

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji, Suryo W.2009. “Resistance & Propulsion Modul 1 : Introduction to ship resistance”. Surabaya
- [2] Anand, U., Shudakar, Y., Thileopanragu, R., Gopinathan, V.T., dan Rajasokar, R. 2010. Passive Flow Control Over NACA 0012 Airfoil Using Vortex Generator. India: Department of Aerospace Engineering IIT Madras.
- [3] Anderson, John D. Jr. 1988. Fundamental of Aerodynamics. Singapore : McGraw-Hill, Inc.
- [4] Autodesk CFD. (2015, 28 Desember). Autodesk Knowledge Networks. Diperoleh 10 April 2018, dari <https://knowledge.autodesk.com/support/cfd/learn>
- [5] Azmi, Ulul. “*Studi Eksperimen dan Numerik Pengaruh Penambahan Vortex Generator pada Airfoil NASA LS-0417*”. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [6] Djabbar M.A. & Rosmani. 2011. *Hibah Penulisan Buku Ajar Tahanan Kapal*. Departemen Teknik Perkapalan, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [7] Jumlah, V., Outlet, L., & Converter, M. (2017).Jurnal teknik perkapalan, 5(1), 163–172.
- [8] Lin, J. C. 2002. Review of Research on Low Profile Vortex Generator to Control Boundary Layer separation. Progress in Aerospace Science 38 : 389-420.
- [9] Rosmani, Muhammad, A, H., & Algan, M., 2013. Prediksi Tahanan Kapal Cepat Dolpin Dengan Metode Eksperimen. Jurnal Teknik Universitas Hasanuddin: Makassar.
- [10] Sardjadi,D.2003.”Mekanika Fluida”.Bandung:Art pro bandung
- [11] Savitsky,D., & others.(1964).”Hydrodynamic design of planning hulls”.  
Marine Technology and SNAME News.
- [12] Sv. Harvald. 1992. “Tahanan dan Propulsi Kapal”. Airlangga. Surabaya
- [12] Zhen, Tan Kar, Ahmad, Kamarul Arifin., Zubair, Muhammed.,(2010), Experimental and Numerical Investigation of the Effects of Passive Vortex Generators on Aludra

UAV Performance, Journal of Aeronautics, School of Aerospace Engineering,  
University Sains Malaysia, Nibong Tebal 14300, Malaysia.

## **LAMPIRAN**

**Lampiran 1.** Tabel Offside 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	724769	3572126
2	Solid (Model)	1962	12358
Total		346954	726731

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

No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	728434	3573632
2	Solid (Model)	2252	13258
Total		797297	727086

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

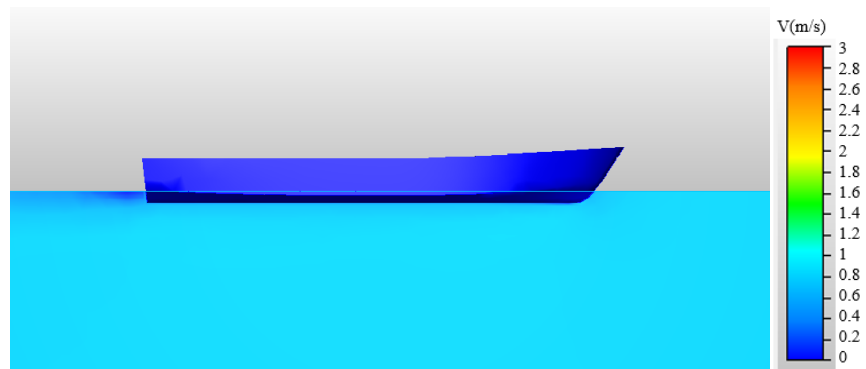
No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	7222587	3564126
2	Solid (Model)	2245	12371
Total		509784	724832

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

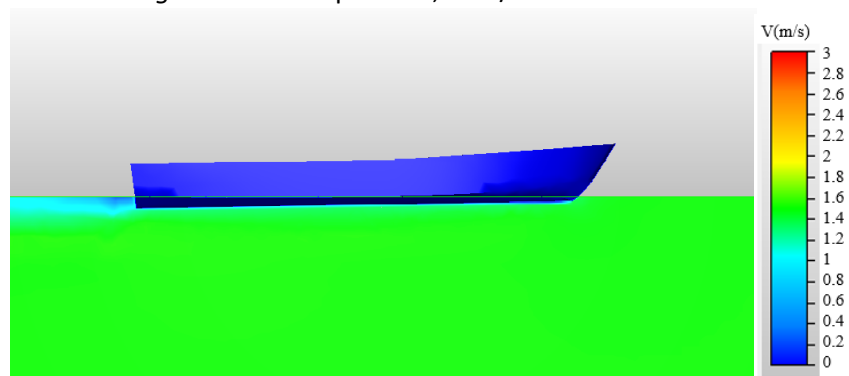
No	Materials	Model Size	
		Nodes	Element
1	Fluid	726191	3583152
2	Solid (Model)	3701	17881
Total		506448	729892

### Lampiran 3. Visualisasi *Velocity Magnitude*

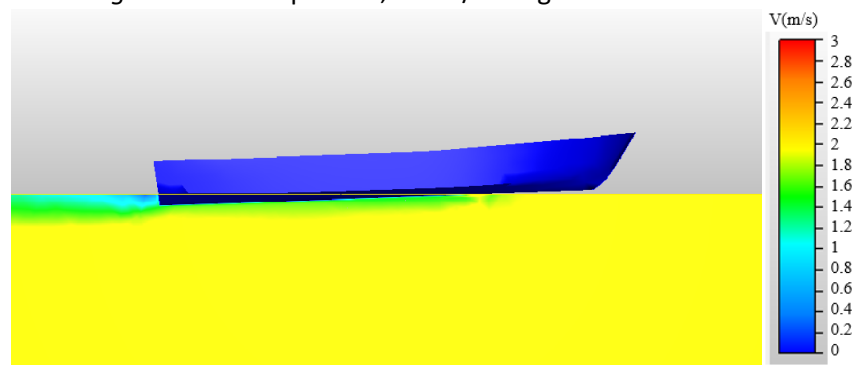
- Visualisasi *velocity magnitude* pada model kapal tanpa menggunakan *double ogive vortex generator*



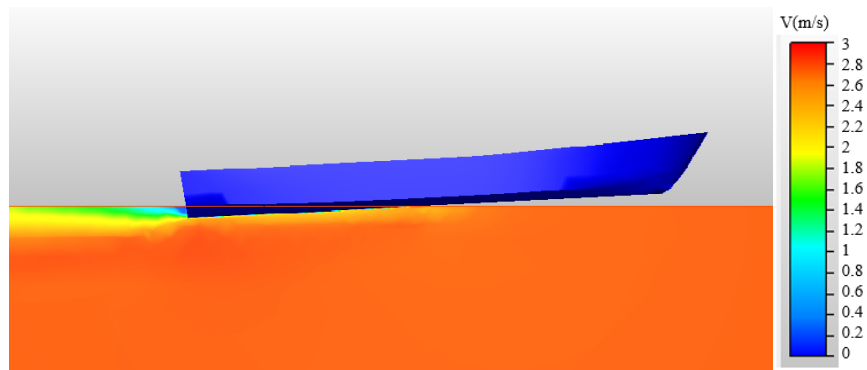
Visualisasi *velocity magnitude* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s trim 0°



Visualisasi *velocity magnitude* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°

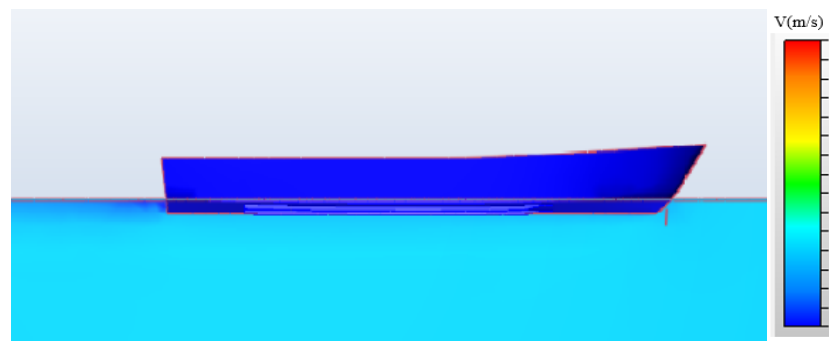


Visualisasi *velocity magnitude* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016m/s dengan trim 2°

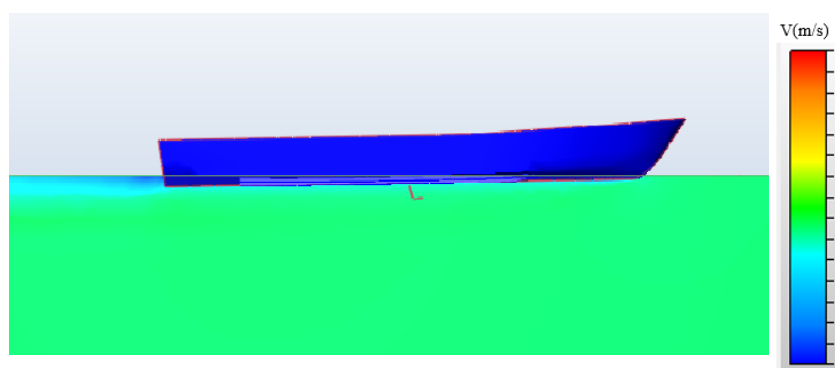


Visualisasi *velocity magnitude* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,762 m/s dengan trim 3°

- Visualisasi *velocity magnitude* pada model kapal menggunakan *double ogive vortex generator*

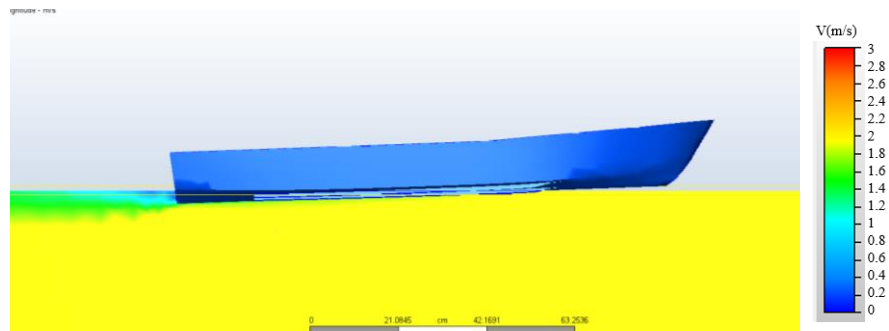


Visualisasi *velocity magnitude* model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0°

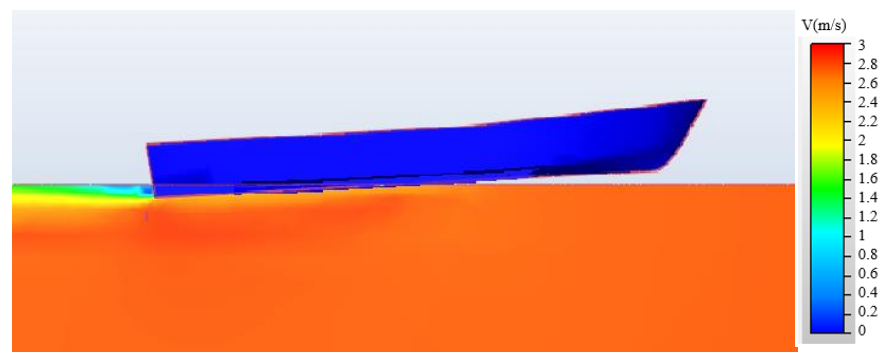


Visualisasi *velocity magnitude* model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°





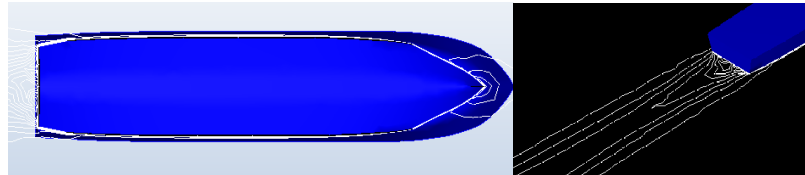
Visualisasi *velocity magnitude* model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2°



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

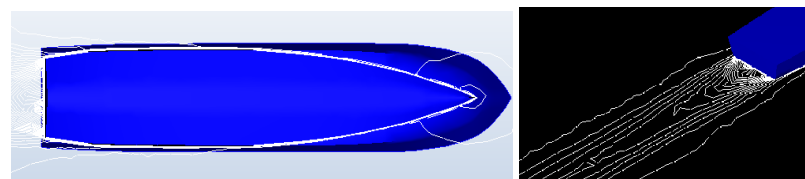
#### Lampiran 4. Visualisasi pola aliran dan luas bidang basah

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



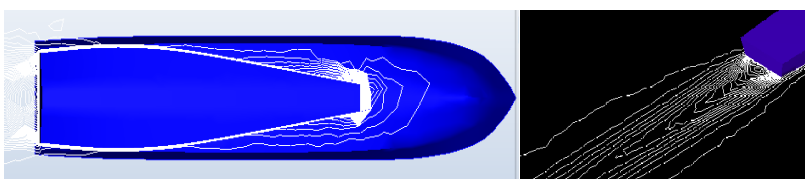
Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0°

Luas bidang basah untuk model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0° adalah 0.595 m<sup>2</sup>



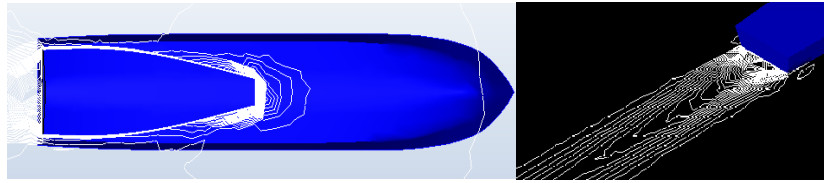
Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°

Luas bidang basah untuk model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1° adalah 0,511 m<sup>2</sup>



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

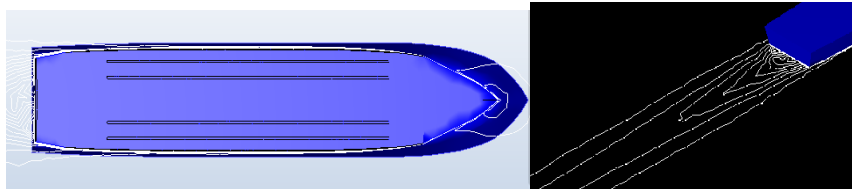
Luas bidang basah untuk model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2° adalah 0,319 m<sup>2</sup>



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

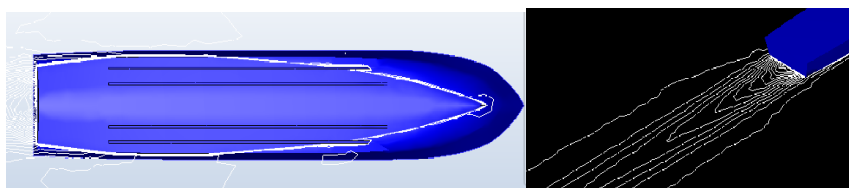
Luas bidang basah untuk model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,672 dengan trim 3° adalah 0,211 m<sup>2</sup>

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



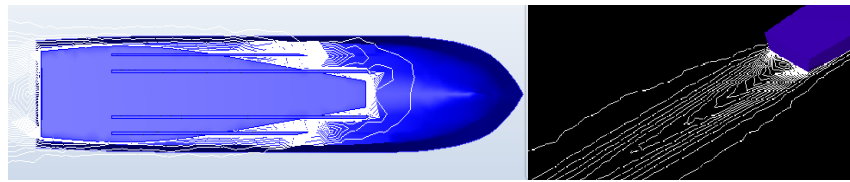
Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0°

Luas bidang basah untuk luas bidang basah model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan trim 0° adalah 0,639 m<sup>2</sup>



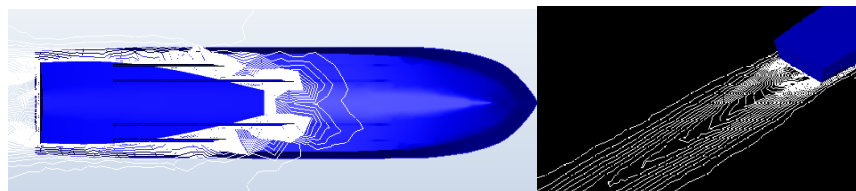
Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°

Luas bidang basah untuk model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1° adalah 0,530 m<sup>2</sup>



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

Luas bidang basah untuk model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2° adalah 0,372 m<sup>2</sup>

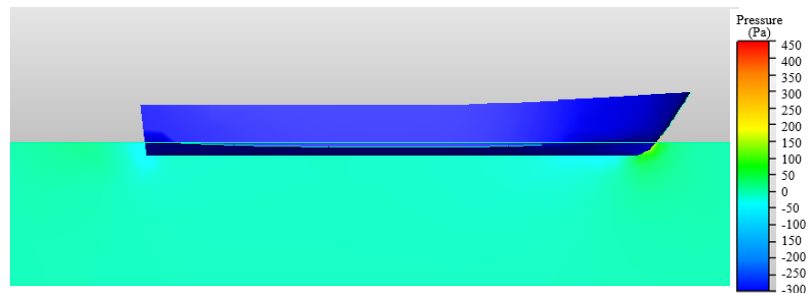


Pola aliran berdasarkan *velocity magnitude* dan luas bidang basah model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,762 m/s dengan trim 3°

Luas bidang basah untuk model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,762 m/s dengan trim 3° adalah 0,237 m<sup>2</sup>

## Lampiran 5. Visualisasi *static pressure*

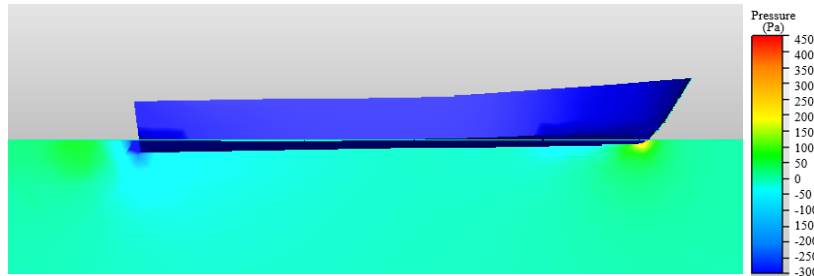
- Visualisasi *static pressure* pada model kapal tanpa menggunakan *double ogive vortex generator*



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



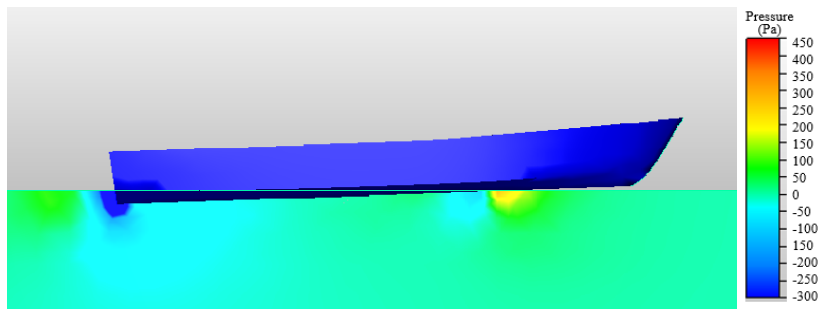
Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan kondisi 0° tampak bawah



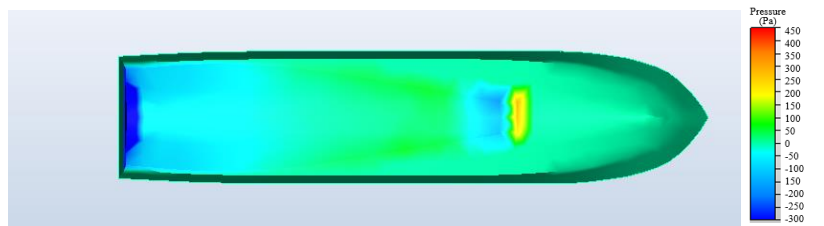
Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1° tampak samping



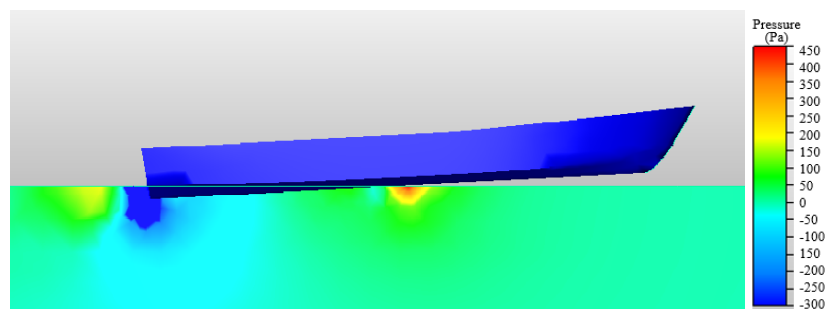
Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1° tampak bawah



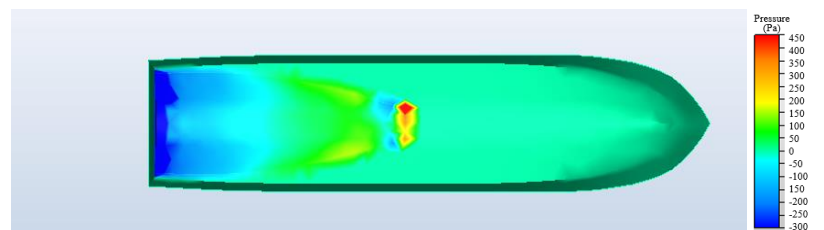
Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* kecepatan 2,016 m/s dengan trim 2° tampak samping



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

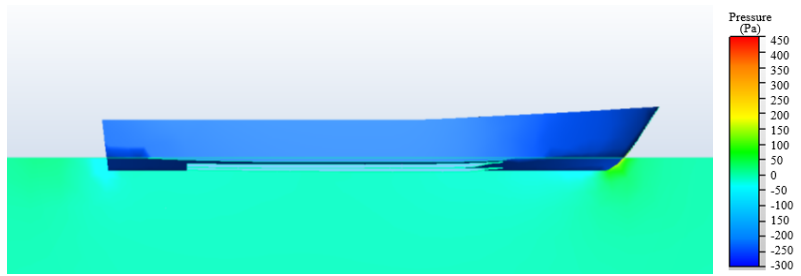


Visualisasi *static pressure* model kapal tanpa menggunakan *vortex generator* Kecepatan 2,762 dengan trim 3° tampak samping



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

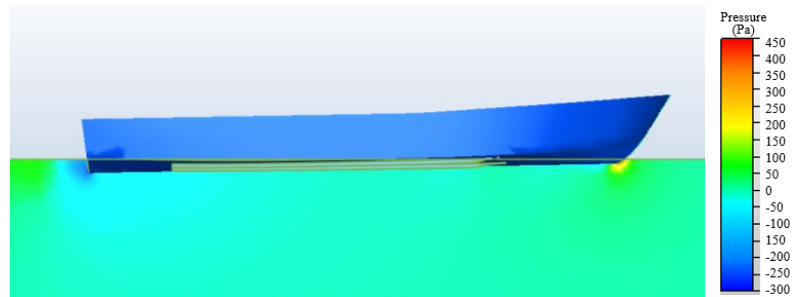
- Visualisasi *static pressure* pada model kapal menggunakan *double ogive vortex generator*



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



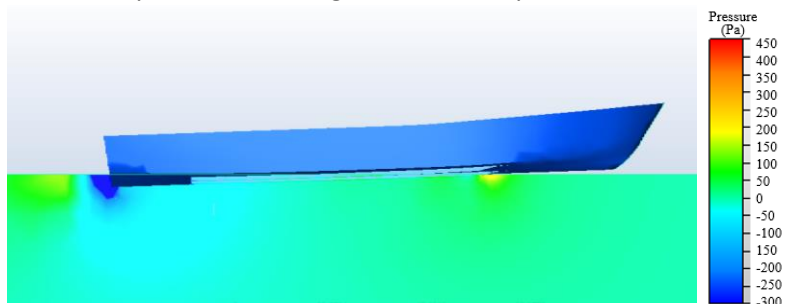
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 0,75 m/s dengan kondisi trim 0° tampak bawah



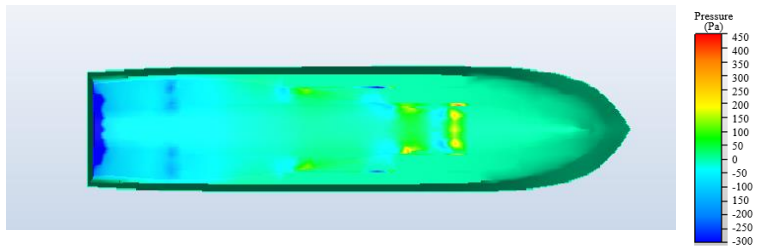
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator* Kecepatan 1,513 dengan trim 1° tampak samping



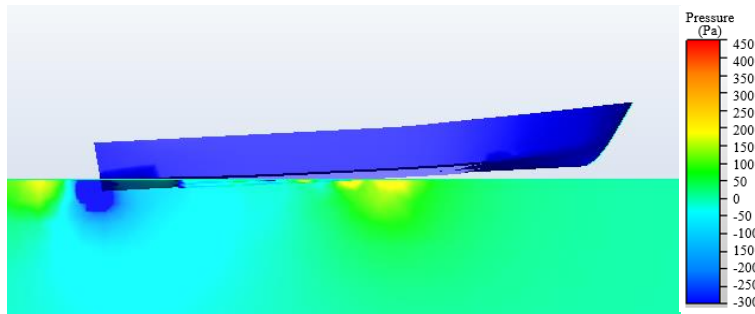
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator* Kecepatan 1,513 dengan trim 1° tampak bawah



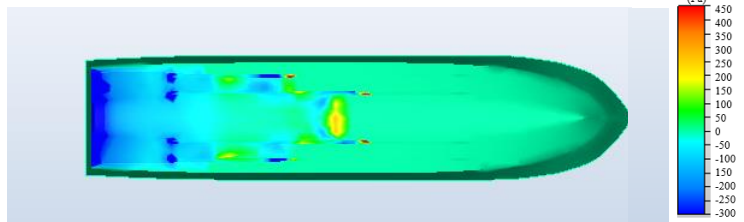
Visualisasi *static pressure* model kapal menggunakan *vortex generator* Kecepatan 2,016 dengan trim 2° tampak samping



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	cm <sup>2</sup>	
TOTAL FX	-0.80527	Newton	
TOTAL FY	0.0255	Newton	
TOTAL FZ	-2.08516	Newton	
Center of Force about X-Axis (Y-Z)	0.584722	173.582	cm
Center of Force about Y-Axis (X-Z)	651.917	173.915	cm
Center of Force about Z-Axis (X-Y)	610.581	1.10794	cm

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

Summary

-----

Total area	5111.35	cm <sup>2</sup>	
TOTAL FX	-2.60769	Newton	
TOTAL FY	0.049699	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

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

Summary

-----

Total area	3298.05	cm <sup>2</sup>	
TOTAL FX	-3.70171	Newton	
TOTAL FY	-0.01017	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

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

Summary

-----

Total area	2110.41	cm <sup>2</sup>	
	-		
TOTAL FX	6.36098	Newton	
	-		
TOTAL FY	0.02296	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

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

Summary

-----

Total area	6393.15	cm <sup>2</sup>	
TOTAL FX	-0.762573	Newton	
TOTAL FY	-0.00955747	Newton	

TOTAL FZ	-2.03298	Newton	
Center of Force about X-Axis (Y-Z)	460.355	173.558	cm
Center of Force about Y-Axis (X-Z)	781.577	174.52	cm
Center of Force about Z-Axis (X-Y)	720.744	460.165	cm

- Model kapal menggunakan *vortex generator* kecepatan 1,513 m/s dengan trim 1°

Summary

-----

Total area	5308.65	cm <sup>2</sup>	
TOTAL FX	-1.7297	Newton	
TOTAL FY	0.0114378	Newton	
TOTAL FZ	-3.12343	Newton	
Center of Force about X-Axis (Y-Z)	225.134	173.919	cm
Center of Force about Y-Axis (X-Z)	651.242	173.702	cm
Center of Force about Z-Axis (X-Y)	627.971	225.318	cm

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

Summary

-----

Total area	3715.75	cm <sup>2</sup>	
TOTAL FX	-3.42033	Newton	
TOTAL FY	0.0294981	Newton	
TOTAL FZ	-5.99878	Newton	
Center of Force about X-Axis (Y-Z)	225.517	173.895	cm
Center of Force about Y-Axis (X-Z)	631.479	173.952	cm
Center of Force about Z-Axis (X-Y)	608.472	225.589	cm

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

Summary

-----

Total area	2371.74	cm <sup>2</sup>	
TOTAL FX	-5.01093	Newton	
TOTAL FY	0.0209258	Newton	
TOTAL FZ	-10.2456	Newton	
Center of Force about X-Axis (Y-Z)	225.61	173.857	cm
Center of Force about Y-Axis (X-Z)	631.011	174.256	cm
Center of Force about Z-Axis (X-Y)	611.42	225.44	cm

## 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.