

BAB IV

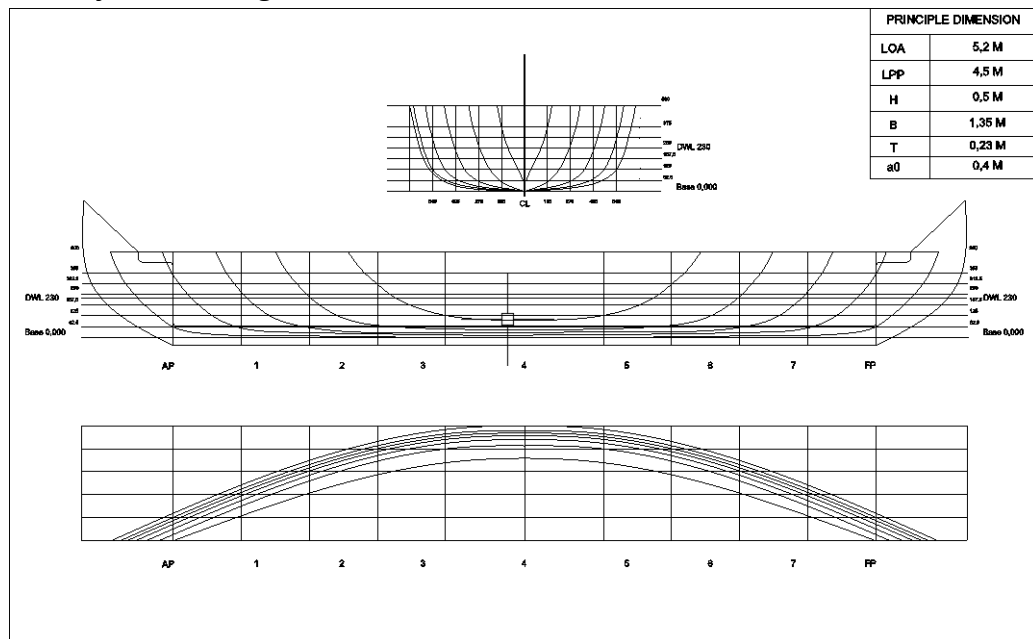
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Model Desain Perahu HDPE (*High-Density Polyethylene*)

Berdasarkan data yang telah diperoleh, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan model 2D dan 3D. Pembuatan model perahu menggunakan *software autoCAD 2021*. Model perahu HDPE menggunakan skala 1:1, model tersebut nantinya akan divariasikan berdasarkan tebal plat lambung dan jarak gading yang berbeda.

4.1.1 Pembuatan Model *Lines Plan*

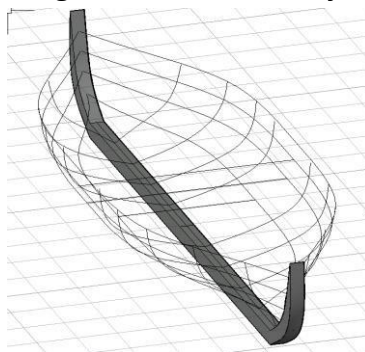
Lines plan merupakan salah satu awal proses pembuatan model, *lines plane* ini digunakan sebagai informasi visual mengenai bentuk perahu yang nantinya akan dijadikan sebagai bentuk model 3D.



Gambar 4. 1 *Lines Plan* Perahu Ketinting HDPE

4.1.2 Pembuatan Model 3D

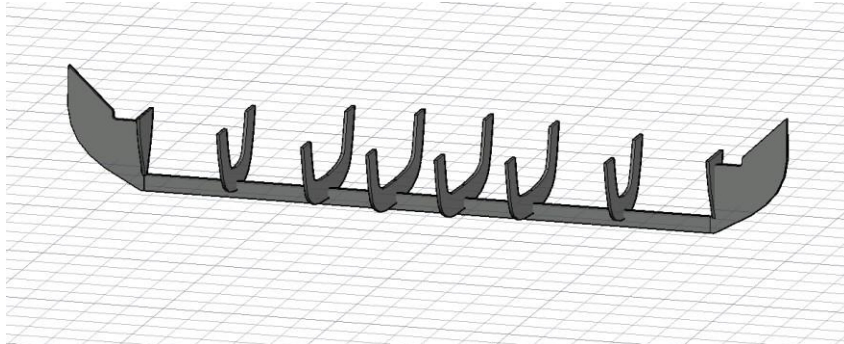
Setelah pembuatan *lines plan* selesai, bisa dilanjutkan membentuk bangunan secara 3D untuk memberikan gambar fisik secara nyata.



Gambar 4. 2 3D Perahu Ketinting HDPE

4.1.3 Pembuatan Gading Dan Lunas

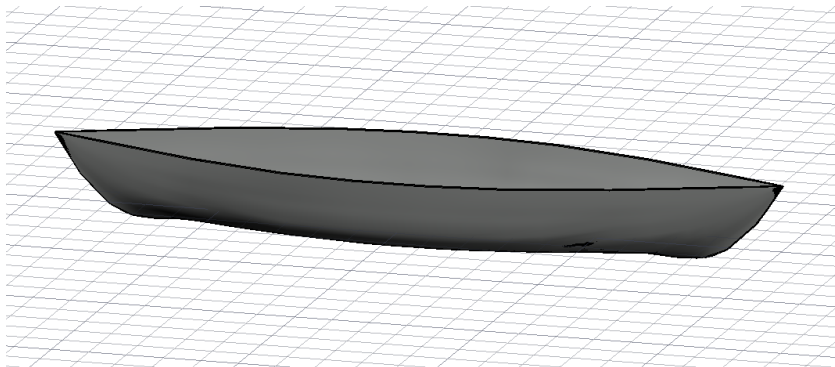
Pembuatan desain kerangka perahu dimulai dari pembuatan gading-gading dan lunas HDPE. Tebal gading dan lunas perahu ketinting ini sama tebal nya dengan tebal lambung perahu ketinting HDPE.



Gambar 4. 3 Pembuatan Gading dan Lunas Perahu Ketinting HDPE

4.1.4 Pembuatan Lambung Perahu

Berikut merupakan gambaran pembuatan model lambung perahu ketinting HDPE dalam bentuk 3D, Bentuk lambung ini mengikuti bentuk lines plan pada tampak depan.

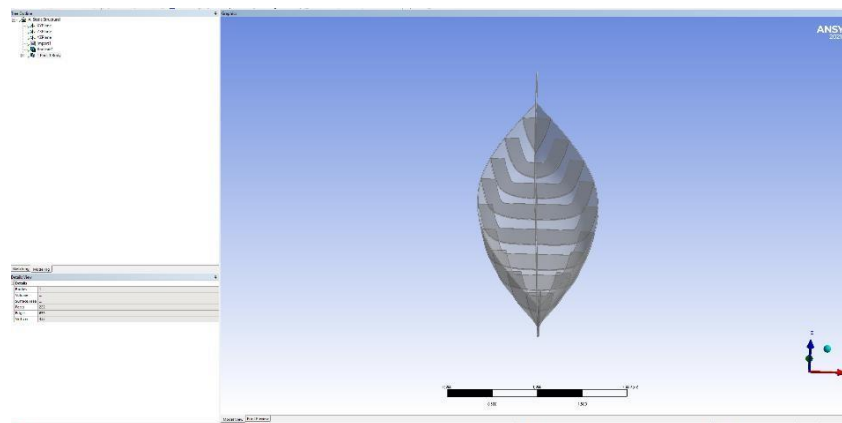


Gambar 4. 4 Pembuatan Lambung Keinting HDPE

B. Geometry

Pada proses *geometry* merupakan salah satu bagian pemodelan desain yang digunakan untuk proses analisa. Model yang dibuat melalui *software AutoCAD* diinput ke dalam *ANSYS* dengan menggunakan format *file iges*.

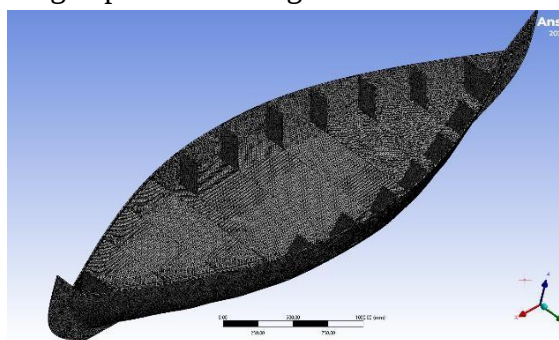
Model yang diinput merupakan model 3D yang dimana desain tersebut mencerminkan bentuk objek fisik yang nyata, dalam proses *geometry* model belum menjadi bagian yang menjadi satu kesatuan, oleh karena itu model desain disetting untuk menjadi 1 body yang utuh dengan menggunakan tambahan *boelen* di dalam *software ANSYS*. Untuk menghasilkan analisa yang tepat sasaran, model desain menggunakan skala 1:1 sehingga bisa memaksimalkan hasil analisa yang akan digunakan. Dimensi pada model desain perahu ini tidak terlalu besar sehingga tidak akan memperpanjang proses analisa. Proses *geometry* menjadi hal yang penting dikarenakan dapat memengaruhi hasil analisa.



Gambar 4. 7 Input Geometry di Ansys Workbench

C. Meshing

Pemilihan jenis elemen adalah langkah krusial. Pemilihan dimensi *mesh* dapat mengetahui ketepatan hasil analisa. Metode *mesh* harus disesuaikan dengan model yang dianalisa untuk mendapatkan hasil yang mencerminkan kondisi sebenarnya. Keakuratan hasil analisis yang mendekati situasi secara nyata juga bergantung pada pendiskritan yang dalam pemodelan disebut dengan proses *meshing*.



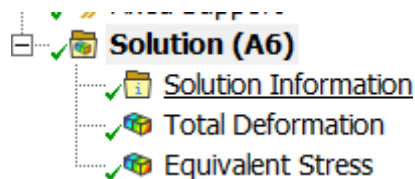
Gambar 4. 8 Proses Meshh di Ansys Workbench

memengaruhi hasil analisis yang sangat detail, tetapi juga meningkatkan kebutuhan memori, waktu komputasi dan ukuran *file*, begitu pula sebaliknya penggunaan dimensi elemen yang terlalu besar dapat menurunkan ketepatan hasil, tetapi tidak membutuhkan penggunaan memori yang terlalu besar, waktu komputasi dan ukuran *file* tidak terlalu besar (Ahmad Wicaksono et al., 2025).

Metode *mesh* juga menjadi perhatian sebelum dilakukan proses analisa, dikarenakan pendiskritan model memiliki beberapa metode bergantung pada bentuk model yang akan dianalisa. Metode *mesh tetrahedrons* tersusun dari elemen elemen tetrahedral (tingkat tinggi dan rendah), yang dimana metode ini sering dipakai untuk pendiskritan geometri yang dengan permukaan melengkung maupun tidak teratur (Febrianto et al., 2024).

4.2.1 Solution

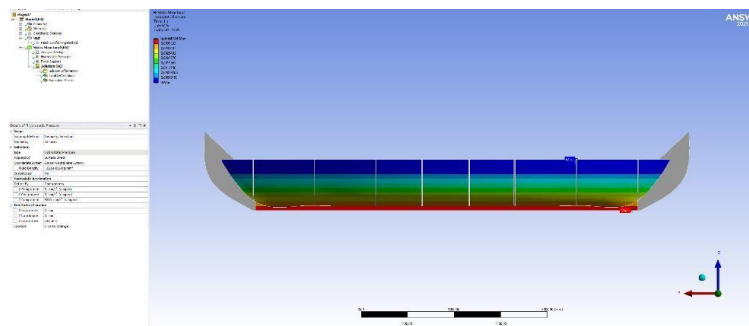
Dalam analisa struktural desain perahu menggunakan ANSYS, solusi diperoleh dari menyesuaikan model geometri dengan *mesh* yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan dari proses ini untuk mengetahui reaksi desain perahu ketika diberikan beban dan kondisi batas yang ditetapkan. Pada penelitian ini berfokus mencari hasil dari total *deformation* dan *equivalent stress*.



Gambar 4. 9 Pemilihan Parameter yang akan di Analisa

A. *Hydrostaic Preesure*

Pembebanan pada desain perahu ini menggunakan pembenanan dengan menggunakan *hydrostaic preesure*. Dalam proses mendesain perahu perhitungan *hydrostatic structural* sangat penting untuk menguji kekuatan struktur perahu, karena tekanan ini merupakan salah satu beban utama yang terus bekerja pada bagian struktur perahu. Dalam hal ini beban *hydrostatic* perahu diletakkan pada area lambung perahu.



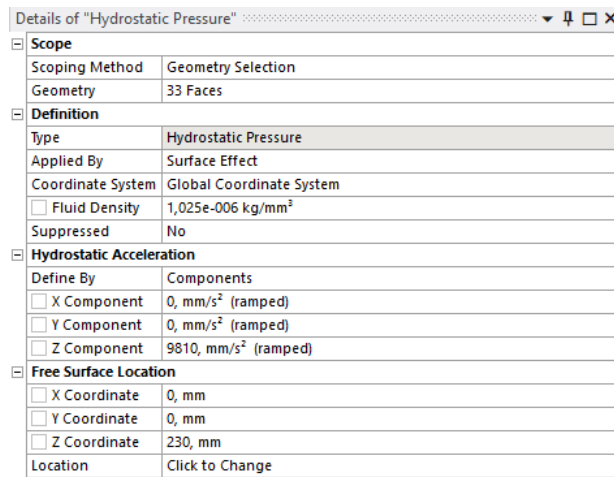
Gambar 4. 10 Proses *Input Hydrostatic Preesure*

Rumus *Hydrostatic Pressure*

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Dimana :

- P = *Hydrostatic Pressure* (Mpa)
- ρ = Massa Jenis Air Laut (1025 kg/ m³)
- g = Gravitasi (9,81 m/s²)
- h = Kedalaman dari permukaan air (m)

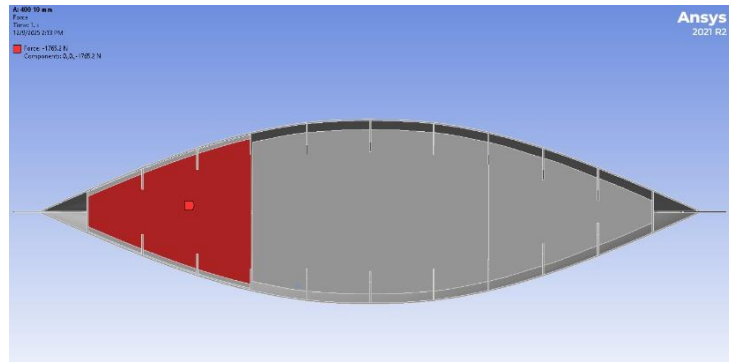


Gambar 4. 11 Data *Hydrostaic Preesure*

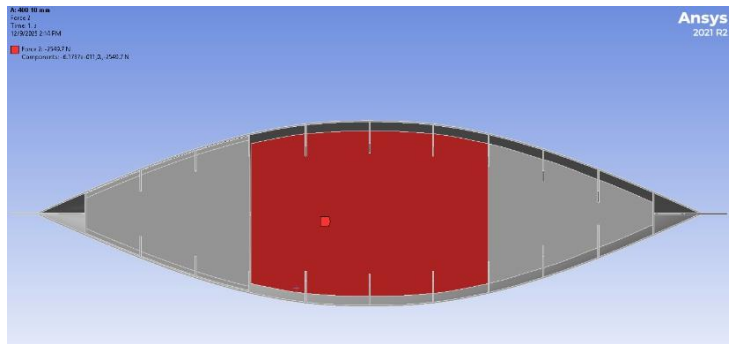
Rumus di atas dijadikan model perhitungan matematika pada *gambar 4.11* untuk mendapatkan hasil tekanan di *Ansys Staic Structural*. Semua unsur yang telah diinput mendapatkan nilai besar tekanan yang menjadi beban utama dari laut yang bekerja terus menerus terhadap perahu. Berikut unsur *hydrostatic*, yaitu massa jenis air 0,000001025 kg/ mm³, percepatan gravitasi 9810 mm/s² dan sarat perahu sebesar 230 mm, sehingga menghasilkan tekanan sebesar 2312,21 Pa.

B. *Force*

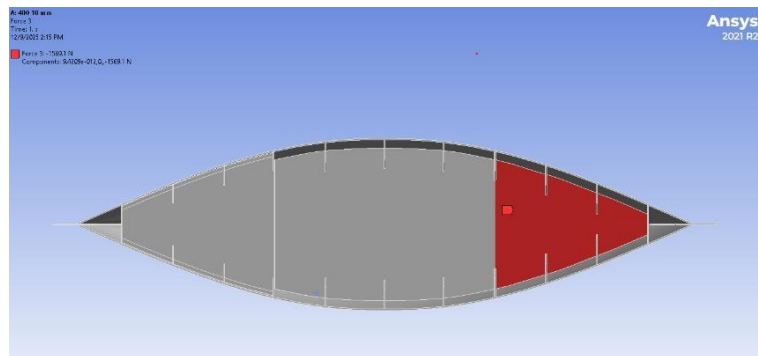
Selain *hydrostatic preesure* pembebanan pada analisa ini juga menggunakan *force*, dimana *force* ini menggambarkan gaya, perpindahan, kecepatan, atau medan lainnya yang memengaruhi struktur atau fluida dalam simulasi. Untuk menggambarkan gaya yang mempengaruhi struktur HDPE ini saya memberikan total gaya keseluruhan sebesar 4361 N dan dibagi pada 3 bagian lantai perahu. Dimana gaya tersebut saya asumsikan 4 berat orang (masing-masing 80kg), muatan (100kg), mesin (20kg) dan peralatan lainnya (5kg), sehingga berat yang akan diterima model perahu tersebut sebesar 445 kg.



Gambar 4. 12 *Input Force* 1765.2 N



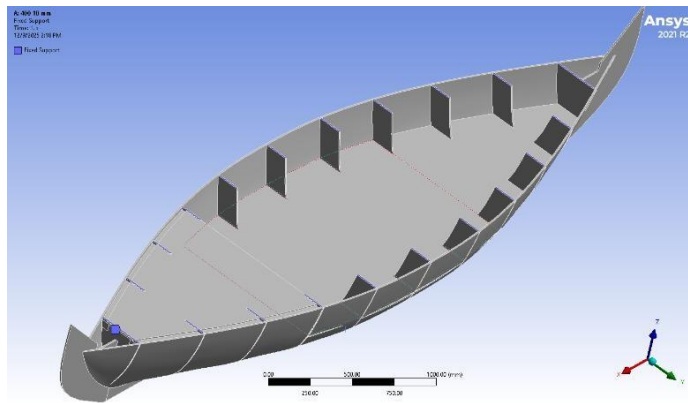
Gambar 4. 14 *Input Force* 2549,7 N



Gambar 4. 13 *Input Force* 1569,1 N

C. *Support*

Pada penelitian ini menggunakan tumpuan *fixed support*, salah satu jenis support ini merupakan jenis support yang sering dipakai untuk analisa kekuatan struksur di ansys, kareana mewakili penahan penuh pada suatu bagian struktur. Pada penelitian ini fix support di tempatkan pada bagian atas gading perahu.



Gambar 4. 15 *fix Suport*

D. *Post-processor*

Setelah semua data diinput, pada tahap ini desain akan disimulasikan untuk menghasilkan data *maksimum* dan *minimum equivalent stress* dan *total deformation*.

4.3 Validasi hasil analisa *static structural*

Pada proses analisa untuk memastikan hasil simulasi dapat dikatakan benar, perlu dilakukan proses validasi yang di mana proses validasi ini merupakan salah satu cara pendiskritan meshing sehingga sesuai dengan kondisi nyata. Validasi ini penting untuk pengambilan keputusan hasil.

Grid Independence merupakan salah satu proses analisa yang sangat penting, untuk mencapai solusi yang akurat dengan menyempurnakan mesh hingga penyempurnaan lebih lanjut tidak lagi memberikan perubahan signifikan pada hasil. Proses simulasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi hasil mesh yang ideal dengan cara merubah *element mesh* secara berkala. Hasil *mesh* bisa dikatakan ideal apabila *mesh* berada dinilai yang stabil dan tidak terjadi perubahan yang signifikan pada hasil *meshing*.

Perubahan besaran element mesh juga memengaruhi jumlah element, waktu komputasi dan ukuran file. Oleh karena itu penggunaan *mesh* yang terlalu kecil dapat menghasilkan nilai *stress* dan *deformation* secara akurat. Sehingga pada optimalisasi *meshing* ini bisa dianggap stabil ketika hasil *meshing* memiliki nilai deviasi 2%.

4.3.1 Grid Independence

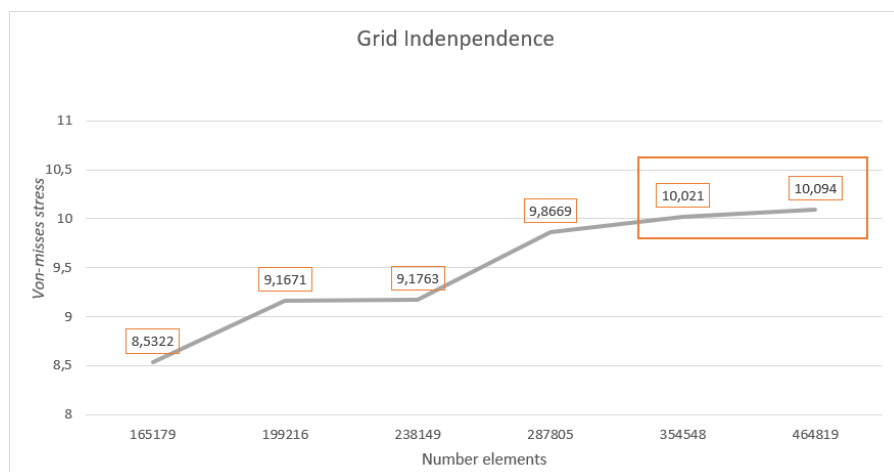
Pada *Tabel 4 1* di bawah jumlah element perahu HDPE memiliki *grid independenced* yang baik, sehingga pada tahap simulasi nantinya akan menggunakan element size 16 mm, dimana *elements size* tersebut memiliki deviasi 1-0%. Hal ini masih masuk ke dalam kategori karena tidak melewati hasil deviasi lebih dari 2%, hasil validasi ini menegaskan bahwa simulasi telah mencapai

validasi yang akurat, sehingga hasil validasi benar-benar mencerminkan perilaku fisik, bukan hanya dipengaruhi oleh pengaturan mesh.

Tabel 4 2 *Grid Indenpendence*

HDPE				
<i>Element Size</i>	<i>Nodes</i>	<i>Elements Statics</i>	<i>Von Mises Stress [Mpa}</i>	<i>Eror %</i>
24 mm	325577	165179	8,5322	-
22 mm	393449	199216	9,1671	6,9259
20 mm	470928	238149	9,1763	0,1003
18 mm	570179	287805	9,8669	6,9992
16 mm	703043	354548	10,021	1,5378
14 mm	921911	464819	10,094	0,7232

Hasil simulasi dipertegas pada *Gambar 4. 16* di bawah ini yang menunjukkan grafik tidak mengalami perubahan secara signifikan. Sehingga besaran element bisa dilanjutkan untuk mencari hasil simulasi.



Gambar 4. 16 Grafik *Grid Indenpendence*

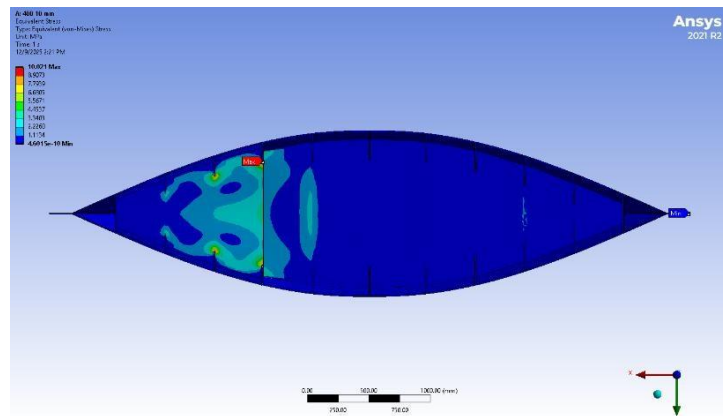
4.4 Hasil Simulasi

4.4.1 Hasil Simulasi Perahu.

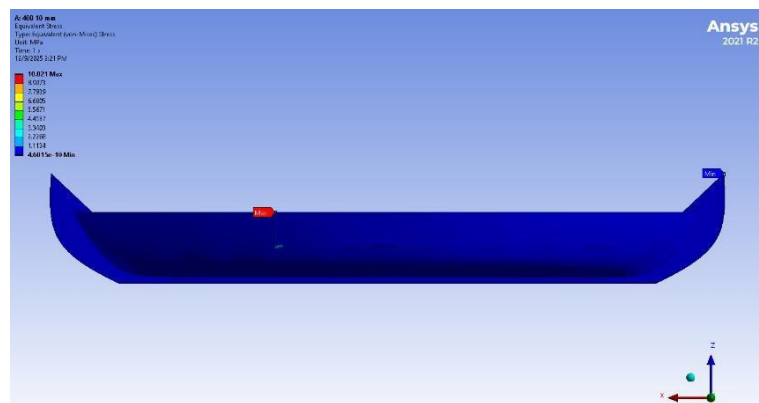
Setelah menyelesaikan grid independence dan mendapatkan mesh yang ideal, proses analisa bisa dilanjutkan dengan menggunakan ukuran meshing 16 mm. Proses analisa penulis menggunakan perbandingan yang berbeda, yang dimana perahu A menggunakan jarak gading 400mm dan tebal kulit 10mm, perahu B menggunakan jarak gading 400mm dan tebal kulit 20mm, perahu C menggunakan jarak gading 600mm dan tebal kulit 10mm dan perahu D menggunakan jarak gading 600mm dengan tebal gading 20mm. Dengan perbandingan tersebut penulis memiliki tujuan pengaruhnya terhadap *stress* dan total *deformation*. Dalam simulasi ini, struktur perahu menerima beban tekan (*compressive load*) yang bekerja pada model, sehingga analisis dilakukan dengan pendekatan simulasi tekan

untuk merepresentasikan kondisi pembebanan yang dialami perahu secara struktural.

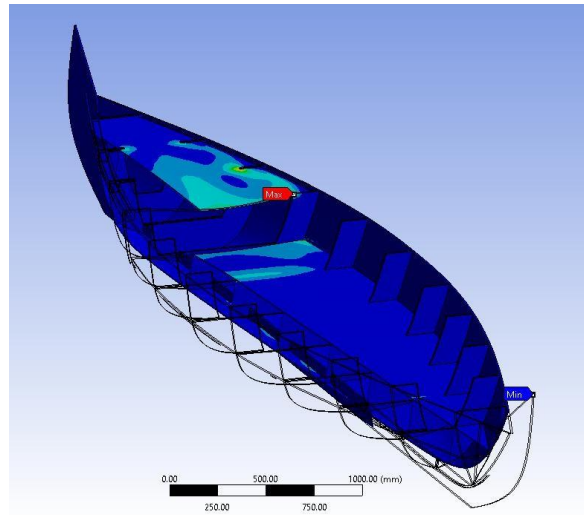
Berdasarkan hasil simulasi diatas masing-masing perahu mempunyai hasil *equivalent stress* dan total *deformation* yang berbeda-beda. Perahu HDPE A mendapatkan nilai tegangan sebesar 10,021 Mpa dan total *deformation* sebesar 34,086 mm, Perahu HDPE B mendapatkan nilai tegangan sebesar 2,6793 Mpa dan total *deformation* 5,6219 mm, perahu HDPE C mendapatkan nilai sebesar 11,016 Mpa dan total *deformation* 39,154 mm, perahu HDPE D mendapatkan nilai tegangan sebesar 2,0254 Mpa dan total *deformation* 7,1074 mm.



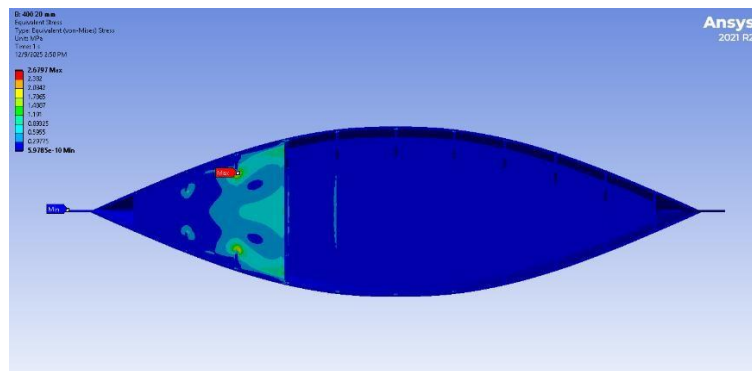
Gambar 4. 17 *Equivalent Stress* 400mm 10mm Tampak Atas



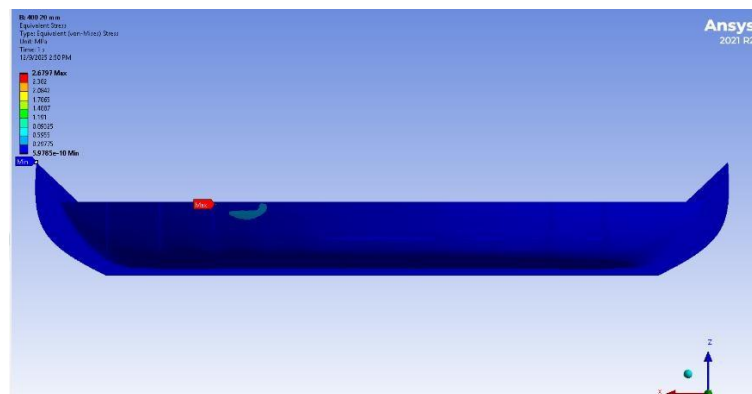
Gambar 4. 18 *Equivalent Stress* 400mm 100 Tampak Samping



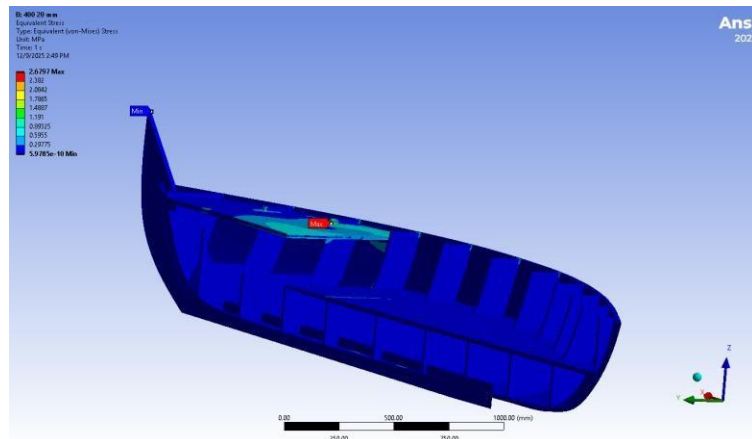
Gambar 4. 19 *Equivalent Stress* 400mm 10mm Tampak Bawah



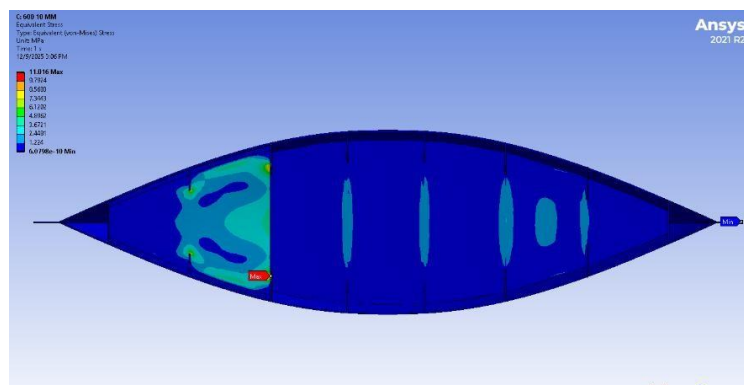
Gambar 4. 20 *Equivalent Stress* 400mm 20mm Tampak Atas



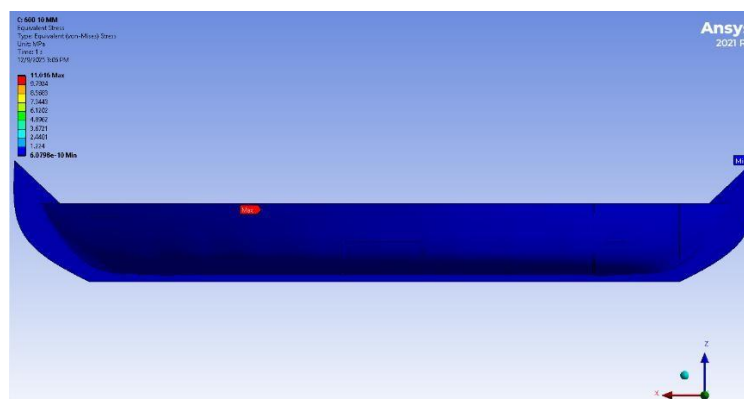
Gambar 4. 21 *Equivalent Stress* 400mm 20mm Tampak Samping



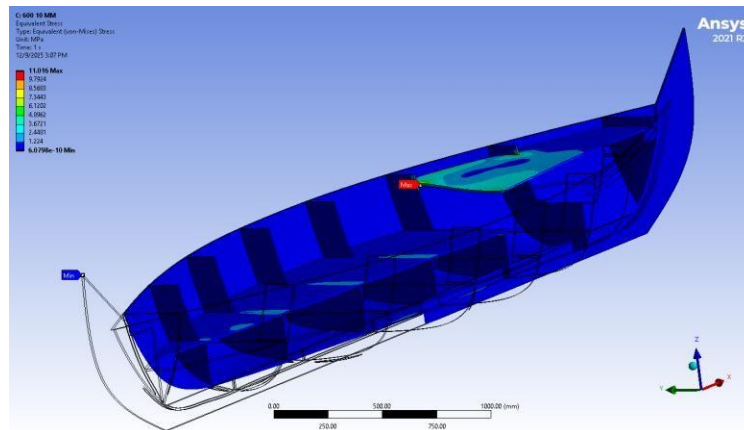
Gambar 4. 22 *Equivalent Stress* 400mm 20mm Tampak Dalam



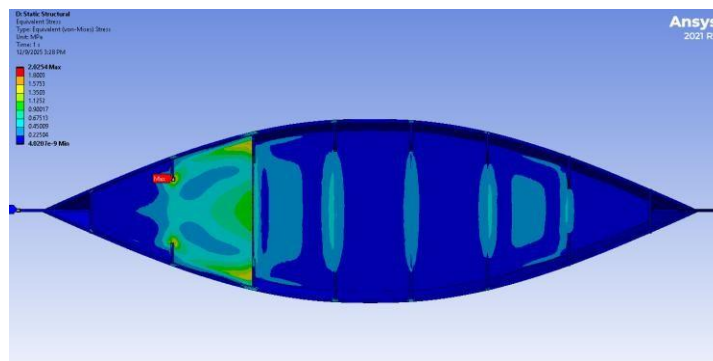
Gambar 4. 23 *Equivalent Stress* 600 mm 10 mm Tampak Atas



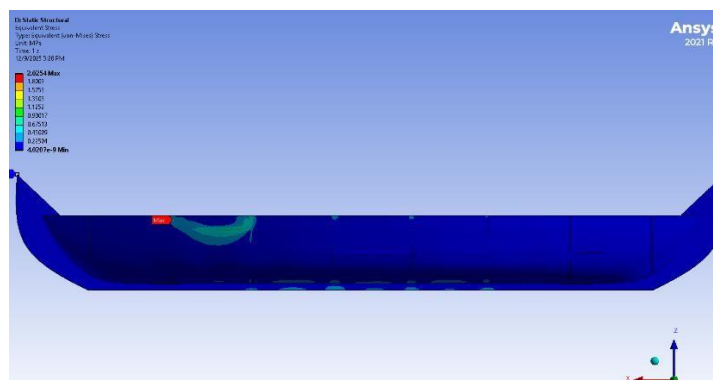
Gambar 4. 24 *Equivalent Stress* 600 mm 10 mm Tampak Samping



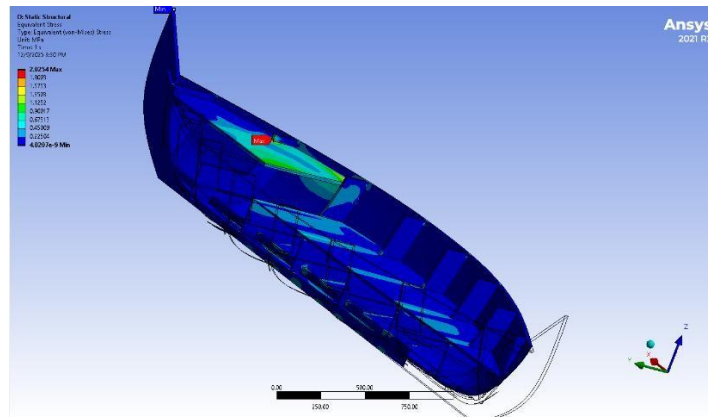
Gambar 4. 25 *Equivalent Stress* 600 mm 10 mm Tampak Dalam



Gambar 4. 26 *Equivalent Stress* 600 mm 20 mm Tampak Atas



Gambar 4. 27 *Equivalent Stress* 600 mm 20 mm Tampak Samping



Gambar 4. 28 *Equivalent Stress* 600 mm 20 mm Tampak Dalam

Hasil simulasi tersebut model perahu dengan menggunakan jarak gading 600mm dan tebal kulit 20mm mendapatkan nilai tegangan dan total *deformation* yang paling baik dibanding dengan perahu lainnya, dimana hasil tersebut mendapatkan nilai tegangan sebesar 2,0254 Mpa dan total *deformation* sebesar 7,1074 mm. Dari hasil *deformation* terbesar berada di bagian lantai perahu, hal ini di akibatkan oleh beban yang diterima sebesar 1765.2 N, beban tersebut menekan perahu ke arah vertikal ke bawah. Bagian tersebut ditandai dengan warna merah.

4.4.2 Tegangan Izin

Untuk memastikan perahu mempunyai kekuatan struktur cukup kuat dalam menahan beban yang terjadi. Berdasarkan aturan BKI Volume II Section 24 Menunjukan batas izin *equivalent stress* ditentukan dari *yield strenght (ReH)* material yang digunakan. *Yield strenght* dari material HDPE yaitu 21,9. Maka dari itu hasil dari tegangan izin perahu HDPE sebagai berikut:

$$\sigma_v = 0,85. ReH$$

$$\begin{aligned}\sigma_v \text{ HDPE} &= 0,85. ReH \\ &= 0,85. 21,9 \\ &= 18,615\end{aligned}$$

Hasil *equivalent stress* yang berbeda antara perahu HDPE beberapa, untuk perahu HDPE yang memiliki tegangan paling besar, yaitu perahu HDPE dengan menggunakan jarak gading 600mm dan tebal kulit sebesar 10mm, tegangan maksimum pada kapal HDPE C mempunyai nilai sebesar 11,016 Mpa dan nilai tegangan izin sebesar 18,615 MPa. Kondisi tersebut masih dikategorikan kondisi aman, yang dimana tegangan kerja lebih rendah dibandingkan dengan *yield strenght*.

4.4.3 Perbandingan Berat Konstruksi

Pada perbandingan beberapa model desain perahu HDPE memiliki berat konstruksi yang berbeda, meskipun memiliki dimensi yang sama tetapi desain perahu HDPE memiliki nilai jarak gading dan tebal plat lambung yang berbeda. Sehingga hal ini mampu mempengaruhi berat pada beberapa model desain perahu HDPE.

Tabel 4 3 Data Berat Perahu HDPE

Berat Perahu HDPE (KG)	
400mm 10mm	131,87
400mm 20mm	253,1
600mm 10mm	131,7
600mm 20mm	244,13

Dari perbedaan hasil berat konstruksi pada beberapa model desain perahu, desain perahu HDPE A memiliki nilai sebesar 131,87 kg, perahu HDPE B sebesar 253,1 kg, Perahu HDPE C memiliki nilai sebesar 131,7 kg, perahu HDPE D sebesar 244,13 kg.

Tabel 4 4 Selisih Data Berat Perahu

Berat Perahu HDPE (KG)	
400mm 10mm/400mm 20mm	1,919314476
400mm 10mm/600mm 10mm	0,998710852
600mm 10mm/600mm 20mm	1,853682612
400mm 20mm/600mm 20mm	1,036742719

Hal yang mempengaruhi bertambahnya berat secara signifikan yaitu tebal plat lambung hal ini dihitung dari selisih masing-masing model desain perahu.

4.4.4 Deformation Weight-Ratio

Dalam proses analisa desain, *deformation weight-ratio* menjadi salah satu perhitungan khusus untuk memastikan perilaku maupun kekuatan konstruksi dengan beban yang diterima. Hasil deformasi perahu HDPE A mendapatkan nilai tegangan sebesar 10,021 Mpa dan total *deformation* sebesar 34,086 mm, Perahu HDPE B mendapatkan nilai tegangan sebesar 2,6793 Mpa dan total *deformation* 5,6219 mm, perahu HDPE C mendapatkan nilai sebesar 11,016 Mpa dan total *deformation* 39,154 mm, perahu HDPE D mendapatkan nilai tegangan sebesar 2,0254 Mpa dan total *deformation* 7,1074 mm. perubahan deformasi pada

model perahu tersebut dipengaruhi oleh pembenanan *Hydrostatik preesure* dan pembebanan internal yang terjadi pada perahu sebesar 445 kg.

Untuk mengetahui efisiensi struktur beberapa desain model perahu ini dilakukan perhitungan *deformation weight ratio*. Perhitungan ini bertujuan untuk menilai efisiensi struktur perahu dalam menahan deformasi dari berat strukturnya sendiri. Perhitungan ini dilakukan secara manual, berikut rumus *deformation weight-ratio*:

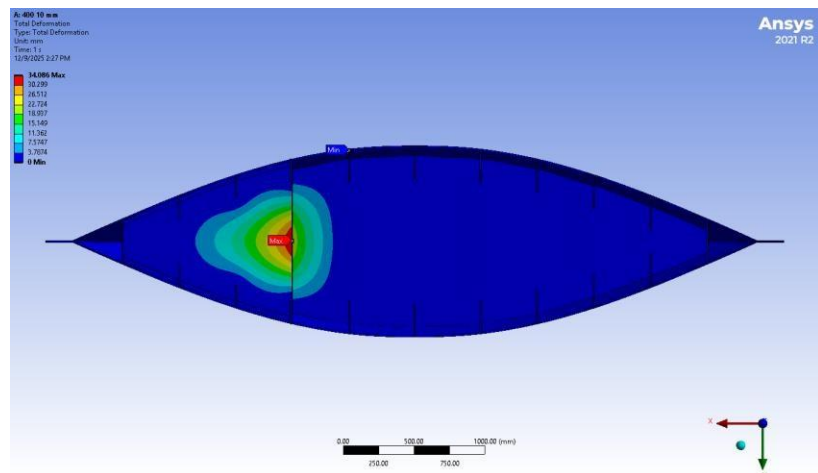
$$DWR \text{ HDPE} = \frac{\text{Total Max Deformation}}{\text{Berat Struktur}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan rumus diatas nilai deformation weight ratio terbesar yaitu mendapatkan nilai 0,2973 dan terkecil yaitu mendapatkan nilai 0,0222. Dari nilai tersebut menunjukan perahu yang paling optimal untuk menahan deformasi yaitu perahu HDPE B dengan menggunakan jarak gading 400 mm dan tebal kulit lambung 20 mm.

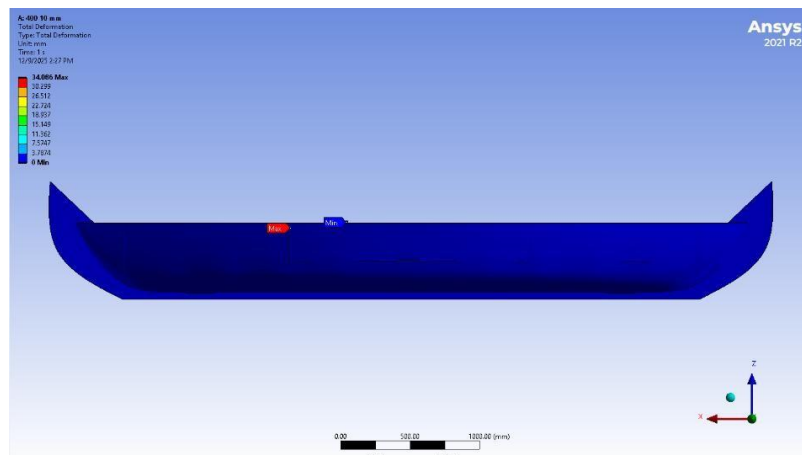
DEFORMATION WEIGHT-RATIO			
Model Desain Perahu	Max Deformation	Berat	DWR
400mm 10mm	34,086	131,87	0,2585
400mm 20mm	5,6219	253,1	0,0222
600mm 10mm	39,154	131,7	0,2973
600mm 20mm	7,1074	244,13	0,0291

Tabel 4. 1 *Deformation Weight Ratio* Perahu HDPE

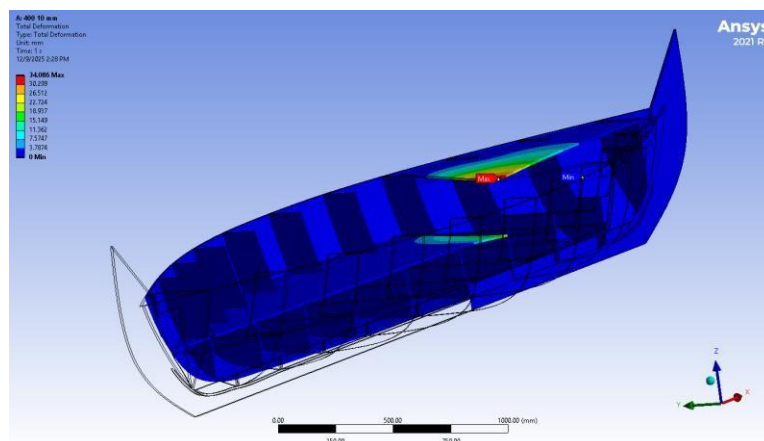
Dalam hal ini peningkatan berat terhadap struktur perahu mampu memberikan bertambahnya kekuatan struktur perahu. Melihat nilai deformasi rasio lebih kecil daripada berat struktur perahu dari perhitungan antara total deformasi dan berat struktur, menandakan model desain. Perahu mempunyai pertambahan kekuatan struktur sehingga meningkatkan kinerja dan keselamatan secara keseluruhan (Putra et al., 2023).



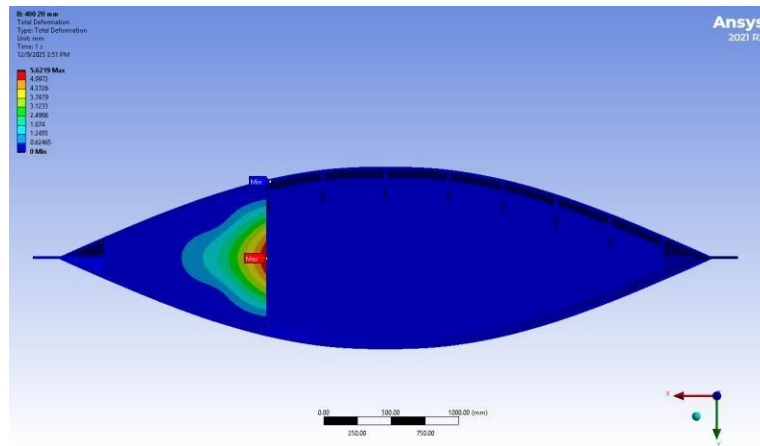
Gambar 4. 29 Total *Deformation* 400mm 10mm Tampak Atas



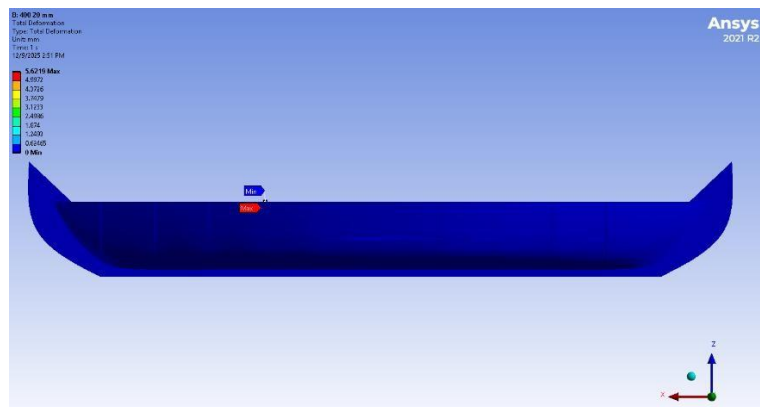
Gambar 4. 30 Total *Deformation* 400mm 10mm Tampak Samping



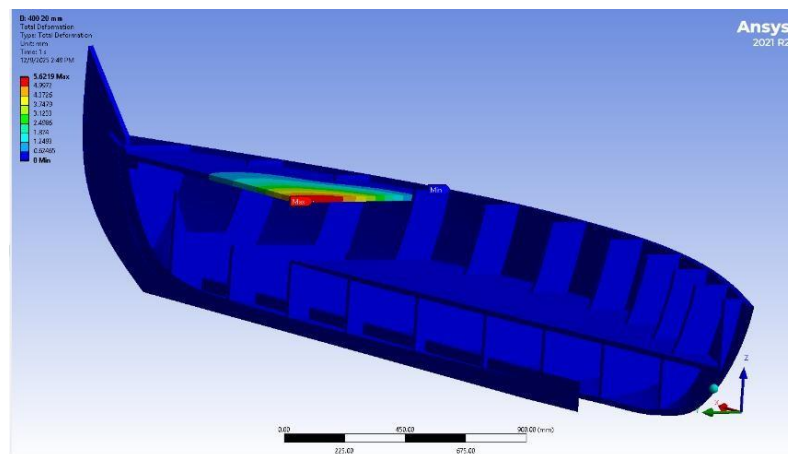
Gambar 4. 31 Total *Deformation* 400mm 10mm Tampak Dalam



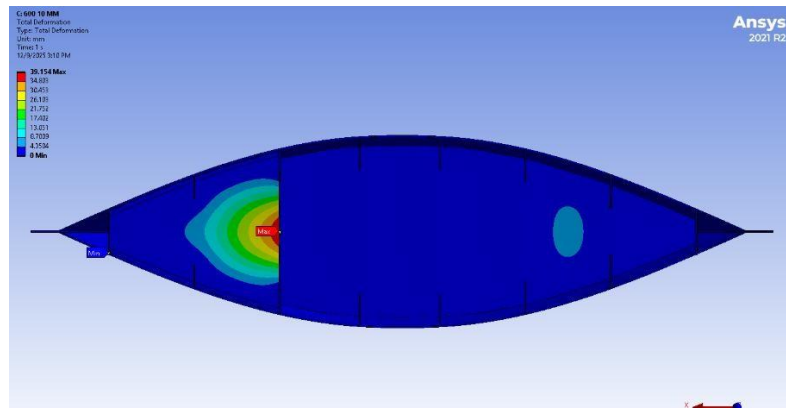
Gambar 4. 32 Total *Deformation* 400mm 20mm Tampak Atas



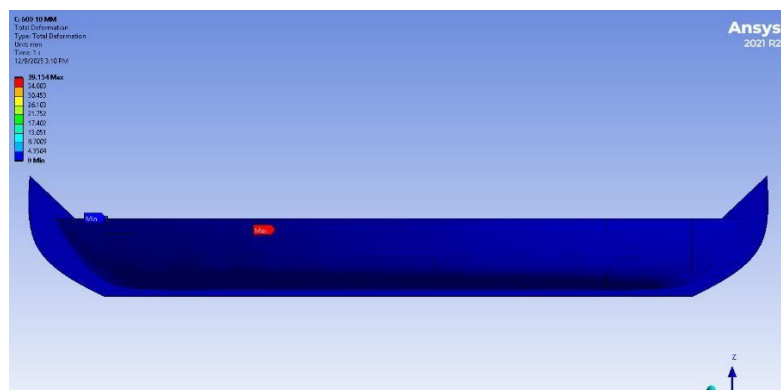
Gambar 4. 33 Total *Deformation* 400mm 20mm Tampak Samping



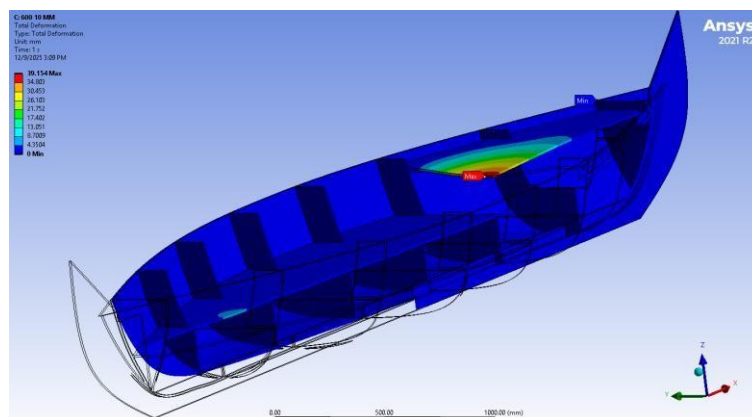
Gambar 4. 34 Total *Deformation* 400mm 20mm Tampak Dalam



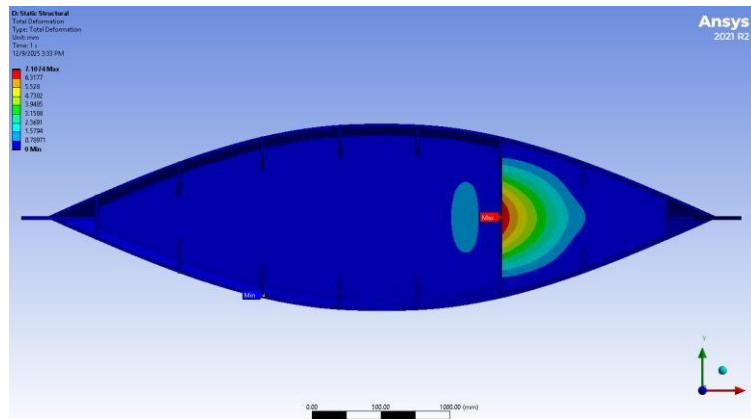
Gambar 4. 35 Total *Deformation* 600mm 10mm Tampak Atas



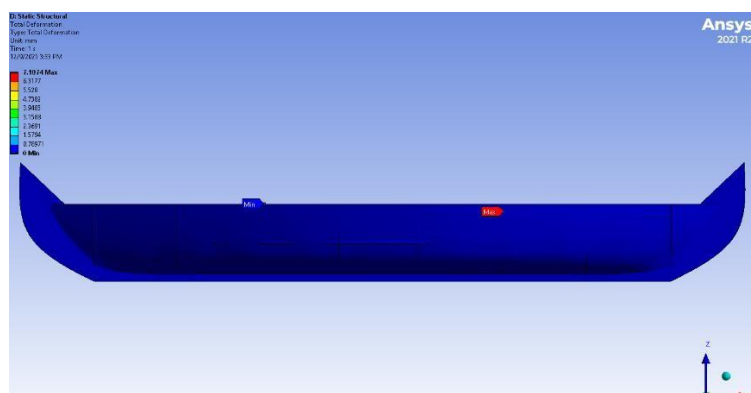
Gambar 4. 36 Total *Deformation* 600mm 10mm Tampak Samping



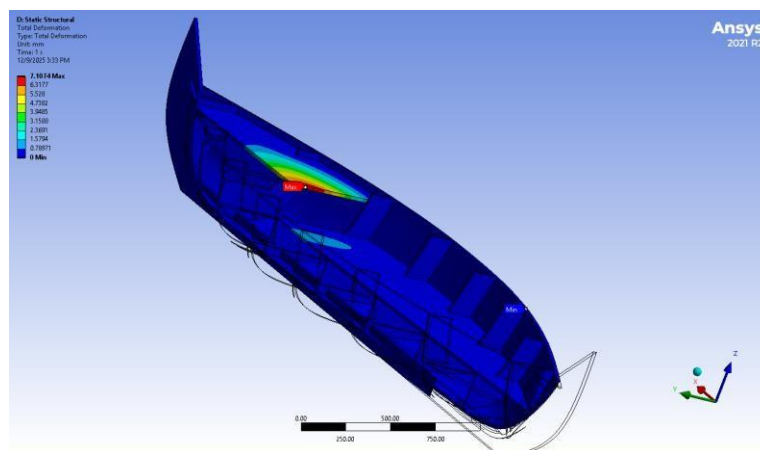
Gambar 4. 37 Total *Deformation* 600mm 10mm Tampak Dalam



Gambar 4. 38 Total *Deformation* 600mm 20mm Tampak Atas



Gambar 4. 39 Total *Deformation* 600mm 20mm Tampak Samping



Gambar 4. 40 Total *Deformation* 600mm 20mm Tampak Dalam