

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki geografis kepulauan yang terdiri dari banyak pulau yang dipisahkan oleh laut. Untuk memenuhi kebutuhan antar pulau dibutuhkan transportasi yang dapat menyatukan pulau-pulau tersebut. Transportasi yang tersedia antara lain kapal laut dan pesawat udara. Belum meratanya optimasi potensi pantai untuk mendukung distribusi barang dan orang oleh kapal laut menjadi kendala. Sedangkan untuk pesawat udara belum banyak pulau-pulau di Indonesia yang memiliki landasan pacu untuk mendukung distribusi lewat jalur udara. Pesawat amfibi mungkin bisa mengatasi kurangnya infrastruktur dan alat transportasi di Indonesia yang berbentuk kepulauan. Pesawat amfibi merupakan pesawat udara yang mampu lepas landas dan mendarat di darat dan air (Nugroho et al., 2019).

Seaplane atau pesawat amfibi adalah pesawat yang dapat melakukan pendaratan dan lepas landas di atas air. *Seaplane* telah digunakan sejak awal abad ke-20 sebagai alat transportasi udara yang efektif di daerah-daerah yang sulit dijangkau melalui jalur darat atau udara. Namun, penggunaan *seaplane* dalam beberapa dekade terakhir telah menurun karena adanya kemajuan teknologi dan infrastruktur, terutama di wilayah perkotaan (Sundararajan, 2014).

Aluminium *foam sandwich* merupakan gabungan dari lembaran yang terdiri atas aluminium berpori (aluminium *foam*) yang dilapisi lembaran pejal pada permukaannya. Struktur *sandwich* ini menghasilkan fitur yang unik yaitu kekuatan dan kekakuan yang tinggi dikombinasikan dengan massa yang rendah. (Nugroho dkk, 2013).

Float berfungsi sebagai roda pesawat saat mendarat di air dan membantu pesawat agar tetap mengapung di atas air saat lepas landas. Oleh karena itu, desain dan bentuk *float* pada *seaplane* menjadi sangat penting karena dapat mempengaruhi stabilitas dan performa pesawat. Bentuk dan desain *float* pada *seaplane* dapat mempengaruhi performa pesawat dalam hal kecepatan, *lift*, dan *drag*. *Float* dengan bentuk aerodinamis yang baik dapat meningkatkan efisiensi pesawat (Denize, J. M., & Chopra, 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat kita rumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model desain *float* pesawat amfibi dengan material aluminium *sandwich foam* dan material komposit
2. Bagaimana pengaruh getaran bebas pada *float* pesawat dengan material Aluminium *Sandwich Foam*
3. Bagaimana pengaruh getaran paksa pada material aluminium dan komposit

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mendesain model *float* pesawat amfibi menggunakan *software* Autodesk fusion 360
2. Menganalisis pengaruh getaran bebas pada *float* pesawat dengan material aluminium *sandwich foam* dan material komposit *carbon epoxy*
3. Menganalisis pengaruh getaran paksa pada material aluminium dan komposit *carbon epoxy*

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian yang dilakukan berupa sebuah simulasi menggunakan *software* ansys
2. Menggunakan material aluminium *sandwich foam* dan komposit.
3. Ketebalan lapisan luar dan dalam aluminium *sandwich foam* adalah 2 mm.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah material sandwich aluminium dan komposit aman digunakan sebagai bahan dari *float* pada pesawat Amfibi.
2. Menambah wawasan seputar pesawat terbang.
3. Menambah pengetahuan dalam pengoperasian *software* Ansys

1.6 Teori Dasar

1.6.1 Pesawat Amfibi

Pesawat amfibi, salah satu kelas pesawat yang dapat mendarat, mengapung, dan lepas landas di atas air. Pesawat amfibi dengan lambung seperti perahu juga dikenal sebagai *flying boats*, yang memiliki ponton atau *float* terpisah pesawat apung. Pesawat amfibi memiliki potensi untuk berperan penting dalam pengangkutan penumpang dan kargo di industri penerbangan umum khususnya penerbangan jarak pendek. Pesawat amfibi didefinisikan sebagai pesawat terbang yang dirancang untuk dapat lepas landas dan mendarat di air. Untuk dapat lepas landas dan mendarat di air, pesawat amfibi membutuhkan pelampung (*floater*) sebagai pengganti roda pesawat yang biasanya dioperasikan di udara. Di udara pesawat amfibi dioperasikan dan dikendalikan layaknya pesawat pada umumnya, yang menjadi perbedaan satu-satunya antara pesawat amfibi dengan pesawat biasa adalah pemasangan pelampung (*floater*) bukan roda.



Gambar 1 Pesawat Amfibi

Sumber : indo-artileri.blogspot.com (2014)

1.6.2 Float

Salah satu bagian unik dari pesawat amfibi adalah pelampung atau disebut juga *float*. Penggunaan *float* sangat menguntungkan untuk diterapkan pada pesawat karena tidak banyak merubah konfigurasi badan pesawat, namun massa dan desain bentuk *float* yang harus disesuaikan agar performa pesawat tidak berkurang. *Float* sebagai bagian yang pertama kali menyentuh permukaan air saat landing sehingga *float* harus mampu menopang pesawat dan dapat menerima beban dampak saat landing (Juniarsah, dkk, 2023).

Float berfungsi sebagai roda pesawat saat mendarat di air dan membantu pesawat agar tetap mengapung di atas air saat lepas landas. *Float* pada *seaplane* harus dirancang dengan baik untuk memastikan stabilitas, efisiensi, dan kinerja optimal dari pesawat. Bentuk aerodinamis pada *float* dapat mempengaruhi performa dan stabilitas pesawat di atas air (Kumar, A., & Sharma, 2016).

Tabel 1 *Float Dimension*

<i>Float</i>	<i>Dimension</i>
<i>Length</i>	9900 mm
<i>Height Hull</i>	1140 mm
<i>Widht Hull</i>	1535 mm
<i>Dead Rise</i>	23° - 49°

Sumber : Juniarsah, Dkk. 2023.

1.6.3 Teori Getaran

Getaran adalah bagian dari dinamika yang berhubungan dengan gerakan yang sebagian besar dari elemen mekanis dan struktur. Dalam sistem mekanis getaran tidak diinginkan dan dapat merusak peralatan, sebagai contoh getaran dalam mesin kendaraan yang mengalami kelelahan akan mengakibatkan kegagalan. Getaran dapat terjadi dimanapun dan banyak sekali kasus yang dipengaruhi oleh desain teknis, sifat dasar getaran mekanis sering membatasi *performance* suatu peralatan. Mesin adalah struktur yang memiliki massa dan kekakuan, massa mesin tersebut dapat bergetar atau *free vibration*. Analisa getaran dilakukan untuk mengetahui kelainan kondisi mesin. *Vibration* atau getaran pada mesin secara konseptual terjadi karena eksitasi getaran dari lingkungan luar (*forced vibration*) dan dari dalam mesin itu sendiri.

Getaran dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu getaran bebas dan getaran paksa.

1. Getaran Bebas : Getaran yang terjadi pada sistem ketika diberikan gaya awal dan kemudian dibiarkan berosilasi tanpa adanya gaya luar yang mempengaruhi sistem setelahnya. Frekuensi getaran bebas ditentukan oleh sifat alami sistem itu sendiri (massa, kekakuan, dan koefisien redaman).
2. Getaran Paksa : Getaran yang terjadi karena adanya gaya luar yang bekerja secara kontinu terhadap sistem. Frekuensi getaran paksa biasanya ditentukan oleh frekuensi gaya eksternal yang diaplikasikan. Getaran dapat terjadi dimanapun dan banyak sekali kasus yang dipengaruhi oleh desain teknis, sifat

dasar getaran mekanis sering membatasi performance suatu peralatan (Azhari Akbar & Karmiadiji, 2021).

Macam – macam besaran getaran yaitu :

1. Periode Getaran (T)

Periode getaran adalah waktu yang di perlukan suatu benda untuk bergetar dalam satu kali getaran. Periode getaran dihitung dalam satuan detik atau second. Periode getaran dirumuskan sebagai berikut:

$$T = t / n \text{ atau } T = 1/f$$

Dengan :

T = periode getaran (s) ;

F = frekuensi getaran (hz) ;

T = waktu yang diperlukan melakukan getaran (s)

n = jumlah getaran (n)

2. Frekuensi Getaran

Frekuensi getaran adalah banyaknya getaran dalam tiap satu detik. Frekuensi memiliki satuan Hertz (Hz). Frekuensi dapat dihitung dengan persamaan:

$$F = n/t \text{ atau } f = 1/n$$

Dengan :

F = periode getaran (hz) ;

t = waktu yang diperlukan melakukan getaran (s) ;

n = jumlah getaran (n) ;

3. Kecepatan Gelombang Getaran

Kecepatan gelombang getaran adalah perbandingan antara jarak tempuh gelombang dan waktu yang dibutuhkan gelombang. Kecepatan gelombang dapat di hitung dengan persamaan:

$$v = s/t$$

Dengan :

v = kecepatan getaran (m/s) ;

s = jarak yang ditempuh gelombang (m) ;

t = waktu yang ditempuh gelombang (s) ;

4. Percepatan Getaran

Percepatan adalah parameter yang menyatakan perubahan kecepatan mulai dari keadaan diam sampai kecepatan tertentu.

5. Amplitudo (A)

Amplitude adalah besarnya simpangan maksimum/jarak terbesar benda dari titik keseimbangan. Amplitudo selalu berharga positif. Satuan SI amplitudo adalah meter (m).

1.6.4 Material komposit

Komposit adalah salah satu jenis material yang ada saat ini disamping material lainnya seperti logam, polimer dan keramik. Material komposit adalah material multi fase yaitu suatu material campuran yang terbuat dari dua atau lebih jenis material, dengan pencampurannya tidak terjadi reaksi secara kimia. Sifat material komposit merupakan paduan dari sifat sifat material penyusunnya,

yaitu matriks dan penguat (*reinforcement*) atau pengisi (*filler*) dimana keduanya memiliki sifat yang berbeda. Ketentuan untuk material penguat harus dapat menunjang/memperbaiki sifat sifat matrik dalam membentuk material komposit.

Sifat material komposit secara umum adalah memiliki ikatan yang bervariasi dengan struktur mikro berupa matrik dan penguat. Keunggulan material ini adalah kuat, kaku, dan beratnya ringan, namun kelemahannya pada harga mahal dan mengalami delamination. Perkembangan sekarang pada abad milenial ini, material komposit telah banyak diaplikasikan pada peralatan transportasi (darat, udara, laut), permesinan, elektronik, dan bangunan (Setiawan, dkk, 2023).

1.6.5 Aluminium Sandwich Foam

Aluminium *Sandwich Foam* adalah jenis material komposit yang terdiri dari tiga lapisan utama diantaranya dua lapisan aluminium padat sebagai *face sheets* (lapisan luar), dengan inti berupa *foam* aluminium atau bahan berbentuk kisi yang berpori di tengah. Struktur ini menggabungkan kekuatan struktural dari lapisan aluminium dengan ringan dan sifat penyerapan energi dari inti foam, memberikan kombinasi unik antara kekuatan, ringan, dan efisiensi dalam berbagai aplikasi. *Sandwich Foam* terkenal karena ringan dan aplikasinya yang luas terutama karena sifatnya yang menyerap energi. Busa ini terdiri dari 5 hingga 25% logam dan 75 hingga 95% gas. Di antara busa, busa aluminium menemukan aplikasinya di banyak domain seperti desain arsitektur, konstruksi ringan, ortopedi, industri otomotif, penyerapan energi, akustik, dan aplikasi termal. Perilaku mekanis busa aluminium dan efek termal pada busa aluminium telah dipelajari. Metode pemrosesan yang berbeda untuk meningkatkan kemampuan berbasa dan kekuatan juga dibahas. Makalah ini mengulas perilaku fisik, mekanik dan termal dari busa aluminium, metode pengolahannya, aplikasinya, pengujian dan validasi properti untuk persyaratan tertentu.



Gambar 2 Aluminium Sandwich Foam

Sumber : www.sandwichfoamweb.com

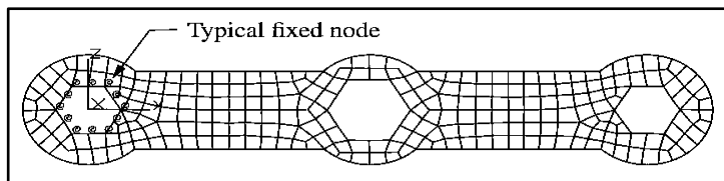
1.6.6 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga merupakan salah satu metode numerik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah Mekanikal. Dalam metode ini seluruh

masalah yang kompleks seperti variasi bentuk, kondisi batas dan beban diselesaikan dengan metode pendekatan. Karena keanekaragaman dan fleksibilitas sebagai perangkat analisis, metode ini mendapat perhatian dalam dunia teknik, didukung perkembangan pesat teknologi komputer sebagai perangkat aplikasinya

Konsep dasar metode elemen hingga adalah menyelesaikan suatu problem dengan cara membagi obyek analisa menjadi bagianbagian kecil yang terhingga. Bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian keseluruhan daerah

Kata "*finite* atau terhingga" digunakan untuk menekankan bahwa bagian-bagian kecil tersebut tidak tak terhingga, seperti yang lazim digunakan pada metode integral analitik, Pendekatan dan interpolasi yang terjadi memungkinkan adanya kesalahan sehingga diminimalisir dengan test konvergensi. Saat ini telah banyak tersedia software yang dapat digunakan untuk pemodelan dengan metode elemen hingga (Leonardo Johanis, 2019).



Gambar 3 Model dua dimensi kunci pas sepeda terdiskritisasi
(sumber: Logan, 2022)

1. Rumus Frekuensi Eigen: Untuk sistem getaran struktur linier, Frekuensi Eigen (atau frekuensi natural) f_n dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut

$$F_n = 1 / 2\pi \sqrt{k/m}$$

Dimana :

k = kekakuan struktur (dalam N/m atau N/mm)

m = massa struktur (kg)

2. Modal Partisipasi

Modal partisipasi (ξ) adalah rasio antara getaran aktual yang dialami oleh struktur terhadap getaran maksimum yang mungkin terjadi. Rumus umumnya adalah:

$$\xi = \frac{A}{A_{max}}$$

Dimana :

A = amplitude getaran actual

A_{max} = amplitudo maksimum yang mungkin terjadi

3. Faktor Redaman

Faktor redaman (ζ) adalah parameter yang mengukur kehilangan energi dalam struktur akibat gesekan dan deformasi dalam setiap siklus getaran. Rumus umumnya dapat dinyatakan sebagai:

$$\zeta = \frac{C}{2\sqrt{mk}}$$

Dimana :

C = redaman dalam sistem (dalam Ns/m atau Ns/mm)

1.6.7 Ansys

merupakan software berbasis *finite element analysis* (FEA). Penggunaan ANSYS mencakup simulasi struktur, panas, dinamika fluida, akustik, dan elektromagnetik. ANSYS merupakan *computer aided engineering* (CAE) yang dikembangkan oleh ANSYS, Inc.

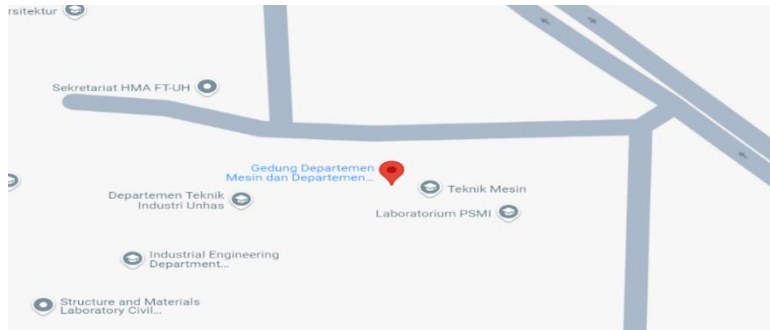
ANSYS ini digunakan untuk menyimulasikan semu disiplin ilmu fisika baik statis maupun dinamis, analisis struktural, perpindahan panas dinamika fluida dan elektromagnetik untuk *engineer*. Ansys dapat mengimpor file atau data dari CAD dan untuk membangun geometri dengan kemampuan "*preprocessing*". Ansys bekerja dengan sistem metode elemen hingga, dimana penyelesaiannya pada suatu objek analitis atau rangkaian kesatuan ke dalam jumlah terbatas elemen hingga menjadi bagian yang lebih kecil dan dihubungkan dengan node. (Ardi Luxmana, 2021)

BAB II

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Proses penelitian dimulai sejak bulan Oktober 2024 di Laboratorium *Vibration and Accoustic*, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



Gambar 4. Lokasi Penelitian

Tabel 2. Uraian Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Penelitian					
		November 2024	Desember 2024	Januari 2025	Desember 2025	Maret 2026	Juli 2026
1	Studi Literatur						
2	Penyusunan Proposal						
3	Seminar Proposal						
4	Penelitian						
5	Penyusunan Skripsi						
6	Seminar Hasil						
7	Seminar Tutup						

2.2 Alat

2.2.1 Alat

1. Laptop

Laptop digunakan sebagai alat untuk menjalankan *software 3D design* Autodesk Fusion 360, dan untuk melakukan komputasi elemen hingga berupa simulasi pada *software* Ansys



Gambar 5. Laptop

2. Mouse

Sebagai alat untuk menggerakkan kursor pada laptop.



Gambar 6. Mouse

3. Software autodesk Fusion 360

Autodesk Fusion 360 adalah program *computer aided design* (CAD) dengan fitur *cloud* yang bisa digunakan untuk menggambar desain dua dimensi dan tiga dimensi.



Gambar 7. Software Autodesk Fusion 360

4. Ansys

Merupakan software berbasis finite element analysis (FEA). Penggunaan ANSYS mencakup simulasi struktur, panas, dinamika fluida, akustik, dan elektromagnetik. ANSYS merupakan computer aided engineering (CAE) yang dikembangkan oleh ANSYS, Inc. ANSYS ini digunakan untuk menyimulasikan semu disiplin ilmu fisika baik statis maupun dinamis, analisis struktural, perpindahan panas dinamika fluida dan elektromagnetik untuk engineere.(Ardi Luxmana, 2021)



Gambar 8. Software Ansys

2.3 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak Abaqus dan Fusion 360 untuk melakukan simulasi rekayasa.

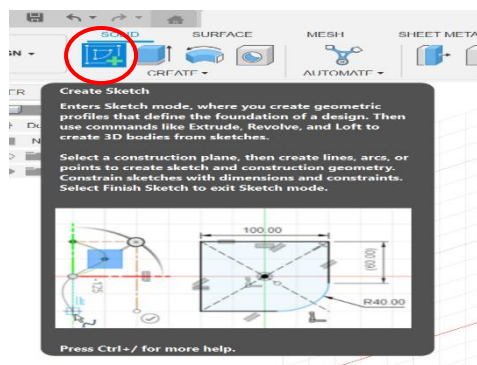
2.4 Tahap Pemodelan Float

Berdasarkan desain *float* pesawat N219, model simulasi dibuat melalui beberapa tahapan menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 serta Abaqus CAE sebagai media simulasi model. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

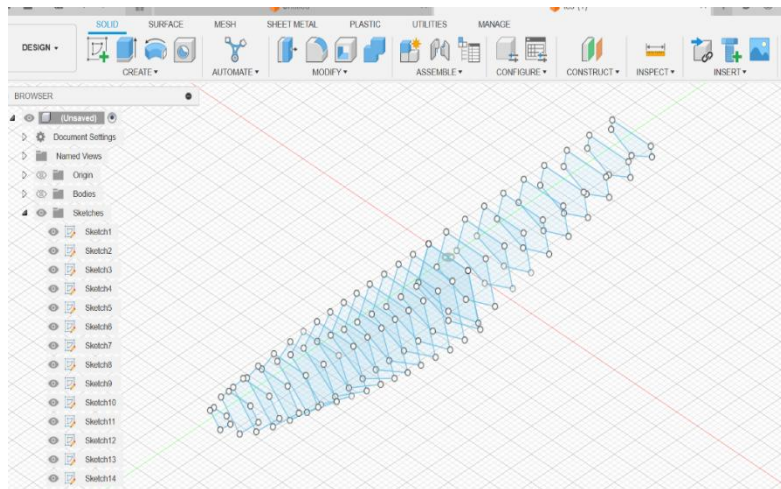
2.4.1 Pembuatan Float menggunakan Autodesk Fusion 360

1. Sketch

Sebelum kita menggambar atau mendesain, kita perlu melakukan sketsa sebagai fondasi pada sebuah objek yang kita buat.



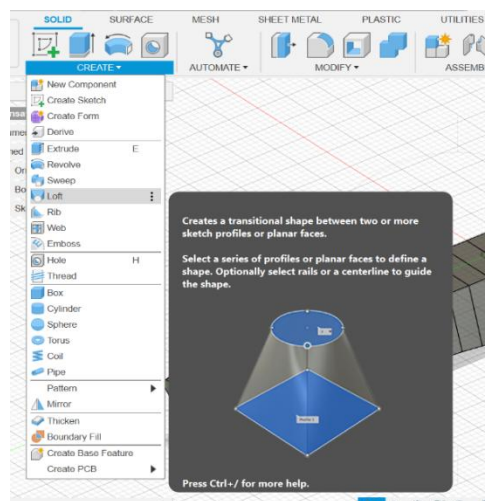
Gambar 9. Fitur Sketch



Gambar 10. Model *Sketch* pada *Float*

2. *Loft*

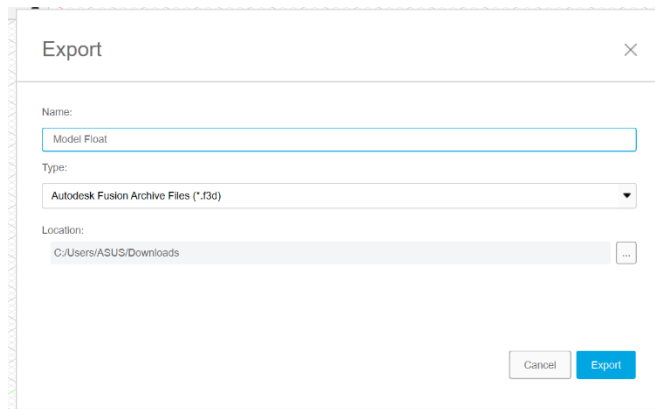
Fungsi dari *loft* yaitu untuk membuat bentuk kompleks dengan menghubungkan beberapa profil atau kurva dalam ruang 3D.



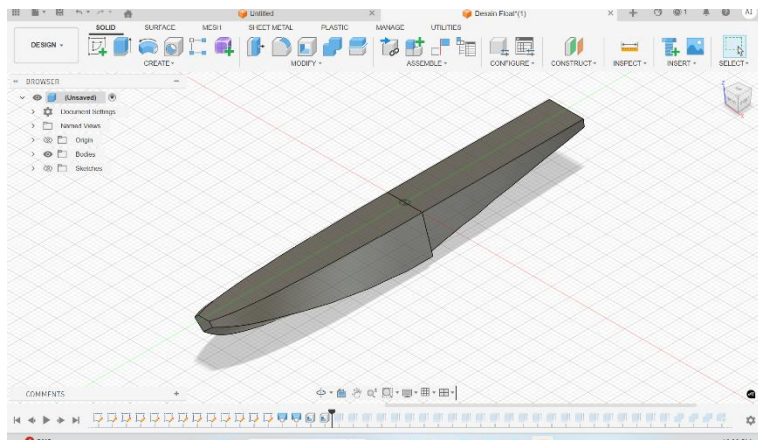
Gambar 11. Fitur *Loft*

3. *Export*

Fungsi *export* yaitu untuk membuat file yang ada pada fusion 360 bisa dikirim ke *software* yang lainnya seperti *software* abaqus.



Gambar 12. Menu *Export*

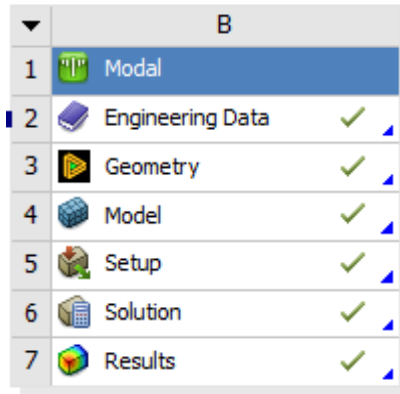


2.4.2. Simulasi Float Menggunakan Software Ansys

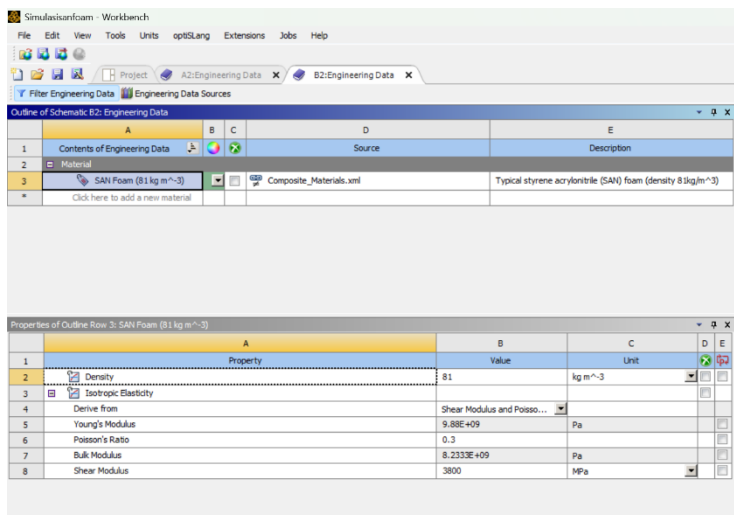
Dalam menggunakan *software Ansys*, ada beberapa tahap yang perlu diperhatikan dalam pengambilan data yaitu :

1. Engineering Data

Engineering Data Adalah modul dalam ANSYS Workbench yang berfungsi sebagai basis data (database) material untuk mendefinisikan, mengelola, dan memodifikasi sifat-sifat material yang digunakan dalam suatu simulasi numerik. Engineering data → Pilih Material → masukkan mechanical properties → Ok



Gambar 14. *Engineering Data*

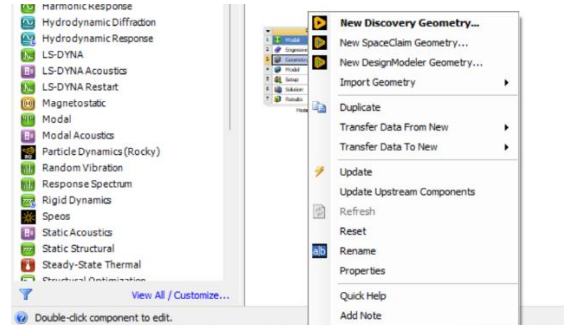


Gambar 15. Mechanical Properties

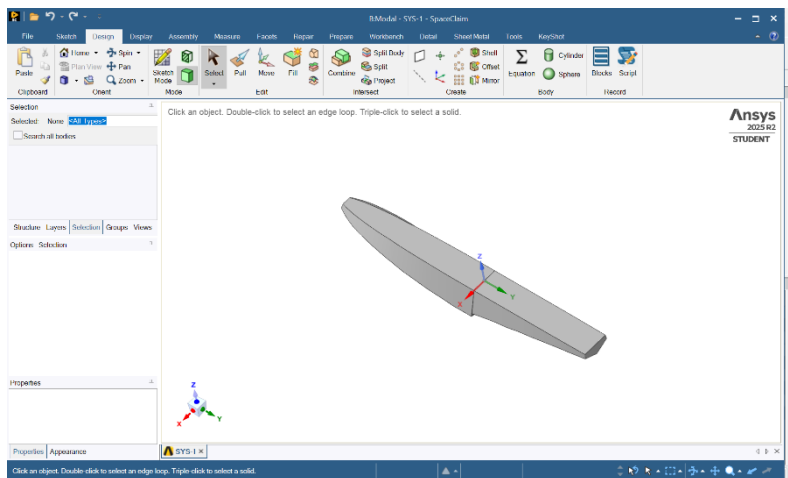
2. Geometry

Setelah memasukkan mechanical propertiesnya, selanjutnya pindah ke geometry, yang merupakan modul yang berfungsi untuk membuat, mengimpor, dan memodifikasi model geometri dari suatu sistem atau komponen teknik yang akan dianalisis secara numerik. Geometri ini merepresentasikan bentuk fisik dan dimensi

aktual dari objek nyata yang menjadi subjek simulasi, Klik kanan → *Import Geometry* → Cari file yang di ekspor dari fusion 360 → ok → edit *geometry in space claim* → *generate* → keluar



Gambar 16. *Import file dari Fusion ke Ansys*

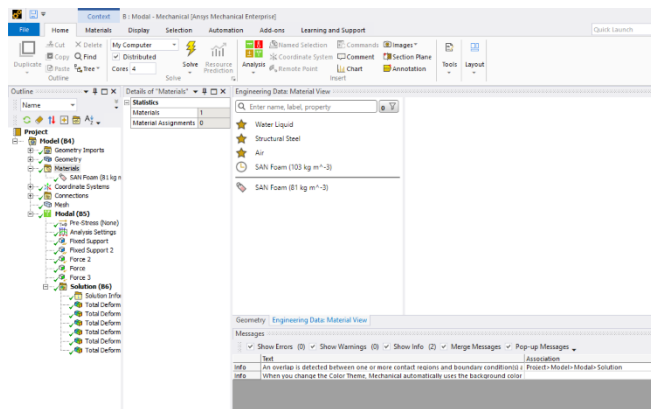


Gambar 17. *Dalam SpaceClaim setelah di Generate*

3. Model

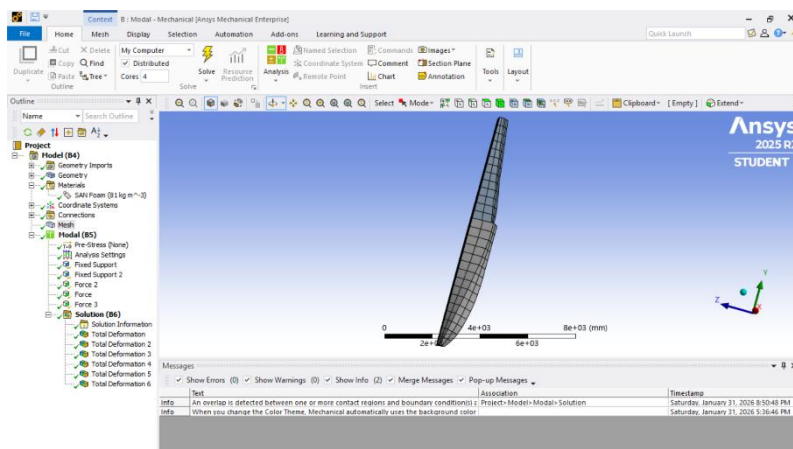
Setelah memasukkan material dan *Part* ke *Ansys*. Selanjutnya kita pilih step Model, merupakan tahap dan representasi komputasional dari suatu sistem teknik yang akan dianalisis, yang mencakup integrasi antara geometri, material, mesh, kondisi batas, serta jenis analisis. Untuk melakukan model pada *Ansys* yaitu :

Klik model → pilih *Geometry* → masukkan material yang dimasukkan dari engineering data → pilih *sandwich foam* dan *composite carbon epoxy* → Selesai



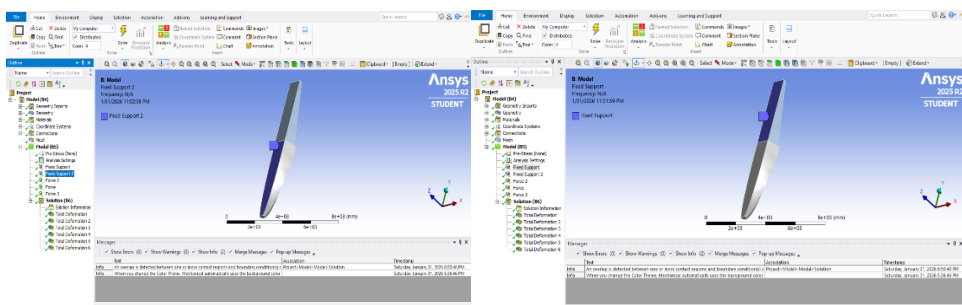
Gambar 18. Setelah memasukkan material pada *geometry*

Setelah itu kita memilih opsi mesh pada part → *solve* → Selesai

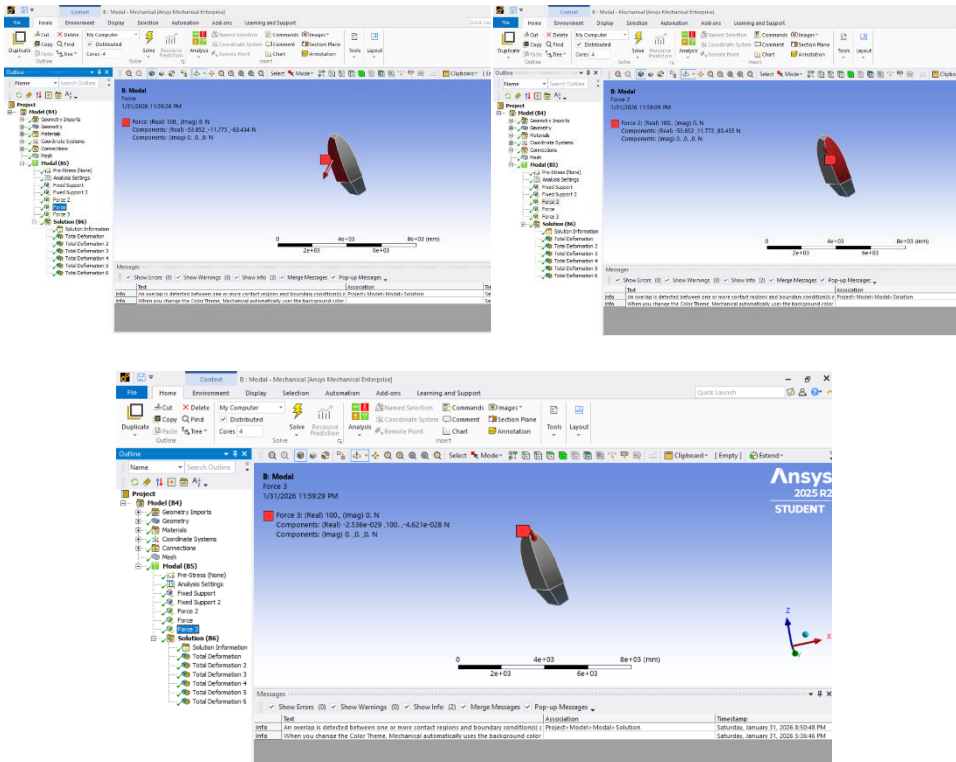


Gambar 19. Tampilan setelah dimesh pada *part*

Setelah memasukkan material pada *part*, dan melakukan mesh pada *part*, selanjutnya kita pilih *fixed support* pada *float*.



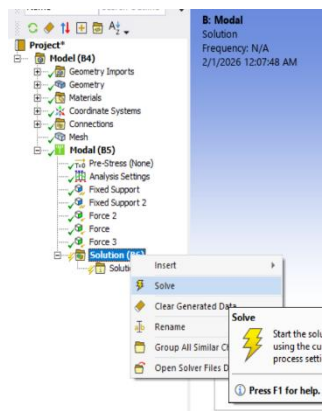
Gambar 20. Memilih *fixed support* pada bagian *float*



Gambar 21. Setelah memasukkan *force* pada bagian *float*

4. Setup

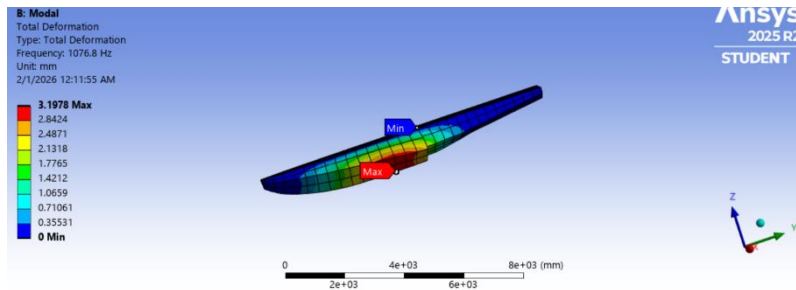
Setelah memasukkan *fixed support* dan *force* pada *float*, selanjutnya kita memilih opsi *solution* → *solve* → selesai



Gambar 22. Pemilihan *output* pada *part*

5. Results

Results adalah hasil dari simulasi, setelah semua hal dimasukkan ke dalam dan memilih selanjutnya kita lihat hasil simulasi



Gambar 23. Hasil simulasi

2.5 Bagan Alir Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, ada beberapa kegiatan yang telah dijadwalkan untuk menyelesaikan penelitian ini :

Tabel 3. Diagram Alir

