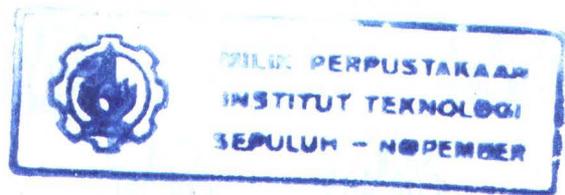
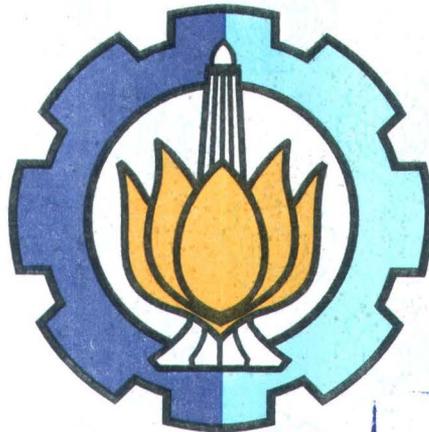


22207/H/05



TUGAS AKHIR
HIDRODINAMIKA

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PEMASANGAN
SPRAY STRIPS PADA KAPAL CEPAT**



RSPe
623.81
Tan
S-1
2004

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	5-4-2005
Terima Dari	H/
No. Agenda Prp.	221686

Disusun oleh :

HAMBAR TANMYONO

NRP. : 4197100025

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

2004

TUGAS AKHIR
HIDRODINAMIKA

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PEMASANGAN
SPRAY STRIPS PADA KAPAL CEPAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Perkapalan
Pada

Bidang Studi Hidrodinamika
Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, Agustus 2004

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. I.K.A. Pria Utama, M.Sc., Ph.D.

Ir. Petrus Adrianto Dewanda, M.A.Sc.

NIP. 132 007 645

NIP. 130 325 763

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

2004

**STUDI EKSPERIMENTAL
PENGARUH PEMASANGAN SPRAY STRIPS
PADA KAPAL CEPAT**

TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai Dengan Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir

Pada

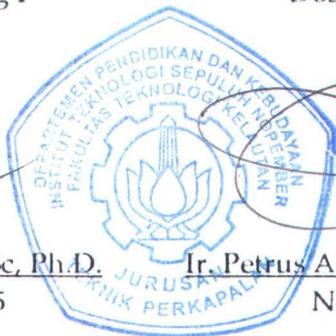
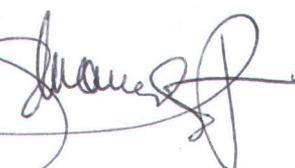
**Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Surabaya, Agustus 2004

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. I.K.A. Pria Utama, M.Sc, Ph.D.

NIP. 132 007 645

Ir. Petrus Adrianto Dewanda, M.A.Sc.

NIP. 130 325 763

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PEMASANGAN SPRAY STRIPS PADA KAPAL CEPAT

Abstrak

Spray/semburan air yang terjadi ketika kapal cepat sedang berlayar akan semakin membesar seiring dengan bertambahnya kecepatan kapal tersebut. Pemasangan spray strips pada kapal cepat akan menimbulkan perubahan terhadap besarnya tahanan dan arah spray/semburan yang dihasilkan.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidrodinamika FTK-ITS dengan menggunakan model kapal cepat yang telah ada. Sebanyak enam kondisi model yang digunakan dalam percobaan dengan masing-masing kondisi ditarik dengan variasi kecepatan (F_n) mulai dari 0,28 ~ 0,48. Dalam penelitian ini, model dengan kondisi tanpa spray strip dijadikan pembandingan terhadap kondisi lainnya dan diamati pengaruh dari pemasangan spray strip terhadap perubahan tahanan dan arah spray/semburan.

Dari hasil penelitian, spray strip yang dipasang pada semua kondisi ternyata efektif untuk mengubah spray/semburan yang terjadi ke arah samping model sedangkan untuk pemasangan dua spray strips sekaligus pada model akan memberi pengaruh paling besar terhadap nilai tahanan total yang dihasilkan yaitu sebesar 20,3% lebih kecil bila dibandingkan dengan model dengan kondisi tanpa spray strip sedangkan untuk pemasangan hanya satu spray strip pada model hanya 8,2% lebih kecil daripada model tanpa spray strip.

EXPERIMENTAL STUDY:
THE EFFECT OF SPRAY STRIPS
ON A FAST SHIP

Abstract

Fast ship is characterized by the development of a large spray formation. The development of spray increases rapidly with speed. Spray strips on a fast ship can change the direction of spray formation and the resistance.

Experimental investigation at Hydrodynamic Laboratory used one model of fast ship as an object of experiment. The model was tested without spray strips and with five different spray strips arrangement in a speed range of $Fn = 0.28 \sim 0.48$. The purposes of the experiment are to finding a method of reducing the amount of spray thrown to the ship/spray formation and to reducing a resistance.

Based on the experiment, all spray strips are exactly effective to change the direction of spray while the combination of spray strips arrangement with different length are the most effective devices to reduce the resistance 20.3% less than model without spray strips. On the other hand only one spray strip on a model just give 8.2% less than model without spray strips.

KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang mendalam penulis panjatkan kehadapan Allah SWT yang telah memberikan rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini berjudul **“Studi Eksperimental Pengaruh Pemasangan Spray Strips Pada Kapal Cepat”**.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Perkapalan FTK – ITS.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik oleh penulis tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. I.K.A. Pria Utama, M.Sc.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Hidrodinamika yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Ir. Petrus Adrianto Dewanda, M.Asc, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan petunjuk dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Triwilaswandio WP., M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS.
4. Kepada KELUARGA TERCINTA yang selalu memberikan do’a dan dorongan moral dan material untuk segera menyelesaikan k..... ini.
5. Seluruh dosen, staf dan karyawan jurusan teknik Perkapalan.

6. Pak Joko, Pak Condro, Pak Toni dan Mas Pur selaku staf Laboratorium Hidrodinamika FTK-ITS atas bimbingan dan kerjasamanya (Have fun selalu).
7. Teman-teman kuliah P-37 yang sangat kompak sekali. Pool
8. Teman-teman kos GL 57 yang hampir semuanya takut cewek tapi sebenarnya ngebet pol pingin punya cewek.

Penulis sadar bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan maka saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tulisan ini bisa bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Wassalam.

Surabaya, Agustus 2004

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	I - 1
1.1 Latar Belakang	I - 1
1.2 Perumusan Masalah	I - 3
1.3 Tujuan Penelitian	I - 3
1.4 Batasan Masalah	I - 3
1.5 Sistematika Penulisan	I - 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	II - 1
2.1 Komponen Tahanan Kapal	II - 1
2.2 Tahanan Gesek	II - 3
2.3 Tahanan Gelombang	II - 4
2.3.1 Tahanan Pola Gelombang	II - 5
2.3.2 Tahanan Pemecahan Gelombang	II - 6
2.4 Kapal Cepat	II - 9
2.4.1 Fase Displacement Murni	II - 10
2.4.2 Fase Semi Planing	II - 11

2.4.3	Fase Planing	II - 13
2.5	Spray Strips	II - 13
BAB 3 PROSEDUR PENELITIAN		III - 1
3.1	Metode Penulisan	III - 1
3.2	Persiapan Percobaan	III - 2
3.2.1	Peralatan Percobaan	III - 2
3.2.2	Persiapan Model Kapal	III - 4
3.2.3	Pembuatan Spray Strip	III - 5
3.2.4	Faktor-faktor Korelasi dan Sifat-sifat Fisik	III - 7
3.3	Prosedur Pengujian	III - 8
3.4	Validitas Rancangan Percobaan	III - 9
3.5	Prosedur Pengambilan Data	III - 13
BAB 4 ANALISA DAN HASIL EKSPERIMEN		IV - 1
4.1	Hasil Eksperimen	IV - 1
4.1.1	Eksperimen I	IV - 2
4.1.2	Eksperimen II	IV - 3
4.2	Pengaruh Kecepatan dan Pemasangan Strip Terhadap Koefisien Tahanan Kapal	IV - 6
4.2.1	Eksperimen I	IV - 11
4.2.2	Eksperimen II	IV - 12
4.3	Pengaruh Posisi Pemasangan Strip Terhadap Tahanan Total Kapal	IV - 13

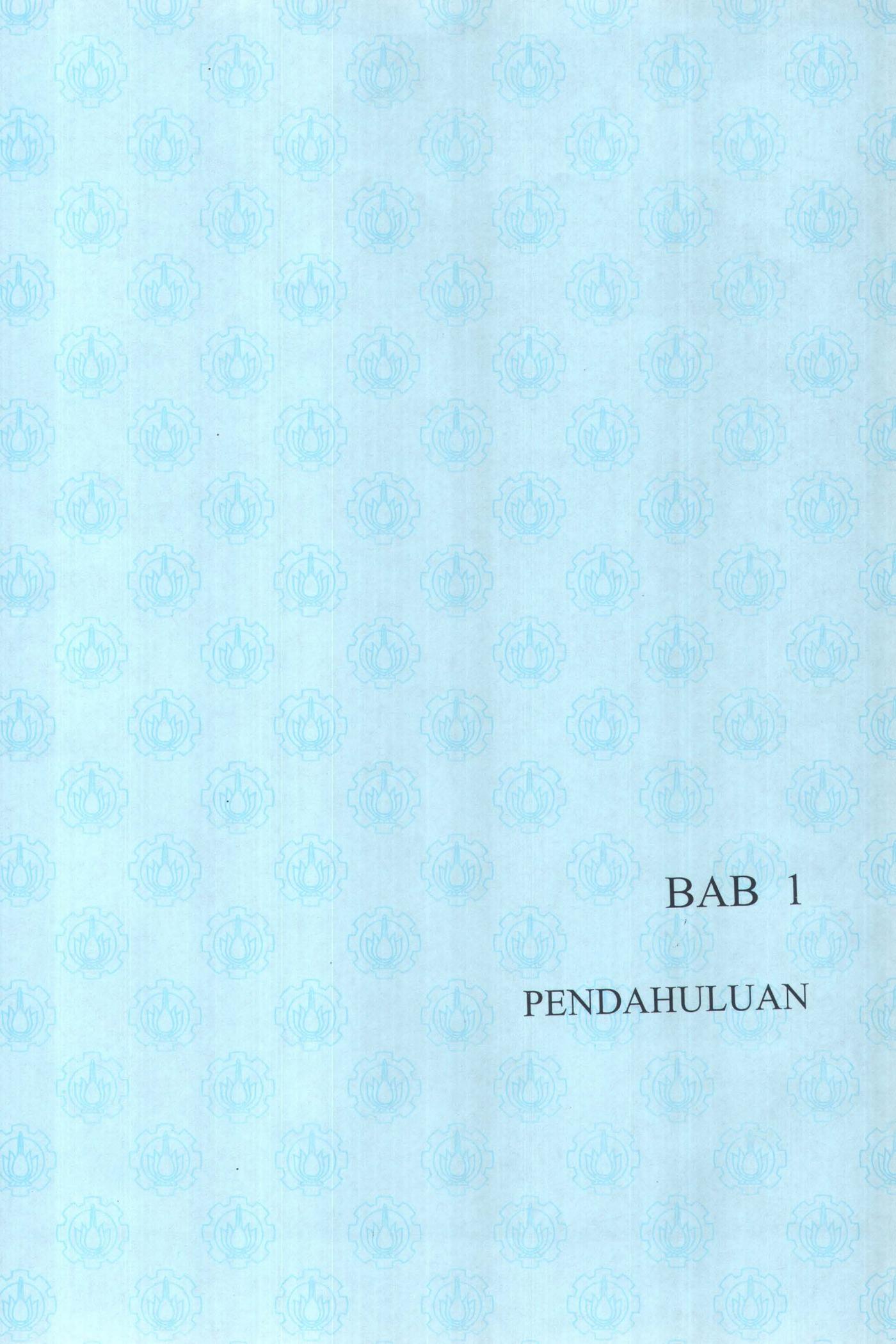
4.4	Pengaruh Pemasangan Spray Strip terhadap Arah Spray yang terjadi	IV - 15
BAB 5 PENUTUP		V - 1
5.1	Kesimpulan	V - 1
5.2	Saran	V - 2
Daftar Pustaka		
Lampiran		
Lampiran A : Data Eksperimen		A - 1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Komponen tahanan kapal	II - 2
2.2	Pengaruh C_P dan L/B terhadap pemecahan gelombang	II - 6
2.3	Perbandingan $r = (C_t - C_w)/C_f$ dan Fn^*	II - 7
2.4	Bodyplan planing hull	II - 10
2.5	Posisi AP, FP dan LCG pada setiap fase	II - 11
2.6	Distribusi gelombang dan tekanan sepanjang L_{wl}	II - 12
2.7	Distribusi tekanan pada permukaan "planing plate"	II - 12
2.8	Kapal cepat yang dilengkapi dengan spray strips	II - 13
2.9	type spray strips	II - 14
Gambar 3.1	Diagram alur penelitian	III - 1
3.2	spray strip tampak depan	III - 6
3.3	spray strip tampak samping	III - 7
3.4	Pandangan depan load cell dan balance support	III - 10
3.5	Pandangan samping Load cell dan balance support	III - 10
3.6	Blok diagram resistance test	III - 12
Gambar 4.1	gambar model kapal dengan berbagai kondisi	IV - 2
4.2	Gambar model kapal dengan berbagai kondisi	IV - 4
4.3	Grafik koefisien tahanan model pada kondisi I	IV - 6
4.4	Grafik koefisien tahanan model pada kondisi II	IV - 7
4.5	Grafik koefisien tahanan model pada kondisi IV	IV - 7

4.6	Grafik koefisien tahanan model pada kondisi I	IV - 8
4.7	Grafik koefisien tahanan model pada kondisi III	IV - 8
4.8	Grafik koefisien tahanan model pada kondisi V	IV - 9
4.9	Grafik koefisien tahanan model pada kondisi VI	IV - 9
4.10	Grafik persentase perbandingan antar model	IV - 10
4.11	Grafik perbandingan C_t dan F_n tiap kondisi	IV - 11
4.12	Grafik perbandingan C_t dan F_n tiap kondisi	IV - 12
4.13	gambar berbagai posisi pemasangan strip	IV - 13
4.14	Foto model kapal ditarik dengan kecepatan $F_n=0,38$	IV - 15
4.15	Foto model kapal ditarik dengan kecepatan $F_n=0,46$	IV - 16
4.16	Foto model kapal setelah dipasang strip	IV - 17



BAB 1

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Faktor utama yang memegang peranan penting dalam perencanaan suatu kapal adalah tahanan yang akan dialami oleh kapal pada saat berlayar. Suatu bentuk badan kapal dengan tahanan yang sekecil mungkin adalah tujuan perencana kapal sebab akan memperkecil daya mesin yang akan dipakai sehingga terjadi penghematan bahan bakar, berat mesin menjadi lebih ringan sehingga dapat menambah daya muat kapal tersebut.

Type-type kapal yang ada pada saat ini didasarkan pada karakteristik sebuah kapal, salah satunya adalah kecepatan (velocity/speed). Ada kapal lambat dan ada pula kapal cepat. Kapal cepat, secara definitif dapat dengan mudah dipahami bahwa type kapal yang satu ini memiliki keunggulan dikecepatannya yang tinggi. Para desainer kapal cepat merancang bentuk badan kapal/body yang mempunyai tahanan kecil, yaitu desain bentuk haluan/forebody yang ramping yang mampu membelah perairan dengan ringan dan cepat. Pada kapal-kapal berkecepatan tinggi seperti speed boat, badan kapal akan terangkat seiring dengan bertambahnya kecepatan kapal akibat bertambahnya gaya angkat ke atas. Pada kondisi tersebut tahanan total yang dialami seharusnya bertambah kecil karena badan kapal yang tercelup air semakin kecil. Salah satu perubahan tersebut adalah munculnya tahanan pemecahan gelombang (Muller-Graf, 1991).

Secara matematis, C_w (koefisien tahanan gelombang) dirumuskan sebagai berikut (Hogben, 1974) :

$$C_w = C_{WP} + C_{WB},$$

dimana C_{WP} dan C_{WB} masing-masing adalah koefisien tahanan pola gelombang dan tahanan pemecahan gelombang. Pada kecepatan rendah (F_n dibawah 0,4) tahanan gelombang didominasi oleh tahanan pola gelombang. Selanjutnya, seiring dengan meningkatnya kecepatan kapal (F_n sekitar 0,5 sampai 0,6) tahanan pemecahan gelombang yang terjadi akan semakin besar (Muller-Graf 1991).

Hal tersebut diatas mendorong penulis untuk melakukan eksperimen di Tangki Percobaan dengan menggunakan model kapal cepat yang tersedia dengan memasang spray strips pada model kapal tersebut. Pemasangan spray strip pada posisi yang tepat pada bagian depan badan kapal akan berpengaruh pada optimalisasi pengaruh spray strip ini.

Pada Tugas Akhir ini dianalisa perbedaan besarnya harga tahanan total dan arah spray/semburan yang dialami model yang telah dipasangi spray strips dibandingkan dengan model tanpa spray strip dengan memperhatikan posisi pemasangan spray strip yang digunakan pada model. Semakin baik posisinya akan semakin terasa pengaruhnya.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah diuraikan diatas, pokok permasalahan yang harus dipecahkan adalah :

1. Bagaimana membuat spray strips dan posisi peletakan spray strips yang digunakan untuk percobaan?
2. Bagaimana pengaruh pemasangan spray strips pada kapal cepat terhadap pengarahannya semburan air/spray dan perubahan tahanan kapal?

I.3. Tujuan Penelitian

Penulisan tugas akhir ini bertujuan :

- Untuk menemukan ukuran dan posisi spray strips yang tepat untuk mengatur semburan air/spray yang terbentuk di bagian depan badan kapal.
- Untuk mengetahui besarnya efek yang dihasilkan dari pemasangan spray strips pada kapal cepat.

I.4. Batasan Masalah

Untuk membatasi agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas, maka penulis mengambil batasan permasalahan sebagai berikut :

- Pengaruh ukuran tangki relatif lebih kecil terhadap hasil akhir.
- Percobaan dilakukan berdasarkan uji Laboratorium FTK-ITS dengan fasilitas yang ada.
- Ukuran spray strips disesuaikan dengan model kapal yang digunakan.
- Kecepatan uji tarik bervariasi mulai dari $F_n = 0,2$ sampai $F_n = 0,47$

- Jumlah spray strips yang dipasang pada model terdiri dari satu strip, paling banyak dua strip.
- Percobaan dilakukan pada kondisi air tenang.
- Model tidak mengalami trim.

I.5. Sistematika Penulisan

Secara garis besar uraian Tugas Akhir ini terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Pendahuluan ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB 2 : Dasar Teori

Dasar teori ini berisikan teori-teori yang berhubungan dengan penulisan Tugas Akhir ini, yang didapat dari studi literatur.

BAB 3 : Eksperimen

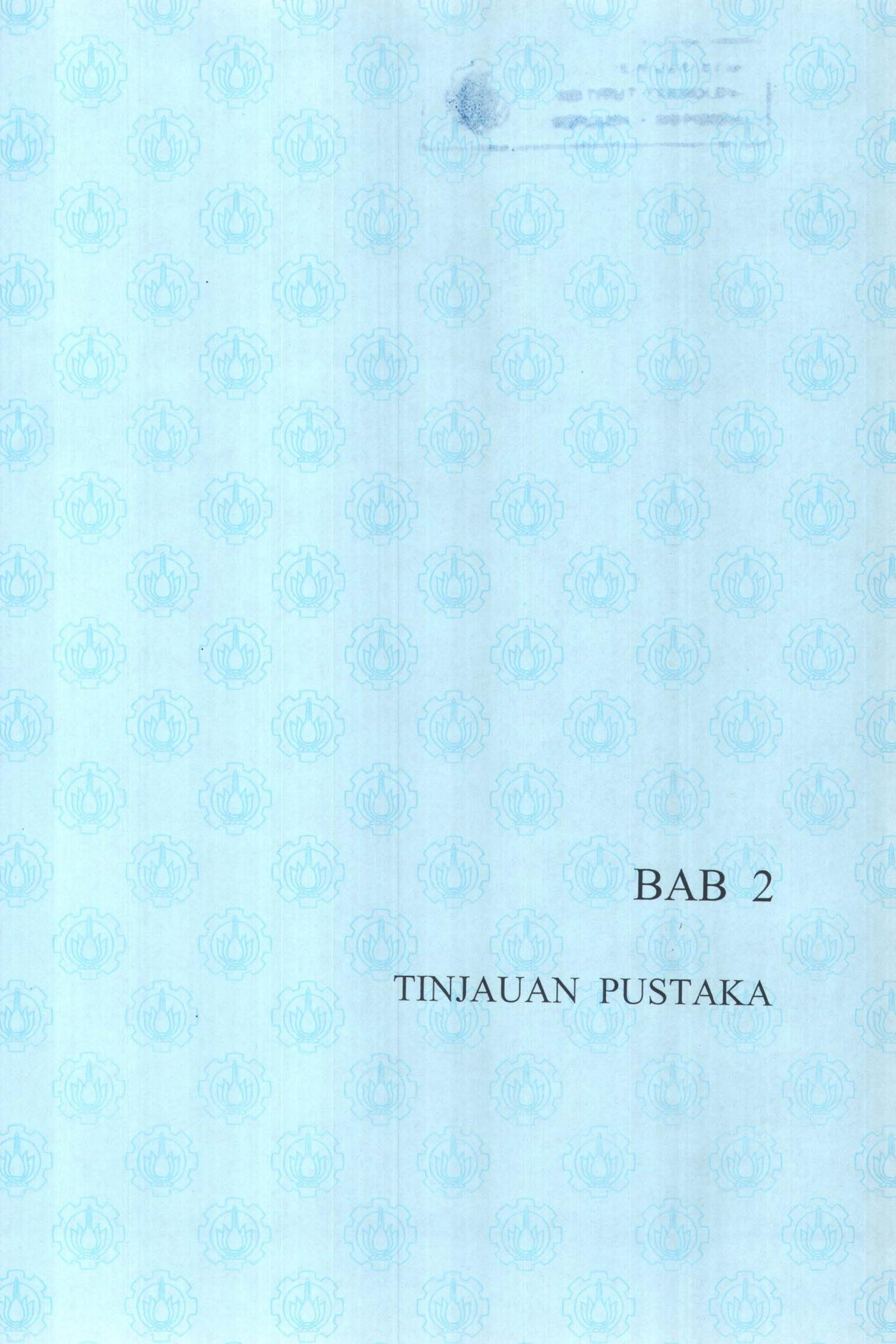
Pada bagian ini menjelaskan tentang peralatan-peralatan yang digunakan dan prosedur pelaksanaan dari percobaannya.

BAB 4 : Analisa Data

Bagian ini berisikan data dan analisa dari data yang telah diperoleh dari pengujian.

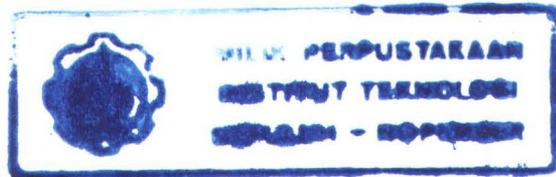
BAB 5 : Penutup

Pada bagian ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dan saran setelah melakukan penelitian dan analisa data.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komponen Tahanan Kapal

Tahanan kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Penyelidikan tentang tahanan kapal awalnya dilakukan oleh William Froude pada tahun 1870. Penyelidikan Froude menghasilkan bahwa tahanan kapal yang diprediksikan dari percobaan tahanan menggunakan model kapal. Hughes (1954) mengusulkan pendekatan faktor bentuk (*form factor approach*) dimana komponen tahanan terdiri atas tahanan kekentalan (*viscous resistance*) dan tahanan gelombang (*wave resistance*). Tahanan kekentalan selanjutnya merupakan hasil kali tahanan gesek dengan suatu faktor atau besaran yang tergantung pada bentuk badan kapal yang dikenal dengan faktor bentuk.

Froude menghasilkan bahwa tahanan kapal dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Tahanan gesek (berdasar pada tahanan gesek pelat datar)
2. Tahanan sisa, yang didominasi oleh tahanan gelombang

Dirumuskan dalam persamaan :

$$R_T = R_F + R_R, \quad \text{dimana : } R_F = \text{Tahanan gesek}$$

$$R_R = \text{Tahanan sisa}$$

Metode Froude ini atau variasinya masih digunakan sampai sekarang pada teknik perkapalan dan towing tank (tangki percobaan) dan ini merupakan rumus dasar atau dapat juga ditulis :

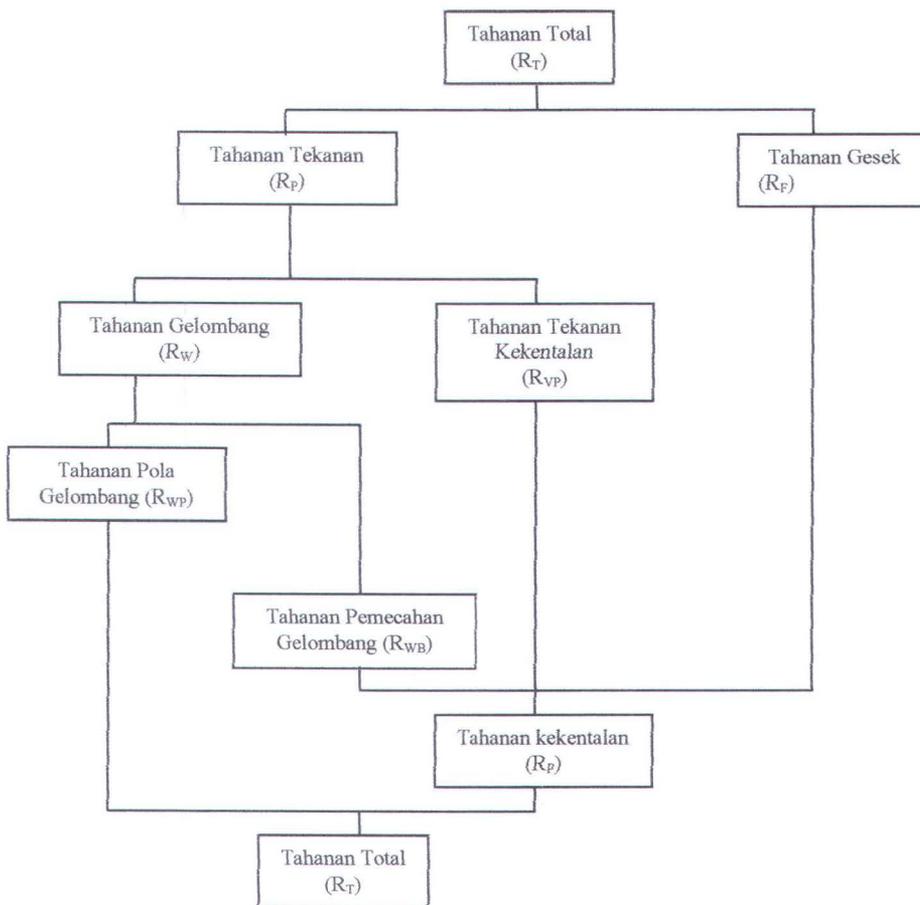
$$C_T = C_F + C_R$$

dimana : C_T = koefisien tahanan total

C_F = koefisien tahanan gesek

C_R = koefisien tahanan sisa yang didominasi oleh $C_{W(wave)}$

Komponen tahanan menurut ITTC (*International Towing Tank Conference*) terdiri dari :



Gambar 2.1 : komponen tahanan Kapal

2.2 Tahanan Gesek

Tahanan gesek R_F adalah komponen tahanan yang diperoleh dengan cara mengintegrasikan tegangan tangensial keseluruhan permukaan basah kapal menurut arah gerakan kapal. Gesekan terjadi karena fluida mempunyai kekentalan (viskositas). Penting tidaknya gesekan tergantung dari jenis fluida dan pola aliran fluida tersebut (*flow pattern*). Jika gesekan tersebut diabaikan maka aliran disebut ideal.

Selanjutnya, koefisien tahanan gesek didefinisikan sebagai,

$$C_F = \frac{R_F}{1/2 \rho V^2 S}$$

ρ adalah massa jenis, V kecepatan kapal dan S adalah permukaan basah kapal. Dilain pihak jika pada kecepatan V harga C_F diketahui maka tahanan gesek dapat dihitung dengan memakai :

$$R_F = C_F (1/2 \rho V^2 S)$$

William Froude telah merumuskan besarnya tahanan gesek pada permukaan bidang yang dinyatakan sebagai :

$$R_F = f S V^n$$

S adalah luas permukaan papan, f koefisien gesek papan, V kecepatan papan dan n adalah indeks yang merupakan pangkat dari V , yang kemudian disempurnakan dengan diperolehnya angka n tersebut oleh R.E Froude sebesar 1,825.

Beberapa percobaan telah dilakukan dan mencermati setiap usulan maka pada tahun 1957, ITTC telah memberikan persetujuan mengenai besarnya koefisien tahanan gesek sebagai berikut :

$$C_F = \frac{0,075}{(\log_{10} R_n - 2)^2}$$

2.3 Tahanan Gelombang

Tahanan gelombang (*wave making resistance*) timbul karena adanya gerakan kapal pada permukaan air yang menyebabkan air mengalami perubahan bentuk aliran dan dengan adanya pengaruh gaya berat akan menimbulkan gelombang. Tahanan gelombang kapal adalah gaya yang bekerja pada badan kapal yang disebabkan oleh tekanan normal fluida yang bekerja disepanjang badan kapal. Tahanan gelombang dapat dipisahkan menjadi dua bagian yaitu :

1. Tahanan pola gelombang (*wave pattern resistance*).
2. Tahanan pemecahan gelombang (*wave breaking resistance*).

Perhitungan tahanan gelombang pada umumnya tidak menyertakan tahanan pemecahan gelombang karena dianggap terlalu kecil. Ini berarti bahwa hasil perhitungan tahanan gelombang adalah sepenuhnya tahanan pola gelombang.

Rumus umum dari tahanan gelombang kapal pada gerakan kapal yang beraturan adalah :

$$R_W = C_W \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

dimana : C_W = koefisien tahanan gelombang

$$= C_{WP} + C_{WB}$$

dimana : C_{WP} = koefisien tahanan pola gelombang

C_{WB} = koefisien tahanan pemecahan gelombang

S = luas permukaan basah kapal (m^2)

V = kecepatan kapal (m/s)

ρ = massa jenis cairan ($1000 \text{ kg}/m^3$)

untuk menghitung besar koefisien tahanan gelombang, digunakan rumus pendekatan dari Hughes (1954). Hughes merumuskan koefisien tahanan gelombang sebagai berikut :

$$C_W = C_T - (1 + k)C_F$$

dimana : C_W = koefisien tahanan gelombang

C_F = koefisien tahanan gesek

C_T = koefisien tahanan total

k = faktor bentuk

Harga k dapat digambarkan sebagai fungsi dari angka Reynold dan dapat ditentukan melalui pengujian model pada kecepatan rendah.

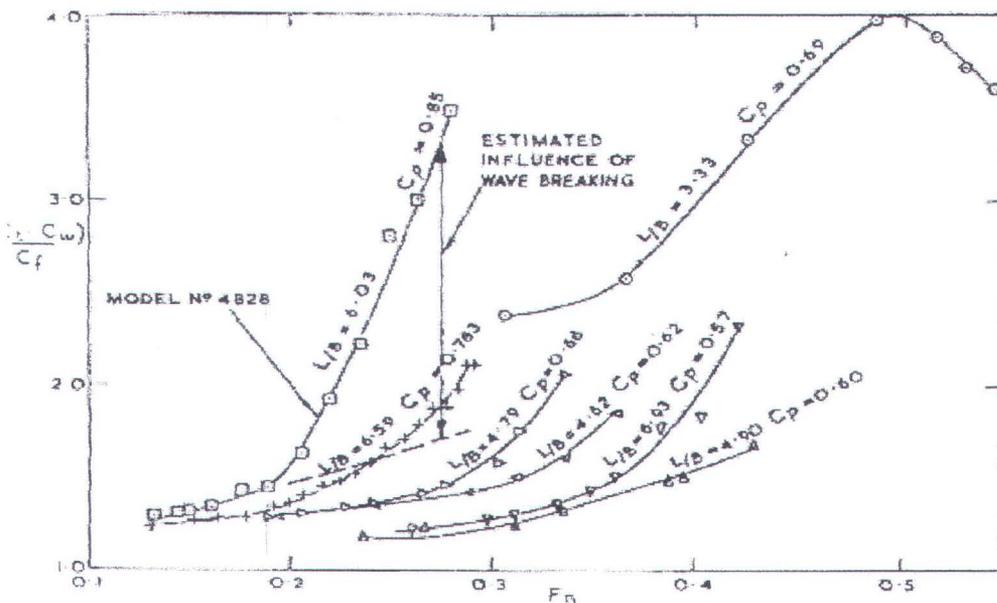
2.3.1. Tahanan Pola Gelombang

Tahanan pola gelombang timbul akibat adanya sistem gelombang di sekitar badan kapal. Bila suatu benda digerakkan di fluida ideal, maka kecepatan partikel di dalam fluida tersebut dari titik ke titik akan berubah. Menurut persamaan Bernoulli berarti bahwa tekanan di dalam fluida tersebut dari titik ke

titik berubah. Variasi tekanan yang timbul diwujudkan sebagai perubahan tinggi permukaan fluida. Perubahan tinggi permukaan ini bergerak dengan kecepatan sama dengan kecepatan benda tersebut.

2.3.2. Tahanan Pemecahan Gelombang

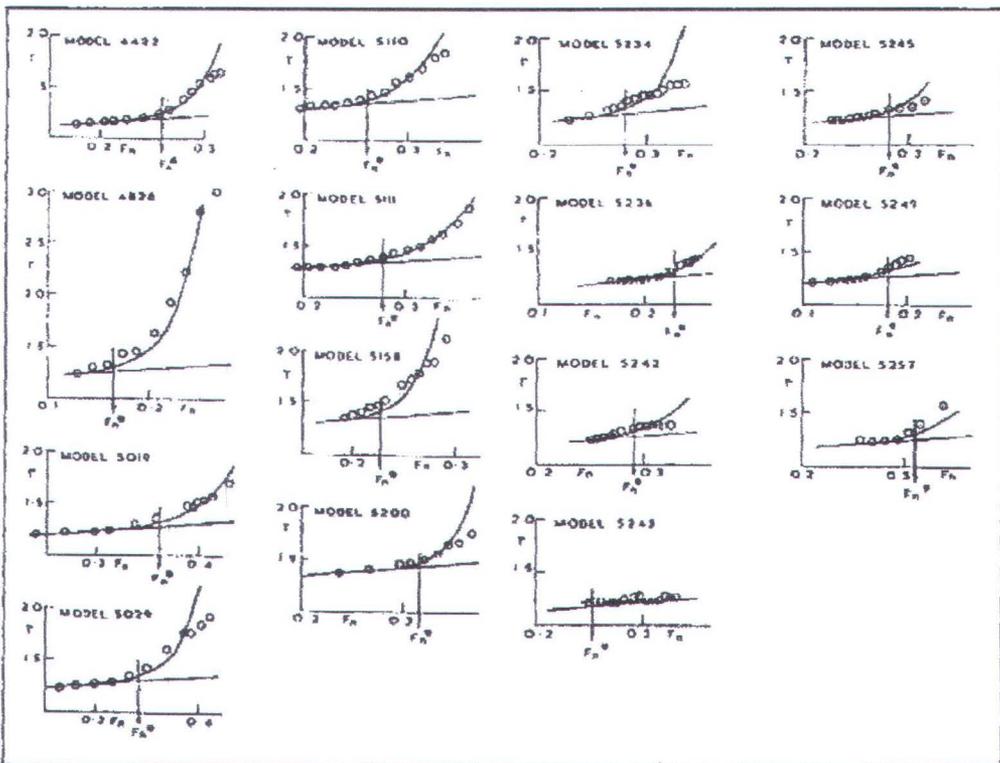
Besar salah satu komponen tahanan gelombang ini tidak bisa ditentukan secara langsung dan pada umumnya tidak diikutsertakan dalam perhitungan tahanan karena harganya yang relatif lebih kecil. Dari hasil eksperimen Hogben (1974), pada kecepatan rendah, perbandingan $r = (C_t - C_w)/C_f$ dapat dibandingkan dengan faktor bentuk yang didefinisikan oleh Hughes untuk menghitung tahanan kekentalan karena $(C_t - C_w)$ sebanding dengan C_v (koefisien tahanan kekentalan). C_w adalah koefisien tahanan pola gelombang.



Gambar 2.2 : Pengaruh C_p dan L/B terhadap pemecahan gelombang

Dari hasil eksperimen Hogben yang dapat dilihat pada gambar 2.2 dan gambar 2.3, memperlihatkan adanya peningkatan harga r yang tajam pada kecepatan tertentu disebabkan oleh timbulnya pemecahan gelombang.

Salah satu kurva yang terdapat pada bagian kanan atas dari gambar 2.2 terlihat memiliki pola yang berbeda dari kurva lainnya. Ini berhubungan dengan kenyataan bahwa pada kapal cepat yang memiliki perbandingan L/B yang kecil, harga faktor bentuk r akan menjadi besar atau dengan kata lain terdapat hubungan yang kasar antara L/B dengan r yang kecil.



Gambar 2.3 : Perbandingan $r = (C_t - C_w)/C_f$ dan F_n^*

Hogben mengemukakan bahwa gejala pemecahan gelombang mulai terjadi pada suatu kecepatan tertentu yang disebut dengan ambang kecepatan

pemecahan gelombang (*wave breaking threshold, Fn^**). Gambar 2.3 menunjukkan harga Fn^* untuk masing-masing model yang digunakan pada eksperimen Hogben. Dari hasil tersebut maka dapat diperkirakan bahwa harga Fn^* adalah :

$$Fn^* = 0.533 - 0.423 \times C_B, C_B \text{ adalah koefisien blok model.}$$

Untuk menghitung harga koefisien tahanan pemecahan gelombang (pada kecepatan rendah, $Fn < 0,22$), Hogben memberikan rumus pendekatan sebagai berikut :

$$C_{WB} = C_T - C_{WP} - (0.8Fn + r_o)C_F$$

dimana : C_{WB} = koefisien tahanan pemecahan gelombang.

C_T = koefisien tahanan total.

C_{WP} = koefisien tahanan pola gelombang.

C_F = koefisien tahanan gesek.

Fn = angka Froude.

$r_o = 1.24 - 0.029 L/B$, (r_o adalah suatu konstanta yang tergantung dari perbandingan L/B)

Gejala pemecahan gelombang terjadi pada haluan kapal dan di buritan kapal yang besarnya relatif lebih kecil dari yang terjadi di haluan kapal. Menurut Wang (1989), gejala pemecahan gelombang haluan kapal disebabkan ketidakstabilan lapisan fluida yang saling bergeseran karena adanya pengaruh kekentalan.

Pada kapal cepat, pemecahan gelombang semakin meluas dan berkembang menjadi *spray (spray formation)* yaitu belahan air yang seolah-olah menyemprot

dari bagian ujung haluan badan kapal dan menyebabkan tahanan pemecahan gelombang menjadi lebih besar. Spray ini disebabkan oleh tekanan stagnasi yang terjadi pada permukaan haluan badan kapal sedikit dibawah garis air. Pada angka froude lebih besar dari 0.5, keberadaan spray meningkat cepat dengan bertambahnya kecepatan kapal. Spray ini akan terus naik ke sisi badan kapal dan dapat mencapai geladak. Pada kecepatan F_n sama dengan 0.8 panjang spray bisa mencapai bagian tengah kapal. Tinggi dan panjang jangkauan spray yang menyebabkan luas permukaan basah badan kapal diatas garis air ini, akan bertambah besar dengan bertambahnya harga perbandingan panjang dan lebar kapal (L/B) dan kecembungan haluan badan kapal. Dengan bertambahnya luas permukaan basah dan tekanan yang disebabkan oleh spray pada haluan kapal menyebabkan bertambahnya tahanan pemecahan gelombang.

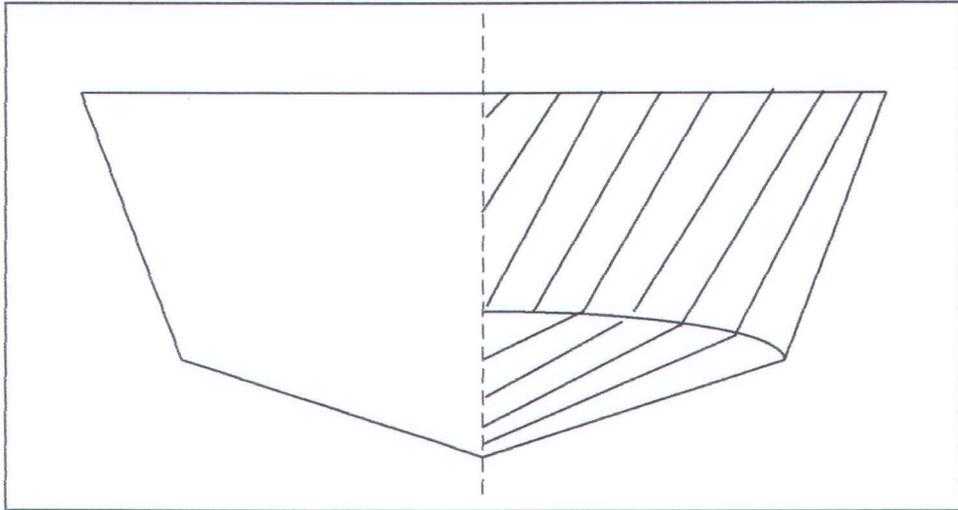
2.4. Kapal Cepat

Menurut Prof. Thiel [*Hydrodynamics of fast ship and boats*], kapal cepat memiliki tiga fase yang dilalui dalam mencapai kecepatan maksimumnya. Tiga fase tersebut adalah :

1. fase displacement murni (*the pure displacement mode*)
2. fase semi planing (*the semi planing phase*)
3. fase planing (*the pure planing phase*)

Batas antara satu fase ke fase berikutnya tidak bisa ditentukan secara jelas karena peralihan antar fase merupakan proses yang berlangsung secara menerus. Salah satu ciri kapal yang memiliki ketiga fase tersebut adalah mempunyai

bentuk badan kapal yang disebut *planing hull*. Bentuk *planing hull* dapat dilihat pada gambar 2.4

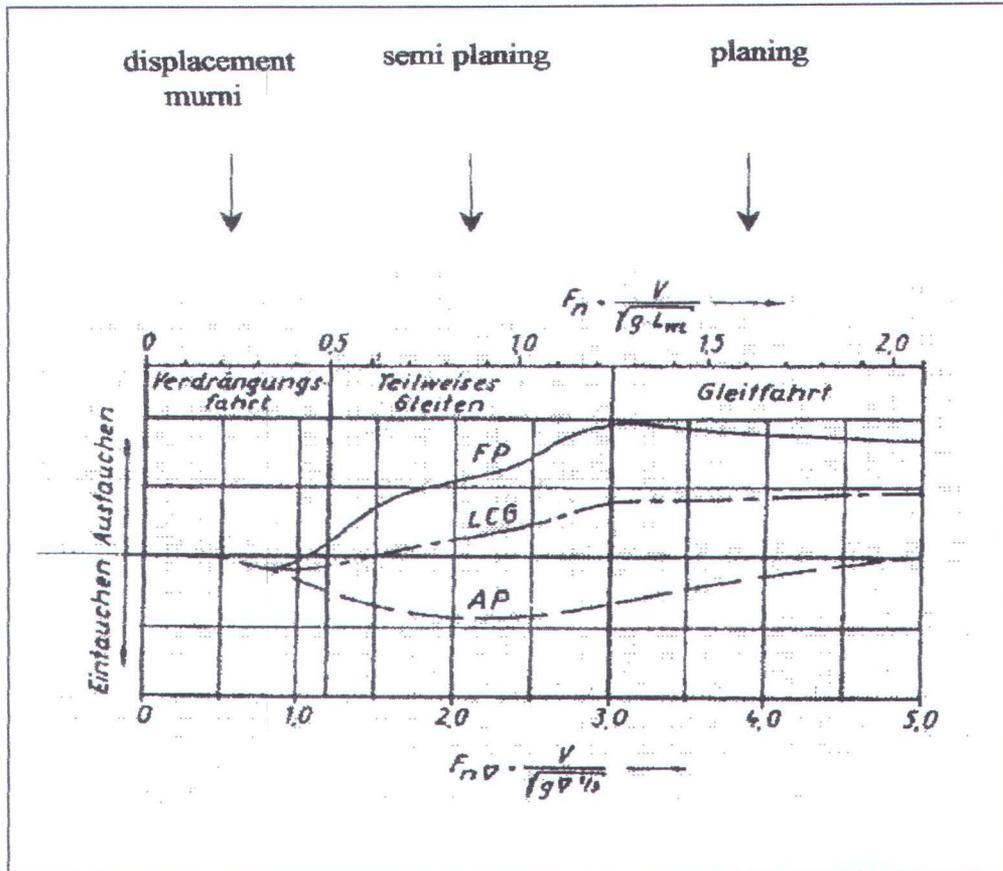


Gambar 2.4 : Bodyplan planing hull

2.4.1. Fase Displacement Murni

Kapal yang berlayar dengan fase ini mempunyai harga F_n maksimum 0,6. Kapal-kapal komersial adalah salah satu jenis kapal yang berlayar pada fase ini. Berat total kapal (*displacement*) disamakan dengan besar gaya tekan ke atas oleh air ke badan kapal yang tercelup ke dalam air (*buoyancy*). Pada $F_n < 0,3$, perubahan trim dan juga penurunan CG (*center of gravity*) yang dialami kapal adalah sangat kecil dan diabaikan. Pada $F_n > 0,3$ haluan kapal akan terangkat karena adanya tekanan pada bagian alas depan kapal sedangkan buritan kapal mengalami penurunan (gambar 2.5).

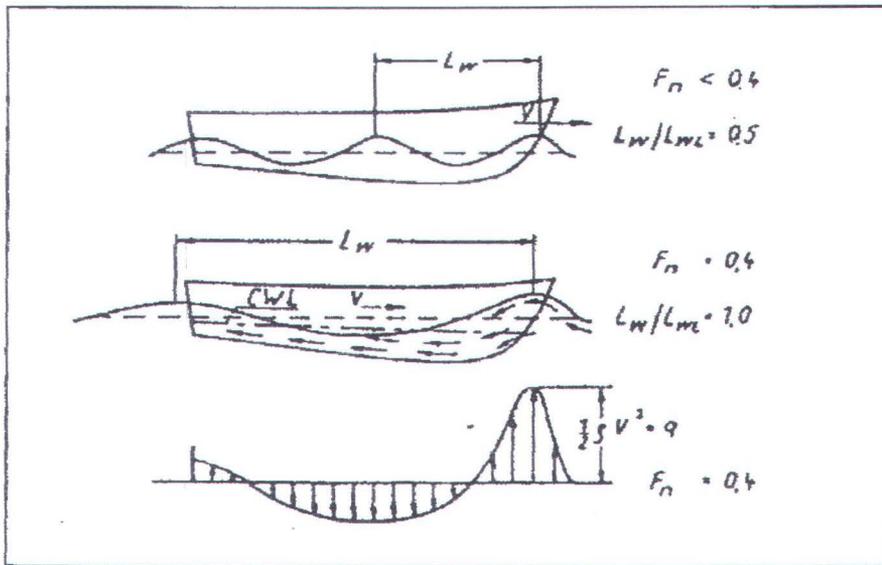




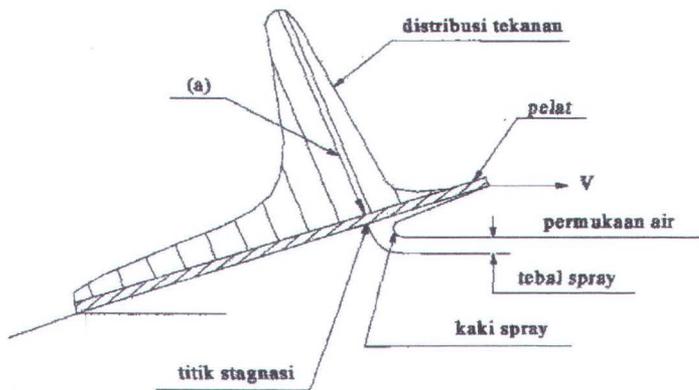
Gambar 2.5 : Posisi AP, FP dan LCG pada setiap fase.

2.4.2. Fase Semi Planing

Rentang kecepatan kapal pada fase ini adalah $0,6 < F_n < 1,2$. Pada fase semi planing, fenomena gaya angkat (hydrodynamic lift) lebih jelas terlihat pada haluan kapal. Fenomena ini disebabkan oleh terjadinya titik stagnasi (stagnation point).



Gambar 2.6 : Distribusi gelombang dan tekanan sepanjang L_{wl}



Gambar 2.7 : Distribusi tekanan pada permukaan "planing plate"

Gambar 2.6 dan 2.7 menunjukkan distribusi tekanan dan titik stagnasi pada pelat yang mengalami planing dimana besar tekanan pada titik tersebut

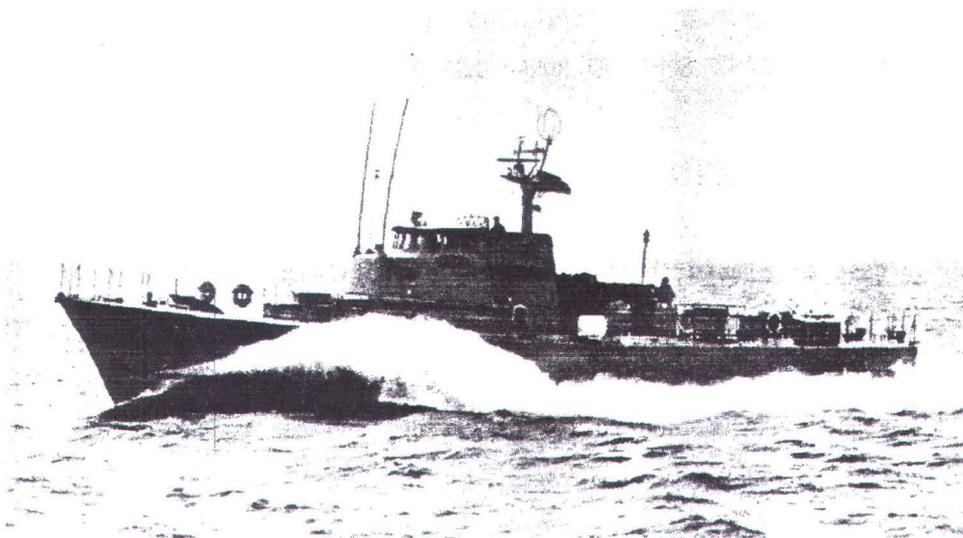
mencapai nilai maksimum sebesar $(a) = \frac{1}{2} \rho V^2$.

2.4.3. Fase Planing

Pada fase ini hampir semua badan kapal terangkat ke atas permukaan air dan hanya sedikit bagian buritan kapal yang tercelup dalam air. Luas permukaan basah badan kapal sangat kecil dan besar trim yang terjadi lebih kecil daripada trim yang terjadi pada fase semi planing.

2.5 Spray Strips

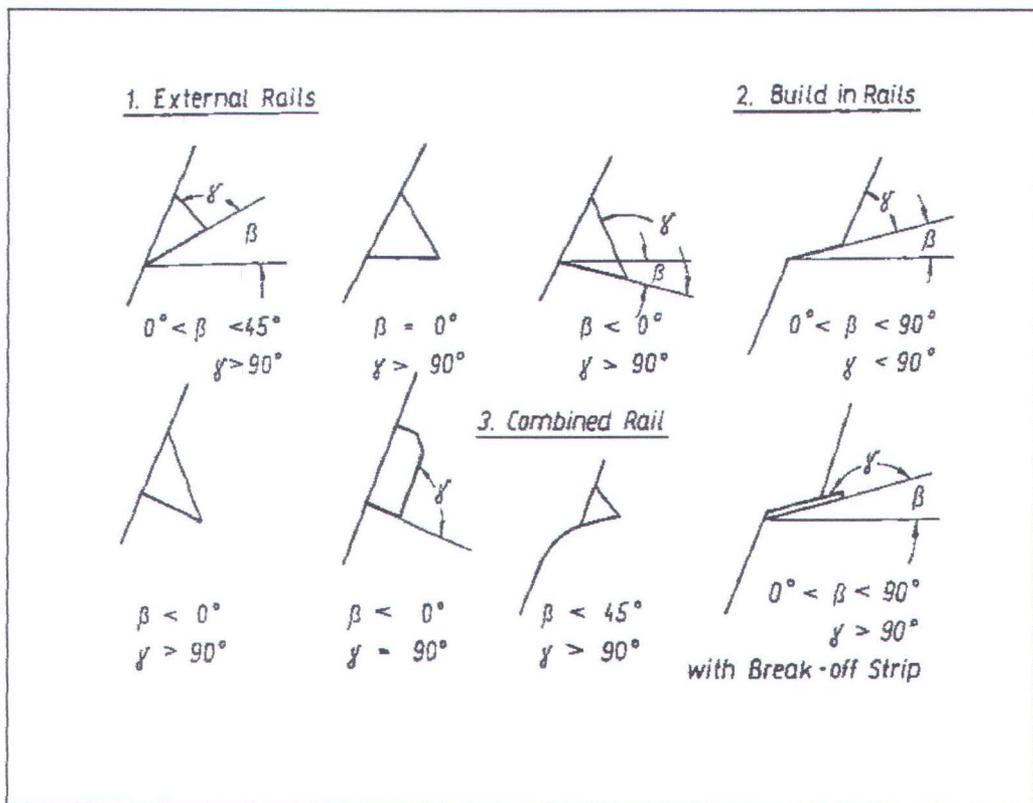
Pada kapal-kapal cepat, ketika berlayar dengan kecepatan tinggi akan menimbulkan spray/semburan air yang terjadi karena permukaan air bertabrakan dengan bagian depan kapal. Spray/semburan ini akan meningkat secara drastis sebanding dengan meningkatnya kecepatan kapal.



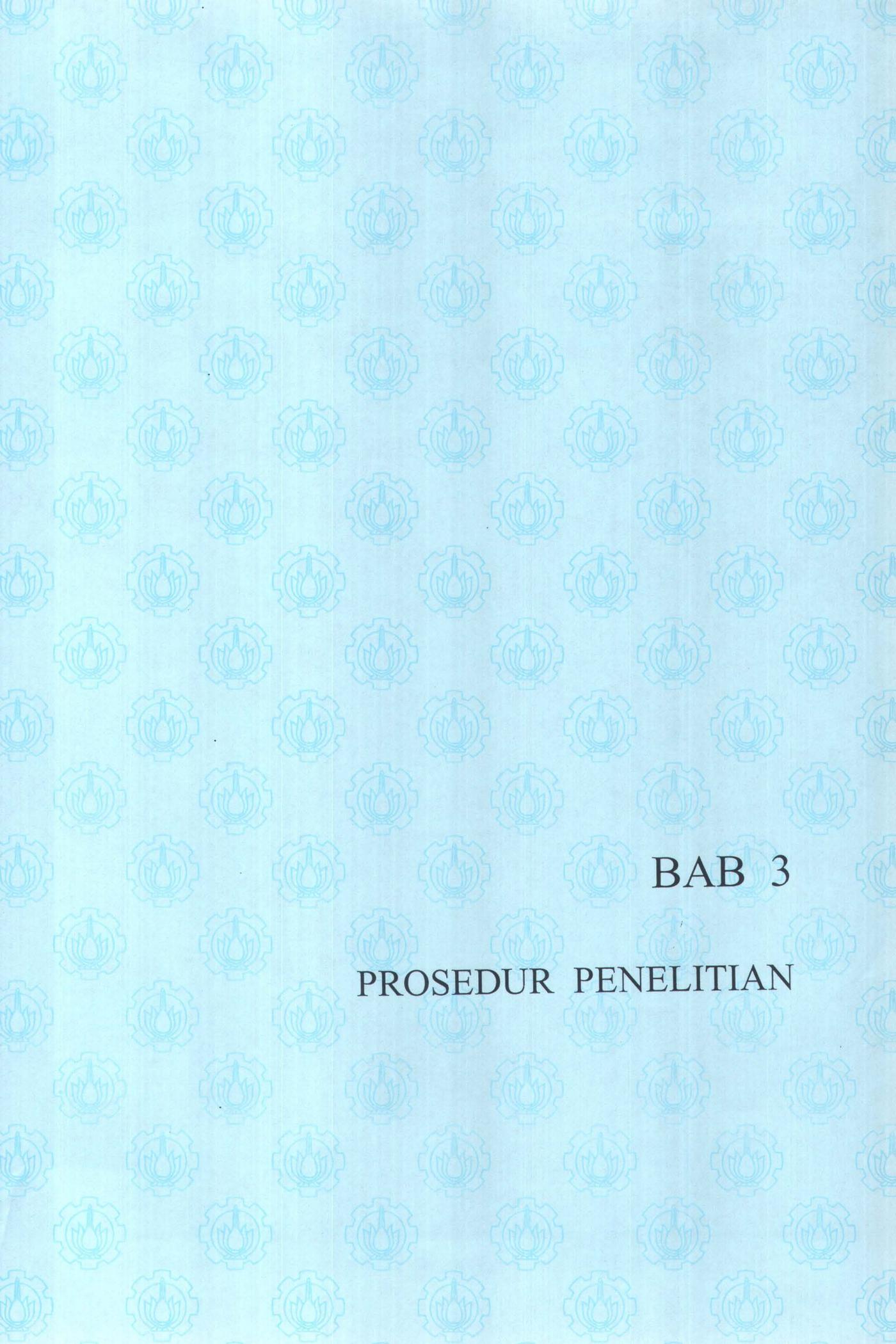
Gambar 2.8 : Kapal cepat yang dilengkapi dengan spray strips

Gambar diatas memperlihatkan kapal cepat yang telah dilengkapi dengan spray strips. Dengan adanya spray strips yang terpasang, spray yang terjadi ketika kapal berlayar dengan akan mengarah ke samping luar kapal.

Spray strip terdiri dari 3 jenis (Burkhard Muller-Graf, 1991) yaitu external strips dan build in strips serta combined strip seperti tampak pada gambar 2.9. Bentuk-bentuk strips yang dipasang dikapal-kapal cepat harus mempunyai tahanan yang sekecil mungkin dan dapat mengubah arah spray yang terjadi.



Gambar 2.9 : type spray strips



BAB 3
PROSEDUR PENELITIAN

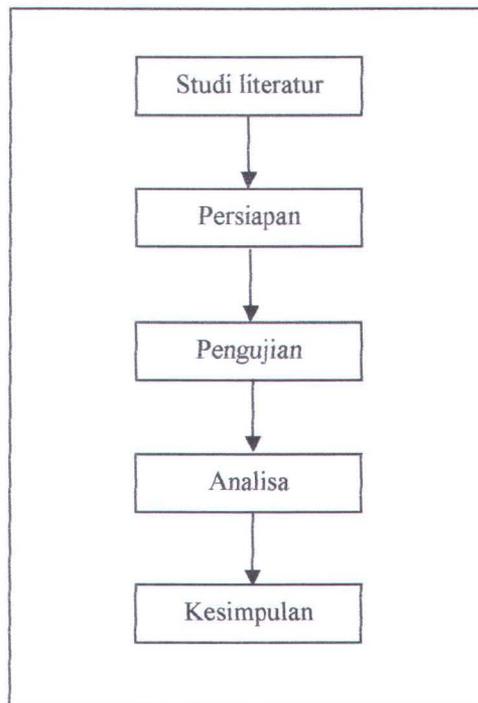
BAB 3

PROSEDUR PENELITIAN

3.1 Metode Penulisan

Penyelesaian masalah dalam tugas akhir ini mengacu pada studi literatur yang diambil dari berbagai sumber dan percobaan yang dilakukan di Laboratorium Hidrodinamika FTK-ITS.

Secara lengkap metode penulisan yang ditempuh penulis dapat dilihat pada diagram berikut ini :



Gambar 3.1 : Diagram alur penelitian

3.2 Persiapan Percobaan

Persiapan yang dimaksud adalah segala kegiatan perencanaan peralatan maupun model kapal yang nantinya akan digunakan dalam percobaan.

3.2.1 Peralatan Percobaan

Peralatan yang digunakan dalam percobaan adalah sebagai berikut :

1. Towing Tank

Towing tank yang ada pada Laboratorium terbuat dari beton dengan ukuran sebagai berikut :

Panjang : 50 m

Lebar : 3 m

Tinggi dinding : 2 m

Tinggi permukaan air : 1.8 m

Towing tank dilengkapi dengan peredam gelombang (end beach) pada salah satu ujung towing tank dan dilengkapi dua rel dari profil aluminium.

2. Kereta Tarik

Kereta tarik dibuat dari bahan aluminium yang dilengkapi dengan roda dari bahan sintetik sebanyak 7 buah. Kereta ini digerakkan oleh 4 buah motor listrik linier yang terletak disebelah kanan kereta yang menghasilkan kecepatan maksimum kereta 4 m/det. Instrumen maupun operator tidak berada diatas kereta melainkan berada di ruang kontrol kecuali perangkat resistance dynamometer amplifier.

3 Ruang Kontrol

Semua pengoperasian dari resistance test dilakukan di ruang kontrol. Di ruang kontrol terdapat :

- a. Kontrol dari kereta tarik (start, kecepatan kereta, stop)
- b. Pre Amplifier.

Pre Amplifier atau ADC (Analog to Digital Conversion) yang merubah signal analog ke digital.

- c. Computer

Menggunakan komputer Pentium II dilengkapi dengan printer,digital interface dan software perhitungan.

- d. Speedometer

Menggunakan universal counter timer RACAL-DANA 9902. Secara digital, counter ini menunjukkan kecepatan kereta setiap saat pada waktu dilakukan penarikan. Dari speedometer ini dapat dilihat bilamana kecepatan kereta sudah konstan. Pada saat speed button yang menggerakkan jarum voltimeter diputar, pada saat itu juga kereta mulai bergerak (2,5 volt setara dengan kecepatan 1 m/det). Pada saat yang sama, pada universal counter terbaca secara digital besar kecepatan kereta.

- e. Distance meter

Dengan menggunakan alat ukur yang sama dengan speedometer yaitu universal counter timer, Racal-Dana 9902 dapat dilihat secara digital

jarak yang sudah ditempuh setiap saat dari model sejak meninggalkan ujung tangki.

4. Resistance Dynamometer

Resistance dynamometer adalah dalam bentuk load cell dengan kapasitas maksimum 2 kg.

5. RDA (Resistance Dynamometer Amplifier)

Signal dari resistance dynamometer diperkuat oleh amplifier buatan West Japan Fluid Laboratory.

6. Kamera

Berupa kamera foto dan video yang digunakan untuk mengambil gambar dari model yang sedang ditarik.

3.2.2 Persiapan Model Kapal

Model kapal cepat yang digunakan dalam pengujian adalah milik Laboratorium Hidrodinamika FTK-ITS. Dalam percobaan ini, dipakai model kapal cepat dengan spesifikasi sebagai berikut :

Loa = 1,525 m

Lwl = 1,440 m

B = 0,364 m

H = 0,175 m

T = 0,090 m

WSA = 0,527 m²

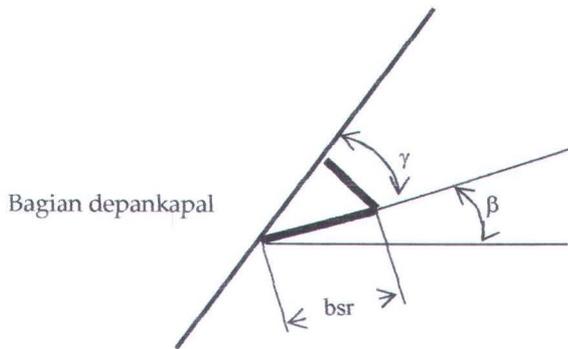
Model kapal terbuat dari kayu. Sebelum digunakan dalam percobaan, model diperbaiki terlebih dahulu dengan cara melakukan pendempulan dan pengecatan pada badan model. Model kapal akan ditarik dengan kecepatan penarikan antara 1,2 m/det sampai dengan 2 m/det.

3.2.3 Pembuatan Spray Strip

Dalam melakukan percobaan ini, penulis hanya menggunakan satu bentuk strip yang dipasang di model kapal. Untuk mendapatkan hasil yang cukup akurat, dengan hanya dipakainya satu bentuk strip maka penulis mencoba untuk membuat variasi dari bentuk yang sudah dipilih yaitu dengan mengubah besar permukaan bawah strip yang bersentuhan dengan air (bsr) dan posisi pemasangan. Untuk sudut pemasangan strip, dianggap bahwa strip lurus dan tidak mempunyai kelengkungan. Batasan tersebut diambil untuk mempermudah pemasangan strip pada model.

Strip yang digunakan dalam percobaan terbuat dari bahan spon yang dilapisi dengan tape plastik. Tujuan dilapisinya strip adalah mencegah meresapnya air ke dalam spon dan membuat permukaan strip halus sehingga spray yang menghantam strip dapat lewat dengan mulus. Selain itu diusahakan bahwa dengan adanya pemasangan strip tidak akan menambah tahanan.

Ada 2 macam strip yang digunakan dalam percobaan ini yaitu berdasarkan lebar permukaan sentuh (bsr) dan panjang strip (lsr) :



Gambar 3.2 spray strip tampak depan

Adapun ukuran-ukuran strip yang digunakan adalah sebagai berikut :

1) STRIP I

$$bsr = 0.0055 lwl = 8 \text{ mm}$$

$$lsr = 0.2 lwl = 288 \text{ mm}$$

2) STRIP II

$$Bsr = 0.006 lwl = 6.5 \text{ mm}$$

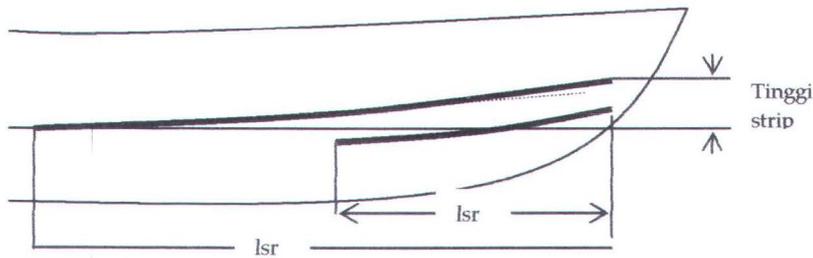
$$Lsr = 0.2 lwl = 288 \text{ mm}$$

3) STRIP III

$$Bsr = 0.006 lwl = 6.5 \text{ mm}$$

$$Lsr = 0.35 lwl = 504 \text{ mm}$$

Strip yang digunakan di atas mempunyai satu ukuran $\gamma = 100^\circ$ dan $\beta = 30^\circ$ serta sudut kemiringan strip pada kapal (α) sebesar 20° .



Gambar 3.3 spray strip tampak samping

Ukuran-ukuran spray strip diatas didapat dari hasil percobaan pertama yaitu besarnya spray yang terjadi pada penarikan model kapal tanpa dipasangi strip pada berbagai kondisi kecepatan yang berbeda serta mengacu pada ukuran strip yang digunakan dalam percobaan yang telah dilakukan Muller-Graf, 1991.

3.2.4 Faktor-faktor Korelasi dan Sifat-Sifat Fisik

Percobaan model dan analisa dilakukan menurut metode Froude yaitu tahanan total dibagi atas tahanan gesek dan tahanan sisa yang didominasi oleh tahanan gelombang. Koefisien tahanan gesekan dihitung menurut ITTC 1957 yaitu :

$$C_f = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)^2}$$

dengan faktor kekerasan $C_A = 0,0004$. Analisa hasil percobaan didasarkan pada sifat-sifat fisik sebagai berikut :

- Gaya tarik bumi (g) = 9,81 m/det²
- Density air laut pada $T = 28^\circ \text{C}$ (ρ) = 1022,3 kg/m³

- Viskositas kinematis air laut pada $T = 28^\circ \text{C}$ (μ) = $0,8847 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$
- Density air tawar pada $T = 28^\circ \text{C}$ (ρ) = $1015,78 \text{ kg/m}^3$
- Viskositas kinematis air tawar pada $T = 28^\circ \text{C}$ (μ) = $0,836 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$

3.3 Prosedur Pengujian

Untuk melakukan penarikan model, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Sebelum model dicelupkan ke dalam towing tank, model ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui beratnya sehingga dari displacement model yang diketahui dikurangi dengan berat model akan didapatkan berat ballast yang harus diletakkan dalam model.
- b. Model dimasukkan ke towing tank dan diberi ballast yang sudah ditentukan dan diatur kondisi even keelnya.
- c. Dipasang guide depan, tengah dan belakang pada model yang menghubungkan model dengan kereta. Guide ini akan menyebabkan model akan bergerak lurus waktu ditarik kereta.
- d. Resistance dynamometer yang berupa load cell yang melekat pada guide tengah model dihubungkan dengan RDA (*Resistance Dynamometer Amplifier*). Sebelum load cell dipasang dan dihubungkan pada model, terlebih dahulu harus dilakukan kalibrasi yang akan diuraikan kemudian. Kapasitas maksimum load cell adalah 2 kg.
- e. RDA dihubungkan dengan ADC (Analog Digital Conversion) box dan dihubungkan dengan komputer dan dilakukan zero set calibration.

- f. Pemeriksaan ulang terhadap semua ikatan-ikatan pada model, kereta. Semua peralatan kontrol sudah dihidupkan dan kondisi permukaan air harus betul-betul tenang.

3.4 Validitas Rancangan percobaan

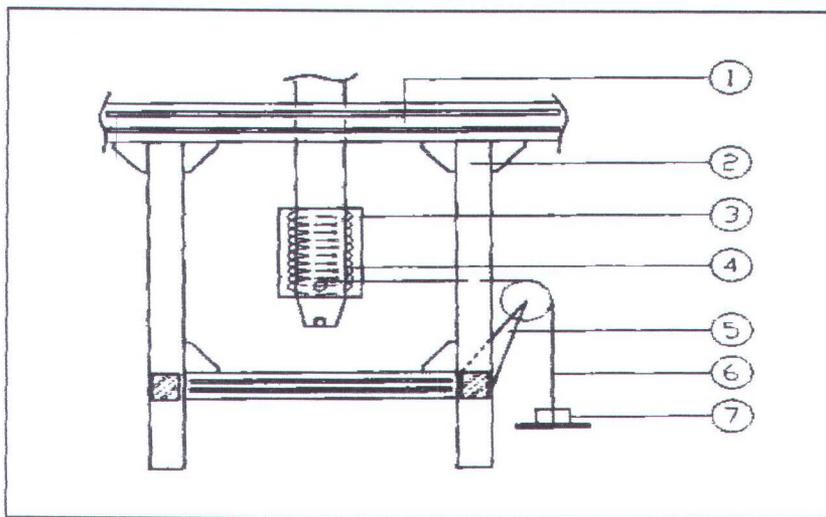
Dalam setiap percobaan dilakukan kalibrasi terhadap peralatan yang digunakan untuk mencegah terjadinya kesalahan dalam pengambilan data, yang meliputi :

1. Kalibrasi Resistance Dynamometer

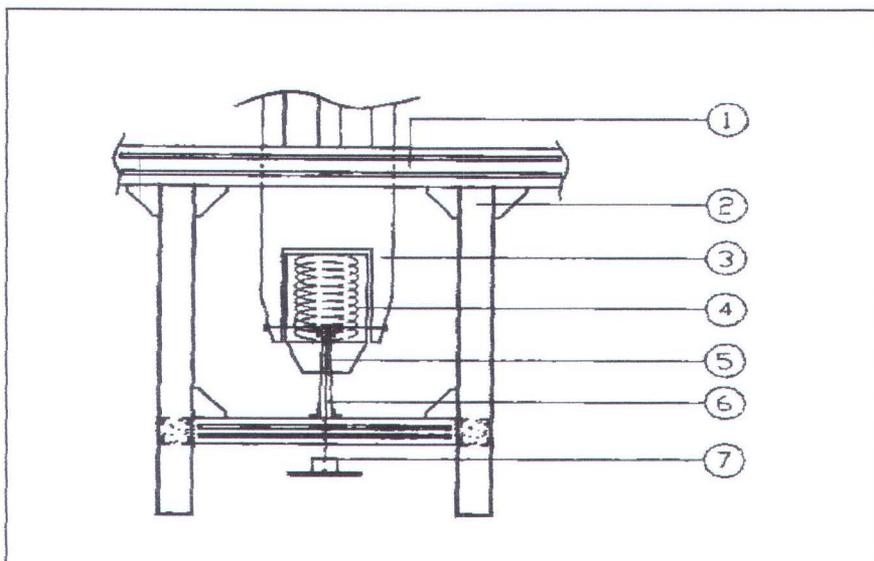
Setiap kali akan dilakukan percobaan maka resistance dynamometer harus dikalibrasi. Pelaksanaan kalibrasi adalah sebagai berikut :

- Load cell yang terpasang pada frame dan profilnya diletakkan secara horisontal pada sebuah balance support.
- Load cell dihubungkan dengan timbangan dengan posisi seperti terlihat pada gambar 3.2. Pada pandangan depan, posisi antara sumbu load cell dan tali yang menghubungkan load cell dengan timbangan harus saling tegak lurus. Pada pandangan samping, posisi antara sumbu load cell dan tali yang menghubungkan load cell dengan timbangan harus berada pada satu garis lurus (gambar 3.3).
- Load cell dihubungkan ke resistance dynamometer amplifier.
- Pembebanan untuk kalibrasi menggunakan anak timbangan misalnya 0 kg, 0.5 kg, 1 kg, 1.5 kg, 2 kg. Pada setiap pembebanan pada load cell, akan didapatkan harga voltage pada resistance dynamometer

amplifier. Dari sejumlah pembebanan dibuat suatu grafik beban (kilogram atau newton) dengan voltage (volt) sehingga dapat dilihat linieritas dari alat dan diperoleh konstanta kalibrasi (N/volt).



Gambar 3.4 : Pandangan depan load cell dan balance support.

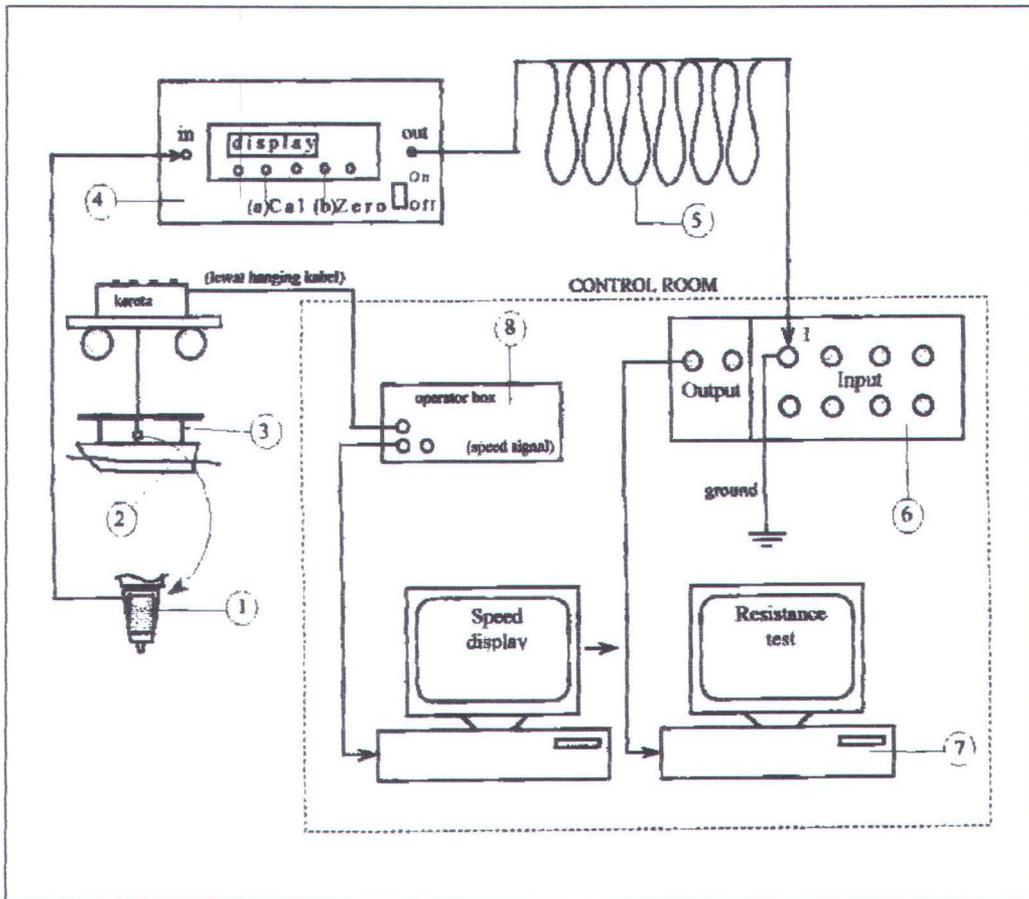


Gambar 3.5 : Pandangan samping Load cell dan balance support.

Keterangan gambar :

1. Pemegang (holder) Load cell

2. Balance support
 3. Rumah Load cell
 4. Load cell
 5. Timbangan
 6. Tali timbangan
 7. beban
2. Setelah semua peralatan kontrol dihidupkan dan terhubung seperti terlihat pada gambar 3.6. Dilakukan zero set calibration :
- a) Zero set indicator pada resistance dynamometer amplifier (RDA) secara manual dengan memutar tombol b.
 - b) Zero set pada analog to digital conversion (ADC) dengan menghubungkan input nomer satu pada ADC box dengan ground dan komputer akan melakukan zero set secara otomatis.
 - c) Setelah kabel ground dilepas, konektor RDA dihubungkan lagi ke input nomer satu pada ADC box dan dilakukan zero set calibration untuk resistance dynamometer amplifier. Pada saat komputer sudah siap memproses, tombol calibration a pada RDA box ditekan sampai komputer selesai memproses. Pada saat ditekan, indikator menunjukkan suatu angka yang selanjutnya disebut angka kalibrasi. Setelah selesai ditekan indikator akan menunjukkan angka nol lagi.



Gambar 3.6 : Blok diagram resistance test

Keterangan gambar :

1. Load cell
2. Model kapal
3. Guide model (depan, tengah dan belakang)
4. RDA : a. Calibration knob
b. Tombol zero set calibration
5. Hanging cabel
6. ADC box
7. Komputer

8. Operator box (signal speed)

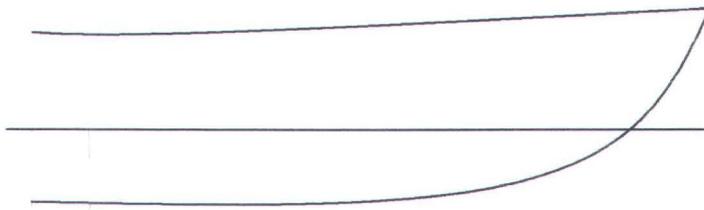
3.5 Prosedur Pengambilan Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengambilan data adalah sebagai berikut :

1. Model ditarik dengan kecepatan yang direncanakan. Terdapat 6 variasi posisi pemasangan dan ukuran strip yang dipasang pada model, yaitu :

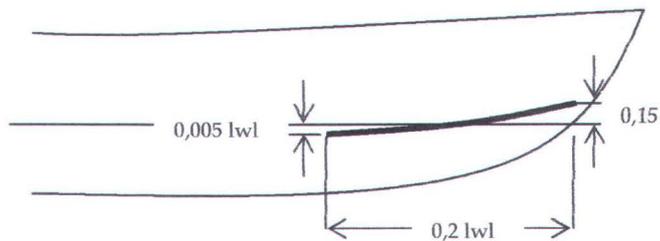
I. Kondisi I

Model tanpa dipasang strip, digunakan sebagai acuan atau pembanding.



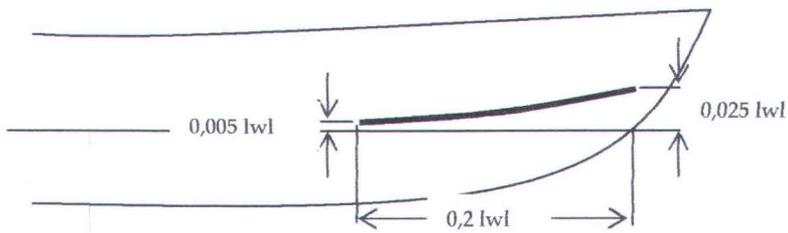
II. Kondisi II

Pada kondisi ini digunakan ukuran strip $b_{sr} = 8 \text{ mm}$ dengan posisi pemasangan yang sama seperti ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



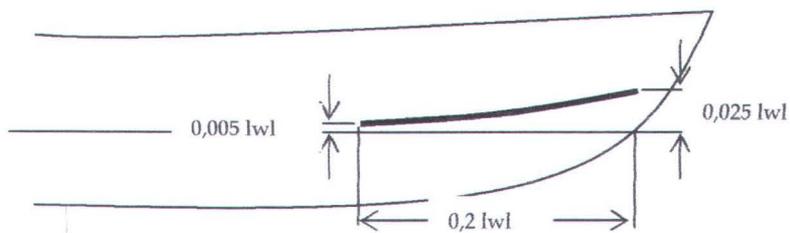
III. Kondisi III

Pada kondisi ini digunakan ukuran strip $bsr = 6 \text{ mm}$ dengan posisi pemasangan yang sama seperti ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



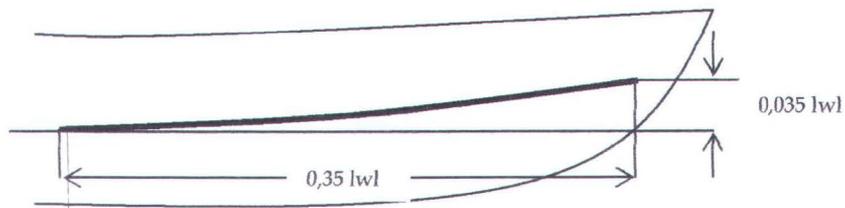
IV. Kondisi IV

Pada kondisi ini digunakan ukuran strip $bsr = 8 \text{ mm}$ dengan posisi pemasangan yang sama seperti ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



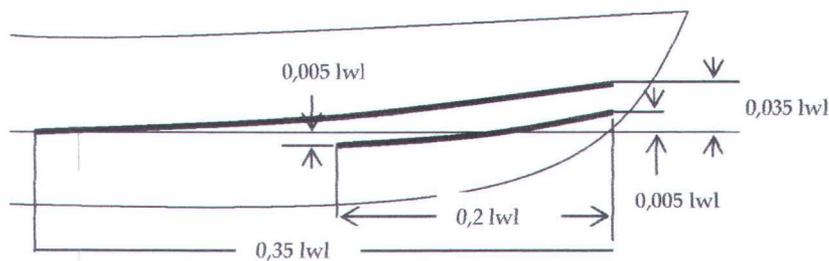
V. Kondisi V

Pada kondisi ini digunakan strip dengan ukuran $bsr = 6 \text{ mm}$ dan $lsr = 0,35 \text{ lwl}$



VI. Kondisi VI

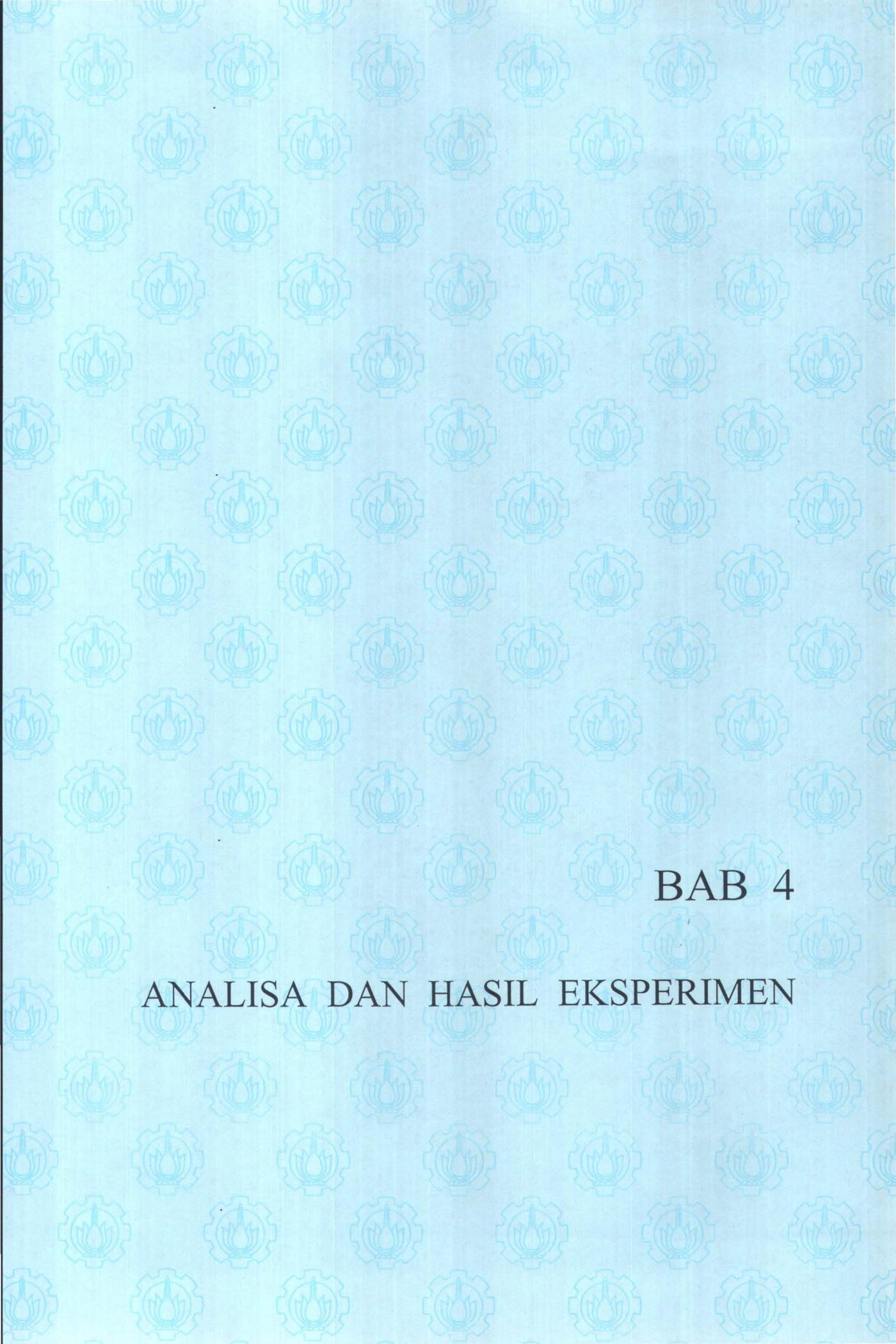
Pada kondisi ini digunakan kombinasi strip berbeda yaitu $l_{sr} = 0,2 \text{ lwl}$ dan $l_{sr} = 0,35 \text{ lwl}$ dengan posisi pemasangan sebagai berikut :



2. Pada saat kecepatan kereta konstan tercapai, software komputer melakukan pengukuran secara otomatis.
3. Setelah komputer selesai memproses, kecepatan kereta diperlambat sampai berhenti. Kecepatan konstan yang dicapai (ditunjukkan di display speedometer) dimasukkan sebagai input program perhitungan tahanan. Kecepatan yang dimasukkan adalah dalam m/det.
4. Komputer akan memberikan output berupa kecepatan model (m/det), tahanan total model (kg), angka Reynold ($\times 10^{-6}$), koefisien tahanan total

model C_T ($\times 10^{-3}$), koefisien tahanan gesek model C_F ($\times 10^{-3}$), koefisien tahanan sisa model C_R ($\times 10^{-3}$) dan Froude Number.

5. Dilakukan penarikan pada berbagai kondisi diatas dengan variasi kecepatan yang telah direncanakan. Penarikan dilakukan setelah air di tangki benar-benar tenang.



BAB 4

ANALISA DAN HASIL EKSPERIMEN

BAB 4

ANALISA HASIL EKSPERIMEN

Setelah mendapatkan data-data dari hasil penarikan maka dilakukan analisa untuk mendapatkan hasil yang ingin dicapai. Sarana towing tank di Laboratorium Hidrodinamika FTK-ITS hanya mengukur besarnya tahanan total model kapal. Karena ukuran model kapal cepat yang tersedia berukuran cukup besar maka dalam melakukan uji penarikan model, batas kecepatan penarikan maksimum hanya sampai pada $F_n < 0,5$. Jadi model kapal yang ditarik terbatas pada fase displasemen (*displacement mode*).

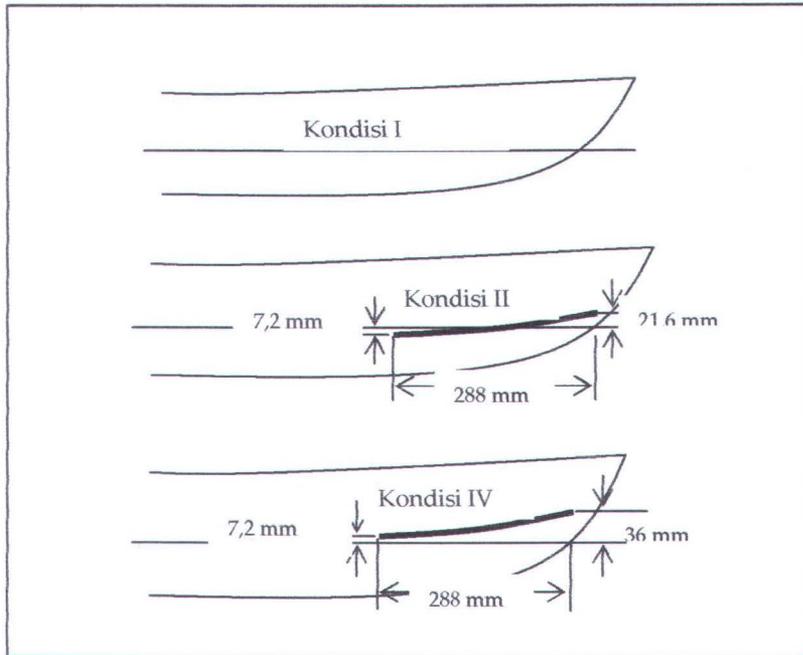
Analisa yang akan dilakukan nanti hanya akan memperhitungkan pengaruh yang disebabkan spray strip yaitu arah spray yang dihasilkan dan tahanan total pada kapal cepat dalam fase displasemen.

4.1 Hasil Eksperimen

Untuk memudahkan melakukan perbandingan maka dilakukan pengelompokan data-data hasil penarikan sesuai dengan urutan dilakukannya penarikan. Data-data yang diperoleh berdasarkan prosedur pengambilan data selengkapnya disajikan sebagai berikut :

4.1.1 Eksperimen I

Eksperimen I terdiri dari 3 kondisi yang berbeda yaitu kondisi I, kondisi II dan kondisi IV seperti tampak pada gambar di bawah :



Gambar 4.1 : gambar model kapal dengan berbagai kondisi

1. Kondisi I

Model kapal tanpa dipasang strip.

2. Kondisi II

Model kapal dipasang strip dengan posisi dibawah garis Wl, bsr = 8 mm dan lsr = 288 mm.

3. Kondisi IV

Model kapal dipasang strip dengan posisi diatas garis Wl, bsr = 8 mm dan lsr = 288 mm.

Data hasil penarikan model pada kondisi I

Run ke	V (m/s)	Fn	Rt (Kg)	Ct ($\times 10^{-3}$)	Cf ($\times 10^{-3}$)	Cr ($\times 10^{-3}$)
1	1.220	0.280	0.183	4.594	3.827	0.766
2	1.431	0.330	0.225	4.105	3.710	0.395
3	1.619	0.380	0.299	4.253	3.623	0.630
4	1.716	0.400	0.316	4.009	3.583	0.426
5	1.964	0.460	0.397	3.848	3.493	0.355

Tabel 4.1 : Tabel hasil penarikan kondisi I

Data hasil penarikan model pada kondisi II

Run ke	V (m/s)	Fn	Rt (Kg)	Ct ($\times 10^{-3}$)	Cf ($\times 10^{-3}$)	Cr ($\times 10^{-3}$)
1	1.241	0.290	0.345	8.373	3.814	4.558
2	1.483	0.346	0.412	7.001	3.685	3.316
3	1.730	0.404	0.394	4.915	3.578	1.337
4	1.843	0.430	0.441	4.845	3.535	1.310
5	2.022	0.472	0.621	5.671	3.474	2.196

Tabel 4.2 : Tabel hasil penarikan kondisi II

Data hasil penarikan model pada kondisi IV

Run ke	V (m/s)	Fn	Rt (Kg)	Ct ($\times 10^{-3}$)	Cf ($\times 10^{-3}$)	Cr ($\times 10^{-3}$)
1	1.238	0.289	0.212	5.161	3.816	1.345
2	1.437	0.335	0.278	5.029	3.707	1.322
3	1.668	0.389	0.375	5.036	3.603	1.433
4	1.835	0.428	0.385	4.275	3.538	0.737
5	1.882	0.439	0.472	6.029	3.521	2.508

Tabel 4.3 : Tabel hasil penarikan kondisi IV

4.1.2 Eksperimen II

Eksperimen II terdiri dari 4 kondisi yang berbeda yaitu kondisi I, kondisi III, kondisi V dan kondisi VI dengan posisi pemasangan strip seperti tampak pada gambar 4.2.

Keterangan :

1. Kondisi I

Model kapal tanpa dipasang strip.

2. Kondisi III

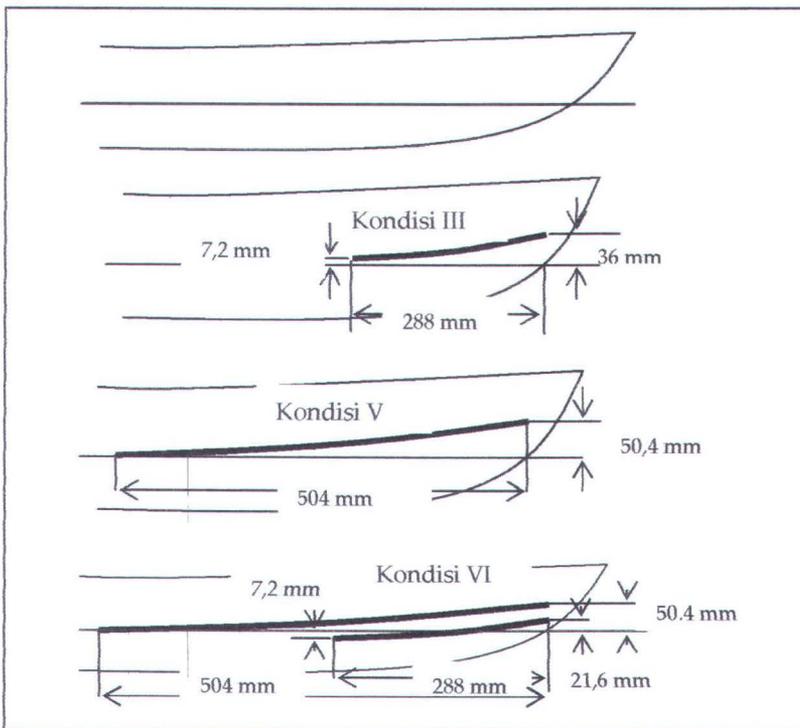
Model kapal dipasang strip dengan posisi diatas garis Wl, bsr = 6,5 mm dan lsr = 288 mm.

3. Kondisi V

Model kapal dipasang strip dengan posisi pada garis Wl, bsr = 6,5 mm dan lsr = 504 mm.

4. Kondisi VI

Model kapal dipasang strip gabungan dengan satu variasi posisi atau tempat pemasangan.



Gambar 4.2 : Gambar model kapal dengan berbagai kondisi

Data hasil penarikan model pada kondisi I

Run ke	V (m/s)	Fn	Rt (Kg)	Ct ($\times 10^{-3}$)	Cf ($\times 10^{-3}$)	Cr ($\times 10^{-3}$)
1	1.271	0.297	0.221	5.102	3.797	1.306
2	1.487	0.347	0.369	6.227	3.683	2.544
3	1.723	0.402	0.650	8.178	3.581	4.597
4	1.839	0.429	0.658	7.266	3.537	3.729
5	2.040	0.476	0.839	7.532	3.469	4.063

Tabel 4.4 : Tabel hasil penarikan kondisi I

Data hasil penarikan model pada kondisi III

Run ke	V (m/s)	Fn	Rt (Kg)	Ct ($\times 10^{-3}$)	Cf ($\times 10^{-3}$)	Cr ($\times 10^{-3}$)
1	1.249	0.292	0.285	6.817	3.810	3.007
2	1.457	0.340	0.470	8.263	3.697	4.565
3	1.713	0.400	0.587	7.471	3.585	3.887
4	1.870	0.437	0.699	7.467	3.526	3.941
5	1.987	0.464	0.700	6.621	3.486	3.135

Tabel 4.5 : Tabel hasil penarikan kondisi III

Data hasil penarikan model pada kondisi V

Run ke	V (m/s)	Fn	Rt (Kg)	Ct ($\times 10^{-3}$)	Cf ($\times 10^{-3}$)	Cr ($\times 10^{-3}$)
1	1.242	0.290	0.240	5.810	3.814	1.996
2	1.470	0.343	0.417	7.214	3.691	3.526
3	1.689	0.394	0.560	7.330	3.594	3.736
4	1.839	0.429	0.656	7.248	3.537	3.711
5	1.992	0.465	0.751	7.071	3.484	3.587

Tabel 4.6 : Tabel hasil penarikan kondisi V

Data hasil penarikan model pada kondisi VI

Run ke	V (m/s)	Fn	Rt (Kg)	Ct ($\times 10^{-3}$)	Cf ($\times 10^{-3}$)	Cr ($\times 10^{-3}$)
1	1.320	0.308	0.390	8.361	3.769	4.593
2	1.439	0.336	0.329	5.932	3.706	2.226
3	1.689	0.394	0.496	6.488	3.594	2.894
4	1.776	0.415	0.525	6.212	3.560	2.652
5	1.897	0.443	0.618	6.419	3.516	2.903

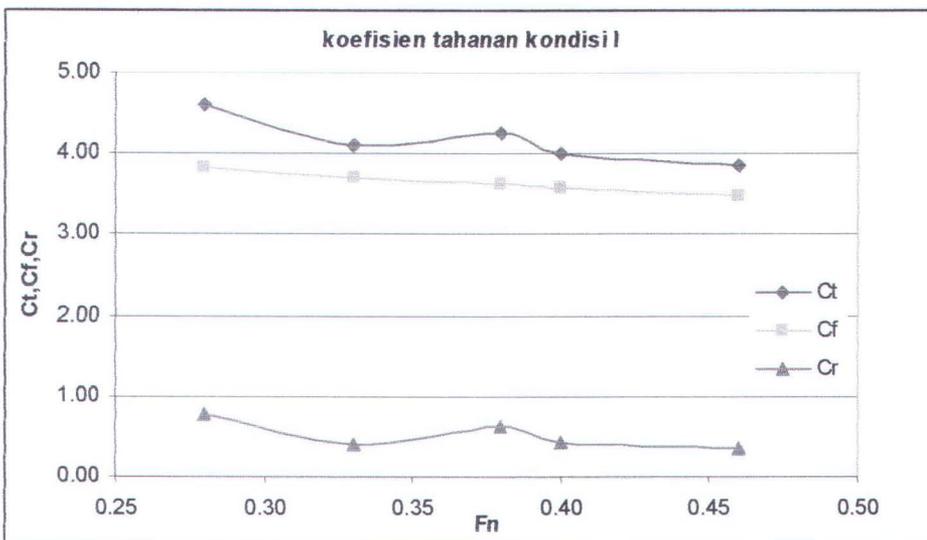
Tabel 4.7 : Tabel hasil penarikan kondisi VI

4.2 Pengaruh Kecepatan dan Pemasangan Strip Terhadap Koefisien Tahanan Kapal.

Dari gambar 4.3 sampai dengan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa koefisien tahanan gesek sangat mendominasi harga koefisien tahanan total model (C_T). C_f berkisar antara (60-90)% dari koefisien tahanan total. Dengan bertambahnya kecepatan (F_n), harga C_f semakin berkurang. Pada kondisi IV (gambar 4.5), pada kecepatan $F_n > 0,4$ harga koefisien tahanan total mengalami kenaikan yang tajam. Hal ini disebabkan oleh peningkatan harga koefisien tahanan sisa. Pada kondisi VI (gambar 4.9), pada kecepatan awal penarikan $F_n < 0,35$ koefisien tahanan total mempunyai harga yang besar yang didominasi oleh harga koefisien tahanan gesek.

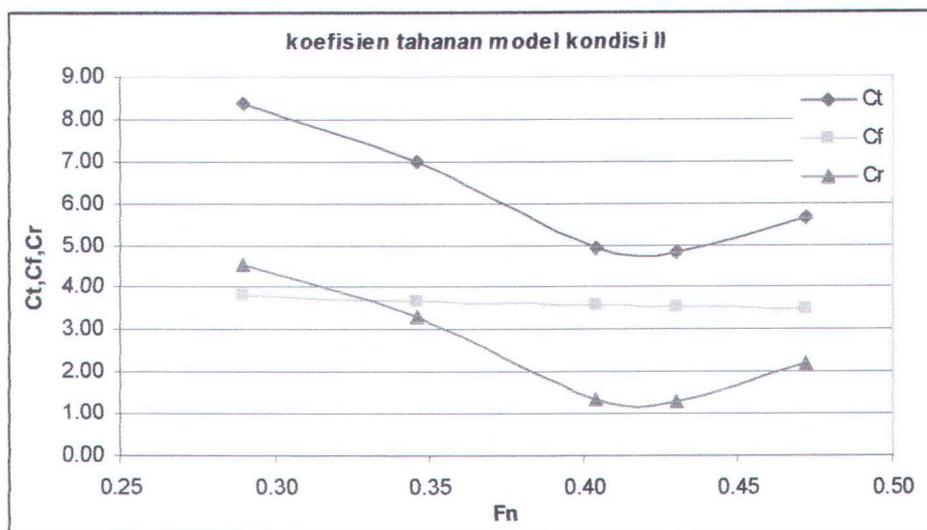
Eksperimen I

Kondisi I



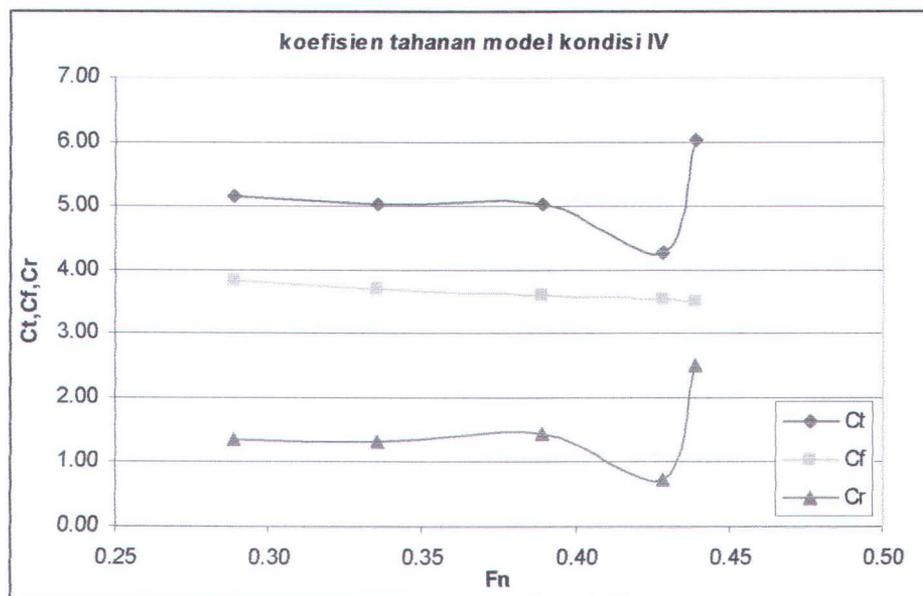
Gambar 4.3 : Grafik koefisien tahanan model pada kondisi I

Kondisi II



Gambar 4.4 : Grafik koefisien tahanan model pada kondisi II

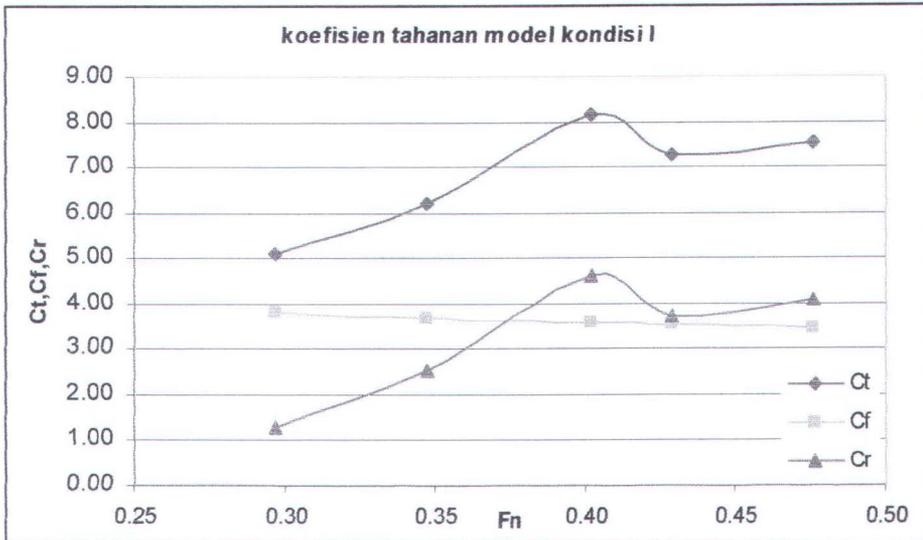
Kondisi IV



Gambar 4.5 : Grafik koefisien tahanan model pada kondisi IV

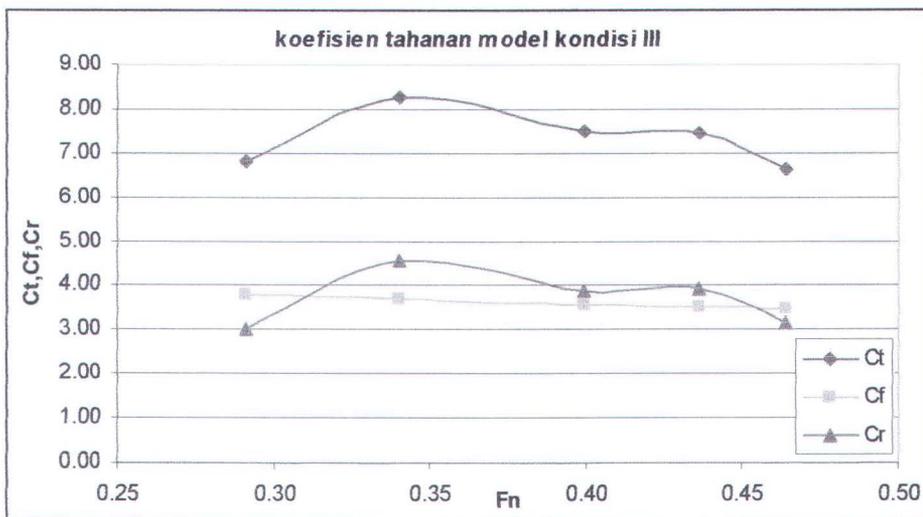
Eksperimen II

Kondisi I



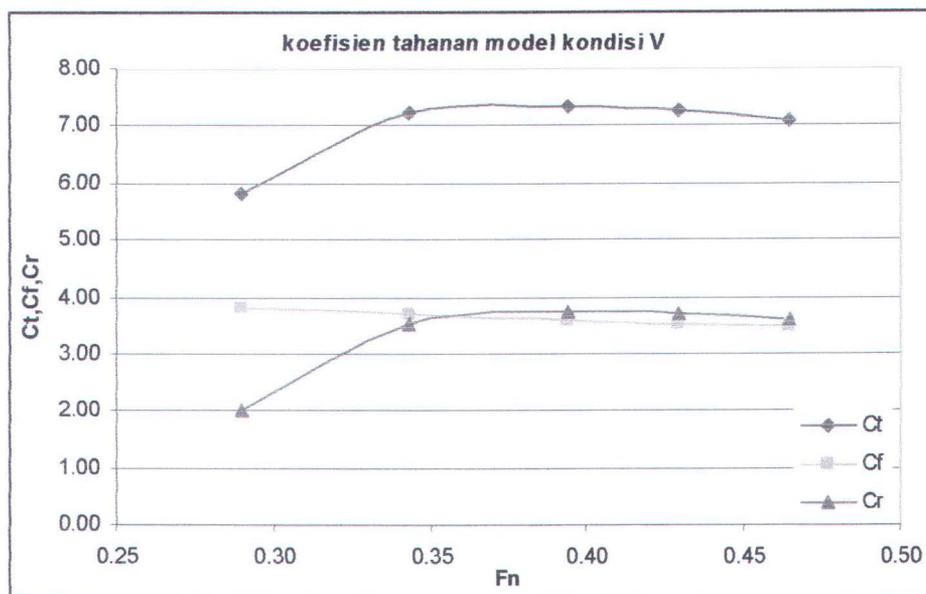
Gambar 4.6 : Grafik koefisien tahanan model pada kondisi I

Kondisi III



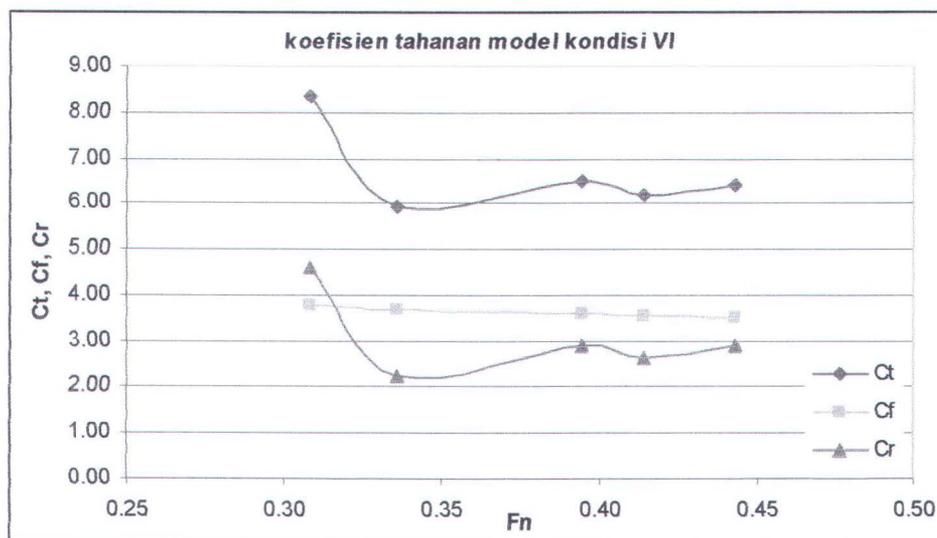
Gambar 4.7 : Grafik koefisien tahanan model pada kondisi III

Kondisi V



Gambar 4.8 : Grafik koefisien tahanan model pada kondisi V

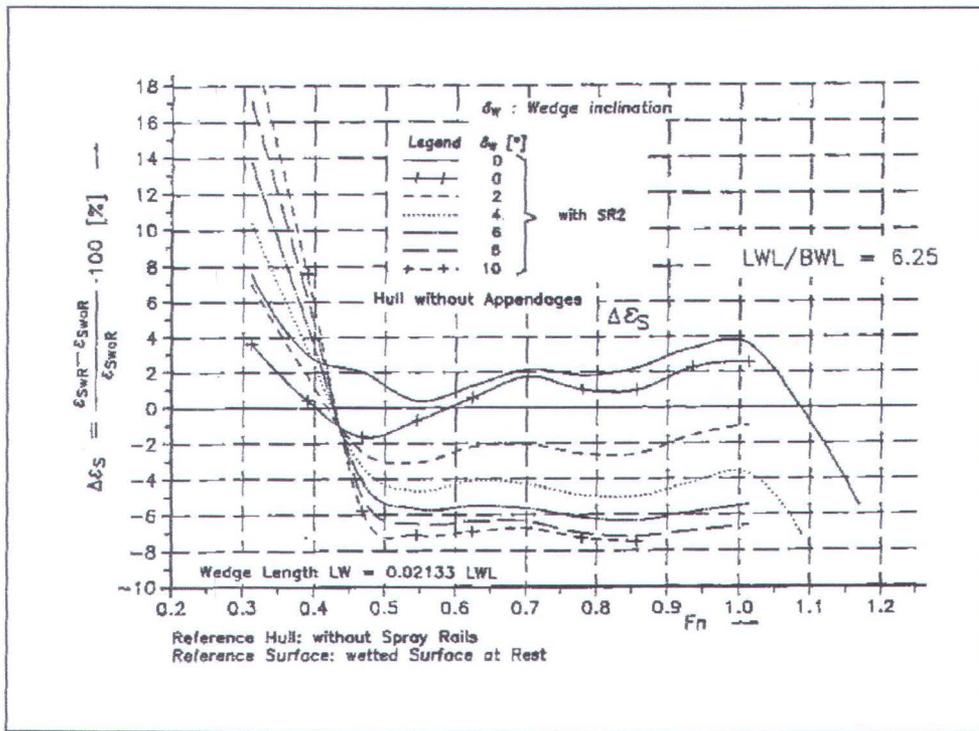
Kondisi VI



Gambar 4.9 : Grafik koefisien tahanan model pada kondisi VI

Dari percobaan yang dilakukan oleh Muller-Graf menghasilkan perbedaan besar tahanan antara model yang telah dipasang dengan kombinasi variasi spray strips (*advanced spray strips*) dengan model tanpa dipasang strips pada

kecepatan awal penarikan $Fn=0,3$ yang besarnya hampir mencapai 20% seperti ditunjukkan gambar 4.10. Hal tersebut juga tampak ketika penulis melakukan penarikan dengan menggunakan kombinasi dua strip pada model. Dari hasil pengujian ternyata pada kecepatan awal $Fn < 0,35$ mempunyai harga dua kali lipat besar daripada pengujian yang dilakukan Muller-Graf yaitu sebesar 43,4%.



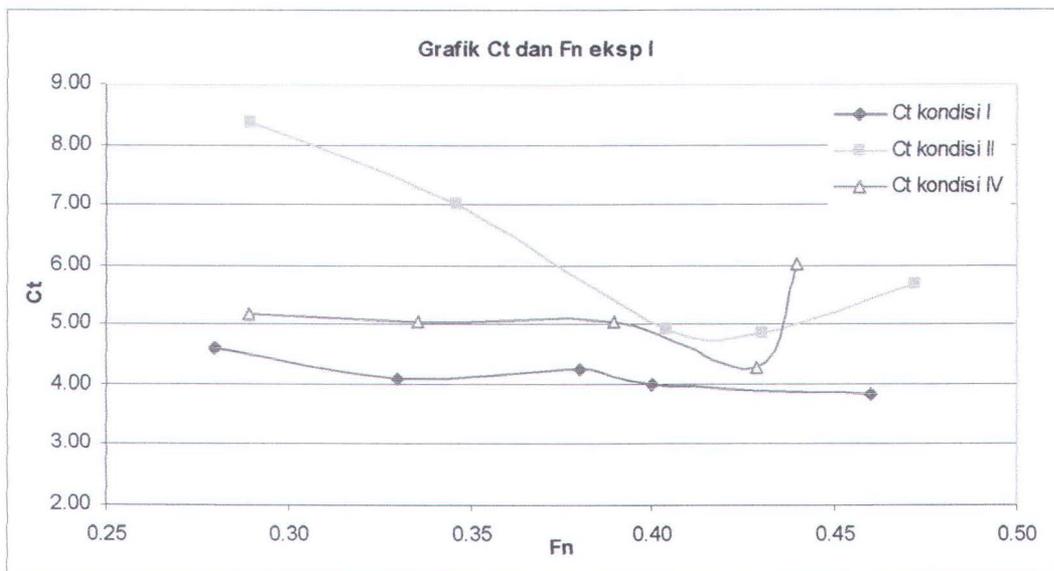
Gambar 4.10 : Grafik persentase perbandingan antar model

Sedangkan grafik di bawah menunjukkan besarnya koefisien tahanan model yang telah dipasang strip dengan berbagai kondisi dan model kapal tanpa dipasang strip sebagai pembanding

Untuk melakukan analisa yaitu dengan membandingkan antar model kapal maka penulis membuat grafik koefisien tahanan total antar model berbanding dengan froude number pada masing-masing penarikan. Pemilihan

C_t sebagai faktor pembanding disebabkan bentuknya yang non dimensi. Jika yang digunakan R_t maka perubahan WSA harus diperhatikan walaupun dari hasil penelitian diketahui perubahan WSA hanya membawa sedikit perubahan pada tahanan total sehingga praktis dapat diabaikan (Arysandhi, 2001). Jadi dalam analisa yang dilakukan tidak menghitung besar WSA tiap-tiap kondisi.

4.2.1 Eksperimen I



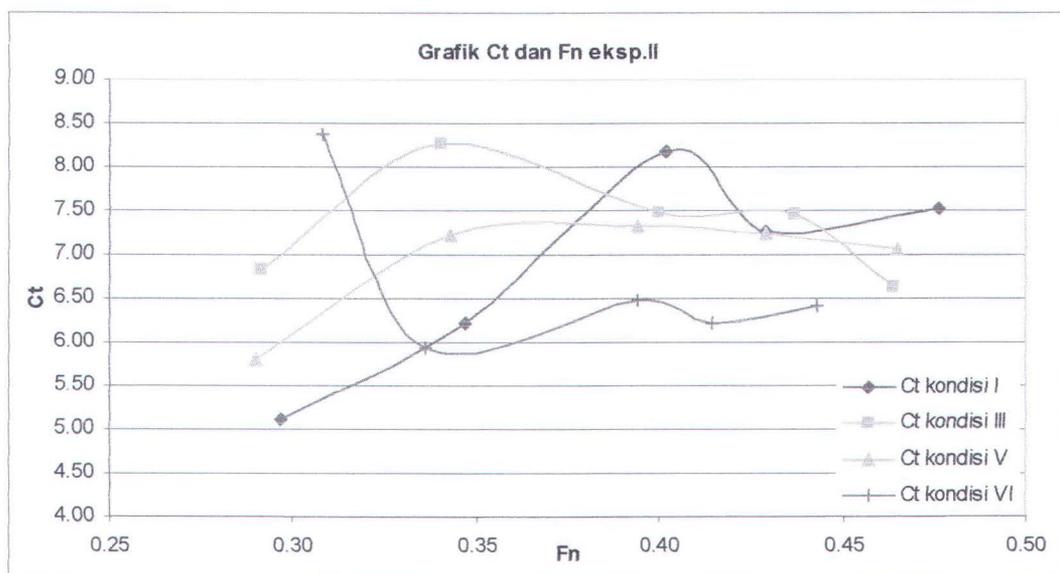
Gambar 4.11 : Grafik perbandingan C_t dan F_n tiap kondisi

Dari grafik hasil eksperimen I di atas terlihat bahwa koefisien tahanan total pada kondisi I (tanpa strip) lebih kecil daripada koefisien tahanan total pada kondisi II dan kondisi IV. Pada kecepatan $F_n > 0,4$ koefisien tahanan total model kondisi II dan kondisi IV mengalami kenaikan. Pada kecepatan $F_n < 0,4$, pada kondisi II harga koefisien tahanan total sangat besar. Hal ini berarti bahwa pemasangan spray strip pada model justru menambah besarnya tahanan yang dialami oleh model waktu dilakukan penarikan.

Pada kondisi II, strip yang dipasang dibuat dari spon sol tanpa dilapisi dengan tape. Dari uji tarik yang dilakukan, spray yang terjadi semuanya tidak dapat melewati permukaan spray dengan mulus (smooth). Dari pengamatan tampak adanya spray yang arahnya kembali ke badan kapal baru kemudian terlempar lagi ke samping.

Pada kondisi IV, strip yang dipasang dilapisi dengan tape. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan besar tahanan yang dialami dibanding dengan penarikan pada kondisi II berkaitan dengan perbedaan permukaan strip. Dari data yang diperoleh seperti pada tabel 4.3, terlihat bahwa besar koefisien tahanan total model kondisi IV lebih kecil 13,9% daripada koefisien tahanan total model pada kondisi II tetapi masih lebih besar 17,46% bila dibanding dengan model tanpa strip (kondisi I).

4.2.2 Eksperimen II

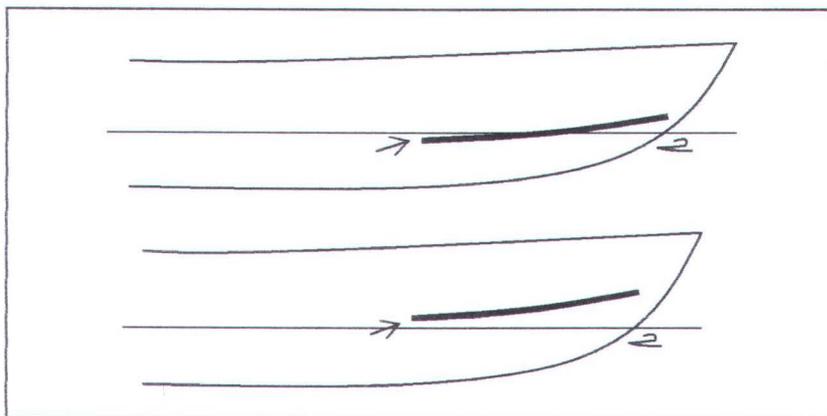


Gambar 4.12 : Grafik perbandingan Ct dan Fn tiap kondisi

Dari grafik hasil eksperimen II di atas terlihat bahwa koefisien tahanan total pada kondisi I (tanpa strip) pada $F_n < 0.4$ lebih kecil daripada koefisien tahanan total pada kondisi III dan kondisi V kecuali pada kondisi VI. Grafik di atas mempunyai tren cenderung turun ketika $F_n > 0.4$. Pada kondisi VI, pada kecepatan $F_n < 0.35$ justru mempunyai harga yang besar seolah-olah kedua strip yang dipasang merupakan hambatan ketika model pertama kali ditarik tetapi pada $F_n > 0.35$ grafik mengalami penurunan yang disebabkan bahwa kedua strip yang dipasang mampu mengalihkan sebagian besar spray yang terjadi dengan baik. Hal ini juga terjadi pada pada kondisi III dan V yang besar koefisien tahanan total rata-rata lebih kecil daripada model tanpa strip.

4.3 Pengaruh Posisi Pemasangan Strip Terhadap Tahanan Total Kapal.

Dengan mengabaikan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil percobaan seperti suhu air, kerja peralatan, dan keadaan air dalam tangki, maka penulis membandingkan posisi pemasangan strip pada model yaitu bawah, atas, gabungan dan pada garis WL terhadap besarnya tahanan total model.



Gambar 4.13 : gambar berbagai posisi pemasangan strip

Gambar di atas menunjukkan posisi pemasangan strip berada di bawah dan di atas garis air. Sebagai acuan digunakan bagian belakang strip (tanda panah pada gambar).

Tabel Perbandingan harga C_T tiap posisi

posisi strip	Harga C_T Eksp I		posisi strip	Harga C_T Eksp II		
	bawah	atas		atas	pada	gabungan
kondisi	2	4	kondisi	3	5	6
run ke-1	8.373	5.161	run ke-1	6.817	5.810	8.361
run ke-2	7.001	5.029	run ke-2	8.263	7.214	5.932
run ke-3	4.915	5.036	run ke-3	7.471	7.330	6.488
run ke-4	4.845	4.275	run ke-4	7.467	7.248	6.212
run ke-5	5.671	6.029	run ke-5	6.621	7.071	6.419

Tabel 4.8 : Tabel harga R_t berdasar posisi strip

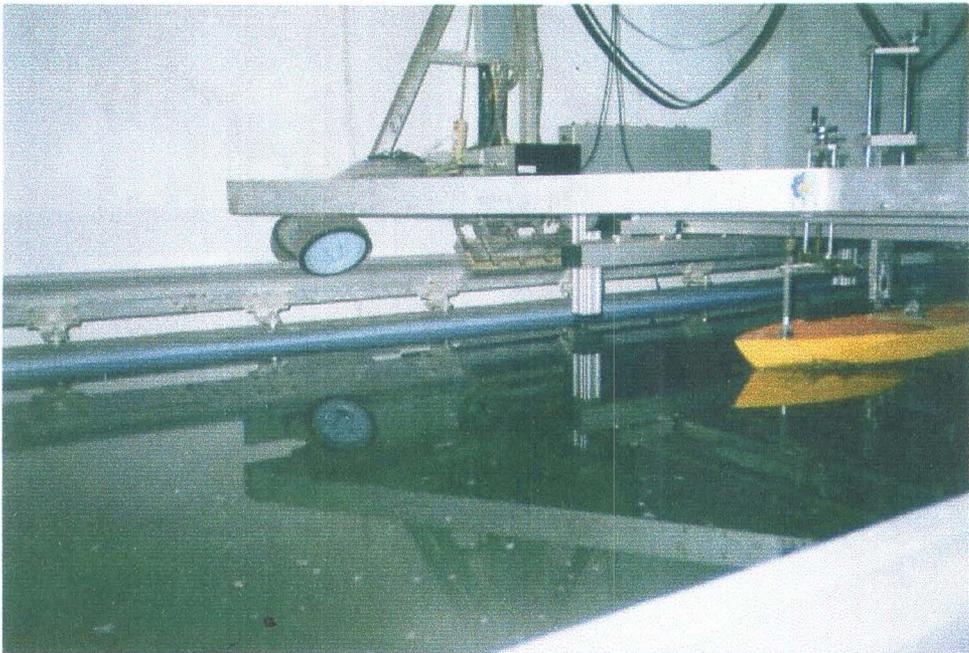
Dari data-data di atas tampak bahwa pada setiap kecepatan F_n eksperimen I, strip di bawah garis air selalu tampak lebih besar rata-rata 13,9% daripada strip yang ada di atas garis air. Sedangkan pada eksperimen II, strip gabungan dianggap sebagai patokan dalam mencari selisih besar tahanan total karena besar tahanan total paling kecil nilainya. Untuk strip diatas garis air besar tahanan total lebih besar rata-rata 15,31% daripada strip gabungan. Sedangkan untuk strip yang berada tepat pada garis air dengan ukuran yang lebih panjang lebih besar rata-rata 15,35% daripada strip gabungan.

Dari selisih yang didapat di atas untuk strip yang berada di atas garis air nilainya selalu lebih kecil daripada strip yang berada di bawah atau pada garis air. Untuk kondisi VI yaitu kondisi model yang dipasangi strip kedua yang letaknya diatas strip pertama ternyata mempunyai harga koefisien tahanan total

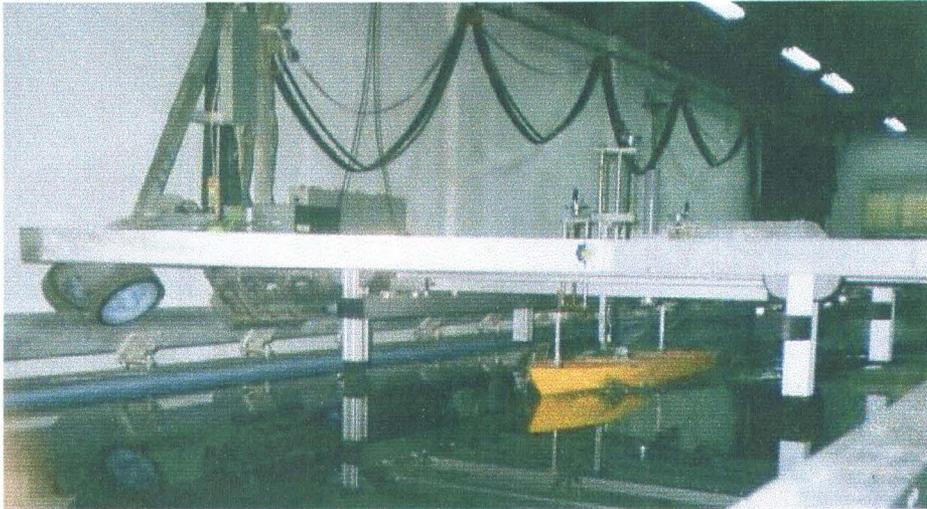
yang lebih kecil. Hal ini berarti bahwa penambahan strip kedua berfungsi dengan baik untuk menghalau spray yang terjadi.

4.4 Pengaruh Pemasangan Spray Strip terhadap Arah Spray yang terjadi.

Dari pengamatan selama melakukan eksperimen, pada setiap variasi kecepatan yang dilakukan tampak bahwa spray yang terjadi pada model kapal mulai besar ketika $Fn > 0,35$ seperti tampak pada gambar 4.14. Seiring dengan bertambahnya kecepatan yang dilakukan maka besar spray yang terjadi juga semakin besar (gambar 4.15). seperti dapat dilihat pada gambar bahwa arah spray yang terjadi menempel pada sisi bagian depan kapal.

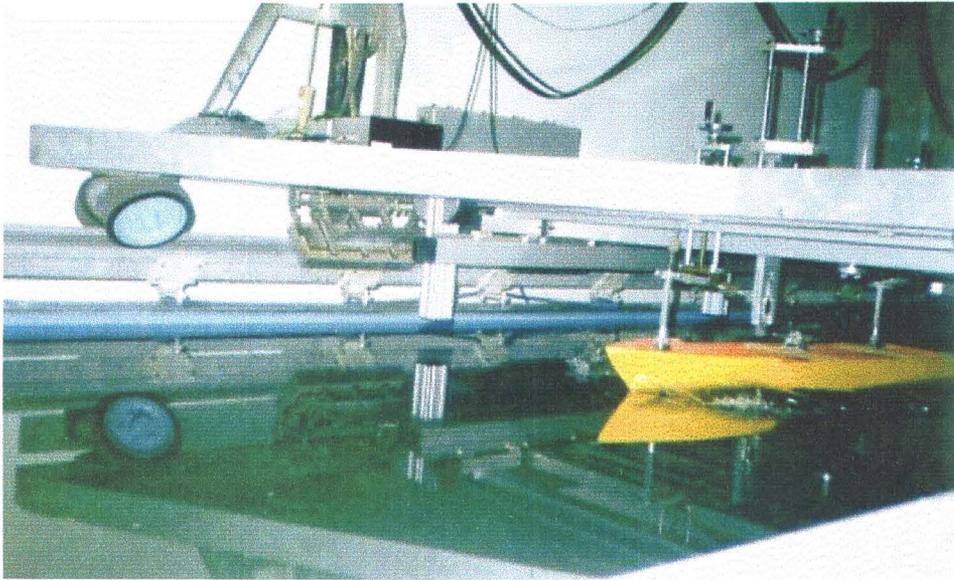


Gambar 4.14 : Foto model kapal ditarik dengan kecepatan $Fn=0,38$



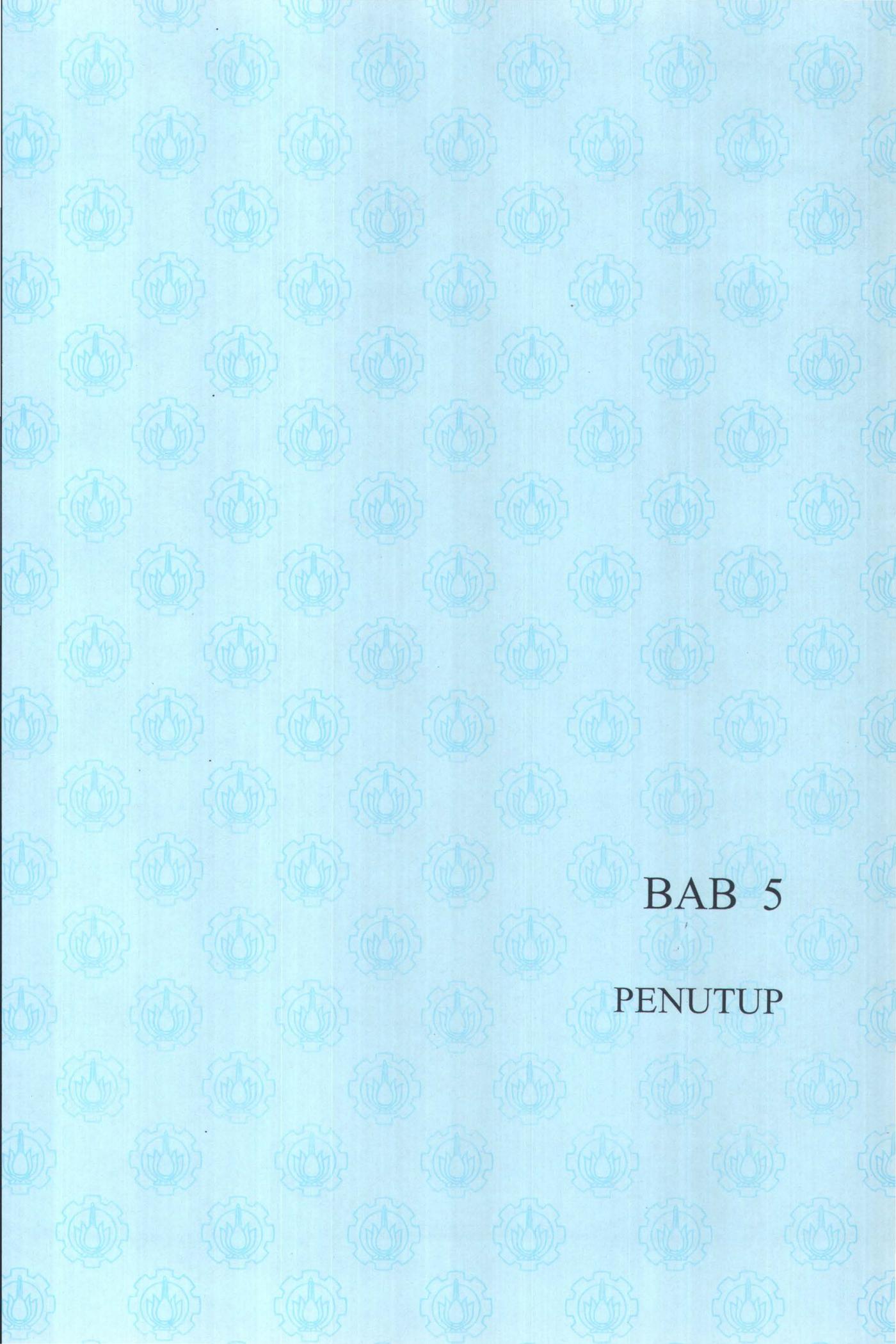
Gambar 4.15 : Foto model kapal ditarik dengan kecepatan $Fn=0,46$

Gambar dibawah (gambar 4.16) memperlihatkan perbedaan ketika model telah dipasang dengan strip pada kedua sisi model. Ketika dilakukan pengujian, spray yang terjadi dapat dibelokkan arahnya tepat ketika mengenai strip yang terpasang tadi meskipun tidak semuanya. Ada sebagian spray yang arahnya kembali lagi masuk ke arah dalam ketika sudah melewati strip dan kemudian baru mengarah kembali ke samping luar. Kejadian tersebut tampak jelas terjadi ketika model kapal pada kondisi II (*strip tanpa lapisan tape*). Dari pengamatan terhadap semua pengujian yang telah dilakukan, bahwa pemasangan spray strip efektif untuk mengubah arah spray/semburan air yang terjadi di bagian depan kapal.



Gambar 4.16 : Foto model kapal setelah dipasang strip

Jadi spray yang terjadi setelah menabrak strip tidak langsung bersama-sama mengarah kesamping model kapal tetapi ada sebagian spray yang kembali lagi mengarah ke dalam sebelum kemudian terlempar ke samping. Gejala di atas diduga disebabkan adanya pengaruh bentuk strip yang digunakan khususnya kemiringan permukaan sentuh strip dan lebar strip (Muller-Graf,1991).



BAB 5

PENUTUP

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

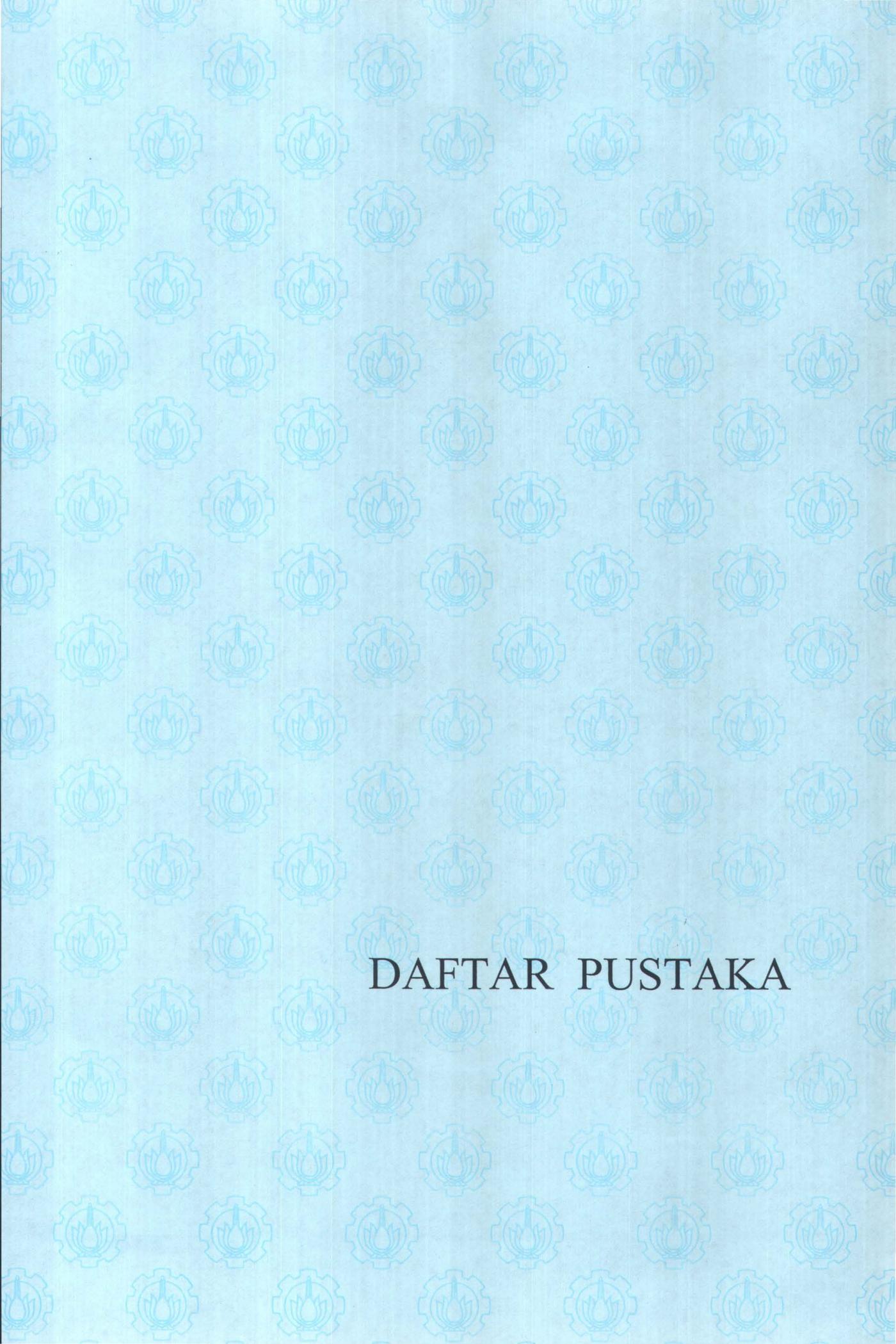
Dari hasil percobaan dan perbandingan hasil eksperimen yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Perbedaan permukaan spray strip (bsr) dan posisi pemasangan mempengaruhi besar koefisien tahanan total yang dihasilkan. Untuk spray strip tanpa lapisan tape dan berada di bawah garis air mempunyai nilai C_T lebih besar 13,9% dibanding dengan strip yang dilapisi dengan tape dan berada di atas garis air. .
2. Spray strip dengan panjang (lsr) 0,2 LWL mempunyai nilai C_T yang lebih besar 8,07% bila dibandingkan dengan spray strip yang mempunyai ukuran panjang (lsr) = 0,35 Lwl.
3. Pemasangan dua spray strip sekaligus pada model mempunyai pengaruh yang paling efektif/besar terhadap pengurangan koefisien tahanan total yaitu 15,33% lebih kecil bila dibandingkan dengan model yang hanya dipasang satu spray strip baik itu di atas garis air maupun yang berada pada garis air.
4. Terjadi gejala kembalinya spray yang terjadi ke arah dalam sebelum terlempar ke samping badan model kapal yang terjadi pada strip tanpa dilapisi dengan tape. Hal tersebut diduga karena pengaruh sudut

kemiringan dari bagian bawah strip yang menempel di badan model kapal dan bentuk permukaan strip.

5.2 Saran

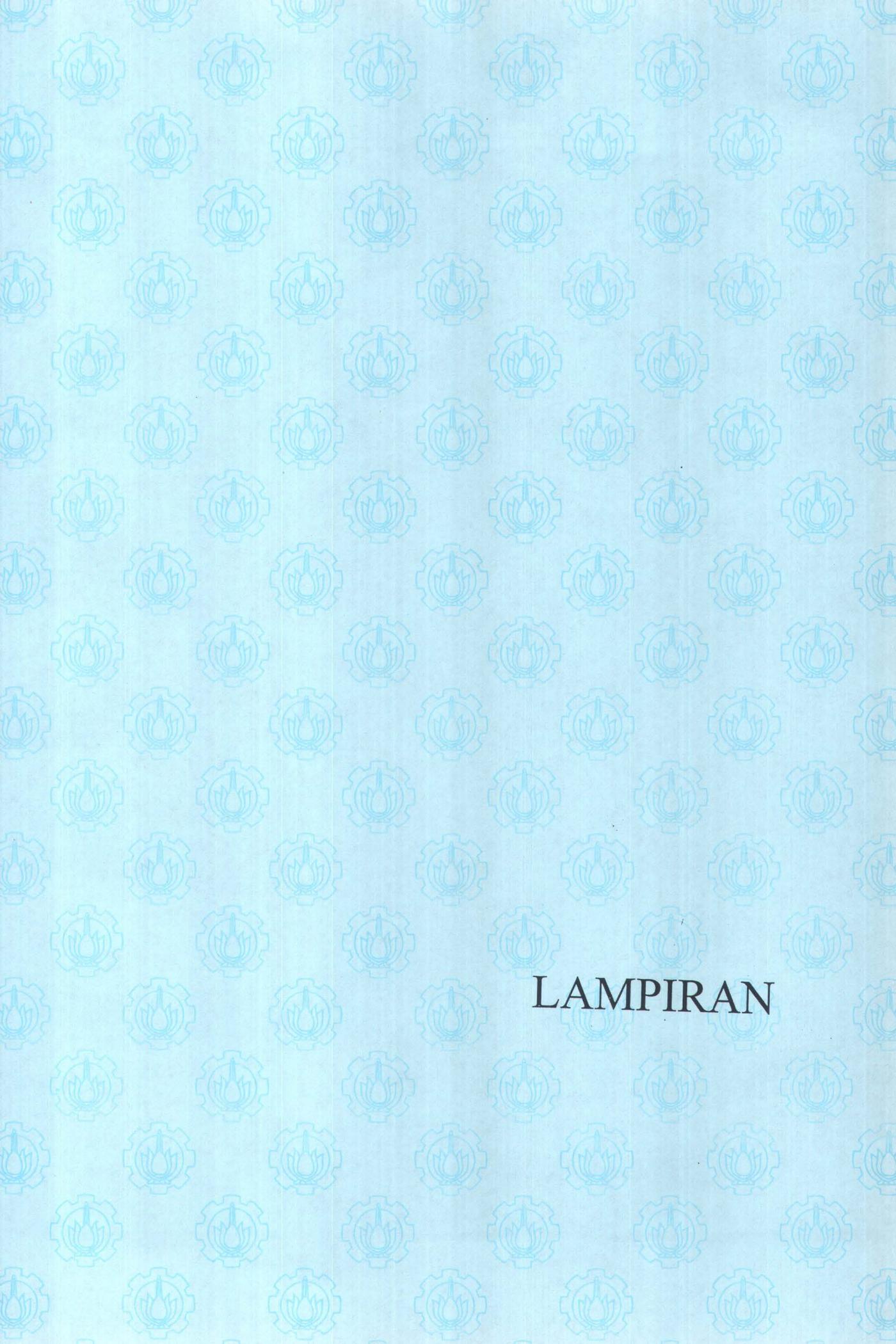
1. Karena keterbatasan waktu percobaan, ukuran, bentuk strip yang digunakan dalam percobaan hanya terdiri dari satu variasi. Akan lebih baik jika jumlah variasi bentuk, ukuran dan posisi strip diperbanyak sehingga hasil yang didapat lebih akurat.
2. Variasi dari kecepatan penarikan sebaiknya sampai dengan kecepatan tinggi sehingga dapat mewakili semua fase yang terjadi pada kapal cepat.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Society of Naval Architects and marine Engineers. "Principles of Naval Architecture", Volume II, resistance, Propulsion and vibration.
2. Harvald, S.A. , Resistance and Propulsion of Ship, John Wiley & Sons, Inc, 1983
3. Trans. RINA 1966, 1967 paper by Hughes
4. Ocean Engineering vol 16, no 1, 1989
5. Muller-Graf, B. , "The Effect of an Advanced Spray Rail System on Resistance and Development of Spray of Semi-Displacement Round Bilge Hulls", 1991
6. Thomas C. Gillmer and Bruce Johnson. ,Introduction to naval architecture, 1982
7. Dawson, John R , The Effect of Spray Strips on a Model of The P3M-1 Flying Boat Hull, 1933
8. Lord, L., Naval Architecture of Planing Hulls, Cornell Maritime Press, Inc., Cambridge Maryland, 1963



LAMPIRAN

LAMPIRAN A : DATA EKSPERIMEN

```
/RSTDAT
/SHPNAM "Fishing Boat"
/SHPCND "Full load"
/SHPLPP 1.38
/SHPBRD 0.364
/SHPDFM 0.09
/SHPDFF 0.09
/SHPDFA 0.09
/SHPDSP 0.0152
/SHPWSA 0.527
/SHPLCB -5.15
/CLCCFT 0
/CLCLFN 1.8713
/CLCLFG -0.5
/CLCLAG 0.5
/CLCWTP 27
/CLCWDS 101.606
/CLCKVS 8.544316E-07
/SMPFRQ 50
/SMPTIM 2
/ZERVLO 3.588796E-03
/ZERVL1 0.1745725
/ZERVL2 0.195654
/CALVLO 1.965283
/CALVL1 1
/CALVL2 1
/CALVD0 2.5
/CALVD1 50
/CALVD2 50
/FILSAV "TA260406.RST  "
/RSTD TN 6
/RSTD TV 1 1.2130 0.0992 2.6566 2.5189 3.8315 -1.3126 0.2831 -1.1 -2.3 -1.7 0.07
/RSTD TV 2 1.6190 0.2985 3.5458 4.2533 3.6232 0.6301 0.3779 -5.2 -7.3 -6.3 0.12
/RSTD TV 3 1.9640 0.3974 4.3014 3.8481 3.4932 0.3549 0.4584 0.1 -1.5 -0.7 0.09
/RSTD TV 4 1.4310 0.2251 3.1340 4.1052 3.7101 0.3951 0.3340 -12.1 -14.5 -13.3 0.14
/RSTD TV 5 1.2200 0.1830 2.6719 4.5935 3.8272 0.7664 0.2847 -1.6 -2.4 -2.0 0.05
/RSTD TV 6 1.7160 0.3161 3.7582 4.0094 3.5833 0.4261 0.4005 -10.4 -13.2 -11.8 0.16
```

```

/RSTDAT
/SHPNAM "Fishing Boat"
/SHPCND "Full load"
/SHPLPP 1.38
/SHPBRD 0.364
/SHPDFM 0.09
/SHPDFF 0.09
/SHPDFA 0.09
/SHPDSP 0.0152
/SHPWSA 0.527
/SHPLCB -5.15
/CLCCFT 0
/CLCLFN 1.8713
/CLCLFG -0.5
/CLCLAG 0.5
/CLCWTP 27
/CLCWDS 101.606
/CLCKVS 8.544316E-07
/SMPFRQ 50
/SMPTIM 2
/ZERVLO 3.442168E-03
/ZERVL1 0.1745725
/ZERVL2 0.195654
/CALVLO 1.972339
/CALVL1 1
/CALVL2 1
/CALVD0 2.5
/CALVD1 50
/CALVD2 50
/FILSAV "TA270407.RST  "
/RSTDTN 7
/RSTDTV 1 1.2870 0.1627 2.8187 3.6691 3.7873 -0.1182 0.3004 -7.7 -9.5 -8.6 0.11
/RSTDTV 2 1.4530 0.1051 3.1822 1.8598 3.6992 -1.8394 0.3391 -6.2 -7.1 -6.6 0.05
/RSTDTV 3 1.7300 0.3938 3.7889 4.9147 3.5778 1.3369 0.4038 -6.3 -8.7 -7.5 0.14
/RSTDTV 4 1.8430 0.4406 4.0364 4.8447 3.5352 1.3095 0.4301 -4.4 -6.5 -5.4 0.12
/RSTDTV 5 2.0220 0.6206 4.4284 5.6700 3.4742 2.1958 0.4719 -0.7 -3.3 -2.0 0.15
/RSTDTV 6 1.2410 0.3452 2.7179 8.3727 3.8144 4.5583 0.2896 -8.3 -10.8 -9.6 0.15
/RSTDTV 7 1.4830 0.4122 3.2479 7.0009 3.6847 3.3162 0.3461 -5.6 -7.9 -6.8 0.13

```

/RSTDAT
/SHPNAM "Fishing Boat"
/SHPCND "Full load"
/SHPLPP 1.38
/SHPBRD 0.364
/SHPDFM 0.09
/SHPDFD 0.09
/SHPDFA 0.09
/SHPDSP 0.0152
/SHPWSA 0.527
/SHPLCB -5.15
/CLCCFT 0
/CLCLFN 1.8713
/CLCLFG -0.5
/CLCLAG 0.5
/CLCWTP 27
/CLCWDS 101.606
/CLCKVS 8.544316E-07
/SMPFRQ 50
/SMPTIM 2
/ZERVLO 3.442168E-03
/ZERVLO 0.1745725
/ZERVLO 0.195654
/CALVLO 1.972339
/CALVLO 1
/CALVLO 1
/CALVLO 2.5
/CALVLO 50
/CALVLO 50
/FILSAV "TA270415.RST "
/RSTDTN 5
/RSTDTV 1 1.2380 0.2118 2.7114 5.1614 3.8162 1.3452 0.2889 3.7 2.3 3.0 0.08
/RSTDTV 2 1.4370 0.2780 3.1472 5.0287 3.7071 1.3216 0.3354 -10.9 -13.4 -12.1 0.15
/RSTDTV 3 1.6680 0.3751 3.6531 5.0355 3.6027 1.4329 0.3893 0.4 -1.3 -0.5 0.09
/RSTDTV 4 1.8350 0.3854 4.0189 4.2750 3.5381 0.7369 0.4283 3.7 1.7 2.7 0.11
/RSTDTV 5 1.8820 0.5717 4.1218 6.0290 3.5213 2.5077 0.4393 0.5 -1.6 -0.6 0.12

```

/RSTDAT
/SHPNAM "Fishing Boat"
/SHPCND "Full load"
/SHPLPP 1.38
/SHPBRD 0.364
/SHPDFM 0.09
/SHPDFF 0.09
/SHPDFA 0.09
/SHPDSP 0.0152
/SHPWSA 0.527
/SHPLCB -5.15
/CLCCFT 0
/CLCLFN 1.8713
/CLCLFG -0.5
/CLCLAG 0.5
/CLCWTP 27
/CLCWDS 101.606
/CLCKVS 8.544316E-07
/SMPFRQ 50
/SMPTIM 2
/ZERVLO 3.442168E-03
/ZERVLI 0.1745725
/ZERVLI 0.195654
/CALVLO 1.972339
/CALVLI 1
/CALVLI 1
/CALVD0 2.5
/CALVD1 50
/CALVD2 50
/FILSAV "TA270428.RST  "
/RSTD TN 8
/RSTD TV 1 1.2610 0.1417 2.7617 3.3277 3.8025 -0.4748 0.2943 -1.1 -2.0 -1.6 0.05
/RSTD TV 2 1.4610 0.4025 3.1998 7.0438 3.6953 3.3485 0.3410 -10.0 -13.0 -11.5 0.17
/RSTD TV 3 1.6560 0.4005 3.6268 5.4552 3.6076 1.8476 0.3865 -0.6 -2.2 -1.4 0.10
/RSTD TV 4 1.8490 0.3101 4.0495 3.3879 3.5330 -0.1451 0.4315 0.3 -0.9 -0.3 0.07
/RSTD TV 5 1.9610 0.4037 4.2948 3.9206 3.4942 0.4264 0.4577 -4.3 -6.6 -5.5 0.13
/RSTD TV 6 1.8660 0.3767 4.0867 4.0408 3.5270 0.5139 0.4355 -7.3 -10.0 -8.7 0.15
/RSTD TV 7 1.2160 0.0687 2.6632 1.7346 3.8296 -2.0951 0.2838 -10.3 -12.2 -11.3 0.10
/RSTD TV 8 1.2530 0.1505 2.7442 3.5802 3.8072 -0.2270 0.2924 -2.3 -3.2 -2.7 0.05

```

/RSTDAT
/SHPNAM "Fishing Boat"
/SHPCND "Full load"
/SHPLPP 1.38
/SHPBRD 0.364
/SHPDFM 0.09
/SHPDFF 0.09
/SHPDFA 0.09
/SHPDSP 0.0152
/SHPWSA 0.527
/SHPLCB -5.15
/CLCCFT 0
/CLCLFN 1.8713
/CLCLFG -0.5
/CLCLAG 0.5
/CLCWTP 27
/CLCWDS 101.606
/CLCKVS 8.544316E-07
/SMPFRQ 50
/SMPTIM 2
/ZERVLO 3.368855E-03
/ZERVLO 0.1745725
/ZERVLO 0.195654
/CALVLO 1.977905
/CALVLO 1
/CALVLO 1
/CALVLO 2.5
/CALVLO 50
/CALVLO 50
/FILSAV "TA310505.RST "
/RSTDTN 5
/RSTDTV 1 1.2710 0.2207 2.7836 5.1021 3.7966 1.3055 0.2966 0.0 -1.4 -0.7 0.08
/RSTDTV 2 1.4870 0.3686 3.2567 6.2270 3.6828 2.5442 0.3471 -4.3 -6.0 -5.1 0.10
/RSTDTV 3 1.7230 0.6500 3.7736 8.1776 3.5805 4.5971 0.4021 0.8 -1.5 -0.3 0.13
/RSTDTV 4 1.8390 0.6579 4.0276 7.2657 3.5367 3.7291 0.4292 0.8 -1.8 -0.5 0.15
/RSTDTV 5 2.0400 0.8392 4.4678 7.5316 3.4685 4.0631 0.4761 1.4 -1.2 0.1 0.15

```

/RSTDAT
/SHPNAM "Fishing Boat"
/SHPCND "Full load"
/SHPLPP 1.38
/SHPBRD 0.364
/SHPDFM 0.09
/SHPDFF 0.09
/SHPDFA 0.09
/SHPDSP 0.0152
/SHPWSA 0.527
/SHPLCB -5.15
/CLCCFT 0
/CLCLFN 1.8713
/CLCLFG -0.5
/CLCLAG 0.5
/CLCWTP 27
/CLCWDS 101.606
/CLCKVS 8.544316E-07
/SMPFRQ 50
/SMPTIM 2
/ZERVLO 3.368855E-03
/ZERVL1 0.1745725
/ZERVL2 0.195654
/CALVL0 1.977905
/CALVL1 1
/CALVL2 1
/CALVD0 2.5
/CALVD1 50
/CALVD2 50
/FILSAV "TA310515.RST  "
/RSTD TN 5
/RSTD TV 1 1.2490 0.2847 2.7354 6.8165 3.8096 3.0070 0.2915 4.1 2.9 3.5 0.07
/RSTD TV 2 1.4570 0.4696 3.1910 8.2625 3.6973 4.5653 0.3401 -9.7 -13.0 -11.4 0.19
/RSTD TV 3 1.7130 0.5870 3.7517 7.4713 3.5845 3.8868 0.3998 1.2 -1.1 0.1 0.13
/RSTD TV 4 1.8700 0.6991 4.0955 7.4668 3.5255 3.9413 0.4365 -1.4 -4.2 -2.8 0.16
/RSTD TV 5 1.9870 0.6999 4.3518 6.6210 3.4856 3.1354 0.4638 -2.6 -5.9 -4.3 0.19

```

/RSTDAT
/SHPNAM "Fishing Boat"
/SHPCND "Full load"
/SHPLPP 1.38
/SHPBRD 0.364
/SHPDFM 0.09
/SHPDFF 0.09
/SHPDFA 0.09
/SHPDSP 0.0152
/SHPWSA 0.527
/SHPLCB -5.15
/CLCCFT 0
/CLCLFN 1.8713
/CLCLFG -0.5
/CLCLAG 0.5
/CLCWTP 27
/CLCWDS 101.606
/CLCKVS 8.544316E-07
/SMPFRQ 50
/SMPTIM 2
/ZERVL0 3.368855E-03
/ZERVL1 0.1745725
/ZERVL2 0.195654
/CALVL0 1.977905
/CALVL1 1
/CALVL2 1
/CALVD0 2.5
/CALVD1 50
/CALVD2 50
/FILSAV "TA310525.RST "
/RSTDTN 5
/RSTDTV 1 1.2420 0.2400 2.7201 5.8102 3.8138 1.9964 0.2899 -3.2 -5.2 -4.2 0.11
/RSTDTV 2 1.4700 0.4173 3.2195 7.2135 3.6909 3.5226 0.3431 -2.5 -4.4 -3.5 0.11
/RSTDTV 3 1.6890 0.5599 3.6991 7.3304 3.5941 3.7362 0.3942 -8.3 -12.2 -10.3 0.23
/RSTDTV 4 1.8390 0.6563 4.0276 7.2480 3.5367 3.7113 0.4292 -5.7 -9.0 -7.3 0.19
/RSTDTV 5 1.9920 0.7512 4.3627 7.0705 3.4839 3.5866 0.4649 1.3 -1.3 0.0 0.15

```

/RSTDAT
/SHPNAM "Fishing Boat"
/SHPCND "Full load"
/SHPLPP 1.38
/SHPBRD 0.364
/SHPDFM 0.09
/SHPDFD 0.09
/SHPDFA 0.09
/SHPDSP 0.0152
/SHPWSA 0.527
/SHPLCB -5.15
/CLCCFT 0
/CLCLFN 1.8713
/CLCLFG -0.5
/CLCLAG 0.5
/CLCWTP 27
/CLCWDS 101.606
/CLCKVS 8.544316E-07
/SMPFRQ 50
/SMPTIM 2
/ZERVLO 3.198385E-03
/ZERVL1 0.1745725
/ZERVL2 0.195654
/CALVLO 1.983838
/CALVL1 1
/CALVL2 1
/CALVD0 2.5
/CALVD1 50
/CALVD2 50
/FILSAV "TA070605.RST  "
/RSTDTN 5
/RSTDTV 1 1.3200 0.3901 2.8909 8.3614 3.7687 4.5927 0.3081 -6.7 -9.0 -7.8 0.14
/RSTDTV 2 1.4390 0.3289 3.1516 5.9318 3.7061 2.2257 0.3359 -3.8 -5.5 -4.7 0.10
/RSTDTV 3 1.6890 0.4956 3.6991 6.4883 3.5941 2.8942 0.3942 -2.7 -5.0 -3.9 0.13
/RSTDTV 4 1.7760 0.5246 3.8896 6.2121 3.5600 2.6521 0.4145 -3.6 -5.5 -4.5 0.11
/RSTDTV 5 1.8970 0.6184 4.1546 6.4185 3.5160 2.9025 0.4428 -1.4 -3.7 -2.5 0.13

```

```

/RSTDAT
/SHPNAM "Fishing Boat"
/SHPCND "Full load"
/SHPLPP 1.38
/SHPBRD 0.364
/SHPDFM 0.09
/SHPDFF 0.09
/SHPDFA 0.09
/SHPDSP 0.0152
/SHPWSA 0.527
/SHPLCB -5.15
/CLCCFT 0
/CLCLFN 1.8713
/CLCLFG -0.5
/CLCLAG 0.5
/CLCWTP 27
/CLCWDS 101.606
/CLCKVS 8.544316E-07
/SMPFRQ 50
/SMPTIM 2
/ZERVLO 3.198385E-03
/ZERVL1 0.1745725
/ZERVL2 0.195654
/CALVLO 1.983838
/CALVL1 1
/CALVL2 1
/CALVD0 2.5
/CALVD1 50
/CALVD2 50
/FILSAV "TA070615.RST  "
/RSTD TN 5
/RSTD TV 1 1.3160 0.3085 2.8822 6.6532 3.7709 2.8823 0.3071 1.0 -0.9 0.0 0.11
/RSTD TV 2 1.4490 0.3452 3.1735 6.1414 3.7012 2.4402 0.3382 -7.3 -9.2 -8.2 0.11
/RSTD TV 3 1.6800 0.3145 3.6794 4.1623 3.5978 0.5645 0.3921 -10.7 -13.5 -12.1 0.16
/RSTD TV 4 1.7920 0.4147 3.9247 4.8231 3.5540 1.2691 0.4182 -10.7 -13.7 -12.2 0.17
/RSTD TV 5 1.8610 0.4519 4.0758 4.8732 3.5287 1.3445 0.4344 4.8 2.5 3.7 0.13

```

perhitungan nilai CT tiap kondisi berdasar posisi dan panjang spray strips

Harga Ct Eksp I			Harga Ct Eksp II				sel 0,2 & 0,35	persen
posisi strip	bawah	atas	posisi strip	atas	pada	gabungan		
kondisi	2	4	kondisi	3	5	6	1.01	14.76
run ke-1	8.373	5.161	run ke-1	6.817	5.810	8.361	1.05	12.70
run ke-2	7.001	5.029	run ke-2	8.263	7.214	5.932	0.14	1.89
run ke-3	4.915	5.036	run ke-3	7.471	7.330	6.488	0.22	2.93
run ke-4	4.845	4.275	run ke-4	7.467	7.248	6.212	-0.45	-6.79
run ke-5	5.671	6.029	run ke-5	6.621	7.071	6.419	total %	8.07
sel thd atas		persen	sel thd gab		persen	sel thd gab		persen
3.21		38.35	-1.54		-22.66	-2.55		-30.51
1.97		28.17	2.33		28.21	1.28		21.61
-0.12		-2.46	0.98		13.16	0.84		12.98
0.57		11.76	1.25		16.80	1.04		16.68
-0.36		-6.31	0.20		3.06	0.65		10.16
total %		13.9	total %		15.31			15.35
				rata ² %				<u>15.33</u>

perhitungan nilai R_T tiap kondisi berdasar posisi dan panjang spray strips

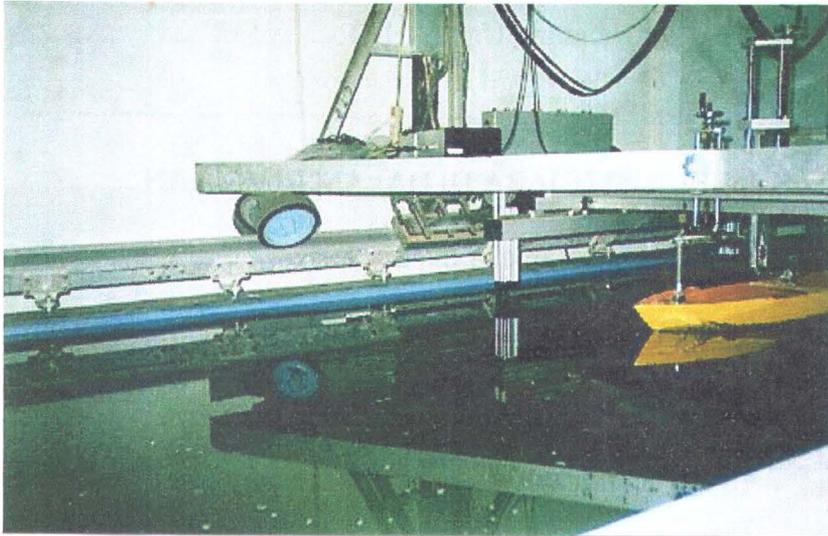
tabel Rt EKSP I

tabel Rt EKSP II

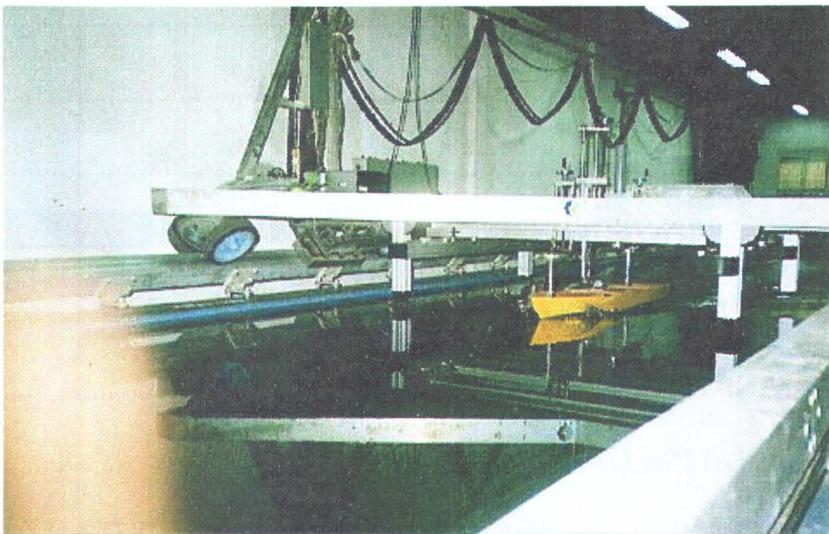
posisi strip	bawah	atas	atas	pada	gabungan	tanpa
penarikan ke-	2	4	3	5	6	1
1	0.345	0.212	0.285	0.240	0.390	0.221
2	0.412	0.278	0.470	0.417	0.329	0.369
3	0.394	0.375	0.587	0.560	0.496	0.650
4	0.441	0.385	0.699	0.656	0.525	0.658
5	0.621	0.472	0.700	0.751	0.618	0.839
	sel thd atas	persen	sel thd gab	persen	sel thd gab	persen
	0.13	38.64	-0.11	-37.02	-0.15	-38.48
	0.13	32.56	0.14	29.96	0.09	21.18
	0.02	4.75	0.09	15.57	0.06	11.48
	0.06	12.53	0.17	24.96	0.13	20.07
	0.15	23.99	0.08	11.64	0.13	17.68
	total persen	22.5	total persen	20.53	total persen	17.60
					19.07	

sel tanpa thd gab	persen
-0.17	-43.42
0.04	10.77
0.15	23.75
0.13	20.26
0.22	26.31
	20.27

Terjadinya spray pada berbagai kecepatan penarikan



Spray yang terjadi ketika model ditarik pada kecepatan $F_n = 0,35$

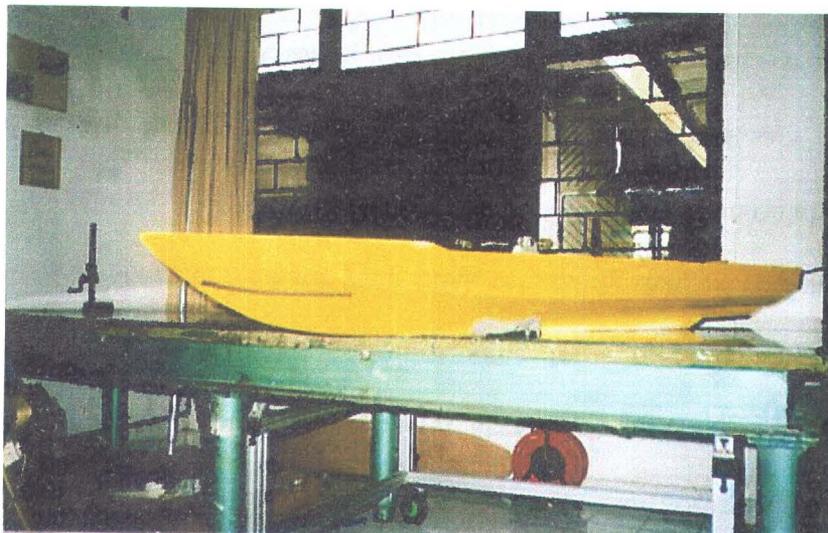


Spray yang terjadi ketika model ditarik pada kecepatan $F_n = 0,43$

Terjadinya spray pada berbagai kecepatan penarikan

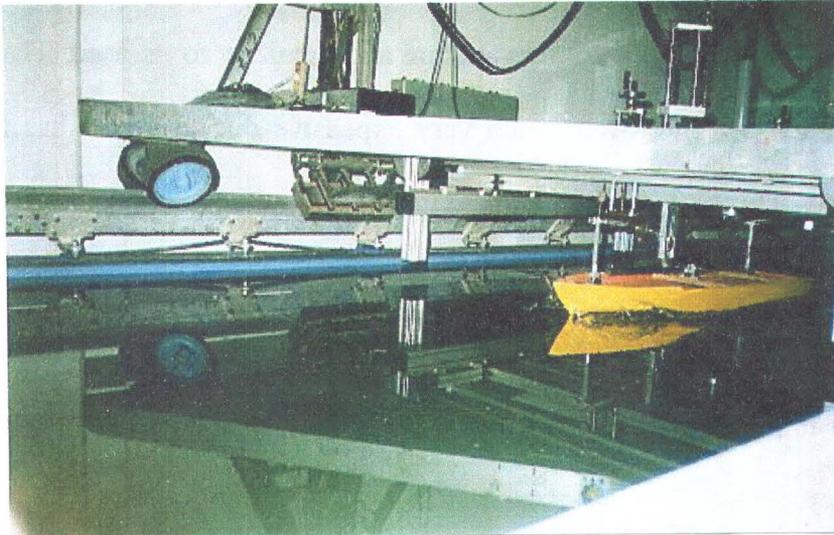


Spray yang terjadi ketika model ditarik pada kecepatan $F_n = 0,476$

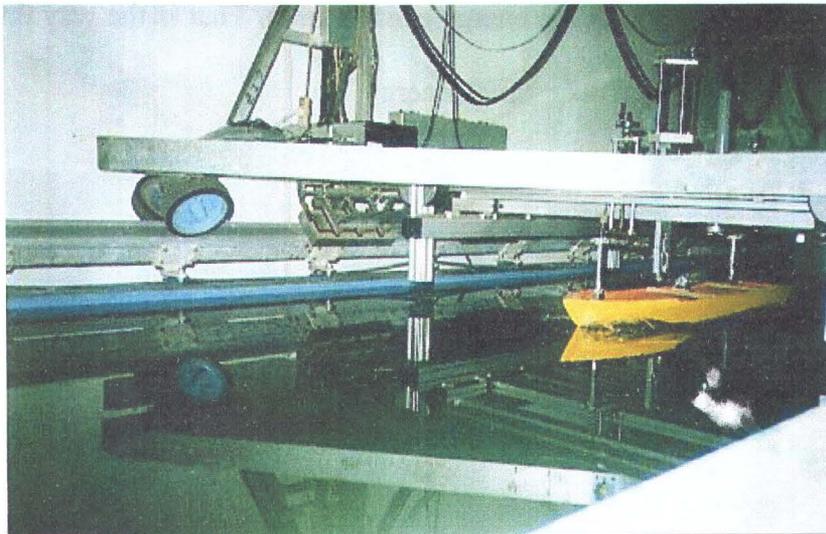


Pemasangan strip pada model kapal

Arah spray pada model yang dilengkapi spray strips

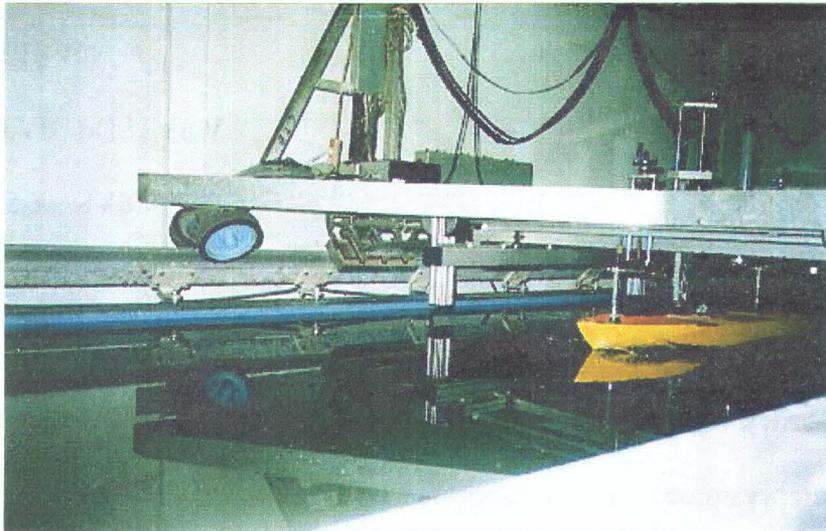


Model ditarik pada $F_n = 0,34$

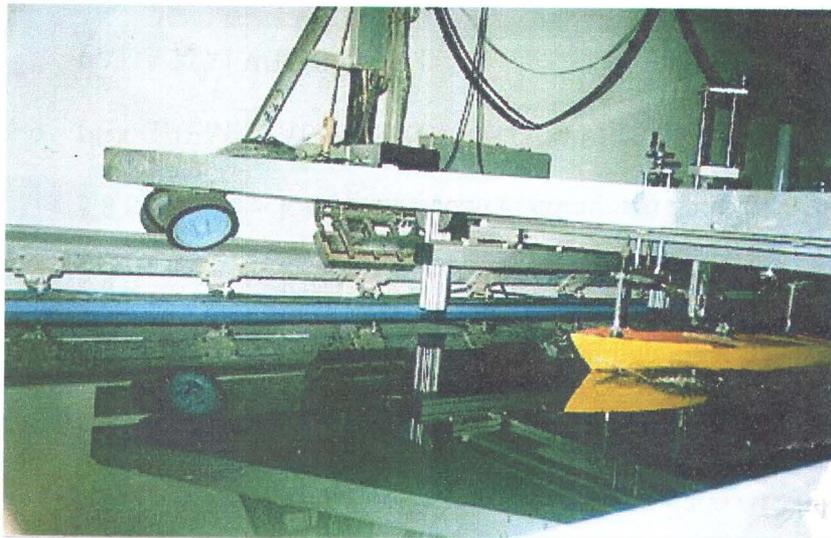


Model ditarik pada $F_n = 0,4$

Arah spray pada model yang dilengkapi spray strips



Model ditarik pada $F_n = 0,437$



Model ditarik pada $F_n = 0,464$