

## PERILAKU MEKANIS DAN ANALISA TITIK BERAT STRUKTUR BADAN PESAWAT TANPA AWAK YANG DIBUAT DARI PADUAN ALUMINIUM-MAGNESIUM (96%-4%)

Muhammad I. Tawakal<sup>1</sup>, Ikhwansyah Isranuri<sup>2</sup>, M. Sabri<sup>3</sup>, Bustami Syam<sup>4</sup>, Syahrul Abda<sup>5</sup>, Marragi M<sup>6</sup>, Tugiman<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara  
Email : iqball91@yahoo.com

### ABSTRAK

Inovasi teknologi yang didapat adalah sebuah pesawat tanpa awak dengan material ringan, material yang dipilih adalah Aluminium (Al). Aluminium yang dipadukan dengan magnesium (Mg), memiliki karakteristik meredam getaran yang baik, ketahanan korosi yang baik, dan massa jenis yang ringan. Berdasarkan *Review* dari riset sebelumnya diperoleh data sebagai berikut; Impak ;  $0,084 \text{ J/mm}^2$  ,  $E_{serap}$  ; 7,05 Nm, Modulus elastisitas ; 197,9 MPa (Ifantri, 2011) perbandingan Al-Mg yang ideal untuk digunakan sebagai material badan pesawat tanpa awak adalah 96%-4%. Tujuan dari penelitian ini adalah (1)Mengetahui tahapan proses pengecoran Al-Mg (96%-4%) (2)Melakukan pengujian uji tarik (*tensile strength*) untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas dari paduan Aluminium-Magnesium (3)Mengetahui mikrostruktur dari paduan Aluminium-Magnesium (4)Menentukan titik berat pada badan pesawat tanpa awak menggunakan *Software SolidWorks 2013*. Desain pesawat tanpa awak yang akan dibuat akan memperbaharui desain sebelumnya, konsentrasi terletak pada pembuatan *fuselage* menentukan *center of gravity*. Pengujian dilakukan dengan membuat 6 spesimen untuk dua pengujian. Pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan menggunakan Servopulse tensile tester dan untuk foto mikro menggunakan Reflected Metallurgical Microscope. Dari analisa data, maka diperoleh hasil pengujian tarik;  $\epsilon_{rata-rata}$  : 3,383 %,  $E_{rata-rata}$  : 43712 MPa. Hasil mikrostruktur memperlihatkan tingkat porositas yang rendah dengan 200x pembesaran.

*Kata kunci: Paduan Al-Mg, badan pesawat, kekuatan tarik, foto mikro, faktor bentuk, titik berat.*

### 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhannya mendapatkan informasi akan semakin meningkat. Karena dari itu butuh teknologi yang sesuai dengan kebutuhan untuk mendapatkan informasi yang diinginkan. Indonesia adalah salah satu negara berkembang, disuatu negara berkembang tidak dapat lepas dari teknologi. Indonesia merupakan negara yang terdiri dari 13.466 pulau dan memiliki gunung – gunung yang tinggi. Letak geografis yang tidak sama dari satu daerah ke daerah lainnya. Untuk mendapatkan informasi yang cepat dan akurat dibutuhkan inovasi teknologi.

Inovasi teknologi yang didapat tentunya dapat menjawab permasalahan jarak tempuh yang membutuhkan waktu dan tenaga yang besar. Inovasi yang didapat adalah sebuah pesawat tanpa awak dengan material ringan, material yang dipilih adalah Aluminium (Al). Pesawat ini berfungsi sebagai alat untuk mendapatkan foto udara ataupun informasi lain yang didapat dari daerah yang sulit ataupun tidak dapat dijangkau dengan perjalanan darat

Komponen utama pada sebuah pesawat tanpa awak ini adalah *fuselage*. Pesawat ini menggunakan *engine propulsion* pada *fuselage*, selain itu *fuselage* berfungsi sebagai tempat melekatnya *wing*, *elevator*, *receiver*, tangki bahan bakar dan *landing gear*. Karena itulah *fuselage* bagian terpenting dari pesawat itu sendiri, sehingga desain dan perancangannya harus konsentrasi terhadap karakteristik mekanis material pada *fuselage* .

Material Aluminium dipilih karena memiliki massa jenis yang ringan dan ketahanan korosi yang sangat baik. Aluminium yang dipadukan dengan Magnesium (Mg) merupakan paduan yang ideal yang dipilih menjadi paduan Aluminium karena Magnesium adalah logam ringan yang ada, memiliki karakteristik meredam getaran yang baik, dan dapat meningkatkan kekerasan dari kedua paduan. Paduan ini digunakan dalam aplikasi struktural dan non-struktural dimana berat sangat diutamakan.

Magnesium juga merupakan unsur paduan dalam berbagai jenis logam non-ferrous. Hasil paduan dari kedua unsur ini lebih ringan dibandingkan dengan besi atau baja, ketahanan korosi yang baik, mengurangi kebisingan. Paduan Aluminium-Magnesium banyak digunakan untuk konstruksi bangunan, transportasi (pesawat dan aplikasi ruang angkasa, bus, mobil, gerbong kereta api, dan kapal laut), dan penciptaan mesin yang digunakan dalam manufaktur.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pesawat tanpa awak UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dengan kata lain pesawat yang tidak dikontrol oleh pilot melainkan dengan controller yang diatur oleh pengendara yang fungsinya mengendarai pesawat. Pesawat UAV adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya. Pesawat tanpa awak ini merupakan bentuk redesain dari pesawat sebelumnya. Pesawat tanpa awak ini dibuat dengan material Aluminium-Magnesium (96%-4%).



Gambar 1. Pesawat tanpa awak

Dalam perancangan pesawat tanpa awak ini, material yang digunakan adalah Aluminium Magnesium (Al-Mg) dengan perbandingan bahan 96%-4%, dengan tebal 5 mm. Proses pengecoran dilakukan dengan menggunakan metode sand casting, dimana proses pengecoran sand casting menggunakan cetakan pasir. Dapur yang digunakan, menggunakan tungku sederhana untuk mencairkan batangan Aluminium dan sebagai wadah untuk mencampurkan Magnesium.

Adanya spesifikasi data khusus hasil design adalah sebagai berikut :

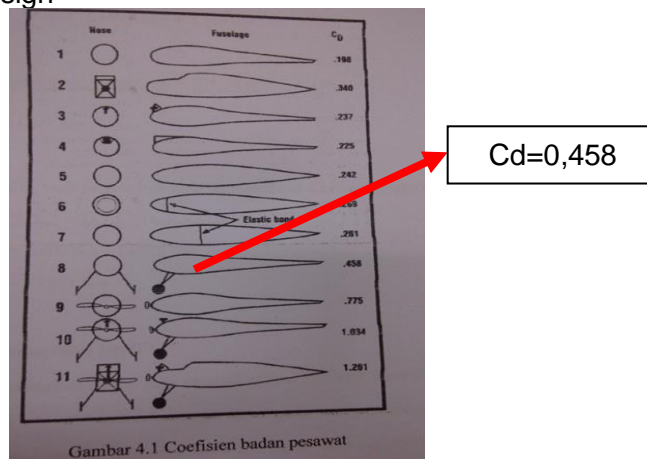
Tabel 2.1. Spesifikasi data

No.	Spesifikasi	Karakteristik
1	Aifoil	NACA 2412
2	Jenis Wing	Straight Wing
3	Span	1200 mm
4	Lebar Chord	500 mm
5	Propulsion	Elektrik motor, dua buah
6	Putaran Propeler	4500rpm
7	Jumlah Blade	2 buah

	Diameter Propeler	200 mm Aluminium
9	Material Bahan	Magnesium
1	Jenis Landasan	Tanah rata

*Fuselage* 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*.

Dalam merancang badan pesawat ini, aerodinamis badan pesawat adalah hal yang paling penting. Badan pesawat yang digunakan adalah tipe 8 dengan koefisien drag ( $C_d$ ) 0,458, dimana  $C_d$  yang akan digunakan untuk menghitung gaya hambat yang dialami pesawat tanpa awak. Aircraft Design

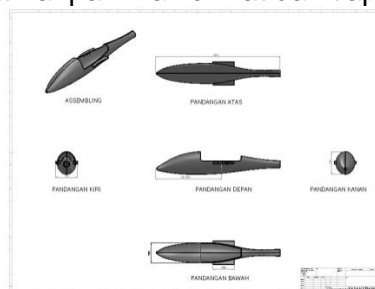


Gambar 2. Tipe dan koefisien badan pesawat.

Berikut spesifikasi badan pesawat tanpa awak yang kita peroleh melalui perhitungan software solidwork.

1. Density bahan AlMg = 2.62 gr/cm<sup>3</sup>
2. Massa badan pesawat = 7167.50 gr
3. Volume = 2735687.01 mm<sup>3</sup>
4. Luas permukaan badan pesawat = 08 1039586.

Gambar Teknik Badan Pesawat Tanpa Awak dilihat dari tiap pandangannya,



Gambar 3. Keseluruhan pandangan badan pesawat tanpa awak

Benda berbentuk luasan (dua dimensi) umumnya didefinisikan sebagai benda yang tebalnya dapat diabaikan sehingga berat benda sebanding dengan luasnya (A). Letak koordinat titik berat gabungan untuk benda homogen berbentuk luasan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$x = \frac{A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \quad [2.6]$$

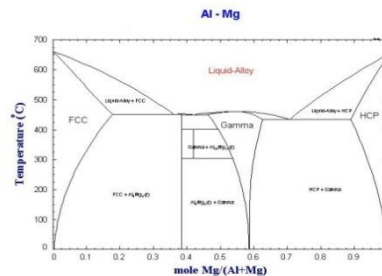
$$y = \frac{A_1y_1 + A_2y_2 + A_3y_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \quad [2.7]$$

Dimana:

A<sub>1</sub> = luas benda pertama (cm<sup>2</sup> atau m<sup>2</sup>)

A<sub>2</sub> = luas benda kedua (cm<sup>2</sup> atau m<sup>2</sup>)

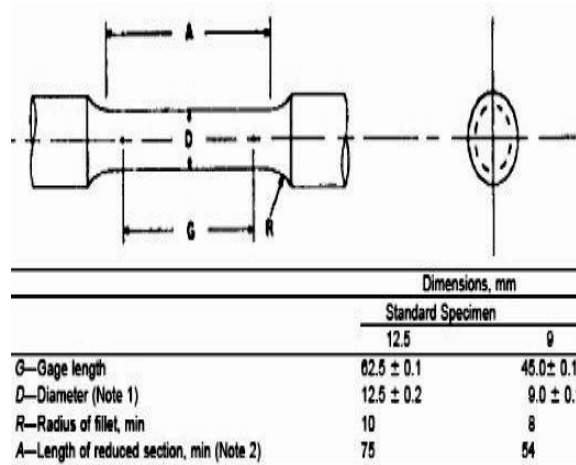
A<sub>3</sub> = luas benda ketiga (cm<sup>2</sup> atau m<sup>2</sup>)



Gambar 4. Diagram fasa Al-Mg

Desain dan penentuan *Center of mass* Fuselage menggunakan *Software SolidWorks*. *SolidWorks* adalah salah satu *Cad software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes* digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan.

Uji tarik memiliki standarisasi yang berlaku di seluruh dunia, yaitu : Amerika ASTM E8 dan Jepang JIS 2241.



Gambar 5. Spesimen Uji Tarik

Analisa mikro adalah suatu analisa mengenai struktur logam melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metalografi. Pengujian mikrostruktur dilakukan dengan menggunakan “*Reflected Metallurgical Microscope*” dengan type *Rax Vision No.545491, MM -10A,230V-50Hz*.

Dalam sebuah bidang ada bentuk yang mempengaruhi sebuah bentuk bidang tersebut. Untuk mencari faktor bentuk dilakukan perhitungan berdasarkan rasio luas penampang dengan mengasumsikan pengujian material dengan pengujian pengujian struktur. Perhitungan ini menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = F / A$$

Dimana :

$\sigma$  = Tegangan

F = Gaya pada saat pengujian

A = Luas penampang pada Bidang yang menjadi faktor bentuk.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### Pembuatan Mal

Material yang digunakan untuk membuat Mal adalah bambu. Bambu dipilih karena memiliki sifat yang lentur dan mudah dibentuk. Mal berfungsi untuk membuat pola pada cetakan pasir, Mal dibuat secara manual.



Gambar 6. Proses Pembuatan Mal

Permukaan mal dibuat sehalus mungkin, spasi-spasi bambu di tutup dengan dempul sehingga permukaan rata dan tidak berlubang. Kerataan permukaan mal menentukan kerataan hasil coran karena ketika pembuatan pola permukaan pasir akan mengikuti permukaan mal.[3]

#### Pembuatan Cetakan

Cetakan berfungsi sebagai wadah coran Aluminium-Magnesium. Proses pembuatan cetakan dapat dilihat pada gambar berikut ;



Gambar 7. Pembuatan cetakan kayu

Cetakan kayu ini sebagai penahan pasir agar padat. Panjang cetakan mengikuti mal yang telah dibuat. Cetakan memiliki panjang 2000 mm.



Gambar 8. Pembuatan Pola

Pada gambar diatas Gambar 3.15 dapat dilihat mal membentuk pola pada cetakan pasir. Pada saat pola sudah terbentuk, mal akan dicabut dan cetakan ditutup. Permukaan pasir pada cetakan yang terlihat runtuh akan dirapikan kembali agar dimensi coran tidak memiliki selisih dengan mal.



Gambar 9. Cetakan yang siap dituang

#### Metode Penentuan Komposisi Paduan

Total Al-Mg yang akan dilebur 7.46 kg. Aluminium 7167.50 gram, magnesium yang dibutuhkan 286.7 gram. Perhitungannya sebagai berikut :

Keterangan :

Aluminium : 7167.50 gram      a = % magnesium yang di inginkan  
 Magnesium : 286.7 gram  
 Solusi :

$$7167.50 \times \frac{a}{100} = 50$$

$$a = \frac{286.7 \times 100}{7167.50} = 4 \% \quad [3.1]$$

Hasil % magnesium yang diinginkan pada percobaan ini = 4 %, tetapi sering terjadi perbedaan pada paduan yang dihasilkan tidak sesuai dengan kadar yang diinginkan dari paduan Al – Mg ini.

### Proses Peleburan

Aluminium terlebih dahulu dilebur hingga mencair pada temperatur 660°C–700 °C, setelah mencapai suhu diatas, Aluminium didiamkan sejenak hingga coran mengental, kemudian magnesium dimasukkanke dalam cairan aluminium yang sedang dilebur.



Gambar 10. Proses Peleburan

Setelah proses peleburan antara aluminium-magnesium berlangsung, maka akan dilakukan proses pengadukan secara manual agar campuran aluminium-magnesium merata dapat dilihat pada (gambar 3.17).



Gambar 11. Proses Pengadukan Aluminium-Magnesium

Setelah dilakukan proses pengadukan, hasil peleburan antara aluminium-magnesium pada temperatur mencapai 660-700°C.[5]

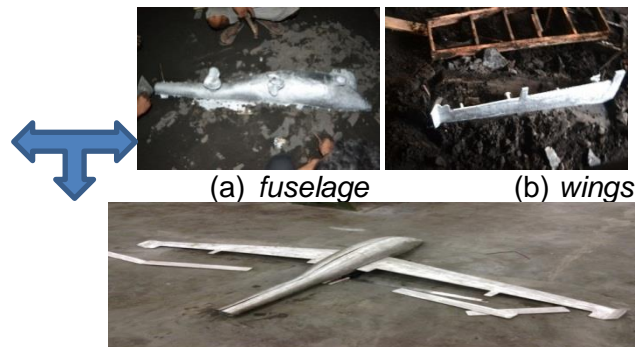


Gambar 12. Proses Penuangan Aluminium-Magnesium

Cairan Al-Mg dituang kedalam cetakan, kemudian dibiarkan hingga cairan mengering. Setelah cairan dalam cetakan mengering, cetakan dibongkar dan dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diperiksa hasil cetakan agar dapat diketahui hasil dari cetakan mengalami cacat atau tidak.

Hasil cetakan dapat dilihat pada gambar 13. Permukaan yang telah di finishing dapat dilihat sebagai berikut :





Gambar 13. (a). Fuselage, (b). Wings (c). Hasil Finishing

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Pembahasan yang dilakukan diawali dengan pengujian material, dengan membuat spesimen coran dengan material Aluminium-Magnesium (96%-4%).

##### Pengujian Tarik (*Tensile Strength*)

Alat uji Tarik yg digunakan Servopulse tensile tester, pengujian tarik dilakukan dengan standar uji tarik Annual book ASTM Vol.3 E8M-00b. [1]

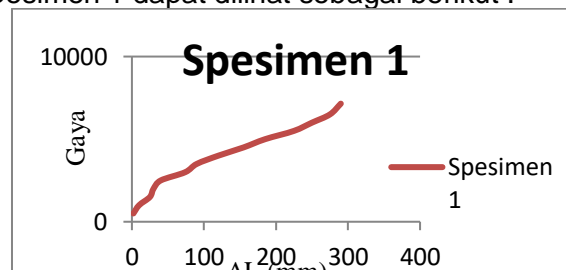
Pengujian ini dilakukan agar mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap energi tarikan dan sejauh mana material itu bertambah panjang. [4]

Hasil dari uji tarik dapat dilihat pada gambar dibawah ini ;



Gambar 14. hasil Uji tarik spesimen 1

Grafik elastisitas dari spesimen 1 dapat dilihat sebagai berikut :

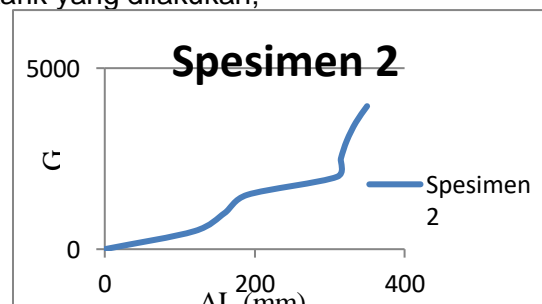


Gambar 4.2. Grafik spesimen 1



Gambar 15. hasil uji tarik spesimen 2

Berikut tabel pengujian tarik yang dilakukan;

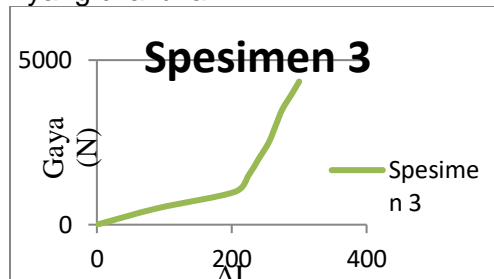


Gambar 16. Grafik spesimen 2



Gambar 17. hasil uji tarik spesimen 3

Berikut tabel pengujian tarik yang dilakukan



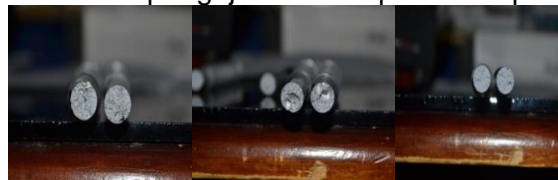
Gambar 18. Grafik spesimen 3

Berikut ini adalah hasil pengujian dan tabel hasil pengujian untuk regangan dan modulus elastisitas dari hasil uji kekuatan tarik maka dilakukan teori perhitungan. Nilai regangan yang didapat adalah :

- Spesimen 1 nilai
- Spesimen 2 nilai
- Spesimen3 nilai

Nilai modulus elastisitas dari spesimen uji tarik yang dibuat dalam bentuk paduan Aluminium-Magnesium memiliki nilai E rata-rata 437126939,18

Nilai modulus elastisitas paduan Magnesium di dalam Aluminium pada perbandingan 96% Aluminium dan 4% Magnesium mengalami kenaikan. Gambar perpatahan dari Aluminium coran setelah dilakukan pengujian tarik dapat dilihat pada gambar ;



Gambar 19. Bentuk patahan paduan Al-Mg; spesimen 1, spesimen 2, spesimen 3.

**Pengujian Mikro (*Microstructure test*)**

Pengujian mikrostruktur dilakukan dengan menggunakan Reflected Metallurgical Microscope dengan type Rax Vision No. 545491, MM-10A, 230V-50Hz.[2]

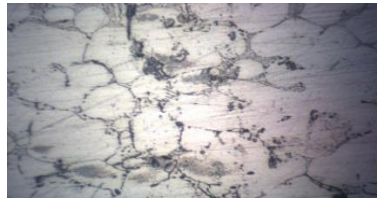
Analisa struktur mikro kita dapat mengamati bentuk dan ukuran kristal logam, kerusakan logam akibat proses deformasi, proses perlakuan panas, dan perbedaan komposisi.



Gambar 20. Spesimen foto Mikro

Hasil foto mikro dari ketiga spesimen dapat dilihat pada gambar berikut;





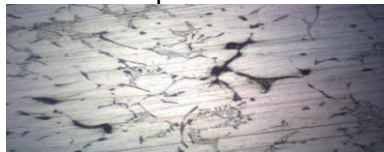
Gambar 21. Hasil Foto Mikro spesimen 1 pada 200x pembesaran

Dari gambar diatas memperlihatkan struktur mikro aluminium setelah ditambah Magnesium, hasilnya memperlihatkan bahwa Magnesium berhasil berpadu kedalam coran Alminium dalam bentuk potongan.



Gambar 22. hasil foto Mikro spesimen 2 pada 200x pembesaran

Gambar di atas memperlihatkan foto mikro Aluminium setelah ditambahkan Magnesium hasilnya memperlihatkan permukaan Aluminium berwarna terang yang artinya perpaduan yang terjadi merata secara sempurna.

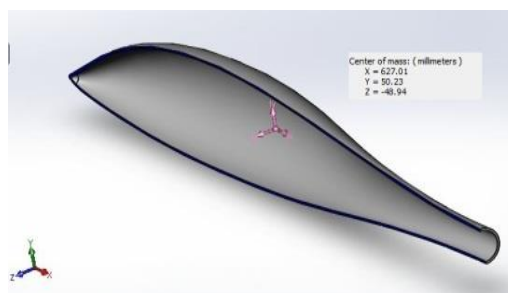


Gambar 23. Hasil foto mikro spesimen 3 dengan 200x pembesaran

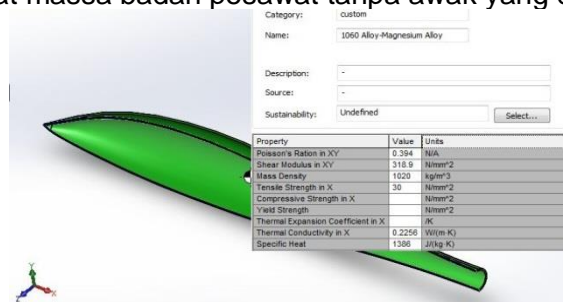
Dari ketiga Hasil foto mikro diatas memperlihatkan paduan tersebut berpadu secara merata dan disimpulkan struktur mikro aluminium setelah dilakukan penambahan magnesium sebanyak 4% hasilnya adalah paduan solid solution.

### Menentukan Pusat Massa(Centre Gravity) Badan Pesawat Tanpa Awak

Penentuan titik berat pada fuselage pesawat tanpa awak menggunakan software SolidWorks 2013.

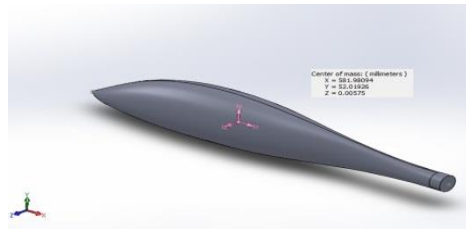


Gambar 24. Pusat massa badan pesawat tanpa awak yang diberikan potongan



Gambar 25. Spesifikasi dari paduan Al-Mg

Massa = 1518.87 gr  
 Volume = 1518866.03 mm<sup>3</sup>  
 Luas permukaan = 621314.80 mm<sup>2</sup>  
 Kepadatan = 0,000102 gr/mm<sup>3</sup>  
 Pusat massa : ( millimeters )  
     X = 627.01  
     Y = 50.23  
     Z = -48.94



Gambar 26. Pusat massa pada badan pesawat tanpa awak secara utuh

Data yang diperoleh adalah sebagai berikut ;  
 Massa properti dari badan pesawat tanpa awak  
 Massa = 3034.92 gr  
 Volume = 3034921.97 mm<sup>3</sup>  
 Luas permukaan = 1213662.02 mm<sup>2</sup>  
 Pusat massa : ( mm )  
     X = 625.74  
     Y = 50.26  
     Z = -0.01

**Menghitung Luas Permukaan Potongan Badan Pesawat Tanpa Awak**

Untuk menghitung luas permukaan potongan pada badan pesawat tanpa awak menggunakan software SolidWorks dapat dilihat sebagai berikut :

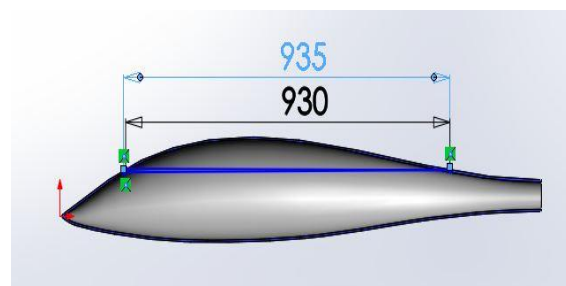


Gambar 27. Luas daerah potongan pada fuselage

Luas permukaan pada potongan;  
 Area: 14427.16 mm<sup>2</sup>  
 Perimeter: 5607.41 mm

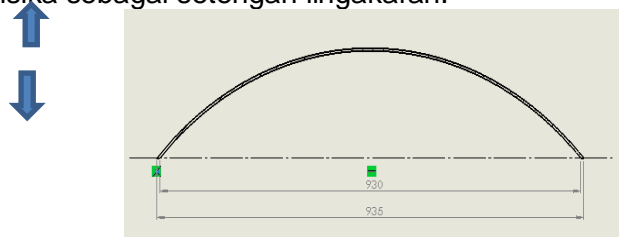
**Menentukan faktor bentuk (*shape factor*) dari Fuselage**

Gambar dibawah menunjukkan luas penampang yang diambil dari sebagian bidang fuselage. Bidang bagian badan pesawat ini diberikan gaya dari sumbu y sama halnya dalam pengujian tarik.



Gambar 28. faktor bentuk pada fuselage

Gambar berikut merupakan sebagian bidang yang diambil dari bagian *Fuselage*. Bidang ini diasumsika sebagai setengah lingkaran.



Gambar 29. Bidang yang diberi gaya dari arah sumbu y

Diketahui :  $d_1 = 930 \text{ mm} \rightarrow r_1 = 465 \text{ mm}$       $F \text{ tarik} = 5150 \text{ MPa}$   
 $d_2 = 935 \text{ mm} \rightarrow r_2 = 467,5 \text{ mm}$

Berdasarkan dimensi diatas maka akan didapat nilai  $\sigma$  (Tegangan). Penyelesaian untuk mendapatkan nilai tegangan struktur dari arah sumbu y adalah :

$$\sigma = F / A$$

$$A = \frac{1}{2} \pi (27)^2 - \frac{1}{2} \pi (22,5)^2$$

$$= [ \pi/2 (729) - \pi/2 (506,25) ]$$

$$= 1144,53 - 794,81$$

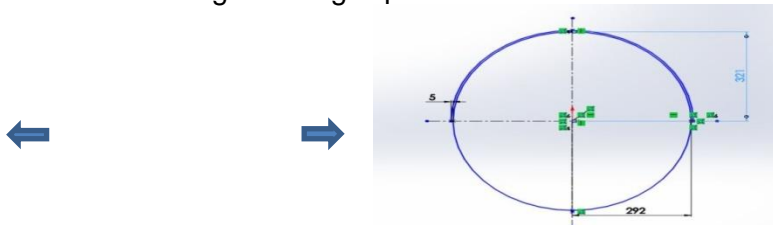
$$n = 349,72 \text{ mm}$$

$$\sigma = F / A$$

$$= \frac{5150}{349,72}$$

$$= 14,726 \text{ N/mm}^2$$

Maka nilai Tegangan jika diberi gaya dari arah sumbu y adalah  $14,726 \text{ N/mm}^2$   
 Gambar berikut merupakan sebagian bidang yang diambil dari bagian *Fuselage*. Bidang ini diasumsikan sebagai bidang elips.



Gambar 30. Bidang yang diberi gaya dari arah sumbu x

Diketahui :  $a = 292 \text{ mm}$   
 $b = 321 \text{ mm}$

Berdasarkan dimensi diatas maka akan didapat nilai  $\sigma$  (Tegangan). Penyelesaian untuk mendapatkan nilai tegangan struktur dari arah sumbu x.

Penyelesaian :

$$A = \pi \cdot a \cdot b$$

$$A = \pi \cdot 292 \cdot 321$$

$$= 3,14 \cdot 292 \cdot 321$$

$$= 294,3 \text{ mm}$$

$$\sigma = F / A$$

$$= \frac{5150}{294,3} = 17,499 \text{ N/mm}^2$$

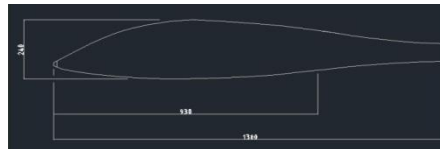
Maka nilai tegangan jika diberi gaya dari arah sumbu x adalah  $17,499 \text{ N/mm}^2$   
 Sementara nilai tegangan pada Material testing.

$$\sigma_{rata-rata} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$$

$$= \frac{7150 + 3950 + 4350}{3} = 5150 \text{ N/mm}^2$$

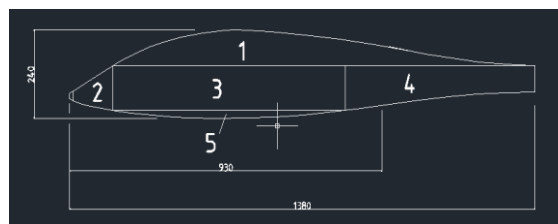
**Menentukan Titik Berat *Fuselage* Secara Teoritis**

Titik berat *fuselage* dihitung dengan cara membagi *fuselage* menjadi lima bidang. Bidang ini dihitung dengan bentuk dua dimensi. Dimensi ini didapat dari *Fuselage* yang dibuat.



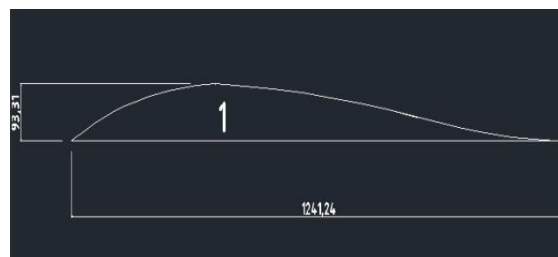
Gambar 31. Gambar teknik *Fuselage* yang di cor

Pembagian dapat dilihat pada gambar berikut :



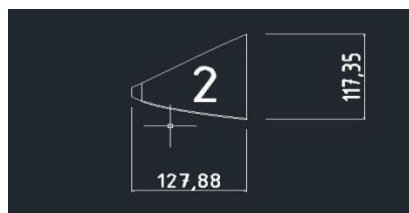
Gambar 32. Pembagian bidang pada fuselage

Perhitungan luas tiap bidang :



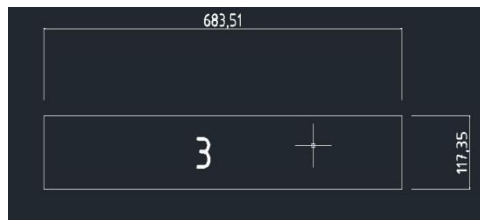
Gambar 33. Bidang 1 setengah lingkaran

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{2} \pi \cdot r^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 93,31^2 \\ &= 13669 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 34. Bidang 2 segitiga sama sisi

$$\begin{aligned} A_2 &= \frac{S^2}{4} \cdot \sqrt{3} \\ &= \frac{127,88^2}{4\sqrt{3}} \\ &= 698 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 35. Bidang 3 persegi panjang

$$A_3 = p.l$$

$$= 117,35.683,51$$

$$= 80209 \text{ mm}$$



Gambar 36. Bidang 4 trapesium

$$A_4 = (\text{sisi A} + \text{sisi B} + \text{sisi C}).t.1/2$$

$$= (557,78+117,35+68,81).117,35.1/2$$

$$= 43407 \text{ mm}$$



Gambar 37. Bidang 5 setengah lingkaran

$$A_5 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot r^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20,82^2 = 628 \text{ mm}$$

Untuk bidang 1

$$X_1 = \frac{1}{2} \cdot 13,4 \cdot 1241 = 1948$$

$$Y_1 = 1241 \cdot 93 = 11542$$

Untuk bidang 2

$$X_2 = 127,88^2 / 4\sqrt{3} = 698$$

$$Y_2 = 127,88^2 / 2 = 1635$$

Untuk bidang 3

$$X_3 = \frac{1}{2} \cdot 117,75 = 58875$$

$$Y_3 = \frac{1}{2} \cdot 683,51 = 3417$$

Untuk bidang 4

$$X_4 = [(557,78+117,35+68,81) \cdot 117,35 \cdot 1/2] \cdot 1/2 = 21703$$

$$Y_4 = \frac{1}{2} \cdot (117,35+68,81) = 939,08$$

Untuk bidang 5

$$X_5 = \frac{1}{2} \cdot 13,4 \cdot 20^2 = 2680$$

$$Y_5 = \frac{1}{2} \cdot 683,51 = 341,7$$

Sumbu y ;

$$y = \frac{A_1y_1 + A_2y_2 + A_3y_3 + A_4y_4 + A_5y_5}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}$$

$$y = \underline{\underline{20,45}}$$

Sumbu x ;

$$X = \frac{A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + A_4x_4 + A_5x_5}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}$$

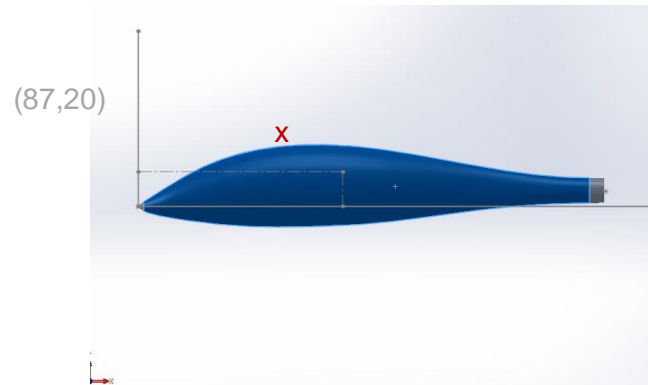
$$X = 87,6$$

Pada gambar terlihat koordinat dari center of massa :

$$Y = 20.45$$

$$X = 87,6$$

y



Gambar 38. Center of massa secara teoritis

## 5. KESIMPULAN

Dari Tabel hasil analisa data pada bab IV, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Hasil coran yang didapat dikatakan berhasil dengan perbandingan Al-Mg (96%-4%).
2. Dari hasil uji tarik nilai regangan rata-rata 3,383%, dan modulus elastisitas 43712 MPa. Nilai ini menunjukkan masih batas normal untuk ukuran paduan.
3. Hasil photo mikro memperlihatkan tingkat porositas yang rendah walaupun dilihat dengan 200x pembesaran.
4. Letak titik berat pada *fuselage* didapat pada koordinat  $x= 627,01$ ,  $y= 50,23$ ,  $z= -48,94$  dengan menggunakan software SolidWork 2013.
5. Berdasarkan perhitungan faktor bentuk yang menjadi perbandingan dari material testing dan struktur testing pada pengujian Tarik. Tegangan Struktur bidang yang diberikan dari arah y lebih rendah dari pada gaya yang diberikan dari arah x.

## Saran

Saran-saran yang perlu diperhatikan untuk dilakukan pada penelitian lebih lanjut, adalah :

1. Untuk meningkatkan perpaduan Al-Mg yang lebih sempurna dibutuhkan alat Mixer, sehingga kedua bahan berpadu secara merata.
2. Dapur bakar yang digunakan harus memiliki ruang tertutup sehingga temperature yang didapat tidak berubah-ubah.
3. Pada saat pencampuran Al-Mg harus lebih diperhatikan waktu yang tepat kapan Magnesium dimasukkan kedalam coran.
4. Software yang mendukung dalam perhitungan dan pembuatan fuselage ataupun pembuatan seluruh bagian pesawat tanpa awak harus dipelajari lebih dalam sehingga hasil yang didapat lebih akurat.
5. Dalam pembuatan Fuselage ini hendaknya memiliki ikatan dengan perusahaan penerbangan sehingga mempermudah dalam pabrikasi.



**Daftar Pustaka**

- [1] ASM Handbook. 1988. *Metals Handbook Ninth Edition Volume 15 Casting*. The University of Alabama.
- [2] ASM Handbook. 2000. *Volume 9 Metallography and Microstructures*. ASM International.
- [3] Hidayat, Taufiq & Sugeng Slamet. 2010. "Pengaruh Model Saluran Tuang pada Cetakan Pasir terhadap Hasil Cetakan". Kudus: Universitas Muria Kudus.
- [4] Purnomo, 2004. "Pengaruh pengecoran ulang terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impak pada paduan Aluminium tuang 320", Proceedings, Komputer dan system intelijen, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- [5] Surdia, Tata. & Chijiwa Kenji. 1991. "*Teknik Pengecoran Logam*". Jakarta: Pradnya Paramita.