

## DAFTAR PUSTAKA

- Ilham, Muhammad, 2018. *Pengaruh Gelombang Terhadap Stabilitas Gerak Oleng Kapal Ferry Roro Berdasarkan Pengujian Model*. Skripsi. Teknik. Perkapalan. Universitas Hasanuddin.
- IMO, 2006. *Marine Safety Commite Circ. 1200*. London: The International Maritime Organization.
- IMO, 2008. *RESOLUTION MSC.267(85)*. London: The International Maritime Organization.
- IMO, 2009. *International Code on Intact Stability Code, 2008*. London: The International Maritime Organization.
- Putra, Pringgo Kusuma Dwi Nooryadi. 2015. *Rasio Antara Panjang Bilge Keel Dengan Length Of Waterline Dalam Meredam Gerakan Rolling Kapal Model*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Sahuddin, 2018. *Analisis Olah Gerak Kapal Ferry Ro-ro- Berdasarkan Pengujian Model*. Skripsi. Teknik. Perkapalan. Universitas Hasanuddin
- Thahir, Muhammad Agam. 2014. *Pengaruh Variasi Sudut Bilge Keel Terhadap Stabilitas Sampan Ember Bekas Tempat Cat (Ebtc)*. Tesis. Institut Pertanian Bogor
- Yulianti, Maria Listyo, dkk. 2017. *Analisa Stabilitas Kapal Perintis 500 DWT Setelah Penambahan Variasi Posisi Sudut dan Lebar Bilga Keel*. Jurnal. Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro
- Zohuri B. 2015. *Dimensional Analysis and Self-Similarity Methods for Engineers and Scientists*. Springer International Publishing. Switzerland.



# LAMPIRAN



### Lampiran A : *Inclining Test*

Untuk mengetahui letak titik KG pada model dilakukan *Inclining Test*. *Inclining Test* ini dilakukan untuk menyesuaikan letak titik KG pada model yang sudah di skalakan dengan letak titik KG perhitungan pada aplikasi Maxsurf.

Tabel A.1 Titik Stabilitas antara Kapal Sebenarnya dan Model

Titik Stabilitas	Kapal	Model
MK	2.456 m	12.278 cm
KG	1.567 m	7.835 cm
MG	0.889 m	4.443 cm

*Sumber : Hasil Analisis*

Berikut rincian *Inclining Test* yang telah dilakukan :

- Perhitungan displacement model untuk mengetahui berat beban yang ada pada model saat kondisi muatan penuh ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta m = \frac{\rho m}{\rho s} \times \frac{\Delta K}{\lambda^3}$$

Keterangan :

$\rho m$  : massa jenis air tawar, 1000 kg/m<sup>3</sup>

$\rho s$  : massa jenis air laut, 1025 kg/m<sup>3</sup>

$\Delta K$  : displacement kapal, 1217,582 ton

$\lambda^3$  : faktor skala

Sehingga diperoleh displacement model kapal :

$$\Delta m = \frac{1000 \text{ kg/m}^3}{1025 \text{ kg/m}^3} \times \frac{40,890 \text{ ton}}{20^3}$$

$$\Delta m = \frac{1000 \text{ kg/m}^3}{1025 \text{ kg/m}^3} \times \frac{40,890 \text{ ton}}{8000}$$

$$\Delta m = 0,00511 \text{ ton}$$

$$\Delta m = 4,987 \text{ kg}$$

di displacement model yang di dapatkan adalah 18,56 kg.



- Selanjutnya untuk mengetahui berat beban pemberat yang diperlukan untuk model kapal mencapai muatan full load, model kapal ditimbang yang selanjutnya displacement model dikurangkan dengan berat model.

Dengan demikian berat beban yang dibutuhkan untuk mencapai sarat maksimum pada model sebagai berikut :

$$\text{Berat Beban} = \text{Displacement model} - \text{berat model}$$

$$\text{Berat Beban} = 4,987 \text{ kg} - 2,100 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Beban} = 2,887 \text{ kg}$$

Catatan : Posisi model harus even keel pada saat percobaan sehingga peletakan beban perlu diatur sehingga model akan memiliki sarat depan dan sarat belakang sama.

- Selanjutnya melakukan percobaan *Inclining test* dengan menggunakan alat-alat seperti Inclinometer digital (Solar-2 : Dual Axis Inclinometer) yang memiliki kemampuan mengukur besaran sudut luruh (decay) yang terjadi pada model kapal selama pengujian secara akurat.



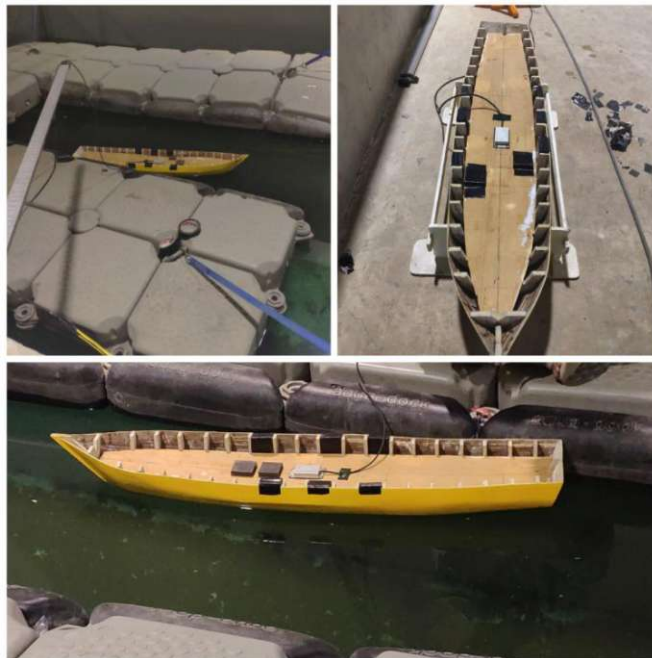
Gambar A.1 Inclinometer Digital

Alat-alat tersebut dirangkai pada model yang akan dites, selanjutnya dilakukan proses *Inclining Test* pada model dengan cara mengatur beban pada kondisi muatan full. Percobaan *Inclining Test* ini dilakukan dalam 2 (dua) percobaan dengan beban geser yang berbeda. Berikut adalah rincian beban geser yang digunakan dalam percobaan *Inclining Test* :



Table A.2 Beban Tambahan Untuk Proses *Inclining Test*

Beban Geser	
Nama	Berat (Gram )
Beban 1	210
Beban 2	230



Gambar A.2 Proses *Inclining Test* pada Model

- Hasil Percobaan *Inclining Test* sebagai berikut :
  - Berat Total : 4.986,6 gram
  - MK kapal : 2,456 m ~ 12,278 cm
  - KG kapal : 1,567 m ~ 7,835 cm
  - MG kapal : 0,889 m ~ 4,443 cm



Perpindahan titik berat akibat pergeseran beban Penentuan tinggi metasentra terhadap titik berat

$$MG = \frac{GG'}{\sin(\varphi)}$$

$$GG' = \frac{P \times d}{\Delta}$$

Penentuan titik berat terhadap keel

$$KG = MK - MG$$

Masing-masing perpindahan beban dan hasil *Inclining Test* sebagai berikut :

Tabel A.3 Hasil *Inclining Test* Model

No	Berat beban (P) (gram)	Pergeseran (cm)	Total Jarak (d) (CM)	Sudut (Ø) Derajat	Sin(Ø) Derajat
1	210	7	7	3,80	0,0663
2	230	6,4	6,4	3,81	0,0664

GG'	MG	KG
0,2948	4,448	7,830
0,2952	4,442	7,836

Rata-rata KG hasil *Inclining Test* :

Tabel A.2 KG Rata-Rata Hasil *Inclining Test*

Percobaan	KG
Prcobaan 1	7,830
Percobaan 2	7,836
Rata-rata	7.833



## Lampiran B : Penentuan Nilai $T$ ( Periode Oleng )

Tabel B.1 Perhitungan Nilai ( $T$ ) Periode Oleng

Nilai $T$ ( Periode Oleng )				
Pengujian	Tanpa <i>Bilge Keel</i>	<i>Bilge Keel</i> 15°	<i>Bilge Keel</i> 30°	<i>Bilge Keel</i> 45°
1	0.9286	0.934	0.929	0.932
2	0.9250	0.932	0.929	0.941
3	0.9268	0.940	0.926	0.928
4	0.9250	0.935	0.926	0.932
5	0.9194	0.936	0.929	0.925
Rata-Rata	0.925	0.935	0.928	0.932



### Lampiran C : Nilai $\varphi_{1r}$

Tabel C.1 Sudut Olenng Hasil Percobaan Gelombang Tanpa *Bilga Keel*

Tanpa <i>Bilge Keel</i>			
$\omega$	s	A	$\varphi_{1r}$
5.434	0.004	0.0042	1.028
5.434	0.006	0.0063	1.697
5.434	0.008	0.0083	1.893
5.434	0.010	0.0104	2.252
6.114	0.004	0.0033	1.766
6.114	0.006	0.0049	2.782
6.114	0.008	0.0066	3.499
6.114	0.010	0.0082	4.552
6.793	0.004	0.0027	6.172
6.793	0.006	0.0040	8.595
6.793	0.008	0.0053	11.082
6.793	0.010	0.0067	13.162
7.472	0.004	0.0022	4.083
7.472	0.006	0.0033	5.706
7.472	0.008	0.0044	7.346
7.472	0.010	0.0055	8.91
8.151	0.004	0.0019	1.894
8.151	0.006	0.0028	2.944
8.151	0.008	0.0037	4
8.151	0.010	0.0046	4.841

*Sumber : Hasil Analisis*





Tabel C.2 Sudut Olong Hasil Percobaan Gelombang *Bilga Keel 15°*

<i>Bilge Keel 15°</i>			
$\omega$	s	A	$\varphi_{1r}$
5.374	0.004	0.0043	0.600
5.374	0.006	0.0064	1.066
5.374	0.008	0.0085	1.581
5.374	0.010	0.0107	1.926
6.045	0.004	0.0034	0.973
6.045	0.006	0.0051	1.546
6.045	0.008	0.0067	2.008
6.045	0.010	0.0084	2.520
6.717	0.004	0.0027	4.829
6.717	0.006	0.0041	6.571
6.717	0.008	0.0055	8.479
6.717	0.010	0.0068	10.183
7.389	0.004	0.0023	2.879
7.389	0.006	0.0034	4.218
7.389	0.008	0.0045	5.376
7.389	0.010	0.0056	6.667
8.060	0.004	0.0019	1.764
8.060	0.006	0.0028	2.627
8.060	0.008	0.0038	3.511
8.060	0.010	0.0047	4.208

*Sumber : Hasil Analisis*



Tabel C.3 Sudut Olong Hasil Percobaan Gelombang *Bilga Keel 30°*

<i>Bilge Keel 30°</i>			
$\omega$	s	A	$\varphi_{1r}$
5.417	0.004	0.0042	0.784
5.417	0.006	0.0063	1.193
5.417	0.008	0.0084	1.726
5.417	0.010	0.0105	2.175
6.094	0.004	0.0033	1.569
6.094	0.006	0.0050	2.368
6.094	0.008	0.0066	3.109
6.094	0.010	0.0083	4.007
6.771	0.004	0.0027	5.555
6.771	0.006	0.0040	7.872
6.771	0.008	0.0054	9.967
6.771	0.010	0.0067	11.592
7.448	0.004	0.0022	3.366
7.448	0.006	0.0033	4.848
7.448	0.008	0.0044	6.223
7.448	0.010	0.0056	7.546
8.125	0.004	0.0019	2.004
8.125	0.006	0.0028	3.03
8.125	0.008	0.0037	3.849
8.125	0.010	0.0047	4.665

*Sumber : Hasil Analisis*



Tabel C.4 Sudut Olong Hasil Percobaan Gelombang *Bilga Keel 45°*

<i>Bilge Keel 45°</i>			
$\omega$	s	A	$\varphi_{1r}$
5.393	0.004	0.0042	0.971
5.393	0.006	0.0064	1.600
5.393	0.008	0.0085	1.846
5.393	0.010	0.0106	2.328
6.067	0.004	0.0033	1.697
6.067	0.006	0.0050	2.576
6.067	0.008	0.0067	3.398
6.067	0.010	0.0084	4.322
6.742	0.004	0.0027	6.041
6.742	0.006	0.0041	8.507
6.742	0.008	0.0054	10.766
6.742	0.010	0.0068	12.733
7.416	0.004	0.0022	3.799
7.416	0.006	0.0034	5.468
7.416	0.008	0.0045	7.488
7.416	0.010	0.0056	8.942
8.090	0.004	0.0019	1.985
8.090	0.006	0.0028	2.919
8.090	0.008	0.0038	3.847
8.090	0.010	0.0047	4.863

*Sumber : Hasil Analisis*



**Lampiran D : Nilai  $N(\varphi_{1r})$  (Bertin's Coefficient)**

Tabel D.1 Hasil Perhitungan  $N(\varphi_{1r})$  (Bertin's Coefficient)

Nilai N (Bertin Coefficient)				
s	N Tanpa <i>Bilge Keel</i>	N dengan <i>Bilge Keel 15°</i>	N dengan <i>Bilge Keel 30°</i>	N dengan <i>Bilge Keel 45°</i>
0.004	0.09684	0.26576	0.13217	0.10688
0.006	0.06399	0.15736	0.09204	0.07038
0.008	0.05877	0.11189	0.06829	0.06287
0.010	0.05155	0.09504	0.05731	0.05276
0.004	0.06202	0.17070	0.07361	0.06716
0.006	0.04431	0.11403	0.05387	0.04903
0.008	0.03800	0.09188	0.04464	0.04056
0.010	0.03234	0.07683	0.03802	0.03489
0.004	0.02740	0.04860	0.03164	0.02895
0.006	0.02349	0.04043	0.02678	0.02463
0.008	0.02125	0.03534	0.02433	0.02240
0.010	0.02003	0.03240	0.02304	0.02111
0.004	0.03450	0.06947	0.04238	0.03776
0.006	0.02853	0.05306	0.03405	0.03052
0.008	0.02518	0.04546	0.02987	0.02607
0.010	0.02313	0.04011	0.02728	0.02411
0.004	0.05874	0.10213	0.06091	0.05945
0.006	0.04261	0.07442	0.04541	0.04492
0.008	0.03493	0.06017	0.03896	0.03747
0.010	0.03121	0.05315	0.03479	0.03257

Sumber : Hasil Analisis



**Lampiran E : Nilai r (*effective wave slope coefficient*)**

Tabel E.1 Hasil Perhitungan Nilai r (*effective wave slope coefficient*)

Nilai r ( <i>effective wave slope coefficient</i> )				
s	r Tanpa Bilge Keel	r dengan Bilge Keel 15°	r dengan Bilge Keel 30°	r dengan Bilge Keel 45°
0.004	0.09015	0.08619	0.07249	0.08170
0.006	0.10858	0.10339	0.07343	0.10500
0.008	0.09389	0.12282	0.08956	0.09472
0.010	0.08545	0.12213	0.08479	0.10113
0.004	0.17024	0.14511	0.15713	0.16928
0.006	0.20964	0.16113	0.17069	0.18921
0.008	0.20248	0.16241	0.18973	0.20944
0.010	0.23262	0.15924	0.20239	0.22635
0.004	0.88235	1.00755	0.84349	0.91485
0.006	1.02268	1.03593	0.96571	1.03506
0.008	1.15369	1.12108	1.05909	1.16103
0.010	1.23579	1.18826	1.08874	1.21053
0.004	0.48139	0.52219	0.41901	0.48851
0.006	0.51293	0.57411	0.47057	0.53082
0.008	0.63579	0.56745	0.50939	0.64928
0.010	0.66858	0.61249	0.48011	0.68190
0.004	0.17055	0.27726	0.20891	0.21222
0.006	0.23046	0.31581	0.24573	0.22805
0.008	0.25089	0.32089	0.25519	0.24513
0.010	0.26272	0.29928	0.24344	0.27242

*Sumber : Hasil Analisis*



**Lampiran F : Nilai r (effective wave slope coefficient)**

Tabel F.1 Hasil Perhitungan Nilai r (effective wave slope coefficient)

Nilai r (effective wave slope coefficient)				
s	r Tanpa Bilge Keel	r dengan Bilge Keel 15°	r dengan Bilge Keel 30°	r dengan Bilge Keel 45°
0.004	0.09015	0.08619	0.07249	0.08170
0.006	0.10858	0.10339	0.07343	0.10500
0.008	0.09389	0.12282	0.08956	0.09472
0.010	0.08545	0.12213	0.08479	0.10113
0.004	0.17024	0.14511	0.15713	0.16928
0.006	0.20964	0.16113	0.17069	0.18921
0.008	0.20248	0.16241	0.18973	0.20944
0.010	0.23262	0.15924	0.20239	0.22635
0.004	0.88235	1.00755	0.84349	0.91485
0.006	1.02268	1.03593	0.96571	1.03506
0.008	1.15369	1.12108	1.05909	1.16103
0.010	1.23579	1.18826	1.08874	1.21053
0.004	0.48139	0.52219	0.41901	0.48851
0.006	0.51293	0.57411	0.47057	0.53082
0.008	0.63579	0.56745	0.50939	0.64928
0.010	0.66858	0.61249	0.48011	0.68190
0.004	0.17055	0.27726	0.20891	0.21222
0.006	0.23046	0.31581	0.24573	0.22805
0.008	0.25089	0.32089	0.25519	0.24513
0.010	0.26272	0.29928	0.24344	0.27242



**Lampiran G : Penentuan nilai  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_r$ ,  $l_{w1}$  dan  $l_{w2}$**

Perhitungan nilai  $l_{w1}$  dan  $l_{w2}$  dengan menggunakan persamaan

$$l_{w1} = \frac{P \times A \times Z}{1000 \times g \times \Delta} \text{ (m)}$$

$$l_{w2} = 1.5 \times l_{w1} \text{ (m)}$$

Dimana :

P = Tekanan angin 504 Pa. Nilai P yang digunakan untuk kapal dalam batasan layanan dapat dikurangi dengan persetujuan Administrasi

A = Wilayah lateral yang diproyeksikan dari bagian kapal dan muatan geladak di atas garis air (m<sup>2</sup>)

Z = Jarak vertikal dari pusat A ke pusat bawah laut daerah lateral atau kira-kira ke titik pada setengah draft rata-rata (m)

$\Delta$  = Displacement (t)

g = Percepatan gravitasi 9,81 m/s<sup>2</sup>

$$l_{w1} = \frac{300 \text{ Pa} \times 4,79 \text{ m}^2 \times 1,56 \text{ m}}{1000 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 40,89 \text{ ton}} \text{ (m)}$$

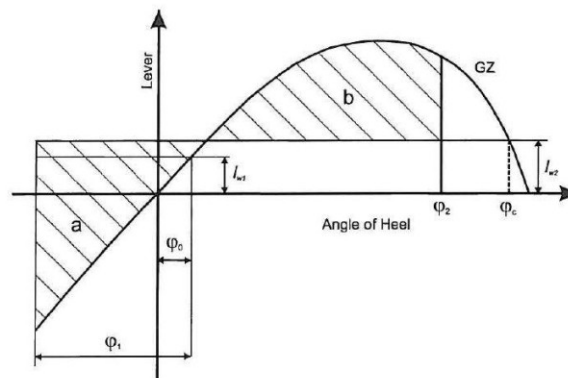
$$l_{w1} = 0,048 \text{ m}$$

$$l_{w2} = 1.5 \times 0,048 \text{ m}$$

$$l_{w2} = 0,071 \text{ m}$$

Untuk nilai  $\varphi_1$  dapat dilihat pada table .....

Untuk nilai  $\varphi_0$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_r$  didapat berdasarkan hasil pengukuran pada Kurva Kriteria Cuaca

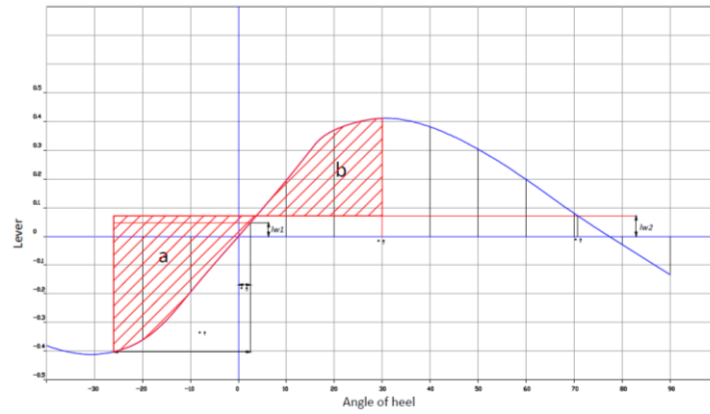


Gambar G.1 *Savere Wind And Rolling*

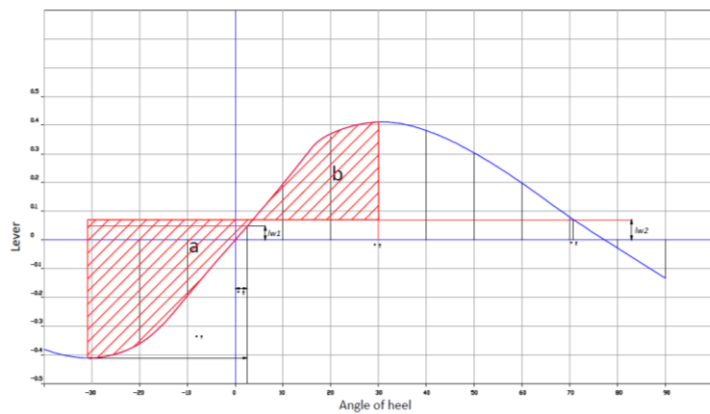


## Lampiran H : Kurva Kriteria Cuaca dengan nilai $s$ (0.06 dan 0.08)

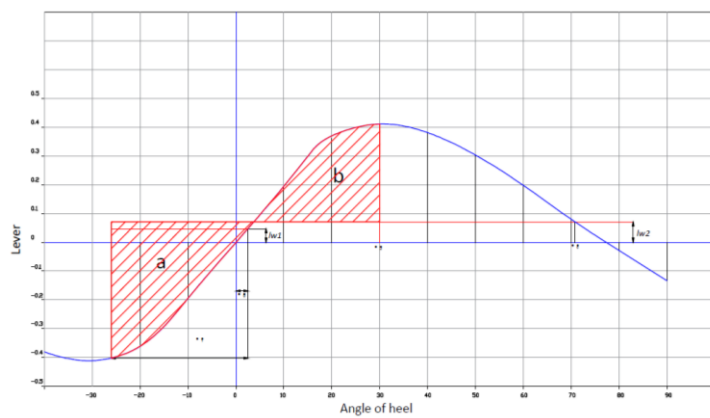
- Penggambaran Kurva Kriteria Cuaca



Gambar H.1 Kurva Kriteria Cuaca Tanpa *Bilge Keel* ( $s = 0.08$ )



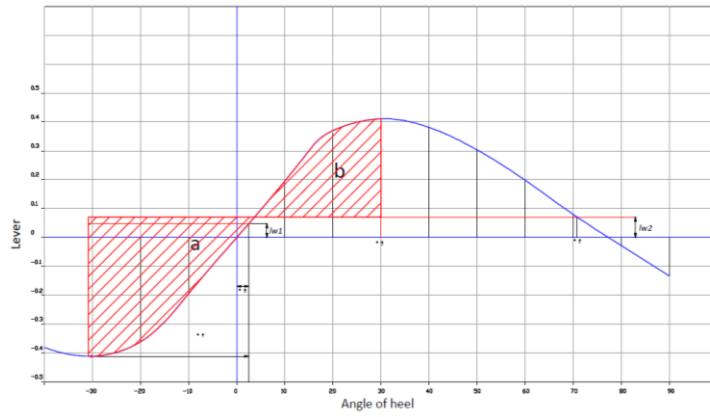
Gambar H.2 Kurva Kriteria Cuaca Tanpa *Bilge Keel* ( $s = 0.1$ )



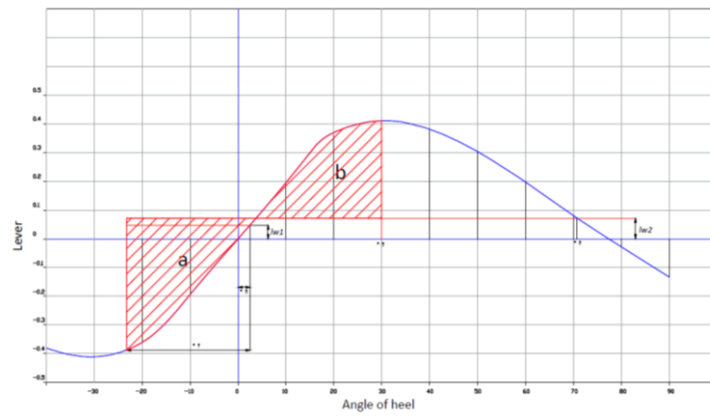
Gambar H.3 Kurva Kriteria Cuaca *Bilge Keel* 15° ( $s = 0.08$ )



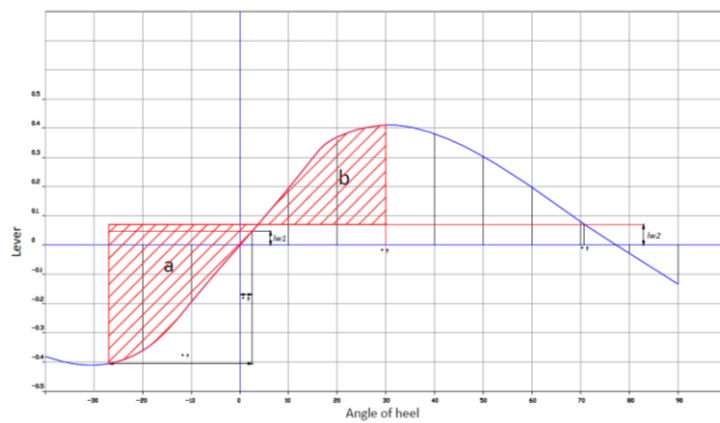




Gambar H.4 Kurva Kriteria Cuaca *Bilge Keel* 15° ( $s = 0.1$ )

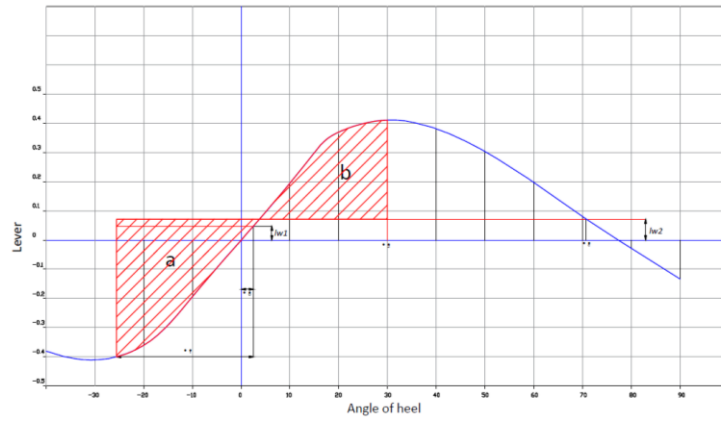


Gambar H.5 Kurva Kriteria Cuaca *Bilge Keel* 30° ( $s = 0.08$ )

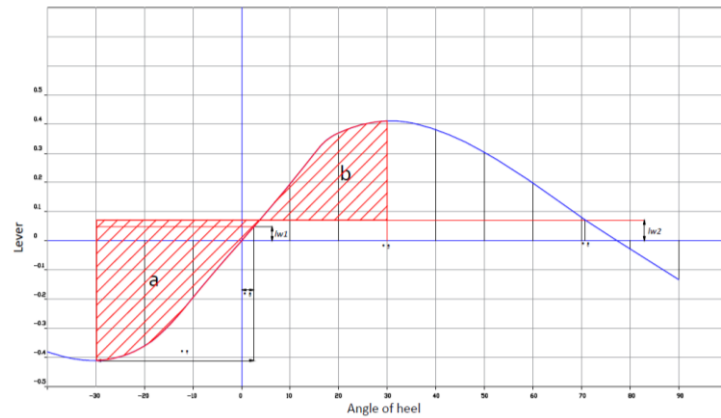


Gambar H.6 Kurva Kriteria Cuaca *Bilge Keel* 30° ( $s = 0.1$ )





Gambar H.7 Kurva Kriteria Cuaca *Bilge Keel* 45° ( $s = 0.08$ )



Gambar H.8 Kurva Kriteria Cuaca *Bilge Keel* 45° ( $s = 0.1$ )



Lampiran I : Gambar Pemasangan *Bilge Keel* dengan variasi sudut kemiringan yang berbeda-beda



Gambar I.1 Pemasangan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan  $15^\circ$



Gambar I.2 Pemasangan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan  $30^\circ$



Gambar I.3 Pemasangan *Bilge Keel* dengan sudut kemiringan  $45^\circ$



**Lampiran J : Gambar Pengujian pada Gelombang**



Gambar J.1 Pengujian pada Gelombang



Gambar J.2 Pengujian pada Gelombang

