



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

# **KAJIAN EKSPERIMENTAL DAN NUMERIS HAMBATAN KAPAL *CREW BOAT* “ORELA” DENGAN DAN TANPA MENGUNAKAN *FOIL* BELAKANG**

Oleh:

**Affan Hidayat (4112 100 036)**

**Dosen Pembimbing:**

**Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc. (19691231 200604 1 178)**

Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
2016

# AGENDA



Pendahuluan

Metodologi Penelitian

Pembuatan Model dan Simulasi CFD

Pengujian Hambatan di Towing Tank

Hasil dan Pembahasan

Kesimpulan dan Saran

# LATAR BELAKANG



Pemasangan  
*Foil* Belakang

*Lift*

*Drag*

Mengurangi  
WSA

Hambatan Total Kapal?

# RUMUSAN MASALAH

Bagaimana pengaruh pemasangan *foil* belakang terhadap hambatan dari Kapal *Crew Boat* “Orela”

Numeris?

Eksperimental?

# TUJUAN PENELITIAN

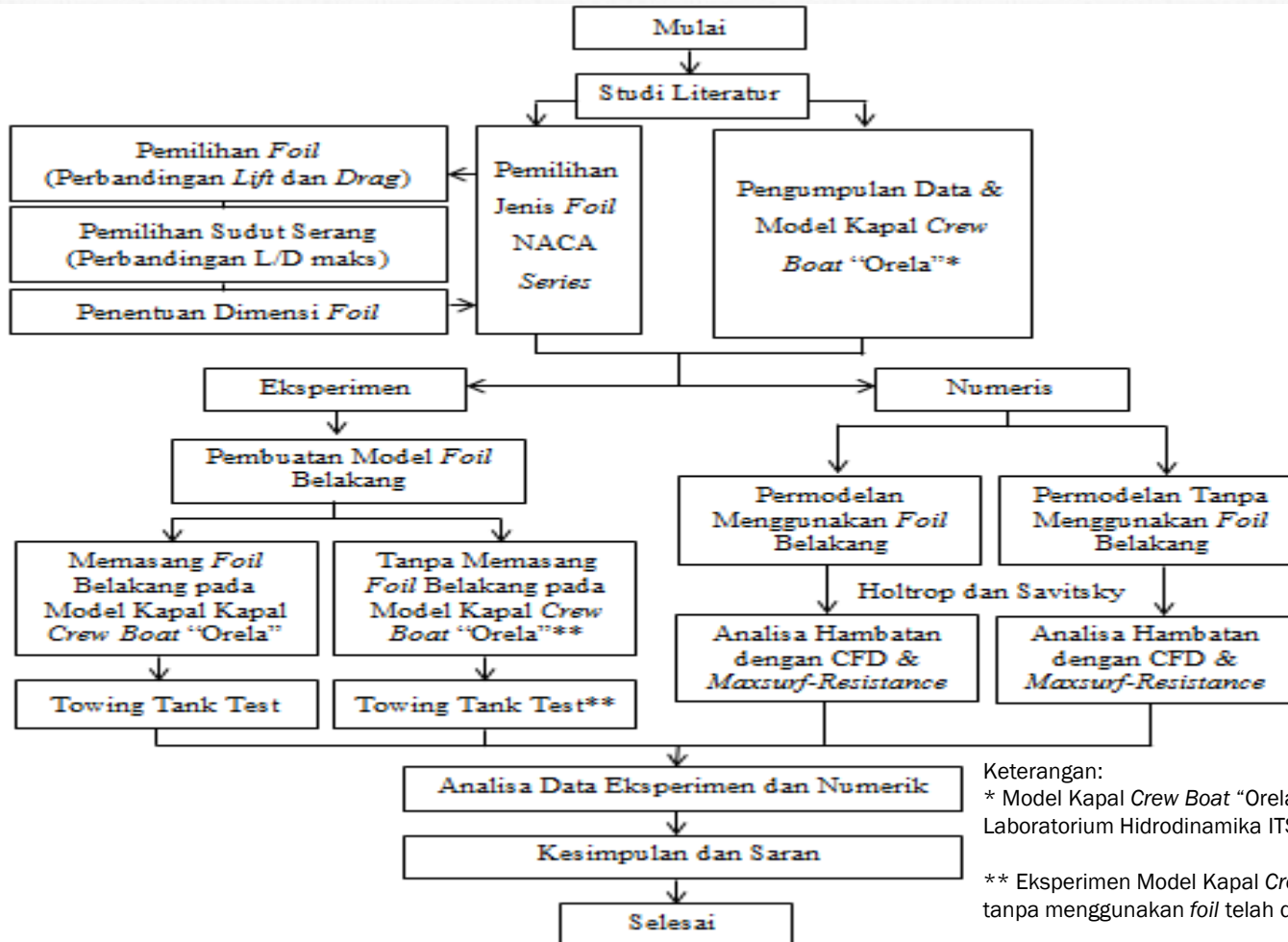
Mengetahui pengaruh pemasangan *foil* belakang terhadap hambatan dari Kapal *Crew Boat* “Orela”

# BATASAN MASALAH

1. Kecepatan maksimal di *towing tank* Laboratorium Hidrodinamika ITS untuk model Kapal *Crew Boat* “Orela” pada sarat kapal sesungguhnya 1.7 meter adalah 24 knot.
2. *Foil* yang digunakan adalah *foil NACA Series*.

Pemasangan atau penambahan *foil* belakang dari Kapal Crew Boat “Orela” akan **mengurangi** hambatan kapal.

# METODOLOGI PENELITIAN

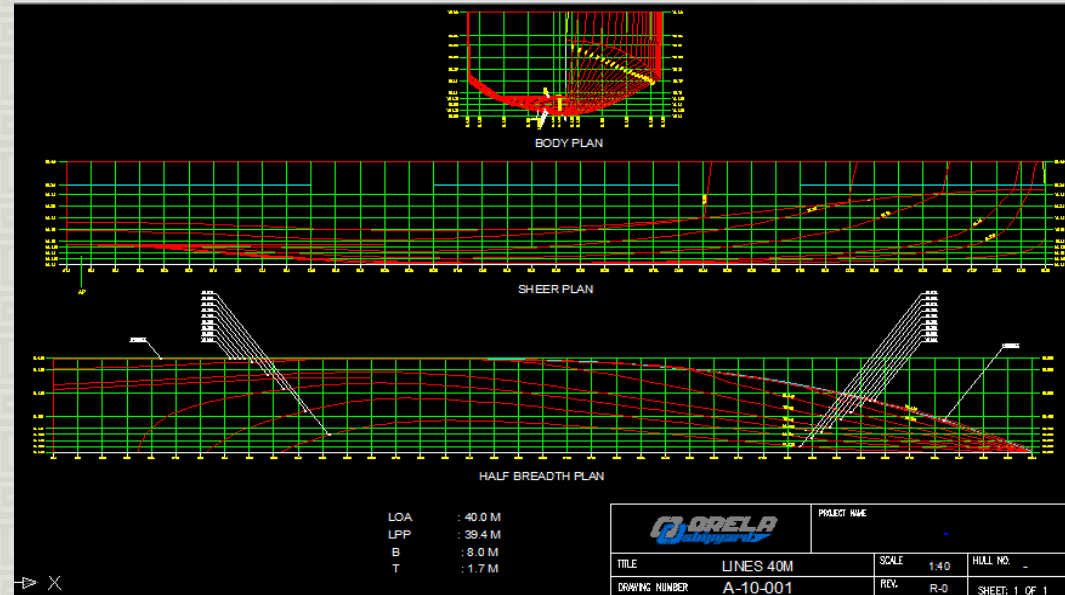




# METODOLOGI PENELITIAN PENGUMPULAN DATA

## Data Ukuran Utama Kapal

Dimensi Partikular	Kapal	Model (1:40)
$L_{OA}$	40.00 m	1000.0 mm
$L_{PP}$	39.90 m	997.5 mm
Lebar (B)	8.00 m	200.0 mm
Tinggi (H)	3.40 m	850.0 mm
Sarat (T)	1.70 m	42.5 mm
WSA	287.24 m <sup>2</sup>	0.1795 m <sup>2</sup>
Displacement	242.716 ton	3.7924 kg



# METODOLOGI PENELITIAN

## PEMILIHAN JENIS FOIL

**Tabel 3. 2 Hasil Analisa *Angel of Attack* (Kec 10knots)**  
(Wonggiawan, Budiarto, & Rindo, Januari 2015)

No	Type Foil NACA	Drag Force (N)	Lift Force (N)
1	64A212 (0°)	690.429	1556.99
2	64A212 (30°)	13625.4	21426.5
3	2412 (0°)	684.374	1547.79
4	2412 (30°)	13677.3	21107
5	23012 (0°)	684.373	1547.79
6	23012 (30°)	12482.8	19295.6
7	21021 (0°)	692.995	1575.89
8	21021 (30°)	13706.2	21427.3

Maka tipe *foil* yang akan dipilih untuk *foil* belakang adalah antara **NACA 21021** dan **NACA 64A212**.

Variasi :

Aspek Rasio (6.67, 5, 4)

Sudut Serang Foil (0, 2, 4, ..., 16, 18, 20)

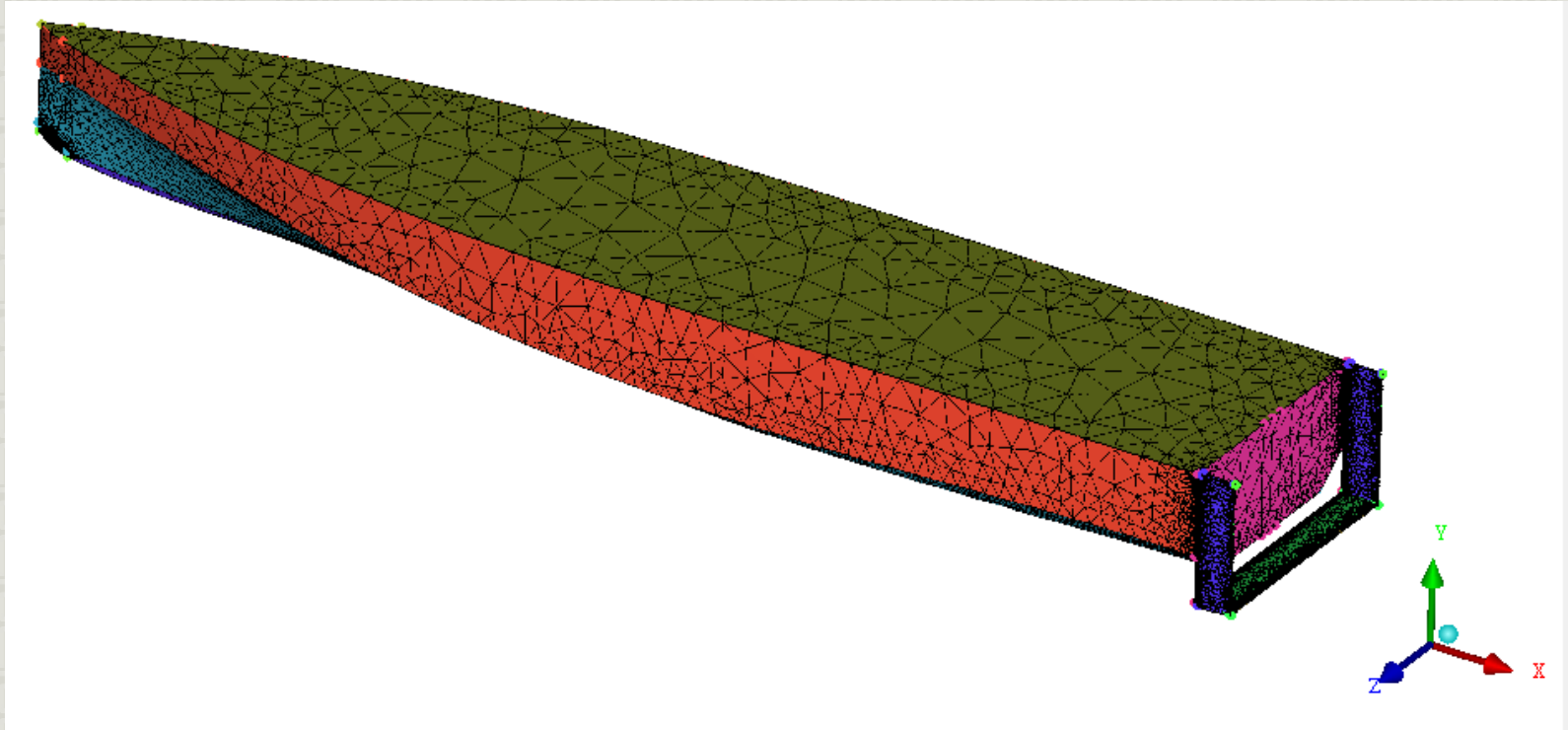
**Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan L/D *Angel of Attack* 0°**  
(Wonggiawan, Budiarto, & Rindo, Januari 2015)

No	Type Foil NACA	L/D
1	64A212	2.255105159
2	2412	2.261614264
3	23012	2.261617568
4	21021	2.274027951

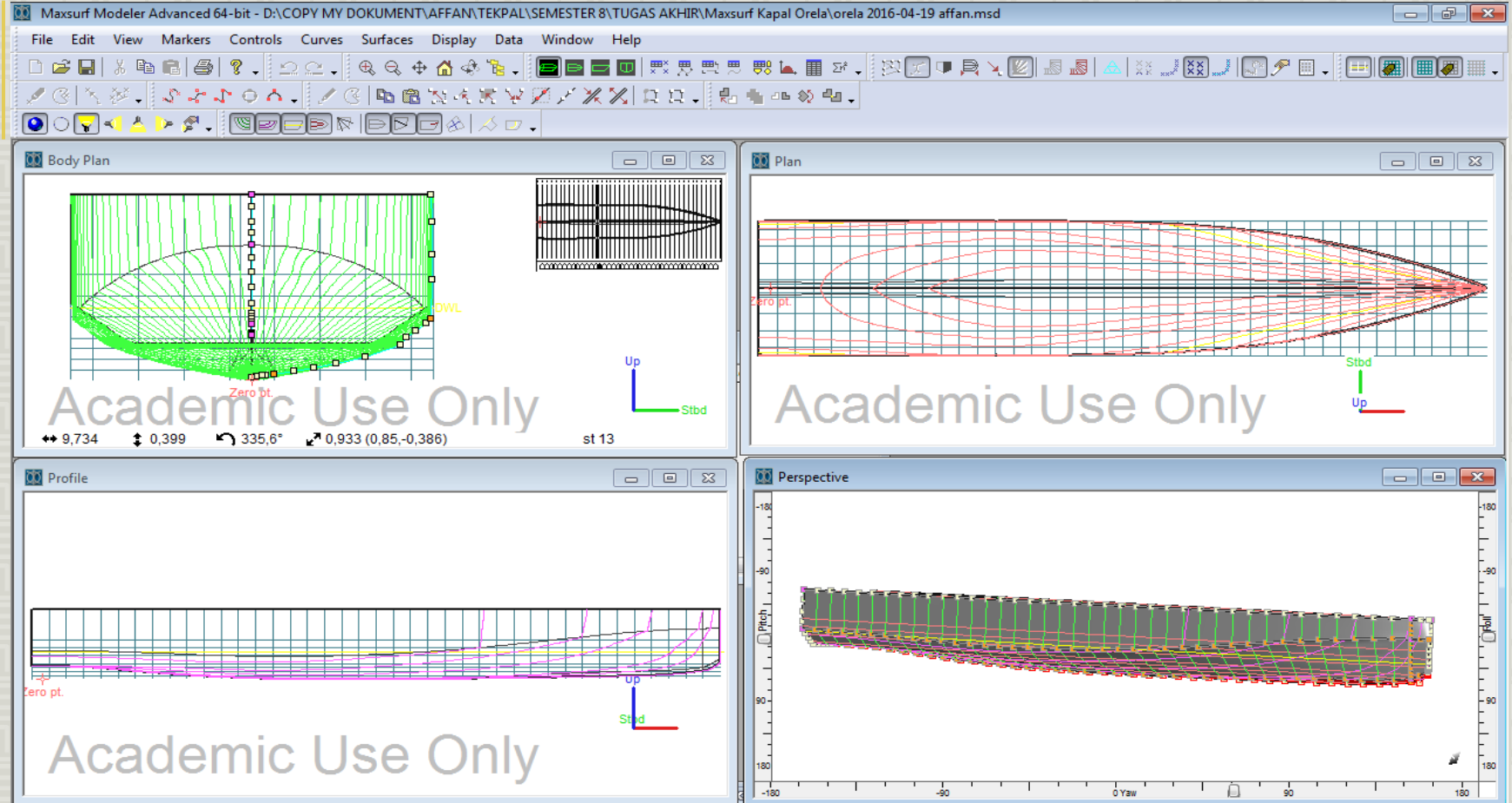
**Tabel 3. 4 Hasil Perhitungan L/D *Angel of Attack* 30°**  
(Wonggiawan, Budiarto, & Rindo, Januari 2015)

No	Type Foil NACA	L/D
1	64A212	1.572541
2	2412	1.543214
3	23012	1.545775
4	21021	1.563329

# PEMBUATAN MODEL DAN SIMULASI CFD



# MODEL LAMBUNG KAPAL



	Measurement	Value	Units
1	Displacement	239,1	t
2	Volume (displaced)	233,303	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	1,700	m
4	Immersed depth	1,700	m
5	WL Length	39,998	m
6	Beam max extents on WL	7,904	m
7	Beam on WL amidships	7,750	m
8	Wetted Area	281,409	m <sup>2</sup>
9	Max sect. area	9,355	m <sup>2</sup>
10	Waterpl. Area	238,354	m <sup>2</sup>
11	Prismatic coeff. (Cp)	0,718	
12	Block coeff. (Cb)	0,435	
13	Midship Sect. area coeff. (Cm)	0,605	
14	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,755	
15	LCB length	15,348	from aft perp. (+ve fwd) m
16	LCF length	15,087	from aft perp. (+ve fwd) m
17	LCB %	38,372	from aft perp. (+ve fwd) % Lwl
18	LCF %	37,719	from aft perp. (+ve fwd) % Lwl
19	VCB	1,119	m
20	KG fluid	0,000	m
21	BMt	4,457	m
22	BML	92,049	m
23	GmT corrected	5,575	m
24	GML	93,168	m
25	KMt	5,575	m
26	KML	93,168	m
27	Immersion (TPc)	2,443	tonne/cm
28	MTc	5,655	tonne.m
29	Precision	Highest	210 stations

Density (water) Std. densities VCG

# FOIL BELAKANG

NACA 641212

(Stations and Ordinates given in percent of foils chord)

Upper Surface		Lower Surface	
Station	Ordinate	Station	Ordinate
0	0	0	0
0.418	1.025	0.582	-0.925
1.147	1.593	1.353	-1.379
4.868	3.123	5.132	-2.491
9.865	4.386	10.135	-3.352
14.872	5.291	15.128	-3.945
19.886	5.968	20.114	-4.376
29.921	6.815	30.079	-4.871
34.941	7.008	35.059	-4.948
44.982	6.893	45.018	-4.703
50	6.583	50	-4.377
55.016	6.151	54.984	-3.961
60.029	5.619	59.971	-3.477
65.039	5.004	64.961	-2.944
70.045	4.322	69.955	-2.378
75.047	3.59	74.953	-1.8
80.045	2.825	79.955	-1.233
85.038	2.054	84.962	-0.708
90.027	1.303	89.973	-0.269
95.013	0.604	94.987	-0.028
100	0	100	0

NACA 21021

(Stations and Ordinates given in percent of foils chord)

Upper Surface		Lower Surface	
Station	Ordinate	Station	Ordinate
0	0	0	0
0.397	2.464	1.628	-1.807
1.595	5.370	3.299	-3.531
5.511	7.562	5.388	-5.340
9.644	9.121	9.455	-6.995
14.754	10.292	14.536	-8.286
20.729	11.032	20.492	-9.166
27.424	11.327	27.177	-9.618
34.672	11.194	34.427	-9.656
42.296	10.680	42.061	-9.321
50.109	9.852	49.891	-8.676
57.919	8.787	57.724	-7.796
65.535	7.566	65.367	-6.754
72.769	6.264	72.630	-5.622
79.445	4.950	79.334	-4.466
85.397	3.691	85.314	-3.346
90.480	2.547	90.422	-2.323
94.568	1.579	94.533	-1.451
97.562	0.841	97.543	-0.784
99.388	0.378	99.380	-0.364
100	0	100	0

## Variasi Dimensi Foil Belakang

Tipe NACA	:	NACA 64A212 dan NACA 21021
Panjang Chord	:	1.2 meter, 1.6 meter, dan 2 meter
Panjang Span	:	8 meter
Aspek Rasio (span/chord)	:	4, 5, 6.67
Sudut Serang	:	0°, 2°, 4°, 6°, 8°, 10°, 12°, 14°, 16°, 18°, dan 20°

# PEMBUATAN MODEL *STRUT*

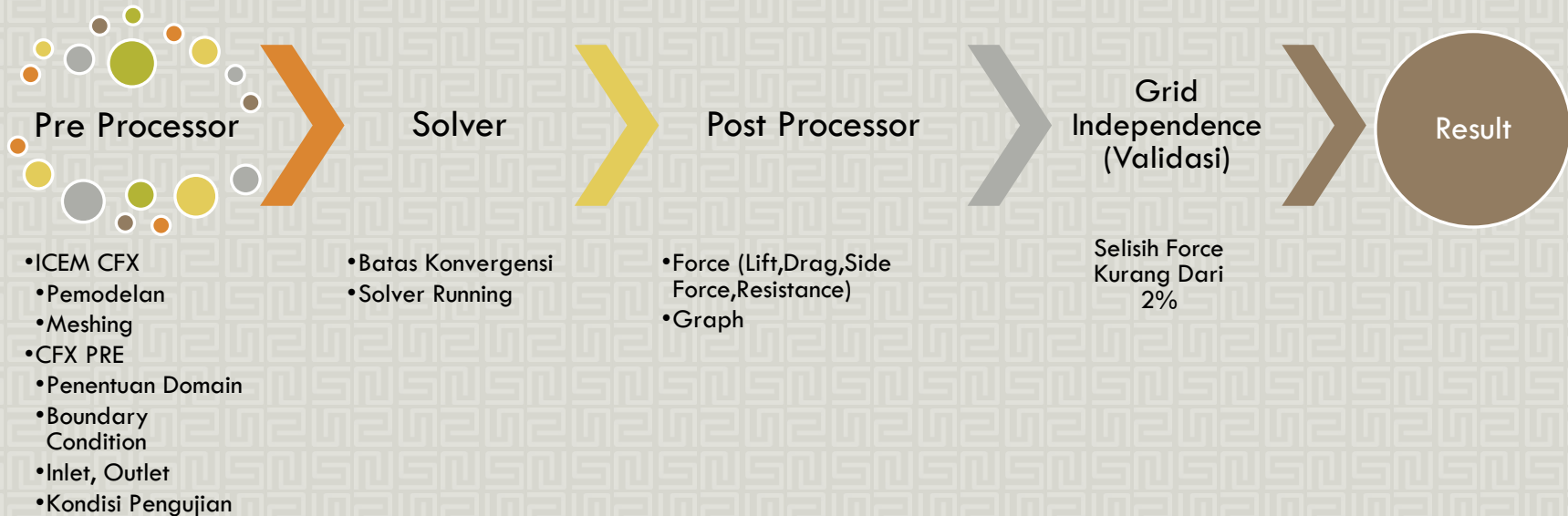
NACA 0010		NACA 63012	
X (Percent c)	Y (Percent c)	X (Percent c)	Y (Percent c)
0	0	0	0
0.5	....	0.5	0.985
1.25	1.578	0.75	1.194
2.5	2	1.25	2
5	2.962	2.5	2.102
7.5	3.5	5	2.925
10	3.902	7.5	3.542
15	4.455	10	4.039
20	4.782	15	4.799
25	4.952	20	5.342
30	5.002	25	5.712
40	4.837	30	5.93
50	4.412	35	6
60	3.803	40	5.92
70	3.053	45	5.704
80	2.187	50	5.37
90	1.207	55	4.935
95	0.672	60	4.42
100	0.106	65	3.84
		70	3.21
		75	2.556
		80	1.902
		85	1.274
		90	0.707
		95	0.25
		100	0

LE Radius = 1.1

LE Radius = 1.087

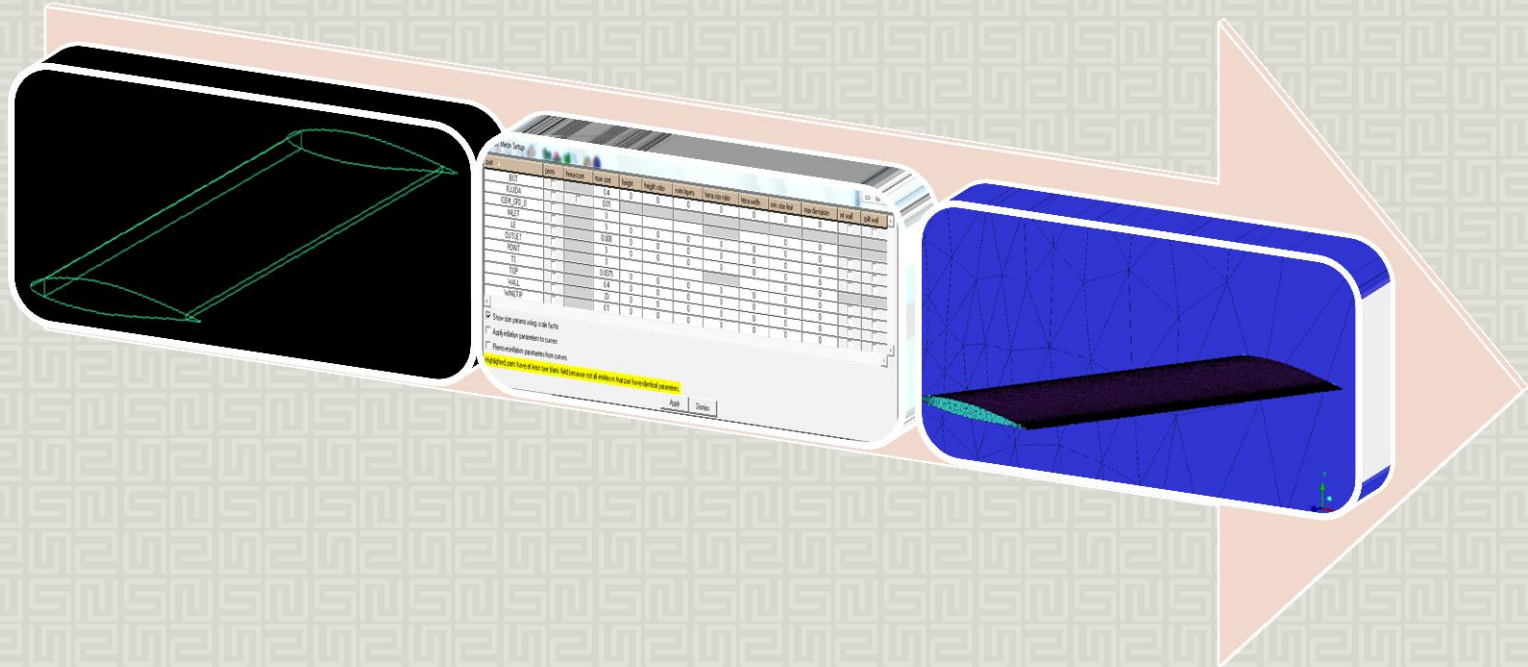
Untuk permodelan *strut* menggunakan *foil simetris* dan *tanpa* menggunakan sudut serang. Variasi dari tipe NACA yang akan digunakan pada *strut* yaitu **NACA 63012** dan **NACA 0010**.

# SIMULASI CFD

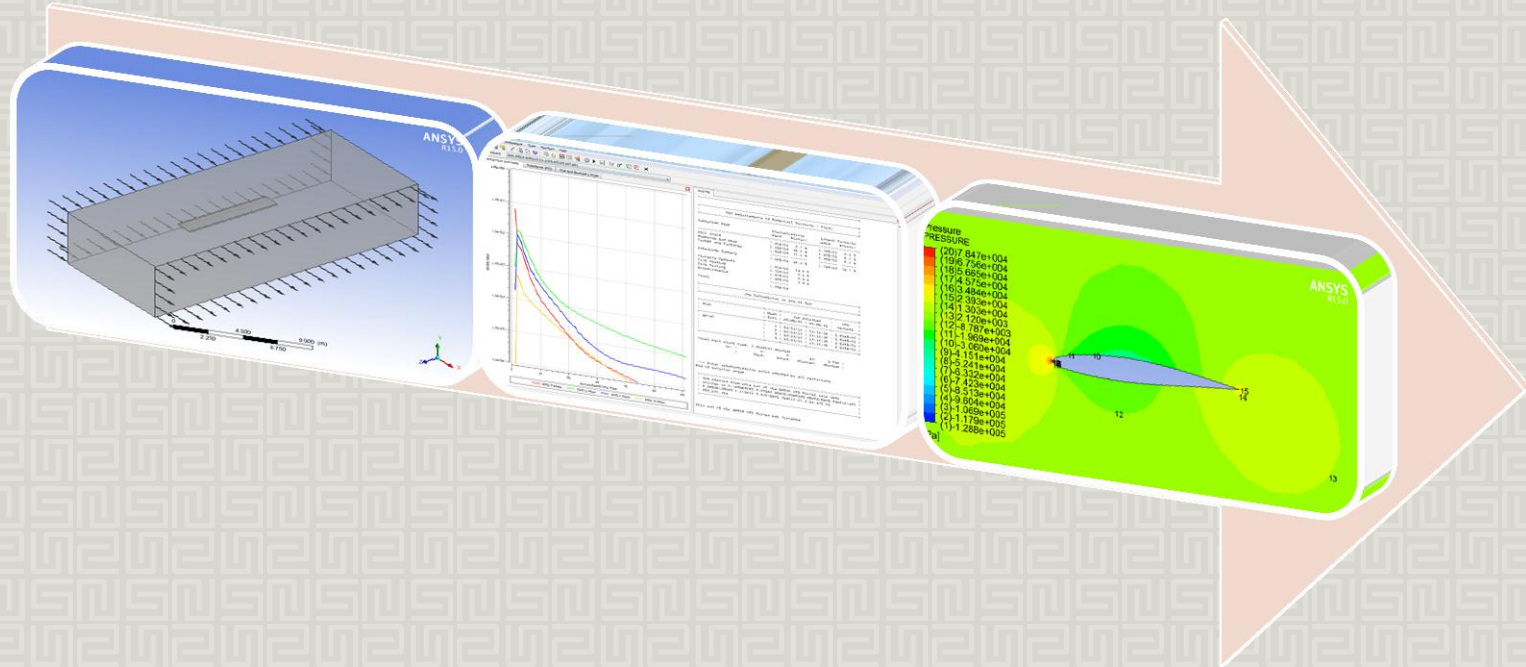




# SIMULASI NUMERIK PEMODELAN DAN MESHING



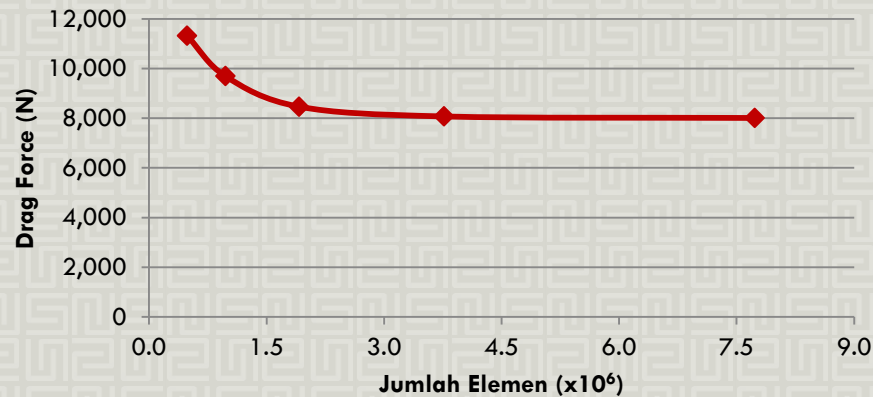
# PRE PROCESSOR — SOLVER — POST PROCESSOR



# GRID INDEPENDENCE – SIMULASI KEKENTALAN MURNI

## Grid Independence NACA 64A212 Aspek Rasio 6.67

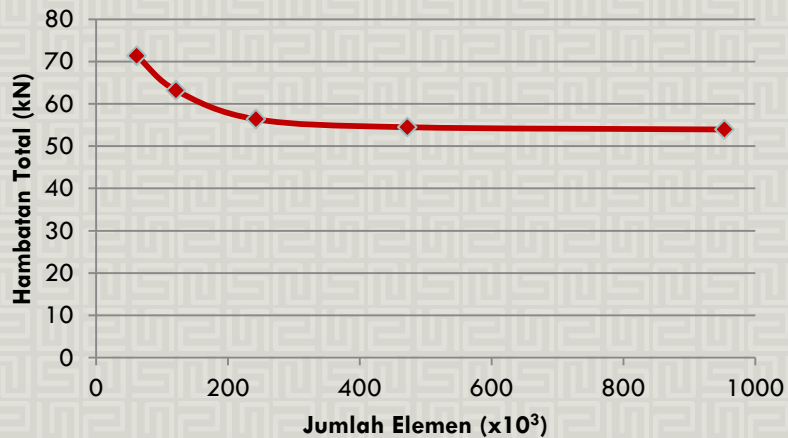
No	Jumlah Elemen	Drag Force (N)	Selisih Drag Force (%)
1	486,243	11321.3	
2	975,329	9692.2	16.81
3	1,915,280	8463.8	14.51
4	3,765,262	8070.3	4.88
5	7,732,874	8009.0	0.77



# GRID INDEPENDENCE – SIMULASI *FREE SURFACE*

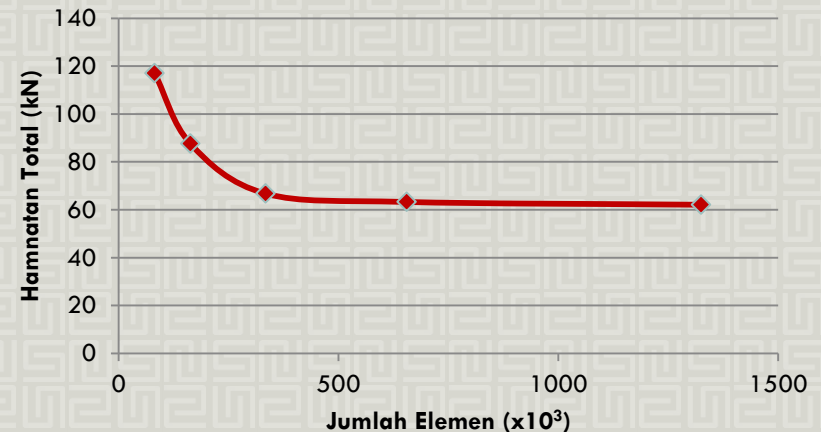
## Grid Independence Kapal Tanpa Foil Belakang

No.	Jumlah Elemen	Hambatan Total (kN)	Selisih Hambatan (%)
1	62060	71.30	
2	121437	63.17	12.87
3	243188	56.35	12.10
4	472787	54.48	3.44
5	953631	53.93	1.01



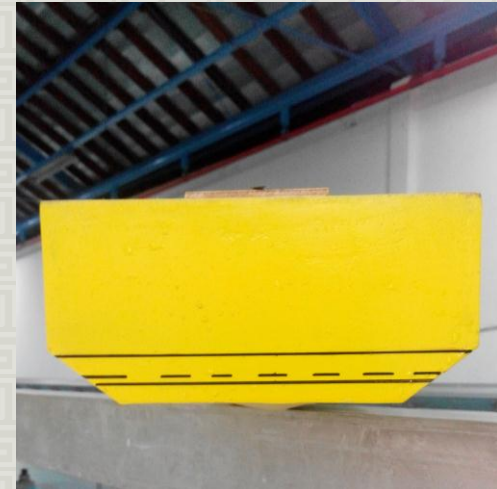
## Grid Independence Kapal Dengan Foil Belakang

No.	Jumlah Elemen	Hambatan Total (kN)	Selisih Hambatan (%)
1	82117	116.96	
2	163181	87.63	33.48
3	334373	66.75	31.28
4	655350	63.26	5.52
5	1324760	62.10	1.87



# PENGUJIAN HAMBATAN DI TOWING TANK

Percobaan **model kapal tanpa menggunakan foil belakang** dilakukan pada tanggal **4 sampai 8 Agustus 2015** dan percobaan **model kapal dengan menggunakan foil belakang** dilakukan pada tanggal **11 Mei 2016** di Laboratorium Hidrodinamika, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.



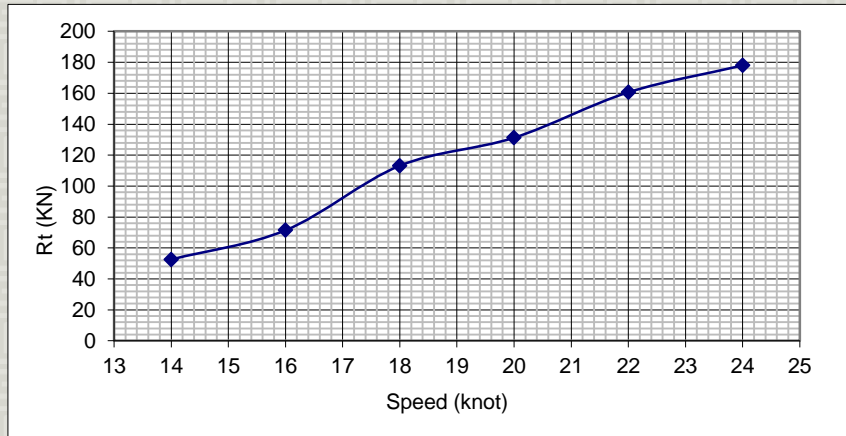
**Pandangan Dari Samping dan Belakang Model Kapal Tanpa Foil Belakang**

# PENGUJIAN HAMBATAN DI TOWING TANK

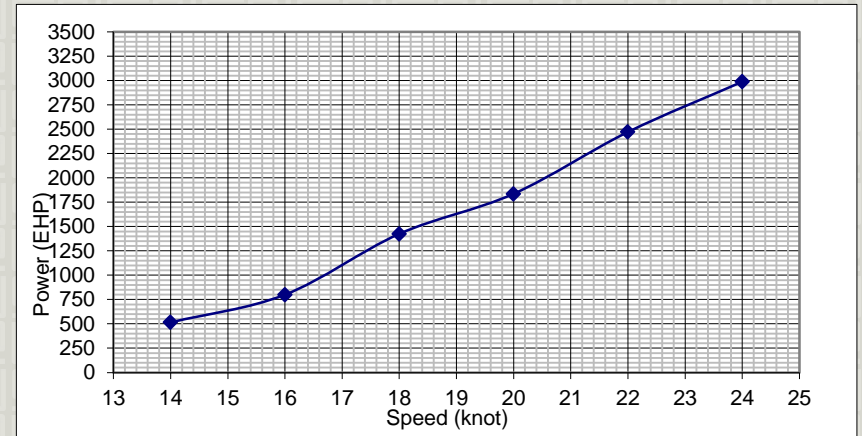


**Pandangan Dari Samping dan Belakang Model Kapal Dengan Foil Belakang**

# HASIL KAJIAN AWAL HASIL EKPERIMENTAL KAPAL ORELA TANPA FOIL BELAKANG

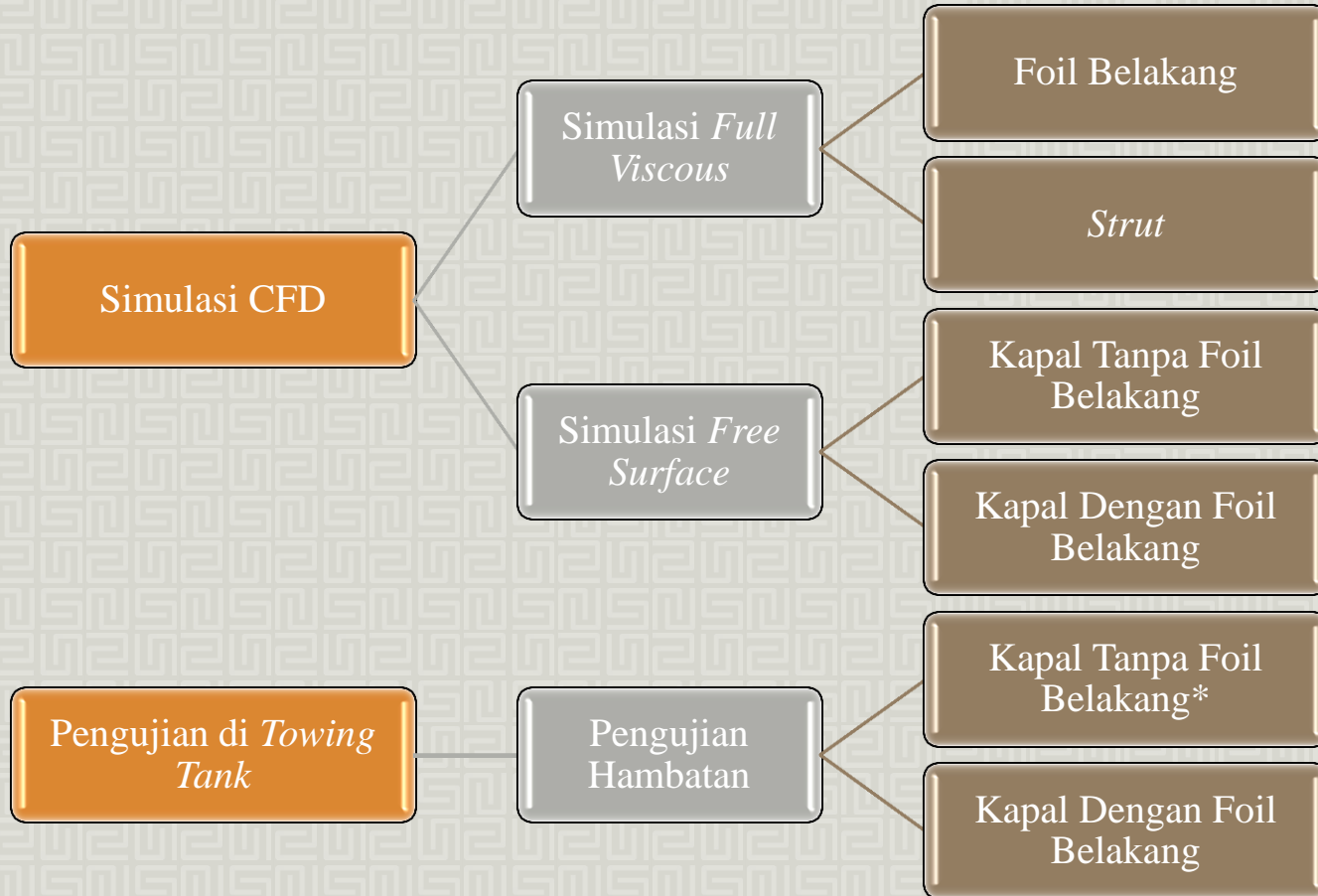


Grafik Hubungan Kecepatan dengan Hambatan Kapal Tanpa Foil Belakang (ITS, 2015)



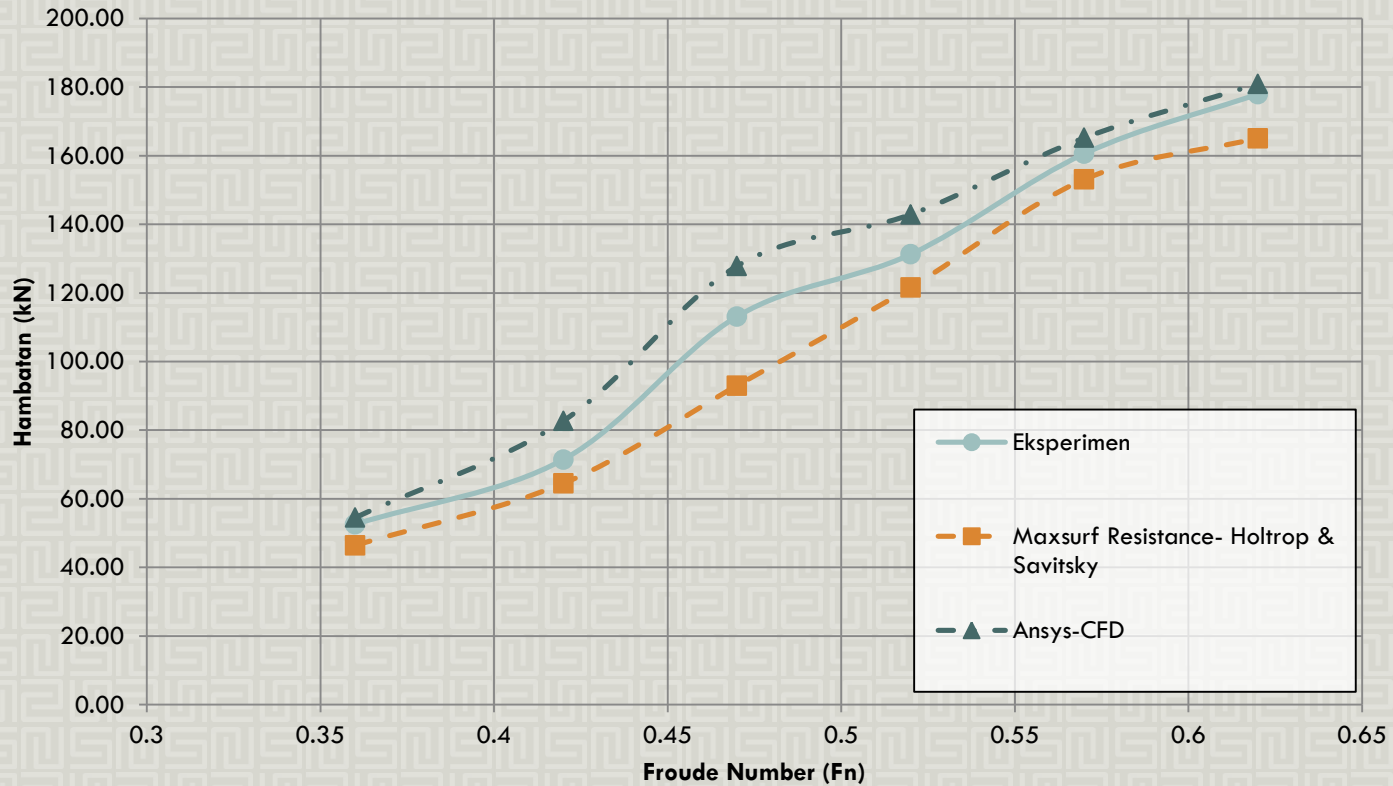
Grafik Hubungan Kecepatan dengan Power (EHP) Kapal Tanpa Foil Belakang (ITS, 2015)

# HASIL DAN PEMBAHASAN

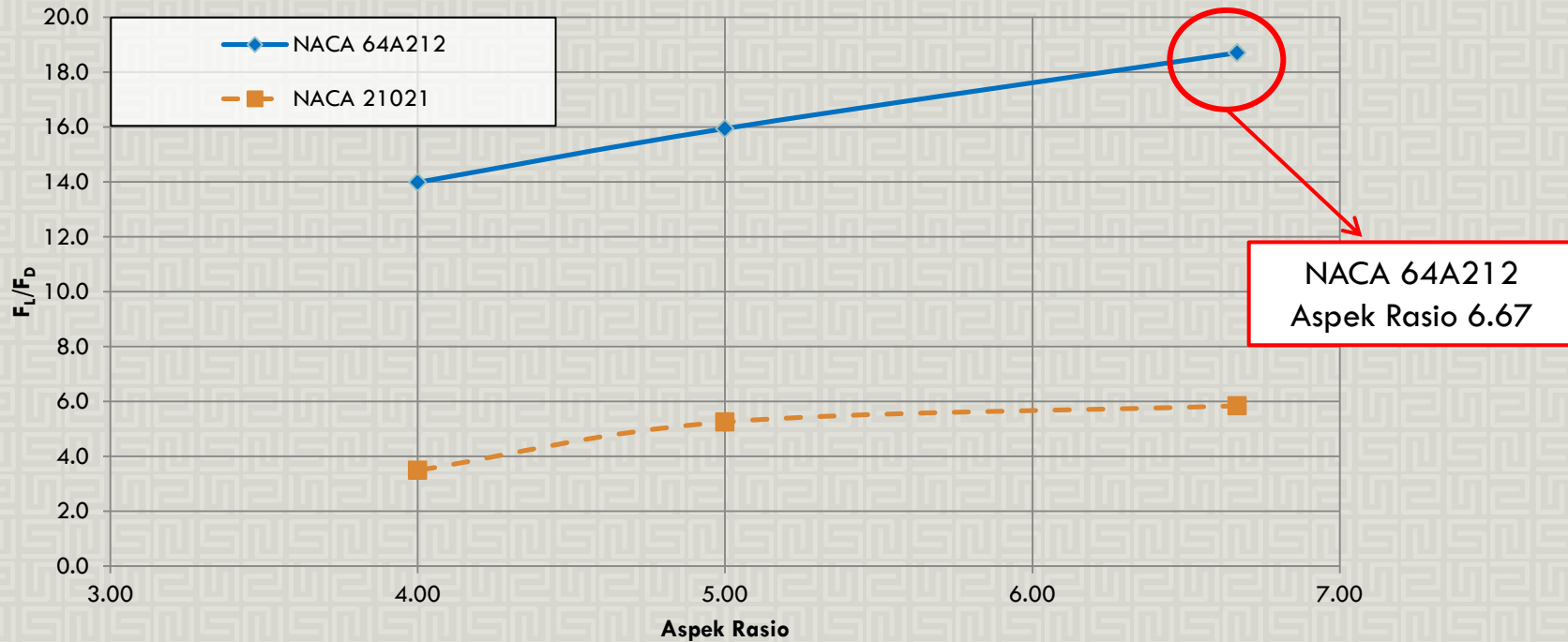




# HASIL DAN PEMBAHASAN PERBANDINGAN HAMBATAN KAPAL TANPA *FOIL* BELAKANG

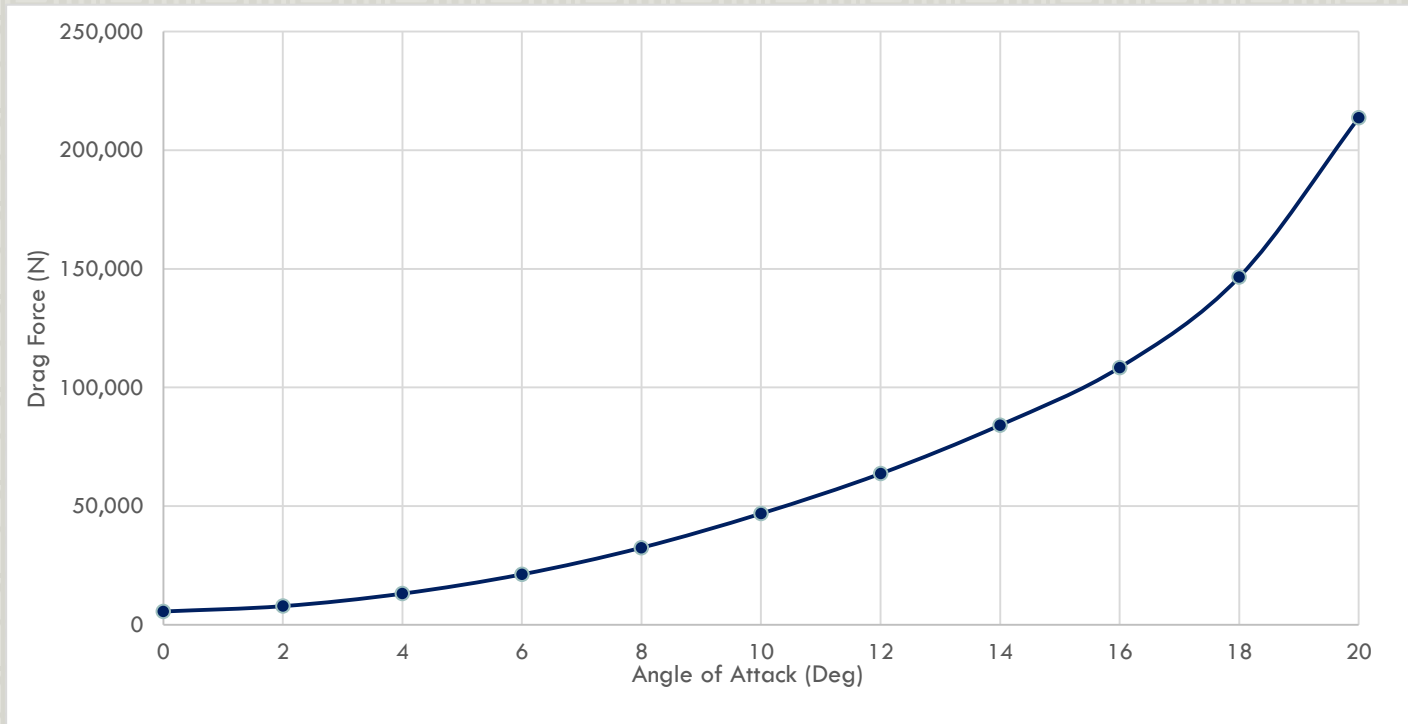


# HASIL DAN PEMBAHASAN HASIL *LIFT FORCE* DAN *DRAG FORCE* **FOIL BELAKANG**



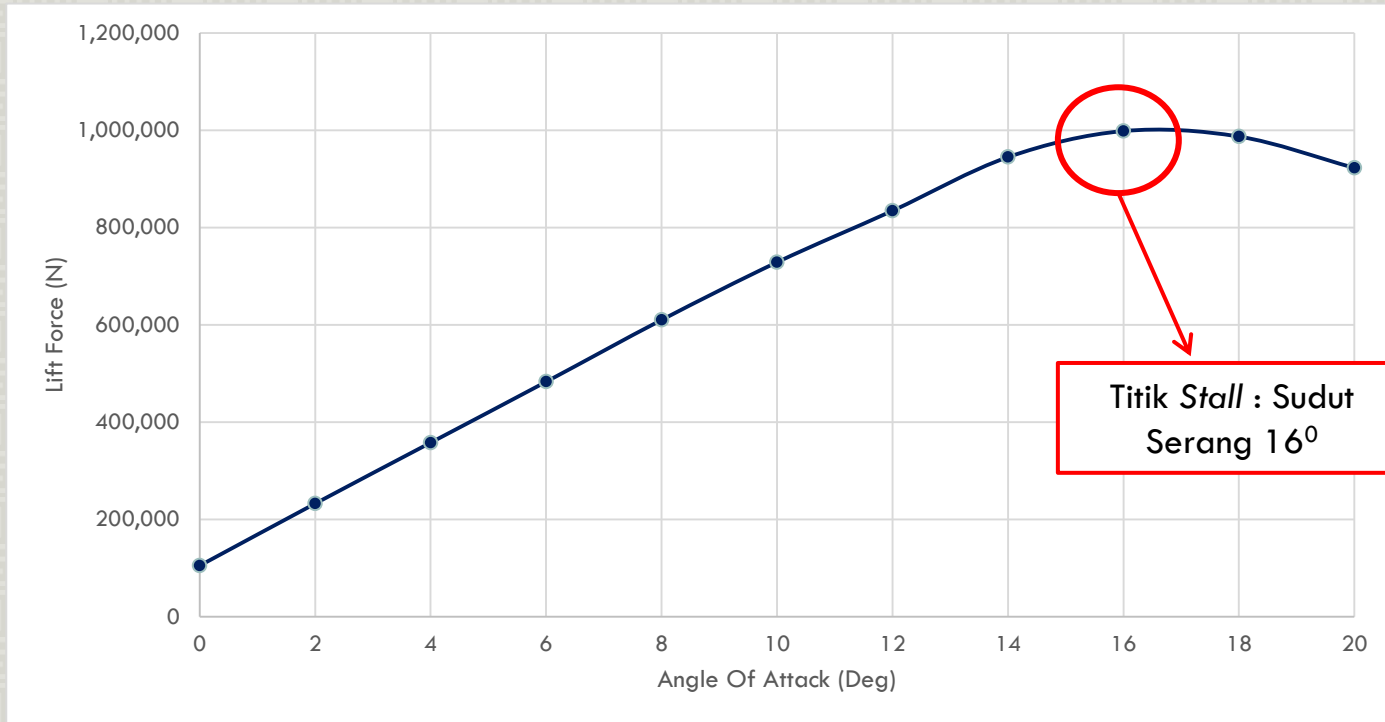
Grafik Hasil Perbandingan Aspek Rasio & *Lift Force/ Drag Force* pada  
NACA 64A212 dan NACA 21021

HASIL DAN PEMBAHASAN  
**HASIL *DRAG FORCE***  
***FOIL BELAKANG***



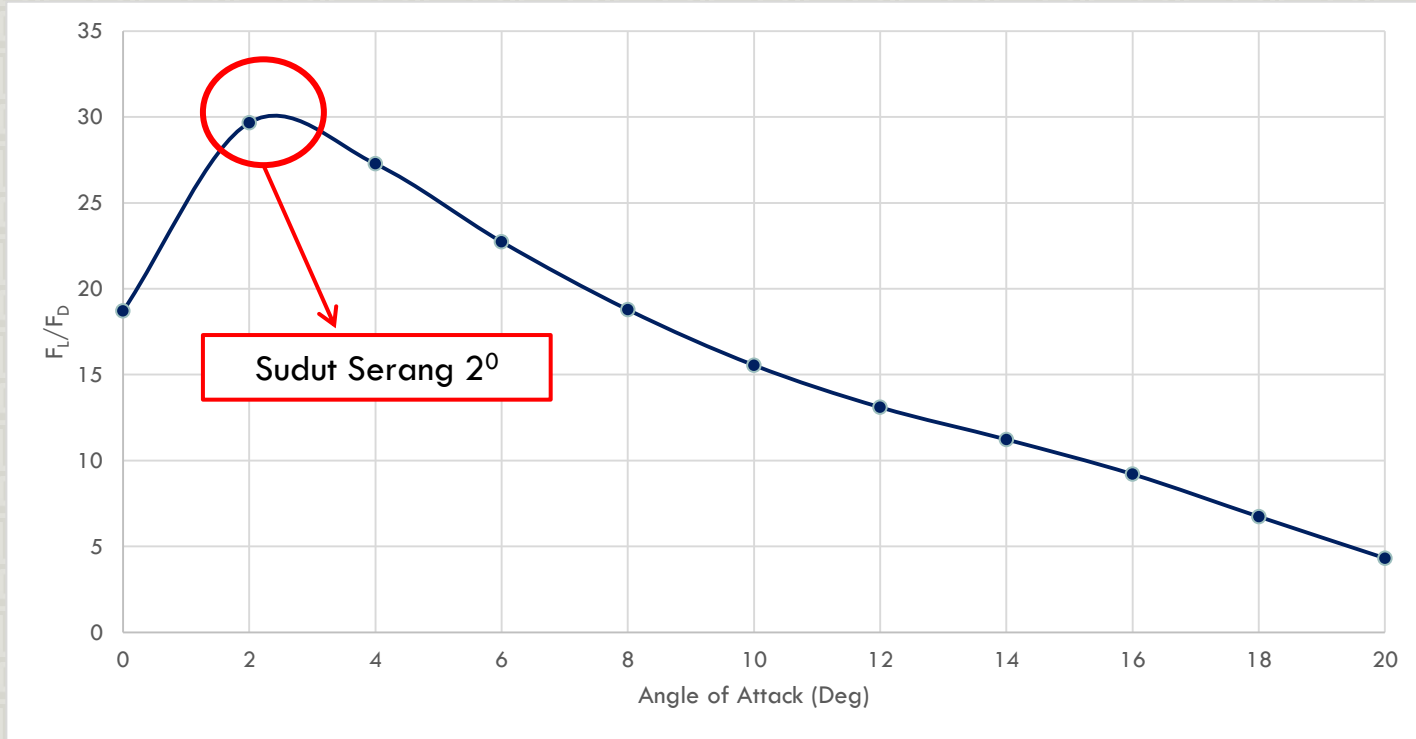
Grafik *Drag Force* fungsi Sudut Serang Pada NACA 64A212

HASIL DAN PEMBAHASAN  
**HASIL *LIFT FORCE***  
**FOIL BELAKANG**



Grafik *Lift Force* fungsi Sudut Serang Pada NACA 64A212

# HASIL DAN PEMBAHASAN HASIL *LIFT FORCE* DAN *DRAG FORCE* **FOIL BELAKANG**



Grafik *Lift Force/ Drag Force* fungsi Sudut Serang Pada NACA 64A212

HASIL DAN PEMBAHASAN

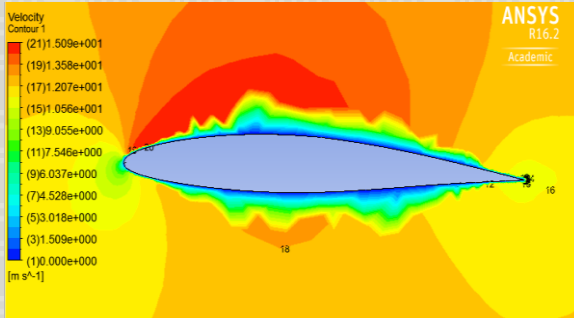
# HASIL *LIFT FORCE* DAN *DRAG FORCE* **FOIL BELAKANG**

## Tipe dan Ukuran *Foil* Belakang yang Dipilih

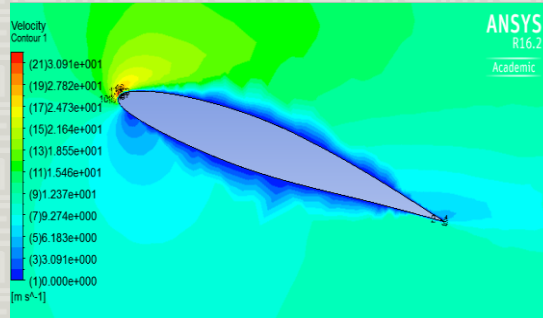
Foil Belakang	
Tipe NACA	: NACA 64A212
Aspek Rasio	: 6.67
Chord	: 1.2 m
Span	: 8 m
Sudut Serang	: 2°

# HASIL DAN PEMBAHASAN HASIL VISUALISAI SIMULASI KEKENTALAN MURNI *FOIL* BELAKANG

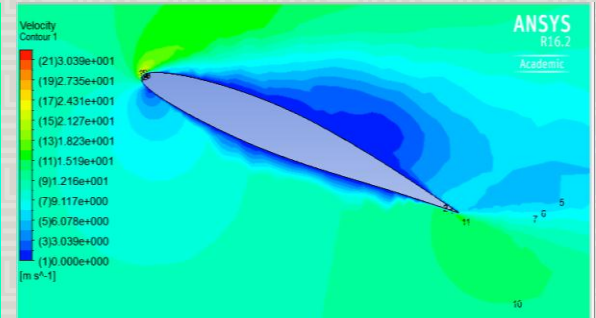
Velocity



$\alpha=2^\circ$

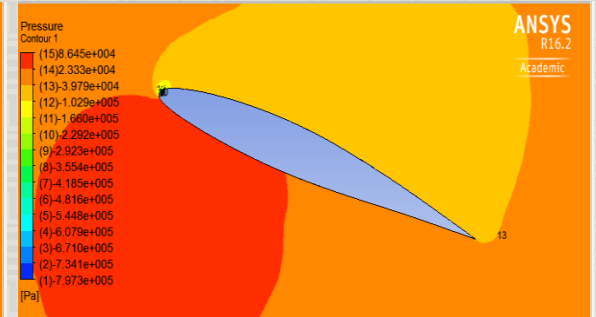
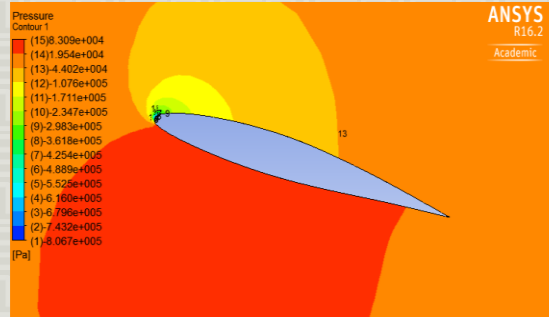
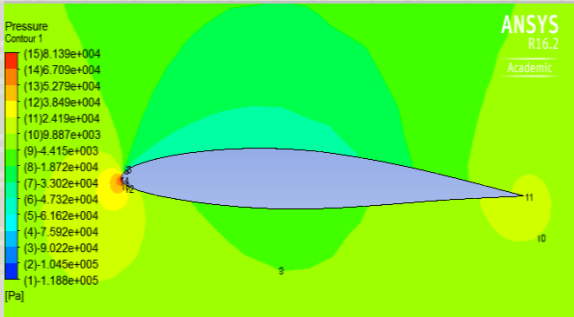


$\alpha=16^\circ$



$\alpha=20^\circ$

Pressure



HASIL DAN PEMBAHASAN  
**HASIL *DRAG FORCE***  
***STRUT***

**Tabel Perbandingan Drag Pada Variasi Tipe Foil**

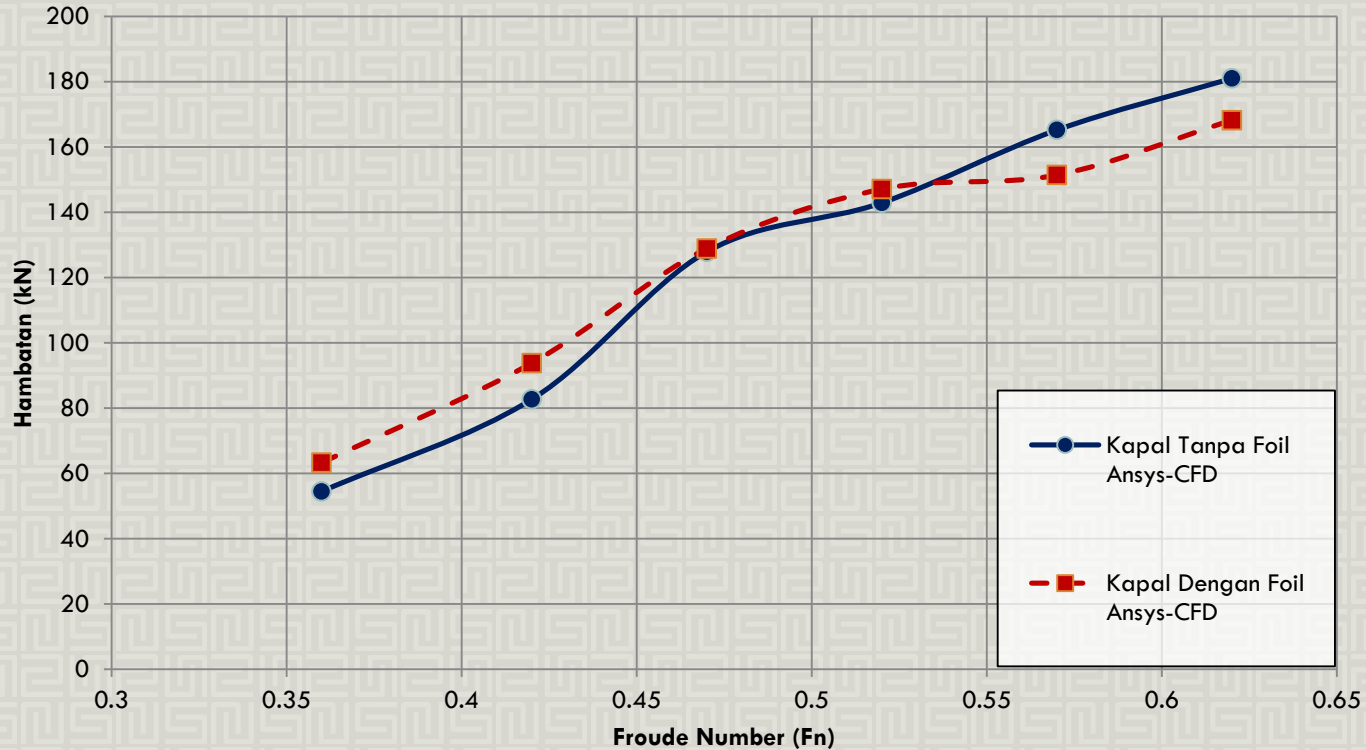
Tipe Foil	Drag Force (N)	CD
NACA 63012	900,80	0,0099
NACA 0010	828,198	0,0091

**Tabel Tipe dan Ukuran *Strut* yang Dipilih**

<i>Strut</i>	
Tipe NACA	: NACA 0010
Chord	: 1.2 m
Span	: 4.15 m
Sudut Serang	: 0°



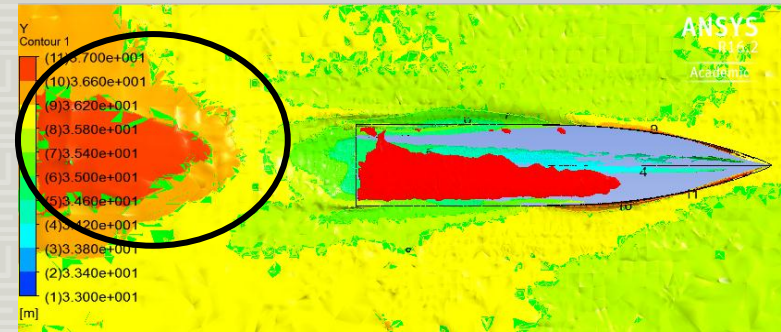
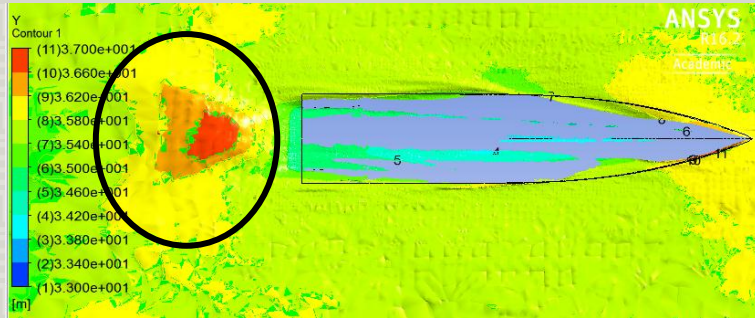
# HASIL DAN PEMBAHASAN PERBANDINGAN HAMBATAN KAPAL DENGAN *FOIL* BELAKANG



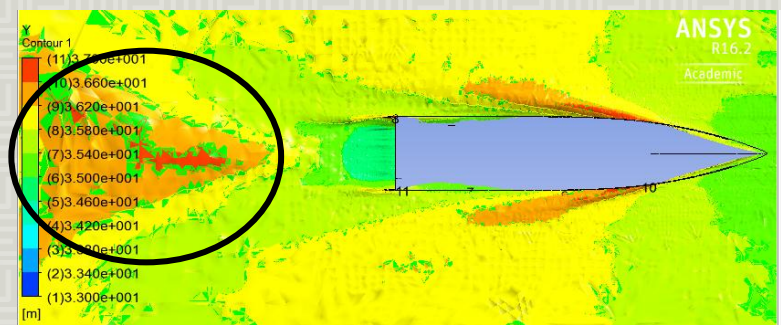
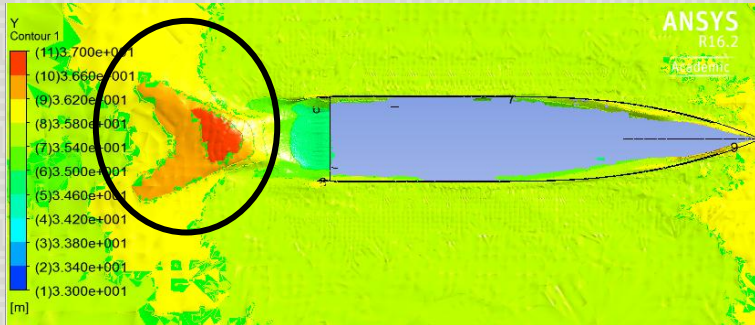
Grafik Perbandingan Hambatan Kapal Tanpa dan Dengan Menggunakan *Foil* Belakang Secara Numerik

# HASIL VISUALISASI *WAVE PATTERN* SIMULASI *FREE SURFACE* KAPAL TANPA DAN DENGAN *FOIL* BELAKANG

Kapal Tanpa Foil  
Belakang



Kapal Dengan Foil  
Belakang



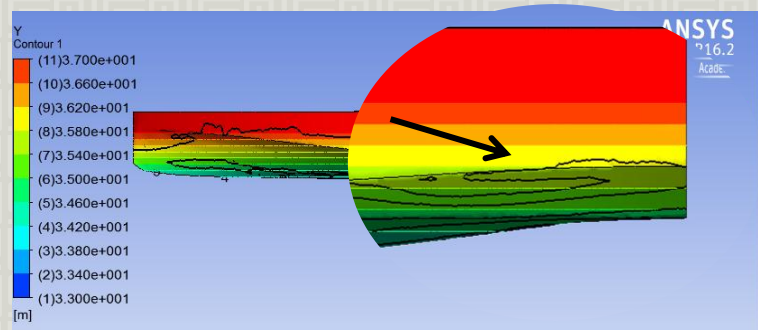
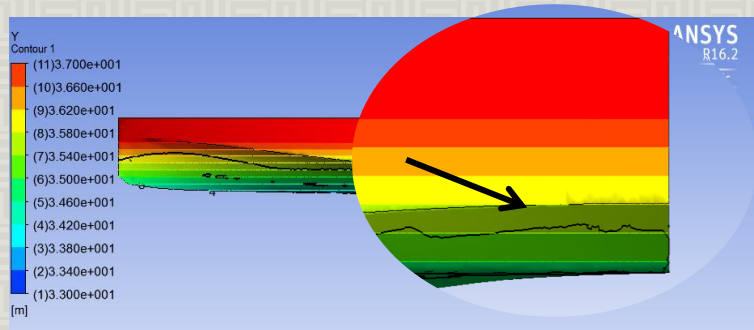
Kecepatan 14 knots

Kecepatan 24 knots

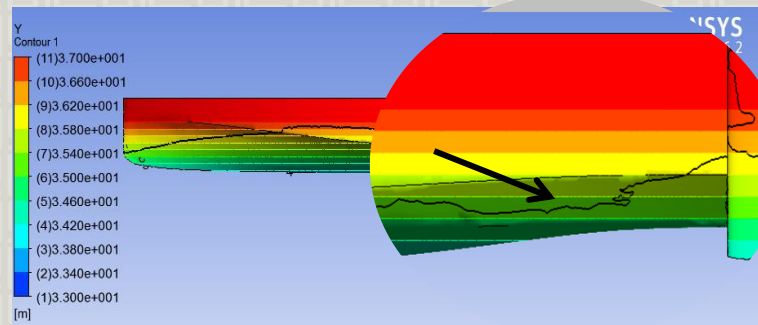
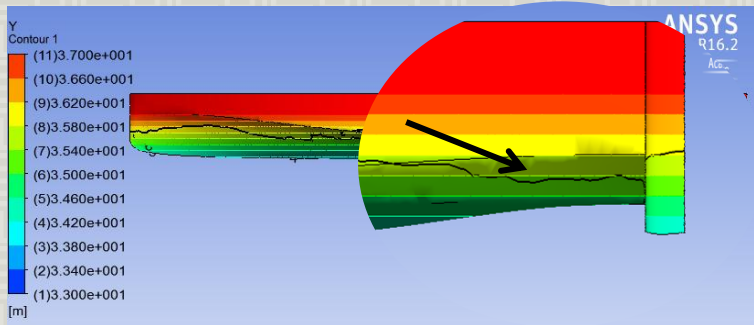
# HASIL VISUALISAI KETINGGIAN AIR SIMULASI *FREE SURFACE* KAPAL TANPA DAN DENGAN *FOIL* BELAKANG

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapal Tanpa Foil  
Belakang



Kapal Dengan Foil  
Belakang



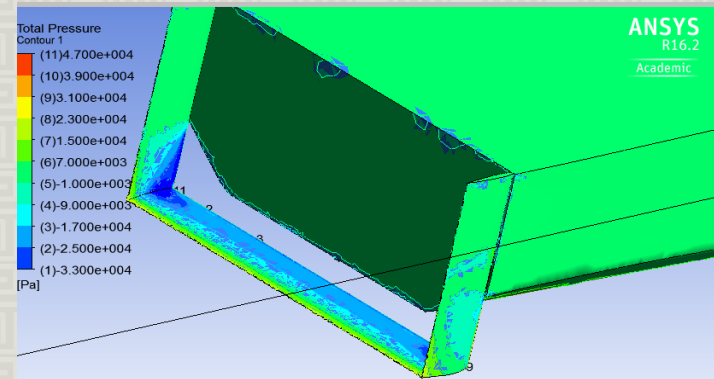
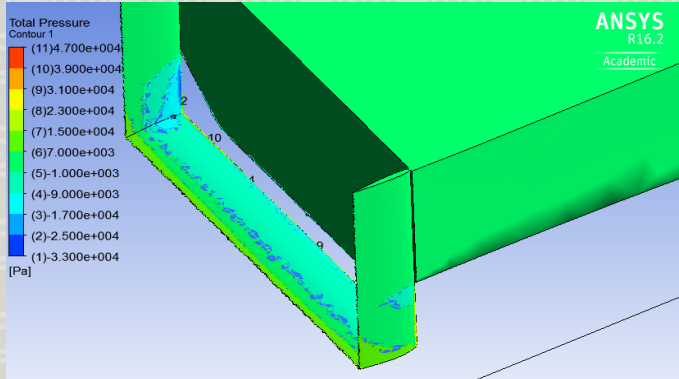
Kecepatan 14 knots

Kecepatan 24 knots

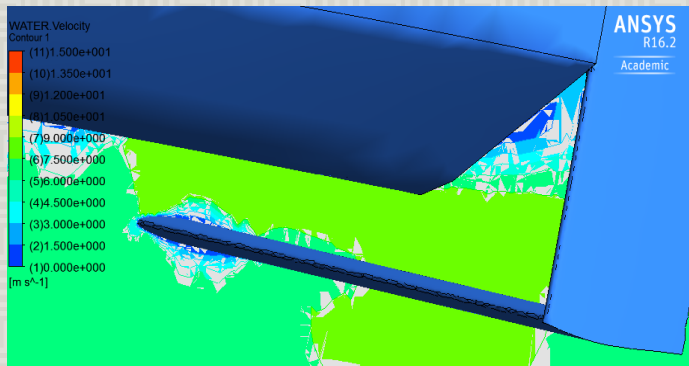
# HASIL VISUALISAI TEKANAN DAN KECEPATAN SIMULASI *FREE SURFACE* KAPAL DENGAN *FOIL* BELAKANG

HASIL DAN PEMBAHASAN

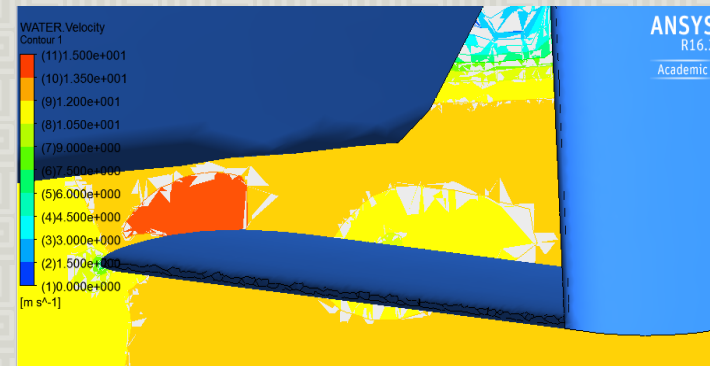
Pressure



Velocity



Kecepatan 14 knots



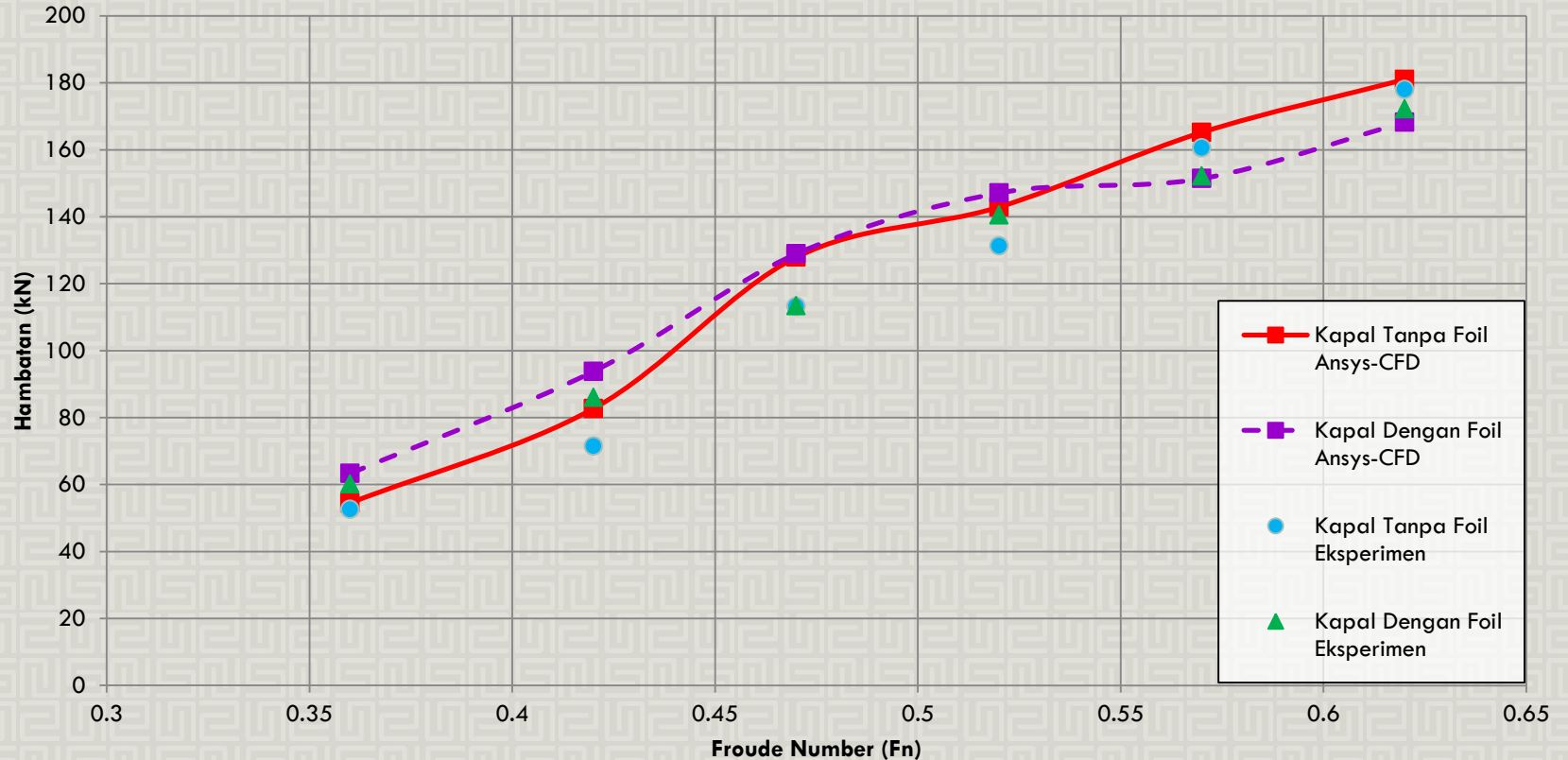
Kecepatan 24 knots

# PERBANDINGAN HAMBATAN MELALUI EKSPERIMEN DAN NUMERIK KAPAL TANPA DAN DENGAN *FOIL* BELAKANG

Run ke-	V (knots)	Fn	Hambatan Total (kN)			
			Kapal Tanpa Foil		Kapal Dengan Foil	
			Eksperimen	ANSYS-CFD	Eksperimen	ANSYS-CFD
1	14	0.36	52.6	54.5	60.2	63.3
2	16	0.42	71.5	82.7	86.0	93.8
3	18	0.47	113.2	127.9	113.4	128.9
4	20	0.52	131.3	142.9	140.5	147.1
5	22	0.57	160.6	165.2	152.2	151.4
6	24	0.62	178.0	181.0	172.2	168.2

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## PERBANDINGAN HAMBATAN MELALUI EKSPERIMEN DAN NUMERIK KAPAL TANPA DAN DENGAN *FOIL* BELAKANG



# KESIMPULAN

1. Tipe NACA untuk *foil belakang* adalah **NACA 64A212 sudut serang  $2^{\circ}$**  dengan *lift force/drag force* yaitu **29,67**; dan untuk *strut* adalah **NACA 0010** dengan *drag coefisien* yang paling minimum yaitu **0,0091**.
2. **Pengaruh penambahan foil belakang** pada Kapal Orela pada *froude number* **0.36** (kecepatan **14 knots**) dapat **menambah** hambatan total kapal sebesar **14,5% (eksperimen)** dan **16,1% (numerik)**; terus **berkurang** dengan **bertambahnya kecepatan**; dan pada *froude number* **0.57** (kecepatan **22 knots**) dapat **mengurangi** hambatan total yaitu sebesar **5.2% (eksperimen)**, dan **8.4% (numerik)**; serta **pada froude number 0.62** (kecepatan **24 knots**) yaitu sebesar **3.3% (eksperimen)**, dan **7.1% (numerik)**.

# SARAN

1. Pembuatan model uji *foil* untuk uji eksperimental perlu menggunakan alat khusus sehingga dapat mendapatkan hasil *foil* yang presisi.
2. Variasi sarat untuk kapal dengan menggunakan *foil* belakang perlu dilakukan uji eksperimental, sehingga dapat dibandingkan dengan pengujian eksperimental kapal tanpa menggunakan *foil* belakang yang telah ada.
3. Menggunakan *dynamic mesh* untuk simulasi *free surface* sehingga mendapat hasil yang lebih akurat dan dapat mewakili fenomena asli. Seperti kondisi *displacement*, WSA kapal dan kondisi *trim* dapat disimulasikan dengan sempurna.





*thank you*