

**ANALISIS TAHANAN KAPAL *PURSE SEINE*
AKIBAT REDESAIN PALKA IKAN
PADA PERTIMBANGAN KEARIFAN LOKAL
DI KABUPATEN SINJAI**

TESIS

NURAYU PRATIWI



**PROGRAM STUDI ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**ANALISIS TAHANAN KAPAL *PURSE SEINE*
AKIBAT REDESAIN PALKA IKAN
PADA PERTIMBANGAN KEARIFAN LOKAL
DI KABUPATEN SINJAI**

**NURAYU PRATIWI
L01221010**

TESIS

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

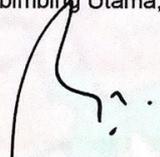
LEMBAR PENGESAHAN

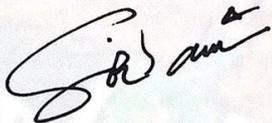
Judul Tesis : Analisis Tahanan Kapal Purse Seine Akibat Redesain Palka Ikan pada Pertimbangan Kearifan Lokal di Kabupaten Sinjai
Nama Mahasiswa : Nurayu Pratiwi
Nomor Pokok : L012201010
Program Studi : Ilmu Perikanan

Tesis telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,


Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si
NIP. 10690605 199303 2 002


Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT
NIP. 19730206200012 1 002

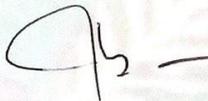
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Ketua Program Studi
Ilmu perikanan,



Sandjani, S.P., M.P., Ph.D
NIP. 19750611 2003312 1 003


Dr. Ir. Badraeni, M.P
NIP. 1965023 199103 2 001

Tanggal Lulus: 13 Maret 2023

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurayu Pratiwi

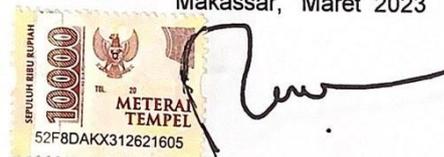
NIM : L012201010

Program Studi : Ilmu Perikanan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Tesis dengan Judul: "Analisis Tahanan Kapal Purse Seine Akibat Redesain Palka Ikan pada Pertimbangan Kearifan Lokal di Kabupaten Sinjai" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, Maret 2023



Nurayu Pratiwi
L012201010

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurayu Pratiwi

NIM : L012201010

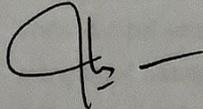
Program Studi : Ilmu Perikanan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Tesis ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

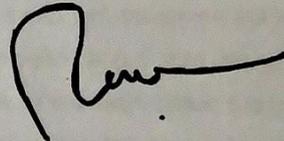
Makassar, Maret .2023

Mengetahui,
Ketua Prodi



Dr. Ir. Badraeni, M. P
NIP. 1965023 199103 2 001

Penulis



Nurayu Pratiwi
L012201010

ABSTRAK

Nurayu Pratiwi. L012201010. Analisis Tahanan Kapal Purse Seine Akibat Redesain Palka Ikan pada Pertimbangan Kearifan Lokal di Kabupaten Sinjai. Dibimbing oleh **St. Aisjah Farhum** dan **Suandar Baso**.

Pengembangan dan perencanaan kapal perikanan yang baik harus mampu memperkirakan tahanan kapal saat melakukan operasi penangkapan. Desain kapal perikanan tradisional dengan pendekatan keilmuan pada aspek hidrodinamika tahanan kapal dilakukan guna dapat menjamin keselamatan kapal perikanan tradisional. Informasi tahanan akan digunakan sebagai acuan penentuan mesin utama dan bantu di mana mesin terpilih harus cocok dengan kebutuhan gaya dorong pada kecepatan tertentu. Di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan diperoleh informasi terkait desain kapal purse seine, terdapat palka ikan yang berada di atas deck kapal. Hal itu dilakukan karena rendahnya draft kapal, sehingga berdampak pada tahanan kapal yang kurang diperhitungkan. Penelitian ini akan meredesain kapal purse seine di Sinjai yang memiliki bangunan palka di atas deck kapal tanpa mengubah bentuk haluan dan buritan kapal purse seine agar memiliki nilai tahanan yang lebih baik dalam dua kondisi muatan yakni muatan kosong dan muatan penuh kapal. Waktu dan tempat penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Juni 2022 di Kabupaten Sinjai. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah metode sampling secara sengaja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai sebelum dan setelah redesain tidak mengalami perubahan signifikan atau hasil yang didapatkan sama dengan menggunakan analisis *maxsurf resistance*, namun untuk sampel setelah dilakukan redesain lebih baik karena palka yang di atas dek yang mengambil sebagian wilayah di atas dek telah dipindahkan kebawah untuk mengisi kekosongan di bawah dek serta memberi ruang yang luas di atas dek agar para ABK leluasa dalam menjalankan tugas saat operasi penangkapan ikan dan juga memungkinkan nilai stabilitas yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan kapal sebelum redesain. Dengan hasil simulasi trim kapal 2 dan 3 setelah redesain mengalami *trim by the head* dapat meningkatkan nilai *resistance* kapal saat kondisi muatan kosong sedangkan trim by the stern saat kondisi muatan penuh, sedangkan kapal 1 mengalami *trim by the stern*.

Kata kunci: Redesain, *Resistance*, Palka Ikan, *Power*, *Trim*, *Purse Seine*

ABSTRACT

Nurayu Pratiwi. L012201010. Resistance Analysis of Purse Seine Ship Due to Redesign of Fish Hold in Consideration of Local Wisdom in Sinjai Regency. Supervised by **St. Aisjah Farhum** and **Suandar Baso**.

The development and planning of a good fishing boat must be able to reduce the ship's resistance when carrying out fishing operations. design of traditional fishing boats with a scientific approach to the hydrodynamic aspects of the ship which is carried out to ensure the safety of traditional fishing boats. The comfort information will be used as a reference for the main and auxiliary engine bearings where the selection of the engine must match the thrust requirements at a certain speed. In Sinjai Regency, South Sulawesi, information was obtained regarding the design of purse seine vessels, where there were fish on the deck of the ship. This was done because the ship's draft was low, so the impact on the ship's resistance was not taken into account. This research will redesign the purse seine in Sinjai which has a hatch on the ship's deck without changing the shape of the bow and stern of the purse seine so that it has a better resistance value in two loading conditions, namely empty and fully loaded. The time and place of this research was carried out in January-June 2022 in Sinjai Regency. The sampling method used is a deliberate sampling method. The results showed that the values before and after the redesign did not experience significant changes or the results obtained were the same as using the maxsurf resistance analysis, but the samples after the redesign were better because the hatch above the deck which took up part of the area above the deck has been moved down to fill below the deck and provide ample space above the deck so that the crew can freely carry out their duties during fishing operations and also allow for a better stability value compared to the ship before the redesign. With the simulation results, ship trim 2 and 3 after redesign experience trim by the head can increase the resistance value of the ship when the load is empty, while trim by the stern when the condition is full, while ship 1 experiences trim by the stern.

Keywords: Redesign, Durability, Fish Hold, Power, Trim, Purse Seine

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyelesaian tugas akhir ini memerlukan proses yang panjang, mulai dari awal persiapan hingga tahap akhir perampungan, tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang ditemukan dan tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, oleh karena itu saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu tercinta, Ir. Alimuddin HS dan Muliati yang telah mencurahkan segala kasih sayangnya, tak ada yang bisa membalas pengorbanan mereka dalam mendidik dan membesarkan penulis hingga menjadi seperti ini, semoga Allah menyempatkan penulis untuk berbakti kepada mereka dan membanggakan mereka
2. Ibu Dr. Ir. Badraeni, M.P. Selaku ketua Departemen Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin.
3. Ibu St. Aisjah Farhum selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Eng. Suandar Baso, ST, MT selaku pembimbing II sekaligus Ketua Departemen Teknik Perkapalan yang telah banyak memberikan ide serta meluangkan banyak waktu untuk membantu dan membimbing dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Najamuddin, M. Sc., Bapak Dr. Ir. Alfa Filep Petrus Nelwan, dan Bapak Dr. Ir. Andi Assir Marimba, M.Sc. Selaku dosen penguji yang banyak memberikan masukan untuk menyempurnakan tesis ini.
5. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas ilmu kelautan dan perikanan Universitas Hasanuddin.
6. Kepada saudara-saudaraku Dewi Kusumawati A.Md. AB. S.E., Putri Zri Wulandari, Dan Rezky Amelia Putri Ali yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan semangat kepada penulis dalam berbagai hal baik, selama penulis melaksanakan studi
7. Kepada kak Akbar aziz ST, MT yang telah memberikan masukan untuk menyempurnakan tesis ini.
8. Kepada sahabat-sahabatku (Till Jannah) Sri Hartina, Rezkianti A.Md, Tra ANT III., Mihra A.Md., Alma Christin Maingak S.Th., Nurfadillah Abidin S.P, St. Saebiah S.Pd, Nurwanah S.Pd dan Wahyuni S.AK. Terima kasih telah memberikan semangat selama penulis menuntut ilmu di jurusan perkapalan.
9. Kepada patner seperjuangan tesis Fina Fatwasari S.Pi. Terima kasih atas kebersamaannya dalam penelitian.

10. Kepada adik-adik di Labo. Hidrodinamika Kapal Teknik perkapalan universitas hasanuddin. Terima kasih atas dorongan, motivasi, dan semangat kepada penulis dalam berbagai hal baik.
11. Senior, Junior, dan teman-teman seangkatan di Jurusan Ilmu Perikanan FIKP-UH, serta pihak-pihak lain yang turut membantu terselesaikannya penelitian ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis berharap agar tesis ini bermanfaat dan memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan. Atas segala doa, dukungan dan jasa dari pihak yang membantu penulis, semoga mendapat berkat-Nya, Aamiin.

Makassar, Maret 2023

Nurayu Pratiwi

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ .

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah subhanahu wa ta'ala atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Analisis Tahanan Kapal *Purse seine* Akibat Redesain Palka Ikan Pada Pertimbangan Kearifan Lokal di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan”.

Banyak hal yang patut untuk penulis syukuri atas segala nikmat yang diberikan karena dengannya segala urusan dapat terselesaikan sesuai rencana-Nya, dan kita sebagai hamba-Nya mengetahui Allah subhanahu wa ta'ala memberikan apa yang kita butuhkan bukan apa yang kita inginkan. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Pembawa Risalah yang Agung Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wa sallam, beserta keluarganya, sahabat-sahabatnya, dan orang-orang yang senantiasa konsisten dalam menjalankan risalah yang dibawanya sampai malaikat maut menjemputnya.

Penulisan Thesis penelitian ini merupakan sebuah tugas dalam prosesi pendidikan di perguruan tinggi, guna meraih gelar Magister pada Program Studi Ilmu Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan, sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang dan penulis berharap agar Tesis ini dapat memberi manfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

BIODATA PENULIS



NURAYU PRATIWI dilahirkan pada tanggal 16 April 1997 di Sinjai. Orang tua bernama Alimuddin (ayah) dan Muliati (ibu). Jenjang pendidikan mulai dari Sekolah Dasar (SD) di Sekolah Dasar Negeri 21 Maleleng tahun 2003-2009, kemudian dilanjutkan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Pangkajene tahun 2009-2012 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 3 Pangkajene jurusan IPA tahun 2012-2015. Melalui Jalur Mandiri pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan (FIKP) Universitas Hasanuddin pada program studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan (PSP). Selama kuliah penulis tercatat sebagai Keluarga Mahasiswa Perikanan (KEMAPI) Universitas Hasanuddin, tercatat sebagai Keluarga Angkatan Delapan Unit Kegiatan Mahasiswa Keilmuan dan Pnelaran Ilmiah (UKMKPI) Universitas Hasanuddin pada tahun 2016, tercatat sebagai Keluarga Angkatan Forhend Unit Kegiatan Mahasiswa Bulutangkis (UKMB) Universitas Hasanuddin pada tahun 2016, tercatat sebagai anggota Aquatic Study Club Makassar (ASCM) serta pernah tercatat sebagai pengurus pada periode 2016 – 2017 dibidang Keilmuan, tercatat sebagai anggota Ikatan Pemuda Pelajar Mahasiswa Pangkep (IPPMP) Universitas Hasanuddin pada tahun 2017-2018 di devisi pengkaderan, tercatat sebagai juara 2 Pertandingan Internal (ganda putri) Unit Kegiatan Mahasiswa Bulutangkis (UKMB) Universitas Hasanuddin pada tahun 2017, tercatat sebagai finalis pendanaan Mahasiswa Wirausaha Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) Universitas Hasanuddin pada tahun 2017, tercatat sebagai semifinalis LKTI EPSILON yang di selenggarakan oleh Fakultas Nuklir dan Teknik Fisika Universitas Gadjadara Pada tahun 2018, tercatat sebagai semifinalis LKTI TRACIVAL yang di selenggarakan oleh Unit Kegiatan Mahasiswa Tirtayasa Research and Academic Society (UKM TRANS) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Pada tahun 2018, tercatat menyelesaikan studi sarjana 1 Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan (FIKP) Jurusan Perikanan Prodi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan (PSP) Universitas Hasanuddin pada tahun 2019, tercatat sebagai relawan dan tim pengajar Wira-Madya PMR di KSR PMI Kab. Pangkep pada tahun 2021 sampai sekarang, dan tercatat melanjutkan studi sarjana 2 di Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan (FIKP) Universitas Hasanuddin, Jurusan Ilmu Perikanan pada tahun 2021 - sekarang.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Kerangka Pemikiran	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. <i>Purse seine</i>	6
B. Hidrostatik Kapal	9
C. <i>Resistance</i> kapal	13
D. Aplikasi <i>Maxsurf</i>	20
E. Aliran Fluida	23
F. Metode <i>Wyman</i>	24
G. Hukum Perbandingan Model Kapal	26
H. Trim Kapal	35
III. METODE PENELITIAN	40
A. Tempat dan Waktu Penelitian	40
B. Bahan dan Alat	41
C. Pengumpulan Data	41
D. Pengolahan Data	42
IV. HASIL	52
A. Redesain kapal <i>Purse Seine</i> di TPI Lappa	52
B. Hidrostatik Kapal <i>Purse Seine</i> di TPI Lappa	57
C. <i>Resistance</i> Kapal <i>Purse Seine</i> di TPI Lappa	66
D. Penurunan Bahan Bakar Kapal <i>Purse Seine</i> di TPI Lappa	81
E. Trim Kapal <i>Purse Seine</i> TPI Lappa	96

V. PEMBAHASAN	115
A. <i>Redesain</i> kapal Purse Seine di TPI Lappa	115
B. Hidrostatik Kapal Purse Seine di TPI Lappa	118
C. <i>Resistance</i> Kapal <i>Purse Seine</i> di TPI Lappa	123
D. Penurunan Bahan Bakar Kapal <i>Purse Seine</i> di TPI Lappa	124
E. Trim Kapal Purse Seine TPI Lappa.....	127
VI. PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
A. Kesimpulan	130
B. Saran.....	131
DAFTAR PUSTAKA.....	132

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Kapal <i>Purse Seine</i> di Kabupaten Sinjai	3
2. Proses <i>Hauling</i> kapal dengan menggunakan alat tangkap <i>Purse Seine</i>	8
3. <i>Waterline</i>	10
4. <i>Midship Section</i>	11
5. <i>Block Coefficient</i>	11
6. <i>Prismatic Coefficient</i>	12
7. Kapal yang sedang melawan arus	14
8. Gaya yang bekerja pada kapal	15
9. Aliran <i>Streamline</i> yang Melintasi Suatu <i>Body</i>	18
10. Contoh aliran <i>fluida sub-marged</i>	20
11. Tampilan <i>workspace</i> pada <i>maxsurf pro</i>	21
12. Tampilan <i>workspace</i> pada <i>maxsurf resistance</i>	23
13. Plot kontur <i>Re</i> berbasis panjang untuk rentang panjang model / tambahan	32
14. Lokasi stud sebagai stimulator turbulensi (Hughes dan Allan, 1951)	33
15. Proses pergeseran benda secara longitudinal	35
16. Pembagian <i>trim</i> Kapal	36
17. Kapal <i>even keel</i>	37
18. Peta lokasi penelitian	40
19. Tampilan saat membuka <i>file</i> pada <i>software maxsurf resistance</i>	43
20. Tampilan pemilihan <i>surface to measure</i>	43
21. Tampilan pemilihan <i>methods</i>	44
22. Tampilan pemilihan <i>speed</i> (13 kn)	44
23. Tampilan pemilihan <i>efficiency</i> (70%)	45
24. Tampilan pemilihan <i>calculate free surface</i>	45
25. Data nilai tahanan hasil perhitungan menggunakan metode <i>Wyman</i>	46
26. Tampilan untuk membuka <i>file</i> kapal	47
27. Tampilan setelah pemblokkan kapal untuk di <i>trimkan</i>	47
28. Tampilan pemasukan nilai derajat <i>trim, midship dan DWL</i> kapal	48
29. Tampilan hasil <i>trim</i> kapal	48
30. Tampilan <i>save design</i> setelah <i>trim</i> di <i>maxsur modeler</i>	49
31. Tampilan <i>open file</i> di <i>maxsurf resistance</i>	49

32. Tampilan analisis <i>resistance</i> setelah <i>trim</i> kapal	50
33. Tampilan <i>trim</i> kapal	50
34. Diagram analisis data penelitian	51
35. <i>General arrangement</i> sampel kapal <i>purse seine</i> sebelum redesain	53
36. <i>General arrangement</i> sampel kapal <i>purse seine</i> setelah redesain	53
37. <i>Linesplan</i> sampel sebelum redesain kapal 1 nelayan <i>purse seine</i> Sinjai.....	54
38. <i>Linesplan</i> sampel sebelum redesain kapal 2 nelayan <i>purse seine</i> Sinjai.....	54
39. <i>Linesplan</i> sampel sebelum redesain kapal 3 nelayan <i>purse seine</i> Sinjai	55
40. <i>Linesplan</i> sampel setelah redesain kapal 1 nelayan <i>purse seine</i> Sinjai.....	55
41. <i>Linesplan</i> sampel setelah redesain kapal 2 nelayan <i>purse seine</i> Sinjai.....	56
42. <i>Linesplan</i> sampel setelah redesain kapal 3 nelayan <i>purse seine</i> Sinjai.....	56
43. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 1 sebelum redesain kondisi muatan kosong	67
44. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 1 setelah redesain kondisi muatan kosong	68
45. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 1 sebelum redesain kondisi muatan penuh	69
46. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 1 setelah redesain kondisi muatan penuh	71
47. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 2 sebelum redesain kondisi muatan kosong	72
48. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 2 setelah redesain kondisi muatan kosong	73
49. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 2 sebelum redesain kondisi muatan penuh	74
50. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 2 setelah redesain kondisi muatan penuh	76
51. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 3 sebelum redesain kondisi muatan kosong	77
52. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 3 setelah redesain kondisi muatan kosong	78
53. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 3 sebelum redesain kondisi muatan penuh	79
54. Kurva hasil <i>running resistance</i> kapal 3 setelah redesain kondisi muatan penuh.	81
55. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 1 sebelum redesain kondisi muatan kosong	82
56. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 1 setelah redesain kondisi muatan kosong.....	83
57. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 1 sebelum redesain kondisi muatan penuh	85
58. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 1 setelah redesain kondisi muatan penuh	86
59. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 2 sebelum redesain kondisi muatankosong	87
60. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 2 setelah redesain kondisi muatan kosong.....	88
61. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 2 sebelum redesain kondisi muatan penuh	90
62. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 2 setelah redesain kondisi muatan penuh	91
63. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 3 sebelum redesain kondisimuatan kosong	92
64. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 3 setelah redesain kondisimuatankosong.....	94
65. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 3 sebelum redesain kondisi muatan penuh	95
66. Kurva hasil <i>running power</i> Kapal 3 setelah redesain kondisi muatan penuh	96
67. Kurva hasil <i>running trim</i> buritan kapal 1 kondisi muatan kosong	98

68. Kurva hasil <i>running trim</i> haluan kapal 1 kondisi muatan kosong	99
69. Kurva hasil <i>running trim</i> buritan kapal 1 kondisi muatan penuh	101
70. Kurva hasil <i>running trim</i> haluan kapal 1 kondisi muatan penuh	102
71. Kurva hasil <i>running trim</i> buritan kapal 2 kondisi muatan kosong	104
72. Kurva hasil <i>running trim</i> haluan kapal 2 kondisi muatan kosong	105
73. Kurva hasil <i>running trim</i> buritan kapal 2 kondisi muatan penuh	107
74. Kurva hasil <i>running trim</i> haluan kapal 2 kondisi muatan penuh	108
75. Kurva hasil <i>running trim</i> haluan kapal 3 kondisi muatan kosong	110
76. Kurva hasil <i>running trim</i> buritan kapal 3 kondisi muatan kosong	111
77. Kurva hasil <i>running trim</i> haluan kapal 3 kondisi muatan penuh	113
78. Kurva hasil <i>running trim</i> buritan kapal 3 kondisi muatan penuh	114

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Parameter yang digunakan pada saat pembuatan model kapal	27
2. Bahan dan alat yang digunakan pada saat mengukur kapal <i>purse seine</i>	41
3. Ukuran dimensi utama kapal <i>purse seine</i> di TPI Lappa	52
4. Nilai rasio dimensi utama kapal <i>purse seine</i> di TPI Lappa Sinjai	52
5. Besaran hidrostatis Kapal 1 sebelum redesain pada kondisi muatan kosong	57
6. Besaran hidrostatis Kapal 1 setelah redesain pada kondisi muatan kosong..	57
7. Besaran hidrostatis Kapal 1 sebelum redesain pada kondisi muatan penuh..	58
8. Besaran hidrostatis Kapal 1 setelah redesain pada kondisi muatan penuh....	59
9. Besaran hidrostatis Kapal 2 sebelum redesain pada kondisi muatan kosong	59
10. Besaran hidrostatis Kapal 2 setelah redesain pada kondisi muatan kosong ...	60
11. Besaran hidrostatis Kapal 2 sebelum redesain pada kondisi muatan penuh..	61
12. Besaran hidrostatis Kapal 2 setelah redesain pada kondisi muatan penuh....	61
13. Besaran hidrostatis Kapal 3 sebelum redesain pada kondisi muatan kosong	62
14. Besaran hidrostatis Kapal 3 setelah redesain pada kondisi muatan kosong ..	63
15. Besaran hidrostatis Kapal 3 sebelum redesain pada kondisi muatan penuh..	63
16. Besaran hidrostatis Kapal 3 setelah redesain pada kondisi muatan penuh....	64
17. <i>Coefficient of fineness</i> sampel kapal muatan kosong.....	65
18. <i>Coefficient of fineness</i> sampel kapal muatan penuh	65
19. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 1 sebelum redesain kondisi muatan kosong..	66
20. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 1 setelah redesain kondisi muatan kosong....	67
21. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 1 sebelum redesain kondisi muatan penuh ...	68
22. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 1 setelah redesain kondisi muatan penuh	70
23. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 2 sebelum redesain kondisi muatan kosong..	71
24. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 2 setelah redesain kondisi muatan kosong....	72
25. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 2 sebelum redesain kondisi muatan penuh ...	73
26. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 2 setelah redesain kondisi muatan penuh	75
27. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 3 sebelum redesain kondisi muatan kosong..	76
28. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 3 setelah redesain kondisi muatan kosong....	77
29. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 3 sebelum redesain kondisi muatan penuh ...	78
30. Hasil <i>running resistance</i> Kapal 3 setelah redesain kondisi muatan penuh	80
31. Hasil <i>running power</i> Kapal 1 sebelum redesain kondisi muatan kosong	81
32. Hasil <i>running power</i> Kapal 1 setelah redesain kondisi muatan kosong	82
33. Hasil <i>running power</i> kapal 1 sebelum redesain kondisi muatan penuh.....	83

34. Hasil <i>running power</i> Kapal 1 setelah redesain kondisi muatan penuh	85
35. Hasil <i>running power</i> Kapal 2 sebelum redesain kondisi muatan kosong	86
36. Hasil <i>running power</i> Kapal 2 setelah redesain kondisi muatan kosong	87
37. Hasil <i>running power</i> Kapal 2 sebelum redesain kondisi muatan penuh	89
38. Hasil <i>running power</i> Kapal 2 setelah redesain kondisi muatan penuh	90
39. Hasil <i>running power</i> Kapal 3 sebelum redesain kondisi muatan kosong	91
40. Hasil <i>running power</i> Kapal 3 setelah redesain kondisi muatan kosong	93
41. Hasil <i>running power</i> Kapal 3 sebelum redesain kondisi muatan penuh	94
42. Hasil <i>running power</i> Kapal 3 setelah redesain kondisi muatan penuh	95
43. Hasil <i>running trim</i> buritan Kapal 1 kondisi muatan kosong	97
44. Hasil <i>running trim</i> haluan kapal 1 kondisi muatan kosong	98
45. Hasil <i>running trim</i> buritan kapal 1 kondisi muatan penuh	99
46. Hasil <i>running trim</i> haluan kapal 1 kondisi muatan penuh	101
47. Hasil <i>running trim</i> haluan kapal 2 kondisi muatan kosong	102
48. Hasil <i>running trim</i> haluan kapal 2 kondisi muatan kosong	104
49 Hasil <i>running trim</i> buritan kapal 2 kondisi muatan penuh	105
50. Hasil <i>running trim</i> haluan kapal 2 kondisi muatan penuh	107
51. Hasil <i>running trim</i> haluan kapal 3 kondisi muatan kosong	108
52. Hasil <i>running trim</i> buritan kapal 3 kondisi muatan kosong	110
53. Hasil <i>running trim</i> haluan kapal 3 kondisi muatan penuh	111
54. Hasil <i>running trim</i> buritan kapal 3 kondisi muatan penuh	113

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil <i>Running Wyman</i> Sampel Kapal 1 Muatan Kosong.....	136
2. Hasil <i>Running Wyman</i> Sampel Kapal 1 Muatan Penuh	137
3. Hasil <i>Running Wyman</i> Sampel Kapal 2 Muatan Kosong	138
4. Hasil <i>Running Wyman</i> Sampel Kapal 2 Muatan Penuh	139
5. Hasil <i>Running Wyman</i> Sampel Kapal 3 Muatan Kosong	140
6. Hasil <i>Running Wyman</i> Sampel Kapal 3 Muatan Penuh	141
7. Hasil <i>Running Trim Wyman</i> Sampel Kapal 1 yang kritis	142

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di Indonesia, proses pembuatan kapal ikan tradisional telah dilakukan pengalaman secara turun-temurun tanpa mempertimbangkan kaidah-kaidah dan aturan-aturan arsitektur perkapalan serta *standar International Maritime Organization (IMO)*. Oleh karena itu, proses pembuatan kapal ikan secara tradisional tersebut perlu didekatkan pada ilmu perkapalan dan juga aturan-aturan yang terkait dengan keselamatan kapal. Selain aspek keselamatan, beberapa aspek terkait dengan hidrodinamika kapal juga menjadi perhatian serius untuk pengembangan kapal perikanan walaupun dibangun secara tradisional.

Beberapa studi telah dilakukan terkait dengan hidrodinamika kapal perikanan tradisional. Stabilitas, hambatan dan olah gerak kapal ikan *multipurpose net/line hauler* 20 GT telah dikaji berdasarkan ukuran dan bentuk kasko kapal (Fadillah, *et. al.*, 2019) Menyatakan, nilai B/d mempengaruhi sebuah hambatan kapal, semakin besar nilai rasio tersebut maka nilai hambatan cenderung kecil. Selain itu, hasil studi menyatakan bahwa hambatan lambung dengan tipe *hard-chine* lebih kecil dibandingkan dengan tipe *round-U*. Studi karakteristik hidrodinamika kapal ikan tradisional untuk mengetahui kemampuan kapal bertahan dalam kondisi berbahaya saat beroperasi, dimana *resistance* dan *seakeeping* kapal ikan tradisional tersebut dievaluasi akibat pengaruh dari bentuk body kapal (Puspita & Utama, 2017). Karakteristik tahanan kapal ikan tradisional jenis payang dengan telah dievaluasi melalui pengujian tahanan (tarik model kapal), koefisien gesekan dihitung berdasarkan konsep *Froude*, dan korelasi kapal terhadap model telah ditentukan dengan metode ekstrapolasi ITTC 1978, serta faktor bentuk lambung dihitung dengan metode *Prohaska* (Sukadan, 2009). Komponen tahanan kapal perikanan terbuat dari kayu telah diprediksi secara akurat menggunakan *OpenFOAM* (Van, 2020). Hidrodinamika kapal perikanan tradisional ukuran 30 GT meliputi penentuan dimensi utama kapal, tahanan dan kekuatan kapal, stabilitas dan manuver kapal telah dikaji (Muhammad *et. al.*, 2015). Nilai tahanan kapal dan estimasi daya telah dihasilkan menggunakan metode *Holtrop*, sementara stabilitas kapal dan manuver dikaji berdasarkan kriteria IMO.

Selain kajian aspek hidrodinamika pada kapal perikanan tradisional yang sudah ada, perubahan dan penambahan komponen desain kapal ikan tradisional juga menjadi hal penting pada kajian aspek hidrodinamika. Kapal nelayan tradisional Jawa Timur telah dianalisis dari segi kinerja gerak kapal (*seakeeping*) dimana lunas lambung kapal (*bilge keel*) telah dirancang untuk mengurangi gerakan oleng (*rolling motion*). Dengan desain lunas lambung tersebut, tahanan dan gerakan olengan kapal dapat berkurang (Liu *et.*

al., 2019). Pendekatan yang disarankan untuk merancang kapal penangkap ikan untuk komunitas nelayan tertentu di Indonesia adalah dengan menggunakan kapal penangkapan ikan tradisional sebagai titik awal dalam tahap desain awal, mempertahankan dan mengadaptasi fitur pada kapal tradisional, memastikan bahwa identitas lokal dipertahankan (Wibawa *et. al.*, 2015). Namun, pengembangan desain kapal perikanan tradisional dengan pendekatan keilmuan harus tetap dikaji pada aspek hidrodinamikanya antara lain tahanan kapal, stabilitas kapal, dan gerak kapal guna dapat menjamin keselamatan kapal perikanan tradisional.

Di sisi lain, emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal penangkap ikan untuk Karbon Dioksida (CO₂), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x) dan yang terakhir *Particulate matter* (PM). Dikhawatirkan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal nelayan sudah melewati ambang batas yang telah ditentukan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999. Jika emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal sudah melewati ambang batas yang telah ditentukan maka terjadi peningkatan suhu rata-rata atmosfer yang dapat menyebabkan *global warming*. Emisi gas buang kapal nelayan sejumlah 43 kapal melewati ambang batas yang telah ditentukan dalam katagori 11-15 GT dan 21-25 GT (Alfarisi, 2016). Sehingga hal ini perlu di perhatikan dalam pengurangan gas buangan dapat diminimalkan dengan melakukan meredesain kapal perikanan agar sesuai standar yang telah ditetapkan, dimana penurunan tahanan kapal dan berimplikasi pada menurunnya konsumsi bahan bakar. Hal ini diungkap pada hasil studi, daya mesin yang kecil menghemat penggunaan bahan bakar dan dengan demikian berpengaruh pada penambahan daya muat kapal (*fish hold*) tersebut (Hutauruk, 2013).

Terkait redesain kapal perikanan tradisional yang mempertimbangkan kearifan lokal (*local wisdom*), redesain kapal *purse seine* untuk meningkatkan kemampuan penangkapan telah dikaji (Fadhani dan Wahab, 2019), dimana hasil penelitian menunjukkan nilai rasio dimensi utama kapal sampel $\frac{L}{B} = 4.25$, $\frac{L}{D} = 4.86$, dan $\frac{B}{D} = 1.14$. Beberapa kapal sampel hasil redesain tidak memenuhi standar dimensi dan rasio bentuk kapal (Iskandar dan Pujiati, 1995).

Dari penjelasan tersebut terdapat 3 permasalahan utama kapal perikanan tradisional untuk dapat bertahan, berkembang, dan berkelanjutan di masa depan, dimana kapal perikanan tradisional selayaknya harus mempertimbangkan aspek hidrodinamika diantaranya tahanan kapal, aspek emisi gas buang, dan aspek redesain dengan pertimbangan kearifan lokal. Dan yang dimaksud kearifan local disini yaitu dimensi kapal dan model kapal yang masih di pertahankan dalam meredesain kapal tradisional. Di kabupaten Sinjai, telah dilakuka pra-survei dan didapatkan informasi

terkait desain kapal *purse seine* yang tidak menfungsikan ruang di bawah geladak utama (*main deck*) sebagai tempat penyimpanan hasil tangkapan (ruang palka ikan). Sementara, penggunaan *box sterefoam* sebagai tempat penyimpanan ikan dan diletakkan di atas geladak utama kapal juga mempengaruhi titik G kapal dengan jumlah banyak. Hal tersebut dilakukan berdasarkan kearifan lokal dan telah berlangsung hingga saat ini. Salah satu kapal perikanan tradisional (*purse seine*) di Kabupaten Sinjai yang penempatan tempat penyimpanan ikan di atas geladak utama dapat di lihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Kapal *Purse Seine* di Kabupaten Sinjai

Untuk dapat menggunakan ruang di bawah geladak utama sebagai ruang palka ikan, maka kapal perikanan tersebut mengalami perubahan hidrostatis kapal. Selanjutnya, sebagai redasin kapal *purse seine* tradisional yang mempertimbangkan kearifan lokal, aspek hidrodinamika kapal terutama pada aspek tahanan kapal juga menjadi fokus penting bagi pemilik kapal yang berimplikasi pada konsumsi bahan bakar pada pengoperasian kapal tersebut. Oleh karena itu, studi ini mengusulkan kajian terkait aspek tahanan kapal *purse seine* di Kabupaten Sinjai dikarenakan perubahan bentuk (redesain) kapal. Tahapan pertama studi yang dilakukan yakni redesain kapal *purese seine* berdasarkan kearifan lokal (mempertahankan dimensi dan model kapal tradisional), dan pola pengoperasian serta tahapan selanjutnya yakni prediksi tahanan kapal hasil redesain melalui pengujian model dan penggunaan program aplikasi (*software*) *Maxsurf Resistance*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

1. Bagaimana meredesain kapal *purse seine* tradisional berdasarkan kearifan lokal di Kabupaten Sinjai dengan adanya pemindahan ruang palka di bawah geladak utama dan optimasi bentuk lambung?
2. Seberapa besar pengaruh hidrostatis kapal *purse seine* setelah redesain?
3. Bagaimana pengaruh aspek tahanan kapal *purse seine* tradisional setelah redesain?
4. Seberapa besar penurunan konsumsi bahan bakar berdasarkan pola pengoperasian setelah kapal *purse seine* tradisional setelah redesain?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan redesain kapal *purse seine* tradisional berdasarkan kearifan lokal di Kabupaten Sinjai dengan adanya pemindahan ruang palka di bawah geladak utama dan optimasi bentuk lambung.
2. Menentukan besaran hidrostatis kapal *purse seine* setelah redesain.
3. Menentukan *resistance* (tahanan) kapal *purse seine* tradisional setelah redesain.
4. Menentukan penurunan konsumsi bahan bakar berdasarkan pola pengoperasian setelah kapal *purse seine* tradisional setelah redesain.

D. Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian ini yaitu:

1. Kapal *purse seine* (Ukuran 18-24 m) di Kabupaten Sinjai.
2. Menggunakan aplikasi *Maxsurf Modeler* dan *Maxsurf Resistance*.

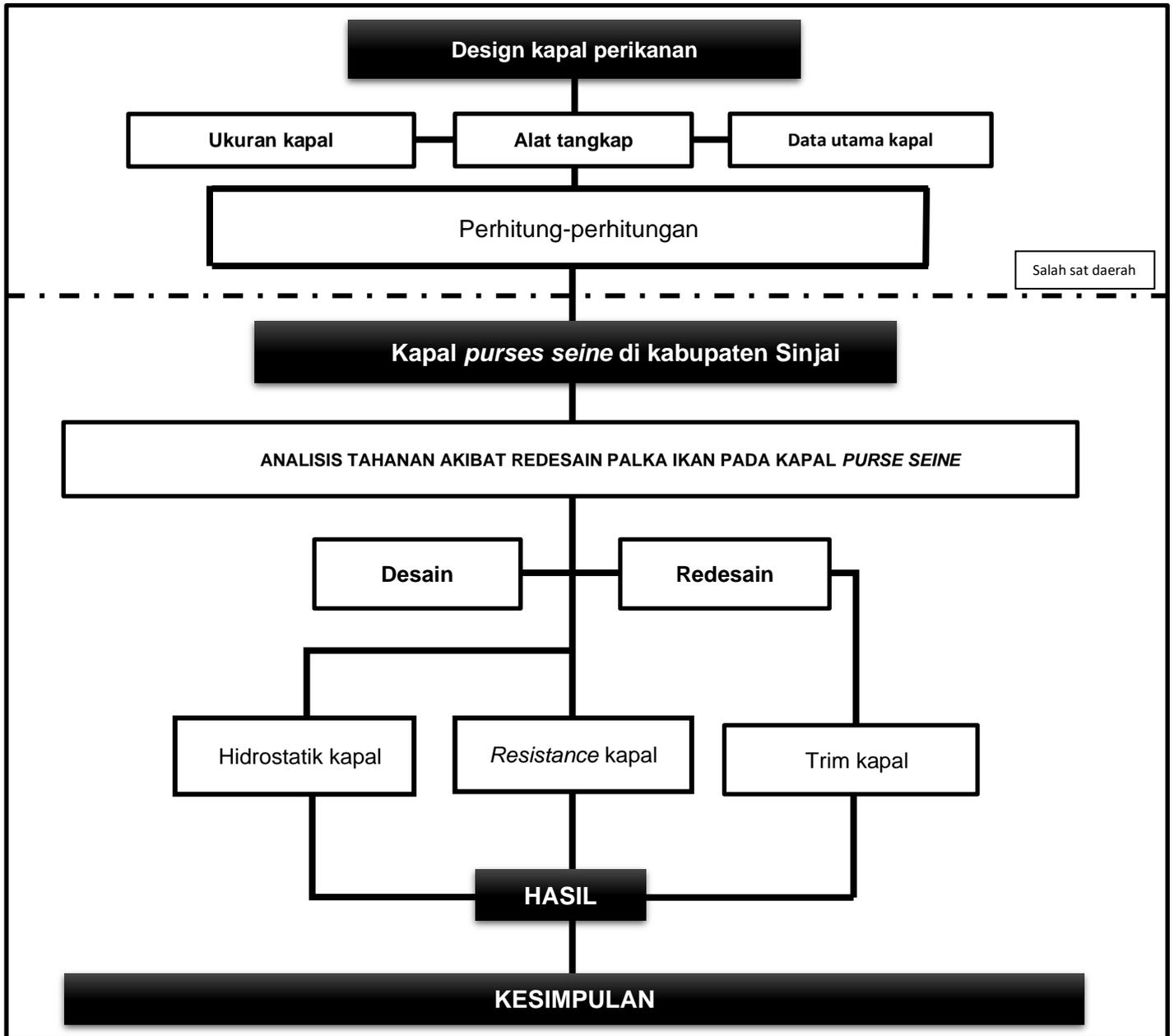
E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai informasi mengenai parameter tahanan kapal yang dapat digunakan para nelayan kapal perikanan (khususnya kapal *purse seine*) saat pengoperasian di laut
2. Sebagai rujukan perancang kapal dalam membuat desain kapal yang optimal sehingga tahanan gerak (tahanan gelombang) yang dihadapi oleh kapal tersebut dapat direduksi menjadi sekecil mungkin untuk mengatasi hal-hal yang tidak diinginkan.
3. Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang tahanan kapal berdasarkan kearifan lokal.

F. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan latar belakang, perumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dirumuskan, maka penelitian ini dapat digambarkan dengan skema seperti berikut ini.



Gambar 2. Kerangka Pikir Peneliti

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Purse seine*

Kapal merupakan sebuah bangunan sistemik yang digunakan manusia sebagai sarana untuk melakukan segala aktivitas di wilayah perairan. Aktivitas-aktivitas tersebut diantaranya eksplorasi, pelayaran, penelitian ekosistem laut, penyeberangan, dan penangkapan ikan. Kapal ikan dalam suatu operasi penangkapan melakukan beberapa aktivitas antara lain mencari daerah penangkapan, mengejar kelompok ikan, mengoperasikan alat tangkap serta mengangkut hasil tangkapan. Beragamnya kegiatan yang dilakukan oleh kapal ikan, mengakibatkan kapal ikan memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis kapal lainnya. Salah satu karakteristik yang harus dimiliki oleh kapal ikan adalah kecepatan, terutama kecepatan bergerak kapal pada saat menuju daerah penangkapan (*fishing ground*) atau kembali ke pelabuhan pendaratan ikan (*fishing base*), mengejar kelompok ikan sasaran (*target species*) maupun pada saat mengoperasikan alat tangkap.

Purse seine mulai digunakan pada kawasan pesisir di timur tropis Atlantik pada awal tahun 1960-an. Sebagian besar wilayah lepas pantai Atlantik Equatorial tetap bebas dari alat tangkap permukaan sampai 1975, tapi perikanan *purse seine* yang dikembangkan antara tahun 1975 hingga 1990, target konsentrasi monospecific tuna kuning besar (*Thunnus albacares*). Sejak tahun 1991, penangkapan gerombolan tuna menggunakan rumpon telah menyebar luas. Di Atlantik Equatorial khususnya berkembang menjadi FAD musiman zona perikanan utama untuk cakalang (*Katsuwonus pelamis*), tuna sirip kuning dan runa mata besar (Ménard, Fonteneau *et.al.*, 2013).

Penangkapan ikan dengan menggunakan *purse seine* dapat dilakukan dengan beberapa tahapan kerja. Ada tiga faktor yang penting dalam metode penangkapan dengan *purse seine* yaitu pengamatan ikan (*searching of fishing*), pengumpulan ikan (*luring fish*), pengoperasian jaring (*operation of net*), penarikan jaring dan pengangkatan hasil tangkapan.

1. **Persiapan Penangkapan**

Penempatan alat tangkap di atas kapal ini disesuaikan arah putaran baling-baling kapal. Pada kapal dengan baling-baling kapal putar kiri (dilihat dari buritan kapal) biasanya pukat cincin diletakan di sisi kiri, pada kapal dengan baling-baling putar kanan alat tangkap diletakan di sisi kanan kapal, sedangkan penyusunan di buritan kapal dapat dilakukan pada kapal baling-baling putar kiri maupun kanan (Warsito, 2008).

2. Waktu Penurunan

Penangkapan dengan *purse seine* biasanya dilakukan pada sore (setelah matahari terbenam sampai dengan pagi hari (menjelang matahari terbit), kadang kala dilakukan siang hari. Waktu penangkapan ini berhubungan dengan berkumpulnya ikan di alat penggumpul ikan (rumpon dan lampu). Pada saat malam ikan-ikan pelagis yang menjadi target penangkapan biasanya kumpul bergerombol di daerah sekitar rumpon, sehingga pada saat ini paling tepat *Purse seine* dioperasikan. Tetapi ada pula operasi penangkapan tidak menggunakan rumpon tetapi mencari gerombolan ikan yang ada dengan menggunakan alat bantu pencari Ikan atau *sonar (Sound Navigation and Ranging)* yaitu suatu alat yang dapat dipergunakan untuk mengetahui keberadaan gerombolan ikan di dalam laut (Indrawatit, 2000).

Pada umumnya nelayan mengoperasikan 2 sampai dengan 4 kali sehari, hal ini tergantung dari jumlah ikan yang tertangkap. Bila hasilnya banyak maka operasi penangkapan sampai dengan penyimpanan hasil ke dalam palkah relatif membutuhkan waktu yang lama, sehingga dalam satu hari hanya melakukan dua kali penangkapan. Demikian sebaliknya bila hasil tangkapan sedikit maka operasi penangkapan sampai dengan penyimpanan memerlukan waktu yang sedikit pula, sehingga dalam satu hari dapat dioperasikan *purse seine* lebih dari empat kali (Sudirman & Mallawa, 2012).

Menurut (Nurnaningsih, 2003) juga menyebutkan cara pengoperasian alat tangkap (*purse seine*) dan penanganan sementara hasil tangkapan di laut adalah sebagai berikut:

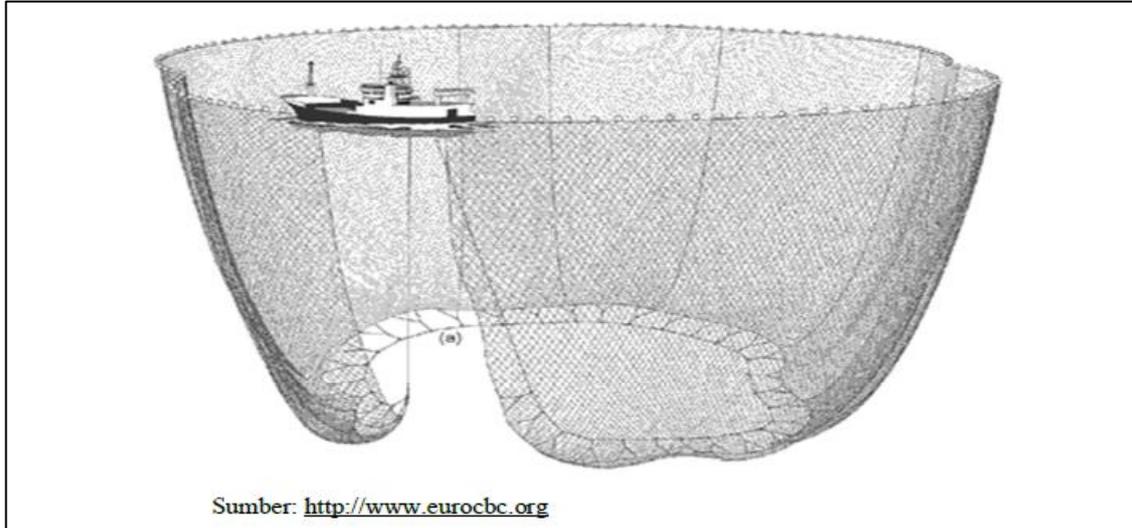
a. *Setting*

Setting dimulai dengan menurunkan pelampung tanda, sayap dan badan sehingga melingkari gerombolan ikan. Setelah ikan berada dalam lingkaran jaring, maka ABK menarik tali selambar kemudian menarik tali kolor dengan bantuan gardan. Gardan adalah alat yang mempunyai sepasang capstan dan berfungsi sebagai alat penarik tali kolor sebelum jaring ditarik ke atas kapal.

b. *Hauling*

Hauling dilakukan bila semua cincin bersatu dan jaring berbentuk seperti mangkuk. Pada saat penarikan tali kolor, semua nelayan membantu dengan pembagian tugas yang jelas. Pembagian tugas tersebut adalah enam orang nelayan berdiri di sebelah kiri kapal dan bertugas untuk menarik jaring dan pelampung ke atas kapal dan dua orang nelayan menata kembali alat tangkap setelah cincin diangkat seluruhnya. Selanjutnya badan jaring ditarik sedikit demi sedikit hingga ke bagian kantong. Setelah

itu hasil tangkapan diangkat dan diletakkan di dek kapal. Lama waktu Hauling sekitar 45 – 50 menit, tergantung hasil tangkapan yang diperoleh. Setelah semua jaring diangkat ke atas kapal, maka seluruh nelayan menata jaring kembali untuk melakukan *setting* berikutnya



Gambar 2. Proses *Hauling* kapal dengan menggunakan alat tangkap *Purse Seine*

Kegiatan operasi penangkapan ikan adalah kegiatan penangkapan ikan sejak persiapan di *fishing base* sampai kembali ke *fishing base*. Ditinjau dari tahapan kegiatannya, operasi penangkapan ikan yang dilakukan pada unit penangkapan *mini purse seine* dibagi menjadi empat tahapan, yaitu:

a. Kegiatan saat di *fishing base*

- 1) Memeriksa alat tangkap atau jaring *mini purse seine*;
- 2) Memeriksa mesin penggerak;
- 3) Memeriksa mesin penarik tali kolor atau gardan;
- 4) Memeriksa lampu petromak;
- 5) Penyediaan perbekalan seperti makanan, air tawar, dan es;
- 6) Penyediaan bahan bakar; dan
- 7) Memeriksa keadaan kapal.

b. Kegiatan menuju *fishing ground*

- 1) Penentuan daerah penangkapan ikan dilakukan oleh juragan atau nahkoda berdasarkan pengalaman;
- 2) Daerah penangkapan yang dituju mempunyai arus dan angin yang sedang atau tidak terlalu kencang serta air laut yang cerah; dan

3) Memeriksa dan memperbaiki lampu petromak yang digunakan, meliputi mengganti kaos lampu, mengisi minyak tanah, dan memperbaiki lampu petromak yang rusak.

c. Kegiatan saat di *fishing ground*

1) Setting, kegiatan yang dilakukan meliputi:

- a) Melingkarkan jaring secepat mungkin agar kawanan ikan tidak dapat lolos ke arah horizontal;
- b) Penarikan tali kolor (*purse line*) secepat mungkin agar kawanan ikan tidak dapat lolos ke arah vertikal dengan menggunakan gardan sebelum jaring ditarik ditarik ke atas kapal; dan
- c) Melakukan upaya agar kawanan ikan tidak dapat lolos dari celah antara kedua ujung jaring yang belum tertutup rapat, sehingga kawanan ikan terkurung oleh jaring yang berbentuk seperti mangkuk.

2) Hauling, kegiatan yang dilakukan meliputi:

- a) Mengangkat *float line*, *lead line*, dan badan jaring ke atas kapal oleh nelayan dan bagian bunt tetap berada di air agar ikan-ikan tetap terjaga;
- b) Memindahkan ikan dari *bunt* ke palka.

d. Kegiatan saat kembali ke *fishing base*

Kegiatan yang dilakukan saat kembali ke *fishing base* adalah menyortir ikan menurut jenisnya kemudian diletakkan kedalam keranjang dan sampai ke fishing base ikan diturunkan dari atas kapal. Kapal dibersihkan oleh nelayan yang bertugas membersihkan kapal, setelah semua hasil tangkapan diturunkan.

B. Hidrostatik Kapal

Perhitungan hidrostatik digunakan untuk mendapatkan karakteristik kapal pada setiap varian model kapal. Ini dilakukan untuk melihat pengaruh terhadap parameter posisi dan bentuk kapal. Untuk perhitungan hidrostatik dipergunakan untuk mendapatkan parameter hidrostatik kapal antara lain,

- Volume : *Displaced volume* (m^3)
- Displ. : *Displacement* (ton)
- C_b : *Block coefficient*
- A_m : *Midship section area* (m^2)
- C_m : *Midship coefficient*
- A_w : *Waterplane area* (m^2)

- C_w : *Waterplane coefficient*
- C_P : *Prismatic coefficient*
- S : *Wetted surface area* (m^2)

Dan untuk Hambatan digunakan persamaan sebagai berikut ,

$$R_T = 0.5\rho V^2 S_{w_{mh}} (C_F + \Delta C + C_R I_i) + R_0$$

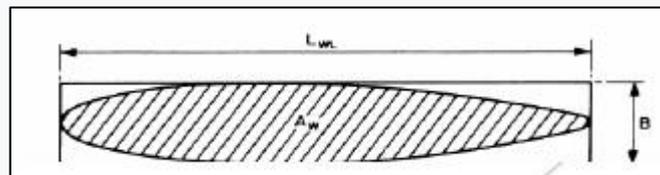
Kurva hidrostatik merupakan kurva yang menggambarkan sifat-sifat karakteristik badan kapal yang tercelup didalam air, atau dengan kata lain untuk mengetahui sifat-sifat karene. Kurva hidrostatik digambar sampai sarat penuh dan tidak berlaku untuk kondisi kapal *trim*. Komponen- komponen yang terdapat pada lengkung hidrostatik adalah (Santosos *et. al.*, 1983):

1. Lengkung luas garis air (A_w)

Water Plan Area (WPA) WPA adalah luas bidang garis air yang kita rencanakan. Kemungkinan bentuk WPA ditinjau dari bentuk alas kapal adalah sebagai berikut: o Kapal dengan Rise of Floor : pada 0 mWL luas garis air adalah nol sehingga lengkung WPA dimulai dari titik (0,0) o Kapal tanpa Rise of Floor : pada 0 mWL luas garis air tidak sama dengan nol o Kapal alas miring : lengkung WPA dimulai dari titik dimana letak terdalam dari kapal.

2. Lengkung koefisien garis air (C_w)

Coefficient of Waterline (CW) CW adalah perbandingan antara luas bidang garis air tiap WL dengan sebuah segi empat dengan panjang L dan lebar B .



Gambar 3. *Waterline*

catatan : L adalah panjang maksimum dari tiap WL dan B adalah lebar maksimum dari tiap WL

$$CW = WPA/L.B$$

3. Lengkung ton per 1 centimeter (TPC)

Ton Per Centimetre immersion (TPC) TPC adalah jumlah ton yang diperlukan untuk mengadakan perubahan sarat kapal sebesar 1 cm. Bila kita menganggap bahwa tidak ada perubahan luas garis air pada perubahan sarat sebesar 1 cm, atau pada perubahan 1 cm tersebut dinding kapal dianggap vertikal. Jadi kalau kapal ditenggelamkan sebesar 1 cm, perubahan volume adalah hasil perkalian luas garis air dengan tebal 0,01 m.

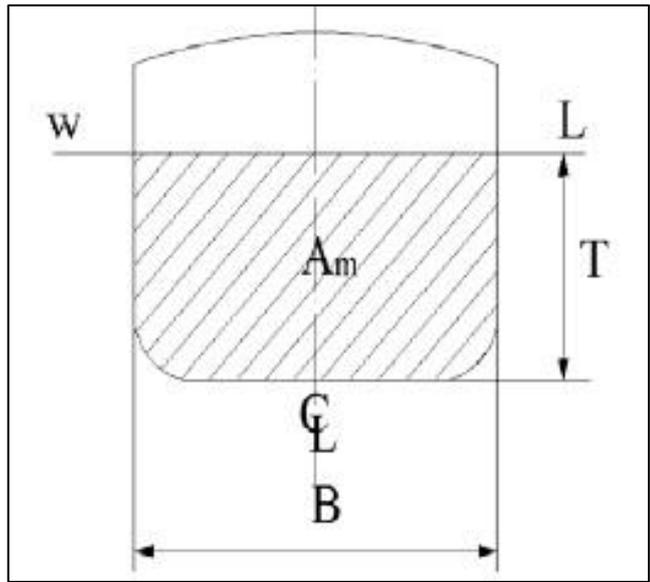
Penambahan $V = 0,01$. WPA (m^3) Penambahan berat = $0,01$. WPA. $1,025$ (ton)

4. Lengkung luas bagian midship (MSA)

Midship of Sectional Area MSA adalah luas dari bagian tengah kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Skala yang digunakan biasanya sama dengan skala sarat air.

5. Lengkung koefisien gading besar (Cm)

Midship Coefficient (CM) CM adalah perbandingan antara luas penampang tengah kapal dengan luas suatu penampang dengan lebar B dan tinggi T.

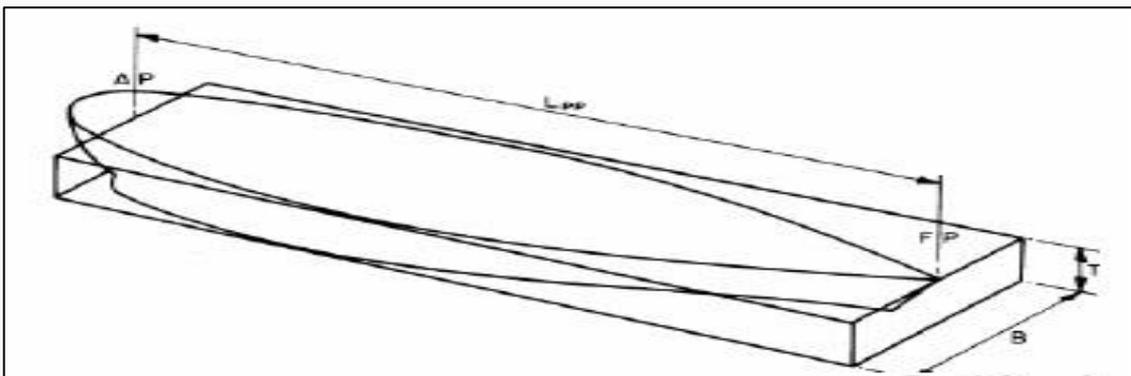


Gambar 4. *Midship Section*

catatan: B adalah lebar maximal kapal tiap WL; L adalah tinggi sarat air tiap WL.

$$CM = MSA/B \cdot T \dots\dots\dots(2.1)$$

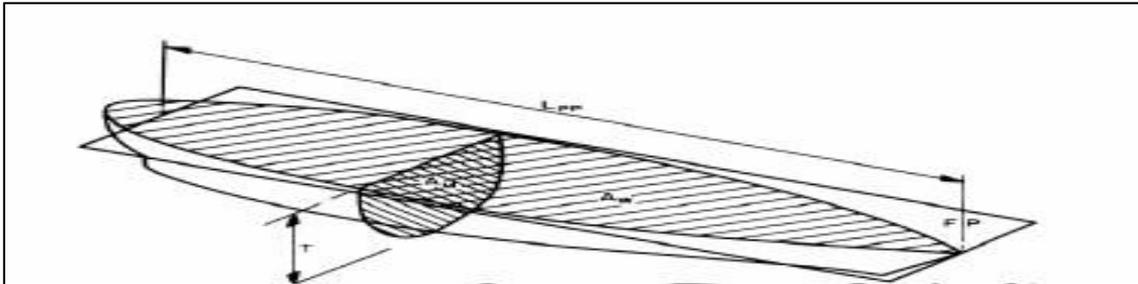
6. Lengkung koefisien blok (Cb)



Gambar 5. *Block Coefficient*

CB adalah perbandingan isi karene dengan suatu balok dengan panjang L, lebar B, dan tinggi $CB = Volume/L \cdot B \cdot T \dots\dots\dots(2.2)$

7. Lengkung koefisien prismatik mendatar (Cp)



Gambar 6. Prismatic Coefficient

CP adalah perbandingan isi karene dengan volume prisma dengan luas penampang tengah kapal dan panjang L.

$$CP = \text{Volume}/MSA*L = Cb/Cm \dots\dots\dots(2.3)$$

8. Transverse Center of Bouyancy to Metacentre (TBM)

TBM adalah jarak titik tekan bouyancy secara melintang terhadap titik metasentra. Satuan dalam meter (m).

9. Moment to Change *Trim* One Centimeter (MTC)

MTC adalah momen yang dibutuhkan untuk mengadakan *trim* kapal sebesar 1 cm. Satuan yang digunakan adalah Ton Meter.

10. Displacement Due to One Centimeter of *Trim* by Stern (DDT)

DDT adalah besar perubahan displacement kapal yang diakibatkan oleh perubahan *trim* kapal sebesar 1 cm.

11. Displacement

Displacement adalah berat dari karene kapal, termasuk juga kulit kapal. Satuan yang digunakan dalam ton.

12. Displacement Moulded

Displacement Moulded adalah berat kapal tanpa kulit. Satuan dalam ton.

13. Wetted Surface Area (WSA)

WSA adalah luas permukaan badan kapal yang tercelup untuk tiap-tiap sarat .

14. Longitudinal Center of Bouyancy to Metacenter (LBM)

LBM adalah jarak titik tekan bouyancy secara memanjang terhadap titik metasentra. Satuan dalam meter.

15. Longitudinal of Keel to Metacenter (LKM)

LKM adalah letak metasentra memanjang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuan dalam meter.

16. Longitudinal Center of Bouyancy (LCB)

LCB adalah jarak titik tekan bouyancy terhadap penampang tengah kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuan dalam meter.

17. Longitudinal Center of Floatation (LCF)

LCF adalah jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuan dalam meter.

18. Keel to Centre of Bouyancy (KB)

KB adalah jarak titik tekan hidrostatis ke lunas kapal. Satuan dalam meter.

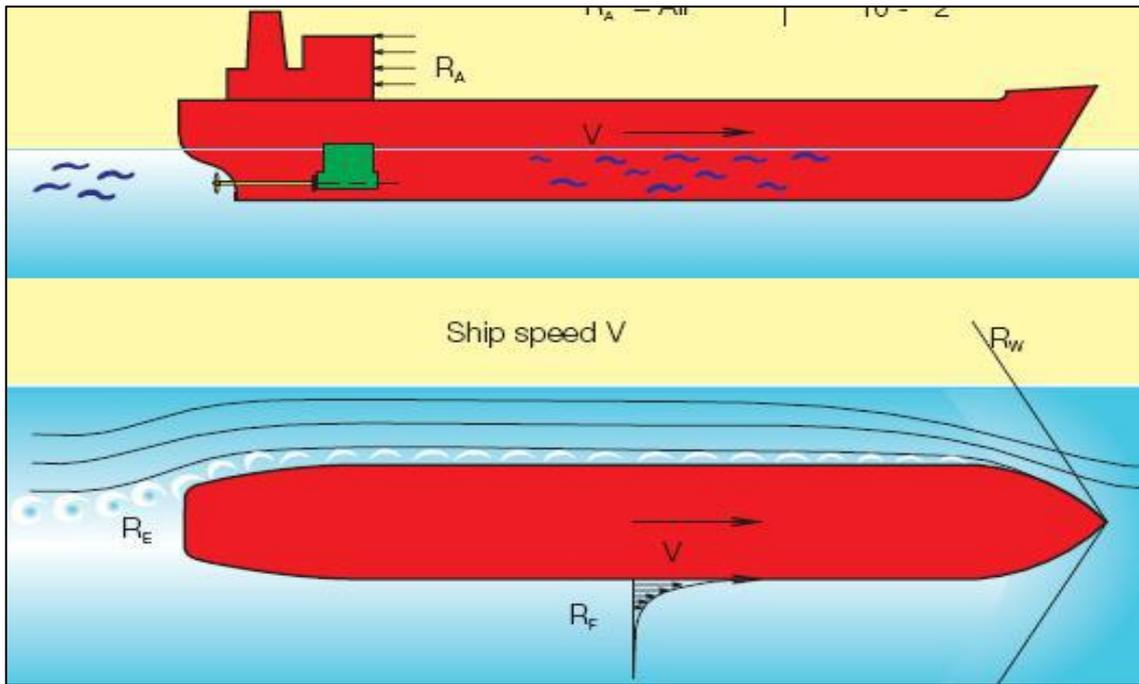
19. Transverse of Keel to Metacenter (TKM)

TKM adalah letak metasentra melintang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuan dalam meter.

C. Resistance kapal

Pada dunia perkapalan hambatan dikenal dengan istilah tahanan kapal. Tahanan kapal sendiri merupakan estimasi kebutuhan daya yang efektif agar kapal bisa bergerak sesuai dengan kecepatan yang direncanakan. Kapal yang bergerak maju dengan kecepatan tertentu mengalami gaya hambat oleh fluida yang memiliki arah berlawanan dengan gerak kapal. Gaya hambat tersebut disebabkan oleh gaya fluida, yang dalam hal ini cenderung mengarah pada fluida air yang dinilai cukup besar hambatannya terhadap gerak kapal. Gaya hambat yang disebabkan oleh fluida ini yang disebut sebagai resistance atau tahanan kapal (M. Novan H.A, 2011).

Secara umum, pengertian tahanan (resistance) kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. Sedangkan suatu tahanan kapal ini adalah sama dengan suatu gaya dan karena dihasilkan oleh air, maka ini disebut gaya *hidrodinamika*. Gaya hidrodinamika ini semata-mata disebabkan oleh gerakan relatif kapal terhadap air (Muhammad Taufan, 2012).



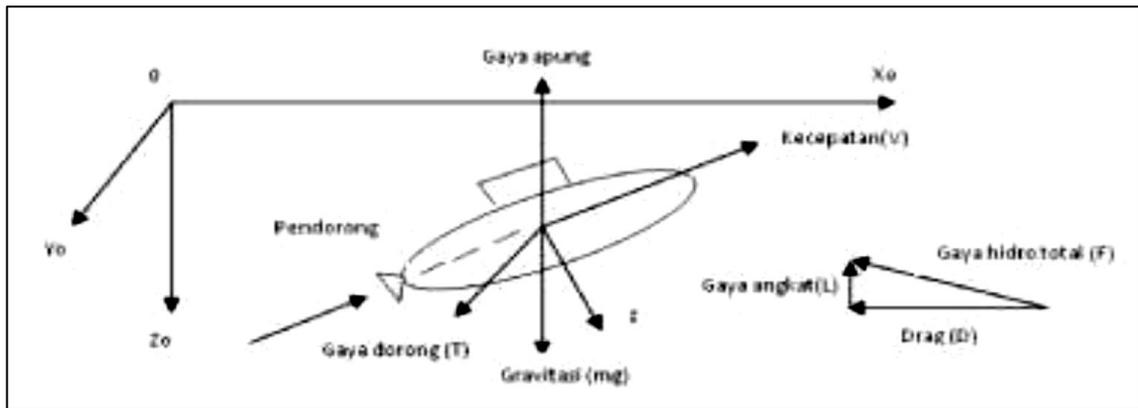
Gambar 7. Kapal yang sedang melawan arus

Suatu tahanan kapal ini adalah sama dengan suatu gaya dan karena dihasilkan oleh air, maka ini disebut gaya *hidrodinamika*. Gaya hidrodinamika ini semata-mata disebabkan oleh gerakan relatif kapal terhadap air.

Untuk mengatasi tahanan tersebut, maka kapal membutuhkan sejumlah daya dorong sehingga dapat melewati air laut dengan kecepatan tertentu sesuai dengan kebutuhan operasinya. Daya dorong ini berupa gaya yang bekerja untuk melawan hambatan pada badan kapal yang tercelup di air, hambatan gelombang dan hambatan dari angin yang mengenai badan kapal yang berada di atas permukaan air laut. Hambatan-hambatan tersebut merupakan komponen tahanan kapal yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal.

Pada dasarnya tahanan kapal dibagi menjadi dua yaitu tahanan yang berada di atas permukaan air dan tahanan yang berasal dari bawah permukaan air. Tahanan yang di atas permukaan air adalah yang bekerja pada bagian badan kapal yang kelihatan di atas permukaan air, disini pengaruh adanya udara yang mengakibatkan timbulnya hambatan.

Gerakan kapal di fluida bekerja seperti sistem sumbu ortogonal yaitu 3 (tiga) buah sumbu x, y, dan z, ditempatkan sedemikian rupa, pusat sumbu berimpit dengan titik berat kapal. Bidang x, dan y satu bidang dengan permukaan bumi (sejajar).



Gambar 8. Gaya yang bekerja pada kapal

Gerakan kapal dibebani 4 (empat) gaya yang tidak tergantung satu sama lainnya ;

1. Gaya hidrostatis yaitu massa kali percepatan gravitasi bumi (mg). Hambatan hidrostatis (gaya apung) $F\Delta$ atau γv . Seperti halnya mg , tekanan atau gaya ini selalu sejajar dengan Z_0 .
2. Resultante gaya hidrodinamik (F) yang didesakkan oleh air pada kapal sebagai akibat gerakan menerjang air tersebut. Gaya F dapat diuraikan dalam 2 (dua) ; komponen gaya angkat (L) dan komponen tahanan (atau drag) R (atau D). Dimana L tegak lurus terhadap kecepatan kapal dan R (atau D) sejajar V .
3. Gaya dorong (T), yang didesakkan oleh air pada pendorong kapal, umumnya berlawanan arah dengan R . (Rosmani, 2013) Menurut ITTC (International Towing Tank Conference) [2] hambatan kapal dibagi menjadi beberapa komponen seperti hambatan gesek (RF), hambatan sisa (RR), hambatan viskos (RV), hambatan tekanan (RP), hambatan tekanan viskos (RPV), hambatan gelombang (RW), hambatan pemecah gelombang (RWB), hambatan semprotan (RS), hambatan tonjolan (appendage resistance), hambatan kekasaran permukaan (surface roughness resistance), dan Hambatan Udara (Air Resistance). (Rosmani, 2013)

Komponen tahanan yang bekerja pada kapal dalam gerakan mengapung di air adalah:

a. Tahanan gesek (*Friction resistance*)

Tahanan Gesek (*friction resistance*) timbul akibat kapal bergerak melalui fluida yang memiliki viskositas seperti air laut, fluida yang berhubungan langsung dengan permukaan badan kapal yang tercelup sewaktu bergerak menimbulkan gesekan sepanjang permukaan tersebut, inilah yang disebut sebagai tahanan gesek. Tahanan gesek terjadi akibat adanya gesekan permukaan badan kapal dengan media yang dilaluinya. Oleh semua fluida mempunyai viskositas, dan viskositas inilah yang menimbulkan gesekan tersebut. Penting tidaknya gesekan ini dalam suatu situasi fisik

tergantung pada jenis fluida dan konfigurasi fisik atau pola alirannya (flow pattern). Viskositas adalah ukuran tahanan fluida terhadap gesekan bila fluida tersebut bergerak. Jadi tahanan Viskos (R_v) adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh viskos. Tahanan gesek ini dipengaruhi oleh beberapa hal, sebagai berikut :

- 1) Angka Renold (Renold's number, R_n)

$$R_n = \frac{V \cdot L}{\nu} \dots\dots\dots(2.4)$$

- 2) Koefisien gesek (friction coefficient, C_f)

$$C_f = \frac{0,75}{(\log R_n - 2,0)^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

(Merupakan formula dari ITTC)

- 3) Rasio kecepatan dan panjang kapal (speed length ratio, S_{lr})

$$S_{lr} = \frac{V_s}{\sqrt{L}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana L adalah panjang antara garis tegak kapal (length betwen perpendicular).

b. Tahanan sisa (*Residual Resistante*)

Tahanan sisa didefinisikan sebagai kuantitas yang merupakan hasil pengurangan dari hambatan total badan kapal dengan hambatan gesek dari permukaan kapal. Hambatan sisa terdiri dari;

- 1) Tahanan gelombang (*Wake Resistance*)

Tahanan gelombang adalah hambatan yang diakibatkan oleh adanya gerakan kapal pada air sehingga dapat menimbulkan gelombang baik pada saat air tersebut dalam keadaan tenang maupun pada saat air tersebut sedang bergelombang.

- 2) Tahanan udara (*Air Resistance*)

Tahanan udara diartikan sebagai Tahanan yang di alami oleh bagian badan kapal utama yang berada diatas air dan bangunan atas (Superstruktire) karena gerakan kapal di udara. Tahanan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bangunan atas tersebut. Jika angin bertiup maka tahanan tersebut juga tergantung pada kecepatan angin dan arah relatif angin terhadap kapal.

- 3) Tahanan bentuk

Tahanan ini erat kaitannya dengan bentuk badan kapal, dimana bentuk lambung kapal yang tercelup di bawah air menimbulkan suatu tahanan karena adanya pengaruh dari bentuk kapal tersebut.

c. Tahanan tambahan (*Added Resistance*)

Tahanan ini mencakup tahanan untuk korelasi model kapal. Hal ini akibat adanya pengaruh kekasaran permukaan kapal, mengingat bahwa permukaan kapal tidak pernah semulus permukaan model. Tahanan tambahan juga termasuk tahanan udara, anggota badan kapal dan kemudi. Komponen Tahanan tambahan terdiri dari:

1) Tahanan anggota badan (*Appendages Resistance*)

Yaitu tahanan dari bos poros, penyangga poros, lunas bilga, daun kemudi dan sebagainya.

2) Tahanan kekasaran

Yaitu terjadi akibat kekasaran dari korosi air, pengotoran pada badan kapal, dan tumbuhan laut.

3) Hambatan kemudi (*Steering Resistance*)

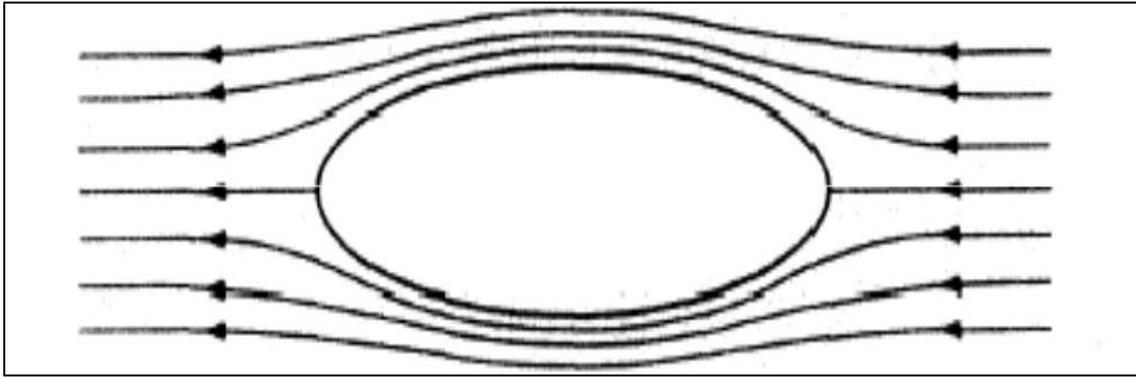
Yaitu akibat pemakaian kemudi mengakibatkan timbulnya hambatan kemudi.

4. Tahanan Kapal Kondisi Air Tenang (*still-water*)

Ketika badan kapal bergerak melintasi suatu fluida, maka badan kapal tersebut mengalami gaya hambat yang berlawanan arah terhadap kapal. Sebagaimana, badan kapal yang melewati air dan udara, maka badan kapal tersebut mengalami gaya hambat dari air dan udara. Massa air dan udara mungkin juga bergerak karena kondisi mereka sendiri, misalnya massa air digerakan oleh arus air dan massa udara digerakan oleh angin, yang mana kemungkinannya mempunyai besaran dan arah yang berbeda. Sehingga, tahanan kapal (*ship resistance*) awalnya dipelajari dalam kondisi air tenang dan tidak ada angin. Baru kemudian, perhitungan tahanan kapal tersebut diberikan tambahan dan koreksi terhadap kedua faktor tersebut (*Suryo W. Adji, 2009*).

5. Aliran Fluida

Hidrodinamika klasik mengarahkan pada bagaimana bentuk pola aliran fluida yang melintasi suatu body seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 9) di bawah ini.



Gambar 9. Aliran *Streamline* yang Melintasi Suatu Body
(Sumber : Suryo W. Adji,2009)

Ketika fluida bergerak melintasi body, jarak antara *streamline* tersebut mengalami perubahan, dan kecepatan aliran fluida pun juga mengalami perubahan, hal ini disebabkan aliran massa-nya didalam *streamlines* tersebut adalah konstan. Berdasarkan teorema Bernaulli maka hal ini juga berkaitan dengan adanya perubahan tekanan. Untuk suatu *streamline* yang diberikan tersebut; jika p , ρ , v , dan h adalah Tekanan, Massa Jenis, Kecepatan, dan Tinggi tertentu dari garis datar; maka dapat diformulasikan, sebagai berikut (Suryo W. Adji, 2009). :

$$\frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gh = constant \dots\dots\dots(2.7)$$

Teori hidrodinamika sederhana senantiasa bekerja dengan fluida tanpa viskositanya. Didalam suatu sistem fluida *non-viscous*. Suatu body yang ditenggelamkan dan digerakan pada sistem fluida *non-viscous* tersebut, maka body tersebut tidak mengalami adanya tahanan (*resistance*) meskipun fluida tersebut dilalui oleh gerakan body, maka kondisi fluida tersebut kembali ke bentuk awalnya setelah dilintasi body tersebut, ada sejumlah gaya – gaya lokal yang bekerja pada body tersebut, tetapi gaya-gaya tersebut saling meniadakan ketika diintegrasikan pada seluruh bodi. Gaya-gaya lokal tersebut terjadi sebagai akibat terjadinya perubahan tekanan, yang diakibatkan oleh adanya perubahan kecepatan di dalam aliran fluida (Suryo W. Adji, 2009).

Dalam mempelajari dinamika aliran fluida, maka sangat berguna bila kita kembangkan suatu angka dari parameter-parameter non-dimensional. Dimana angka tersebut dapat meng-karakteristikan aliran dan gaya- gaya yang bekerja, hal ini didasari pada sifat-sifat fluidanya. Sifat-sifat fisik fluida yang erat hubungannya dalam mempelajari tahanan kapal adalah Massa Jenis [ρ], Viskositas [μ], Tekanan Statis Fluida [p]. Jika Tahanan Kapal (*resistance*) adalah [R], Kecepatan adalah [V], dan Panjang adalah [L], maka Tahanan kapal dalam analisa dimensional dapat diformulsikan sebagai berikut (Suryo W. Adji, 2009). :

$$R = f [L^a V^b \rho^c \mu^d g^e p^f] \dots\dots\dots(2.8)$$

Sejumlah quantity yang masuk pada ekspresi formulasi tersebut diatas, masih dapat diekspresikan ke bentuk *fundamental dimensions*; Dimensi Waktu [T], Dimensi Massa [M], dan Dimensi Panjang [L]. Sebagai contoh Tahanan Kapal [R] adalah gaya, sehingga memiliki dimensi fundamental [MLT⁻²] dan Massa Jenis [ρ] memiliki dimensi [ML⁻³], dan sebagainya, maka dengan mensubstitusi keseluruhan parameter ke bentuk dimensi fundamental-nya, diperoleh hubungan (Suryo W. Adji, 2009). :

$$\frac{ML}{T^2} = f \left[L^a \left(\frac{L}{T} \right)^b \left(\frac{M}{L^3} \right)^c \left(\frac{M}{LT} \right)^d \left(\frac{L}{T^2} \right)^e \left(\frac{M}{LT^2} \right)^f \right] \dots\dots\dots(2.9)$$

Dari persamaan tersebut diperoleh dua kelompok persamaan dimensi fundamental, yakni persamaan dimensi fundamental dengan angka pangkat yang diketahui dan yang lainnya dengan angka pangkat yang tidak diketahui. Untuk persamaan dimensi fundamental dengan angka pangkatnya tidak diketahui, maka dapat digolongkan menjadi tiga ekspresi, sebagai berikut (Suryo W. Adji, 2009). :

$$R = \rho V^2 L^2 f \left[\left(\frac{\mu}{\rho VL} \right)^b, \left(\frac{gL}{V^2} \right)^b, \left(\frac{p}{\rho V^2} \right)^b \right] \dots\dots\dots(2.10)$$

Maka, persamaan keseluruhan dari Tahanan (*resistance*) dapat ditulis sebagai berikut (Suryo W. Adji, 2009). :

$$R = \rho V^2 L^2 f \left[f_1 \left(\frac{\mu}{\rho VL} \right)^b, f_2 \left(\frac{gL}{V^2} \right)^b, f_3 \left(\frac{p}{\rho V^2} \right)^b \right] \dots\dots\dots(2.11)$$

Sehingga melalui analisa terhadap ekspresi tersebut diatas, dapat diindikasikan bahwa kombinasi non- dimensional yang signifikan adalah (Suryo W. Adji, 2009). :

$$\frac{R}{\rho V^2 L^2} VL \frac{\rho}{\mu}, \frac{V}{(gL)^{0.5}}, \frac{p}{\rho V^2} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dari ketiga rasio tersebut diatas, diperoleh, *Resistance Coefficient (C_T)*, *Reynold Number (Re)*, *Froude Number(Fn)*. Sedangkan rasio yang keempat adalah mempunyai relasi terhadap Kavitasi (*catatan : Hal ini akan dibahas kemudian*). Pada topik Tahanan Kapal, yang paling sering digunakan adalah angka *Re* dan *Fn* (Suryo W. Adji, 2009).

Rasio μ/ρ adalah dikenal dengan pengertian angka viskositas kinematis, yang dinyatakan dengan notasi ν . Jika L^2 pada ekspresi rasio non-dimensional yang pertama tersebut adalah merupakan luasan basah dari bodi, yang dinotasikan dengan S , maka ketiga rasio non-dimensional diatas dapat diekspresikan menjadi, sebagai berikut (Suryo W. Adji, 2009). :

$$\frac{R}{\frac{1}{2} \rho S V^2} = f \left(\frac{VL}{\nu}, \frac{gL}{V^2} \right) \dots\dots\dots(2.13)$$

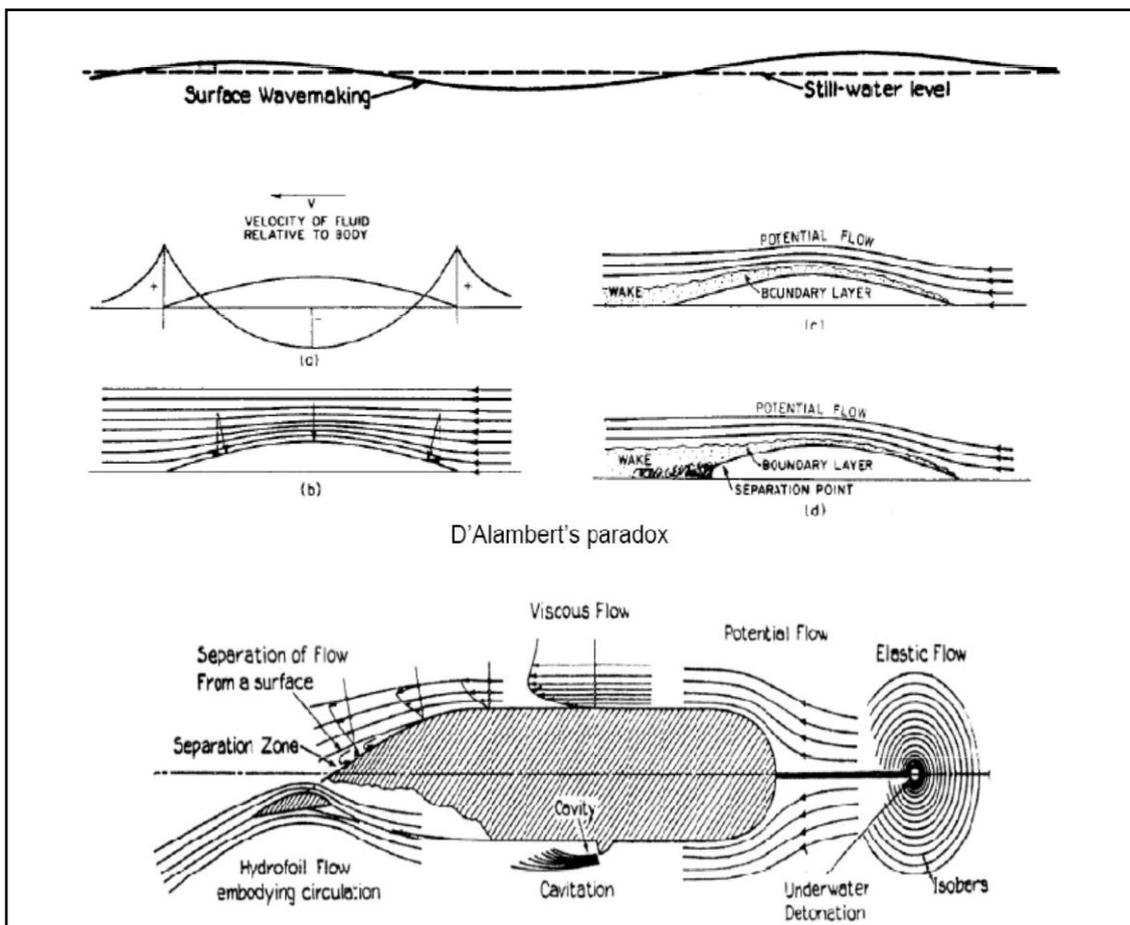
Dan Tahanan Kapal (*Resistance*) dapat diformulasikan dengan ekspresi dibawah ini (Suryo W. Adji, 2009). :

$$R = \frac{1}{2} \rho C_R V^2 S \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana, C_R adalah Koefisien Tahanan Kapal yang merupakan fungsi dari Re dan Fn . Atau dapat dituliskan dengan (Suryo W. Adji, 2009). :

$$C_R = C_R (Re, Fn) \dots\dots\dots(2.15)$$

Beberapa contoh aliran fluida dari suatu *Sub-marged body (no wave)* (Suryo W. Adji, 2009). :



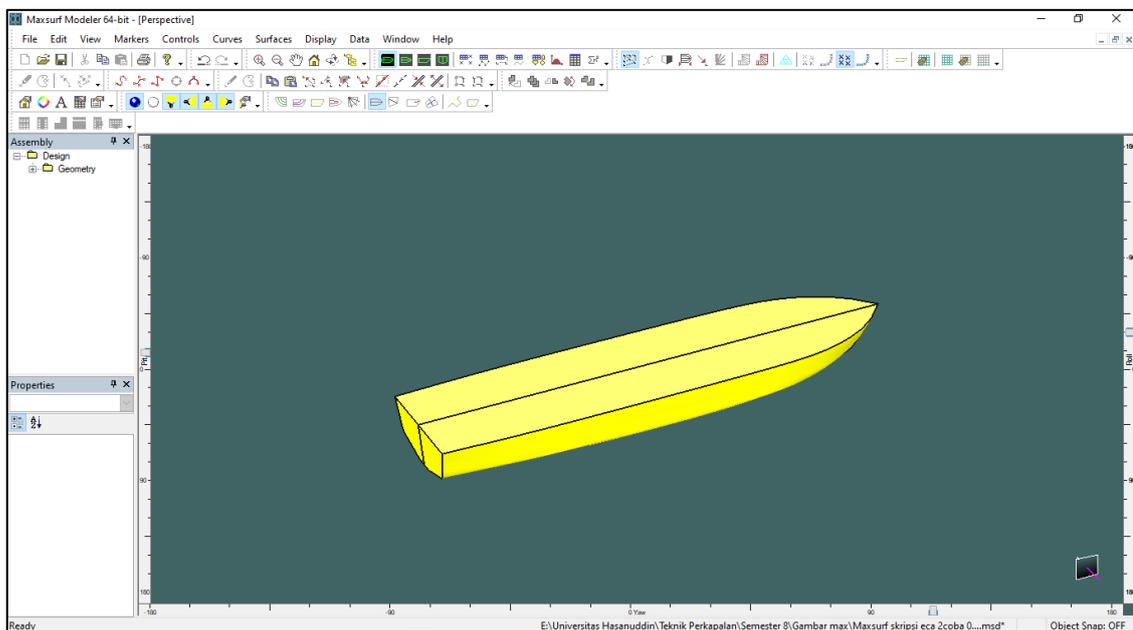
Gambar 10. Contoh aliran *fluida sub-marged* (Sumber : Suryo W. Adji, 2009)

D. Aplikasi *Maxsurf*

Maxsurf Pro adalah program spesialis dalam bidang *Naval Architect*, teknologi lepas pantai dan rekayasa struktur. Program ini dapat memvisualisasikan dan mengoptimalkan desain kapal dengan pengaturan lengkap yang telah diintegrasikan. *Maxsurf Pro* terdiri dari beberapa *sub – program*, yaitu :

1. *Maxsurf Modeller*
2. *Maxsurf Motion*
3. *Maxsurf Resistance*
4. *Maxsurf Stability*
5. *Maxsurf Structure*
6. *Maxsurf Fitting*
7. *Maxsurf Link*
8. *Maxsurf VPP*

Beberapa fungsi pada program ini seperti membuat bentuk lambung yang seimbang sesuai dengan persyaratan stabilitas, tahanan kapal, *seakeeping* dan kekuatan kapal. Setelah data ukuran utama kapal didapatkan untuk pembuatan model *lines plan*, data ukuran dari *lines plan* dibuat lagi dalam bentuk model 3D (tiga dimensi) menggunakan program *Maxsurf Modeller*. *Lines plan* ini merupakan kunci utama suksesnya perancangan desain sebelum model dilakukan analisa hidrodinamika, kekuatan struktur dan pendetailan lebih lanjut, Dasar pembangunan model pada *Maxsurf Modeller* menggunakan *surface* (seperti karpet) yang dapat ditarik dan dibentangkan sehingga bias menjadi model yang utuh. (Bentley System, 2013).



Gambar 11. Tampilan *workspace* pada *maxsurf pro*

Model kapal yang telah dibuat pada *Maxsurf Modeller* dapat dihitung performanya seperti tahanan kapal, stabilitas dan gerak kapal. Untuk menghitung tahanan kapal cukup dengan mengimport model ke sub-program *Maxsurf* bernama *Maxsurf Resistance*.

Maxsurf Resistance merupakan sub-program yang tersedia dalam *Maxsurf* dimana sub-program inilah yang akan menunjang penelitian untuk menghitung tahanan kapal. Fungsi dari program ini adalah untuk menghitung dan menganalisa tahanan kapal dengan teori-teori dan metode yang telah digunakan pada bidang ilmu perkapalan.

Maxsurf Resistance pada dasarnya adalah program prediksi hambatan. Sejumlah metode berbasis regresi dan satu metode analisis digunakan untuk memprediksi hambatan bentuk lambung.

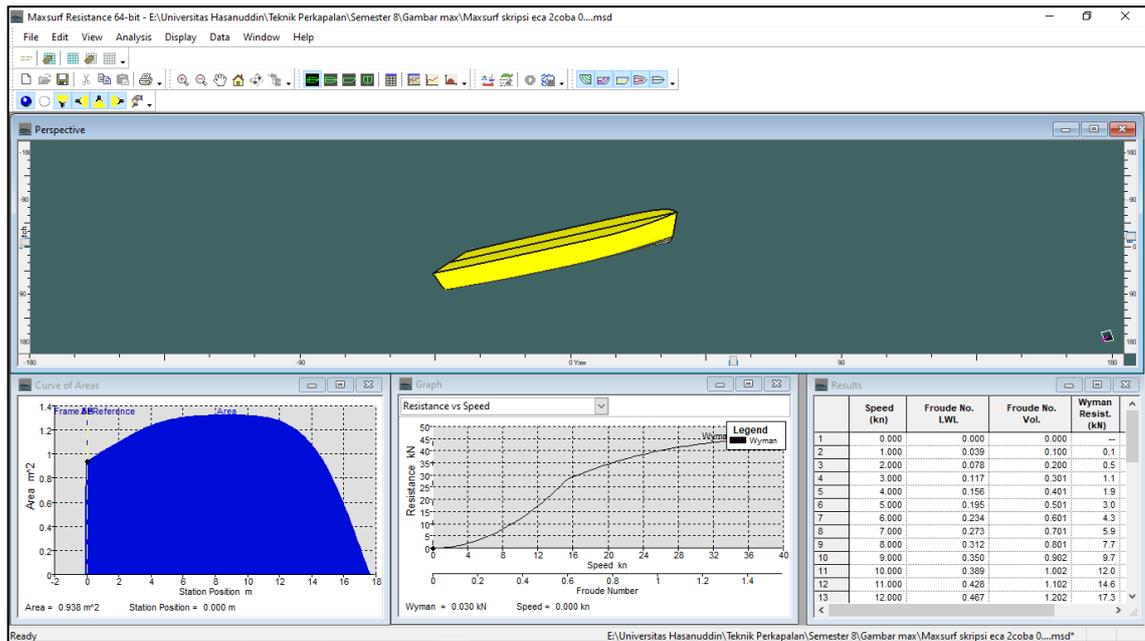
Hal ini merupakan penerapan pada desain kapal untuk memecah hambatan menjadi komponen yang sesuai dengan hukum yang berbeda. *Maxsurf resistance* mampu menghitung komponen hambatan dalam bentuk koefisien. Namun tidak semua komponen hambatan tersedia karena berbeda metode yang digunakan, maka berbeda terhadap formulasi yang diterapkan.

Maxsurf Resistance memiliki dua cara untuk memasukkan data yang digunakan dalam algoritma hambatan:

1. Secara manual memasukkan data
2. Pembacaan input data dari *maxsurf* desain dan secara otomatis menghitung bentuk permukaan

Dengan menggabungkan kedua cara diatas, juga memungkinkan pembacaan dan perhitungan dalam file *maxsurf* desain dan secara manual mengesampingkan data yang dihitung. Dalam beberapa kasus, dianjurkan untuk memeriksa perhitungan manual pada sudut masuk, bentuk lambung, *type chine* dan lain-lain, dimana dalam hal ini mempersulit untuk menentukan hasil perhitungan *maxsurf resistance* secara otomatis.

Metode perhitungan yang tersedia di *Maxsurf Resistance* meliputi: *Savitsky pra planning* dan *planning*, *Lahtiharju*, *Blount & Fox* dan *Wyman* untuk kapal jenis *Planning*. *Holtrop*, *Compton*, *Fung*, *Van Oortmeersen*, *Series 60* dan *KR Barge Resistance* untuk kapal jenis *Displacement*. *Delft I*, *II*, dan *III* untuk kapal jenis *Yacht*. (Bentley System, 2013).



Gambar 12. Tampilan workspace pada maxsurf resistance

E. Aliran Fluida

Hidrodinamika klasik mengarahkan pada bagaimana bentuk pola aliran fluida yang melintasi suatu body, ketika fluida bergerak melalui body, jarak antara streamline tersebut adalah konstan. Berdasarkan teori Bernauli maka hal itu juga berkaitan dengan adanya perubahan tekanan. Suntuk suatu streamlines yang diberikan tersebut: jika p , v , dan h adalah tekanan massa jenis kecepatan dan tinggi tertentu dari garis dasar maka dapat di formulasikan sebagai berikut.

$$\frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gh = \text{constant}$$

Teori hidrodinamika sederhana senantiasa bekerja dengan fluida tanpa viskositasnya. Didalam suatu sistem fluida *non-viscous*. Suatu *body* yang ditenggelamkan dan digerakkan pada sistem fluida non viscous tersebut. Maka *body* tersebut tidak mengalami adanya tahanan (resistance) meskipun fluida tersebut dilalui oleh gerakan *body*, maka kondisi fluida-fluida tersebut kembali ke bentuk awalnya setelah dilintasi *body* tersebut, ada sejumlah gaya-gaya lokal yang bekerja pada *body* tersebut akan tetapi gaya-gaya tersebut saling meniadakan ketika diintegrasikan pada seluruh *body*. Gaya –gaya lokal tersebut terjadi sebagai akibat terjadinya perubahan tekanan, yang diakibatkan adanya perubahan kecepatan pada aliran fluida. (Suryo W. Aji, 2009)

$$\frac{R}{\frac{1}{2} \rho S V^2} = f \left(\frac{VL}{v}, \frac{gL}{V^2} \right)$$

Dan tahanan Kapal (Resistance) dapat diformulasikan dengan ekspresi dibawah ini:

$$R = \frac{1}{2} \rho C_T V^2 S$$

Dimana C_t adalah Koefisien Tahanan Kapal total yang merupakan fungsi dari Re dan Fn , secara matematis diformulasikan sebagai berikut

$$C_d = \frac{2F_d}{\rho v^2 A}$$

Dimana:

C_d = coefficient of drag

F_d = drag force (N)

ρ = density of fluid (1025 Kgm³)

u = velocity relative to fluid (ms)

A = cross sectional area (m²)

F. Metode Wyman

Formula universal yang digunakan untuk menghitung hambatan lambung model lambung *planning* dan *displasmen*. Metode seperti ini ditetapkan oleh *wyman* untuk menghasilkan *power engine* yang sedang dihitung. Dengan demikian untuk menghitung hambatan, *maxsurf* secara akurat memprediksi hambatan lambung, efisiensi keseluruhan harus ditambahkan pada pemilihan *efisien power*.

Metode perhitungan ini ditemukan oleh David B. *Wyman* pada tahun 1998. David B. *Wyman* adalah seorang *naval architecture* yang saat ini tinggal di Maine, Amerika Serikat. Beliau pernah mengenyam pendidikan di US Merchant Marine Academy dan saat ini menjadi tenaga pengajar di *Maine Maritime Academy* (Eric W. Sponberg, 2010). Koefisien *Wyman* dijabarkan sebagai berikut:

$$C_w = 0,8 + \left(0,17 \times \frac{v}{\sqrt{Lwl}} \right) \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

C_w : Koefisien *Wyman*

v : Kecepatan (/)

Lwl : Panjang garis air (m))

Koefisien C_w digunakan untuk mencari nilai SHP (Shaft Horse Power) kapal.

$$SHP = \left(\frac{Displ.}{1000} \right) \times \left(\frac{v}{C_w \times \sqrt{Lwl}} \right) \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana:

Displ. : Displacement (ton)

v : kecepatan (/)

C_w : Koefisien *Wyman*

Lwl : Panjang garis air (m)

SHP : Power Shaft (HP)

Dalam hubungannya dengan perhitungan tahanan kapal menggunakan metode *Wyman*, nilai SHP (Shaft Horse Power) atau disebut juga dengan PS (Power Shaft) adalah daya yang terukur hingga daerah di depan bantalan tabung poros (stern tube) dari sistem perporosan penggerak kapal. Sedangkan DHP (Delivery Horse Power) atau PD (Power Delivery) adalah daya yang diserap oleh baling-baling kapal guna menghasilkan gaya dorong atau dengan kata lain Power Delivery merupakan daya yang disalurkan oleh motor penggerak ke baling-baling kapal (propeller) yang kemudian dirubah menjadi gaya dorong kapal. Adapun untuk persamaannya dijabarkan sebagai berikut:

$$DHP = SHP \times \eta_s \eta \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

DHP : Power Delivery (HP)

$\eta_s \eta$: Efisiensi poros dan baling-baling

Selanjutnya setelah nilai dari Power Delivery sudah didapatkan kemudian nilai Power Delivery digunakan untuk mencari nilai EHP (Effective Horse Power) atau biasa juga disebut Power Effective (PE) adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat (resistance), agar kapal dapat bergerak. Adapun persamaannya diuraikan sebagai berikut:

$$EHP = DHP \times P_c \dots\dots\dots (2.19)$$

Untuk nilai P_c atau koefisien propulsif dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_c = \eta_{rr} \times \eta_o \times \eta \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana:

η_{rr} : Efisiensi relatif rotatif (1,02-1,05)

η_o : Efisiensi propeller saat open water test (40% - 70%)

η_h : Efisiensi lambung kapal

$$\eta_H = \frac{1 - t}{1 - w} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana:

t : Thrust deduction power

w : Wake friction ([])

Cb : Koefisien blok

Karena Power Effective (PE) adalah daya yang digunakan untuk menggerakkan badan kapal, maka terdapat hubungan antara tahanan total (Rt) dengan PE. Maka persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$R_t = \frac{EHP}{v} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana:

EHP : Power Effective (HP)

Rt : Tahanan total (kN)

v : Kecepatan (/)

G. Hukum Perbandingan Model Kapal

Tujuan dari prosedur ini adalah untuk memastikan pembuatan dan persiapan yang benar dari model lambung dan baling-baling untuk Tahanan (termasuk Tahanan Kendaraan Laut Berkecepatan Tinggi), Uji Propulsi dan Propeller Open Water. Toleransi model baling-baling untuk uji manuver, pemeliharaan laut, dan uji es umumnya dapat lebih besar (biasanya 1,5 hingga 2 kali) daripada yang digunakan untuk uji propulsi atau perairan terbuka, sedangkan uji kavitasasi mungkin lebih kecil.

Sebelum membuat model, ukuran model merupakan prioritas utama yang perlu diperhatikan karena dalam hal ini besarnya ukuran model haruslah sesuai dengan tempat melakukan pengujian model sehingga diperlukan penskalaan terhadap ukuran kapal sampel untuk mendapatkan ukuran model.

1. Parameter

Beberapa parameter yang digunakan pada saat pembuatan model kapal di antaranya sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter yang digunakan pada saat pembuatan model kapal

parameter	Keterangan
AE	Luas irisan (m ²)
A0	Propeller disk area (m ²)
AE / A0	rasio luas irisan
AP	Setelah tegak lurus
B	Luas (m)
C	panjang akord (m)
D	Diameter propeller (m)
Dh	Boss atau hub diameter (m)
FP	<i>Forward perpendicular</i>
P	<i>Propeller pitch</i> (m)
LPP	Panjang antara tegak lurus (m)
LWL	Panjang waterline (X) (m)
T	Draught (m)
T	ketebalan bagian irisan (m)
x, x, y, z	Koordinat arah
$\square m$	Massa perpindahan (kg)

2. Deskripsi Prosedur

a. Pembuatan Model

1) Model lambung

Persyaratan dasarnya adalah bahwa model harus secara geometris mirip dengan kapal di mana pun ia bersentuhan dengan air. Ini mungkin tidak mungkin dalam semua kasus karena sistem dan bahan konstruksi yang berbeda pada skala model dan ukuran penuh dan diinginkan bahwa setiap penyimpangan dari kesamaan harus diketahui dan didokumentasikan.

Bahan yang digunakan untuk model lambung kapal termasuk lilin, kayu, busa sel tertutup kepadatan tinggi dan plastik yang diperkuat serat (FRP). Model biasanya dipotong dari denah garis yang digambar ulang dari denah kapal, atau dari definisi numerik permukaan lambung yang disimpan secara elektronik dalam format grafis yang sesuai (misalnya file IGES atau yang serupa). Bahan seperti nilon yang diproduksi dengan pembuatan *prototipe* cepat (termasuk Sintering Laser Selektif, SLS) tidak cocok untuk model balingbaling/ rotor atau pelengkap lainnya yang diharuskan tetap kaku saat dalam kondisi pengujian (Liu *et. al.*, 2015).

Setelah dipotong, model selesai dengan tangan. Dalam hal konstruksi FRP, busa atau sumbat kayu dari model akan dibuat dengan cara yang sama.

a) Permukaan akhir

permukaan model harus halus secara homogen dan setara dengan yang dicapai dengan kertas basah dan kering 300 hingga 400 grit. Perhatian khusus harus diberikan ketika menyelesaikan model untuk memastikan bahwa fitur geometris seperti buku-buku jari, rel semprot, chines dan batas-batas buritan transom tetap terdefinisi dengan baik (yaitu tepi tajam), terutama di mana pemisahan aliran diharapkan.

Secara umum, penyelesaian permukaan barang yang diproduksi menggunakan teknik prototipe cepat tidak memenuhi persyaratan penyelesaian permukaan, sehingga mungkin diperlukan perhatian lebih lanjut. Tinjauan kekasaran permukaan model, termasuk item yang diproduksi menggunakan teknik prototipe cepat, diberikan dalam laporan Komite Perlawanan untuk ITTC ke-28 (2017).

b) Stasiun dan saluran air

Jarak dan penomoran stasiun perpindahan dan saluran air harus ditentukan dengan benar. Pemindahan bagian dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- (1) Sistem sepuluh bagian penomoran dari belakang dengan stasiun 0 di AP. Jumlah stasiun juga bisa 21 (20 interval berukuran sama). Stasiun dihitung dari belakang.
- (2) Stasiun pecahan desimal dapat diperkenalkan di ujungnya sesuai kebutuhan (seperti 9,5, 9,6, 9,7 dll.).
- (3) Stasiun di belakang AP untuk diberi nomor negatif.
- (4) Stasiun di depan FP untuk dinomori secara positif dalam sukseksi alami (10.1, 10.2 dst.).

Perlu dicatat bahwa ada metode lain penomoran stasiun perpiwindahan, yang mungkin sama-sama dapat diterima.

Garis air dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- (1) Garis air harus diberi jarak sesuai kebutuhan dan diidentifikasi dengan ketinggiannya di atas garis dasar.
- (2) Garis dasar harus didefinisikan sebagai bagian atas lunas. Dalam kasus lunas yang digaruk, garis pangkal sejajar dengan garis air rencana dan di tengah antara ketinggian di atas alas di AP dan FP stasiun.

c) Dimensi yang dibentuk:

Garis kapal biasanya ditarik ke dimensi cetakan dan lambung model juga harus dibangun ke dimensi cetakan.

d) Toleransi manufaktur

Toleransi lambung model untuk lebar (kamu) dan kedalaman (z) harus berada di dalam $\pm 1,0$ mm. Toleransi untuk panjang model harus dalam $\pm 0,05\%LPP$ atau $\pm 1,0$ mm mana yang lebih besar. Untuk model multihull, toleransi untuk jarak melintang dan membujur dari lambung harus dalam $\pm 0,05\%LPP$ atau $1,0$ mm mana yang lebih besar. Bukaannya di lambung harus dibuat ke dalam $\pm 1,0$ mm. Jika unit dorong lateral dimodelkan untuk memasukkan kehilangan daya terkait, maka ini dapat direpresentasikan dengan menggunakan rongga yang tidak melalui ke sisi lain. Jika unit dorong disertakan untuk menilai kemampuan manuver, maka baik gaya dorong yang dimodelkan dan rasio luas bilah yang diperluas (AE/AHAI) seharusnya dipertimbangkan.

e) Stabilitas dari waktu ke waktu

Dimensi model lambung tidak boleh bergerak di luar toleransi manufaktur yang direkomendasikan. Perlu dicatat bahwa dimensi model lilin dapat berubah cukup besar dengan perubahan suhu. Misalnya, perubahan $5^{\circ}C$ dapat mengubah panjang model sekitar $0,15\%$ (10 mm untuk model 7 m). Dokumentasi model harus mencakup setiap perubahan dimensi, yang mungkin timbul dari sumber ini.

2) Model baling-baling

Toleransi manufaktur (untuk uji propulsi sendiri dan air terbuka): Baling-baling memiliki diameter (D) biasanya dari 150 mm hingga 300 mm harus diselesaikan dengan toleransi berikut:

Diameter (D)	$\pm 0,10$ mm
Ketebalan (T)	$\pm 0,10$ mm
Panjang akord (C)	$\pm 0,20$ mm
Rata-rata pitch pada setiap radius (P/D):	$\pm 0,5\%$ dari nilai desain.

Perhatian khusus harus diberikan pada akurasi pembentukan di dekat tepi depan dan belakang dari bagian pisau dan pada distribusi ketebalan. Baling-baling biasanya akan diselesaikan hingga selesai dipoles. Penggunaan proses CAD/CAM semakin meningkatkan fasilitas untuk mencapai toleransi tersebut.

Pembuatan saluran model, roda baling-baling dan baling-baling pra dan pasca pusaran harus mengikuti toleransi yang direkomendasikan di atas untuk baling-baling model yang digunakan dalam uji propulsi mandiri dan air terbuka.

a) Kesenjangan

Celah antara sisi belakang dari model bossing dan sisi depan dari propeller boss harus minimum yang diperlukan untuk memungkinkan pergerakan maju yang cukup dari

propeller ketika mengkalibrasi thrust dynamometer tetapi tidak boleh melebihi 2 mm dengan propeller pada posisi desainnya. Pelindung tali melintasi celah tidak boleh diproduksi pada skala model.

b) Jarak bebas baling-baling / lambung kapal

Jarak celah baling-baling/lambung harus memiliki toleransi dalam $\pm 1,0$ mm dan gerakan baling-baling aksial maksimum 1,5 mm. Toleransi ini harus memberikan jarak bebas baling-baling dengan kurang dari 1,0%D kesalahan.

3) Pelengkap

Pelengkap dalam konteks ini mengacu pada item seperti braket poros eksternal, poros baling-baling terbuka, bos, struts dan pod dari propulsor pod, lunas lambung kapal, sirip gulungan dan kemudi. Pelengkap harus dibangun ke bentuk eksternal penuh seperti yang dirancang. Toleransi pembuatan pelengkap harus berada dalam $\pm 0,2$ mm. Permukaan akhir harus setidaknya sama bagusnya dengan yang direkomendasikan untuk model lambung. Pelengkap harus ditempatkan di dalam $\pm 0,5$ mm dari posisi desain mereka.

b. Stimulasi Turbulensi

Alasan mengapa stimulasi turbulensi diterapkan pada model kapal adalah (dalam urutan kepentingan yang menurun):

- (1) memastikan bahwa rezim aliran pada skala model setara dengan skala penuh,
- (2) bahwa aliran skala model konstan karenanya dapat diulang di seluruh nomor Froude desain dan di antara pengujian berulang, dan
- (3) bahwa pendekatan penskalaan yang diketahui dapat diterapkan.

1) Lambung

Model harus dilengkapi dengan stimulator turbulensi yang diakui, yang harus dijelaskan dengan jelas dalam dokumentasi model dan laporan eksperimen. Mengingat variasi dalam model geometri, perangkat stimulator turbulensi harus dipilih dengan mempertimbangkan efektivitas dan kenyamanannya untuk tujuan individu. Tiga jenis stimulator turbulensi yang berbeda saat ini umum digunakan untuk aplikasi maritim: stud, strip pasir, dan kabel trip. Kombinasi khas dari model/panjang embel-embel dan nomor Froude di mana sebagian besar model tetap berada dalam rezim aliran laminar diidentifikasi pada (Gambar 8). Perhatian khusus harus diberikan ketika memilih perangkat stimulator turbulensi untuk kasus ini. Tinjauan kemajuan mekanisme transisi lapisan batas laminar-turbulen dan pemilihan perangkat yang tepat untuk stimulasi turbulensi diberikan dalam laporan Komite Perlawanan untuk 26th (ITTC, 2011) dan 28th

(ITTC, 2017). Kesimpulan dari tinjauan ini dirangkum dalam prosedur yang disediakan di sini.

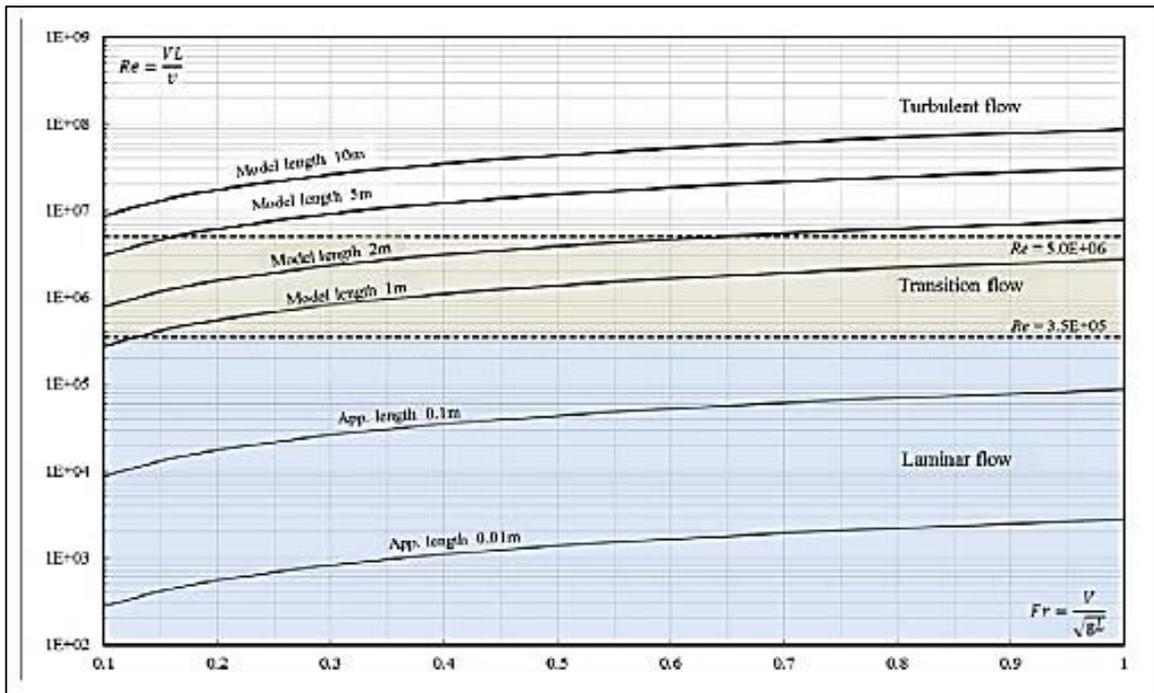
Kancing digunakan untuk stimulasi turbulensi biasanya berdiameter antara 1,6 dan 3,2 mm, 0,5 hingga 3,0 mm dan berjarak antara 12 dan 25 mm. (Gambar 9), dari (Hughes dan Allan, 1951) dan (NPL Report 10/59, 1960), memberikan pedoman untuk dimensi stud dan lokasi dari kancing sebagai stimulator turbulensi pada batang garu tipe konvensional.

kabel digunakan untuk stimulasi turbulensi biasanya berdiameter antara 0,5 mm dan 1,0 mm, tergantung pada posisi dan kecepatan model, dan ditempatkan sekitar 5% LPP di belakang FP.

Sand strip yang digunakan untuk stimulasi turbulensi biasanya terdiri dari *backing strip/adhesive* dengan lebar 5 mm sampai 10 mm yang dilapisi dengan pasir bermata tajam dengan ukuran butir sekitar 0,50 mm, dengan leading edge sekitar 5% LPP di belakang FP. Strip pasir adalah metode stimulasi turbulensi yang disukai untuk lambung ramping panjang, seperti katamaran kecepatan tinggi.

Kabel sering lebih disukai daripada strip pasir untuk kenyamanan, karena akurasi dimensi dan kemudahan pemasangannya. Beberapa strip pasir telah ditemukan rentan terhadap kerusakan selama pengujian.

Busur bohlam juga memiliki stimulator turbulensi yang terletak biasanya pada panjang bohlam dari ujung depannya. Dalam kasus busur bulat dengan garis air berbentuk S, stimulator turbulensi harus diterapkan dalam posisi sesaat sebelum gradien tekanan positif dapat diharapkan. Harus diperhatikan bahwa ukuran dan jumlah perangkat stimulasi turbulensi yang digunakan tidak secara mendasar mengubah gelombang haluan dan dengan demikian akumulasi progresif tekanan dan ketahanan gesekan kulit di sepanjang lambung kapal.

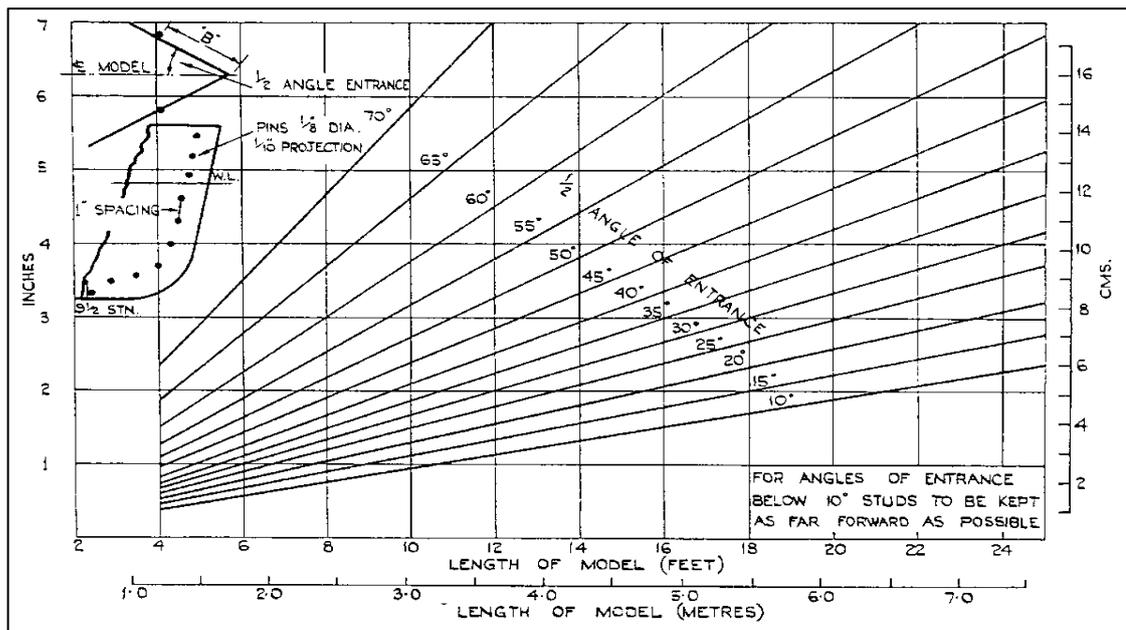


Gambar 13. Plot kontur Re berbasis panjang untuk rentang panjang model / tambahan dan bilangan Froude. Ini adalah contoh untuk estimasi rezim aliran untuk model tipikal/panjang pelengkap tanpa perangkat stimulasi turbulensi ($u = 1.1386 \times 10^{-6}$ M2/s untuk 15°C air tawar, $g = 9,8067$ m/s²)

2) Tambahan

Stimulasi turbulensi harus diterapkan pada embel-embel ketika aliran laminar di atas embel-embel mungkin terjadi. Pendekatan untuk pemilihan perangkat stimulasi turbulensi yang tepat untuk pelengkap adalah sebagai berikut:

- Untuk setiap komponen pelengkap mengklasifikasikan perangkat sebagai gertakan, *faired* atau *lifting*.
- Evaluasi bilangan *Reynolds* yang diharapkan untuk rentang bilangan Froude yang diuji.
- Pilih perangkat stimulator turbulensi yang sesuai dengan ukuran dan jarak yang sesuai untuk memaksa transisi tanpa menambahkan signifikan jumlah kehilangan momentum ekstra yang mengubah bangun di hilir.
- Untuk perangkat di mana ada risiko aliran pemisahan atau yang sebagian besar tetap laminar, periksa strategi apa yang dipilih untuk mengurangi rezim aliran yang berubah. Misalnya, dengan menggunakan embel-embel berpermukaan kasar atau mengubah profil bagiannya.
- Lakukan proses pengupasan komponen secara progresif, penambahan embel-embel secara bertahap dimulai dari yang terjauh ke depan.
- Mengevaluasi kenaikan tahanan akibat masing-masing komponen.
- Skala kontribusi resistensi yang benar.



Gambar 14. Lokasi stud sebagai stimulator turbulensi (Hughes dan Allan, 1951)

3) Baling-baling

Stimulasi turbulensi biasanya tidak diterapkan pada baling-baling yang digunakan dalam uji propulsi sendiri dan air terbuka. Namun ada bukti bahwa stimulasi turbulensi mungkin diperlukan pada model baling-baling yang digunakan dalam uji kavitasi.

c. Persiapan untuk Pengujian Model

Sebelum melakukan pemberatan pada model, pemeriksaan yang cermat terhadap dimensi model harus dilakukan.

1) *Ballast* dan *trimming* (untuk uji resistensi dan *self-propulsion*)

Model harus dimuat untuk memberikan perpindahan volume yang benar pada skala model. Ini biasanya melibatkan perhitungan perpindahan volume skala penuh dari pengetahuan tentang berat skala penuh dan kepadatan air yang sesuai; penskalaan perpindahan volume ke skala model menggunakan faktor skala yang diadopsi; perhitungan berat skala model menggunakan kerapatan air yang sesuai untuk tangki; akhirnya pemberat model ke berat yang dihitung. Bobot model harus benar dalam 0,2% dari perpindahan berat yang dihitung dengan benar. Jika praktis, model harus ditimbang di udara menggunakan timbangan yang dikalibrasi.

Trim model harus sedemikian rupa sehingga kesalahan dalam draft, jika ada, dari gambar desain adalah sama di depan dan setelah tegak lurus. Model biasanya diuji tanpa tumit. Rata-rata dari keempat draft, tegak lurus kedepan, setelah tegak lurus, sisi

kiri tengah kapal dan sisi kanan tengah kapal, tidak boleh berbeda dari angka yang dirancang lebih dari 2.0mm atau 0,05% LPP, mana yang lebih kecil.

Deformasi hog atau sag tidak boleh melebihi toleransi yang dapat diterima, biasanya tidak > 2,0 mm atau 0,05% LPP, mana yang lebih kecil. Untuk model lama yang diuji ulang, pilihan toleransi yang dapat diterima mungkin bergantung pada pengujian ulang tolok ukur resistansi.

2) Model lilin

Hal berikut ini berlaku untuk model yang sebagian besar dibuat dari lilin, bukan model komposit kayu lilin. Sebelum dijalankan, model lilin harus dibiarkan tenggelam sepenuhnya di dalam air, sebaiknya selama 36 jam dan tidak kurang dari 12 jam. Saat mengapung kembali, seluruh permukaan harus dibersihkan di dalam tangki air dengan spons atau sikat lembut, dengan hati-hati untuk menghilangkan semua gelembung udara dan lendir dari permukaan. Jika model telah berada di dalam air selama beberapa minggu dan telah menjadi bertatahkan dengan deposit kristal itu harus kembali dikikis dan direndam kembali, tidak hanya spons.

d. Dokumentasi

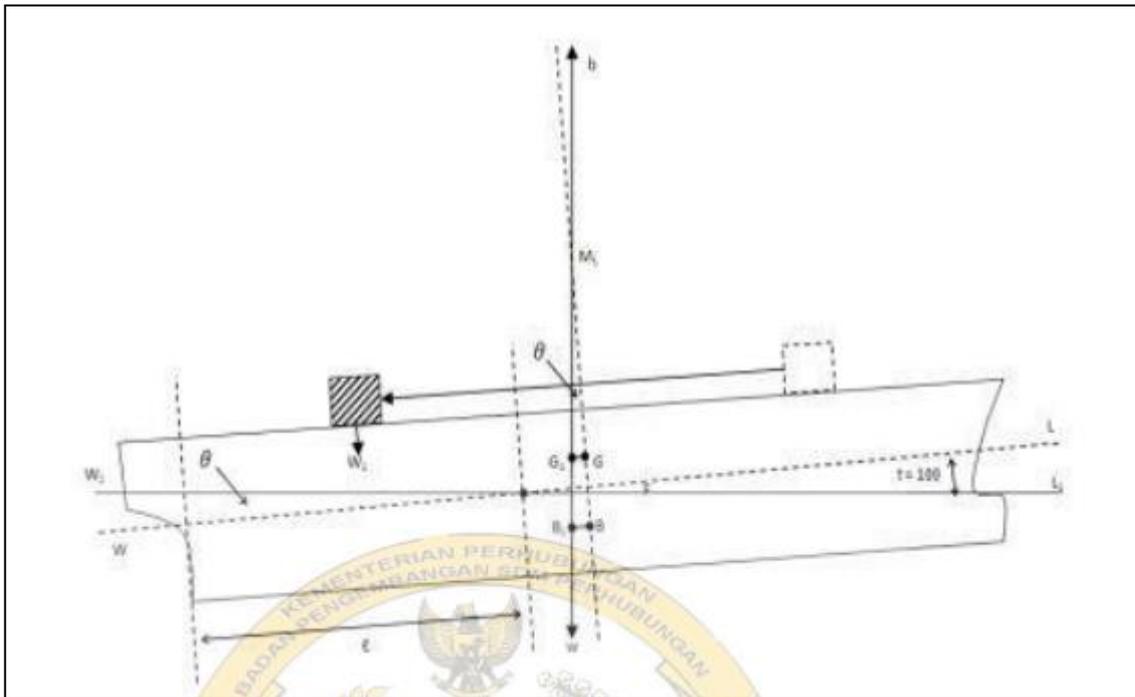
Rincian model harus disusun dalam laporan dan/atau disertakan dalam laporan pengujian, dan harus berisi setidaknya informasi berikut:

1) Model lambung:

- | | |
|--|---|
| a) Identifikasi (nomor model atau sejenisnya) | k) Detail stimulasi turbulensi |
| b) Bahan konstruksi | l) Detail pelengkap |
| c) Dimensi utama | 2) Model Baling-Baling: |
| d) Panjang antara tegak lurus (LPP) | a) Identifikasi (nomor model atau sejenisnya) |
| e) Panjang garis air (LWL) | b) Bahan konstruksi |
| f) Lebar (B) | c) Dimensi utama |
| g) Minuman (T) | d) diameter |
| h) Untuk kapal multihull, jarak lambung memanjang dan melintang | e) pitch - Diameter Rasio (P/D) |
| i) Pergeseran desain (Δ) (kg, air tawar) | f) Rasio area blade yang diperluas (AE/A0) |
| j) Hidrostatika, termasuk luas bidang air dan luas permukaan basah | g) Rasio ketebalan (t/D) |
| | h) Diameter hub/bos (DH) |

H. Trim Kapal

Trim merupakan perbedaan antara draft depan dan draft belakang dimana adanya moment gaya yang bekerja secara membujur pada kapal. Dimana disebabkan oleh Moment gaya yang bekerja akibat adanya pergeseran muatan secara membujur, yang mengakibatkan perpindahan dari point of gravity bergeser secara longitudinal sejajar dengan arah pergeseran benda yang mengalami pergeseran tersebut.



Gambar 15. proses pergeseran benda secara longitudinal.

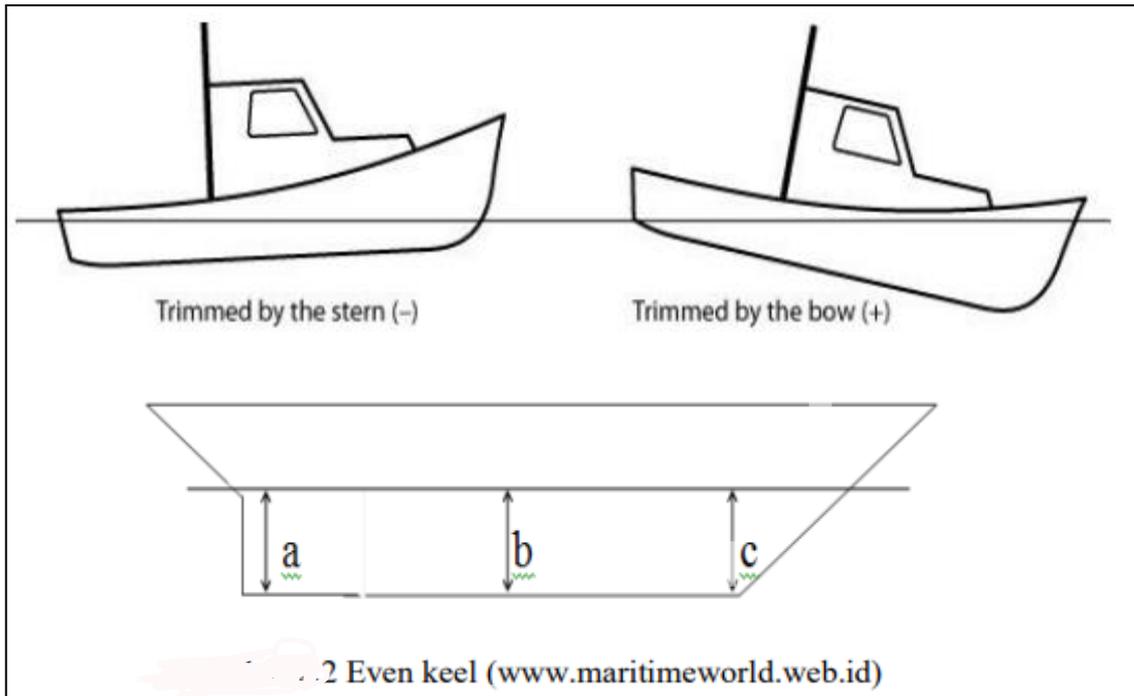
Dari penjelasan (Gambar 15) maka akibat dari pergeseran benda sejauh x meter akan mempengaruhi pergeseran titik gravitasi sejajar dengan pergeseran muatan yang dilakukan, sehingga moment yang bekerja pada benda yang digeser itu menyebabkan perpindahan titik gravitasi (point of gravity) juga ikut bergeser sejajar dengan muatan yang digeser dan mempengaruhi kondisi kapal pada saat itu.

Moment yang bekerja pada bidang horizontal secara membujur, menyebabkan pergeseran titik G pada bidang centerline menuju searah pergeseran benda sejauh " x " meter. Mengakibatkan terjadinya sudut senget pada bidang centerline yang membuat bidang yang menerima pergeseran benda mengalami penurunan dari bidang depan.

Menurut Capt. Istopo (1997:178) *Trim* adalah perbedaan antara sarat depan dan belakang, yang di bagi menjadi tiga (3) bagian yaitu :

1. *Trim by Head* adalah sarat depan lebih besar dari sarat belakang (nungging).
2. *Trim by Stern* adalah sarat belakang lebih besar dari sarat depan (ndongak).

3. *Even Keel* adalah sarat depan sama dengan sarat belakang (rata).



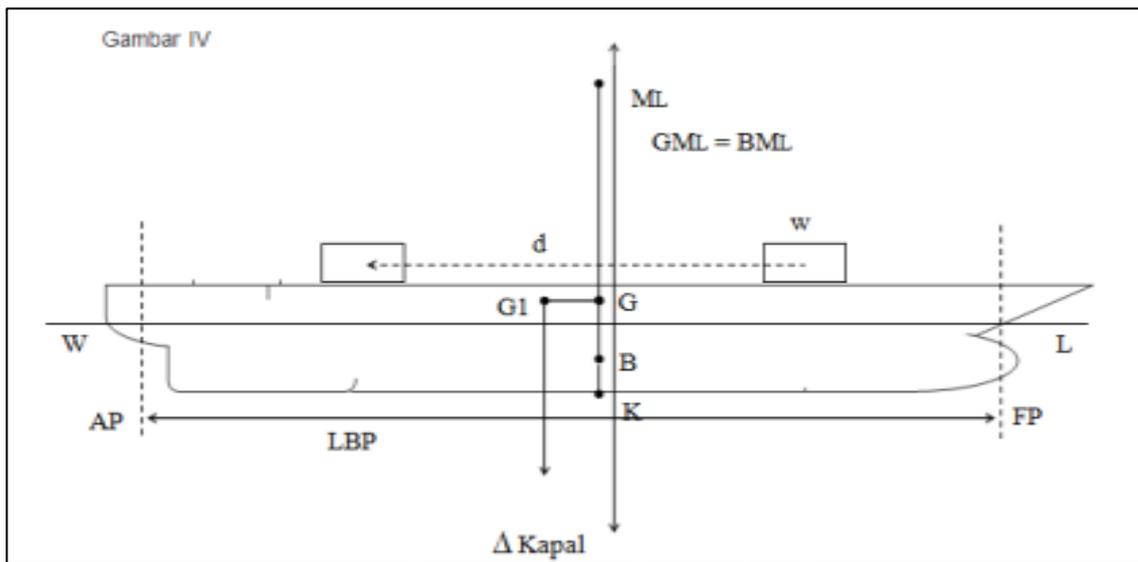
Gambar 16. Pembagian *Trim* Kapal

Moment yang bekerja untuk merubah *trim* satu satuan 1 centimeter dinamakan MCTC (Capt. Istopo, 1997: 180) *trim* sangat berperan penting dalam pengaturan jarak tegak yang diukur dari dasar keel ke dasar perairan, sebagai cara untuk menghindarkan kapal mengalami kandas (grounding). Dimana *trim* kapal itu sendiri dipengaruhi oleh adanya tonnes per centimeter (TPC) yang dimiliki oleh masing-masing kapal. Menurut (Capt. Soegiyanto, 2008: 9) tonnes per centimeter adalah nilai suatu bobot yang harus dimuat atau dibongkar, agar draft rata-rata kapal berubah 1 cm. Sedangkan menurut (Capt. Istopo, 1997: 95) adalah nilai berat (ton) yang dimuatkan atau dibongkar dari kapal yang akan merubah sarat rata-rata kapal yang terapung di air laut sebesar satu sentimeter. Dari beberapa pendapat para ahli maka dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa tonnes per centimeter ialah berat yang dibutuhkan oleh sebuah kapal untuk merubah draft per satu sentimeter.

Tonnes per centimeter dipengaruhi oleh bentuk badan kapal, semakin lebar dan panjang kapal maka tonnes per centimeter kapal itu akan semakin besar (Capt. Soegiyanto, 2008: 10). Dikarenakan tonnes per centimeter sangat dipengaruhi oleh bentuk badan kapal yang berada dibawah permukaan cairan dimana kapal berada, hal ini dapat dipahami karena luas bidang air tidak sama untuk setiap draft. Dimana tonnes per centimeter ini berpengaruh pada *trim* kapal yang berfungsi sebagai pengukur jarak tegak dari dasar perairan ke keel kapal itu, jarak tegak tersebut dinamakan UKC (Under Keel Clearance). Pembacaan *trim* dapat dilakukan dengan metode draft survey yang

dapat dilaksanakan melalui beberapa tahap : *draft reading, measurment, data check* dan *calculation*.draft survey sendiri memiliki fungsi sebagai cara pengecekan kesesuaian draft setelah melaksanakan proses memuat muatan pada pelabuhan muat apakah kapal mengalami *over draft*.

Dari pembahasan tentang *trim*, *trim* merupakan pembahasan tentang ilmu stabilitas dimana stabilitas dibagi menjadi 2 bagian yaitu stabilitas secara membujur dan melintang. Dari stabilitas ini terdapat 3 titik penting yang bekerja pada kapal yaitu *point of metacentric, point of gravity, point of bouyancy*. Dimana kapal dalam keadaan even keel dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 17. Kapal *even keel*

Dari penjelasan (Gambar 17), maka dapat disimpulkan kapal dalam keadaan *even keel* dapat terjadi bilamana *point of gravity, point of metacentric, point of bouyancy* berada dalam satu garis lurus pada bidang centerline. Ketiga titik ini lah yang dapat menyebabkan kapal dapat terapung diatas permukaan zat cair.

Pada dasarnya kapal dapat mengapung akibat adanya prinsip gaya apung kapal (*bouyancy*) atau daya apung kapal dalam penerapan prinsip kerja gaya archimedes dimana sebuah benda yang dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda tersebut akan mendapat gaya yang disebut gaya apung sebesar berat zat cair yang dipindahkan (*louis koutela, draft survey*). Akibat dari adanya gaya apung, berat benda dalam zat cair akan berkurang.

Dimana dalam penjelasan diatas bahwa gaya apung disebabkan adanya perbedaan fluida pada kedalaman yang berbeda, yang dapat terjadi akibat adanya perubahan berat jenis fluida yang ada.

Dari pembahasan perubahan *trim* yang terjadi maka akan berpengaruh dalam draft kapal yang ada. Dimana dalam penjelasan diatas bahwa draft kapal yang masuk ke dalam air dapat mengetahui berat/bobot kapal (displacement) dengan prinsip hukum archimedes.

Dalam ilmu stabilitas bentuk kapal dapat mempengaruhi pada stabilitas, karena suatu benda memiliki *block coefficient* dari *coefficient of displacement*, *midship coefficient*, dan *prismatic coefficient*. Dalam stabilitas tidak hanya faktor gaya dari dalam saja yang bekerja melainkan ada faktor dari luar yaitu perubahan berat jenis fluida, dan squat effect.

Karena bentuk kapal yang terbenam tidak rata maka untuk menghitung perubahan sarat pada bentuk kapal karena perubahan berat jenis, maka dapat dilakukan dengan cara asumsi rumus FWA (fresh water allowance). Fresh water allowance, adalah perubahan sejumlah milimeter dari perubahan sarat rata-rata bila kapal berlayar dari daerah air laut ke air tawar ataupun sebaliknya (Capt. Istopo, 1997: 102), dengan asumsi rumus :

$$\text{Blokage factor} = \frac{\text{keindahan air } (\text{ton})}{4 \times TPC}$$

Dari gambar diatas kapal terapung pada sarat musim pada (summer draft) di air laut pada garis W1L1. Umpamakan V sama dengan volume air laut yang dipindahkan pada sarat tersebut. Dan W2L2 memperlihatkan garis air kapal yang memindahkan massa air yang sama, juga v' merupakan ekstra volume yang dipindahkan dalam air tawar. Maka jumlah air tawar yang dipindahkan ialah V+v' (Capt. Istopo, 1997: 102).

Berdasar pada hukum archimedes yang mengatakan berat benda yang masuk kedalam air adalah sama dengan berat air yang dipindahkan dari massa benda yang masuk ke dalam air tersebut. Selain FWA (fresh water allowance) ada beberapa faktor lain yang berpengaruh pada perubahan *trim* kapal yaitu squat effect. Squat effect timbul akibat kapal berlayar pada perairan dangkal dan sempit, dimana disebabkan oleh laju kapal yang akan menimbulkan gelombang pada haluan yang tinggi di depan kapal, dan bagian tengah muncul gelombang yang rendah dan bagian buritan timbul gelombang yang tinggi juga.

Dimana squad effect dapat dipengaruhi dari beberapa hal, antara lain : bentuk kapal, kecepatan kapal, kedalaman alur, lebar alur. Pengaruh lebar alur pelayaran akan berdampak pada besar kecilnya squad effect yang terjadi, jika semakin sempit suatu alur

pelayaran maka perbedaan gelombang haluan dan gelombang buritan akan semakin besar dengan penurunan air di bagian tengah, dengan asumsi rumus :

$$\text{Squat Max} = \frac{2 \times CB \times V^2}{100}$$

Dimana pada penjelasan rumus diatas adalah CB (blockage factor) dari kapal tersebut dan v merupakan kecepatan rata-rata dari kapal dalam knot. Selain itu terdapat pengaruh dari blokage factor yang disebabkan oleh hisapan karena lebar kapal dan perairan sempit, memperkecil jarak bebas antara kedua lambung kapal dengan kedua sisi dari perairan sempit tersebut. Dengan asumsi rumus :

$$\text{Blokage factor} = \frac{b}{B} \times \frac{d}{D}$$

Dimana b merupakan lebar kapal dalam satuan meter, B merupakan lebar perairan yang tersebut dalam satuan meter, d merupakan draft kapal rata-rata (mean draft) dalam satuan meter, dan D adalah dalam perairan dalam satuan meter. Dari penjelasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa faktor fresh water allowance dan squat effect dapat mempengaruhi perubahan draft kapal yang disebabkan dari faktor luar, yang berguna dalam proses pengaturan *trim* kapal untuk dapat menghasilkan under keel clearance yang sesuai, yang berfungsi agar kapal dapat berlayar secara aman pada saat memasuki alur pelayaran sempit dan terhindar dari bahaya kandasnya kapal.