Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)

ANALISA DATA DAN TITIK BERAT SAYAP PADA PESAWAT TANPA AWAK DAN PENGUJIAN IMPAK DENGAN MATERIAL ALUMINIUM – MAGNESIUM

Ivan B. Marbun[1],Ikhwansyah Isranuri[2], Syahrul Abda[3], M. Sabri, Farida Ariani[4], Tugiman[5], Mahadi[6]
[1,2,3,4,5,6] Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Medan-Indonesia
Email:marbun.ivan@yahoo.co.id

ABSTRAK

Aluminium banyak digunakan didalam aplikasi bidang *automotive* yang memiliki sifat mekanis yang memadai seperti ketangguhan (impak). di dalam pengecoran aluminium memiliki titik kelemahan tersendiri. maka perlu dilakukan penelitian dengan perpaduan dua material antara Aluminium-Magnesium yang dipakai untuk pembuatan pesawat tanpa awak. Pada penelitian ini dilakukan untuk membandingkan berat dari hasil perhitungan teori dan hasil pengecoran pesawat dan titik berat (pusat massa) sayap pesawat untuk mengetahui kesetimbangan gaya yang bekerja pada sebuah benda. Didalam pembuatan pesawat tanpa awak didesain menggunakan software *solidwork* dengan perhitungan secara *teoritis* didapat hasil nilai *Thrust* 1170.1148 N, *Drag* 24.6093 N, *Lift* 1167.60 dan *Weight* 264.6 dalam hal ini massa pesawat adalah sebesar 27 Kg. sehingga disimpulkan secara teori pesawat tanpa awak memenuhi syarat untuk terbang. berbanding terbalik dari hasil penelitian pengecoran pesawat tanpa awak dengan material paduan Aluminium-Magnesium (96%-4%) tidak dapat untuk diterbangkan karena memiliki berat lebih dari 27 Kg. Hasil penelitian uji impak dari pengecoran logam paduan Aluminium-Magnesium (96%-4%) memiliki energi serap rata-rata 21,49 Nm dan 22,36 Nm. Maka dapat diambil kesimpulan semakin rendah sudut pemukulan akhir semakin besar *energi* yang diserap. Untuk hasil simulasi titik berat paduan Aluminium-Magnesium (96%-4%) memilki *densitas* 2.62 gr/cm^3, massa pesawat 4,5 Kg. Volume sayap pesawat 1727,68 cm^3, dan luas permukaan massa sayap pesawat 5774,6 m^3. Maka pusat massanya berada pada koordinat X= 75,58 cm. Y= 8,87 cm. Z= 60,80 cm. berdasarkan penelitian ini material paduan Aluminium-Magesium (96%-4%) kurang cocok untuk pembuatan material pesawat tanpa awak.

Kata kunci: automotive, ketangguhan, solidwork, teoritis, Thrust, Drag, Lift, Weight, aluminium, magnesium, densitas, energi

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembang pesatnya teknologi berbagai jenis jenis pesawat pun telah tercipta. salah satu jenis dari pesawat itu adalah pesawat tanpa awak, tanpa awak adalah seni merancang dan membangun miniatur pesawat terbang. Walaupun pada beberapa tingkatan tertentu tanpa awak telah mencapai kemahiran dan kecanggihan. Tanpa awak bisa dikembangkan sebagai kegiatan yang terdiri dari dua ketrampilan dasar, yang satunya adalah pemodelan dari tanpa awak, yang kedua bagaimana cara membuat terbang model pesawat tersebut. Banyak orang menganggap tanpa awak selalu mengacu kepada miniatur yang "harus terbang" pendapat tersebut kurang benar karena sebagian orang terlibat dengan kegiatan ini lebih memfokuskan diri pada ketrampilan teknis, seperti mesin. Tanpa awak pada dasarnya dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu, jenis *statis* dan bisa Dalam hal ini judul skripsi yang akan saya bawakan adalah, *analisa data dan titik berat dan pengujian pada pada bagian sayap pesawat tanpa awak (***aeromodelling***)* dengan material *Aluminium-Magnesium* dengan campuran 96%-4%. yang didesain dengan menggunakan software s*olidwork* untuk memenuhi syarat lulus Tugas skripsi.

Desain pemodelan pada pesawat tanpa awak dan mengetahui sifat bahan dari uji material terhadap hasil pengecoran material alumunium-magnesium pada miniatur pesawat tanpa awak**.**

Tujuan Khusus:

1. Analisa data (teoritis) dari sayap pesawat tanpa awak
2. Memperoleh tingkat kegetasan material melalui pengujian impak.
3. Untik mengetahui titik berat dan mendapatkan nilai shape factor.

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)

2. TINJAUAN PUSTAKA

Aluminium merupakan salah satu material yang sangat banyak di pergunakan dalam bidang teknik, namun sangat jarang dipergunakan dalam kondisi alumiium murni. Aluminium yang dijumpai dalam bidang teknik kebanyakan dalam bentuk alloy dengan unsur penambah utama seperti magnesium, iron, silicon, copper, mangan dan zincum Komposisi paduan pada pemilihan proses pengecoran dapat mempengaruhi struktur mikro dari aluminium paduan. Sifat mekanis dan mampu mesin yang baik dapat di perbaiki Aluminium yang dipadukan dan di heat treatment akan meningkatkan kekerasan [3] Penambahan magnesium pada aluminium akan menigkatkan kekerasan dan kekuatan tarik aluminium.

Coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang kedalam cetakan, kemudian dibiarkan mending membeku. Oleh karena itu sejarah pengecoran dimulai ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan bagaimana membuat cetakan. Hal ini terjadi kira-kira 4.000 sebelum masehi, sedangkan tahun yang lebih tepat tidak diketahui

Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan ke dalam rongga cetakan. Proses ini dapat digunakan untuk membuat benda-benda dengan bentuk rumit. Benda berlubang yang sangat besar yang sangat sulit atau sangat mahal jika dibuat dengan metode lain, dapat diproduksi masal secara ekonomis menggunakan teknik pengecoran yang tepat.

Pengecoran logam dapat dilakukan untuk bermacam-macam logam seperti, besi, baja paduan tembaga (perunggu, kuningan, perunggu aluminium dan lain sebagainya), paduan ringan (paduan aluminium, paduan magnesium, dan sebagainya), serta paduan lain, semisal paduan seng, monel (paduan nikel dengan sedikit tembaga), hasteloy (paduan yang mengandung molibdenum, khrom, dan silikon), dan sebagainya.

Prose pengecoran ada dua macam yang disebut sand casting dan die casting.

Sand Casting

Adalah proses penuangan logam cair dengan gaya gravitasi atau gaya lain ke dalam suatu cetakan, kemudian dibiarkan membeku, sehingga terbentuk logam padat sesuai dengan bentuk cetakannya. adapun keuntungan dan kerugian sand casting sebagai berikut.

Keuntungannya:

a) Dapat mencetak bentuk kompleks, baik bentuk bagian luar maupun bentuk bagian dalam
b) Beberapa proses dapat membuat bagian (*part*) dalam bentuk jaringan;
c) Dapat mencetak produk yang sangat besar, lebih berat
d) Dapat digunakan untuk berbagai rmacam logam.
e) Beberapa metode pencetakan sangat sesuai untuk keperluan produksi massal.

Kerugiannya:

Setiap metode pengecoran memiliki kelemahan sendiri sendiri, tetapi secara umum dapat disebutkan sebagai berikut.

Keterbatasan sifat mekanik antara lain:

a) Sering terjadi porositas.
b) Dimensi benda cetak kurang akurat.
c) Permukaan benda cetak kurang halus.
d) pada saat penuangan logam panas.
e) Masalah lingkungan.

Die Casting

Die-casting adalah suatu proses pengecoran dengan menginjeksi logam cair kedalam cetakan kemudian mempertahankan pemberian tekanan selama pembekuan proses ini berlangsung dalam ruang tertutup. Die casting menggantikan cetakan pasir non-permanen atau cetakan keramik dengan Die yang dapat menghasilkan ribuan part sebelum diganti.

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)

Die-casting kadang disebut Pressure die casting merupakan proses pengecoran bertekanan tinggi (0.7MPa – 700 Mpa) menggunakan piston untuk menyuntikkan logam cair ke dalam die. Untuk menaikan kecepatan proses pembekuan, maka die-set didinginkan dengan air.

Keuntungan:

Die Casting memiliki keuntungan dan kerugian yang dapat dilihat sebagai berikut:

a) Dapat membuat benda berdinding tipis dan berukuran presisi
b) Kualitas permukaan yang baik
c) Ukuran yang berlebihan dapat dihindarkan
d) Waktu proses yang sangat singkat
e) Menghasilkan kecepatan alir yang tinggi

Kerugian:

a) Biaya operasional lebih tinggi
b) Harga mesin lebih mahal
c) Material yang terbuang lebih banyak karena adanya biscuit dan dengan demikian akan lebih banyak material kelas dua L,[(return material)

Titik Berat (Pusat Massa)

Statika adalah ilmu kesetimbangan yang menyelidiki syarat-syarat gaya yang bekerja pada sebuah benda/titik materi agar benda/titik materi tersebut.Letak / Posisi Titik Berat

1. Terletak pada perpotongan diagonal ruang untuk benda homogen berbentuk teratur.
2. Terletak pada perpotongan kedua garis vertikal untuk benda sembarang.
3. Bisa terletak di dalam atau diluar bendanya tergantung pada homogenitas dan bentuknya.

Shape Factor

Faktor bentuk yang digunakan dalam aliran lapisan batas untuk menentukan sifat aliran.

4. $$H = \frac{\delta^*}{\theta}$$

di mana H adalah faktor bentuk, adalah ketebalan perpindahan dan θ adalah ketebalan momentum.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Proses Pengocaran dan pembuatan pesawat tanpa awak dari bahan Alumunium magnesium

Software solidwork

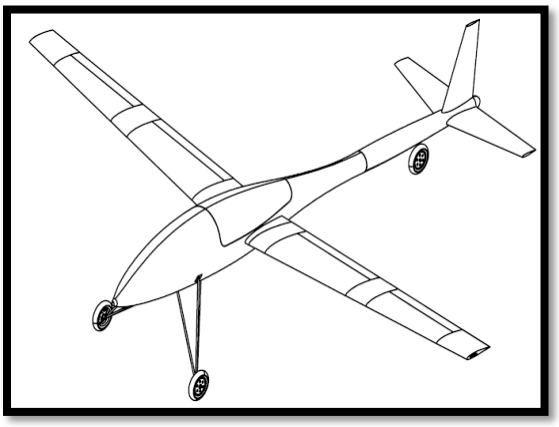
Untuk merancang dan mendesain pesawat tanpa awak dan menentukan titik berat sayap pesawat.

Langkah-langkah pengecoran pesawat Tanpa awak Al-Mg.

Bahan utama pada pengecoran pesawat tanpa awak adalah paduan aluminium dengan magnesium yang disebut Al-mg. Metode pengecoran yang digunakan adalah metode *sand casting.* Proses kerja perancangan badan dan sayap pesawat tanpa awak

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)

1. Desain dan pemodelan badan dan sayap pesawat tanpa awak



Gambar 1. Desain pesawat tanpa awak

2. Proses pembuatan mal

Menentukan bahan/material untuk pembuatan mal, sebagai berikut :

a) Bambu
b) Triplek
c) Dempul
d) Gypsum,

Gambar 2. Pembuatan mal

3. Proses pembuatan cetakan

Cetakan yang digunakan menggunakan metode yang digunakan pada proses pengecoran pada umumnya adalah metode *sand casting.* Metode sand casting menggunakan cetakan yang terbuat dari pasir.

Gambar 3. Proses pembuatan cetakan

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)

4. Proses pengecoran

Pengecoran aluminium dan magnesium dilakukan secara bertahap, dikarenakan titik lebur aluminium dengan magnesium berbeda. Untuk mencegah kegagalan hasil coran dilakukan dengan cara meleburkan aluminium terlebih dahulu, sampai ½ mencair kemudian magnesium dapat dicampurkan kedalam coran

Gambar 4. Proses pengecoran

5. Proses penuangan dan pendinginan.

Proses pendinginan setelah coran dituang berlangsung selama ± 30 menit. proses ini dilakukan agar permukaan coran tidak mengalami crack. Pendingingan hasil coran dilakukan dengan cara dianginkan, sehingga hasil coran mendapatkan hasil yang sempurna.

Gambar 5. Proses pendinginan

6. Proses finishing

Proses ini dilakukan dengan membersihkan hasil coran dari kotoran-kotoran coran untuk mendapatkan dimensi hasil coran yang diinginkan. Setelah mendapatkan dimensi yang diinginkan dilakukan proses polishing untuk mendapatkan permukaan coran yang diinginkan.

Gambar 6. Proses finishing

Komponen Pesawat Model

Adapun komponen-komponen pesawat model adalah sebagai berikut :

a) Badan pesawat
b) Sayap pesawat
c) Landing gear
d) Ekor pesawat

Badan Pesawat (Fuselage)

fuseage merupakan salah satu struktur utama pesawat yang terhubung dengan sayap, ekor, dan *landing gear*. Struktur *fuselage* berfungsi mentransfer beban dari struktur sayap, ekor, dan *landing gear*. Struktur *fuselage* ini harus mampu menahan beban seperti berikut tanpa mengalami kegagalan struktur maupun masalah *fatigue*

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)

Sayap Pesawat

Sayap merupakan salah satu komponen penting pesawat yang berfungsi membangkitkan gaya angkat utama pesawat. Pembebanan yang terjadi pada sayap ini terdiri dari gaya geser, momen lentur, dan torsi akibat beban aerodinamika, beban yang ditimbulkan oleh getaran pesawat beban yang ditimbulkan oleh pergerakan flap.

Ekor dan Sayap Ekor

Fungsi dari ekor antara lain :

Menjamin keseimbangan momen pada kondisi steady flight dengan memberikan gaya dengan jarak tertentu dari titik berat untuk melawan momen gangguan.

Menjamin agar keseimbangan momen tetap stabil, yang berarti jika pesawat menerima gangguan, ia akan kembali ke posisi seimbangnya semula dengan redaman yang cukup terhadap osilasi gangguan.

Landing Gear dan Roda Pesawat

1. Landing Gear

Bagian ini akan membahas perancangan roda pendarat dari pesawat model ini. Adapun fungsi *Landing Gear* adalah sebagai berikut :

a) Untuk menyerap getaran saat *landing* dan getaran saat *taxiing*.
b) Menyediakan kemampuan untuk *maneuver* di darat :*taxi, take-off roll, landing roll,* dan *steering*.
c) Untuk melindungi pesawat dari permukaan tanah

Impact Test

Ketangguhan (impak) merupakan ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impak dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian impak merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba,

Pada pengujian impak ini banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran *ketahanan impak* bahan tersebut. Pada pengujian impak, energi yang diserap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan Joule dan dibaca langsung pada skala (*dial*) penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Harga impak (HI) suatu bahan yang diuji dengan metode Charpy diberikan oleh.

$$HI = \frac{E}{A}$$

Dimana:
HI = Harga impak
E = Energi yang diserap (Joule)
A = Sudut awal pemukulan 147^0 (sesuai standart pengujian impact)

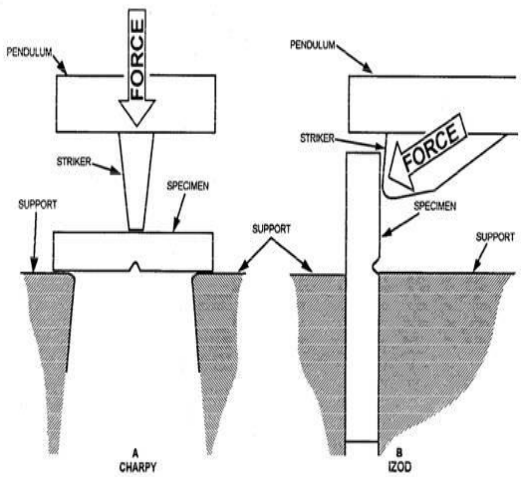
Besarnya energi yang diserap dapat dihitung dengan rumus empiris.

$E = P.D.(\cos B - \cos A)$

Dimana:

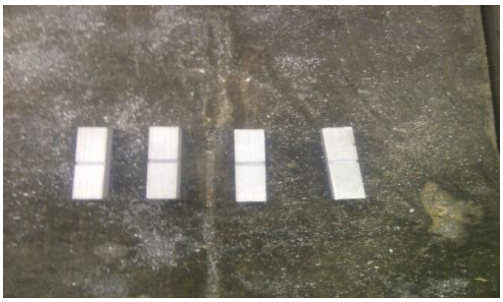
E = energi yang diserap (joule)
P = 251,3 N
D = 0,6495 m
$\cos B$ = Sudut akhir pemukulan
$\cos A$ = Sudut awal pemukulan (147^o)

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)



Gambar 7. Skematik pembebanan impak

Benda uji Charpy memiliki luas penampang lintang bujur sangkar (10 x 10 mm) dan memiliki takik (*notch*) berbentuk V dengan sudut 45^0. kedalaman 2 mm.



Gambar 8.Spesimen uji impak yang belum di uji

Analisa data dan pembahasan

Pesawat tanpa awak UAV (Unmanned Aerial Vehicle). kontrol pesawat tanpa awak memiliki dua variasi utama, yaitu dikontrol melalui pengendali jarak jauh dan pesawat yang terbang secara mandiri berdasarkan program yag dimasukkan kedalam pesawat sebelum terbang. yang memiliki beban yang lumayan berat bagi sebuah pesawat model (tanpa awak).

Spesifikasi pesawat tanpa awak

Dengan pembebanan tersebut, struktur sayap dirancang dengan memperhatikan beberapa kriteria sebagai berikut:

- Struktur dibuat seringan mungkin, tetapi tetap kuat menahan pembebanan yang terjadi.
- Terdapat ruang yang cukup untuk mekanisme system bidang kendali

Dalam perancangan pesawat model ini, material yang digunakan adalah Aluminium Magnesium (Al-Mg) dengan densitas bahan 2,62 gr/cm^3 dengan tebal 5 mm. Spesifikasi data khusus hasil design adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Densitas bahan

No	Spesifikasi	Karakteristik
1	Aifoil	NACA 2412
2	Jenis Wing	Straight Wing
3	Panjang Span	1200 mm
4	Lebar Chord	500 mm
5	Propulsion	Electrik motor, dua buah

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)

6	Putaran Propeler	4500 rpm
7	Jumlah Blade	2 buah
8	Diameter Propeler	200 mm
9	Material Bahan	Aluminium Magnesium
10	Jenis Landasan	Tanah rata

Dari tabel hasil drag polar diatas diperoleh Cl paling tinggi adalah 1.496 dengan Cd= 0.0264 dengan A0A = 16. Hasil analisis drag polar NACA dan Epller memeiliki hasil yang sama, perbedaannya adalah di grafik yang dibentuk. Berikut adalah hasil analisis profil sayap pesawat model NACA 2412 dengan sudut serang (angel of attack) 0^o. Dari hasil analisis profil sayap tanpa awak NACA 2412 dengan sudut serang 15 ^{o} maka diperoleh hasil sebagai berikut :

- Bilangan reynolds = 3 x 10^6
- Coefisien lift (Cl) = 0.265
- Coefisien Drag (Cd) = 0.0067

Analisa Kecepatan Pesawat

Agar dapat menganalisa kecepatan pesawat, maka terlebih mengumpulkan data-data yang tersedia baik dari Badan Pusat Statistik maupun data spesifikasi motor penggerak. Berikut ini data-data yang telah diketahui agar dapat membantu dalam perhitungan kecepatan pesawat *model*:

- Suhu kota Medan (Sumber : BMKG)
  - Min = $24{,}6^0$ C
  - Max = $31{,}4^0$ C
  - ρ_{udara} = 1.61 kg/m^3
  - Suhu aktivitas penerbangan (siang hari) = $30{,}8^0$ C
  - Kecepatan angin rata-rata = 2,8 m/s

- Spesifikasi Propeler (Elektrik)
  - Putaran (n) = 4500 rpm
  - D propeler =200 mm ⟶
    r = 100 mm =0,1 m

  - Kecepatan udara masuk (V_1) = 2,8 m/s

ω = 4500 rpm = (4500 $\frac{putaran}{menit}$)($\frac{2\pi\ rad}{putaran}$) ($\frac{1\ menit}{60\ s}$)

ω = 471 rad/s

Maka : $V_2^2 = V_1^2 + r\ \boldsymbol{\omega}^2$

$= 2{,}8^2 + (0{,}1)^2\ 471^2$

V_2 = 47,18 m/s

Dan data 4 gaya yang diperoleh adalah:

T = 1170,1148 N
D = 24.6093 N — **T > D**
L = 1167.60 N
W = 264,6 N — **L > W**

Dari data hasil perhitungan di atas diperoleh bahwa nilai Thrust (T) lebih besar dari pada nilai drag (D) dan nilai Lift (L) lebih besar dari pada berat pesawat sehingga disimpulkan secara teori perancangan pesawat tanpa awak memenuhi syarat untuk dapat terbang.

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)

Hasil uji Impak

Pengujian impak yang dilakukan untuk mengetahui ketangguahan aluminium-magesium. Pengujian ini dilakukan dengan metode charpy dengan sudut awal pemukulan 147^0. Sudut awal pemukulan didapat dari petunjuk buku messi yang dilakukan di laboratorium ilmu logam kampus teknik mesin. Dibawah ini hasil pengujian impak yang dilakukan di laboratorium FT.USU jurusan teknik mesin laboratorium ilmu logam diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 2.

No	Material Al-Mg (96.4%)	
	B	E
1	134	23.51
2	135	21.48
3	136	19.48
Rata-rata	**135**	**21.49**

Sumber : Dari hasil percobaan di laboratorium FT.USU

E = P . D (cos β – cos A)
Dimana :
P = 251.3 N
D = 0.6495 mm
A = Sudut pemukulan awal 147^0
β = Sudut pemukulan akhir

E1 = 251.3 x 0.6495 (cos 136^0 – cos 147^0)
= 251.3 x 0.6495 (0.137)
= 22.36 Nm
E2 = 251.3 x 0.6495 (cos 135^0 – cos 147^0)
= 163.219 x 0.151
= 24.65 Nm

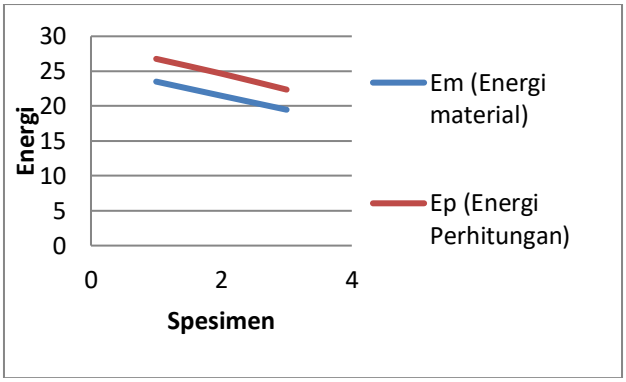
E3 = 251.3 x 0.6495 (cos 134^0 – cos 147^0)
= 163.219 x 0.164
= 26.77 Nm

$$E\ rata - rata = \frac{E1+E2+E3}{3}$$

$$= \frac{22.36\ \text{Nm} + 24.65\ \text{Nm} + 26.77\ \text{Nm}}{3}$$

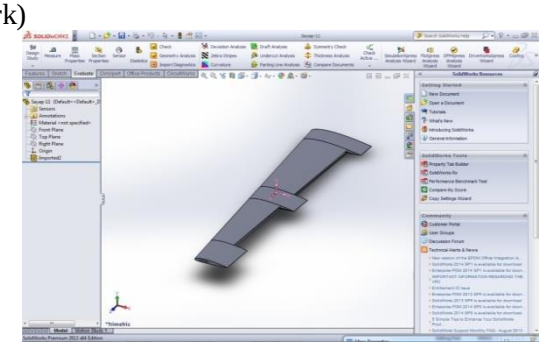
$$= \mathbf{24.59}\ \boldsymbol{Nm}$$

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)



Grafik 1. energi serap (E). Em vs Ep pada coran Al-Mg

Titik Berat Sayap (Solidwork)



Gambar 9. Titik berat hasil simulasi solidwork

Perhitungan Titik berat sayap (teoritis)

Sumbu Y berada pada = 45,04 cm
Sumbu X berada pada = 19,43 cm

Perhitungan Shape factor

Penyelesaian :

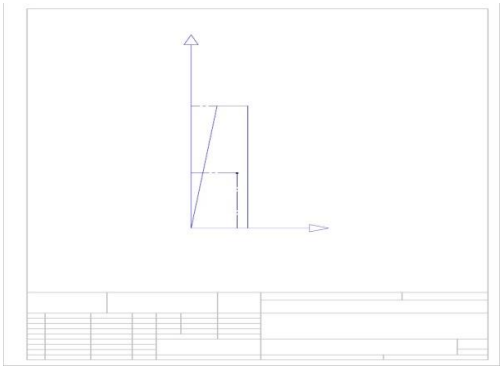
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Berdasarkan spesimen:
A = luas persegi – luas segitiga.
= p x l x t - ½ x a x
= 55 mm x 10 mm x 10 mm – ½ x 2 mm x 2 mm
= 5498 mm^2

$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{251,3}{5498}$ = 0.0457075 N/mm^2

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, September 2016 (ISSN: 0216-7492)

Berdasarkan Luas Aerofoil:



Gambar 10. Perhitungan teori titik berat (hasil teori)

Pada sumbu Y
A = p x l x t
= 1000 mm x 194 mm x 10 mm
= 1.940.000 mm^2
$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{251,3}{1.940.000}$ = 0,0001295 N/mm^2

Maka, luas penampang pada sumbu Y = 0,0001295 N/mm^2

A = Luas elipse
= π x a x b
= 3,14 x 5 mm x 194 mm
A = 3045,8 mm^2
$\sigma = \frac{F}{A}$
$= \frac{251,3}{3045,8}$ = 0,0825 N/mm^2
Jadi, maka didapat nilai tegangan pada sumbu X = 0,0825 N/mm^2

DAFTAR PUSTAKA

1. ASM Handbook. 2000. *Volume 9Metallography and Microstructures.* ASM International
2. Hisar M, Pasaribu.*Pedoman Perancangan Awal Pesawat Terbang*, ITB, 1993
3. Tata Surdia M.S. Met. E and Prof. DR. SHINROKU SAITO Pengetahuan Bahan Teknik
4. Tata Surdia M.S. Met E and Prof. Dr. KENJI CHIJIWA Teknik Pengecoran Logam
5. www.google.com