

**STUDI EKSPERIMEN DISTRIBUSI TEKANAN AIR DI HALUAN
HYDROELASTICBODY DENGAN MENGGUNAKAN BULBOUSBOW
PADA AIR TENANG**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Strata 1 (S1)

Sarjana Teknik Perkapalan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



YANCE KRISMO MANGALLA

D311 15 027

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN





LEMBAR PEGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL SKRIPSI

**“STUDI EKSPERIMEN DISTRIBUSI TEKANAN AIR DI HALUAN
HYDROELASTICBODY DENGAN MENGGUNAKAN BULBOUSBOW
PADA AIR TENANG”**

Oleh:

YANCE KRISMO MANGALLA

D311 15 027

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 20 Agustus 2020

Pembimbing I

Dr.Eng. Suandar Baso,ST.,MT

NIP. 19730206 200012 1 002

Pembimbing II

Ir. Lukman Bochari,MT

NIP. 19561127 198803 1 001

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik Perkapalan



Dr. Eng. Suandar Baso, ST.,MT

NIP. 19730206 200012 1 002



AN EXPERIMENTAL STUDY OF WATER PRESSURE DISTRIBUTION IN A HYDROELASTIC BODY BOW USING BULBOUS BOW IN STILL WATER

Yance Krismo M, Suandar Baso & Lukman Bochary
Department of Shipping
Hasanuddin University Faculty of Engineering, Gowa
Jl. Poros Malino, Gowa Regency, South Sulawesi 92119

ABSTRACT

Under natural conditions at sea a moving ship is subject to a wave impact on the surface of the hull which produces a pressure effect and affects the performance of the ship. The greatest stress effect occurs on the bow of a ship using a bulbous bow because of its extreme shape. The amount of pressure can be influenced by the elastic / hydroelastic behavior and speed. The hydroelastic body of the ship is related to the reciprocal interaction of the structure and water pressure, where the movement of the structure due to water pressure will change the surrounding water pressure. The impact of pressure on the bow needs to be measured to determine the pressure distribution on the bow using the Bulbous bow, as well as to determine the ratio of the pressure value of a rigid body with a hydroelastic body on the bow using a Bulbous bow. The method used in this study is an experiment on the ship model. To get the desired results, the ship model used in the experiment is equipped with a piezoelectric die and a force sensor to calibrate the pressure value. So that the average pressure for the speed of 0.732 m/s in the rigid body model is 104.282 N/m², while the Hydroelastic body model is 215.647 N/m², for the average pressure value of speed 0.976 m/s on the Rigid body model is 203.593 N/m², while the Hydroelastic body model is 282.731 N/m², the average pressure value of 1.22 m/s in the Rigid body model is 296.186 N/m², while the Hydroelastic body model is 339.520 N/m². With the percentage ratio of the pressure ratio of the rigid body and Hydroelastic body models of 51.642% at 0.732 m / s, 27,990% at 0,976 m/s and 12,763% at 1,22 m/s

Keywords: Pressure, Hydroelastic, Bulbous bow, Experiment



KATA PENGANTAR

Salam sejahtera bagi kita semua,

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir penelitian ini. Berdasarkan hasil seminar proposal, judul penelitian yang dikaji adalah

“STUDI EKSPERIMEN DISTRIBUSI TEKANAN AIR DI HALUAN HYDROELASTICBODY DENGAN MENGGUNAKAN BULBOUSBOW PADA AIR TENANG”

Pengerjaan tugas akhir ini merupakan persyaratan bagi setiap mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian tugas akhir ini adalah suatu kebanggaan tersendiri, karena tantangan dan hambatan yang menghadang selama mengerjakan tugas akhir ini dapat terlewati dengan usaha dan upaya yang sungguh-sungguh. Dalam penyusunan laporan penulis tidak mungkin melakukan sendiri tanpa adanya bantuan dari orang-orang disekitar. Melalui lembar ini penulis mengucapkan banyak terimah kasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Daniel Mangalla dan Ibunda Yefta rerung, atas segala dukungan, kesabaran pengorbanan, semangat, materi dan doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
2. Bapak Dr.Eng. Suandar Baso, ST., MT selaku pembimbing I dan Bapak Lukman Bochary, MT selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dalam pengerjaan skripsi ini.



3. Bapak Dr.Eng. Suandar Baso, ST., MT selaku ketua Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Ir Hj. Rosmani, MT selaku Kepala Labo Hidrodinamika Kapal.
5. Bapak Abdul Haris Djalante, ST., MT. selaku Penasehat Akademik yang selalu membimbing dan memberikan arahan dalam perencanaan mata kuliah.
6. Ibu Ir Hj. Rosmani, MT. dan Ibu Andi Dian Eka Anggreani, ST., MT. selaku penguji dalam tugas akhir ini.
7. Ibu Uti, Pak Rio, dan Kak yudi selaku staf jurusan perkapalan Fakultas teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kesabarannya selama penulis mengurus segala persuratan di kampus.
8. Seluruh Dosen Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kemurahan hatinya.
9. Kepada teman-teman PLATFORM 2015, terima kasih telah memberi pengalaman tentang persahabatan selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Perkapalan.
10. Kepada teman-teman seperjuangan skripsi (Chris, Fika, Hime, Fadel). Untuk memperoleh gelar sarjana memang tidak mudah kawan, tapi yakin kita dapat melewatinya.
11. Kakak-kakak Teknik Perkapalan Unhas 2011, 2012 dan 2013 atas segala semangat dan dukungannya selama ini.

Kepada teman-teman KMKO TEKNIK 2015 (Persekutuan Sehat) serta seluruh senior dan junior



13. Kepada semua saudara (kia, wesdy, dadin, abi dan ani) yang telah mendukung dalam studi.

14. Kawan-kawan AMPER GETENGAN dalam memberi dukungan dan semangat. penulis mengucapkan banyak terimakasih banyak.

Penulis menyadari bahwa didalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan meminta kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Akhirnya penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti sendiri maupun bagi semua pihak yang berkenan untuk membaca dan mempelajarinya.

Salam sejahterah bagi kita semua

Gowa, April 2020

PENULIS



DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar pengesahan.....	ii
Abstrak	iii
Abstract	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Notasi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran	xvi
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab II Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kapal <i>General Cargo</i>	5
2.2 Tekanan Air Laut yang Bekerja Pada Kapal.....	5
Dinamika Kapal	10
Kesamaan Kinematis	12



2.5 <i>Hydroelastic Body</i>	12
2.6 <i>Bulbous Bows</i>	14
2.7 Towing Tank	19
2.8 <i>Piezoelectric Device</i>	21
2.6.1 Prinsip Kerja <i>Piezoelectric</i>	21
Bab III Metodologi Penelitian.....	22
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	22
3.1.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.1.2 Waktu Penelitian.....	22
3.2 Jenis Penelitian.....	22
3.3 Jenis Data	22
3.4 Metode Analisis Data.....	22
3.4.1 Kajian Pustaka	23
3.4.2 Data Kapal.....	23
3.4.3 Pembuatan Model <i>Hydroelastic Body</i>	26
3.4.4 Persiapan Pengujian	33
3.4.5 experiment Pengujian tekanan.....	49
3.4.6 Analisi Data	50
3.4.7 Penarikan Kesimpulan	51
3.5 Kerangka Pemikiran.....	51
Bab IV Hasil dan Pembahasan.....	52
Model Kapal.....	52
4.1.1 Model kapal dengan <i>Rigid Body</i>	52



4.1.2 Model kapal dengan <i>Hydroelastic Body</i>	53
4.2 Kalibrasi Sensor	56
4.2.1 Menguji Sensor Menggunakan Sensor Tekan (XPloler GLX) .	57
4.3 Perhitungan Tekanan.....	58
4.4 Penggambaran Tekanan Statis dan distribusi Tekanan Terhadap Perubahan Kecepatan	58
4.5 Pengujian Tekanan Model Kapal.....	60
4.5.1 Pengujian Tekanan pada Model <i>Rigid Body</i>	61
4.5.2 Pengujian Tekanan pada Model <i>Hydroelastic Body</i>	65
4.6 Perbandingan Nilai Distribusi Tekanan Model Kapal	71
Bab V Penutup	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
Daftar Pustaka	79
Lampiran	81



DAFTAR NOTASI

Notasi	Nama	Satuan
DWT	Deadweight tonnage	Ton
f,n	Konstanta fungsi dari panjang dan sifat permukaan	
e	Tegangan spring	N
σ	Regangan	N/m ²
ϵ	Elastisitas spring	N/m ²
V	Tegangan arus	volt
k	Konstanta pegas	
Lo	Panjang awal	m
(1+k)	<i>From factor</i>	
ΔL	Perubahan panjang	m
P	Tekanan	Pa
P	Massa jenis	Kg/m ³
g	Percepatan gravitasi bumi (0,98)	m/s ²
H	Tinggi tertentu dari garis datar	m
V	Kecepatan sebuah benda	m/s
R	Tahanan kapal	N
P	Tekanan statis fluida	Pa
μ	Viskositas	Pa.s



Notasi	Nama	Satuan
M	Dimensi massa (SI)	
L	Dimensi panjang (SI)	
T	Dimensi waktu (SI)	
S,A	Luas permukaan bidang basah	m ²
F _n	<i>Froude number</i>	
B _b	Lebar maksimum dari <i>bulb area</i>	m
A _{BT}	<i>Bulb area</i>	m ²
FP	<i>Forward perpendicular</i>	
B _{MS,B}	Lebar maksimum kapal	m
L _{PP,LBP}	<i>Lenght perpendicular</i>	m
Z _B	Tinggi bagian depan <i>bulb</i> diatas <i>baseline</i>	m
T _{FP,d}	Sarat kapal	m
A _{BL}	Area bagian depan haluan	m ²
A _{MS}	<i>Midship sectional area</i>	m ²



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Ukuran utama kapal	24
Tabel 3.2. Ukuran utama kapal dan model	27
Tabel 3.3 Kecepatan model.....	28
Tabel 3.4.Kebutuhan/ material pembuatan model	28
Tabel 3.5.matriks waktu pengujian	33
Tabel 3.6.Matriks kebutuhan pengujian.....	34
Tabel 4.1 Kaliberasi Sensor.	57
Tabel 4.2 Rata – rata tekanan statis model kapal menggunakan <i>bulbous bow</i> pada setiap variasi kecepatan.....	59
Tabel 4.3 Data hasil pengujian tekanan model <i>rigid body</i> pada kecepatan model 0,732 m/s.	61
Tabel 4.4 Nilai tekanan pengujian tekanan model <i>rigid body</i> pada setiap penambahan kecepatan.....	64
Tabel 4.5. Data hasil pengujian tekanan model <i>hydroelastic body</i> pada kecepatan0,732 m/s	66
Tabel 4.6 Nilai tekanan pengujian tekanan model <i>hydroelastic body</i> pada setiap penambahan kecepatan	70
Tabel 4.7 Perbandingan nilai tekanan rata-rata model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic body</i> pada sensor	72
Tabel 4.8 Perbandingan nilai tekanan rata-rata model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic body</i> pada sensor 2	72
Tabel 4.9 Perbandingan nilai tekanan rata-rata model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic body</i> pada sensor 3	72
Tabel 4.10 Perbandingan nilai tekanan rata-rata model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic body</i> pada sensor 4	72
1 Perbandingan nilai tekanan rata-rata model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic body</i> pada <i>bulbous bow</i> kapal	73



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Aliran <i>streamline</i> yang melintasi suatu <i>body</i>	6
Gambar 2.2 <i>Bouyency Force</i>	9
Gambar 2.3 Transverse Stress akibat beban statis dan dinamis	9
Gambar 2.4 Pounding	10
Gambar 2.5 Panting	10
Gambar 2.6 Macam-macam gerak rotasional kapal	11
Gambar 2.7 Macamimacam gerak translasi kapal	11
Gambar 2.8 Respon global untuk struktur apung	13
Gambar 2.9. Interaksi Struktur dengan air	14
Gambar 2.10. Perubahan aliran pada Hukum Bernoulli	15
Gambar 2.11 Perubahan aliran gelombang akibat penggunaan <i>Bulbous bow</i>	16
Gambar 2.12. Bentuk <i>Bulbous bow</i> bentuk titik air tetbalik	17
Gambar 2.13. Bentuk <i>Bulbous bow</i> bentuk titik air bergantung	18
Gambar 2.14. Bentuk <i>Bulbous bow</i> bentuk elips	18
Gambar 2.15. Kolam uji.....	20
Gambar 2.16. Alat penarik model (<i>carriage</i>).....	20
Gambar 2.17 piezoelectronic device	21
Gambar 2.18 Prinsip kerja piezoelectric	21
Gambar 3.1. Lines plan KM.Artha Baharu-8.....	25
Gambar 3.2. Model kapal menggunakan <i>bulbous bow</i> pada aplikasi maxsurf	25



Gambar 3.3. Pembagian Kompartement pada Model	30
Gambar 3.4 Proses <i>Cutting</i>	30
Gambar 3.5 Penampang <i>Section</i> untuk Sekat	31
Gambar 3.6. Perangkat Pc	35
Gambar 3.7. Alat penarik model	36
Gambar 3.8. Monitor <i>Carriage</i>	36
Gambar 3.9. Fasilitas crane pada laboratorium Hidrodinamika kapal.....	37
Gambar 3.10. Kolam uji.....	37
Gambar 3.11. <i>Piezoelectric Device</i>	38
Gambar 3.12. Arduino Mega	39
Gambar 3.13. Keterangan pin pada Arduino Mega	40
Gambar 3.14. Xploler GLX.	41
Gambar 3.15. Force Sensor	41
Gambar 3.16. Bread Board.....	42
Gambar 3.17. Kabel jumper	42
Gambar 3.18. Spring	43
Gambar 3.19. Rubber Paint.....	43
Gambar 3.20. Letak sensor pada lambung model	44
Gambar 3.21. Rangkaian <i>Wiring</i> instalasi pada breadboard.....	45
Gambar 3.22. Bagian – bagian pada Breadboard	45
Gambar 3.23. Instalasi Rangkaian <i>Wiring</i> Pada <i>Breadboard</i> dan <i>Arduino</i>	

Mega

3.24. Blok diagram



Gambar 3.25. Skema Pengujian Tekanan	49
Gambar 3.26 Kerangka Pikir Penelitian.....	51
Gambar 4.1. Model <i>Rigid body</i> dan penempatan <i>piezoelectric</i>	53
Gambar 4.2. Model <i>Hydroelastic</i>	54
Gambar 4.3. Grafik hasil kalibrasi sensor	57
Gambar 4.4. Visualisasi tekanan statis model kapal	59
Gambar 4.5. sketsa letak sensor pada <i>Bulbous</i>	60
Gambar 4.6. Pengujian Tekanan dengan Model <i>Rigid body</i> pada kecepatan 0,732 m/s	60
Gambar 4.7. Grafik tekanan <i>Rigid body</i> pada kecepatan 0,732 m/s	63
Gambar 4.8. Grafik tekanan disekitar <i>bulbous bow</i> pada model <i>rigid body</i> terhadap penambahan kecepatan	65
Gambar 4.9. grafik tekanan model <i>hydroelastic body</i> kecepatan 0,732 m/s.....	69
Gambar 4.10. Grafik tekanan disekitar <i>bulbous bow</i> pada model <i>rigid body</i> terhadap penambahan kecepatan	70
Gambar 4.11. Grafik tekanan model kapal model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic</i> <i>body</i> pada sensor 1	74
Gambar 4.12. Grafik tekanan model kapal model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic</i> <i>body</i> pada sensor 2	74
Gambar 4.13. Grafik tekanan model kapal model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic</i> <i>body</i> pada sensor 3	75
Gambar 4.14. Grafik tekanan model kapal model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic</i> <i>body</i> pada sensor 4	75
Gambar 4.15. Grafik distribusi rata-rata tekanan model kapal model <i>rigid body</i> dan <i>hydroelastic body</i> pada setiap kenaikan kecepatan.....	76



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Main Parameters of ship-bulb combinations of data collected with

$$C_b = 0,7.$$

Lampiran 2. Penentuan nilai kecepatan kapal model

Lampiran 3. Penentuan nilai tekanan sensor model kapal menggunakan *Rigid body* setiap variasi kecepatan

Lampiran 4. Penentuan nilai tekanan sensor model kapal menggunakan

Hydroelastic body setiap variasi kacepatan.



BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar belakang

Kemampuan kapal untuk mengapung di atas air diakibatkan karena kapal mendapat gaya tekan ke atas oleh air sebesar berat air yang dipindahkan oleh volume badan kapal yang tercelup dan berat kapal itu sendiri. Seperti diketahui bahwa konstruksi kapal terbuat dari material baja, dimana baja memiliki sifat lentur yang akan mengalami deformasi akibat tekanan-tekanan yang berada disekitarnya baik karena tekanan dari luar yang ditimbulkan oleh air maupun tekanan dari dalam kapal itu sendiri yang ditimbulkan oleh berat kapal atau berat muatan.

Dalam kondisi alami dilaut, kapal yang bergerak maju menerima beban dampak gelombang yang rentan terhadap beberapa efek pada permukaannya dalam waktu singkat yang disebabkan oleh dampak benturan kapal dengan fluida. Selain itu, beban gelombang kuat yang bekerja pada kapal dapat menghasilkan efek tekanan dan juga mempercepat kegagalan kelelahan pada saat yang sama yang mempengaruhi kinerja kapal, struktur kapal dan kenyamanan penumpang. Kapal bukanlah konstruksi yang benar-benar kaku dan ini berarti bahwa kapal memiliki perilaku elastis. Dengan kata lain, tekanan fluida yang bekerja pada struktur memodifikasi keadaan dinamis struktur. Pada saat yang sama, gerak dan distorsi struktur mengganggu medan tekanan disekitarnya. Fenomena timbal balik gaya

statik dan elastis didefinisikan sebagai *Hydroelastic*.



Hydroelastic kapal berkaitan dengan fenomena yang melibatkan interaksi timbal balik antara kekuatan inersia, hidrodinamik dan elastis. Oleh karena itu, perilaku hidroelastik suatu kapal harus dipertimbangkan dalam memprediksi gerakan kapal, tekanan, momen lentur dan torsi yang dihasilkan oleh interaksi yang kuat antara kapal dan tekanan air laut yang terkait dengan efek *hydroelastic* terhadap desain kapal yang tepat dan keselamatan kapal. Tekanan fluida yang bekerja pada struktur mengubah keadaan dinamikanya dan sebaliknya, gerakan dan distorsi struktur mengganggu tekanan di sekitarnya terlebih pada bentuk body ekstrem, yakni pada haluan dan buritan kapal, terlebih khusus pada pemasangan *Bulbousbow* di haluan. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini penulis tertarik untuk mengkaji tentang “Studi Eksperimen Distribusi Tekanan Air di Haluan Hydroelasticbody Dengan Menggunakan Bulbousbow Pada Air Tenang”.

1. 2. Rumusan masalah

Berdasarkan permasalahan diatas, maka yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa nilai distribusi tekanan air di haluan kapal yang menggunakan bulbousbow dengan hydroelasticbody kapal pada kondisi air tenang ?
2. Bagaimana perbandingan distribusi tekanan air di sekitar haluan yang menggunakan bulbousbow pada kondisi rigid dan Hydroelasticbody kapal ?.

1. 3. Batasan masalah

Batasan masalah yang di berikan dalam penelitian ini adalah :

Kapal yang digunakan adalah kapal general kargo yang telah dimodelkan.



2. Pengujian dibatasi pada kondisi air yang tenang.
3. Pengujian dilakukan dengan kecepatan 9, 12 dan 15 knot
4. Nilai distribusi tekanan ditentukan di titik yang diletakkan *piezoelectronic divece* pada bagian haluan kapal yang menggunakan *bulbousbow*
5. Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Hidrodinamika Kapal Departemen Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

1. 4. Tujuan penelitian

1. Menentukan nilai distribusi tekanan air di haluan yang menggunakan *bulbousbow* dengan *Hydroelasticbody* kapal
2. Mengetahui perbedaan distribusi tekanan air antara kapal yang menggunakan *Hydroelasticbody* dan kapal yang *rigid body*.

1. 5. Manfaat penelitian

1. Sebagai informasi untuk mengetahui besarnya nilai tekanan di haluan kapal yang menggunakan *hydroelasticbody*.
2. Sebagai informasi untuk mengetahui perbedaan distribusi tekanan air antara kapal yang menggunakan *Hydroelasticbody* dan kapal yang *rigid body*.
3. Sebagai bahan masukan bagi perancang kapal dalam mendesain kapal, kaitannya dengan *hydroelasticbody*.

1. 6. Sistematika penulisan

Skripsi ini disusun menjadi beberapa bagian untuk mendapatkan alur

yang jelas dan sistematis, yaitu:



BAB I PENDAHULUAN, dalam bab ini mengemukakan tentang informasi secara keseluruhan dari penelitian ini yang berkenaan dengan Latar belakang judul penelitian yang kemudian diturunkan pada Rumusan masalah, Batasan masalah, Tujuan penelitian, Manfaat penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, bab ini menguraikan dengan singkat tentang teori-teori yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian ini. Teori-teori tersebut mengenai kapal kargo, tekanan air yang bekerja pada kapal, *Hydroelastic body* kapal, sensor *piezoelectronic*, *bulbousbow* dan *towing tank*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, bab ini dikemukakan mengenai lokasi atau daerah penelitian, waktu penelitian, jenis penelitian, jenis data, teknik dalam pengambilan data, serta kerangka pikir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, bab ini berisikan penyajian data yang telah diperoleh, proses pengolahan, hasil pengolahan data serta pembahasan.

BAB V PENUTUP, bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran untuk peneliti selanjutnya maupun pihak – pihak yang terkait tentang penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. General Cargo

Kapal general cargo atau kapal barang adalah segala jenis kapal yang membawa barang – barang dan muatan dari suatu pelabuhan ke pelabuhan lainnya. (Wikipedia, 2018)

Barang yang diangkut biasanya merupakan barang yang sudah dikemas. Kapal kargo didesain khusus untuk tugasnya, dilengkapi dengan crane dan mekanisme lainnya untuk bongkar muat, serta dibuat dalam beberapa ukuran.

Kapal-kapal barang terutama general cargo pada umumnya dapat membawa penumpang kelas sampai 12 penumpang dan tetap dinamakan kapal general kargo karena digunakan untuk mengangkut barang. Kapal general kargo mempunyai kecepatan berkisar antara 8 sampai 25 knot.

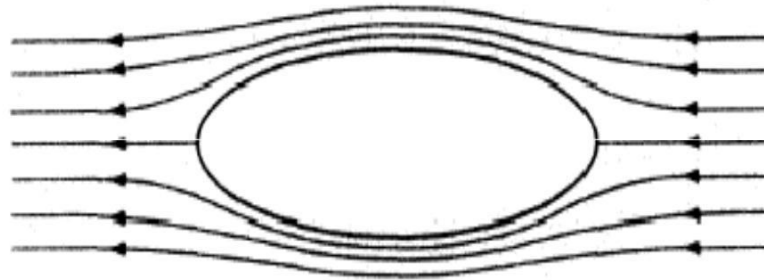
2. 2. Tekanan Air Laut yang Bekerja Pada Kapal

Gaya Yang bekerja pada kapal dapat berasal dari dalam kapal itu sendiri dan dapat juga berasal dari luar. Gaya yang berasal dari dalam kapal berupa berat struktur kapal, berat permesinan dan berat muatan cargo. Sedangkan gaya yang berasal dari luar dapat seperti tekanan hidrostatis air laut pada badan kapal, ombak,

n. Semua gaya – gaya tersebut dapat diklasifikasikan menjadi dua yakni s dan gaya dinamis.(I Wayan Punduh, 2011)



Hidrodinamika klasik mengarahkan pada bagaimana bentuk pola aliran fluida yang melintasi suatu body seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1



Sumber : Suryo W. Adji, 2009

Gambar 2.1 Aliran *streamline* yang melintasi suatu *body*

Ketika fluida bergerak melintasi body, jarak antara *streamline* tersebut mengalami perubahan, dan kecepatan aliran fluida pun juga mengalami perubahan, hal ini disebabkan aliran massanya di dalam *streamlines* tersebut adalah konstan. Berdasarkan teorema Bernoulli maka hal ini juga berkaitan dengan adanya perubahan tekanan.

Gaya statis merupakan perbedaan antara berat (weight) dengan Buoyancy yang bekerja pada semua titik di sepanjang badan kapal, sedangkan gaya dinamis dihasilkan oleh gerakan kapal di laut serta bekerjanya angin dan ombak.

Baik gaya statis maupun dinamis yang bekerja pada struktur kapal dapat menimbulkan :

- Tekanan-tekanan memanjang atau longitudinal stresses.
- Tekanan-tekanan melintang atau transversal stresses.

Tekanan-tekanan lokal atau local stresses.



. Makin dalam posisi benda maka makin tebal zat cair di atas benda tersebut yang harus ditahan sehingga makin besar tekanan yang dirasakan benda. Tekanan jenis ini dinamakan *tekanan hidrostatik* (tekanan oleh zat cair yang diam). Sebuah pelat dengan luas S ditempatkan horisontal ke dalam zat cair. Pelat tersebut berada pada kedalaman h dari permukaan zat cair. Pelat tersebut menahan beban zat cair di atasnya.

Volume zat cair di atas pelat adalah

$$\rho V = hS \quad (1)$$

Jika ρ adalah massa jenis zat cair maka massa zat cair yang berada di atas pelat adalah

$$m = \rho V = \rho hS \quad (2)$$

Dengan demikian, berat zat cair yang ditahan pelat adalah

$$W = mg = \rho hSg \quad (3)$$

Tekanan zat cair yang dialami pelat menjadi:

$$\begin{aligned} I &= \frac{W}{S} \\ &= \rho gh \end{aligned} \quad (4)$$

dimana:

V = volume zat cair di atas pelat (m^3)

W = berat (kg)

S = luas permukaan

tekanan oleh zat cair (Pa);

massa jenis zat cair (kg/m^3);



g = percepatan gravitasi bumi (m/s²);

h = kedalaman posisi benda diukur dari permukaan zat cair (m)

Tekanan hidrostatis yang tertuang dalam persamaan (4) adalah tekanan yang semata-mata dihasilkan oleh zat cair yang diam, zat cair sama dengan jumlah tekanan di permukaan dan tekanan hidrostatis. Zat cair terbuka selalu mendapat tekanan atmosfer di permukaannya. Misalnya tekanan atmosfer di permukaan zat cair adalah P_0 maka tekanan di dalam zat cair pada kedalaman h adalah:

Tekanan total dalam fluida = tekanan atmosfer + tekanan hidrostatis

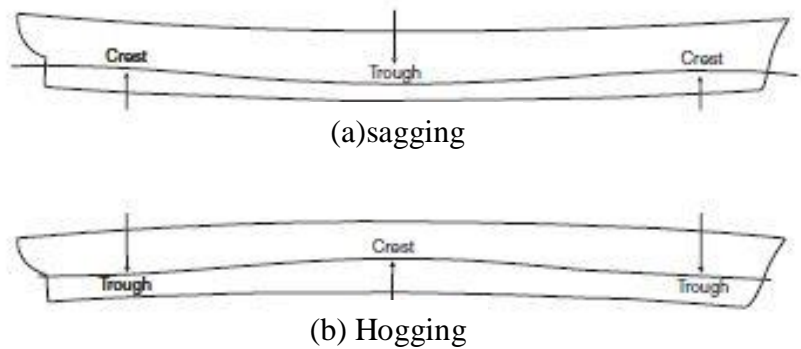
$$P = P_0 + \rho gh \quad (5)$$

Sebuah kapal yang mengapung di air tenang memiliki distribusi berat yang tidak rata. Distribusi daya apung juga tidak seragam karena penampang di bawah air tidak konstan. Berat total dan daya apung total tentu saja seimbang, tetapi pada setiap bagian akan menghasilkan resultan gaya, baik kelebihan daya apung atau kelebihan beban. Karena kapal itu tetap ada utuh ada kekuatan vertikal ke atas dan ke bawah yang cenderung mendistorsi kapal.

Longitudinal stress akibat bekerjanya beban statis dapat menyebabkan *bending moment*. Bending moment yang bekerja secara terus menerus sepanjang badan kapal cenderung membuat kapal bengkok. *Still water bending moment* (SWBM) ini menyebabkan kapal menerima salah satu dari dua kondisi ekstrim yang mungkin terjadi yaitu, :

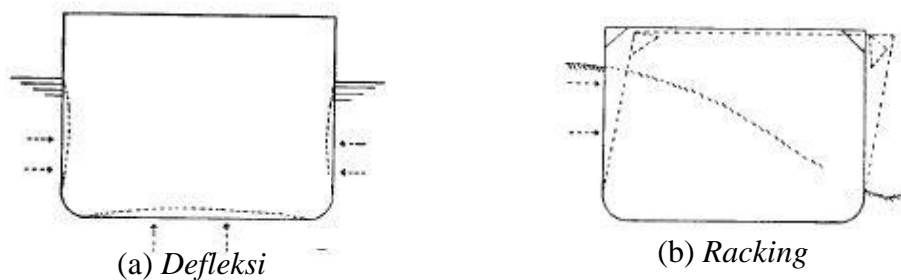


1. Apabila *bouyency force* pada daerah *midship* lebih besar daripada *weight* maka kapal akan melengkung ke atas atau “*hog*”, kondisi ini disebut *hogging*.
2. Sedangkan apabila berat pada *midship* lebih besar dari pada *bouyency force* maka kapal akan melengkung ke bawah atau “*sog*” dikatakan bahwa kapal mengalami *sagging*. (Eyres, 2001)



Gambar 2.2 *Bouyency Force*

Transverse stresses akibat adanya beban statis dan beban dinamis akan menyebabkan terjadinya defleksi dan racking.



Gambar 2.3. Transverse Stress akibat beban statis dan dinamis

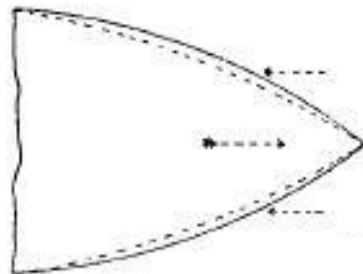
Local stresses mengakibatkan terjadinya *sliming* atau *pounding* dan panting. Pada buruk kapal mengalami gerak *heaving* dan *pitching* sehingga haluan

kapal mengalami keluar masuk air dengan *slamming effect*. *Slimming down* haluan dalam air dikenal dengan istilah *pounding*. (Pursey, 1998)



Gambar 2.4. *Pounding*

Gerakan gelombang sepanjang badan kapal menyebabkan terjadinya fluktuasi tekanan air pada struktur kapal atau plat kapal yang cenderung menyebabkan gerak keluar masuk plat kulit kapal atau *shell plating* yang disebut *panting*. (Pursey, 1998)



Gambar 2.5. *Panting*

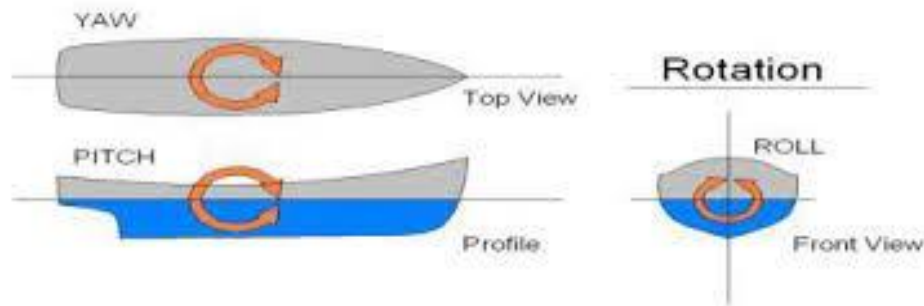
2. 3. Dinamika Kapal

Dinamika kapal (Seakeeping Performance) adalah kemampuan respon gerak kapal di gelombang. Oleh karena itu kemampuan ini jelas merupakan aspek penting dalam hal perancangan kapal (Ship Design). Pada perencanaan kapal, kualitas kapal merupakan bagian yang menjelaskan keadaan dimana kapal oleng gelombang pada tiap kondisi gelombang dapat diketahui secara pasti bahkan



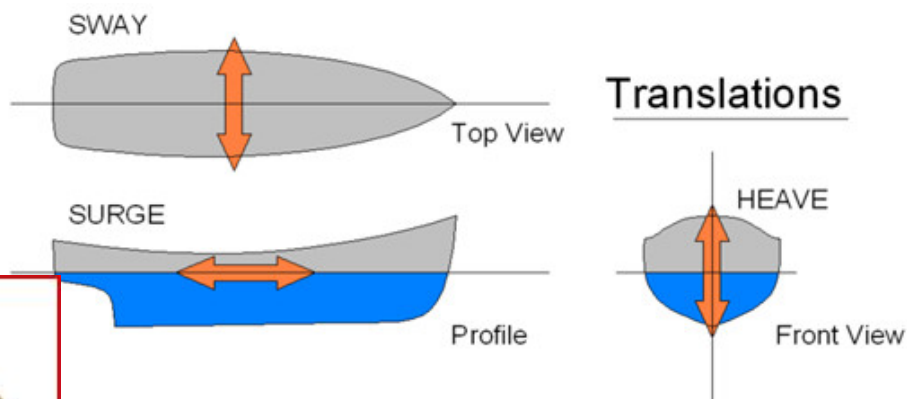
dalam kondisi ekstrim sekalipun. Pada dasarnya kapal yang berada diatas permukaan laut akan selalu memperoleh gaya external yang menyebabkan kapal bergerak (ship movement). Gerakan kapal ini disebabkan adanya 3 area dari luar terutama oleh gelombang. Dalam memperoleh perlakuan dan gelombang kapal mengalami 2 jenis gerak yaitu :

1. Gerakan rotasi, gerak ini merupakan gerak putaran meliputi: rolling, pitching, yawing seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. macam-macam gerak rotasi kapal

2. Gerakan linear, gerak ini merupakan gerak lurus beraturan sesuai dengan sumbunya meliputi: surging, swaying, heaving seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. macam-macam gerak translasi kapal



2. 4. Kesamaan Kinematis

Kesamaan kinematis antara model dan kapal lebih menitik beratkan pada hubungan antara kecepatan model dengan kecepatan kapal sebenarnya. Dengan adanya skala yang menunjukkan hubungan antara kecepatan model dan kecepatan kapal yang sebenarnya maka dapat dikatakan bahwa kesamaan kinematis bisa terpenuhi. (Rosmani, 2011)

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (6)$$

Atau :

$$\frac{V_m}{\sqrt{g \cdot L_m}} = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L_s}} \quad (7)$$

Dimana :

Fr = angka Froude

Ls = panjang kapal (m)

Lm = panjang model (m)

Vs = kecepatan kapal (m/dt)

Vm = kecepatan model (m/dt)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/dt²).

2. 5. Hydroelastic Body

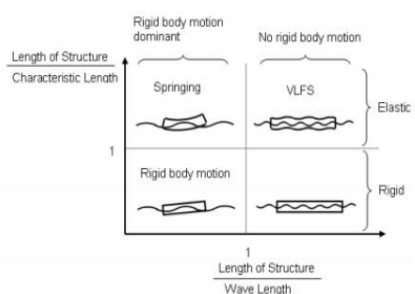
Sifat Kapal sebagai benda tegar yang merespons gelombang, sebagian besar menerapkan pendekatan Biasa, yakni bahwa proses desain harus dibagi menjadi prosedur berbeda antara hidrodinamika dan analisis semu-statis. Namun, menurut metode Benda tegar, Gerakan benda menyatakan bahwa struktur tidak mengalami

atau tekanan. Juga, konsep-konsep seperti Perubahan Bentuk, vibrasi, frekuensi, kelelahan, dll. tidak tercakup oleh Teori Benda Tegar



Karena itu penting bagi Teknik Perkapalan untuk menilai respons dari struktur kapal dengan menggambarkan perilaku keseluruhannya, dari sudut pandang dinamika berdasarkan penggabungan teori Struktur dan hidrodinamika.

Fakta bahwa struktur Mengapung adalah fleksibel/Lentur mungkin telah diterima secara intuitif sejak zaman kuno. Di literatur Keteknikan, gagasan bahwa kapal itu benar-benar struktur yang fleksibel dan dapat dimodelkan sebagai balok elastis diajukan dalam sebuah makalah oleh Inglis pada tahun 1929. Meskipun upaya awal ini, Hydroelastic Sebagai benda Mengapung adalah Teori yang relatif baru. Istilah ini muncul untuk pertama kalinya dalam literatur teknis pada tahun 1959 tentang teori aeroelastisitas pada pesawat terbang. Heller dan Abramson mengusulkan definisi Hydroelastic berkaitan dengan fenomena yang melibatkan interaksi timbal balik antara Inersia, gaya hidrodinamika dan elastisitas. Dari Definisi tersebut didapatkan perbedaan signifikan antara dua bidang yang berbeda sehubungan dengan efek permukaan bebas, sifat fluida, pengaruh kavitasi dan kecepatan relatif antara kapal dan fluida.

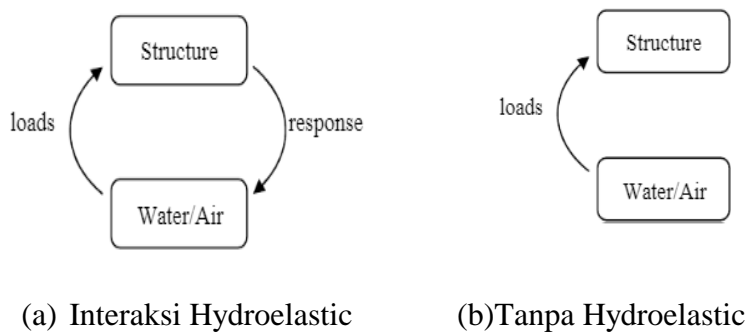


Gambar 2.8: Respon global untuk struktur apung



Hydroelastic dapat didefinisikan dengan cara yang sangat sederhana. Hydroelastic adalah interaksi antara Fluida dan struktur. Ketika Tekanan air

bekerja pada struktur dan struktur mengalami perubahan bentuk. Pada saat yang sama kecepatan deformasi struktural mempengaruhi tekanan di dalam air. Interaksi ini ditunjukkan pada Gambar 2.9.(a). Jika tidak ada Hydroelastic masalahnya diselesaikan dalam pendekatan dua Langkah terlihat pada gambar 2.9.(b). Pertama, beban hidrodinamik ditentukan dengan asumsi bahwa struktur yang melewati air adalah kaku . Kemudian, beban ini diterapkan ke struktur untuk menemukan respons struktural. Jadi tidak ada interaksi timbal balik antara respons struktural dan perilaku air.



Gambar 2.9. Interaksi struktur dengan air

2. 6. Bulbous Bows

Bulbous Bows adalah suatu bentuk konstruksi haluan yang berbentuk bulat telur yang ditempatkan pada linggi haluan bagian depan. Perbandingan model percobaan menunjukkan bahwa sebuah kapal yang dilengkapi dengan Bulbous bow dapat membutuhkan sedikit daya pendorong dan memiliki ketahanan yang jauh lebih baik karakteristik dari kapal yang sama tanpa menggunakan Bulbous bow.

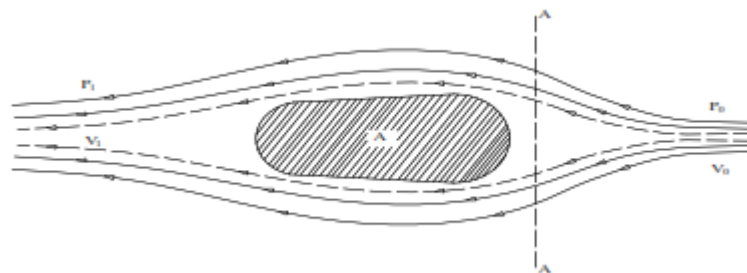


2011)

Bulbous bows pertama kali diperkenalkan pada tahun 1912 oleh angkatan laut Amerika Serikat, yang diperkenalkan oleh David Taylor. Namun hingga tahun 1950 tidak memperlihatkan perkembangan yang berarti. Bahkan pada batas waktu tersebut tidak pernah dijumpai pemakaiannya pada kapal-kapal barang.

Teori dasar dari sistem penggunaan bulbous bow merupakan aplikasi dari asas Bernoulli. Dari hasil penyelidikannya menunjukkan adanya perubahan kecepatan dan tekanan cairan. Misalnya suatu cairan melewati suatu benda A misalnya (Gambar 2.10), bila cairan mengalir dengan kecepatan V_0 dan tekanan P_0 maka sampai pada batas A – A terjadi pembelokan. Ternyata kecepatan V_1 bertambah besar akibat adanya penyempitan permukaan cairan disisi benda A. Sesuai dengan asas Bernoulli dengan membesarnya harga dari V_1 maka akan diikuti dengan penurunan harga dari P_1 . (Harnita, 2011)

$$P_0 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_0^2 = P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_1^2 \quad (6)$$



Gambar 2.10. Perubahan aliran pada Hukum Bernoulli

Dimana :

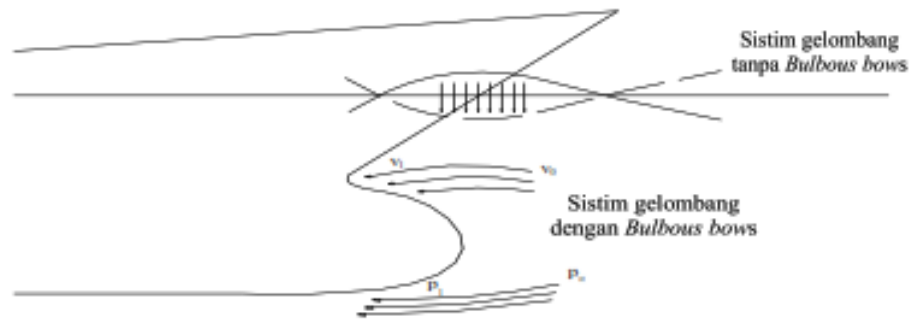
P_0 = tekanan zat cair sebelum melewati benda A

P_1 = tekanan zat cair setelah melewati benda A



V_0 = kecepatan zat cair sebelum melewati benda A

V_1 = kecepatan zat cair setelah melewati benda A



Gambar 2.11. Perubahan aliran gelombang akibat penggunaan *Bulbous bow*

Berdasarkan gambar 2.11. aliran air pada kapal tanpa *bulbous bow* tidak terjadi perubahan kecepatan dan tekanan cairan. Aliran air pada kapal dengan *bulbous bow* menunjukkan adanya perubahan kecepatan dan tekanan cairan setelah melewati suatu benda bulat (*bulbous bow*).

a. Dasar penentuan ukuran *Bulbous bows*

Untuk menentukan ukuran dari *Bulbous bows* ini didasarkan dari beberapa faktor, yaitu jenis kapal, daerah pelayaran kapal, kelangsingan kapal serta ukuran dari kapal itu sendiri. Dalam buku : “*Ship Design*” dari Mitsui Eng and Ship Building Co,Ltd halaman 38 memberikan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$\text{Luas } \textit{Bulbous bow} \quad aB = 0,04 + 0,07 B \quad (8)$$

$$\text{tinggi } \textit{Bulbous bow} \quad LB = (3,1 - 1,3 E) \% L \quad (9)$$

$$\text{Penunjuk } E = (B/L) / (1,3 (1 - C_b) + 0,031 LCB). \quad (10)$$



Ukuran dari *bulbous bow* ini biasanya dinyatakan dalam bentuk harga perbandingan atau persentase antara luas Bulbous terhadap luas penampang tengah kapal.

Dari sumber berbeda yaitu buku : “*Ship Design for Efficiency and Economy*” oleh H.Scheenluth pada halaman 51 – 52 menyarankan bahwa panjang *bulbous bows* dari garis tegak depan berkisar 20% dari lebar kapal dan tidak boleh melebihi dari panjang forecastle deck.

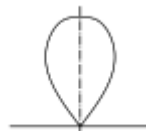
b. Bentuk – bentuk Bulbous Bows

Pemilihan bentuk untuk suatu kapal tergantung dari beberapa faktor, antar lain:

- Kondisi perairan
- Lebar kapal, panjang kapal, kelangsingan kapal.

Tesis “Pengaruh *Bulbous bows* Terhadap Horse Power” oleh Ir. Mansyur Hasbullah, M. Eng. membagi bentuk *Bulbous bows* yang berpengaruh terhadap *Horse Power* yaitu:

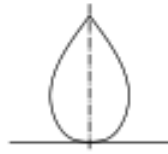
1. Bentuk titik air terbalik ; Bentuk ini sangat cocok untuk kapal-kapal yang bergelombang. Bentuk ini sering dikombinasikan pada kapal-kapal yang bergading “V” yang digunakan pada kapal-kapal berkecepatan tinggi.



Gambar 2.12. *Bulbous bow* bentuk titik air terbalik

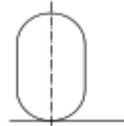
Bentuk titik air bergantung; Bentuk ini, sesuai dengan kapal-kapal yang berlayar pada daerah yang kurang menghadapi hempasan gelombang yang besar.





Gambar 2.13. *Bulbous bow* bentuk titik air bergantung

3. Bentuk Elips; Bentuk Bulbous yang ketiga ini lebih banyak digunakan pada kapal-kapal yang bentuk gadingnya “U” atau kapal-kapal yang berukuran gemuk.



Gambar 2.14. *Bulbous bow* bentuk elips

c. Pengaruh *bulbous bow* Pada Karakteristik Kapal

Pengaruh *Bulbous bow* dapat memberikan dampak dalam mendesain kapal, konstruksi kapal, pembuatan kapal dan pengoperasian kapal yang berkaitan dengan karakteristik seakeeping, tahanan dalam berlayar, karakteristik propulsi, *effective drag*, trim dan lain-lain. (Harnita, 2011)

Perubahan permintaan *power* dengan *Bulbous bow* yang bertentangan dengan normal bow dapat ditunjukkan sebagai berikut : (Harnita, 2011)

1. Perubahan dalam tekanan tarik yang disebabkan oleh efek pemindahan gelembung dan efek sirip.

Perubahan dalam tahanan pemecah gelombang.

Peningkatan tahanan gesek.



4. Perubahan efisiensi propulsi yang dipengaruhi oleh koefisien daya dorong dan keseragaman percepatan aliran.

2. 7. Towing Tank

Towing tank adalah tanki percobaan yang berisi air tawar (tidak digunakan air asin dengan alasan kerusakan alat / model), berbentuk empat persegi panjang. Towing tank umumnya digunakan untuk mengetes tahanan dengan menggunakan model yang bergerak dalam tanki pada kecepatan tertentu sepanjang tanki. (Djabbar, 2011)

Ada beberapa tipe *towing tank* yang biasa digunakan dalam percobaan model, yakni sebagai berikut : (Djabbar, 2011)

1. Towing tank dengan beban atau gravitasi

Tangki ini dilengkapi dengan tali (senar) yang mengelilingi rol atau katrol, masing-masing saling berlawanan pada ujung katrol. Salah satu katrol bertindak sebagai pengemudi dan lainnya sebagai pengikat atau pengantar.

Katrol pengemudi ini mempunyai poros pada axisnya, proyeksi, proyeksi dari poros pada kedua sisinya. Salah satu sisi poros menahan tali pengikat sistem pemberat dan yang lainnya menahan bobot lawan. Tahanan dapat diketahui dengan menggunakan sistem pembebanan dengan memakai gaya pemberat melalui katrol, dimana pembebanan pada piringan bobot mula lebih berat dari bobot lawan.

pabila model yang ditarik bergerak pada kecepatan konstan dibawah gaya gaya tersebut sama dengan tahanan total model pada kecepatan tersebut.



2. Towing tank dengan kereta penarik

Model dikemudikan oleh mesin dan dilengkapi dengan penarik yang berlawanan arah dengan model yang berada dibawahnya. Kereta penarik tersebut membawa



Gambar 2.15. Kolam Uji

alat yang dapat mengukur dan mencatat kecepatan pelayaran model yang bergerak di air. Berikut beberapa gambar tangki percobaan, termasuk alat penarik model :



Gambar 2.16. Alat Penarik Model

2. 8. Piezoelectric Device

Piezoelectric merupakan sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik atau sebaliknya berdasarkan efek piezoelectric. Efek piezoelectric ini pertama kali ditemukan di Perancis pada tahun

1880 oleh dua fisikawan yang bernama Pierre Curie dan Jacques Curie. Nama “piezo”

berasal dari Bahasa Yunani yang artinya Tekanan



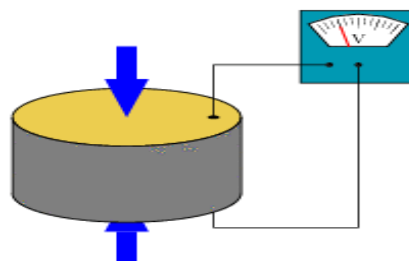


Gambar 2.17. piezoelectronic device

2.8.1 Prinsip Kerja Piezoelectric

Prinsip kerja piezoelectric sendiri pada dasarnya adalah terdiri dari dua bidang berdempet. Yang mana diantara bidang tersebut akan menghasilkan dipole yang terinduksi molekul yang terdiri dari berbagai struktur kristal tergantung dari pada bidang tersebut.

Ketika piezoelectric mengalami tekanan yang sengaja, maka akan menghasilkan gaya listrik pada bidang piezo sehingga akan menghasilkan tegangan listrik pada kedua bagian tersebut. Artinya bahwa ketika bidang piezo diberikan tekanan berupa ketukan misalnya, maka energi mekanik tersebut akan diubah menjadi energi listrik.



Gambar 2.18. Prinsip kerja piezoelectric

