

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Ahmad, 2022. *“Investigasi Tahanan Secara Experimen Pada Kapal Planing Hull Dengan Deadrise Angle 5 Derajat dan Bentuk Stepped V”*. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Arwini, 2018. *“Studi Pengaruh Perubahan Bentuk Lambung Kapal Feri Terhadap Kecepatan Kapal”*. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Budiarto, Galih (2011). *Testing Position Step Hull at the National Corvette Battleship the Size of 90 meters With CFD Analysis Approach*. Department Of Marine Engineering, Ocean Engineering Faculty, ITS, Surabaya
- Hakim, Pradipta Rahman & IKAP Utama, 2018.”*Analisa Hambatan dan Pitching Moment Equilibrium Pada Kapal Planing Jenis Monohull with Transverse Step Pada Perairan Calm Water”*. Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Harvald, A, 1988. *“Tahanan dan Propulsi Kapal.”* Airlangga University Press, Surabaya.
- Loni, Afshin, Parvis Ghadimi, Hashem Nowruzzi, & Abbas Dashtimanesh, 2013. *“Developing a computer program for mathematical investigation of stepped planing hull characteristics”*. Department of Marine Technology, Amirkabir University of Technology.
- Marco, Agostino De, dkk. 2017.” *Experimental and numerical hydrodynamic analysis of a stepped planing hull”*. Department of Industrial Engineering, University of Napoli Federico II. Italy.
- Matveev, Konstantin I, & Ghazi S Bari. 2015. *“Effect of deadrise angles on hydrodynamic performance of a stepped hull”*. School of Mechanical and Materials Engineering, Washington State University. Pullman. USA.
- Muhady, Trias.2020.” *Studi Prediksi Tahanan Semi Planing Hull Bentuk Stepped Dengan Aplikasi Autodesk Cfd”*. Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Muthahhar, Muhammad Syaufiy, 2020. “*Studi Tahanan Kapal Cepat Berbentuk Lambung Deadrise Angle Dan Variasi Bentuk Lambung Bertangga Menggunakan Aplikasi Software*”. Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Molland, A. F., Turnock, S. R., & Hudson, D. A. (2017). “*Ship Resistance And Propulsion. Cambridge University Press*”.
- Pranatal, Erifive. 2020. “*Pengaruh Sudut Deadrise Terhadap Tahanan Planning Hull*”. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Surabaya.
- Purwanto, Dedi Budi, Ridho Hantoro, Ketut Aria Pria Utama, .” *Studi Prediksi Tahanan Semi Planing Hull Bentuk Stepped Dengan Aplikasi Autodesk Cfd*”. Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Rahman, Muh Fachreza (2020) *Studi Tahanan Berbagai Variasi Bentuk Stepped Hull. Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin.*
- Rosmani, Muhammad, A, H., & Algan, M. (2013). “*Prediksi Tahanan Kapal Cepat Dolpin Dengan Metode Eksperimen*”. Jurnal Teknik Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Sandiary, dkk (2019). “*Besarnya Hambatan Kapal Dengan Sudut Stephull Diatas 180⁰ Pada Kapal Cepat Planning Hull*”. Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Hang Tuah.
- Savitsky, D., & others. (1964). “*Hydrodynamic design of planning hulls*”. Marine Technology and SNAME News.

Lampiran 1. Tabel Offset Lines Plan Model Kapal

WL	Draft	Offset Table										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BL	0	0.383	0.445	0.486	0.506	0.511	0.511	0.511	0.511	0.468	0.24	-
1	0.075	0.591	0.706	0.797	0.851	0.869	0.869	0.869	0.839	0.726	0.404	-
2	0.15	0.796	0.967	1.107	1.195	1.228	1.228	1.228	1.172	0.985	0.568	-
3	0.225	1.005	1.225	1.417	1.538	1.587	1.587	1.587	1.51	1.238	0.731	-
4	0.3	1.213	1.482	1.723	1.881	1.945	1.945	1.945	1.84	1.488	0.895	-
5	0.375	1.42	1.739	1.952	1.976	1.982	1.982	1.982	1.947	1.738	1.059	-
6	0.45	1.672	1.9	1.967	1.99	1.996	1.996	1.996	1.962	1.824	1.223	-
9	0.675	1.829	1.948	2.013	2.034	2.039	2.039	2.039	2.006	1.887	1.518	0.236
12	0.9	1.88	1.996	2.058	2.077	2.062	2.062	2.062	2.053	1.949	1.605	0.458
15	1.123	1.931	2.045	2.103	2.12	2.124	2.124	2.124	2.099	2.012	1.691	0.622
18	1.35	1.962	2.093	2.148	2.163	2.167	2.167	2.167	2.144	2.075	1.777	0.785
21	1.575	2.033	2.141	2.193	2.206	2.21	2.21	2.21	2.19	2.137	1.864	0.934
24	1.8	2.084	2.189	2.238	2.25	2.252	2.252	2.252	2.237	2.02	1.95	1.076
	Deck	2.084	2.189	2.238	2.25	2.252	2.252	2.252	2.251	2.244	2.059	1.359

Lampiran 2. Statistik Jumlah Elemen Mesh

Statistik *mesh* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* dengan kecepatan 0,75 dan kondisi 0°

No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	330759	1616751
2	Solid (Model)	1447	7534
Total		332206	1624285

Statistik *mesh* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* dengan kecepatan 1,513 dan trim 1°

No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	329606	1616751
2	Solid (Model)	1518	7534
Total		331124	1624285

Statistik *mesh* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* dengan kecepatan 2,016 dan trim 2°

No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	329606	1620694
2	Solid (Model)	1518	7690
Total		331124	1628384

Statistik *mesh* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* dengan kecepatan 2,762 dan trim 3°

No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	321900	1572021
2	Solid (Model)	1733	8195
Total		323633	1580216

Statistik *mesh* model kapal menggunakan *vortex generator* dengan kecepatan 0,75 dan kondisi even keel

No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	341824	1671639
2	Solid (Model)	2369	13927
Total		344193	1685566

Statistik *mesh* model kapal menggunakan *vortex generator* dengan kecepatan 1,513 dan trim 1°

No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	328058	1603894
2	Solid (Model)	1961	11900
Total		330019	1615794

Statistik *mesh* model kapal menggunakan *vortex generator* dengan kecepatan 2,016 dan trim 2°

No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	318324	1554227
2	Solid (Model)	2295	11945
Total		320619	1566172

Statistik *mesh* model kapal menggunakan *vortex generator* dengan kecepatan 2,762 dan trim 3°

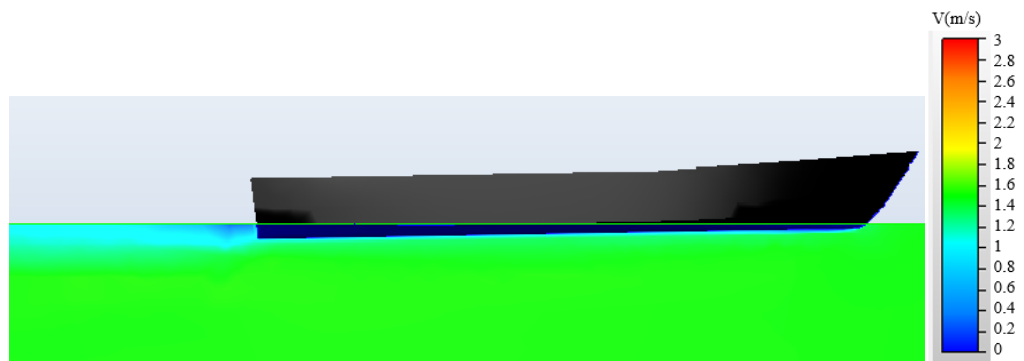
No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	311761	1525444
2	Solid (Model)	2166	10443
Total		313927	1535887

Lampiran 3. Visualisasi Velocity Magnitude

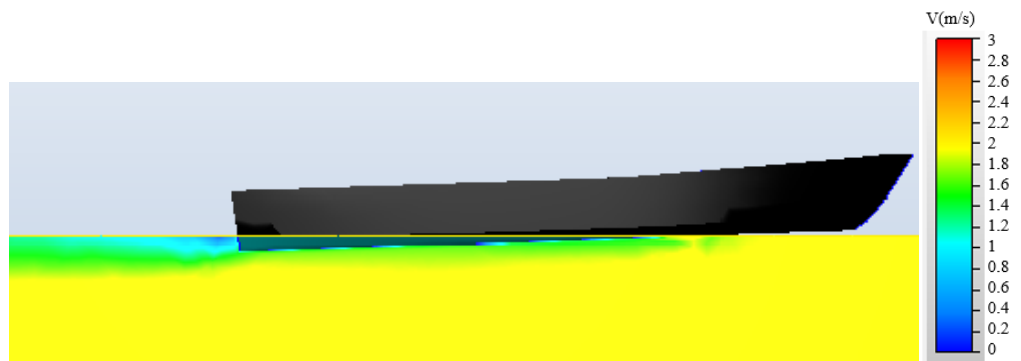
- Visualisasi Velocity Magnitude Pada Model Kapal Tanpa Menggunakan Vortex Generator



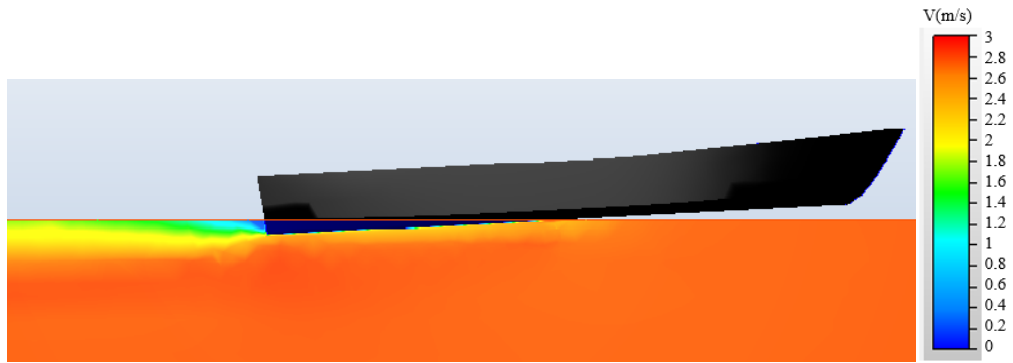
Velocity magnitude model kapal tanpa menggunakan vortex generator pada kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0°



Velocity magnitude model kapal tanpa menggunakan vortex generator pada kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°

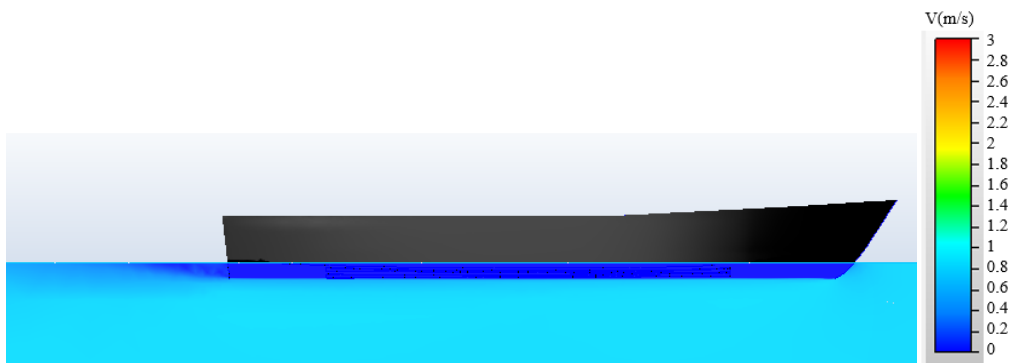


Velocity magnitude model kapal tanpa menggunakan vortex generator pada kecepatan 2,016m/s dengan trim 2°

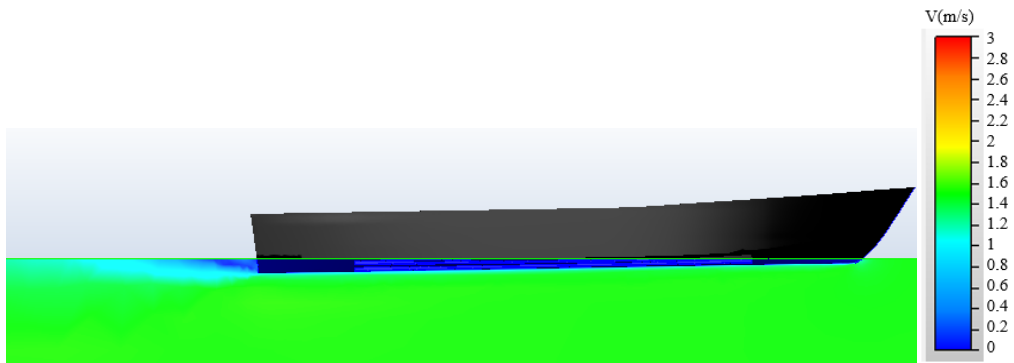


Velocity magnitude model kapal tanpa menggunakan vortex generator pada kecepatan 2,762 m/s dengan trim 3°

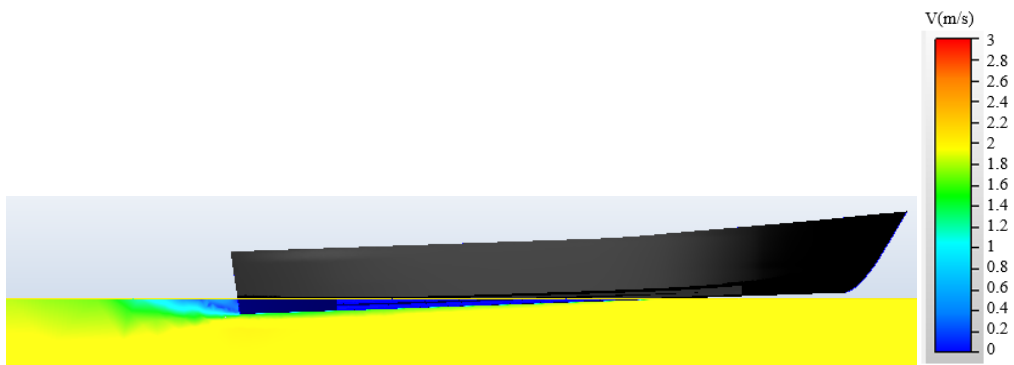
- Visualisasi Velocity Magnitude Pada Model Kapal Menggunakan Double Rectangular Vortex Generator



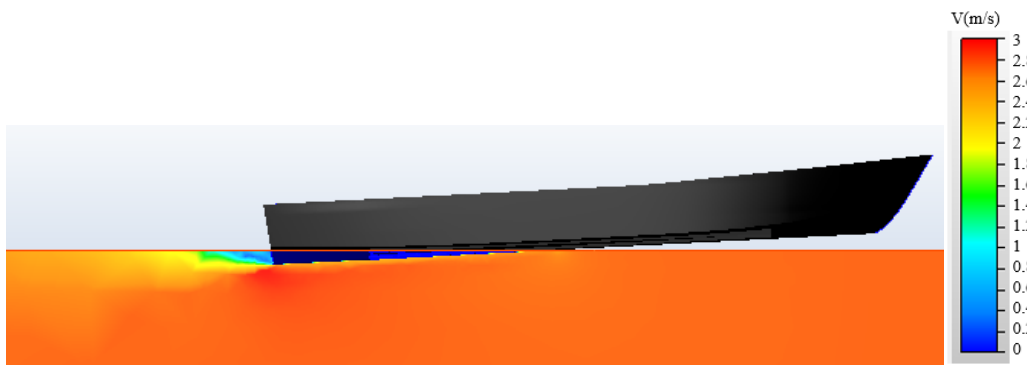
Velocity magnitude model kapal menggunakan vortex generator pada kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0°



Velocity magnitude model kapal menggunakan vortex generator pada kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°



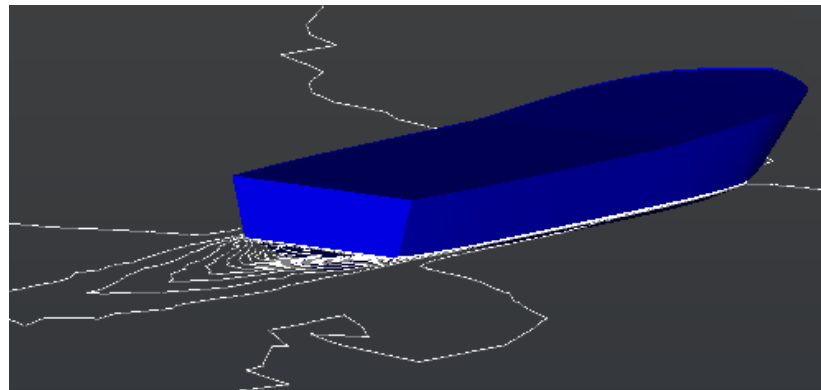
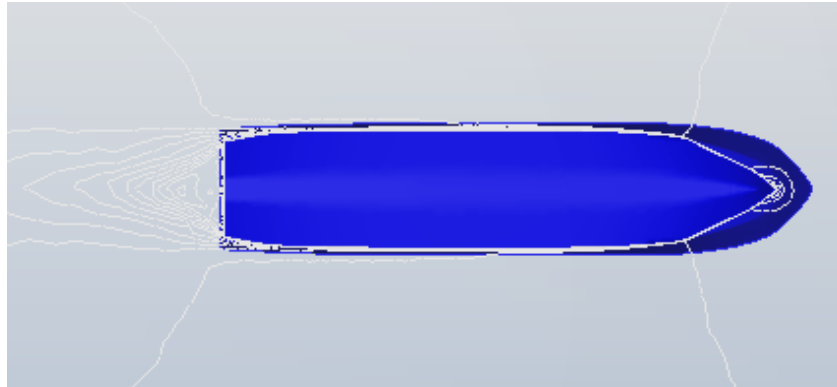
Velocity magnitude model kapal menggunakan vortex generator pada kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2°



Velocity magnitude model kapal menggunakan vortex generator kecepatan 2,762 m/s dengan trim 3°

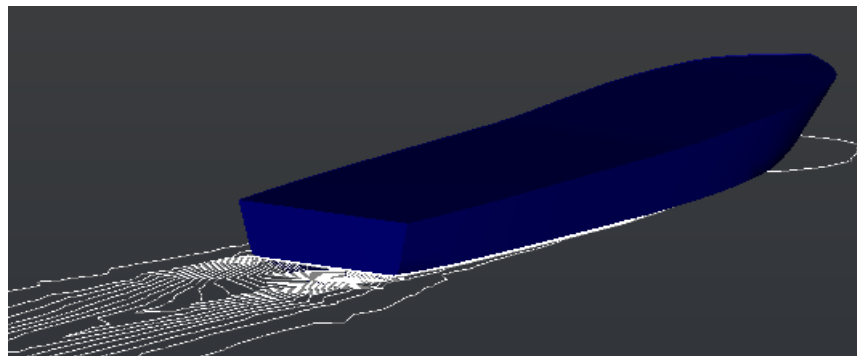
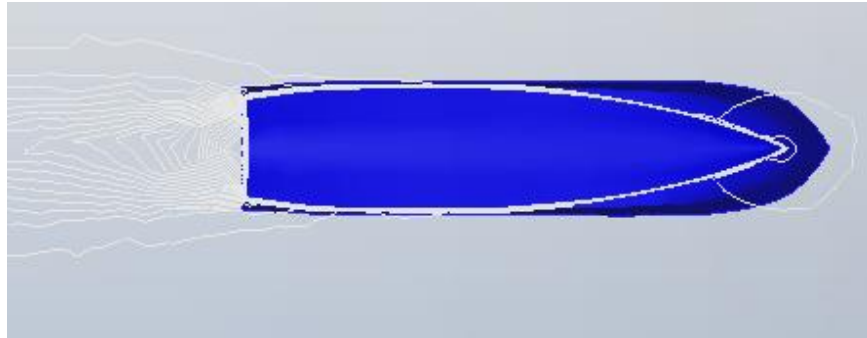
Lampiran 4. Visualisasi Pola Aliran dan Luas Bidang Basah

- Visualisasi pola aliran dan luas bidang basah pada model kapal tanpa menggunakan *double rectangular vortex generator*



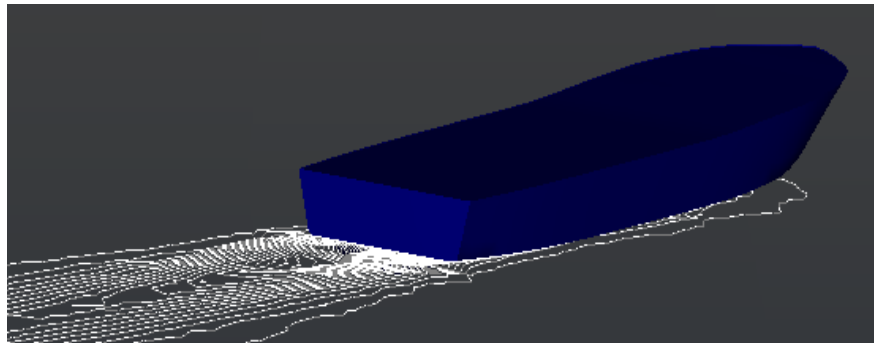
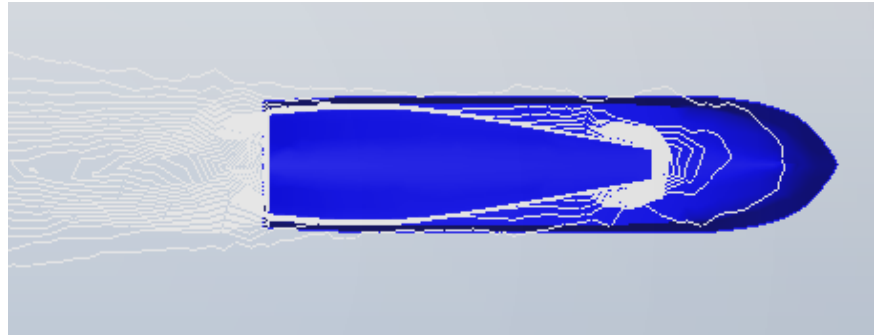
Trim	Luas Bidang Basah (m ²)
0°	0,595

Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0°



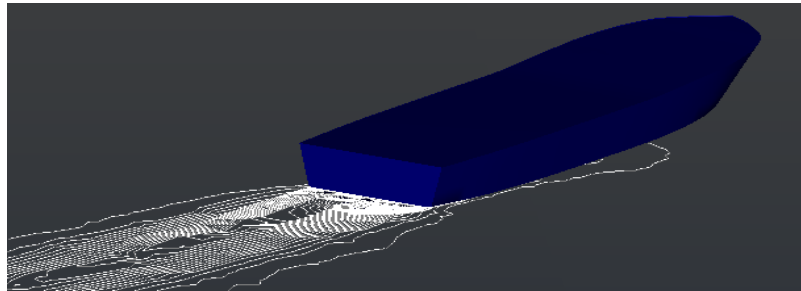
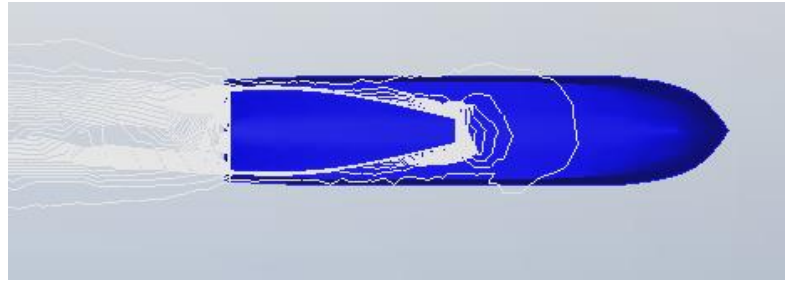
Trim	Luas Bidang Basah (m ²)
1°	0,511

Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°



Trim	Luas Bidang Basah (m ²)
2°	0,329

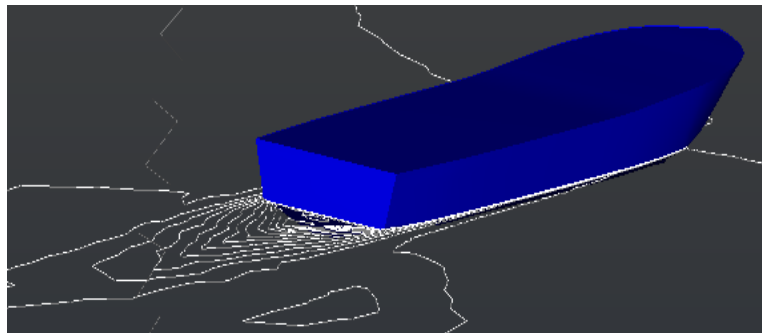
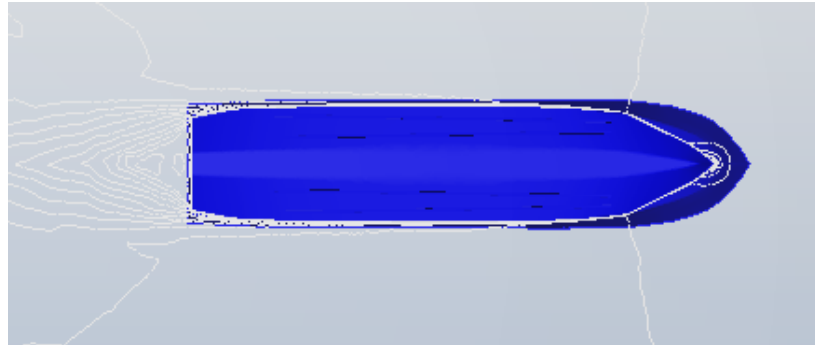
Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2°



Trim	Luas Bidang Basah (m ²)
3°	0,211

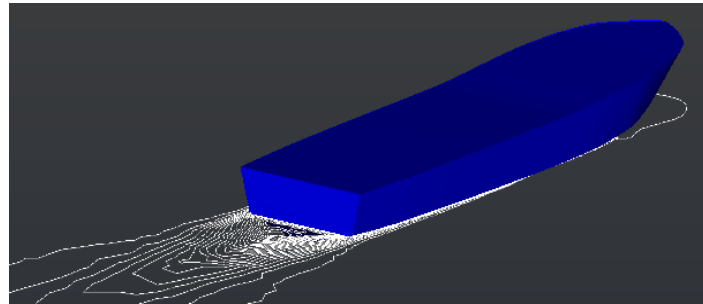
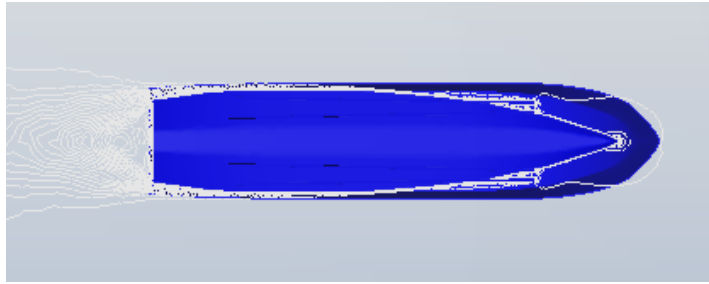
Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,672 dengan trim 3°

- Visualisasi pola aliran dan luas bidang basah pada model kapal menggunakan *double rectangular vortex generator*



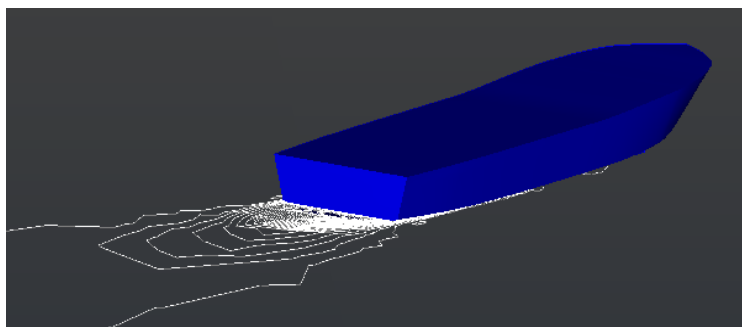
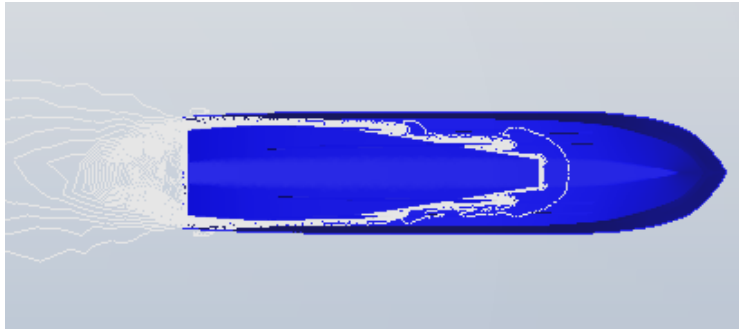
Trim	Luas Bidang Basah (m ²)
0°	0,620

Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0°



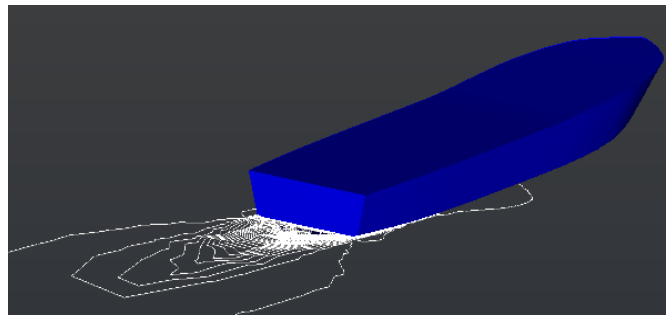
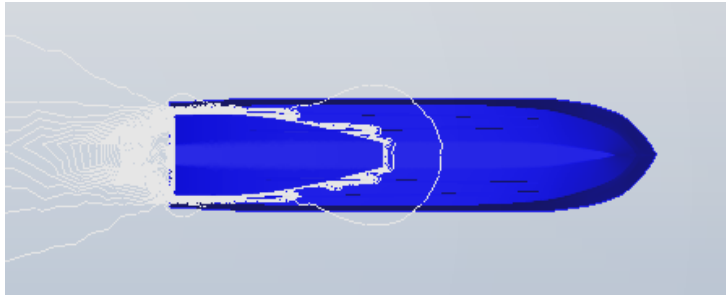
Trim	Luas Bidang Basah (m ²)
1°	0,532

Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°



Trim	Luas Bidang Basah (m ²)
2°	0,331

Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2°

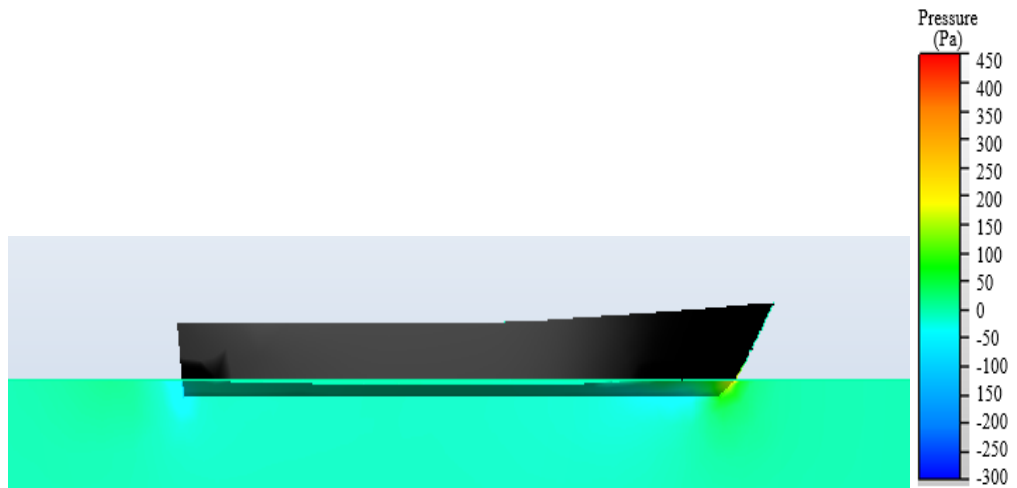


Trim	Luas Bidang Basah (m ²)
3°	0,213

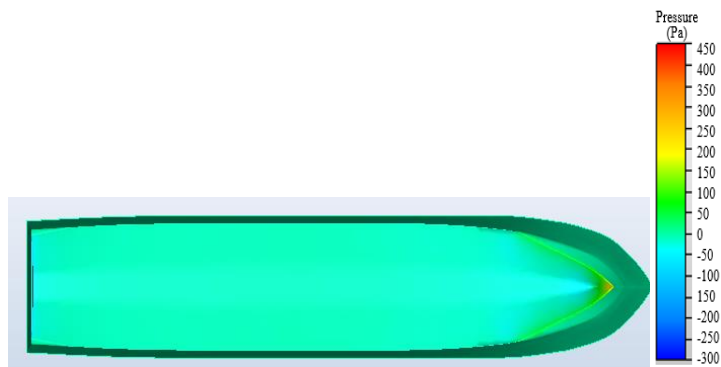
Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,762 m/s dengan trim 3°

Lampiran 5. Visualisasi *Static Pressure*

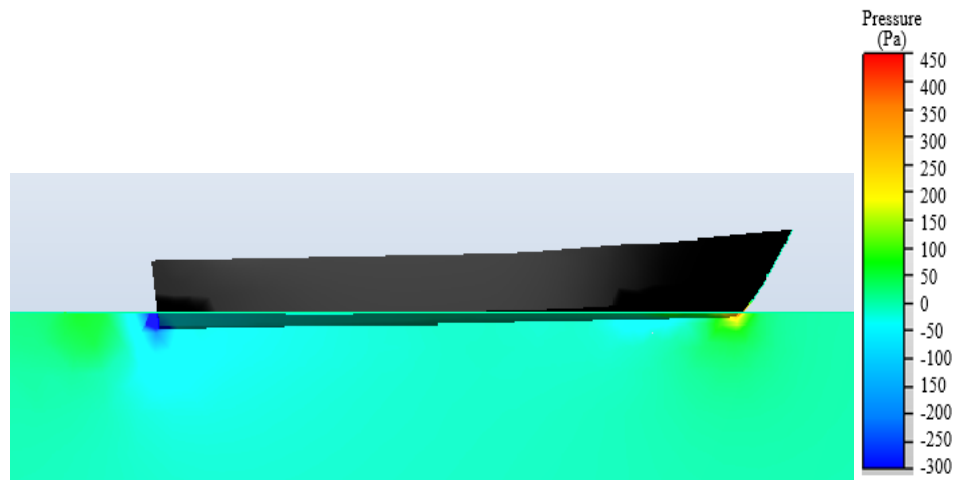
- Visualisasi *static pressure* pada model kapal tanpa menggunakan *double rectangular vortex generator*



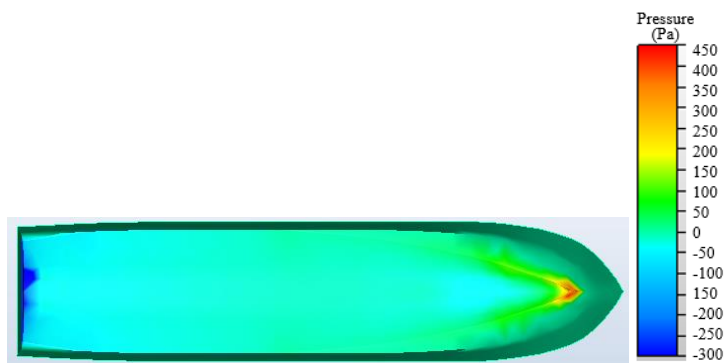
Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0° tampak samping



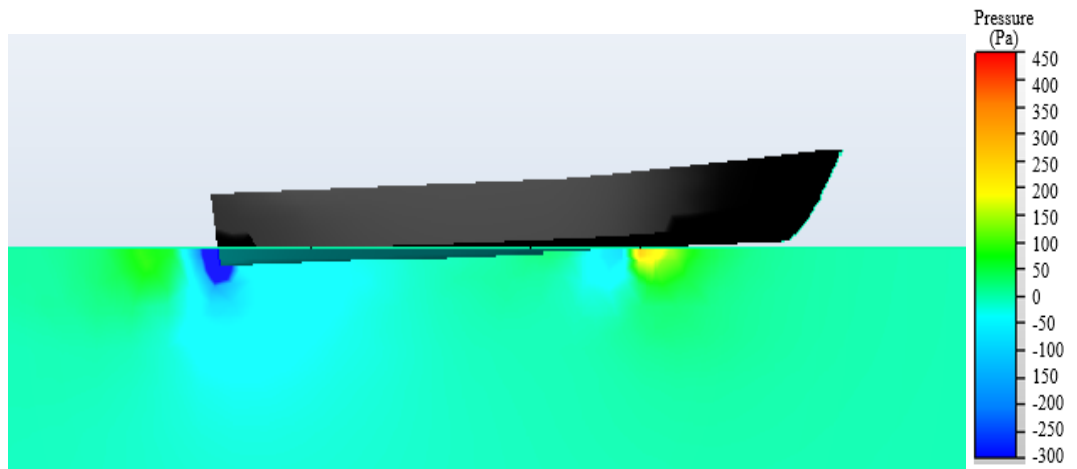
Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan kondisi 0° tampak bawah



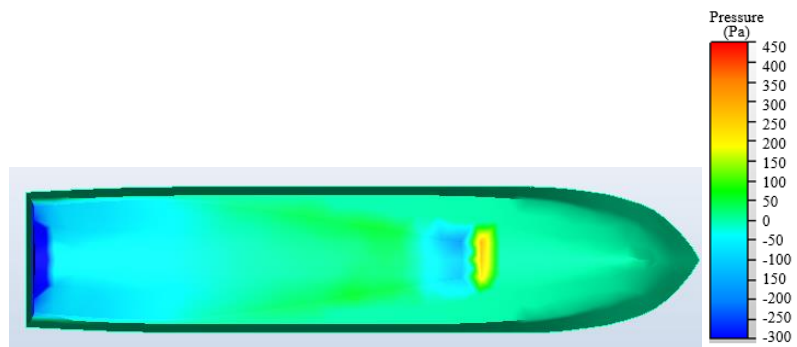
Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1° tampak samping



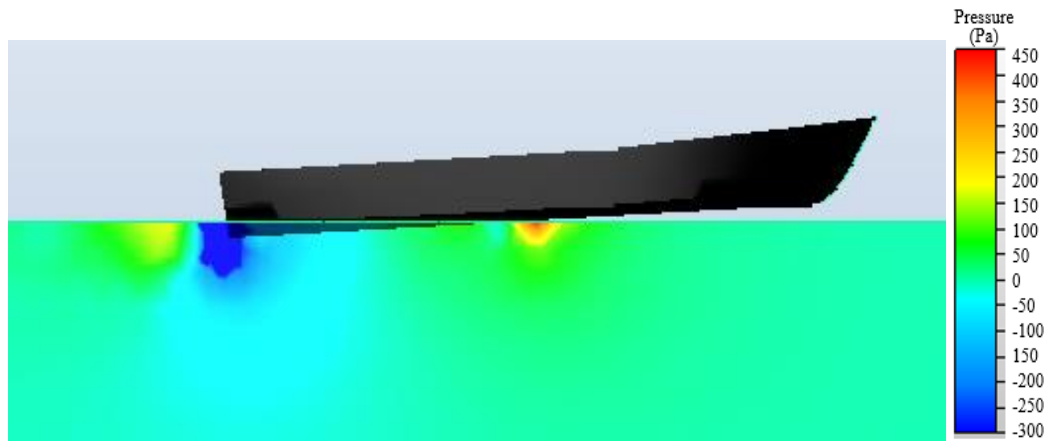
Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1° tampak bawah



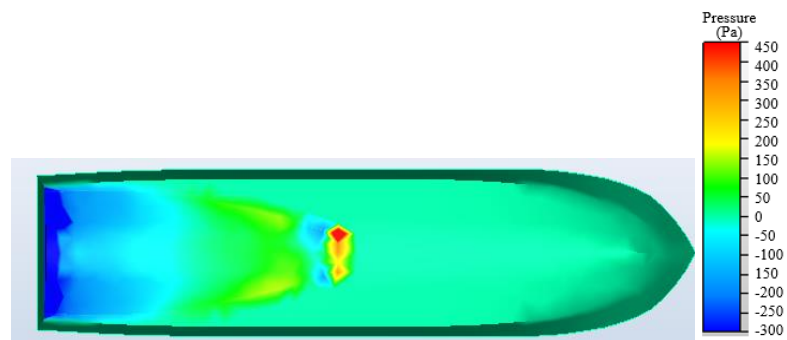
Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2° tampak samping



Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2° tampak bawah

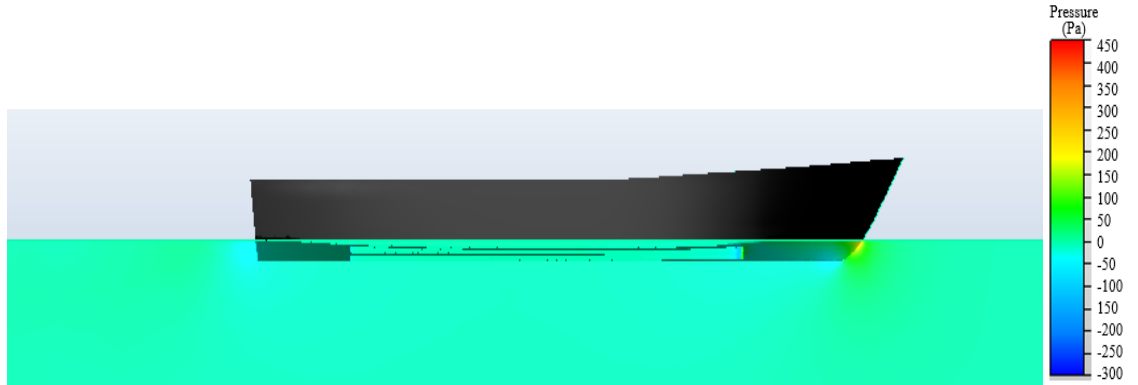


Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* Kecepatan 2,762 dengan trim 3° tampak samping

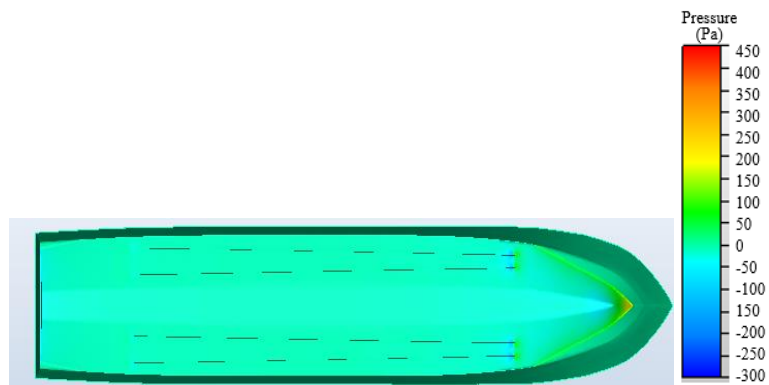


Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* Kecepatan 2,762 dengan trim 3° tampak bawah

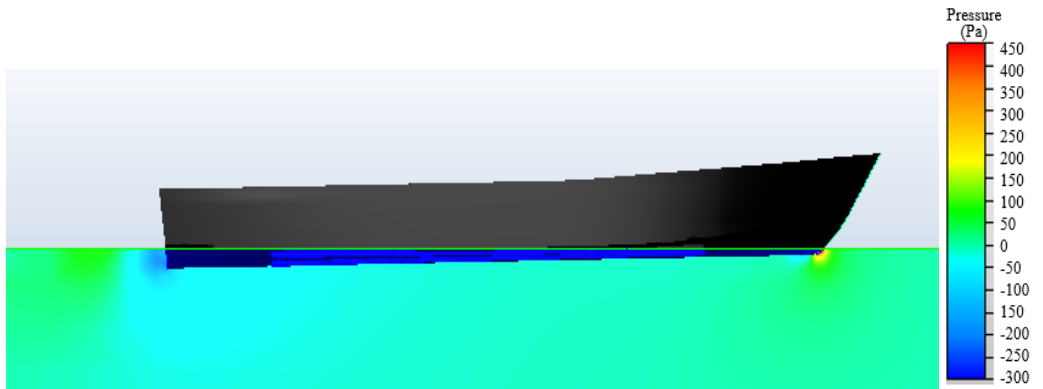
- Visualisasi *static pressure* pada model kapal menggunakan *Double Rectangular Vortex Generator*



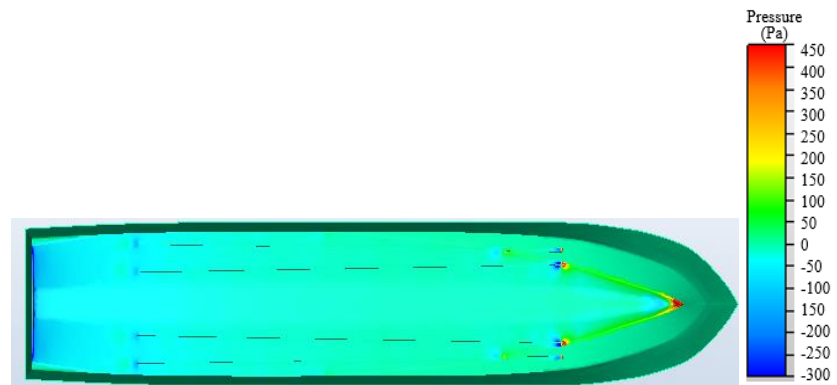
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan kondisi trim 0° tampak samping



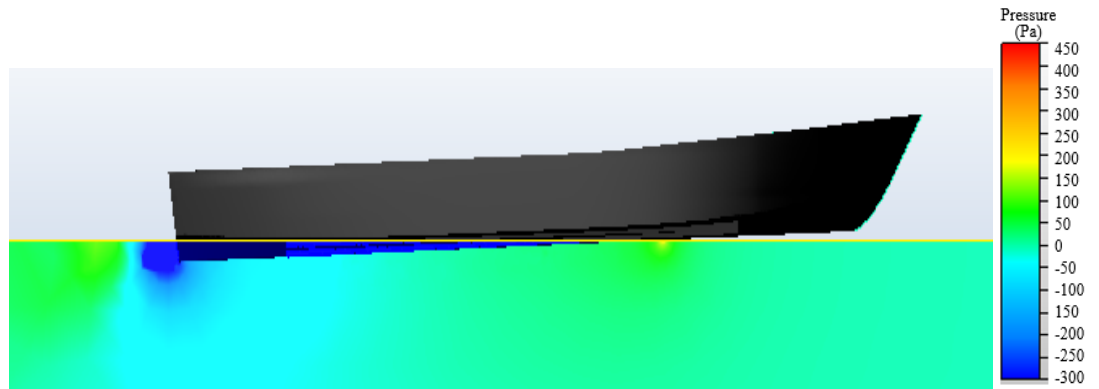
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan kondisi trim 0° tampak bawah



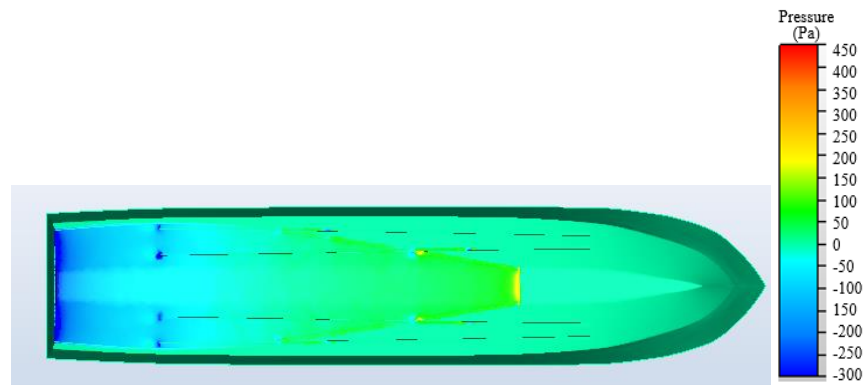
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator*
Kecepatan 1,513 dengan trim 1° tampak samping



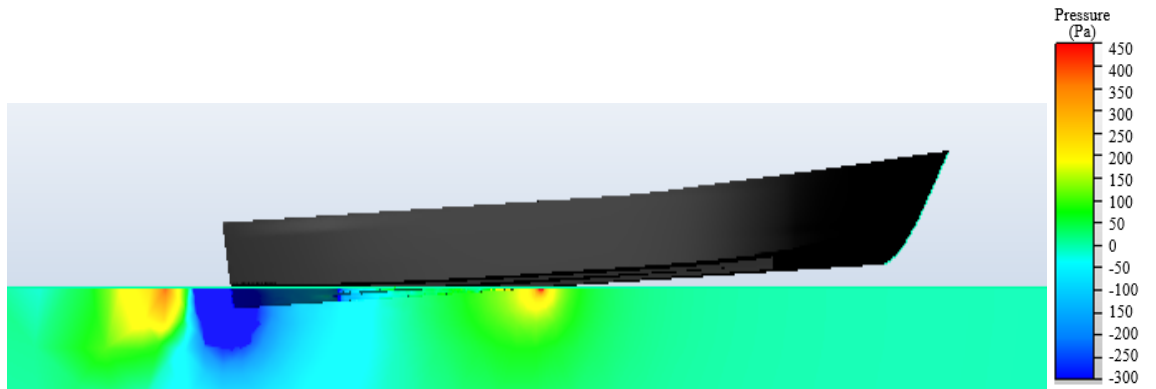
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator*
Kecepatan 1,513 dengan trim 1° tampak bawah



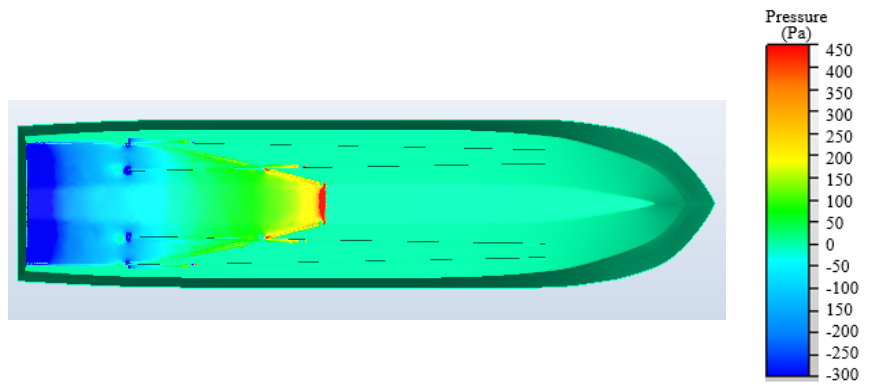
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator*
Kecepatan 2,016 dengan trim 2° tampak samping



Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator*
Kecepatan 2,016 dengan trim 2° tampak bawah



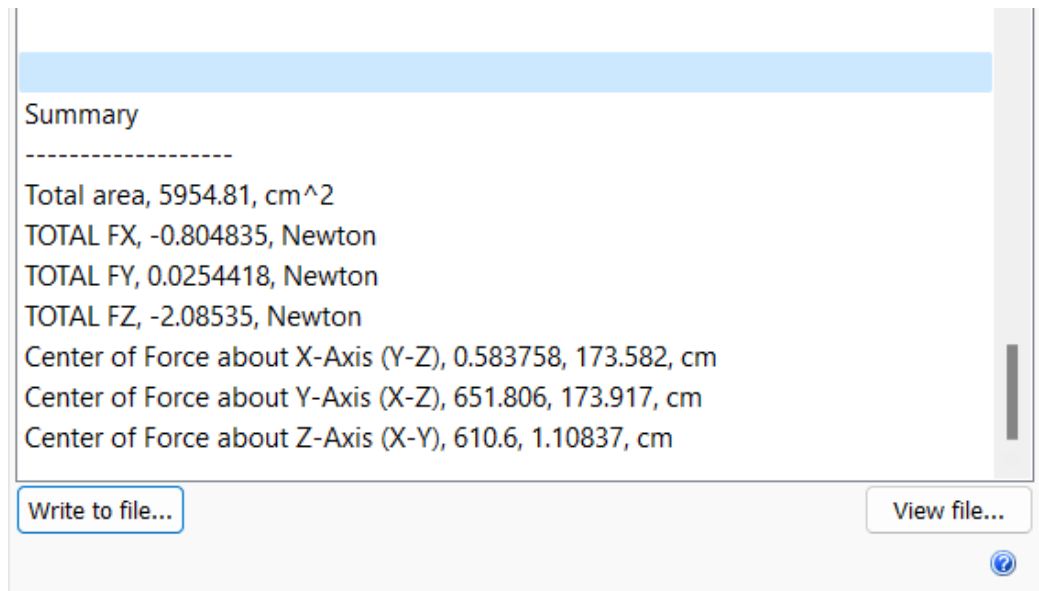
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator*
Kecepatan 2,762 dengan trim 3° tampak samping



Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator*
Kecepatan 2,762 dengan trim 3° tampak samping

Lampiran 6. Hasil Wall Calculator Drag Force Model

- Model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0°

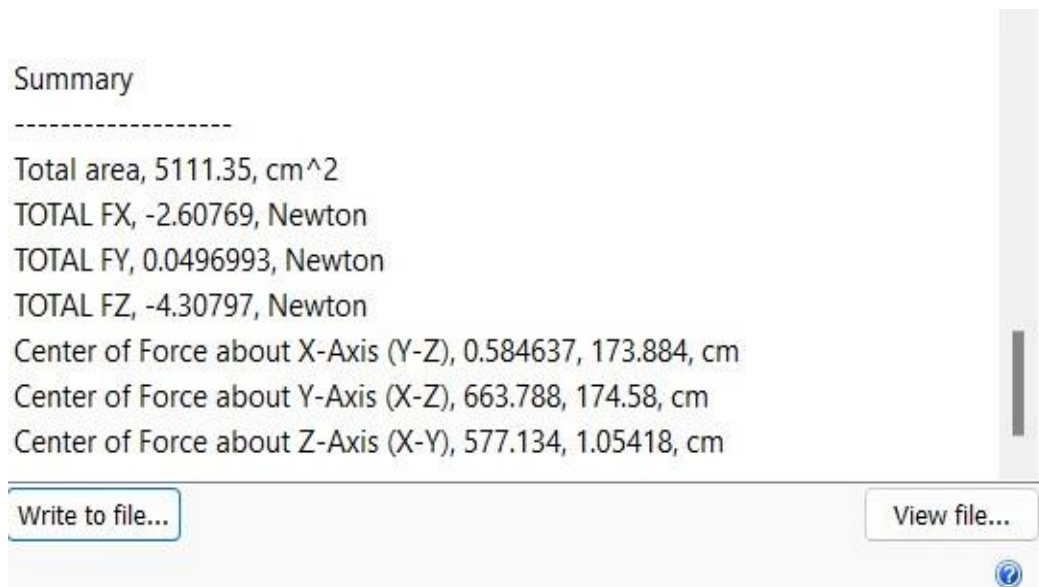


Summary

Total area, 5954.81, cm²
TOTAL FX, -0.804835, Newton
TOTAL FY, 0.0254418, Newton
TOTAL FZ, -2.08535, Newton
Center of Force about X-Axis (Y-Z), 0.583758, 173.582, cm
Center of Force about Y-Axis (X-Z), 651.806, 173.917, cm
Center of Force about Z-Axis (X-Y), 610.6, 1.10837, cm

Write to file... View file...

- Model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* Kecepatan 1,513 dengan trim 1°

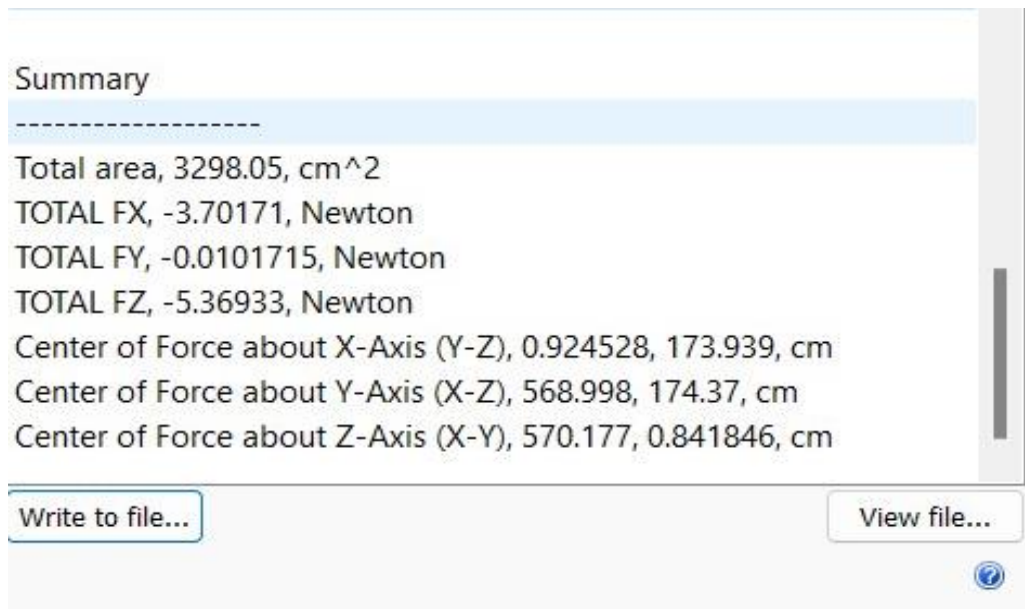


Summary

Total area, 5111.35, cm²
TOTAL FX, -2.60769, Newton
TOTAL FY, 0.0496993, Newton
TOTAL FZ, -4.30797, Newton
Center of Force about X-Axis (Y-Z), 0.584637, 173.884, cm
Center of Force about Y-Axis (X-Z), 663.788, 174.58, cm
Center of Force about Z-Axis (X-Y), 577.134, 1.05418, cm

Write to file... View file...

- Model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2°

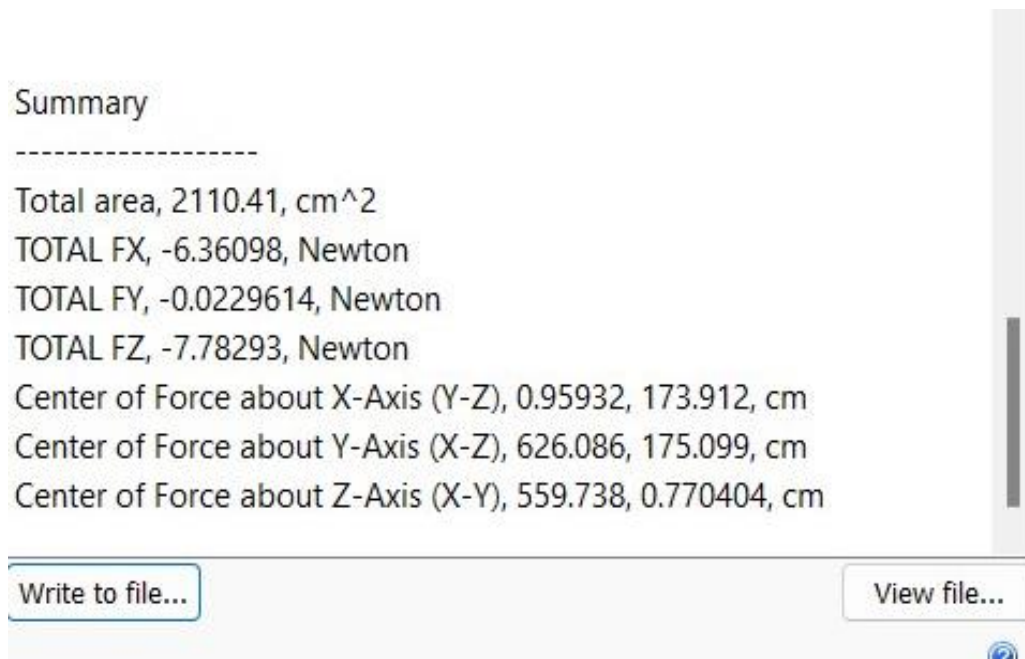


Summary

Total area, 3298.05, cm²
TOTAL FX, -3.70171, Newton
TOTAL FY, -0.0101715, Newton
TOTAL FZ, -5.36933, Newton
Center of Force about X-Axis (Y-Z), 0.924528, 173.939, cm
Center of Force about Y-Axis (X-Z), 568.998, 174.37, cm
Center of Force about Z-Axis (X-Y), 570.177, 0.841846, cm

Write to file... View file...

- Model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,762 m/s dengan trim 3°



Summary

Total area, 2110.41, cm²
TOTAL FX, -6.36098, Newton
TOTAL FY, -0.0229614, Newton
TOTAL FZ, -7.78293, Newton
Center of Force about X-Axis (Y-Z), 0.95932, 173.912, cm
Center of Force about Y-Axis (X-Z), 626.086, 175.099, cm
Center of Force about Z-Axis (X-Y), 559.738, 0.770404, cm

Write to file... View file...

- Model kapal menggunakan *Vortex Generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0°

Summary

Total area, 6208.4, cm²

TOTAL FX, -0.629384, Newton

TOTAL FY, -0.000394397, Newton

TOTAL FZ, -2.30472, Newton

Center of Force about X-Axis (Y-Z), 790.2, 87.20

Center of Force about Y-Axis (X-Z), 1193.63, 95.

Center of Force about Z-Axis (X-Y) 1278.46 791

- Model kapal menggunakan *Vortex Generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°

Summary

Total area, 5323.57, cm²

TOTAL FX, -2.13269, Newton

TOTAL FY, -0.00270139, Newton

TOTAL FZ, -5.09862, Newton

Center of Force about X-Axis (Y-Z), 790.19, 87.6

Center of Force about Y-Axis (X-Z), 1270.48, 87.

Center of Force about Z-Axis (X-Y), 1246.9, 790.

- Model kapal menggunakan *Vortex Generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2°

Summary

Total area, 3312.54, cm²

TOTAL FX, -2.87729, Newton

TOTAL FY, -0.0149007, Newton

TOTAL FZ, -5.06185, Newton

Center of Force about X-Axis (Y-Z), 790.158, 87

Center of Force about Y-Axis (X-Z), 1229.85, 87

Center of Force about Z-Axis (X-Y), 1216.31, 79

- Model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,762 m/s dengan trim 3°

Summary

Total area, 2135.9 cm²

TOTAL FX, -5.9938, Newton

TOTAL FY, 0.0152602, Newton

TOTAL FZ, -8.24309, Newton

Center of Force about X-Axis (Y-Z), 790.228, 87

Center of Force about Y-Axis (X-Z), 1238.68, 87

Center of Force about Z-Axis (X-Y), 1217.87, 79

Lampiran 7. Penentuan Skala Model

Penentuan skala dilakukan untuk menghindari terjadinya ombak pada dinding tangka atau yang disebut blockage effect dimana model harus disesuaikan dengan ukuran tangki serta tinggi air dalam tangka dengan sarat model. Menurut harvald, penentuan lebar model (B_m) adalah sebagai berikut:

$$B_m < (1/10) B \text{ Tangki}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} B \text{ tangki} &= 3.54 \text{ m} \\ &= (1/10) \times 3.54 \\ &= 0.354 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka lebar model yang digunakan agar tidak menimbulkan blockage effect dan dapat digunakan untuk pengujian model di towing tank yaitu:

$$B_m < 0.354$$

Berdasarkan perhitungan dari persamaan diatas, maka penentuan skala model kapal dapat ditentukan melalui tabel berikut:

Bs	Skala	Bm(m)
4.5	1:10	0.45
4.5	1:15	0.30
4.5	1:20	0.23
4.5	1:25	0.18

Dari tabel diatas ukuran lebar model kapal maksimal yang memenuhi kriteria yaitu 0,30 sehingga skala yang digunakan untuk ukuran model kapal yaitu 1:15.