

Rancang Bangun Model Pesawat CESSNA 172N Sebagai Alat Bantu Praktikum *Weight and Balance*: Manufaktur

Mico Rahmat Wibowo¹, Syarif Hidayat²

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : mico.rahmat.aer21@polban.ac.id

²E-mail : syahid@polban.ac.id

ABSTRAK

Pesawat cessna 172N merupakan jenis pesawat *fixed wing* yang memiliki kapasitas penumpang berjumlah 4 orang, bermesin tunggal, sayap tinggi (*high wing*), dan juga *landing gear* yang berjenis *tricycle*. Tujuan dari pembuatan model pesawat ini adalah untuk mempermudah praktikum *weight and balance*, sebelum menggunakan pesawat sungguhan sehingga pengujian *weight and balance* yang sebenarnya dapat di pahami oleh mahasiswa. Pembuatan pesawat model cessna 172N dengan menggunakan material komposit, komposit sendiri terdiri dari gabungan dua atau lebih lapisan yang memiliki sifat material yang berbeda. Lapisan untuk pembuatan material komposit digunakan yaitu *Epoxy resin*, *Fiberglass* dengan serat *E-glass*, dan dalam proses pembuatannya digunakan dua metode yaitu *Hand Lay Up* dan *Vacuum Infusion* untuk mendapatkan hasil bentuk pesawat yang sempurna dan memiliki kekuatan yang lebih baik.

Kata Kunci

Pesawat Cessna 172N, Komposit, *Hand Lay Up*, *Vacuum Infusion*

ABSTRACT

The Cessna 172N aircraft is a type of fixed wing aircraft which has a passenger capacity of 4 people, has a single engine, high wing and also tricycle type landing gear. The aim of making this aircraft model is to make weight and balance practice easier, before using a real aircraft so that the actual weight and balance test can be understood by students. Making the Cessna 172N model aircraft using composite materials, the composite itself consists of a combination of two or more layers that have different material properties. The layers for making the composite material used are Epoxy resin, Fiberglass with E-glass fiber, and in the manufacturing process two methods are used, namely Hand Lay Up and Vacuum Infusion to get a perfect plane shape and have better strength.

Keywords

Cessna 172N aircraft, Composite, Hand Lay Up, Vacuum Infusion

1. PENDAHULUAN

Penggunaan metode belajar secara visual dengan menggunakan alat peraga merupakan sebuah metode pembelajaran yang lebih baik ketimbang metode belajar lainnya, karena informasi yang tersampaikan umumnya akan lebih mudah ditangkap oleh para mahasiswa. Maka dari itu penulis melakukan penelitian ini untuk memberikan fasilitas penunjang yang lebih memadai serta pembelajaran yang lebih baik dan mudah untuk dipahami.

Weight and balance merupakan suatu hal yang harus dipelajari oleh mahasiswa dibidang aviasi. Pada Program Studi D-III Teknik Aeronautika Politeknik Negeri Bandung terdapat salah satu mata

kuliah yang membahas tentang *weight and balance* pesawat, maka dari itu *weight and balance* harus dipelajari dan dipahami untuk pengetahuan umum mahasiswa Aeronautika.

Digunakan model pesawat cessna 172N dikarenakan dalam pengaplikasian *weight and balance* digunakan pesawat sungguhan yang ada di laboratorium hanggar Teknik Aeronautika yang salah satunya adalah pesawat cessna 172N tersebut. (1)

Pembuatan model pesawat cessna 172N Skyhawk digunakan dimensi dengan perbandingan 1:11 dari ukuran asli dari pesawat Cessna 172N Skyhawk, dan juga Naca 2412 untuk jenis *Airfoil* pada bentuk

sayapnya, yang nantinya akan diisi pemberat sebagai berat bayangan *fuel* yang ada pada pesawat. Dalam penggunaan Naca 2412 ini juga dapat mempermudah dalam pembuatan dari sayap pesawat cessna, namun bentuk ini nantinya tidak akan mempengaruhi beban akhir dari pesawat model. Dalam pembuatannya juga digunakan pemanfaatan material komposit dalam pengaplikasiannya, seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan tersebut yang semakin meluas pada sektor industri skala kecil maupun skala besar. Komposit sendiri memiliki keunggulan seperti kuat, ringan, tahan korosi, ekonomis dan sebagainya. Disini dilakukan metode laminating dari bahan *fiberglass* dan menggunakan resin *epoxy* sebagai pengikatnya agar bahan komposit bernilai lebih alternatif, dan mendapatkan hasil lapisan komposit yang terbaik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

S. P. D. P. Darmawan dalam penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Miniatur Alat Peraga *Control Surface* Pesawat *Fixed wing* Cessna 172 Skyhawk” Pesawat cessna 172N merupakan jenis pesawat *fixed wing* yang memiliki kapasitas penumpang berjumlah 4 orang. Memiliki mesin tunggal, sayap tinggi (*high wing*), dan juga *landing gear* yang berjenis *tricycle*. (2)

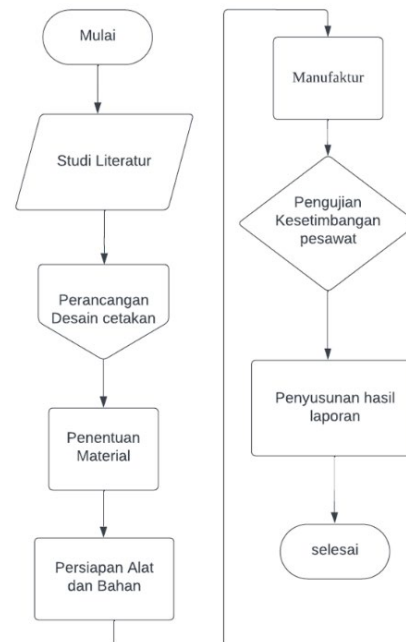
F. Hadian dalam penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Alat *Vacuum Infusion* Untuk pembuatan Komponen Berbahan Komposit” mengenai rancang bangun alat *vacuum infusion* untuk proses membuat komposit dengan memanfaatkan perbedaan tekanan dalam cetakan dan diluar cetakan. Penggunaan metode *vacuum infision* ini memiliki manfaat dan keunggulan yaitu dalam penggunaan resin bisa lebih irit, kekuatan atau modulus elastisitas yang diperoleh lebih besar dibandingkan metode lain dan dapat membuat benda kerja yang memiliki ketelitian yang cukup sulit. (3)

I. Kurniawan dalam penelitian yang berjudul “Pengaruh Metode Pembuatan Komposite dan variasi Serat Buatan Terhadap Kekuatan Impact dan Tarik” pada penelitian ini telah dilakukan analisa untuk mengetahui pengaruh metode pembuatan komposit dengan menggunakan metode *Hand lay up* dan *Vacuum Infusion*. Hasil dari analisa metode *Vacuum Infusion* memiliki nilaihasil uji tarik yang lebih tinggi dari metode *Hand lay up*, proses *Vacuum Infusion* memiliki tingkat penyerapan udara sehingga udara yang terdapat pada matriks dapat

dikeluarkan dan meminimalisir porositas pada material komposit. (4)

3. METODE PENELITIAN

Digunakan metode eksperimental yang mencakup pada pembuatan model pesawat Cessna 172N dengan menggunakan material *Composite* sebagai material pembuatnya sebagaimana metodologi perancangan yang ditunjukkan pada “Gambar 1”, berikut.



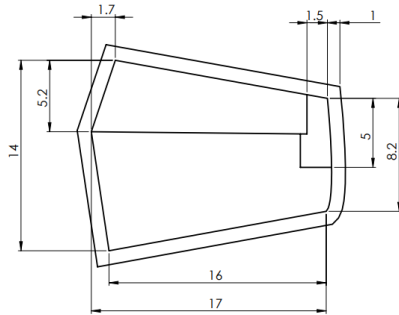
Gambar 1 Flowchart

3.1 Studi literatur

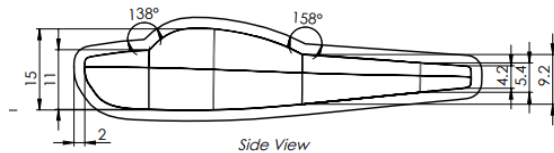
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data seperti ukuran atau *dimensi*, bahan pembentuk *Composite*, teknik yang digunakan dalam proses manufaktur, serta alat-alat apa saja yang digunakan. Dalam pembuatan model pesawat Cessna 172N.

3.2 Perancangan desain cetakan

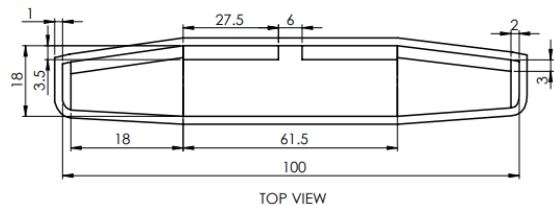
Pada perancangan desain cetakan ini, penulis mengambil ukuran dimensi dari hasil desain yang sudah ada. Dengan menggunakan dimensi tersebut, penulis dapat memastikan bahwa cetakan yang dibuat sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan dan dapat menghasilkan produk akhir yang diinginkan. Seperti pada “Gambar 2”, “Gambar 3”, dan “Gambar 4” di bawah ini:



Gambar 2 Desain cetakan bagian horizontal stabilizer pandangan atas



Gambar 3 Desain cetakan bagian fuselage pandangan samping



Gambar 4 Desain cetakan bagian wing pandangan atas

3.3 Penentuan Material

Penentuan material ini dilakukan untuk mengetahui apakah material yang akan digunakan kuat dan mudah di aplikasikan pada perancangan yang ada, pada penentuan material ini digunakan. Komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang memiliki sifat berbeda digabungkan dengan cara laminasi, sehingga menghasilkan karakteristik baru.

Komposit memiliki keunggulan karena dapat menggabungkan sifat-sifat terbaik dari masing-masing bahan penyusunnya. Sebagai contoh, komposit dapat menggabungkan kekuatan dan ketahanan dari satu bahan dengan ringan dan fleksibilitas dari bahan lain. Proses laminasi dalam pembuatan komposit melibatkan penyusunan lapisan-lapisan material yang berbeda sehingga menciptakan struktur yang lebih kuat dan serbaguna dibandingkan dengan material tunggal.

3.4 Persiapan alat dan bahan

Dalam proses pembuatan/manufaktur pesawat cessna 172N ini digunakan beberapa macam alat serta bahan untuk menunjang keberhasilan hasil akhir yang ingin dicapai. Berikut beberapa macam alat yang digunakan seperti pada “Tabel 1”, berikut:

Tabel 1 Alat dan bahan yang digunakan selama proses manufaktur

Alat	Bahan
Kacamata <i>safety</i>	Resin <i>Epoxy</i>
<i>Hand gloves</i>	Resin <i>Polyester</i>
Masker	Katalis
Spidol	<i>Fiberglass</i>
<i>Roll meter</i>	<i>Talk resin</i>
Mistar baja	Amplas
<i>Waterpass</i>	<i>Wax/ glaze</i>
Kuas	Dempul
<i>Jigsaw</i>	<i>Pigmen</i>
kikir	<i>Polyurethane</i>

3.5 Manufaktur

Pada tahap ini dilakukan proses manufaktur yang dibagi menjadi beberapa tahap, di antaranya: pembuatan *mock up* awal dari model pesawat, pembuatan cetakan, dan pembuatan model pesawat dengan metode laminasi resin dan *fiberglass*. Proses ini dirancang untuk memastikan bahwa setiap tahap produksi dilakukan dengan akurat dan efisien, sehingga menghasilkan model pesawat yang berkualitas tinggi dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

1. Pembuatan *mock up* Awal: Membuat prototipe awal dari model pesawat untuk memastikan desain sesuai dengan kebutuhan dan memungkinkan perbaikan sebelum produksi massal, seperti pada “Gambar 5” di bawah ini:



Gambar 5 pembuatan *mock up* model pesawat cessna 172N

2. Pembuatan Cetakan: Membuat cetakan berdasarkan *mock up* awal, yang akan digunakan untuk memproduksi bagian-bagian model pesawat, seperti pada “Gambar 6”, “Gambar 7”, dan “Gambar 8”, di bawah ini:



Gambar 6 Cetakan bagian wing dari pesawat



Gambar 7 Cetakan bagian horizontal stabilizer dari pesawat



Gambar 8 Cetakan bagian fuselage dari pesawat

3. Pembuatan Model Pesawat: Menggunakan metode laminasi resin dan *fiberglass*, di mana resin diterapkan pada lapisan *fiberglass* untuk menciptakan struktur yang kuat dan ringan, seperti pada “Gambar 9”, berikut:



Gambar 9 hasil pembuatan model pesawat cessna 172N

Setiap tahap ini penting untuk memastikan hasil akhir yang presisi dan berkualitas tinggi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Dimensi hasil setelah proses manufaktur

Setelah melaksanakan proses manufaktur, maka dilakukan kembali pengukuran pada setiap bagian-bagian atau komponen model pesawat cessna 172N yang telah di buat. untuk memastikan dimensi dari hasil manufaktur telah sesuai dengan *design* yang telah dibuat sebelumnya, penting untuk melakukan perbandingan dimensi. Serta untuk mengetahui apakah terjadi eror pada saat proses manufaktur yang membuat perubahan pada ukuran dimensi pada hasil model pesawat cessna 172N. dan perbandingan dari dimensi *design* dan dimensi hasil manufaktur dapat dilihat dari “Tabel 2”, berikut:

Tabel 1 perbandingan dimensi design dan hasil

Bagian	Dimensi design (cm)	Dimensi hasil (cm)	Selisih (cm)	Toleransi (cm)	keterangan
Airfoil	Naca 2412	Naca 2412	-	-	-
Wingspan	100	100,5	0,5	$\pm 3,5$	Dalam toleransi
Chord Sayap	20	17,5	-3,5	$\pm 3,5$	Dalam toleransi
Lebar Model	10	12,5	2,5	$\pm 3,5$	Dalam toleransi
Panjang Model	74	80	8	$\pm 3,5$	Di luar toleransi
Tebal chamber	4	3,8	-0,2	$\pm 3,5$	Dalam toleransi

Dalam menentukan toleransi dalam proses manufaktur ini kami menggunakan toleransi longgar dengan toleransi 1% hingga 5% dari ukuran yang telah ditentukan. Penentuan toleransi ini berdasarkan pada proses manufaktur model pesawat ini yang tidak memerlukan presisi tinggi, dikarenakan tujuan pada proses manufaktur ini tidak bertujuan untuk pesawat dapat terbang. Namun penerapan toleransi dalam proses manufaktur ini berguna untuk menentukan kemampuan proses yang akan digunakan, dan mendapatkan hasil model dengan ukuran yang tepat.

Hasil dari perbandingan dimensi *design* dengan dimensi hasil dapat disimpulkan bahwa terjadi perbedaan antara dimensi atau ukuran desain dengan hasil produksi. Dengan hasil ini dilakukan identifikasi 3 *Whys* untuk mengetahui penyebab

utama dari kegagalan dalam proses manufaktur yang berdampak pada hasil akhir ini.

3 *Whys*:

1. Mengapa panjang model Pesawat cessna melebihi toleransi?
 - Karena kesalahan pada pengukuran pada bentuk *mock up*, dan SOP pengerjaan yang tidak sesuai.
2. Mengapa lebar model pesawat cessna melebihi toleransi?
 - Karena ada penambahan lebar body untuk mendapatkan bentuk pesawat yang proporsional.
3. Mengapa *chord* pada *wing* / sayap model pesawat cessna melebihi toleransi?
 - Karena adanya perubahan bentuk pada panjang *chord* sayap pada saat melakukan pembuatan cetakan yang mengakibatkan panjang *chord* lebih pendek dibandingkan ukuran yang diinginkan.

Setelah melakukan identifikasi maka didapat beberapa tindakan untuk mengeliminasi kegagalan pada saat proses manufaktur, dan dapat menjadi tindakan perbaikan atau pencegahan dalam melakukan proses manufaktur ke depannya.

4.2 Pengujian kesetimbangan berat pesawat

Pengujian ini dilakukan setelah proses manufaktur yang berguna untuk memastikan kesetimbangan dan berat model pesawat sesuai dengan yang telah ditentukan, serta menentukan pesawat tidak miring dan beratnya keseimbangan antara sisi kanan, kiri, depan, dan mendapatkan berat keseluruhan model pesawat cessna. Dengan cara menimbang berat dari *nose landing gear*, dan *main landing gear* kiri/kanan. Sehingga didapatkan berat seperti pada "Tabel 3", berikut:

Tabel 2 Data pengujian berat model pesawat cessna 172n

Pengujian berat model pesawat CESSNA 172N	
<i>Nose landing gear</i>	289 Gram
<i>main landing gear</i> kiri	1899 Gram
<i>main landing gear</i> kanan	1839 Gram
Berat pesawat secara keseluruhan (n/3 = berat keseluruhan)	(4,027 / 3 = 1,342 kg) Total berat pesawat 1,342 Kg

Setelah dilakukan pengujian berat, maka di dapatkan berat pesawat mengalami berat yang tidak sesuai antar berat pada *main landing gear* kiri dan *main landing gear* kanan. Namun tidak terlalu

signifikan dan masih kami anggap pesawat memiliki berat yang setimbang.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manufaktur model pesawat Cessna 172N yang dibuat telah sesuai dengan apa yang diinginkan sehingga dapat digunakan serta sangat layak digunakan untuk menunjang proses praktikum *weight and balance*.
2. Penggunaan resin epoxy dengan perbandingan 3:1 mendapatkan hasil yang baik, dan tidak terjadi kegagalan pada saat pencetakan
3. Pada saat pengujian berat keseluruhan pesawat didapatkan berat model pesawat secara keseluruhan sebesar 1,342 Kg.
4. Pada saat pengujian kesetimbangan pesawat didapatkan ukuran model pesawat yang setimbang sehingga tidak terlalu mempengaruhi saat proses praktikum *weight and balance*.
5. Setelah melalui proses penentuan letak *center of gravity* didapatkan letak CG berada di 4,95 cm dari panjang span wing model pesawat dari *leading edge* sampai *trailing edge*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan dana untuk menunjang perancangan ini, dan terima kasih kepada teman- Pada perancangan desain cetakan ini, penulis mengambil ukuran dimensi dari hasil desain yang sudah ada. Dengan menggunakan dimensi tersebut, penulis dapat memastikan bahwa cetakan yang dibuat sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan dan dapat menghasilkan produk akhir yang diinginkan. teman yang telah memberikan support kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

1. F. A. Administration. Aircraft Weight and Balance Handbook. U.S. Department Of Administration; 2016.
2. Darmawan SPD. Rancang Bangun Miniatur Alat Peraga Control Surface Pesawat Fixed Wing Cessna 172 Skyhawk. In: Prosiding The 14th Industrial Research Workshop and National Seminar. 2023. p. 419-424.

3. Hadian F. Rancang Bangun Alat Vacuum Infusion Untuk Pembuatan Komponen Berbahan Komposit. Politeknik Negeri Bandung; 2020.
4. Kurniawan I, Setyowati VA. Pengaruh Metode Pembuatan Komposit dan Variasi Serat Buatan Terhadap Kekuatan Impact dan Tarik. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya; 2021. p. 301-306.
5. Pupa F. Metoda Pembuatan Komposit [Internet]. 2011 Sep 29 [cited 2024 Jul 12]. Available from: <https://faisalpupa.blogspot.com/2011/09/metoda-pembuatan-komposit.html>
6. Baliyono P. Pengertian dan Material Komposit [Internet]. 2011 Dec [cited 2024 Jul 12]. Available from: <https://priyobaliyono.blogspot.com/2013/08/pengertian-dan-material-komposit.html>
7. Setyanto H. Review: Teknik Manufactur Komposit Hijau dan Aplikasinya. Universitas Sebelas Maret; 2012.
8. Nayiroh N. Teknologi Material Komposit. UIN-Malang; 2013.
9. Tolu A. Pengenalan Resin dan Katalis serta Takaran Tepat Perbandinganya [Internet]. 2017 Apr 22 [cited 2024 Jul 12]. Available from: <https://www.kerajinankreatif.com/2017/04/campuran-resin-dan-katalis.html#:~:text=Dari%20berbagai%20artikel%20dan%20video,%2C333333>
10. Ardiansyah R. Perhitungan Letak dan Pergeseran Pusat Gravitasi Pesawat LSU-03NG Untuk Menentukan Posisi Beban Dari Pemberat. 2016.
11. Magribie MS. Pembuatan Program Penentuan Letak Center of Gravity Pesawat Udara Untuk Alat Simulasi Weight and Balance. 2019.
12. C. A. Company. Cessna 172N Skyhawk Pilots Operating Handbook. 1977.
13. Rahmani Y. Rancang Bangun Alat Ukur Berat Berbasis Loadcell Untuk Weight and Balance Bagian Nose Landing Gear Pada Pesawat Cessna172N. 2021.
14. Aputra N. Kaji Terjadinya Fluktuasi Nilai Timbangan Pada Pelaksanaan Aircraft Weighing Pesawat Boeing 737-800. 2020.
15. Kurniawan FH. Determination of Weight and Balance on the Boeing 737-800NG and Airbus A320. 2021.