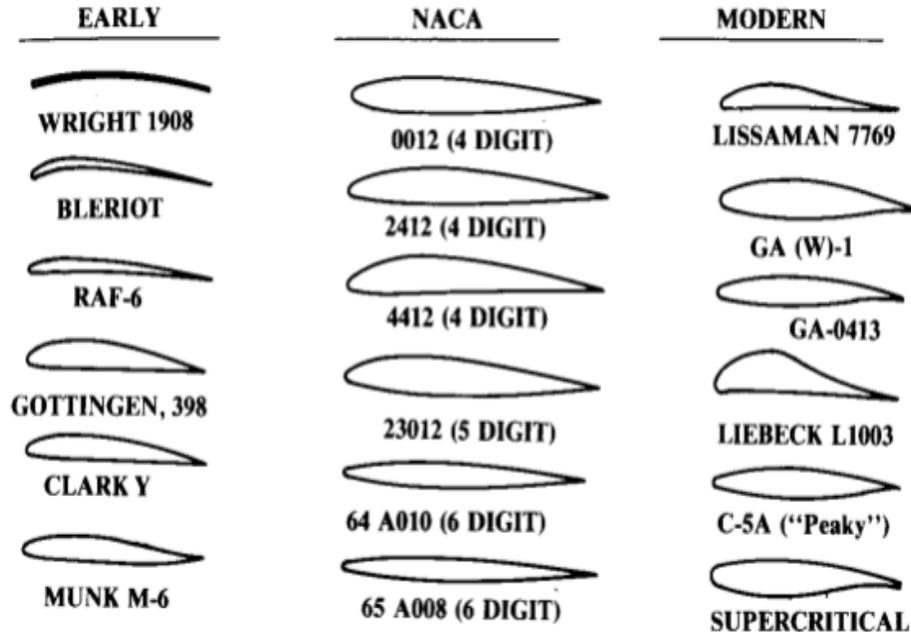
Gambar 3. 7 Desain Airfoil
(Sumber : Penelitian,Ansys Aim 19.2 2017)

3.3.2 Meshing Grid

Langkah dalam analisis ini gambar sayap tersebut di-meshing dengan aplikasi Meshing (ANSYS ICEM CFD). Sebelum sayap di-meshing perlu dibuat geometri boundary yang berfungsi sebagai terowongan angin virtual pada saat simulasi. Dalam meshing, yang terpenting adalah bagaimana mesh yang ada merepresentasikan bentuk geometri semirip mungkin, agar hasil analisis CFD (dalam hal ini Fluent) tidak melenceng dari yang seharusnya. Semakin banyak jumlah elemen, maka bentuk geometri akan semakin mirip dan hasil akan lebih akurat.

3.4 Naca Series

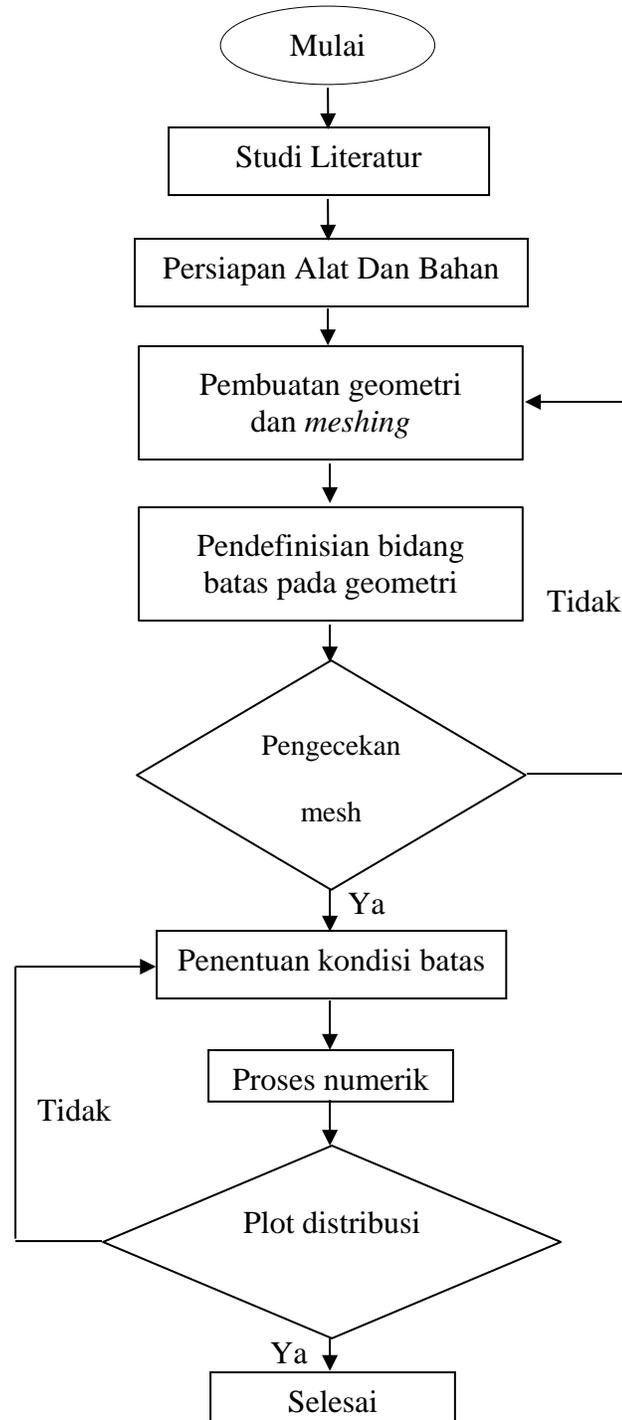
Geometri airfoil memiliki pengaruh besar terhadap karakteristik aerodinamika dengan parameter penting berupa CL, dan kemudian akan terkait dengan lift (gaya angkat yang dihasilkan) (Mulyadi, 2010). NACA (National Advisory Committee for Aeronautics) merupakan standar dalam perancangan suatu airfoil. Perancangan airfoil pada dasarnya bersifat khusus dan dibuat menurut selera serta sesuai dengan kebutuhan dari pesawat yang akan dibuat. Akan tetapi NACA menggunakan bentuk airfoil yang disusun secara sistematis dan rasional. NACA mengidentifikasi bentuk airfoil dengan menggunakan sistem angka kunci seperti seri “ satu “, seri “ enam ”, seri “ empat angka “, dan seri “ lima angka “.



Gambar 3. 8 Tipe Airfoil
(Sumber : Penelitian 2021)

3.5 Diagram Alir

Diagram alir Analisa Airfoil pada sayap pesawat UAV naca 4412



(Gambar 3.5 Diagram Alir)

3.6 Jadwal Kegiatan

Jadwal dari kegiatan yang dilakukan Penelitian ini mulai dari pembelian alat dan pembuatan alat sampai dengan 2 Bulan pelaksanaan kegiatan penelitian, yaitu dari bulan pertama sampai dengan bulan terakhir. Berikut ini tabelnya:

No	Kegiatan	Jadwal Kegiatan								Keterangan	
		Juni				Juli					
		1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Desain pesawat	Yellow									
2	Persiapan alat dan Bahan		Orange	Orange							
3	pembuatan frame		Grey	Grey	Grey						
4	pembuatan body			Yellow	Yellow	Yellow					
5	Evaluasi frame dan body pesawat					Green					
6	merangkai kelistrikan alat dan pemrograman sistem pesawat					Blue					
7	Pengujian pesawat						Red	Red			
8	pembuatan launcher			Purple	Purple	Purple					
9	pengujian launcher						Blue	Blue			
10	pengujian alat							Red	Red		
11	evaluasi pengujian pesawat								Green		
12	editing video seluruh kegiatan								Grey	Grey	

Tabel 3. 4 Jadwal Kegiatan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Validasi Simulasi

Sebelum melaksanakan proses simulasi, satu hal yang harus diperhatikan dan dilakukan terlebih dahulu adalah melakukan validasi. Adapun metode validasi yang paling tepat kita gunakan dalam simulasi tersebut. Parameter dalam proses validasi untuk metode simulasi ini adalah aplikasi yang digunakan dan hasil yang didapatkan. Simulasi ini menggunakan aplikasi *Ansys fluent*, untuk menentukan validasi tersebut harus menggunakan tema dan aplikasi yang sama. Hal tersebut perlu diperhatikan guna mensimulasi aliran fluida yang efisien dan efektif serta mendapatkan hasil yang optimal dalam menentukan Airfoil pada pesawat tanpa awak UAV.

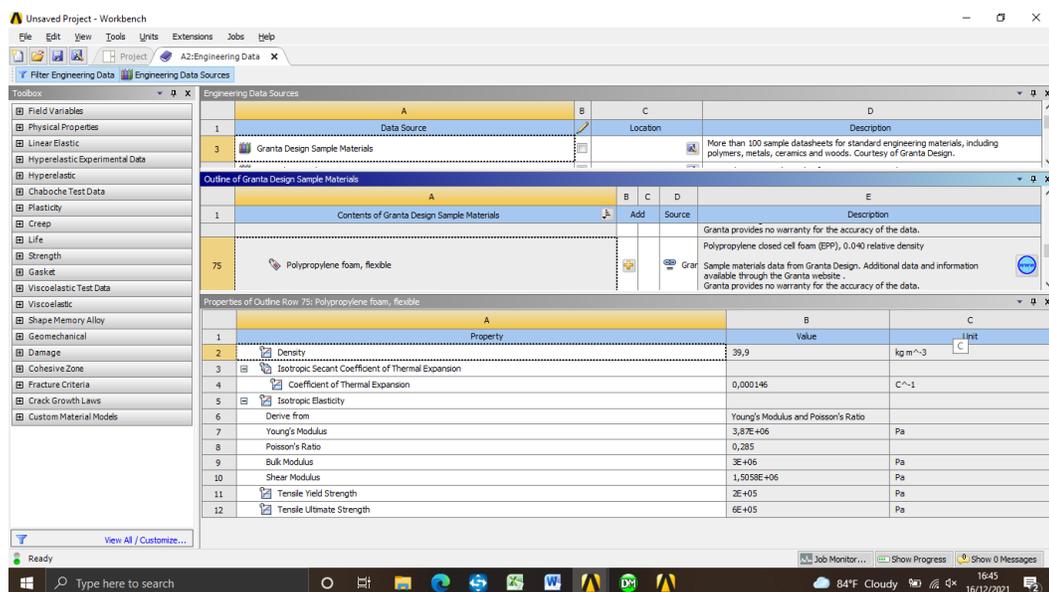
Dalam simulasi tersebut menggunakan aplikasi *Ansys Fluent* guna mengetahui kecepatan aliran udara, tekanan udara luar, jenis material, temperatur percobaan, viskositas udara, serta densitas udara.

4.2 Verifikasi Material

Pada *software Ansys Fluend Workbench*, material ditentukan pada saat proses pemodelan setiap part. Verifikasi material tersebut terdapat pada material properties dan juga akan ditampilkan saat meminta report dari hasil running simulasi. Jenis material tersebut menggunakan Polypropylene Foam, Flexible Verifikasi material tersebut terdapat pada Material Properties Tampilannya seperti pada tabel berikut ini ;

Tabel 4.1 Material

Property	Value	Unit
Desnsity	39,9	Kg m ⁻³
Coefisient of Thermal Expansion	0,000146	C ⁻¹
Derive from		
Young Modulus	3,87E+06	Pa
poisson Ratio	0,285	Pa
Bulk Modulus	3,00E+06	pa
Shear Modulus	1,51E+06	Pa
Tensile Yield Strength	2E + 05	Pa
tensile Ultimate Strength	6E + 05	Pa

**Gambar 4.1 Material Airfoil**

(Sumber : Penelitian, Ansys Aim 19.2 2017)

4.3 Hasil Simulasi

Hasil dari simulasi ini didapatkan dari analisa menggunakan aplikasi *Ansys Fluent* guna mengetahui kecepatan aliran udara, tekanan udara luar, jenis material, temperatur percobaan, viskositas udara, serta densitas udara.

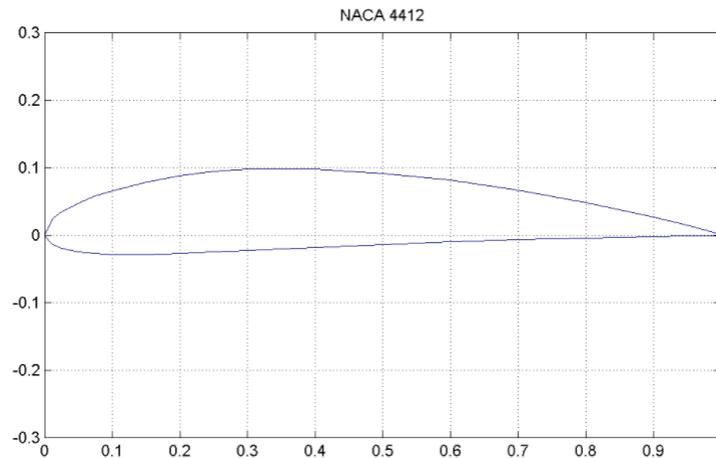
4.3.1 Hasil Simulasi Kordinat

Hasil dari analisa kordinat x,y dan z Airfoil 4412 dapat kita lihat pada tabel di bawah ini.

Group	Point	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
1	1	10000	0.0013	0,00000
1	2	0.9500	0.0147	0,00000
1	3	0.9000	0.0271	0,00000
1	4	0.8000	0.0489	0,00000
1	5	0.7000	0.0669	0,00000
1	6	0.6000	0.0814	0,00000
1	7	0.5000	0.0919	0,00000
1	8	0.4000	0.0980	0,00000
1	9	0.3000	0.0976	0,00000
1	10	0.2500	0.0941	0,00000
1	11	0.2000	0.0880	0,00000
1	12	0.1500	0.0789	0,00000
1	13	0.1000	0.0659	0,00000
1	14	0.0750	0.0576	0,00000
1	15	0.0500	0.0473	0,00000
1	16	0.0250	0.0339	0,00000
1	17	0.0125	0.0244	0,00000
1	18	0.0000	0.0000	0,00000
1	19	0.0125	-0.0143	0,00000
1	20	0.0250	-0.0195	0,00000
1	21	0.0500	-0.0249	0,00000
1	22	0.0750	-0.0274	0,00000
1	23	0.1000	-0.0286	0,00000
1	24	0.1500	-0.0288	0,00000
1	25	0.2000	-0.0274	0,00000
1	26	0.2500	-0.0250	0,00000
1	27	0.3000	-0.0226	0,00000
1	28	0.4000	-0.0180	0,00000
1	29	0.5000	-0.0140	0,00000
1	30	0.6000	-0.0100	0,00000
1	31	0.7000	-0.0065	0,00000
1	32	0.8000	-0.0039	0,00000
1	33	0.9000	-0.0022	0,00000
1	34	0.9500	-0.0016	0,00000
1	35	10000	-0.0013	0,00000

Tabel 4.2 Hasil Kordinat Airfoil
(Sumber : Penelitian,Airfoiltools)

Langkah selanjutnya dari data tersebut diatas, dapat diambil dari data Airfoiltolls dalam koordinat XYX sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Model Airfoil 4412
(Sumber : Penelitian, Airfoiltolls.com)

Untuk keperluan proses CFD dengan menggunakan ANSYS-Fluent diperlukan data-data awal seperti yang di tabelkan dalam tiga tabel dibawah ini :

Type Airfoil	Thicknees (mm)	Number of Point (mm)	Camber (mm)	Weight (gram)
4412	12	200	4	110

Tabel 4. 3 Dimensi Model Naca 4412

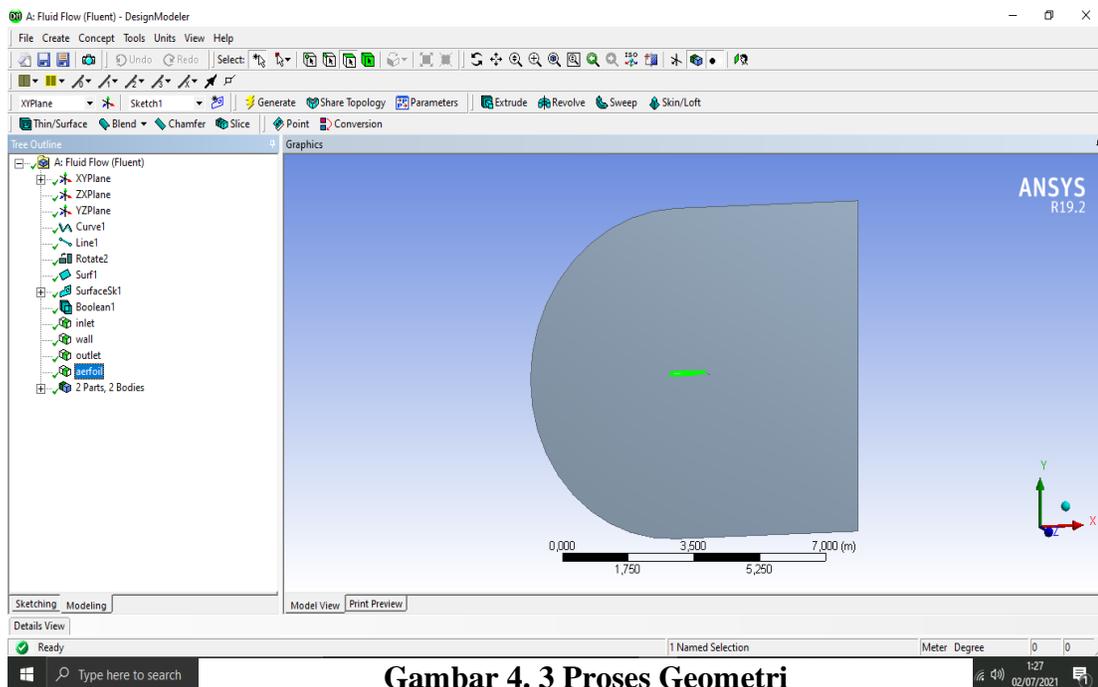
Terlihat pada tabel diatas simulasi dengan Type Airfoil 4412 dengan thicknees 12 (mm), Chord Length 200 (mm), Span 445 (mm) Dan Weight 110 (gram)

4.4 Analysis Sistem

Analysis system merupakan proses mengalisa airfoil dari tahap awal hingga akhir ada beberapa tahap yang harus di lakukan pada proses Analysis system ini dapat kita lihat pada penjelasan dibawah

4.4.1 Geometri

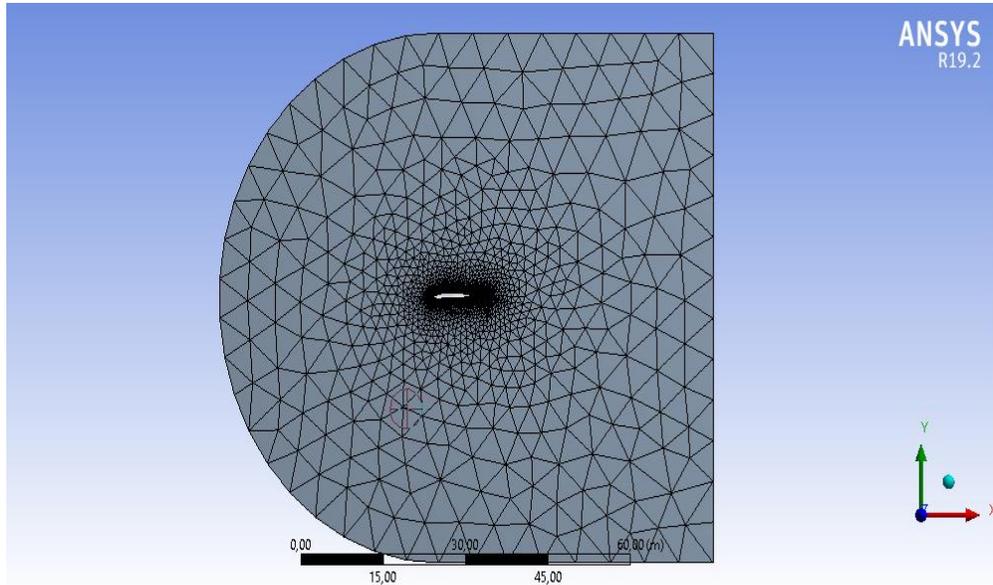
Proses membuat dasar garis Airfoil yang ada pada Kordinat airfoil 4412 yang ada pada tabel dan menambahkan part part yang diperlukan dapat kita lihat pada gambar dibawah :



Gambar 4. 3 Proses Geometri
(Sumber : Penelitian,Ansys Aim 19.2 2017)

4.4.2 Meshing

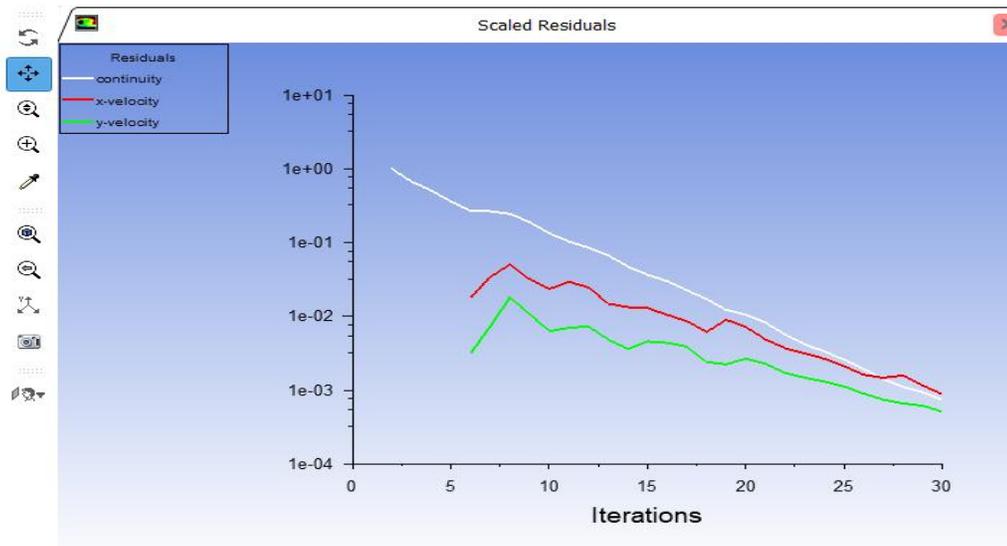
Meshing adalah proses diskritisasi domain fluida yang kontinu menjadi domain komputasi yang diskrit sehingga dapat diselesaikan persamaan-persamaan di dalamnya dan menghasilkan solusi. Selain satu jenis mesh dalam satu buat domain, Yang dikenal juga dengan istilah All Triangle Method mesh seperti diilustrasikan pada gambar di bawah ini: Secara sederhana, digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Proses Meshing
(Sumber : Penelitian,Ansys Aim 19.2 2017)

4.4.3 Scaled Residuals

Merupakan proses keduanya dari CFD, didalam tahap ini akan dilakukan penentuan kondisi batas (boundary condition) dan pemilihan metode inisiasi. Dalam penentuan kondisi batas akan dimasukkan nilai dari parameter parameter yang dibutuhkan dan menentukan grafik Scaled Residuals dapat kita lihat pada gambar dibawah :



Gambar 4. 5 Scaled Residuals

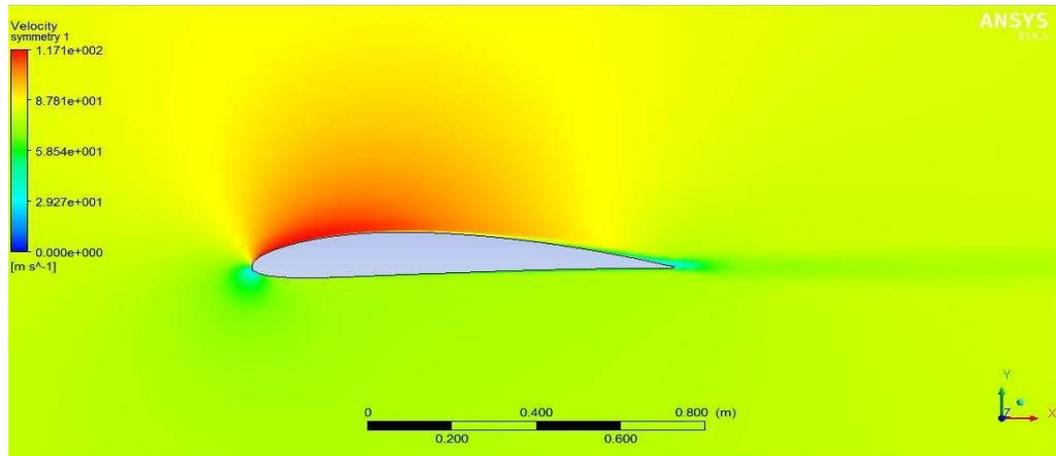
(Sumber : Penelitian,Ansys Aim 19.2 2017)

Nilai parameter :

1. Continity berwarna putih menunjukan kuantitas aliran fluida pada udara
2. X Velocity kecepatan pada bagian atas sayap pesawat
3. Y Velocity kecepatan pada bagian bawah pesawat

4.4.4 Results

Merupakan Proses tahap akhir pada Sistem analisis yaitu menentukan Contour Inlet dan Outlet pada Airfoil Naca 4412 dapat kita lihat pada gambar dibawah :



Gambar 4. 6 Contour Inlet dan Outlet
(Sumber : Penelitian,Ansys Aim 19.2 2017)

4.4.5 Hasil Simulasi

1. Merupakan Proses menentukan contour inlet dan contour outlet pada Airfoil Naca 4412 sebagai berikut :
2. Titik tekanan udara pada Airfoil tertinggi pada warna merah di contour inlet terdapat pada velocity simetri $1.171e+002$ kecepatan udara pada bagian sayap pesawat bagian atas dan hasil tekanan udara yang terendah pada warna biru dengan nilai $00e+000$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan dengan program CFD menunjukkan nilai dari airfoil naca 4412 pada sayap pesawat UAV sebagai berikut:

4. Titik tekanan udara pada Airfoil 4412 pada sayap pesawat UAV tertinggi pada warna merah di counter inlet terdapat pada velocity semetri $1.171e+002$
5. Titik tekanan udara pada Airfoil 4412 pada sayap pesawat UAV pada warna kuning di counter inlet terdapat pada velocity symmetri $8.78fe+001$
6. Titik tekanan udara pada Airfoil 4412 pada sayap pesawat UAV pada warna Hijau di counter inlet terdapat pada velocity symmetri $5.854e+001$
7. Titik tekanan udara pada Airfoil 4412 pada sayap pesawat UAV pada warna biru di counter inlet terdapat pada velocity symmetri $2.927e+001$
8. Titik tekanan udara pada Airfoil 4412 pada sayap pesawat UAV pada warna biru di counter inlet terdapat pada velocity symmetri $0.00e+000$ Maka dari itu makin tinggi kecepatan pesawat maka tekanan terhadap bagian permukaan sayap pesawat akan berbeda-beda.

5.2 Saran

Untuk menghadapi persoalan yang menyangkut mengenai fluida, khususnya dalam analisa dengan perangkat lunak. Usaha – usaha yang sebaiknya dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, adalah:

1. Hendaknya mengetahui terlebih dahulu jenis analisa fluida yang ingin diketahui. Apakah analisa tersebut adalah aliran dalam (interal) atau aliran luar (eksternal).
2. Mengetahui kondisi – kondisi fluida awal sebelum dilakukan proses analisa. Seperti kecepatan, tekanan, jenis fluida dan sebagainya.
3. Bila ingin melakukan analisa sebelumnya sudah ada suatu sistem yang dapat dijadikan standar analisa
4. Perlu adanya pengembangan tinjauan aliran fluida pada benda uji secara tiga dimensi.

Daftar Pustaka

1. Olson, M. Reuben., Wright, J. Steven., diterjemahkan Alex Tri Kantjono Widodo.,
DASAR – DASAR MEKANIKA FLUIDA TEKNIK, Edisi Kelima, Cetakan 1,
PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1993.
2. Streeter, V. L., Wylie, Benyamin E., diterjemahkan oleh Arko Prijono.,
MEKANIKA FLUIDA, Edisi Kedelapan, Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1999.
3. Djodjodhardjo, Harijono. MEKANIKA FLUIDA, Erlangga, Jakarta, 1982. .
Lembaga Kursus CCIT., Modul Computational Fluid Dynamic, Depok
4. Saroinsong, H.S., Poekoel, V.C.(2018), *Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa
Awak Berbasis Ardupilot, TEKNIK ELEKTRO dan KOMPUTER*, 7(1), 2301–
8402.
5. Rudi Tahiyah. 2007. *Rancang Bangun Peralatan Destilasi Minyak Atsiri Dengan
Bahan Dasar Daun Nilam*. Sekripsi. 1-53
6. Lucky.K.Octatriandi, 2016. *Analisis CFD Terhadap Profil Temperatur Untuk
Kondensasi Uap Air Panas Posisi Aksial Pada Pipa Konsentrik Horizontal
Dengan Pendingin Aliran Searah Di Dalam Ruang Anulus*.
7. Munson, Dkk 2013. *Fundamental Of Fluid Mechanics. John Wiley & Son, Inc.*
8. Rifa'i, I.N. dan Handayani, A.M. (2018), *Ground Control Station Berbasis
Mobile Untuk Pengamatan Dan Pengendalian UAV, Teknologi Terapan*, 1(2),
121–129.
9. Hujja, R.M., Nugroho, F.A. dan Sumiharto, R. (2018), *Pengembangan Sistem
Ground Control Station Berbasis Internet Webserver pada Pesawat Tanpa Awak*,

Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS), 8(1), 1–

12.

10. Basukesti, A. *Perancangan Sistem Tele-Navigation Pada Pesawat Tanpa Awak (Micro UAV)*, , 1–9.

BIODATA PENULIS



Ashar Aswad, Lahir pada tanggal 11 November 1998 di Medan dari pasangan suami istri, Bapak Iwan Amsar dan Ibu Syafrida. Penulis Telah Menempuh Pendidikan di SD Negeri Dharma Patra Pangkalan Berendan lulus pada tahun 2010, SMP Muhammadiyah Pangkalan Berendan Lulus pada tahun 2013, dan SMA Dharma Patra Pangkalan Berendan Lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2017 Penulis Melanjutkan Pendidikan S1 Universitas Teuku Umar di Jurusan Teknik Mesin Bidang Teknik Konversi Energi, Fakultas Teknik, Melalui jalur SBMPTN.

Semasa Kuliah di UTU penulis juga aktif mengikuti berbagai seminar dan kuliah umum, Penulis juga tergabung dalam organisasi HMMFT-UTU sebagai Kabid Infocom, Penulis juga tergabung dalam team Kontes Robot Indonesia 2021 (KRI 2021) Kategori Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) sebagai anggota Team

Alhamdulillah penulis telah menyelesaikan studi S1 Teknik Bidang Teknik Konversi Energi (TKE) sebagai bahan Tugas Akhir dengan Topik Analisa Airfoil Pada Sayap Pesawat UAV dibawah bimbingan Bapak Maldi Saputra, ST., MT.

Jika Ingin Menyampaikan kritik dan saran yang bersifat membangun, penulis dapat dihubungi melalui email : Asharaswad77@gmail.com