

ISSN 2338-4867

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL

# Inovasi Teknologi dan Rekayasa Industri III 2015

Tema "Inovasi Teknologi untuk Kejayaan Bangsa"

Padang, Axana Hotel, 3 November 2015



Diselenggarakan Oleh :



**Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Andalas**

Alamat:

Kampus UNAND Limau Manis, Padang, 25165

Telp/Fax: 0751-72586/0751-72566

Website: <http://mesin.ft.unand.ac.id/sinierin/>

Email: [panitiasinterin@gmail.com](mailto:panitiasinterin@gmail.com)

Didukung Oleh :



**PROSIDING**

**SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI DAN  
REKAYASA INDUSTRI (SINTERIN)**

**2015**

**“Inovasi Teknologi untuk Kejayaan Bangsa”**

**Padang,**

**The Axana Hotel, 03 November 2015**

**Jurusan Teknik Mesin**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Andalas**

## SPONSOR DAN ORGANISASI PENDUKUNG



## **PANITIA PELAKSANA**

### **PENANGGUNG JAWAB**

Prof. Dr.-Ing. Hairul Abral

*Dekan Fakultas Teknik Universitas Andalas*

Dr. Ir. Is Prima Nanda

*Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas/ Ketua Pelaksana*

Dr. Eng. Eka Satria

*Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas/ Wakil Ketua Pelaksana*

### **PANITIA PELAKSANA**

Ketua : Ismet Hari Mulyadi, Ph.D

Sekretaris : Dr. Eng. Eka Satria

Seksi Kesekretariatan : Dendi Adi Saputra M, MT

Seksi Proceeding : Yul Hizhar, M.Eng

Seksi Acara & Dokumentasi : Berry Yuliandra, MT  
Meiki Eru Putra, ST

Seksi Akomodasi dan Transportasi : Himpunan Mahasiswa Mesin FT-Unand

### **DEWAN REDAKSI**

1. Prof. Dr.-Ing. Mulyadi Bur (Universitas Andalas)
2. Prof. Dr.-Ing. Hairul Abral (Universitas Andalas)
3. Prof. Dr. Eng. Gunawarman (Universitas Andalas)
4. Dr. Eng. Syamsul Huda (Universitas Andalas)
5. Dr. Adjar Pratoto (Universitas Andalas)
6. Dr.-Ing. Uyung Gatot S. Dinata (Universitas Andalas)
7. Nofrijon Sofyan, Ph.D (Universitas Indonesia)
8. Dr. Eng. Feblil Huda (Universitas Riau)
9. Dr. Amrizal ST, MT (Universitas Lampung)
10. Dr. Eng. Dedi Suryadi (Universitas Bengkulu)

## **TOPIK SEMINAR**

Topik Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Rekayasa Industri ini secara umum dibagi kedalam 4 (empat) bidang, yaitu:

- a. Inovasi Rekayasa Mekanik
- b. Inovasi Aplikasi Industri
- c. Inovasi Rekayasa Material
- d. Inovasi Rekayasa Energi

## **KEYNOTE SPEAKERS**

1. Ir. Bobby Gafar Umar (Ketua PII Pusat)
2. Ir. Benny Wendry, MM (Direktur Utama PT.Semen Padang)
3. Prof. Dr. Ir. Johny Wahyudi M. Soedarsono, DEA (Universitas Indonesia)
4. Prof. Dr. Mohd. Hasbullah (Universitas Teknologi Malaysia)

## DAFTAR ISI

<b>Sambutan Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas .....</b>	<b>i</b>
<b>Sambutan Dekan Fakultas Teknik Universitas Andalas .....</b>	<b>ii</b>
<b>Sponsor dan Organisasi Pendukung .....</b>	<b>iii</b>
<b>Panitia Pelaksana .....</b>	<b>iv</b>
<b>Dewan Redaksi .....</b>	<b>iv</b>
<b>Topik Seminar .....</b>	<b>v</b>
<b>Keynote Speakers .....</b>	<b>v</b>
<b>Susunan Acara .....</b>	<b>vi</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>xvii</b>

### INOVASI REKAYASA INDUSTRI

Ranking Criticality of Maintenance Waste Using Modified Fmea Model <b>Agung Sutrisno .....</b>	<b>1</b>
Impelementasi Quality Function Deployment (QFD) Dalam Usaha Peningkatan Kualitas Pelayanan di Swalayan <b>Yesmizarti Muchtiar, Heru Zikri Arsyad.....</b>	<b>2</b>
Evaluasi Kinerja Tungku Peleburan Logam Buatan Sendiri <b>Benny Siantury, Yusep Mujalis, Yosca Octaviano, Tono Sukarnoto, Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo.....</b>	<b>3</b>
Analisis Waktu Produksi pada Proses Penyambungan Komponen Rakitan Roda Bajak (Ht-Pd-008) dengan Menggunakan Perkakas Bantu Pengelasan untuk Produksi Masal Komponen-Komponen Hydrotiller <b>Adam Malik, Ierval Diska .....</b>	<b>4</b>
Alat Pengaman Pintu Rumah Menggunakan Pin Kode dan Sensor Getar Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535 <b>Habibul Fuadi Azni, Zulkifli Amin.....</b>	<b>5</b>
Pengeditan Model Surface Tangan Manusia Hasil 3D Scanner menjadi Model Solid dengan Menggunakan Perangkat Lunak Autodesk 3D Max Design dan Netfabb <b>Topan Prima Jona, Zulkifli Amin .....</b>	<b>6</b>
Perancangan Pesawat Tanpa Awak ( <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> ) untuk Pencitraan Lokasi Siaga Bencana di Sumatera Barat <b>Dendi Adi Saputra M, Eka Satria, Rofi Ardinata.....</b>	<b>9</b>

## **INOVASI REKAYASA ENERGI**

Studi Performansi Air untuk Irigasi Pertanian di Desa Sumagek Nagari Sumani Kabupaten Solok <b>Mulyanef, Kaidir, Duskiardi</b> .....	10
Potensial Limbah Kulit Durian ( <i>Durio Zibethinus L.</i> ) sebagai Bahan Penghasil Biogas dengan Variasi Campuran dan Rasio C/N <b>Novita Sari, Iskandar R</b> .....	11
Analisis Pengaruh Turbulensi Terhadap Homogenitas Campuran Udara dan Bahan Bakar dalam Ruang Silinder Motor Bensin dengan Simulasi CFD ( <i>Computational Fluid Dynamic</i> ) <b>Wahyu Hidayat, Aep Surahto, Anwar Ilmar Ramadhan</b> .....	12
Kaji Eksperimental Performansi Kompor Gas untuk Mengolah Air Laut menjadi Garam <b>Randi Metra, Mulyanef, Kaidir</b> .....	13
Monitoring Pemakaian Energi Listrik Gedung melalui WSN <b>Zaini, Randi Novaldi</b> .....	14

## **INOVASI REKAYASA MATERIAL**

Pembuatan Serbuk Ti 6Al 4V dan SS 316L Halus Sebagai Bahan Dasar Implan Tulang Berpori Dengan Perlakuan Mekanik <b>Adhytia Farma Aرسال, Ilhamdi, Gunawarman</b> .....	15
Pembuatan Serbuk Ti 6Al 4V Dan <i>Stainlees Steel</i> 316L yang Halus sebagai Bahan Dasar Implan Tulang Berpori dengan Perlakuan Termo- Mekanik <b>Widia Siviyan, Gunawarman, Ilhamdi</b> .....	16
Pengaruh Rasio Massa Bijih Besi dengan Reduktor dan Temperatur Reduksi pada Proses Reduksi Langsung Menggunakan Reduktor Arang Kayu <b>Is Prima Nanda, Dafmiko</b> .....	17

Perilaku Korosi Titanium dalam Larutan Modifikasi Saliva Buatan untuk Aplikasi Ortodontik <b>Sanny Ardhy, Gunawarman, Jon Affi</b> .....	18
Pengaruh Perlakuan Termomekanik terhadap Keuletan Paduan Ti-6Al-4V Untuk Aplikasi Ortopedi <b>Abdul Ajiz, Gunawarman, Jon Affi</b> .....	19
Karakterisasi dan Uji Keras Titanium Tipe $\beta$ Ti-12Cr <b>Nurbaiti, Gunawarman, Jon Affi</b> .....	20
Penggunaan FTIR untuk Menentukan Keberadaan Fasa pada Material Keramik <b>Slamet Priyono, Titik Lestariningsih, Bambang Prihandoko</b> .....	21
Perbandingan Kekerasan, Struktur Mikro, Komposisi Kimia, Dan Kekuatan Tarik Rantai Dan Sproket Sepeda Motor Produk Asli, OEM, Dan Non-OEM <b>Yunaidi</b> .....	22
Analisa Kandungan Gas CO <sub>2</sub> Terhadap Variasi Temperatur dan Waktu pada Proses Penyangraian <b>Roni Novison, Firman Ridwan</b> .....	23
<b>INOVASI REKAYASA MEKANIK</b>	
Analisis Efek dari Sistem Stucco Terhadap Permeabilitas pada Cetakan keramik Investment Casting <b>Is Prima Nanda, Ade M. Ilham</b> .....	24
Digital Technical Documetation with PDM Workgroup <b>R.K Arief</b> .....	25
Pembuatan Mesin Penyortir Produk Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3 <b>Lovely Son, Fadli Hafizulhaq</b> .....	26
Penghitungan Numerik Beban Kritis Buckling Struktur Kolom Bertingkat (Stepper) Akibat Beban Tekan Aksial Berbasiskan Metode Beda Hingga <b>Eka Satria, Farla Kurnia, Jhon Malta, Mulyadi Bur.</b> .....	27

## Perancangan Pesawat Tanpa Awak (*Unmanned Aerial Vehicle*) untuk Pencitraan Lokasi Siaga Bencana di Sumatera Barat

Dendi Adi Saputra M<sup>1,a\*</sup>, Eka Satria<sup>2,b</sup>, Roffi Ardinata<sup>3,c</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang - Indonesia  
Padang, Indonesia, 25163

E-mail: <sup>a\*</sup>dendiadisaputra05@gmail.com, <sup>b</sup>ekasatria@ft.unand.ac.id,  
<sup>c</sup>roffi.ardinata@yahoo.com

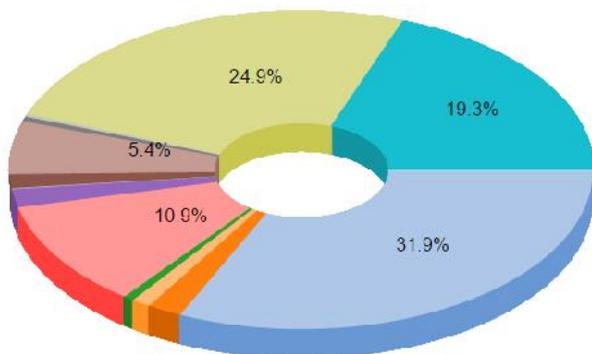
### Abstrak

Dalam penelitian ini dilakukan sebuah perancangan Pesawat Tanpa Awak (*Unmanned Aerial Vehicle/ UAV*). Penelitian ini diawali dengan merumuskan konsep rancangan yang sesuai dengan wilayah pencitraan lokasi siaga bencana di Sumatera Barat. Hasil dari perumusan konsep rancangan akan dilanjutkan kedalam tahapan disain berikutnya sehingga menghasilkan *detail design* yang akan menjadi acuan dalam proses rancang bangun. Penelitian ini difokuskan pada perancangan UAV jenis *wingspan* yang dilengkapi teknologi pencitraan. Dimulai dengan melakukan proses perancangan UAV meliputi disain model pesawat (*fuselage, wing, nose, horizontal stabilizer, vertical stabilizer, aileron, elevator, ruder* dan *landing gear*) dan menguji karakteristik aerodinamika. Pada makalah ini disajikan tahapan perancangan UAV dengan pendekatan *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Dari hasil perancangan didapatkan bentuk *airfoil* dan disain UAV yang mampu memenuhi spesifikasi disain yaitu mampu membawa beban sebesar 1.75 kg dengan kecepatan jelajah 12 m/s.

**Keywords:** perancangan, UAV, CFD, airfoil

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang memiliki musim kemarau dan musim penghujan. Secara geografis, Indonesia terletak di kondisi geografi yang strategis dan kondisi sumber daya alam yang sangat mendukung untuk membantu perekonomian. Di sisi lain, Indonesia juga merupakan negara dengan cuaca ekstrim, dan hal tersebut membuat Indonesia juga mendapatkan bencana yang beragam, seperti banjir, tanah longsor, gempa, angin topan, tsunami, dll. Mengacu terhadap kondisi iklim dan geografi Indonesia menyebabkan adanya potensi bencana alam yang berbahaya yang di prediksi akan terjadi secara terus menerus.



**Gambar 1.** Data Bencana BNPD di Indonesia dari tahun 2010-2015 [1]

Pada Gambar 1. diperlihatkan perbandingan data bencana yang terjadi di Indonesia pada tahun 2010-2015. Banjir menempati persentase tertinggi sebesar 31,9% diikuti oleh puting beliung 24% dan tanah longsor 19,3%. Dalam upaya peningkatan kesiagaan terhadap terjadinya bencana alam, diperlukan pemanfaatan bidang teknologi pesawat, informasi dan robotika, terutama untuk mengamati area lokasi bencana yang sulit dijangkau oleh manusia. Karakteristik bencana yang berbeda-beda, berakibat pada sukarnya melakukan pemetaan pencitraan lokasi bencana sebelum maupun sesudah terjadinya bencana. Oleh sebab itu, diperlukan suatu peralatan khusus yang mampu melakukan navigasi dan pemantauan secara *realtime* yang menghasilkan pencitraan yang handal sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan penanganan bencana di Indonesia

### 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan identifikasi dan perumusan masalah, studi literatur dari beberapa penelitian pesawat tanpa awak yang telah dilakukan sebelumnya, perancangan, dan melakukan analisa rancangan pesawat tanpa awak (UAV) menggunakan *software* analisis dan penarikan kesimpulan. Secara garis besar, tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

**2.1 Studi literatur**

Wilayah yang ingin dipetakan atau dipantau merupakan wilayah yang luas. Pesawat UAV yang digunakan harus memiliki kemampuan terbang yang handal dan lama. Sehingga dibutuhkan sebuah pesawat yang terbang dengan energi yang relatif lebih kecil namun kemampuan jelajah yang relatif lebih luas. Pesawat UAV pemetaan juga dituntut untuk memiliki kemampuan terbang pada kecepatan rendah agar mampu menangkap gambar pada kemampuan maksimal.

**2.2 Formulasi**

Pada tahap perancangan pesawat tanpa awak terdapat beberapa langkah yang dilakukan yaitu perumusan konsep perancangan, penentuan spesifikasi perancangan, penentuan karakteristik komponen, tata letak, analisa, penentuan komponen, hasil disain (*detail design*) yang dijelaskan pada Gambar 2.



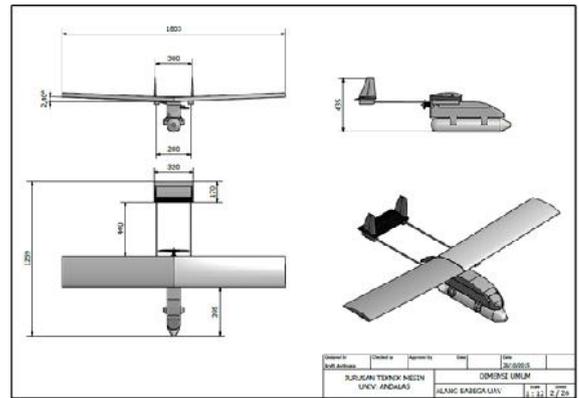
**Gambar 2.** Diagram alir tahapan perancangan pesawat tanpa awak

**2.3 Konsep rancangan**

Perancangan pesawat tanpa awak disesuaikan dengan kebutuhan misi yang dilakukan. Pesawat tanpa awak dengan misi pencitraan lokasi memanfaatkan pengambilan gambar atau citra dengan bantuan kamera pencitraan yang dibawa oleh pesawat dalam misi. Pencitraan lokasi yang dilakukan dengan cara pengambilan foto pada beberapa titik, kemudian foto tersebut dikombinasikan sehingga dihasilkan peta lokasi dari udara dengan resolusi yang tinggi. Pesawat dirancang untuk dapat terbang dengan jarak tempuh atau jelajah 3-5 km dan mampu membawa beban seberat 1,75 kg untuk keperluan kamera dan peralatan pencitraan lainnya, serta mampu untuk melakukan penjelajahan secara otomatis.

**2.4 Spesifikasi rancangan**

Sebagai batasan (*constraint*) dalam pesawat tanpa awak ini, maka ditentukan spesifikasi rancangan seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 3 berikut:



A. Dimensi Umum pesawat tanpa awak	B. Performa pesawat
1. Bentangan Sayap : 1800 mm	1. Berat bahan maksimal : 1,75 kg
2. Panjang : 1200 mm	2. Tinggi terbang maksimal : 200 m
3. Tinggi : 1500 mm	3. Jangkauan Jelajah : 5 Km
4. Aspek rasio : 7	4. Lama Terbang : 60 Menit

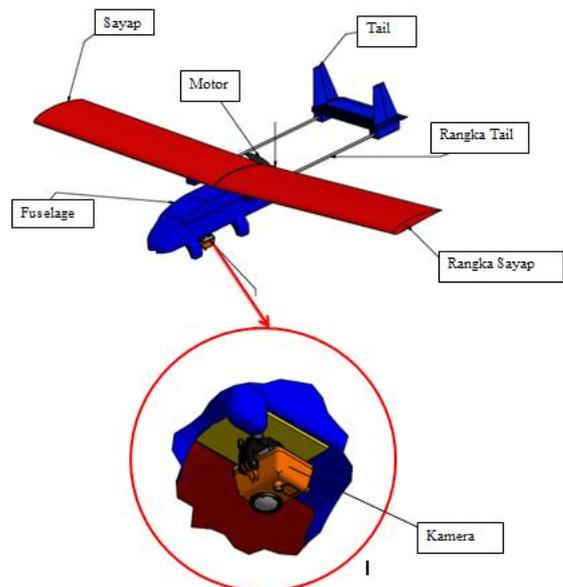
**Gambar 3.** Konsep *tentative* wingspan UAV yang akan dikembangkan

**2.5 Karakteristik komponen**

Pada tahapan ini, ditentukan karakteristik komponen yang sesuai dengan spesifikasi rancangan yang telah ditetapkan. Hal ini bertujuan untuk menentukan komponen-komponen utama dan pembantu dalam perancangan pesawat tanpa awak.

**2.6 Tata letak**

Pada proses penetapan komponen pesawat tanpa awak, disesuaikan dengan kebutuhan misi dari pesawat tanpa awak. Pemasangan komponen pencitraan diletakkan pada posisi yang tepat agar didapatkan hasil pencitraan semaksimal mungkin. Kamera kualitas tinggi dipasang pada bagian bawah pesawat seperti terlihat pada Gambar 4 untuk memaksimalkan pengambilan gambar.



**Gambar 4.** Disain konseptual tata letak UAV

### 2.7 Penentuan komponen

Setelah didapatkan tata letak sistem yang sesuai dengan spesifikasi rancangan, maka dilakukan tahap penentuan komponen sistem yang akan dibuat.

### 2.8 Hasil disain

Setelah proses perancangan dilakukan maka hasil perancangan tersebut akan dituangkan dalam bentuk *detail design*. Hasil rancangan pesawat tanpa awak akan digambar dengan menggunakan *software Autodesk Inventor 2015*.

### 3. Simulasi

Simulasi digunakan untuk menentukan kesesuaian dari disain dengan spesifikasi yang diinginkan. *Software* yang digunakan adalah *Autodesk Inventor 2015* dan *Autodesk CFD 2015*. Simulasi yang dilakukan adalah simulasi aerodinamis pesawat untuk mengetahui distribusi tekanan serta distribusi kecepatan fluida melewati pesawat UAV sehingga didapatkan besarnya gaya angkat dan gaya seret yang bekerja pada pesawat.

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Perumusan konsep model UAV

Seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.1, pesawat UAV yang dirancang memiliki spesifikasi berat total adalah 1,75 kg dengan kecepatan terbang minimum 12 m/s (*Low Speed Stall*). Pesawat harus mampu terbang lambat hingga 12 m/s agar stabil pada saat pengambilan foto udara maupun video *monitoring*. Penentuan konsep disain UAV juga mempertimbangkan ketersediaan material UAV yang mudah didapatkan dan proses manufaktur pesawat yang mudah dilakukan. Keterbatasan lokasi penerbangan (lokasi bencana, sungai, pantai, dll), tidak memungkinkan UAV *take-off* dengan menggunakan *landing gear*. Untuk itu, UAV dirancang menggunakan konsep (*hand launch*), yaitu penerbangan dengan lemparan tangan.

**Tabel 1.** Spesifikasi Rancangan UAV

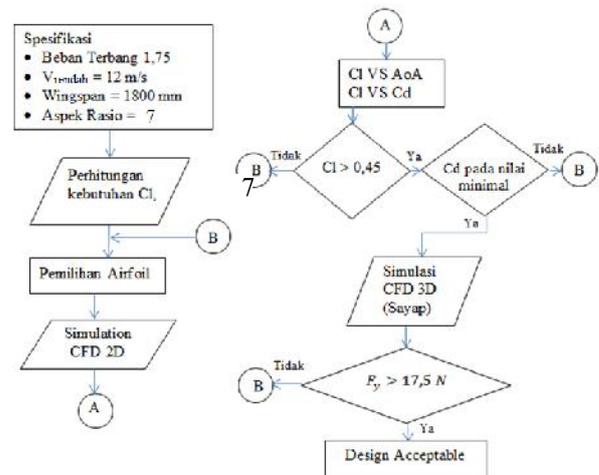
Berat Maksimum	1,75 kg
Wing Span	1800 mm
Aspek Rasio	8
Kecepatan Jelajah	12 m/s
Take off	Hand launch

Pada perancangan UAV digunakan beberapa *software* disain seperti, *Autodesk Inventor 2015 student version*, *Autodesk Simulation CFD* dan *Autodesk Simulation Mechanical*. Khusus untuk perancangan *airfoil*, digunakan *software open source* yaitu *Java Foil*.

#### 4.2 Disain aerodinamis sayap pesawat UAV

Disain sayap pesawat UAV harus mengikuti bentuk

*airfoil* yang memenuhi kebutuhan spesifikasi rancangan. Tahapan khusus pada Gambar 5 digunakan untuk mendapatkan desain yang sesuai.



**Gambar 5.** Diagram alir perancangan dan pengujian aerodinamis sayap UAV

#### 4.3 Perhitungan koefisien gaya angkat (Cl)

Tahap awal adalah penghitungan koefisien gaya angkat ( $C_l$ ) minimal yang harus ada pada *airfoil* pesawat agar mampu terbang membawa beban sesuai spesifikasi. Koefisien gaya angkat ini dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_l \tag{4.1}$$

Dimana :

$$V = \text{Kecepatan Minimal} = 12 \text{ m/s}$$

$$S = \text{Luas Sayap} = 0,45 \text{ m}^2$$

$$l = \text{Span} = 1800 \text{ mm}$$

$$AR = \text{Aspek Ratio} = 7$$

$$\rho = \text{Massa jenis udara} = 1,204 \text{ kg/m}^3$$

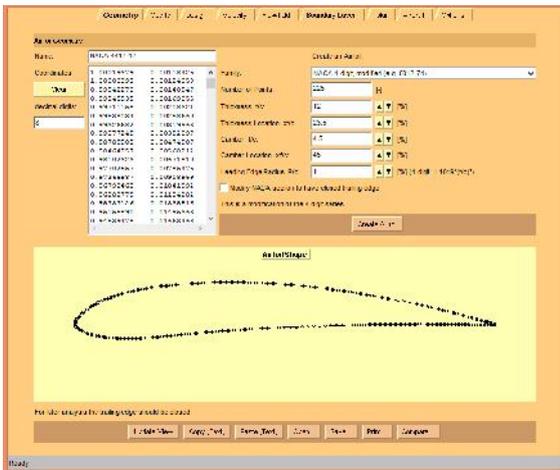
Berdasarkan Persamaan 4.1 didapatkan harga minimal  $C_l$  yang harus dipenuhi agar pesawat mampu terbang sesuai spesifikasi.  $C_l$  didapat dengan perhitungan sebagai berikut :

$$C_l = \frac{2 \cdot 17,5 \text{ N}}{1,204 \text{ kg/m}^3 (12 \text{ m/s})^2 0,45 \text{ m}^2} = 0,45$$

#### 4.4 Pemilihan bentuk airfoil

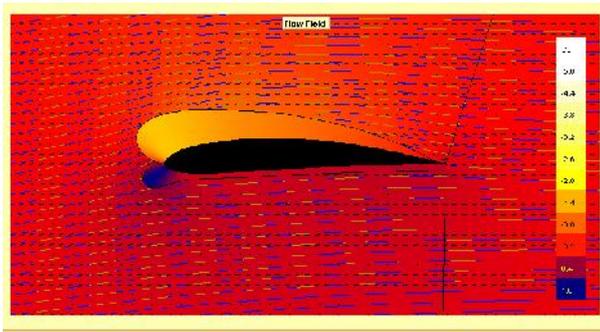
Pada tahap ini dilakukan pemilihan *airfoil* berdasarkan nilai hasil perhitungan  $C_l$ . Pesawat UAV harus mampu terbang pada kecepatan rendah, maka dipilih jenis *airfoil* yang memiliki gaya angkat tinggi pada kecepatan rendah. Jenis *airfoil* yang cocok adalah *low reynold number Airfoil*. NACA *airfoil* merupakan bentuk *airfoil* sayap pesawat yang dikembangkan oleh *National Advisory Committee for Aeronautics* dengan menggunakan titik kordinat persamaan angka. Melalui data base *NACA airfoil*

didapat jenis *airfoil* NACA 4 digit. *Javafoil* merupakan *software open source* yang digunakan untuk memodifikasi dan merancang persamaan data dari NACA *airfoil* menjadi gambar *airfoil* NACA 4 digit seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Perancangan *airfoil* menggunakan *javafoil*

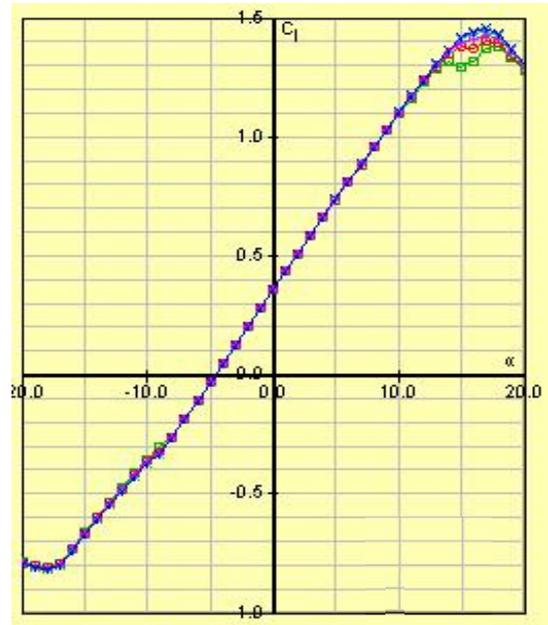
Gambar 6 merupakan *software javafoil* yang digunakan untuk menginput data *airfoil* yang sesuai, sehingga didapatkan *airfoil* yang cocok. Mendisain *airfoil* melalui *javafoil* dipilih jenis NACA 4 digit dengan jumlah titik untuk menentukan bentuk *airfoil* sebanyak 225 titik. Perbandingan ketebalan *airfoil* dengan chord ( $t/c$ ) dimodifikasi menjadi 12% , harga ( $x/c$ ) sebesar 23,5% , harga ( $f/c$ ) sebesar 4,5% , ( $x/c$ ) sebesar 45% dan ( $f/c$ ) sebesar 1%.



Gambar 7. *Flow field* *Airfoil* Naca 4412-62

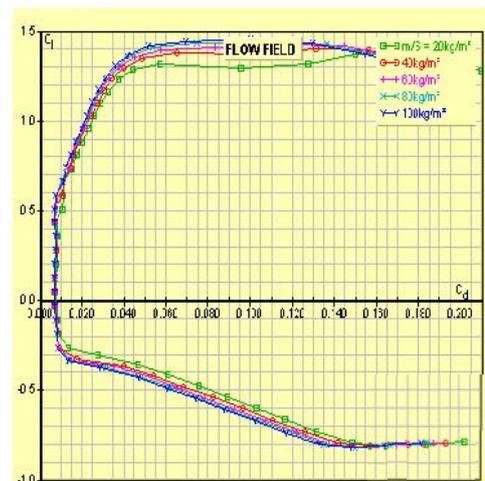
Selanjutnya berdasarkan bentuk *airfoil* yang diperoleh akan dilakukan analisa CFD 2D untuk mendapatkan distribusi tekanan yang melewati *airfoil* serta nilai  $C_l$  dan  $C_d$ . Pada Gambar 4.4 diperlihatkan hasil analisa CFD 2D pada *airfoil*. Bagian atas *airfoil* berwarna kuning yang berarti memiliki tekanan yang rendah, sedangkan bagian bawah *airfoil* berwarna merah yang menggambarkan tekanannya lebih tinggi, sehingga *airfoil* mengalami gaya angkat. Warna biru pada bagian depan *airfoil* menyatakan *airfoil* mengalami tekanan terbesar, sehingga bagian tersebut mengalami *drag*.

*Angle of Attack* (AoA) atau sudut serang merupakan posisi sudut *airfoil* terhadap garis horizontal aliran fluida. Perubahan AoA sangat mempengaruhi besarnya  $C_l$  *airfoil* seperti terlihat pada grafik  $C_l$  VS AoA di Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan  $C_l$  dengan AoA

Gambar 8. merupakan hasil grafik pengujian *airfoil* 2D yang menyatakan hubungan antara *Angle Of Attack* (AoA) dan nilai ( $C_l$ ) *airfoil* yang dihasilkan. Berdasarkan penghitungan sebelumnya, dibutuhkan  $C_l > 0,45$ . Grafik di atas memperlihatkan bahwa  $C_l > 0,45$  berada pada AoA  $> 1^\circ$ . AoA yang dipilih juga berdasarkan nilai *drag* yang dihasilkan pada grafik  $C_l$  vs  $C_d$  berikut :



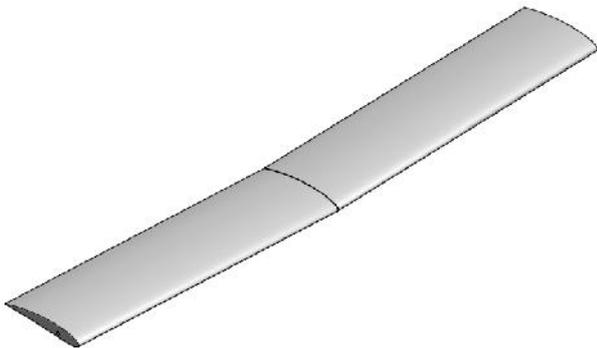
Gambar 9. Grafik hubungan  $C_l$  vs  $C_d$

Gambar 9. menjelaskan hubungan koefisien angkat ( $C_l$ ) yang didapatkan dengan koefisien *drag* ( $C_d$ ) yang dihasilkan. Nilai *drag* ( $C_d$ ) akan minimal saat  $C_l = -0,3$  sampai  $+0,6$ . Kemudian nilai  $C_d$  akan naik secara linier pada  $C_l = 0,6$  sampai  $1,4$ . Pada saat  $C_l =$

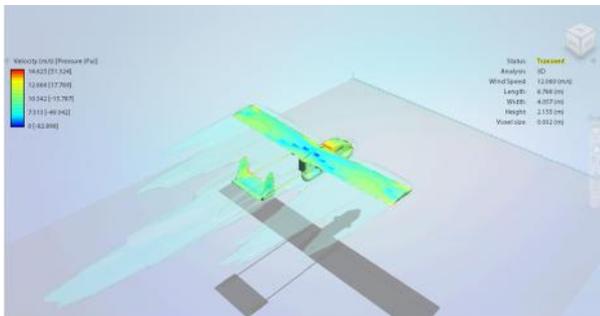
1,4 nilai  $C_d$  akan naik secara kontinutanpa diikuti kenaikan  $C_l$ . Dari data tersebut diperoleh  $C_d$  akan berharga minimal sebesar 0,008 pada saat  $-3 < C_l < 0,6$ . Ini berarti harga koefisien  $C_l$  yang ditetapkan di awal yaitu sebesar 0,45 dapat dipenuhi oleh *airfoil* yang didisain. Untuk mendapatkan kondisi maksimal dipilih  $C_l$  sebesar 0,656 dengan  $AoA$   $4^\circ$ .

**4.5 Penghitungan gaya angkat pada sayap pesawat**

Pada tahap ini, hasil disain 2D *airfoil* akan dikonversi menjadi bentuk 3D seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.6. Selanjutnya model 3D ini akan diuji pada terowongan angin virtual *Autodesk Simulation CFD* seperti terlihat pada Gambar 10.

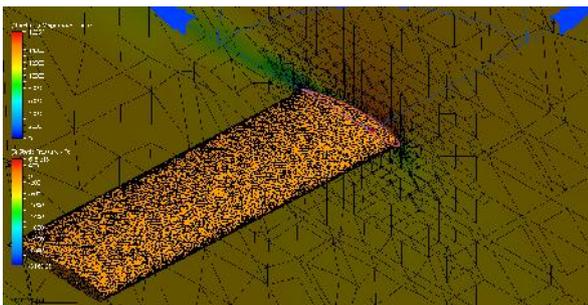


**Gambar 10.** Desain 3D sayap UAV yang dirancang



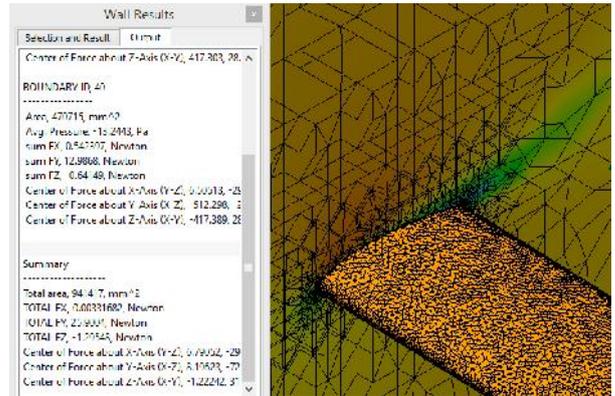
**Gambar 11.** Pengujian Sayap UAV menggunakan terowongan angin virtual

Pada Gambar 11 sayap pesawat dikondisikan pada kecepatan 12 m/s, sehingga didapatkan nilai gaya angkat yang berkerja secara keseluruhan pada sayap pesawat.



**Gambar 12.** Simulasi 3D sayap UAV

Gambar 12 merupakan hasil simulasi 3D dari sayap pesawat UAV pada kecepatan 12 m/s sehingga didapatkan data gaya angkat dari sayap pesawat sebagai berikut :



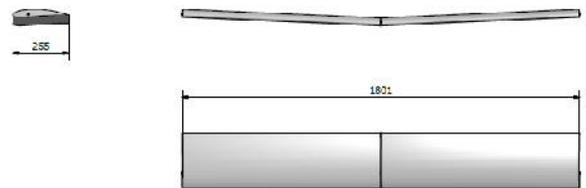
**Gambar 13.** Gaya yang bekerja pada sayap pesawat *Wall Calculator Autodesk CFD 2015*

Melalui analisis 3D sayap pesawat UAV didapatkan gaya total yang bekerja pada sayap pesawat saat dialiri udara pada kecepatan 12 m/s. Nilai  $F_x, F_y, F_z$  merupakan gaya yang bekerja pada sumbu X, Y dan Z sayap pesawat.

Keterangan arah orientasi sayap pesawat :

- X+ = Kiri Sayap
- Y+ = Atas Sayap
- Z+ = Depan Sayap

Gambar 13 menyatakan bahwa gaya angkat  $F_y$  total yang bekerja pada sayap pesawat sebesar 25,9 N dan gaya seret yang dialami sayap sebesar 1,3 N. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sayap pesawat dapat mengangkat beban sampai 25,9 N pada kecepatan 12 m/s. Dari hasil pengujian simulasi diatas disimpulkan bahwa disain airodinamis sayap memenuhi spesifikasi sehingga selanjutnya dapat dibuat gambat teknik sayap seperti pada Gambar 14.



**Gambar 14.** Dimensi umum sayap pesawat UAV yang didesain

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Didapatkan disain UAV yang memenuhi spesifikasi yang diinginkan dengan jenis *airfoil* yang dipilih adalah *airfoil* NACA 4412-62
2. *Angle of Attack (AoA)* *airfoil* UAV yang dipilih adalah  $4^\circ$ , mampu menghasilkan gaya angkat sebesar 26 N pada kecepatan 12 m/s

## Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Andalas atas dukungan yang diberikan melalui Hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun 2015.

## Referensi

- [1] <http://dibi.bnpb.go.id/> diakses pada tanggal 20 April 2015 pukul 18.00 WIB.
- [2] <http://parapenghunilangit.blogspot.com/> diakses pada tanggal 20 April 2015 pukul 22.00 WIB.
- [3] <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/rotations.html> diakses pada tanggal 01 Mei 2015 pukul 13.00 WIB.
- [4] <https://azizfahmirriza5.wordpress.com/2012/05/29/cfd/> diakses pada tanggal 17 Maret 2015 pukul 09.00 WIB.
- [5] P. Panagiotou, P. Kaparos, K. Yakintho. 2014. *Winglet design and optimization for a MALE UAV using CFD*. Aerospace Science and Technology, Vol: 39, hal. 190-205.
- [6] P.R. McGill, K.R. Reisenbichler, S.A. Etchemendy, T.C. Dawe, B.W. Hobson. 2011. *Aerial surveys and tagging of free-drifting icebergs using an unmanned aerial vehicle (UAV)*. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, Vol: 58, Issues 11–12, hal. 1318-1326.