

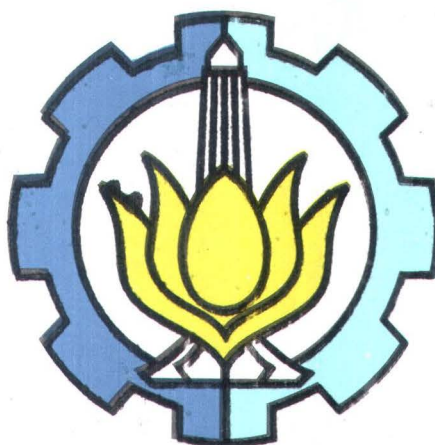
22869/H/05



TUGAS AKHIR
LS 1336

**STUDI PENYEMPURNAAN RANCANGAN
SCREW PROPELLER UNTUK
PENINGKATAN EFISIENSI KAPAL**

RSSP
623.873
Jad
5-1



Oleh :

EDI JADMIKO
NRP : 4297 100 006

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	5-4-2005
Terima dari	H
No. Agenda Prp.	221569

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**

**STUDI PENYEMPURNAAN RANCANGAN
SCREW PROPELLER UNTUK
PENINGKATAN EFISIENSI KAPAL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

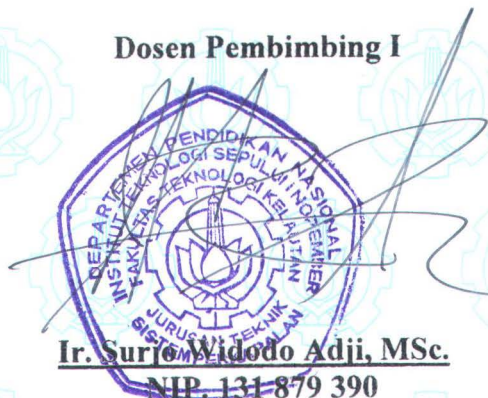
Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Ir. Bambang Supangkat
NIP. 130 355 298

Dosen Pembimbing I



Ir. Surjo Widodo Adji, MSc.
NIP. 131 879 390

KATA PENGANTAR

Sebenarnya terlalu menyederhanakan rasa sukur dengan menuliskan pada selembar kertas ini, betapapun pandainya saya melukiskan kegembiraan ini semuanya tidak akan pernah mampu mewakili kebahagiaan hati ini. Akan tetapi rasa sukur yang tertuliskan ini adalah hanyalah jendela bagi pembaca untuk mengintip kebahagiaan yang saya rasakan dalam hati ini. Betapa tidak, saya tertatih-tatih untuk menyelesaikan ini semua. Mulai cobaan materi, cobaan sakit, cobaan hati, cobaan organisasi, sampai cobaan pencarian jati diri-semuanya penuh warna, kaya warna dan saya puas dengan semuanya walaupun banyak waktu untuk semuanya. *Alhamdulillah*

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan penulisan tugas akhir ini, tetapi penulis menyadari bahwa tulisan ini jauh dari sempurna. Besar harapan penulis agar tulisan ini bermanfaat dan bisa memberikan sumbangan pemikiran bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Dengan penuh kesungguhan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibunda tercinta yang telah merawat dan membesarkan saya dengan sabar-semuanya engkau pertaruhkan untuk putramu ini. Walaupun semua kebaikan ini hamba berikan kepadamu kiranya tidaklah sepadan untuk membalasnya-apalagi hanya sebuah ungkapan terimakasih. Ayahanda, engkau pasti menyaksikannya. Cita-citamu semasa aku kecil masihku ingat (kau timang aku menjadi seorang insinyur). Kakakku Kun umi hartini, engkau begitu perkasa-pengganti ayahku yang telah tiada. Engkau tidak hanya seorang perempuan tapi juga seorang laki-laki. Atik Nur Widayanti, selain cantik engkau juga baik (wanita terbaik yang pernah

- kutemui), engkau juga perkasa seperti kakakku-yang akan melahirkan anak-anak kita nanti.
2. Bapak Ir. Soerjo Widodo Adji, M.Sc, tidak hanya sebagai ketua jurusan atau dosen pembimbing akan tetapi juga sebagai seorang bapak. Terimakasih atas motifasinya yang tiada henti, yang mampu membangkitkan semangat saya.
 3. Bapak Ir. Bambang Supangkat selaku dosen pembimbing yang dengan tlaten membimbing saya.
 4. Kakakku Nur supriadi dan Imam ma'ruf. Mas Alex, Ayu, Dui, Amat, Inung. Mbah Enok, pak Mukri, Lek menik, Deni, Kentrik, Tante Yah yang banyak membantu, om Yan, Bulik Mar, paklek dahlan dan keluarga.
 5. Pak Maulan sekeluarga yang sangat berjasa membantu Penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga Allah membalas dengan yang lebih baik atas jerih payah yang diberikan selama penyelesaian tugas akhir.
 6. Eko, Antok dan basuki, Rizal 99.
 7. (Ir Rofiq + Ibu dr. Hawin) , yang telah banyak membantu saya (rental, print yang tanpa batas) -semoga jadi pengusaha yang sukses.
 8. Pak Sardi yang sabar dan teman-teman B-10, lutfi, rudi, wahyu, Bagus, joko, izar, siswo, rijal, Paulus (bantuan gambarnya), Bocan (bantuan gambarnya), Nanuk, Iyul, rian, david, hendro, hendra, jeki, yudi, nuk,probo,jio, dan semuanya.
 9. Teman seperjuangan hijau hitam.
 10. Terimakasih malam.

Selalu mencari daerah perawan yang belum pernah terjamah tangan

Surabaya, Pebruari 2005

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRAK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Perumusan Masalah.....	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan Penulisan.....	I-2
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	I-2
1.6 Metode Tugas Akhir.....	I-3
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II DASAR TEORI.....	II-1
2.1 Sistem Propulsi.....	II-1
2.1.1 Gerak Kapal.....	II-1
2.1.2 Tahanan Kapal.....	II-2
2.1.3 Propulsor.....	II-5
2.1.4 Propeller.....	II-6
2.1.4.1 Desain Propeller.....	II-9
2.1.4.2 Karakteristik Beban Propeller.....	II-11
2.2 Hidrodinamika Propeller.....	II-15
2.2.1 Hidrofoil.....	II-15
2.3 Teori Elemen Daun Baling-Baling.....	II-17
2.4 Teori Momentum Baling-Baling.....	II-21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1 Metodologi Penelitian.....	III-1
3.2 Propeller dan Peralatan Percobaan.....	III-5
3.2.1 Pemilihan Propeller.....	III-5

3.2.2	Data Utama Kapal	III-5
3.2.3	Data Engine Kapal	III-6
3.2.4	Data Motor Laboratorium	III-6
3.3	Redesain Propeller	III-6
3.4	Pengujian Pada Kapal	III-6
3.4.1	Tahap Persiapan	III-7
3.4.2	Tahap Percobaan	III-7
3.4.3	Hasil Pengujian Pada Kapal	III-7
3.5	Pengujian Pada Laboratorium.....	III-8
3.5.1	Tahap Persiapan	III-8
3.5.2	Tahap Percobaan	III-8
3.5.3	Hasil Percobaan Laboratorium.....	III-8
BAB IV	REDESAIN PROPELLER.....	IV-1
4.1	Geometri Propeller.....	IV-1
4.1.1	Perhitungan Jarak blade ref. line ke leading edge dan trailing edge.....	IV-1
4.1.2	Perhitungan Projected Area dan Developed Area.....	IV-3
4.1.3	Perhitungan Pitch Propeller.....	IV-3
4.2	Geometri dan Dimensi Sirip Propeller	IV-4
4.2.1	Geometri dan Dimensi Sirip Propeller dilihat dari Bos Propeller	IV-5
4.2.2	Geometri dan Dimensi Sirip Propeller dilihat dari Depan Propeller.....	IV-12
4.3	Posisi Sirip Propeller	IV-24
4.3.1	Posisi Sirip Pada Daun Propeller X.1	IV-25
4.3.2	Posisi Sirip Pada Daun Propeller X.2	IV-28
4.3.3	Posisi Sirip Pada Daun Propeller X.3	IV-31
BAB V	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	V-1
5.1	Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Uji Coba Kapal.....	V-1
5.1.1	Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Screw prop dan Adji prop X.1	V-1
5.1.2	Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Screw prop dan Adji prop X.2	V-4

5.1.3	Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar	
	Screw prop dan Adji prop X.3	V-8
5.2	Perhitungan Daya yang Dihasilkan oleh	
	Screw Prop dan Adji Prop	V-11
5.2.1	Perhitungan daya yang dihasilkan oleh	
	Screw prop dan Adji prop X.1	V-11
5.2.2	Perhitungan daya yang dihasilkan oleh	
	Screw prop dan Adji prop X.2	V-13
5.2.3	Perhitungan daya yang dihasilkan oleh	
	Screw prop dan Adji prop X.3	V-15
5.3	Uji Coba Screw Prop dan Adji Prop	
	Pada Water Tunnel.....	V-16
5.3.1	Uji coba screw prop dan Adji prop X.1	
	pada water tunnel.....	V-16
5.3.2	Uji coba screw prop dan Adji prop X.2	
	pada water tunnel.....	V-18
5.3.3	Uji coba screw prop dan Adji prop X.3	
	pada water tunnel.....	V-21
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	VI-1
6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran	VI-2
DAFTAR PUSTAKA	xiii
LAMPIRAN	xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Foil pada daun propeller	II-15
Gambar 2.2 Gaya-gaya pada Hidrofil	II-16
Gambar 2.3 Diagram kecepatan ITTC untuk penampang daun jari-jari r	II-18
Gambar 2.4 Diagram kecepatan dan gaya untuk elemen daun baling-baling ..	II-19
Gambar 2.5 Kontraksi arus pacuan baling-baling, perubahan kecepatan dan Tekanan	II-23
Gambar 2.6 Diagram kecepatan untuk elemen daun baling-baling dalam Pengaruh kecepatan induksi	II-27
Gambar 3.1 Diagram metodologi penelitian	III-3
Gambar 3.2 Diagram metodologi percobaan	III-4
Gambar 4.1 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.1	IV-5
Gambar 4.2 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.1	IV-5
Gambar 4.3 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.2	IV-6
Gambar 4.4 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.2	IV-6
Gambar 4.5 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.3	IV-6
Gambar 4.6 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.3	IV-7
Gambar 4.7 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.1	IV-7
Gambar 4.8 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.1	IV-8
Gambar 4.9 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.2	IV-8
Gambar 4.10 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.2	IV-8
Gambar 4.11 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.3	IV-9
Gambar 4.12 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.3	IV-9
Gambar 4.13 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.1	IV-9
Gambar 4.14 Sirip bagian bawah Adji Prop X.3.1	IV-10
Gambar 4.15 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.2	IV-10
Gambar 4.16 Sirip bagian bawah Adji Prop X.3.2	IV-10
Gambar 4.17 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.3	IV-11
Gambar 4.18 Sirip bagian bawah Adji Prop X.3.3	IV-11

Gambar 4.19 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.1	IV-12
Gambar 4.20 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.1	IV-13
Gambar 4.21 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.2	IV-13
Gambar 4.22 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.2	IV-14
Gambar 4.23 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.3	IV-15
Gambar 4.24 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.3	IV-15
Gambar 4.25 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.1	IV-16
Gambar 4.26 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.1	IV-17
Gambar 4.27 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.2	IV-18
Gambar 4.28 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.2	IV-18
Gambar 4.29 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.3	IV-19
Gambar 4.30 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.3	IV-20
Gambar 4.31 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.1	IV-20
Gambar 4.32 Sirip bagian bawah Adji Prop X.3.1	IV-21
Gambar 4.33 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.2	IV-22
Gambar 4.34 Sirip bagian bawah Adji Prop X.3.2	IV-22
Gambar 4.35 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.3	IV-23
Gambar 4.36 Sirip bagian bawah Adji Prop X.3.3	IV-24
Gambar 4.37 Posisi sirip pada Adji propeller X.1.1	IV-25
Gambar 4.38 Posisi sirip pada Adji propeller X.1.2	IV-26
Gambar 4.39 Posisi sirip pada Adji propeller X.1.3	IV-27
Gambar 4.40 Posisi sirip pada Adji propeller X.2.1	IV-28
Gambar 4.41 Posisi sirip pada Adji propeller X.2.2	IV-29
Gambar 4.42 Posisi sirip pada Adji propeller X.2.3	IV-30
Gambar 4.43 Posisi sirip pada Adji propeller X.3.1	IV-31
Gambar 4.44 Posisi sirip pada Adji propeller X.3.2	IV-32
Gambar 4.45 Posisi sirip pada Adji propeller X.3.3	IV-33
Gambar 5.1 Grafik perbandingan hubungan np dan Vs antara screw prop dan Adji prop X.1	V-2
Gambar 5.2 Grafik perbandingan hubungan np dan FOC antara screw prop dan Adji prop X.1	V-4
Gambar 5.3 Grafik perbandingan hubungan np dan Vs	

antara screw prop dan Adji prop X.2	V-6
Gambar 5.4 Grafik perbandingan hubungan np dan FOC	
antara screw prop dan Adji prop X.2	V-7
Gambar 5.5 Grafik perbandingan hubungan np dan Vs	
antara screw prop dan Adji prop X.3	V-9
Gambar 5.6 Grafik perbandingan hubungan np dan FOC	
antara screw prop dan Adji prop X.3	V-10
Gambar 5.7 Grafik perbandingan hubungan PE dan Vs	
antara screw prop dan Adji prop X.1	V-13
Gambar 5.8 Grafik perbandingan hubungan PE dan Vs	
antara screw prop dan Adji prop X.2	V-14
Gambar 5.9 Grafik perbandingan hubungan PE dan Vs	
antara screw prop dan Adji prop X.3	V-16
Gambar 5.10 Grafik perbandingan hubungan daya motor (%) dan np	
antara screw prop dan Adji prop X.1	V-17
Gambar 5.11 Grafik perbandingan hubungan daya motor (%) dan Va	
antara screw prop dan Adji prop X.1	V-18
Gambar 5.12 Grafik perbandingan hubungan daya motor (%) dan np	
antara screw prop dan Adji prop X.2	V-20
Gambar 5.13 Grafik perbandingan hubungan daya motor (%) dan Va	
antara screw prop dan Adji prop X.2	V-21
Gambar 5.14 Grafik perbandingan hubungan daya motor (%) dan np	
antara screw prop dan Adji prop X.3	V-22
Gambar 5.15 Grafik perbandingan hubungan daya motor (%) dan Va	
antara screw prop dan Adji prop X.3	V-23



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Blade reference line ke leading edge propeller X.1	IV-1
Tabel 4.2 Blade reference line ke trailing edge propeller X.1	IV-1
Tabel 4.3 Blade reference line ke leading edge propeller X.2	IV-2
Tabel 4.4 Blade reference line ke trailing edge propeller X.2	IV-2
Tabel 4.5 Blade reference line ke leading edge propeller X.3	IV-2
Tabel 4.6 Blade reference line ke trailing edge propeller X.3	IV-3
Tabel 4.7 Dimensi sirip atas Adji Prop X.1.1	IV-12
Tabel 4.8 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.1.1	IV-13
Tabel 4.9 Dimensi sirip atas Adji Prop X.1.2	IV-14
Tabel 4.10 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.1.2	IV-14
Tabel 4.11 Dimensi sirip atas Adji Prop X.1.3	IV-15
Tabel 4.12 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.1.3	IV-16
Tabel 4.13 Dimensi sirip atas Adji Prop X.2.1	IV-16
Tabel 4.14 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.2.1	IV-17
Tabel 4.15 Dimensi sirip atas Adji Prop X.2.2	IV-18
Tabel 4.16 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.2.2	IV-19
Tabel 4.17 Dimensi sirip atas Adji Prop X.2.3	IV-19
Tabel 4.18 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.2.3	IV-20
Tabel 4.19 Dimensi sirip atas Adji Prop X.3.1	IV-21
Tabel 4.20 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.3.1	IV-21
Tabel 4.21 Dimensi sirip atas Adji Prop X.3.2	IV-22
Tabel 4.22 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.3.2	IV-23
Tabel 4.23 Dimensi sirip atas Adji Prop X.3.3	IV-23
Tabel 4.24 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.3.3	IV-24
Tabel 5.1 Data hasil uji coba screw prop dan Adji prop X.1 pada kapal	V-1
Tabel 5.2 Konsumsi bahan baker (ml/menit)	
screw prop dan Adji prop X.1	V-3
Tabel 5.3 Data hasil uji coba screw prop dan Adji prop X.2 pada kapal	V-5
Tabel 5.4 Konsumsi bahan baker (ml/menit)	
Screw prop dan Adji prop X.2	V-7

Tabel 5.5 Data hasil uji coba screw prop dan Adji prop X.3 pada kapal	V-8
Tabel 5.6 Konsumsi bahan bakar (ml/menit)	
Screw prop dan Adji prop X.3	V-10
Tabel 5.7 Data uji coba screw prop dan Adji prop X.1 pada water tunnel	V-16
Tabel 5.8 Data uji coba screw prop dan Adji prop X.2 pada water tunnel	V-19
Tabel 5.9 Data uji coba screw prop dan Adji prop X.3 pada water tunnel	V-22

ABSTRAK

Performance kapal, salah satunya ditentukan oleh kemampuan sistem propulsinya-terutama dalam hal pencapaian kecepatan dinas yang diinginkan. Adapun sistem propulsi kapal tersusun sebagai berikut ; main engine, sistem transmisi dan propulsor. Sedangkan saat ini propulsor yang sering digunakan adalah tipe screw propeller. Penambahan sirip pada screw propeller diharapkan akan meningkatkan thrust propeller sehingga performance kapal meningkat. Sirip tambahan diletakkan di bagian back propeller dengan tujuan ada tambahan thrust dari sirip itu, dan aliran dibagian back propeller akan lebih cepat sehingga tekanannya turun. Redesain dilakukan pada tiga tipe propeller yaitu; propeller tiga daun (kurus) berdiameter 24 cm (screw propeller X.1), propeller tiga daun (gemuk) berdiameter 22 cm (screw propeller X.2) dan propeller dua daun berdiameter 20 cm (screw propeller X.3). Dari masing-masing tipe dibuat tiga variasi redesign. Dari hasil uji coba, kecepatan kapal dengan menggunakan propeller hasil redesign (Adji propeller) menunjukkan kecenderungan naik dibandingkan dengan screw propeller. Kecepatan Adji propeller X.1 mampu mencapai kenaikan sebesar 13.95%, bahkan Adji propeller X.2 mampu mencapai kenaikan sebesar 36.17% dan Adji propeller X.3 sebesar 15.38%. Ditinjau dari power thrustnya, Adji propeller X.1 mampu mencapai kenaikan sebesar 46.80%, sedangkan Adji propeller X.2 mampu mencapai kenaikan sebesar 147.94% dan untuk Adji propeller X.3 mampu mencapai kenaikan sebesar 52.26%. Dari uji coba pada lab circulating tank, speed of advance relatif (\bar{V}_a) Adji propeller X.1 mengalami kenaikan sebesar 7.19%, sedangkan Adji propeller X.2 mengalami kenaikan sebesar 27.00% dan untuk Adji propeller X.3 mengalami kenaikan sebesar 1.3%.

Kata kunci : *Screw propeller, Adji propeller, Uji coba kapal, Kecepatan servis (V_s), Circulating tank, Speed of advance relatif (\bar{V}_a).*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. LATAR BELAKANG

Performance kapal salah satunya ditentukan oleh kemampuan sistem propulsinya, terutama dalam hal pencapaian kecepatan dinas (V_s) yang direncanakan. Adapun sistem propulsi kapal tersusun sebagai berikut ini : Main engine, Sistem transmisi dan Propulsor. Sedangkan saat ini propulsor yang sering digunakan adalah tipe *screw propeller*.

Secara umum, kapal sudah didesain dengan kecepatan tertentu dan sistem propulsinya yang sudah tertentu pula. Sehingga bila diinginkan perubahan kecepatan (relatif lebih tinggi), maka upaya yang dilakukan adalah *repowering*. Akan tetapi usaha ini secara ekonomis akan lebih mahal. Maka usaha yang bisa dilakukan adalah meningkatkan daya dorong propeler, sehingga performance kapal bisa ditingkatkan.

Penelitian untuk meningkatkan daya dorong propeller terus dilakukan dari tahun ketahun dengan meningkatkan efisiensi propeller. Efisiensi propeller ini meningkat apabila daya yang disalurkan propeller meningkat. Untuk meningkatkan efisiensi propeller kita bisa memvariasikan dimensi karakteristik propeller, misalnya jumlah daun propeller Z , rasio luas daun A_d/A_o , rasio langkah ulir P/D , garis bentuk daun, dan tebal daun. Dalam penelitian tugas akhir ini penulis ingin meredesain propeller yang sudah ada dengan tambahan sirip pada daun propeller bagian muka. Dengan desain yang baru itu diharapkan akan menaikkan daya dorong propeller



sehingga mendekati daya torsi yang diterima propeller. Dengan kata lain efisiensi propeller mendekati angka satu.

I.2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan di atas, maka yang menjadi permasalahan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana meredesain propeller yang sudah ada dengan jumlah daun dan diameter yang tetap untuk meningkatkan daya dorong propeller dengan menambahkan sirip pada bagian belakang daun propeler
2. Memproduksi propeller hasil redesain

I.3. BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah yang diambil dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. tidak memperhitungkan kekuatan propeller hasil produksi
2. uji coba dilakukan langsung pada kapal

I.4. TUJUAN PENULISAN

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tujuan yang akan dicapai :

1. Memperbaiki performance screw propeller

I.5. MANFAAT TUGAS AKHIR



Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan kecepatan kapal tanpa dilakukannya repowering

1.6. METODE TUGAS AKHIR

Secara umum metode yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Teori yang dipergunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada diperoleh dari studi literatur. Yang termasuk didalamnya teori tentang hidrodinamika, mekanika fluida dan propulsi.

2. Metode Eksperimen

Metode eksperimen menggunakan uji coba langsung pada kapal. Setelah propeler hasil redesain selesai diproduksi, maka ujicoba dilakukan langsung pada kapal untuk mengetahui kecepatan dan pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar yang nantinya akan dibandingkan dengan propeler sebelum diredesain. Eksperimen yang dilakukan di laboratorium untuk mengetahui kavitasi propeler.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pengelas dijalan semarang untuk mengetahui kekuatan propeler hasil redesain apabila di uji coba dilapangan.



4. Analisa Hasil

Analisa dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi kenaikan kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan propeler hasil redesain yang dilakukan pada uji coba langsung pada kapal. Analisa secara matematis juga dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan performance propeler.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari :

Lembaran judul

Lembaran Pengesahan

Abstrak

Kata Pengantar

Daftar isi

Daftar Lampiran

BAB I PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang.
- 1.2. Perumusan Masalah.
- 1.3. Batasan Masalah.
- 1.4. Tujuan Penulisan.
- 1.5. Manfaat Tugas Akhir.
- 1.6. Metode Tugas akhir
- 1.7. Sistematika Penulisan.



BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini membahas teori-teori tentang sistem propulsi, Hidrodinamika propeller, teori blade element serta teori atau pengetahuan lain yang mendukung untuk analisa penyelesaian permasalahan dan menunjang penulisan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dibahas mengenai langkah-langkah pengerjaan tugas akhir yang akan dikerjakan dan dianalisa, mencakup desain, cara pengujian langsung dan dilaboratorium. Data-data yang diperoleh akan dianalisa berdasarkan metode yang ditentukan.

BAB IV REDESAIN SCREW PROPELER

Dari propeller yang ada kita desain ulang untuk mendapatkan karakteristik yang lebih baik. Dalam bab ini akan dibahas bagaimana meletakkan sirip-sirip tambahan itu akan diletakkan, sehingga akan menghasilkan gaya dorong yang lebih besar di banding screw propeller konvensional.

BAB V ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisa hasil percobaan langsung pada kapal untuk mengetahui kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar,



sedangkan uji coba pada laboratorium untuk mengetahui karakteristik antara propeler standart dan propeler hasil redesain secara visual. Sedangkan untuk mengetahui V_a digunakan current meter.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

DASAR TEORI

2.1 SITEM PROPULSI

2.1.1 Gerak Kapal

Kapal yang bergerak dengan kecepatan tertentu di dalam suatu media, akan mengalami gaya hambat (tahanan kapal) dari media tersebut (air), yang mana gaya hambat tersebut harus diatasi oleh gaya dorong (thrust) yang dihasilkan dari sistem penggerak.

Sistem propulsi merupakan sistem yang sangat berpengaruh dalam olah gerak kapal, dimana komponen dalam sistem ini meliputi : propulsor (alat gerak), mesin penggerak dan badan kapal (lambung) yang harus dirancang seefisien mungkin agar daya yang diperlukan untuk gerak kapal dapat dioptimalkan.¹

Kapal dapat bergerak karena adanya gaya dorong yang dihasilkan oleh propeller. Gerakan propeller sendiri didapatkan dari motor penggerak yang dihubungkan dengan poros. Penggunaan mesin yang kemudian disebut sebagai motor penggerak utama dari kapal tergantung dari:

- ✓ Besar beban yang ditanggung oleh kapal seperti: berat muatan, berat permesinan, dan tahanan yang menghambat olah gerak kapal.

¹ *Harvald Sv. Aa, Resistance And Propulsion of Ships 1983*



- ✓ Kebutuhan dari kapal itu sendiri. Hal ini meliputi: daya yang dibutuhkan, kecepatan operasi, lama operasi, rute yang akan dilalui, dan hal-hal lain yang diinginkan oleh pemilik kapal.
- ✓ Dari segi ekonomi biasanya dipilih jenis mesin penggerak dengan biaya operasional yang rendah.
- ✓ Dari segi maintenance dipilih mesin yang mudah dan murah dalam perawatannya.²

2.1.2 Tahanan Kapal

Tahanan (*resistance*) kapal adalah gaya fluida yang melawan gerak kapal. Tahanan tersebut sama dengan komponen fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. *Resistance* merupakan istilah yang disukai dalam hidrodinamika kapal, sedangkan istilah *drag* umumnya dipakai dalam aerodinamika dan untuk benda benam. Tahanan kapal total diberi notasi R_t , dapat diuraikan menjadi sejumlah komponen berbeda yang diakibatkan oleh berbagai macam penyebab dan saling berinteraksi dalam cara yang benar-benar rumit. Agar dapat menangani tahanan secara praktis maka tahanan total harus ditinjau secara praktis pula; untuk ini, tahanan total dapat dipandang sebagai sesuatu yang terdiri dari komponen yang dapat saling dikombinasikan dengan memakai berbagai cara yang sudah ada antara lain dengan Metode Holtrop.

² Adji, SW. (2001), "Materi Kuliah Tahanan Kapal"



Metode Holtrop³ banyak digunakan untuk memprediksi tahanan, kapal tipe displacement satu lambung dengan batasan bilangan Froude (F_n) maksimum 1,00. formulasi tersebut didasarkan pada suatu analisa regresi dari 334 model test data pada NSMB (Netherland Ship Model Basin). Adapun bentuk persamaannya :

$$R_T = R_F (1+k) + R_w + R_{AP} + R_A \dots \dots \dots (2.1)$$

Di mana :

R_T : tahanan total,

R_F : tahanan gesek,

R_w : tahanan gelombang,

R_{AP} : tahanan pola gelombang,

R_A : correlation allowance

Thrust adalah gaya yang sama dengan momentum air . Thrust biasanya dibangun oleh propeller. Propeler yang melalui air pada advance speed V_a , hal itu menghasilkan suatu gaya dorong thrust (T) dan thrust power adalah:

$$P_t = T \times V_a$$

Dimana :

P_t : Power thrust yang dibentuk propeller

T : propeller thrust

V_a : speed of advance

³ Holtrop, 1988, and Holtrop and Mennen, 1978



Air disekitar bagian belakang kapal yang dihasilkan oleh suatu gerakan maju pada arah yang sama dengan kapal. Gerakan air ke depan itu disebut 'wake'. Perbedaan antara kecepatan kapal dan speed of advance dapat disebut sebagai 'wake speed'. Taylor telah memperkenalkan hubungan 'wake friction' dengan menampilkan rumus sebagai berikut;

$$w = 0.283 + \{(0.314 - 0.283) / (0.75 - 0.7)\} \times (C_b - 0.7)$$

$$V_a = V_s (1 - w)$$

Hubungan antara thrust T dan resistance R dapat ditulis sebagai berikut;

$$R = T(1 - t)$$

(1-t) disebut sebagai thrust deduction factor, yang arahnya mengacu pada perbedaan tekanan di depan dan belakang dari kapal. Nilai dari thrust deduction fraction t diambil dari percobaan, selanjutnya pendekatan formula ditentukan untuk kebutuhan perhitungan praktis, dimana;

$$t = t_1 + t_2$$

dimana,

$$t_1 = d + e / [f(0.98 - C_B)^3 + 1]$$

$$t_2 = 2(D/L - 0.04)$$

$$d = 0.625 B/L + 0.08$$

$$e = 0.165 - 0.25 B/L$$

$$f = 825 - 8060 B/L + 20300 (B/L)^2$$

C_B = Block coefficient

B = Breadth



L= Length between perpendicular

D= Sarat air

Efisiensi propulsi didefinisikan sebagai ratio antara power efektif (PE) dan power deliver (PD),

$$\eta_p = \frac{\text{power efektif}}{\text{power deliver}}$$

Efisiensi propulsi menghasilkan efisiensi lambung, efisiensi open water, dan efisiensi relative rotative.



2.1.3 Propulsor

Propulsor adalah alat yang digunakan untuk meggerakkan kapal. Sejak maraknya penggunaan alat transportasi laut perkembangan sistem penggerak yang ada di kapal meningkat pesat. Sistem penggerak kapal berkembang mulai dari non mechanical proulsor sampai pada tipe penggerak yang menggunakan teknologi tinggi, seperti waterjet, reactor nuklir, gas turbine dan banyak macam penggerak yang lainnya. Jika digunakan propulsor yang baik belum tentu dapat menghasilkan pergerakan yang sempurna jika kita tidak dipertimbangkan kesesuaian antara mesin dengan propeller yang digunakan. Screw propeller merupakan jenis penggerak yang banyak digunakan pada kapal mengingat keunggulan yang dimiliki yaitu :⁴

- a) Tidak terpengaruh terhadap perubahan service draft.
- b) Tidak menambah lebar keseluruhan kapal.

⁴ Adji, SW. (2001), " Materi Kuliah Tahanan Kapal "



- c) Lebih kecil dimensinya.
- d) Lebih ringan.
- e) Dapat menggunakan engine dengan putaran tinggi.

2.1.4 Propeller

Screw propeller adalah perlengkapan marine propulsion yang kebanyakan dipakai: pada umumnya juga paling efisien. Propeller terdiri dari dua bagian utama, yaitu blades atau daun balin-baling dan hub atau boss. Blades dapat digabungkan dengan hub membentuk suatu diameter tertentu. Propeller umumnya diletakkan pada kedudukan yang serendah mungkin dibagian belakang kapal. Menurut peraturan untuk single screw ship adalah diameter propeller harus lebih kecil dari dua per tiga sarat belakang kapal (buritan).

$$D_{\max} < \frac{2}{3} T_A$$

Permukaan daun baling-baling yang menghadap ke belakang disebut sisi muka, atau sisi tekanan tinggi, sedangkan sisi sebaliknya disebut punggung, atau sisi belakang, atau sisi tekanan rendah. Bentuk sisi tekanan tinggi yang paling sederhana adalah permukaan berbentuk spiral (helicoidal surface). Permukaan ini dapat didefinisikan sebagai permukaan yang dibentuk oleh sebuah garis lurus, disebut generatriks atau garis generator (generatrix atau generator line), yang berkisar mengelilingi suatu sumbu yang melalui salah satu ujungnya dan sekaligus bergerak



ke sepanjang sumbu tersebut. Jarak aksial yang ditempuh oleh blade pada tiap putaran disebut pitch (P). Jika langkah ulir tersebut tetap maka berarti bahwa pitch untuk semua jari-jari dalam propeller demikian itu sama. Jika garis generatornya berupa garis lurus maka distribusi langkah ulirnya akan merupakan distribusi yang linier. Jika garis generatornya berupa kurva maka propeller yang memiliki garis generator demikian itu akan mempunyai distribusi langkah ulir yang tidak linier.

Sisi tekanan rendah atau punggung propeller demikian itu disebabkan bentuk penampang daun yang tidak benar-benar merupakan penampang berbentuk spiral. Jika suatu daun propeller dipotong dengan sejumlah silinder yang mempunyai titik pusat yang sama (konsentris) dan mempunyai sumbu yang sama dengan sumbu propeller tersebut tersebut maka akan didapat sejumlah penampang (elemen) daun tersebut. Semua penampang tersebut mempunyai bentuk yang mirip dengan penampang sayap (wing section); di sini pihak perencanalah yang harus menentukan bentuk terbaik yang memungkinkan. Kontur disekeliling semua penampang daun itu menyatakan luas bentangan (expanded area) daun propeller tersebut. Luas bentangan merupakan harga pendekatan untuk luas permukaan propeller; dengan demikian didefinisikan sama dengan luas yang dilingkupi oleh garis bentuk (outline) sebuah daun propeller kali jumlah daun propeller. Garis bentuk sebuah daun propeller digambar dengan jalan meletakkan, pada setiap jari-jari r , panjang chord (panjang penampang daun) pada garis lurus. Tempat kedudukan titik ujung semua garis chord yang digambarkan tadi akan memberikan garis bentuk daun tersebut. Luas proyeksi (projected area) adalah luas yang dilingkupi oleh garis bentuk seluruh daun propeller



di luar hub yang diproyeksikan sebuah bidang yang tegak lurus sumbu poros. Garis bentuk tersebut didapatkan dengan cara menggambar untuk setiap jari-jari, titik ekstrem penampang yang telah ditentukan dalam pandangan ke arah sumbu poros. Tempat kedudukan titik ujung dari semua garis chord yang digambarkan dengan cara tersebut merupakan garis bentuk yang diperlukan. Berikut ini akan diberikan definisi untuk luas diskus (disk area) A_0 dan luas bentangan A_D .

Luas diskus adalah luas lingkaran yang dibentuk oleh kisaran ujung daun (blade tip) propeller bergaris tengah D :

$$A_0 = \pi D^2/4$$

Luas bentang A_D adalah luas permukaan propeller. Luas ini lebih kurang sama dengan luas yang dilingkup oleh garis bentuk sebuah daun kali jumlah daun. Garis bentuk daun propeller didapatkan dengan jalan menggambar, untuk setiap jari-jari r , panjang chord sepanjang busur lingkaran yang mempunyai jari-jari r_1 yang sama dengan jari-jari kurvatur spiral langkah ulir (pitch helix), dan dinyatakan sebagai

$$r_1 = \frac{r}{\cos^2 \phi}$$

ϕ sudut langkah ulir pada jari-jari itu. Garis spiral (helical line) pada selinder tersebut diganti dengan elips dan r_1 adalah jari-jari kurvatur baik untuk elips maupun spiral.

Kecondongan (rake) adalah jarak pergeseran / perpindahan dari bidang propeller ke garis generator menurut arah ke sepanjang sumbu poros. Kecondongan kebelakang merupakan kecondongan yang positif. Kecondongan pada ujung daun



atau sudut cocong umumnya dipakai sebagai ukuran kecondongan. Penyerongan (skew) atau skew-backadalah perpindahan sustu penampang daun di sepanjang spiral langkah ulir diukur dari garis generator ke titik acuan penampang tersebut. Penyerongan positif adalah penyerongan yang berlawanan dengan arah gerakan maju penampang daun yang bersangkutan

2.1.4.1 Desain Propeler

Prosedur perancangan propeller dilakukan dengan menggunakan bantuan data yang diturunkan dari pengujian-pengujian model propeller series (standard series data open water test). Hal ini dimaksudkan agar didapat nilai diameter dan pitch yang optimal,

Adapun prosedurnya adalah sebagai berikut :

- a) Menghitung besarnya Power Coefficient (Bp), yaitu:

$$Bp = \frac{NPd^{\frac{1}{2}}}{Va^{\frac{5}{2}}} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana masing-masing parameter desain sudah diketahui.

- b) Plot nilai Power Coefficient tersebut ke dalam grid Bp-δ diagram
- c) Interseksikan (potongkan) dengan Maksimum Efficiency Line.



- d) Membaca nilai ordinat dari rasio pitch-diameter dalam kondisi openwater

$$\left(\frac{P}{D}\right)_0$$
; dan advance coefficient (δ_0) curve dengan menginterpolasikan

kurva-kurva di antaranya.

- e) Menghitung D_o dengan formula :

$$D_o = \frac{(\delta_o * Va)}{N} \dots\dots\dots(2.3)$$

dan apabila nilai tersebut dikalikan dengan nilai ordinat Pitch-Diameter

Propeller Ratio $\left(\frac{P}{D}\right)_0$, maka besarnya Pitch propeller dalam kondisi open

water tersebut dapat diketahui.

- f) Untuk mendapatkan Diameter Propeller di belakang kapal (behind the ship), yang mana ukurannya adalah lebih kecil dari Diameter Propeller pada kondisi open water. Glover (1992) mengekspresikan hubungan tersebut dengan pendekatan, sebagai berikut :

$$D_B = 0.95 * D_o \quad (\text{Single Screw}) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$D_B = 0.97 * D_o \quad (\text{Twin Screw}) \dots\dots\dots(2.5)$$

- g) Selanjutnya besarnya pitch perlu dihitung ulang , sebagai berikut :

$$\delta_B = \frac{(D_B * N)}{Va} \dots\dots\dots(2.6)$$



kemudian dengan tidak merubah harga B_p , maka pitch-Diameter Ratio Propeller $\left(\frac{P}{D}\right)_B$ untuk di belakang kapal dapat diketahui. Optimum pitch propeller untuk di belakang kapal juga dapat langsung dihitung.⁵

2.1.4.2 Karakteristik Beban Propeler

Karakteristik beban propeller dapat ditampilkan dengan grafik oleh beberapa koefisien dalam bentuk ukuran. Diagram memberikan torque dan thrust sebagai fungsi kecepatan. Karakteristik propeller terdiri dari koefisien thrust (K_T), koefisien torque (K_Q), dan koefisien maju (J).

$$K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$$

$$K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^5}$$

$$J = \frac{Va}{nD}$$

Dimana,

- ρ = density air
- D = diameter propeller
- n = putaran propeller
- Va = advance speed

⁵ Adji, SW. (1999), "Comp Assisted Learning on Ship Propulsion"



- T = thrust propeller
- Q = torque propeller

Efisiensi open water dari propeller diberikan sebagai berikut

$$\eta_o = \frac{TVa}{2\pi nQ}$$

$$\eta_o = \frac{JK_T}{2\pi K_Q}$$

Setelah menyeleksi propeller, diagram open water dapat digunakan untuk menerjemahkan karakteristik tahanan kapal ke dalam karakteristik beban propeller. Oleh karena itu untuk sebuah perkiraan kurva tahanan dapat dikonversi sebagai berikut;

Tahanan kapal ditentukan sebagai

$$R = \alpha V^2$$

Atau,
$$R = \frac{1}{2} C_f \rho S V_s^2$$

Jika kita mengenal $K = \frac{1}{2} C_f \rho S$, selanjutnya kita dapat tulis;

$$R = K V_s^2$$

- $R = T(1-t)$
- $V_a = V_s(1-w)$



Dimana,

- T = thrust deduction factor
- W = wake factor, sehingga

$$T(1-t) = K \left(\frac{Va}{1-w} \right)^2$$

Sekarang kita dapat tulis

$$T = \frac{KVa^2}{(1-t)(1-w)^2}$$

Dari karakteristik propeller : Thrust propeller adalah :

$$T = K_T \rho n^2 D^4$$

Dimana :

- ρ = density
- K_T = Koefisien thrust
- n = putaran propeller
- D = diameter propeller

Substitusi dari T menghasilkan;

$$K_T \rho n^2 D^4 = \frac{KVa^2}{(1-t)(1-w)^2}$$

$$K_T = \frac{KVa^2}{(1-t)(1-w)^2 \rho D^2} \left(\frac{Va}{nD} \right)^2$$



Jika advance koeffisient $J = \frac{Va}{nD}$

Karena itu menjadi

$$K_T = \frac{KV a^2}{(1-t)(1-w)^2 \rho D^2} J^2$$

Yang mana D , t , dan w adalah konstans, kita dapat menulis

$$K_T = \text{Constant } J^2$$

Sekarang tahanan kapal dapat ditampilkan sebagai hubungan K_T dan J . Ketika hubungan itu digambarkan pada diagram open water, hubungannya dengan kurva K_T akan memberikan titik operasional dari advance coefficient propeller (J). Kita dapat menentukan koefisien torque dan efisiensi open water.

Untuk kurva tahanan, propeller akan mempunyai satu titik operasi, kebebasan kecepatan kapal. Artinya :

- J , K_T , dan K_Q tetap konstan
- Torque propeller Q , dan torque yang disalurkan oleh permesinan Q_D akan merupakan fungsi perkalaian putaran propeller n .

$$Q = K_Q \rho n^2 D^5$$

Dengan K_Q , ρ , dan D konstan, sehingga;

$$Q = K n^2$$

Power delivered P_D merupakan fungsi pangkat tiga dari kecepatan propeller;

$$P = Q \cdot n$$



$$P = K \cdot n^3$$

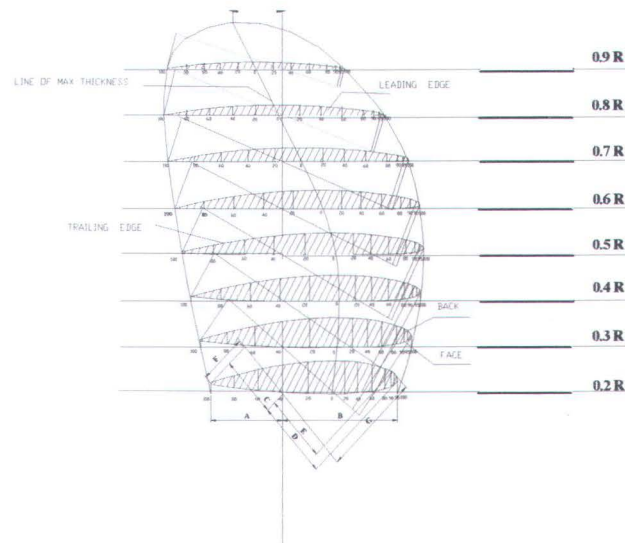
Dimana $K = K_Q \rho n^2 D^5$

Advance speed V_a dan kecepatan propeller n akan mempunyai hubungan yang linier selama $J = \text{konstan}$.

2.2 HIDRODYNAMIKA PROPELER

2.2.1 Hidrofoil

Propeller dibangun dari bentuk komponen dasar yang dinamakan hidrofoil. Hidrofoil merupakan sebuah bentuk hidrodinamis untuk menghasilkan lift yang lebih besar dibandingkan dengan drag-nya. ⁽⁶⁾ Pada hidrofoil yang bergerak pada fluida pada kecepatan tertentu terjadi fenomena hidrodinamika.

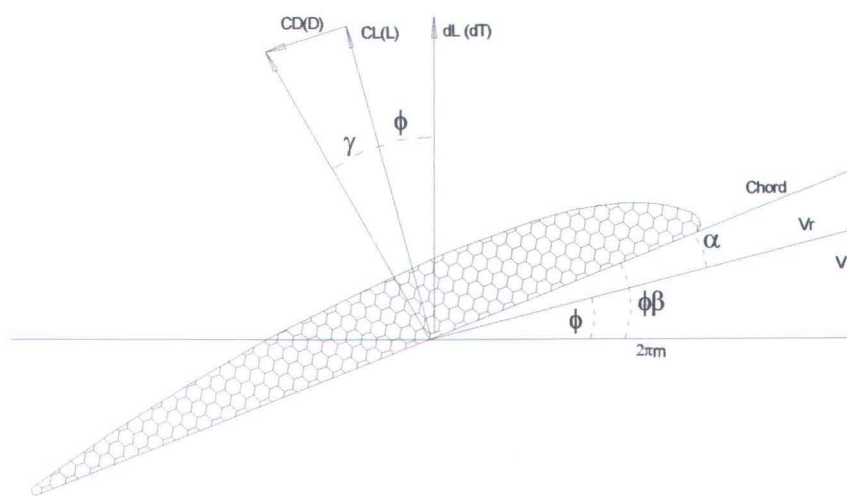


Gambar 2.1 Foil pada daun propeller

⁶ Stinton, Darol (1983), "The Design Of Aeroplane"



Fenomena tersebut adalah perbedaan kecepatan antara fluida yang bergerak melalui bagian atas dan bawah hidrofoil. Fluida yang melalui bagian atas airfoil melaju lebih cepat daripada fluida yang melewati bagian bawah. Tekanan fluida yang terjadi pada bagian atas hidrofoil lebih rendah dibandingkan tekanan fluida di bagian bawah. Sehingga terjadi gaya angkat (lift).



Gambar 2.2 Gaya-gaya pada Hidrofoil

Selain terjadi gaya angkat dihasilkan pula gaya hambatan. Gaya hambat dihasilkan karena hidrofoil bergerak pada kecepatan tertentu di dalam fluida. Fluida memiliki kerapatan tertentu, sehingga hidrofoil dihambat oleh kerapatan fluida yang dilalui. Gaya-gaya yang dialami hidrofoil dapat dilihat pada gambar 2.2.⁽⁷⁾

⁷ Weik, Fred (1926), "Propeller Design Practical Application Of Blade Element Theory"



Banyak eksperimen telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik-karakteristik dari berbagai tipe hidrofoil. Dari eksperimen itu dihasilkan beberapa koefisien serta hubungan-hubungan koefisien tersebut dengan bentuk hidrofoil, sudut serang (*angle of attack*), dan faktor-faktor lainnya. Koefisien-koefisien yang umum digunakan untuk menentukan karakteristik hidrofoil tersebut adalah koefisien lift (C_L) dan koefisien drag (C_D). Secara matematis koefisien-koefisien tersebut dinyatakan sebagai :⁽⁸⁾

$$C_L = \frac{2L}{\rho V^2 S} \quad \text{dan} \quad C_D = \frac{2D}{\rho V^2 S} \quad (2.7)$$

Untuk setiap bentuk hidrofoil terdapat posisi sudut serang dimana daya angkat dan koefisien angkat memiliki nilai nol. Arah vektor kecepatan pada saat tersebut dinamakan arah dengan daya angkat nol (*zero lift direction*), atau arah dari sumbu pertama profil (*direction of the first axis of the profile*). Bila sudut serang diukur dari *chord*, sudut α_0 akan bernilai negatif untuk profil tersebut.⁽⁹⁾

2.3. TEORI ELEMEN DAUN BALING-BALING

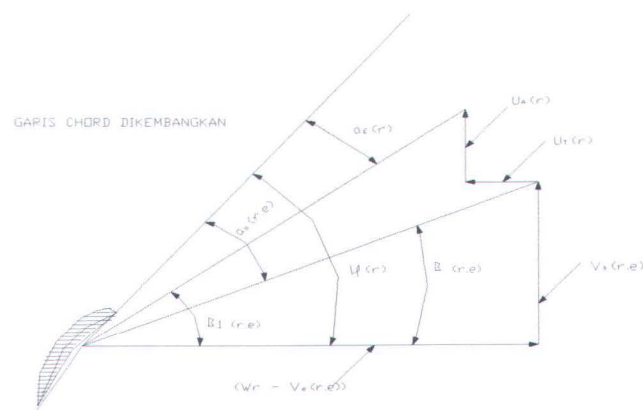
Daun baling-baling dipandang tersusun dari sejumlah strip bundar dari tepi depan hingga tepi ikut daun. Masing-masing elemen daun dianggap berfungsi seolah-olah ebagai bagian dari hidrofoil. Dengan demikian maka kecepatan fluida relatif terhadap masing-masing elemen daun adalah resultan dari kecepatan aksial dan

⁸ Mises Richard Von, (1959), "Theory Of Flight"

⁹ Stinton, Darol (1983), "The Design Of Aeroplane"



kecepatan sudut, sebagaimana ditunjukkan dalam diagram kecepatan di gambar 2.3. disini masing-masing kecepatan induksi pada daun baling-baling dinyatakan sebagai $U_A(r)$ dan $U_T(r)$. r adalah jari-jari baling-baling sampai pada penampang daun yang bersangkutan. Pengaruh kecepatan induksi radial U_R diabaikan. Masing-masing kecepatan induksi tidak termasuk perubahan kecepatan didalam medan arus ikut akibat interaksi baling-baling badan kapal. θ merupakan posisi sudut penampang daun. $V_x(r, \theta)$ adalah kecepatan maju setempat. $V_\theta(r, \theta)$ adalah kecepatan singgung relative setempat didalam medan arus ikut. α_E sudut pukul atau insiden, misalnya sudut pukul relative terhadap garis chord termasuk kecepatan induksi. α_G sudut insiden geometris. β sudut maju penampang daun baling-baling. β_1 sudut langkah ulir hidrodinamis terhadap penampang daun baling-baling. ωr kecepatan putar, ω adalah kecepatan sudut.



Gamabr 2.3 Diagram kecepatan ITTC untuk penampang daun pada jari-jari r



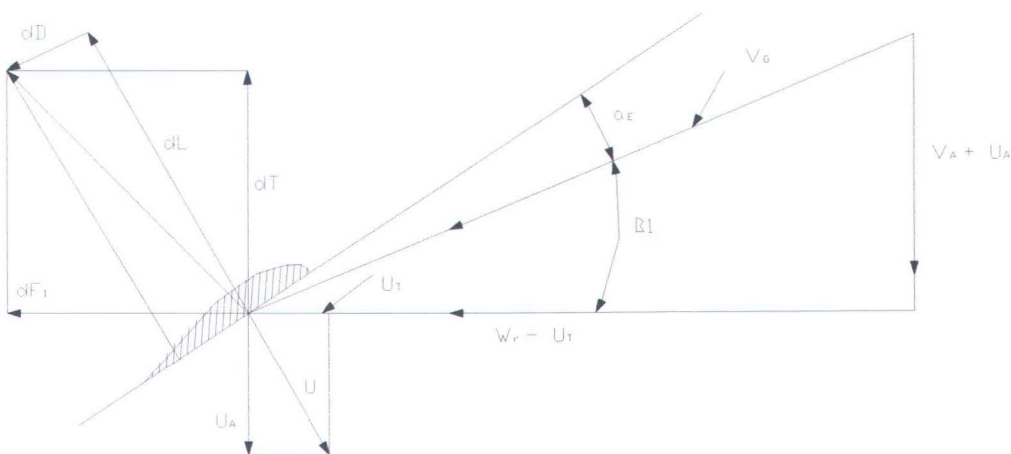
Gaya hidrodinamika pada masing-masing elemen daun adalah gaya angkat dL dan gaya drag dD . Gaya angkat bekerja tegak lurus arah kecepatan resultan, dan gaya drag bekerja disepanjang garis kecepatan resultan melawan gerakan elemen daun (lihat gambar 2.4). gaya elemen daun tersebut diuraikan dalam arah aksial dan tangensial, memberikan gaya dorong elemen daun dT dan gaya singgung (tangensial) elemen daun dF_T . Dengan demikian maka torsi elemen daun tersebut adalah

$$dQ = rdF_T \quad (2.8)$$

Efisiensi penampang daun dapat didefinisikan sebagai

$$d\eta_r = \frac{dT V_A(r)}{2\pi n dQ(r)} \quad (2.9)$$

$V_A(r)$ kecepatan translasional rata-rata penampang daun pada jari-jari r relative terhadap air ditempat elemen tersebut bergerak maju, dan n adalah laju kisanan.



Gambar 2.4 Diagram kecepatan dan gaya untuk elemen daun baling-baling



Untuk mendapatkan seluruh gaya dorong T dan torsi Q baling-baling maka harga gaya dorong dan torsi semua elemen daun harus diintegrasikan :

$$\begin{aligned} T &= Z \int_{rH}^R dT dr \\ &= Z \int_{rH}^R (dL \cos \beta_1 - dD \sin \beta_1) dr \end{aligned} \quad (2.10)$$

dan

$$\begin{aligned} Q &= Z \int_{rH}^R dQ dr \\ &= Z \int_{rH}^R (dL \sin \beta_1 + dD \cos \beta_1) r dr \end{aligned} \quad (2.11)$$

Z adalah banyaknya daun baling-baling, R jari-jari baling-baling dan rH adalah jari-jari hub. dL dan dD dapat dicari dengan jalan mencobakan pada bentuk elemen lainnya pada sudut insiden β_1 penampang yang ditinjau.

Dengan menyelesaikan integral kedua fungsi tersebut diatas maka efisiensi keseluruhan baling-baling menjadi

$$\eta = \frac{TV_A}{2\pi nQ} \quad (2.12)$$

V_A adalah kecepatan maju dan n adalah laju kisaran. $V_A(R)$ dan $U_T(r)$ dapat dicari dengan jalan menyamakan gaya dorong dengan momentum didalam arus pacuan, dan menyamakan torsi dengan perubahan momentum radial, seperti cara yang dipakai dalam teori momentum. Selanjutnya, setengah dari keseluruhan kenaikan kecepatan, baik aksial maupun rotasional, dianggap telah terjadi sebelum mencapai discus baling-baling. Selain itu, kerugian pada ujung daun akibat pusaran ujung dan kerugian akibat interferensi antara satu daun dengan daun berikutnya diabaikan.



Interferensi yang paling serius adalah interferensi didekat bos, dan umumnya disebut sebagai pengaruh air terjun (Cascade effect).¹⁰

2.4. TEORI MOMENTUM BALING-BALING

Teori ini dibuat berdasarkan anggapan sebagai berikut¹¹

- a. Baling-baling memberikan percepatan yang seragam kepada semua fluida yang lewat melalui discus baling-baling tersebut. Pertanyaan mengenai itu sendiri harus diabaikan (barangkali baling-baling tersebut mempunyai daun dalam jumlah yang tak terhingga). Gaya dorong yang ditimbulkan akan disalurkan merata pada seluruh permukaan discus baling-baling tersebut.
- b. Alirannya adalah aliran tanpa gesekan. Jadi tidak akan timbul energi termis.
- c. Aliran masuk, air yang menuju ke baling-baling tidak terbatas
- d. Daerah fluida yang menerima aksi baling-baling berupa kolom bulat. Garis pusat kolom ini dianggap horizontal. Arus pacuan baling-baling (kadang-kadang juga dianggap sebagai arus slip) adalah kolom air itu yang dipercepat dan turbulen, merupakan aliran keluar (out flow) dari baling-baling tersebut. Dalam teori momentum yang sederhana hanya gerakan

¹⁰ SV.Aa. Harvald, "Tahan dan propulsi kapal"

¹¹ Ibid 10



aksial saja yang diperhitungkan. Dalam teori momentum yang dikembangkan gerakan sudut juga diperhitungkan.

Dalam teori momentum sederhana gerakan fluida dipandang sebagai gerakan relative terhadap discus baling-baling, dan kecepatan maju baling-baling V_A dinyatakan dengan kecepatan aksial fluida yang berada jauh di depan baling-baling. Baling-baling memberikan kenaikan tekanan kepada air yang mengalir melalui discus

$$\Delta P = P_1' - P_1 \quad (2.13)$$

baling-baling tersebut. P_1' adalah tekanan pada sisi muka daun dan P_1 adalah tekanan pada sisi punggung daun baling-baling tersebut. Dengan demikian maka gaya yang ditimbulkan oleh baling-baling pada fluida atau gaya reaksi (gaya dorong baling-baling T) adalah

$$T = \Delta P \cdot A_o \quad (2.14)$$

Menurut hukum momentum maka gaya ini sama dengan perubahan momentum

$$T = m \cdot 2U_A \quad (2.15)$$

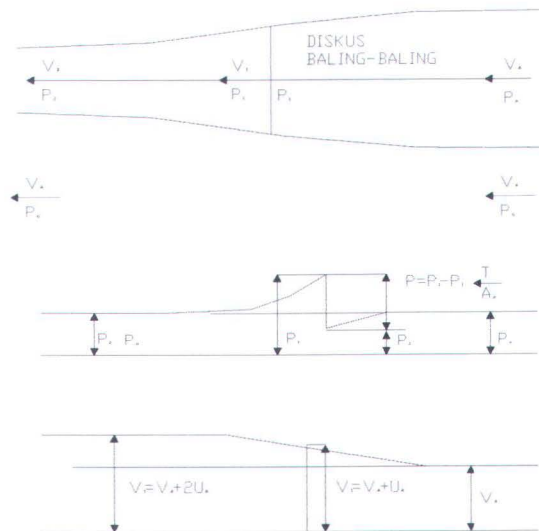
m = massa air yang melalui discus baling-baling tiap satua waktu

$2U_A$ = perubahan kecepatan aksial yang diberikan

U_A = kecepatan induksi aksial, yaitu perubahan komponen kecepatan dalam arah yang sejajar poros karena adanya baling-baling, tetapi tidak termasuk perubahan medan arus ikut akibat interaksi baling-



baling badan kapal. Harga ini positif dalam arah mengikuti aliran.



Gambar 2.5. Kontraksi arus pacuan baling-baling; perubahan kecepatan dan tekanan

Volume air yang melalui discus baling-baling A_0 dan kecepatan air V_1 maka

$$\frac{m}{\rho} = A_0 \cdot V_1 \quad (2.16)$$

Besarnya kecepatan V_1 umumnya berbeda dengan kecepatan maju V_A . Dengan memakai persamaan bernoulli maka hubungan antara V_A , V_1 dan U_A akan dapat



dicari. Tekanan ditempat yang jauh dari baling-baling disebut P_o . Persamaan bernouli untuk aliran dibelakang baling-baling

$$\frac{1}{2} \rho (V_A + 2U_A)^2 + P_o = \frac{1}{2} \rho V_1^2 + P_1 \quad (2.17)$$

Menggabungkan persamaan ini dengan persamaan untuk aliran didepan baling

$$\frac{1}{2} \rho V_A^2 + P_o = \frac{1}{2} \rho V_1^2 + P_1 \quad (2.18)$$

menghaislkan

$$\begin{aligned} 2\rho U_A (V_A + U_A) &= P_1' - P_1 \\ &= \Delta P = \frac{T}{A_o} \end{aligned}$$

$$m(2U_A) / A_o = \rho V_1 (2U_A) \quad (2.19)$$

$$V_1 = V_A + U_A \quad (2.20)$$

Ini berarti bahwa kenaikan kecepatan dalam arah yang sejajar dengan arah poros baling-baling adalah sebesar setengah dari kenaikan kecepatan seluruhnya. Kenaikan kecepatan terkait dengan penyusutan jari-jari kolom air. Didepan baling-baling tekanan akan turun ketika kecepatan naik, didiskus baling-baling akan terjadi lonjakan (jump) tekanan, dan setelah lonjakan ini tekanan tersebut akan turun lagi hingga akhirnya jauh dibelakang baling-baling akan sampai lagi tekanan P_o . Kecepatan didalam arus pacuan baling-baling adalah

$$V_2 = V_A + 2U_A \quad (2.21)$$

Gunakan persamaan (2.17) dan (2.22) selanjutnya T dapat ditulis dengan persamaan



$$T = \Delta P \cdot A_o = \rho A_o (V_A + U_A) 2U_A \quad (2.22)$$

Efisiensi ideal dapat didefinisikan sebagai

$$\eta_I = \frac{TV_A}{TV_1} = \frac{V_A}{V_A + U_A} \quad (2.23)$$

TV_A = daya efektif yang disalurkan oleh baling-baling

TV_1 = daya yang disalurkan

Dari persamaan (2.26) terlihat bahwa baling-baling yang ideal adalah baling-baling yang memberikan percepatan yang serendah mungkin kepada masa fluida yang sebesar mungkin (yaitu, V_A , dengan demikian masa fluida yang mengalir melalui discus baling-baling harus sebesar mungkin). Koefisien beban gaya dorong didefinisikan sebagai

$$C_{TH} = \frac{T}{\frac{1}{2} \rho V_A^2 A_o} \quad (2.24)$$

Dengan memakai persamaan (2.25) maka akan diperoleh

$$C_{TH} = \frac{\rho A_o (V_A + U_A) 2U_A}{\frac{1}{2} \rho V_A^2 A_o} = 4 \left(\frac{U_A}{V_A} \right)^2 + 4 \left(\frac{U_A}{V_A} \right) \quad (2.25)$$

dan

$$\frac{U_A}{V_A} = -\frac{1}{2} \left(\frac{+}{-} \right) \frac{1}{2} \sqrt{1 + C_{TH}} \quad (2.26)$$

Dengan demikian maka efisiensi ideal tersebut akan menjadi

$$\eta_I = \frac{V_A}{V_A + U_A} = \frac{2}{1 + \sqrt{1 + C_{TH}}} \quad (2.27)$$



Dari persamaan ini jelas terlihat bahwa beban gaya dorong yang besar memberikan efisiensi yang rendah dan beban gaya dorong yang rendah memberikan efisiensi yang tinggi. Koefisien beban gaya dorong akan jika luas discus dan dengan demikian garis tengah baling-baling harus sebesar mungkin. Dalam persamaan untuk efisiensi ideal (2.26), kelonggaran untuk memperhitungkan pengaruh rotasi didalam arus pacuan baling-baling dapat dibuat. Kecepatan singgung U_T merupakan kecepatan induksi baling-baling pada suatu element daun yang terletak pada jari-jari r dan mempunyai luas dA_O . Perubahan kecepatan total adalah $2U_T$. Baling-baling dianggap berkisar dengan kecepatan sudut yang seragam ω . Dengan demikian menurut hokum momentum maka gaya singgung dF_T menjadi

$$dF_T = dm \cdot 2U_T \quad (2.28)$$

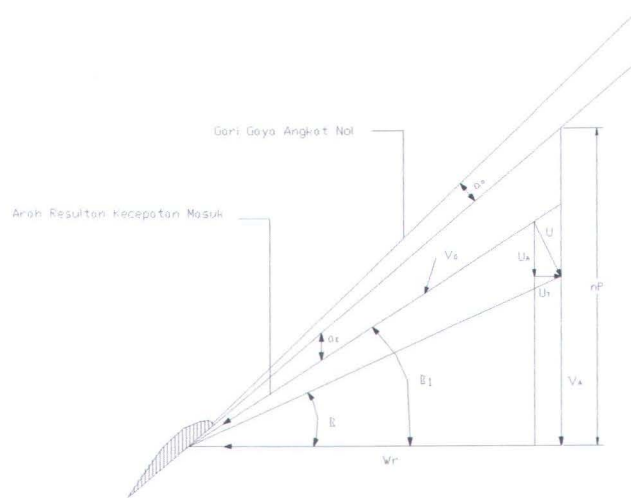
$$\frac{dm}{p} = dA_O \cdot V_1 = dA_O (V_A + U_A) \quad (2.29)$$

sehingga efisiensi ideal tersebut akan menjadi

$$\eta_I = \frac{dT V_A}{dF_T \omega r} = \frac{dm 2U_A V_A}{dm 2U_T \omega r} = \frac{U_A V_A}{U_T \omega r} \quad (2.30)$$

Dari diagram kecepatan lihat gambar 2.4 element daun akan terlihat bahwa

$$\frac{U_A}{U_T} = \frac{\omega r - U_T}{V_A + U_A} \quad (2.31)$$



Gambar 2.6. Diagram kecepatan untuk elemen daun baling-baling dalam pengaruh kecepatan induksi

Dengan demikian maka efisiensi baling-baling yang ideal adalah

$$\eta I = \left(\frac{V_A}{V_A + U_A} \right) \left(\frac{\omega r - U_T}{\omega r} \right) \quad (2.32)$$

Dari persamaan (2.35) akan terlihat bahwa efisiensi ideal menurun karena adanya koreksi untuk rotasi di dalam arus pacuan baling-baling.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini terdiri dari :

► Identifikasi masalah

Identifikasi masalah ini terdiri dari perumusan masalah, ruang lingkup masalah dan alat yang digunakan. Adapun perumusan masalahnya adalah bagaimana meredesain propeler yang sudah ada dengan jumlah daun dan diameter yang tetap untuk meningkatkan daya dorong propeler dengan menambahkan sirip pada bagian belakang daun propeler. Sedangkan ruang lingkup masalahnya adalah pada penulisan tugas akhir ini tidak memperhitungkan kekuatan redesain propeler.

► Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini terdiri dari studi literatur, data kapal yang dipakai untuk uji coba, data engine yang dipakai kapal, data motor yang dipakai dilaboratorium dan propeler yang diredesain.

► Teori blade element dan momentum baling-baling

Teori blade element dan momentum baling-baling ini merupakan dasar untuk meredesain propeler. Berdasarkan teori ini diharapkan sirip yang ada dibagian belakang daun propeler akan mempercepat aliran dan sirip juga mampu memberikan gaya dorong tersendiri.

► Redesain Screw Propeler



Redesain ini dilakukan pada tiga jenis propeler, dan masing-masing jenis terdiri dari tiga variasi desain. Untuk variasi pertama yaitu perbandingan sirip atas dan bawah antara leading dan trailing satu banding dua, sedangkan variasi kedua satu banding satu dan yang ketiga adalah dua banding satu. Redesain ini disamping variasi jarak antar sirip juga memperhitungkan bentuk siripnya.

► Uji Coba

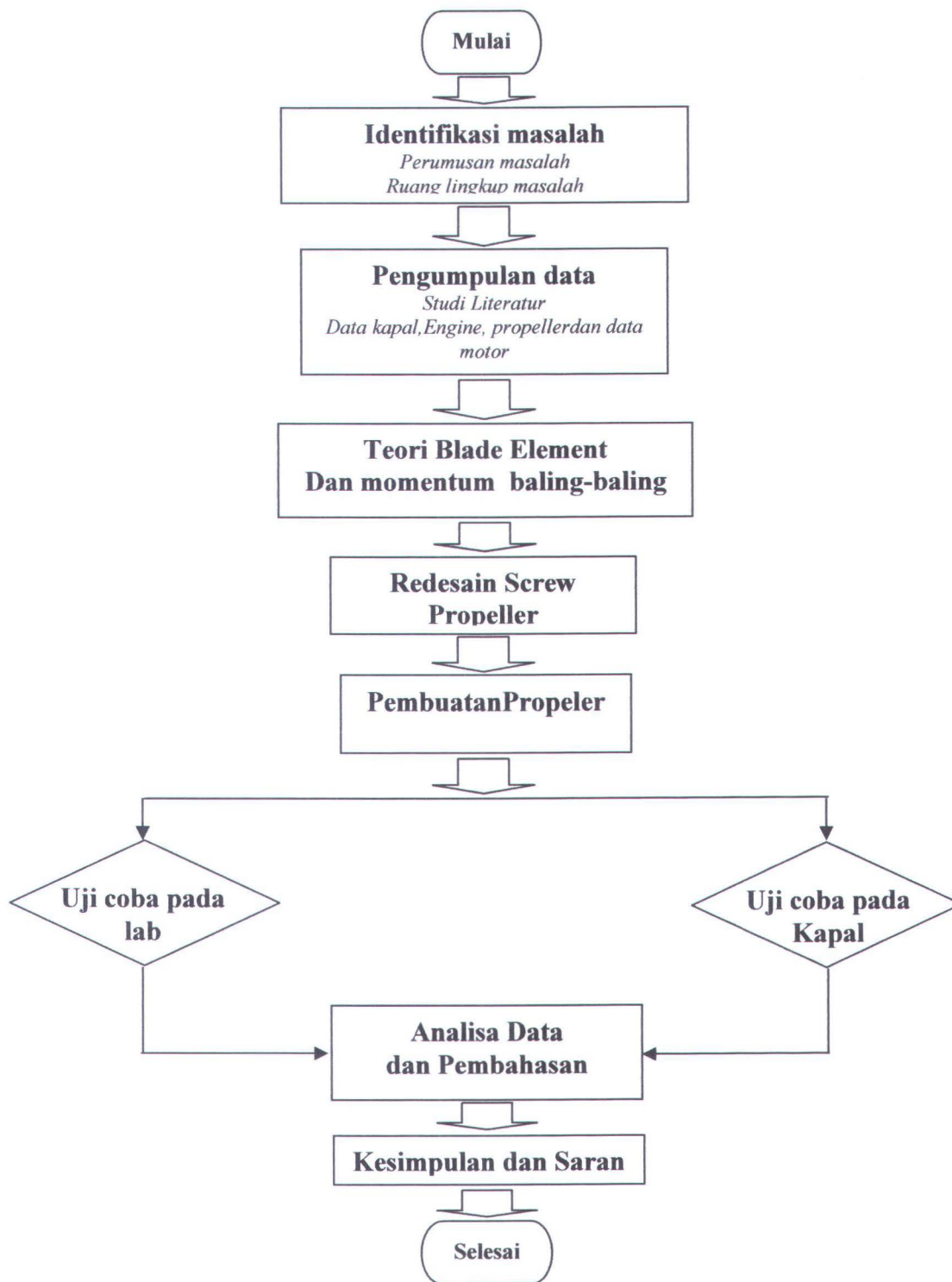
Dari hasil redesign propeler kemudian dilakukan uji coba pada kapal untuk mengetahui kecepatan kapal dan pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar. Uji coba juga dilakukan di laboratorium teknik sistem perkapalan FTK-ITS, untuk mengetahui karakteristik redesign propeler secara visual. Dari uji coba laboratorium kita juga mendapatkan data propeler speed dari masing-masing propeler hasil redesign. Uji coba yang dilakukan dijelaskan seperti pada gambar 3.2, diagram metodologi percobaan.

► Analisa Data dan Pembahasan

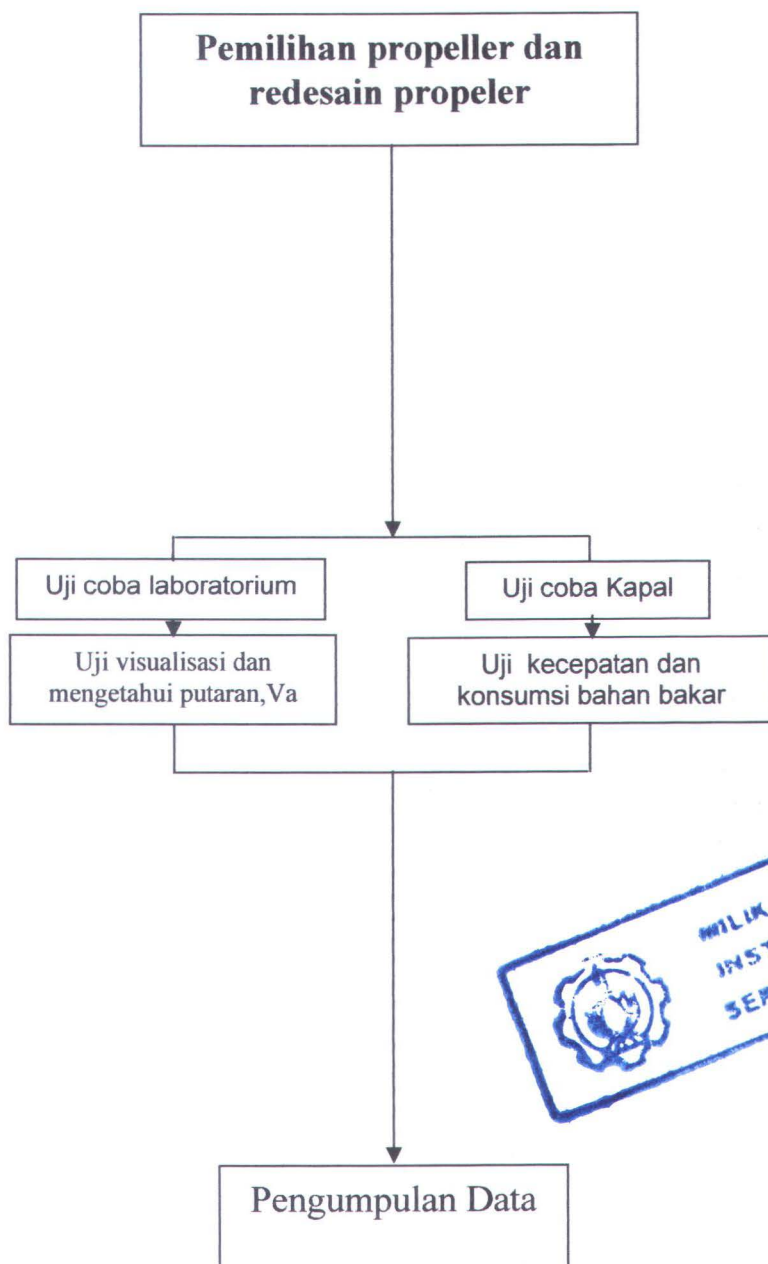
Dari hasil uji coba yang dilakukan kita mendapatkan data untuk dilakukannya analisa dan pembahasan.

► Kesimpulan dan Saran

Dari analisa data dan pembahasan kita bisa menyimpulkan hasil tugas akhir yang kita lakukan dan memberikan saran-saran yang dianggap perlu dilakukan. Untuk lebih jelasnya metodologi penelitian ini lihat gambar 3.1, diagram metodologi penelitian.



Gambar 3.1 Diagram metodologi penelitian



Gambar 3.2 Diagram metodologi percobaan



3.2 Propeler dan Peralatan Percobaan

Penelitian ini dilakukan langsung pada kapal untuk mengetahui kecepatannya dan konsumsi bahan bakar, sedangkan untuk mengetahui karakteristik propeller secara visual dilakukan uji coba pada laboratorium Teknik Sistem Perkapalan ITS. Adapun peralatan-peralatan yang digunakan antara lain :

3.2.1 Pemilihan Propeler

Pemilihan propeller disesuaikan dengan propeller yang ada pada nelayan yang ada di pantai kenjeran. Adapun propeller yang dipilih ada tiga jenis propeller yaitu : propeller 3 daun yang berdiameter 22 cm dengan daun gemuk, 3 daun yang berdiameter 22 cm dengan daun kurus dan propeller 2 daun yang berdiameter 20 cm. propeller ini diproduksi oleh KTM dengan material aluminium.

3.2.2 Data Utama Kapal

Data kapal yang dipakai untuk melakukan percobaan di pantai kenjeran adalah sebagai berikut : kapal yang digunakan adalah kapal kayu dengan ukuran

$$L_{wl} = 7.6m$$

$$B = 2m$$

$$T = 0.5m$$

$$Cb = 0.6m$$



3.2.3 Data Engine Kapal

Data engine yang dipakai kapal untuk melakukan percobaan yaitu : seperti yang tercantum dalam lampiran.

3.2.4 Data Motor laboratorium

Dalam uji kavitasi di laboratorium Teknik Sitem Perkapalan ITS, motor yang dipakai spesifikasinya adalah sebagai berikut :

Merek : Baldor Industrial Motor

Power : 0.75 HP

Tegangan : 180 Volt

Current : 3.7 Amp

Speed : 1750 Rpm

3.3 Redesain Propeler

Redesain propeller dilakukan terhadap screw propeller yang telah dipilih untuk dilakukan uji coba. Dari ketiga jenis propeller masing masing akan dibuat tiga fariasi redesign, sehingga total hasil redesign adalah sembilan buah. Redesain didasarkan pada teori blade element dan teori momentum baling-baling. Penambahan sirip pada bagian belakang propeller diharapkan akan menghasilkan daya dorong dan mempercepat aliran, sehingga akan menambah daya dorong propeller.

3.4 Pengujian Pada Kapal



Pengujian yang dilakukan langsung pada kapal bertujuan untuk mengetahui berapa kecepatan kapal dengan menggunakan screw propeller dan redesain screw propeller, dan juga pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar.

Langkah-langkah percobaan pada kapal adalah :

3.4.1 Tahap Persiapan

- Pemasangan propeler
- Periksa bahan bakar pada tabung ukur
- Menset GPS
- Periksa Rpm engine dengan tacho meter

3.4.2 Tahap Percobaan

- Percobaan dimulai dari titik start yang dipetakan GPS, kemudian dilakukan pencatatan bahan bakar awal.
- Pada titik finish sesuai GPS kita catat penggunaan bahan bakar dan kecepatan kapal.
- Dengan propeler dan speed (Rpm) yang sama kita lakukan uji coba dari titik finish menuju titik start dan kita cek penggunaan bahan bakar dan kecepatan kapal.

3.4.3 Hasil Pengujian Pada Kapal

Hasil pengujian pada kapal yang berupa kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar akan menjadi data untuk dilakukannya analisa dan pembahasan tugas akhir ini.



3.5 Pengujian Pada Laboratorium

Adapun langkah-langkah percobaan pada laboratorium adalah sebagai berikut

3.5.1 Tahap Persiapan

- Cek lampu blitz
- Mempersiapkan tachometer untuk mengukur rpm
- Menset current meter untuk pengukuran arus (V_a)
- Mempersiapkan Handycam untuk mendokumentasikan percobaan
- Mempersiapkan kamera untuk pengambilan gambar
- Mempersiapkan pencatatan

3.5.2 Tahap Percobaan

- Setelah propeller terpasang kita lakukan percobaan
- Skala speed dari motor driven kita atur 20%, 40%, 60%, 80%, 100%
- Dari masing-masing skala speed motor driven itu kita ukur rpmnya dan V_a belakang propeler dan V_a depan propeler.
- Uji coba dilakukan pada screw propeler dan Adji propeler
- Dengan pengamatan langsung bisa juga kita lihat apakah terjadi penurunan tekanan dibelakang propeler

3.5.3 Hasil Percobaan Laboratorium

Hasil percobaan yang berupa pengamatan langsung dan pengaruhnya terhadap propeler speed serta V_a akan menjadi data untuk dilakukannya analisa dan pembahasan pada tugas akhir ini.

BAB IV

REDESAIN PROPELER

4.1 Geometri Propeler

Dalam penggambaran propeller dilakukan perhitungan tiap profil propeller berdasarkan data yang diambil. Langkah-langkah perhitungan penggambaran propeller sebagai berikut :

4.1.1 Perhitungan jarak *blade reference line* ke *leading edge* dan *trailing edge* :

Dimana hasilnya ditabelkan sebagai berikut :

Δ Untuk Propeler X.1

Tabel 4.1 blade reference line ke leading edge propeller X.1

r/R	(mm)
0.2	23
0.3	25
0.4	27
0.5	29
0.6	33
0.7	35
0.8	37
0.9	34

Tabel 4.2 blade reference line ke trailing edge propeller X.1

r/R	(mm)
0.2	15
0.3	23
0.4	30
0.5	35
0.6	36
0.7	35
0.8	30
0.9	20



Δ Untuk propeller X.2

Tabel 4.3 blade reference line ke leading edge Propeler X.2

r/R	(mm)
0.2	22
0.3	29
0.4	30
0.5	30
0.6	23
0.7	26
0.8	21
0.9	17

Tabel 4.4 blade reference line ke trailing edge propeller X.2

r/R	(mm)
0.2	21
0.3	26
0.4	31
0.5	36
0.6	38
0.7	37
0.8	32
0.9	21

Δ Untuk propeller X.3

Tabel 4.5 blade reference line ke leading edge propeller X.3

r/R	(mm)
0.2	26
0.3	30
0.4	32
0.5	35
0.6	34
0.7	31
0.8	26
0.9	21



Tabel 4.6 blade reference line ke trailing edge propeler X.3

r/R	(mm)
0.2	28
0.3	38
0.4	46
0.5	52
0.6	55
0.7	53
0.8	47
0.9	31

4.1.2 Perhitungan Projected Area dan Developed Area

▷ Perhitungan Projected Area dan Developed area prop X.1

- Δ Projected area prop X.1 adalah 171.42 cm^2
- Δ Developed area prop X.1 adalah 216.39 cm^2
- Δ Rasio projected area dengan developed area adalah 0.7922

▷ Perhitungan Projected Area dan Developed area prop X.2

- Δ Projected area prop X.2 adalah 168.54 cm^2
- Δ Developed area prop X.2 adalah 210.18 cm^2
- Δ Rasio projected area dengan developed area adalah 0.8018841

▷ Perhitungan Projected Area dan Developed area prop X.3

- Δ Projected area prop X.3 adalah 217.41 cm^2
- Δ Developed area prop X.3 adalah 236.61 cm^2
- Δ Rasio projected area dengan developed area adalah 0.918854

4.1.3 Perhitungan Pitch Propeler

▷ Perhitungan Pitch Propeler X.1



$$a = 95 \text{ mm}$$

$$b = 50 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\text{Pitch} = \frac{a \times b}{4 \times c} = \frac{50 \times 95}{4 \times 280} = 4.2 \text{ inchi}$$

▷ Perhitungan Pitch Propeler X.2

$$a = 70 \text{ mm}$$

$$b = 90 \text{ mm}$$

$$c = 190 \text{ mm}$$

$$\text{Pitch} = \frac{a \times b}{4 \times c} = \frac{70 \times 90}{4 \times 190} = 8.3 \text{ inchi}$$

▷ Perhitungan Pitch Propeler X.3

$$a = 82 \text{ mm}$$

$$b = 51 \text{ mm}$$

$$c = 202 \text{ mm}$$

$$\text{Pitch} = \frac{a \times b}{4 \times c} = \frac{82 \times 51}{4 \times 202} = 5.3 \text{ inchi}$$

4.2 Geometri dan Dimensi Sirip Propeler

Adapun jumlah sirip tambahan pada masing-masing daun propeler adalah dua buah ; yaitu sirip bagian atas (yang jauh dari bos propeler) dan sirip bagian bawah (yang dekat dengan bos propeler). Bentuk dan dimensi dari masing-masing sirip adalah seperti berikut ;

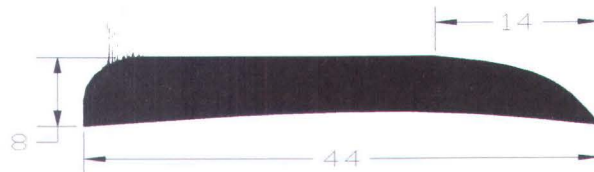


4.2.1 Geometri dan dimensi sirip propeler dilihat dari bos propeler

- ▷ Gambar dan dimensi sirip Adji Propeler X.1



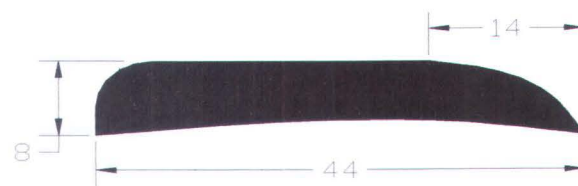
Gambar 4.1 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.1



Gambar 4.2 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.1



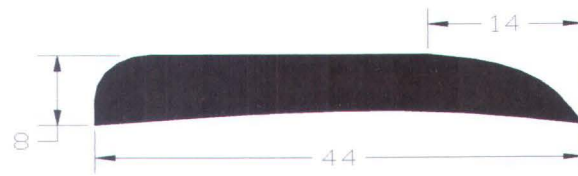
Gambar 4.3 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.2



Gambar 4.4 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.2

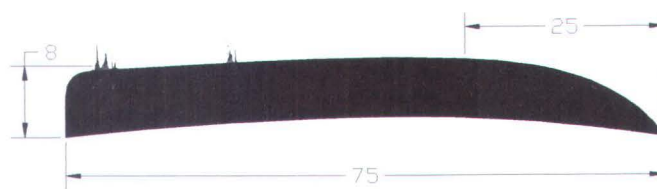


Gambar 4.5 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.3



Gambar 4.6 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.3

▷ Gambar dan dimensi sirip Adji Propeler X.2



Gambar 4.7 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.1



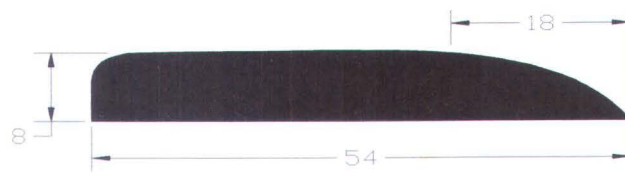
Gambar 4.8 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.1



Gambar 4.9 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.2



Gambar 4.10 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.2

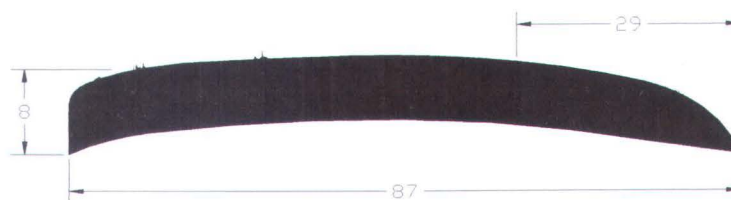


Gambar 4.11 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.3



Gambar 4.12 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.3

- ▷ Gambar dan dimensi sirip Adji Propeler X.3



Gambar 4.13 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.1



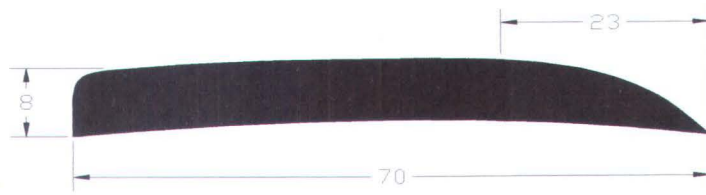
Gambar 4.14 Sirip bagian bawah Adji Prop X.3.1



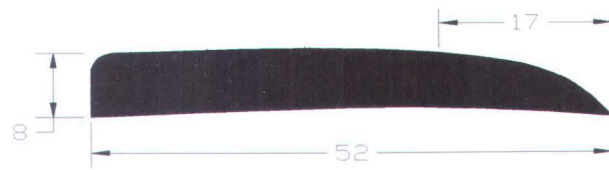
Gambar 4.15 Sirip bagian atas Adji Prop X 3.2



Gambar 4.16 Sirip bagian bawah Adji Prop X 3.2



Gambar 4.17 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.3

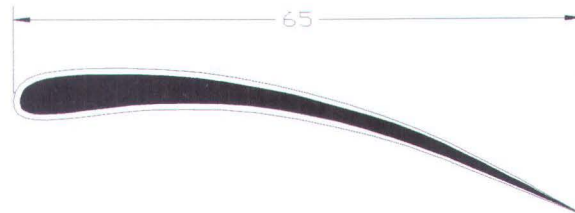


Gambar 4.18 Sirip bagian bawah Adji Prop X 3.3



4.2.2 Geometri dan dimensi sirip propeler dilihat dari depan propeler

- ▷ Gambar dan dimensi sirip Adji Propeler X.1



Gambar 4.19 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.1

Tabel 4.7 Dimensi sirip atas Adji Prop X.1.1

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	2	3
20	3	5
30	5	7.5
40	6	9
50	6.5	10
60	6.5	10.5
70	6	10.5
80	4.5	9.5
90	2	7.5
100	2.5	2.5



Gambar 4.20 Sirip bagian bawah Adji Prop X.1.1

Tabel 4.8 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.1.1

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	0.5	1.5
20	1	2.5
30	1.5	3
40	1.5	4
50	2	5
60	2	5
70	2	6
80	1.5	6
90	0.5	5.5
100	2.5	2.2



Gambar 4.21 Sirip bagian atas Adji Prop X 1.2



Tabel 4.9 Dimensi sirip atas Adji Prop X.1.2

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	1	2
20	1.5	3
30	2	4.5
40	2	5
50	2	6
60	2.5	6.5
70	2	7
80	2	7
90	0.5	6.5
100	2	2



Gambar 4.22 Sirip bagian bawah Adji Prop X 1.2

Tabel 4.10 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.1.2

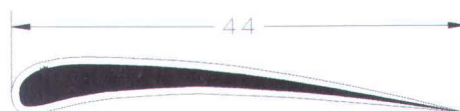
%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	0.5	1.5
20	1	2.5
30	1.5	3
40	1.5	4
50	2	5
60	2	5
70	2	6
80	1.5	6
90	0.5	5.5
100	2.5	2.2



Gambar 4.23 Sirip bagian atas Adji Prop X.1.3

Tabel 4.11 Dimensi sirip atas Adji Prop X.1.3

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	1	2
20	2	3.5
30	3	5
40	3.5	6.5
50	4	7
60	4	8
70	3	7
80	2	7.5
90	1	7
100	2	2



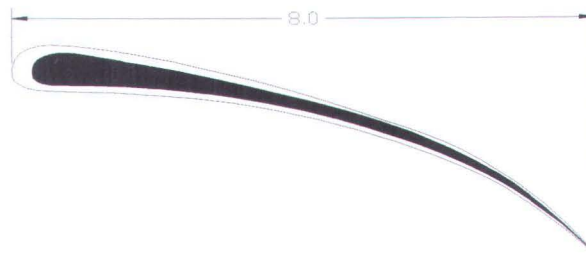
Gambar 4.24 Sirip bagian bawah Adji Prop X 1.3



Tabel 4.12 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.1.3

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	0.5	1.5
20	1	2.5
30	1.5	3
40	1.5	4
50	2	5
60	2	5
70	2	6
80	1.5	6
90	0.5	5.5
100	2.5	2.2

▷ Gambar dan dimensi sirip Adji Propeler X.2



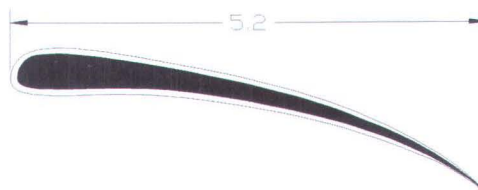
Gambar 4.25 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.1

Tabel 4.13 Dimensi sirip atas Adji Prop X.2.1

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	4	5
20	7	8.5
30	8	10
40	8.5	11
50	8.5	11.5
60	7.5	11
70	6	10



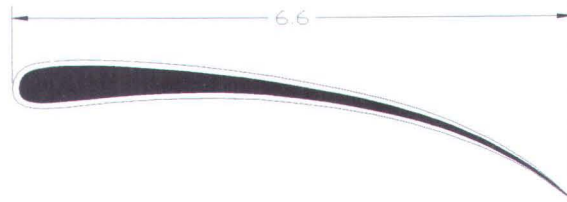
80	4	9
90	1	7
100	2.5	2.5



Gambar 4.26 Sirip bagian bawah Adji Prop X.2.1

Tabel 4.14 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.2.1

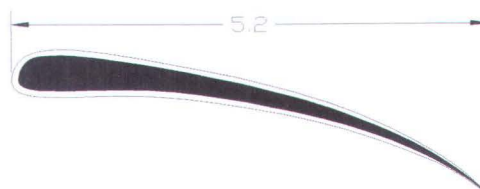
%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	1
10	2	3
20	3	5
30	4	6
40	4	7
50	4	7
60	3.5	7.5
70	3	7.5
80	2	7
90	0.5	6
100	2	2



Gambar 4.27 Sirip bagian atas Adji Prop X 2.2

Tabel 4.15 Dimensi sirip atas Adji Prop X.2.2

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	3.5	4.5
20	6	7
30	7	9
40	7	9.5
50	7	10
60	6.5	10
70	5	9
80	3	8
90	1	7
100	3	3

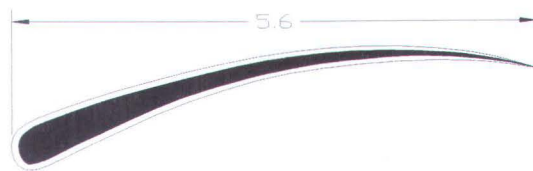


Gambar 4.28 Sirip bagian bawah Adji Prop X 2.2



Tabel 4.16 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.2.2

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	1
10	2	3
20	3	5
30	4	6
40	4	7
50	4	7
60	3.5	7.5
70	3	7.5
80	2	7
90	0.5	6
100	2	2

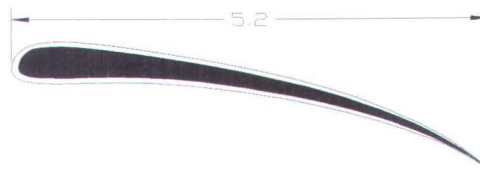


Gambar 4.29 Sirip bagian atas Adji Prop X.2.3

Tabel 4.17 Dimensi sirip atas Adji Prop X.2.3

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	2.5	3.5
20	4	6
30	5	7.5
40	6	8.5
50	6	9
60	5	9
70	4	8.5
80	2.5	7.57
90	1	7
100	2	2



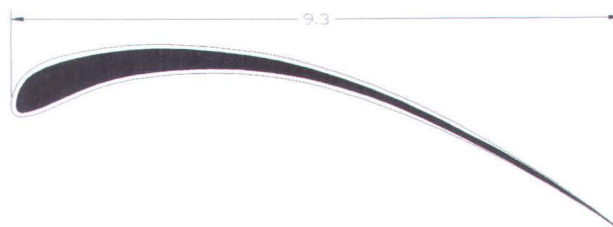


Gambar 4.30 Sirip bagian bawah Adji Prop X 2.3

Tabel 4.18 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.2.3

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	1
10	2	3
20	3	5
30	4	6
40	4	7
50	4	7
60	3.5	7.5
70	3	7.5
80	2	7
90	0.5	6
100	2	2

▷ Gambar dan dimensi sirip Adji Propeler X.3

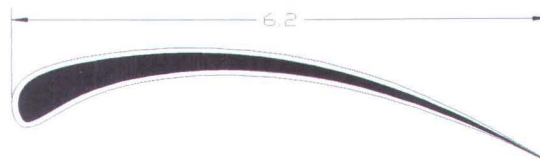


Gambar 4.31 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.1



Tabel 4.19 Dimensi sirip atas Adji Prop X.3.1

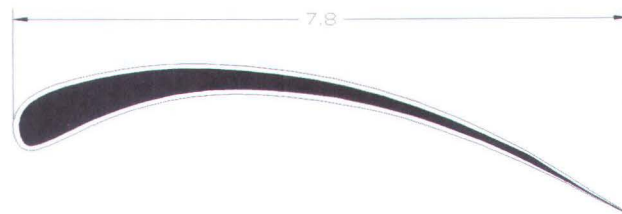
%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	4	5
20	8	9
30	11	13
40	13.5	16
50	15	18
60	15	18.5
70	14	18.5
80	11	16.5
90	5.5	12.5
100	2	2



Gambar 4.32 Sirip bagian bawah Adji Prop X.3.1

Tabel 4.20 Dimensi sirip bawah Adji Prop X.3.1

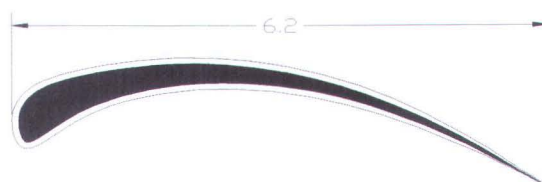
%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	3	4
20	5.5	7
30	8	10
40	9	11.5
50	10	13.5
60	10	14
70	9	13.5
80	6	12
90	1.5	9.5
100	3	3



Gambar 4.33 Sirip bagian atas Adji Prop X 3.2

Tabel 4.21 Dimensi sirip atas Adji Prop X 3.2

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	3.5	4.5
20	7	8
30	10	12
40	12	14.5
50	13	16
60	13	17
70	12	17
80	9	15.5
90	4	12
100	3	3

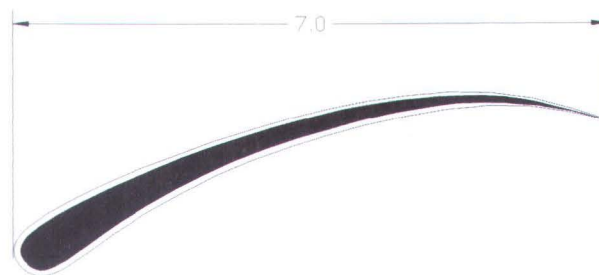


Gambar 4.34 Sirip bagian bawah Adji Prop X 3.2



Tabel 4.22 Dimensi sirip bawah Adji Prop X 3.2

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	3	4
20	5.5	7
30	8	10
40	9	11.5
50	10	13.5
60	10	14
70	9	13.5
80	6	12
90	1.5	9.5
100	3	3



Gambar 4.35 Sirip bagian atas Adji Prop X.3.3

Tabel 4.23 Dimensi sirip atas Adji Prop X.3.3

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	4	5
20	6.5	8
30	7.5	10
40	8	11
50	7.5	11
60	7	11
70	5	10
80	3.5	9
90	1	8
100	3	3



Gambar 4.36 Sirip bagian bawah Adji Prop X 3.3

Tabel 4.24 Dimensi sirip bawah Adji Prop X 3.3

%	Bawah(mm)	Atas(mm)
0	0	0.5
10	4	5
20	6	8
30	7.5	10
40	8	11
50	7.5	11
60	7	11
70	5	10
80	3	9
90	1	7.5
100	3	3

4.3 Posisi Sirip Propeler

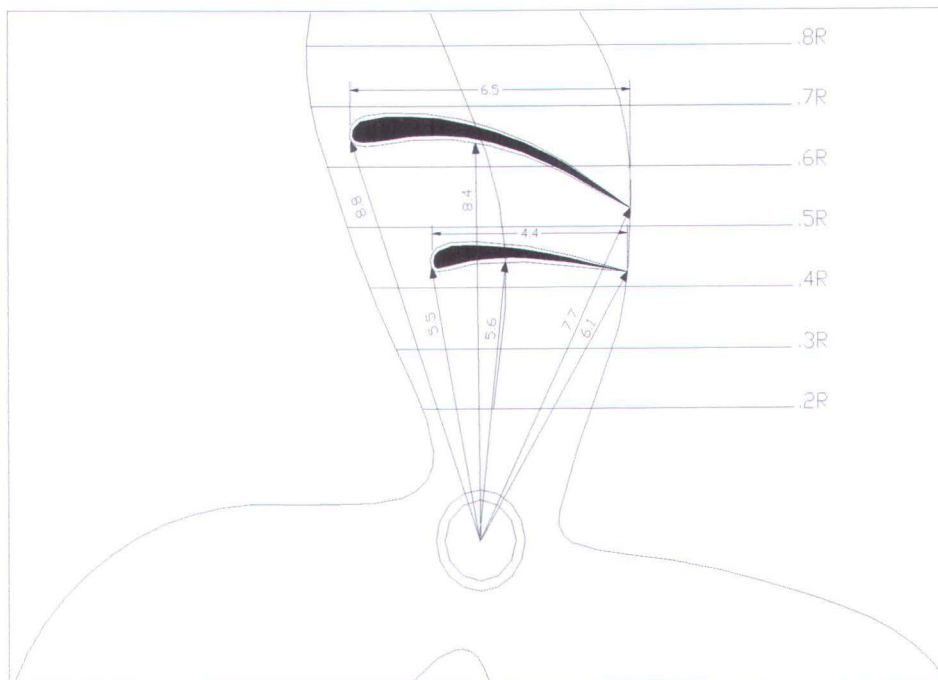
Posisi sirip didalam daun propeler ada sembilan macam variasi, masing-masing jenis propeler mempunyai tiga variasi posisi sirip.



4.3.1 Posisi sirip pada daun propeller X.1

Δ Posisi sirip pada Adji propeller X.1.1

Sirip bawah bagian leading edge berada pada jarak 61mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 56mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 55mm dari pusat jari-jari. Dan sirip atas bagian leading edge berada pada jarak 77mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 84mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 88mm dari pusat jari-jari. Rasio antar ujung sirip leading edge atas dan bawah dengan sirip trailing edge atas dan bawah adalah 1:2.

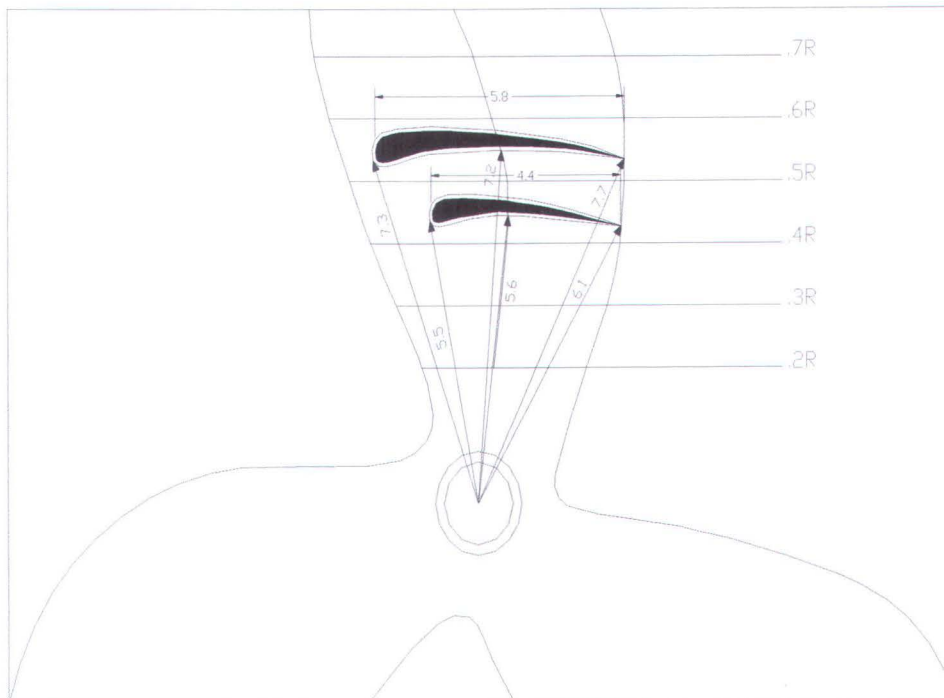


Gambar 4.37 Posisi Sirip pada Adji propeller X.1.1



Δ Posisi sirip pada Adji propeller X.1.2

Sirip bawah bagian leading edge berada pada jarak 61mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 56mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 55mm dari pusat jari-jari. Dan sirip atas bagian leading edge berada pada jarak 77mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 72mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 73mm dari pusat jari-jari. Rasio antar ujung sirip leading edge atas dan bawah dengan sirip trailing edge atas dan bawah adalah 1:1.

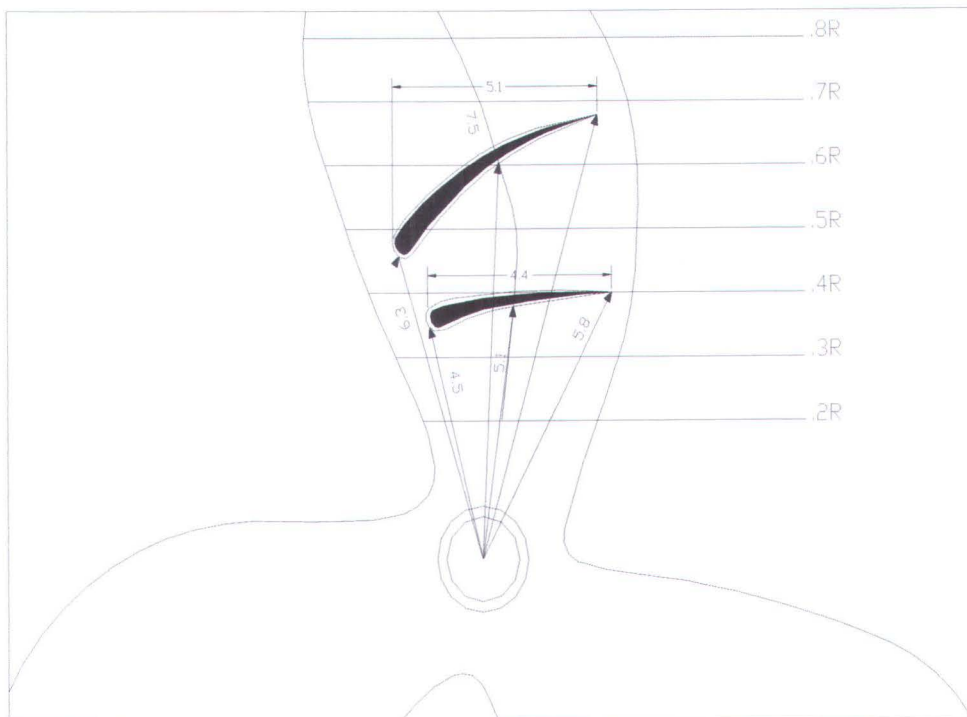


Gambar 4.38 Posisi Sirip pada Adji propeller X.1.2



Δ Posisi sirip pada Adji propeller X.1.3

Sirip bawah bagian leading edge berada pada jarak 58mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 51mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 45mm dari pusat jari-jari. Dan sirip atas bagian leading edge berada pada jarak 90mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 76mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 63mm dari pusat jari-jari. Rasio antar ujung sirip leading edge atas dan bawah dengan sirip trailing edge atas dan bawah adalah 2:1



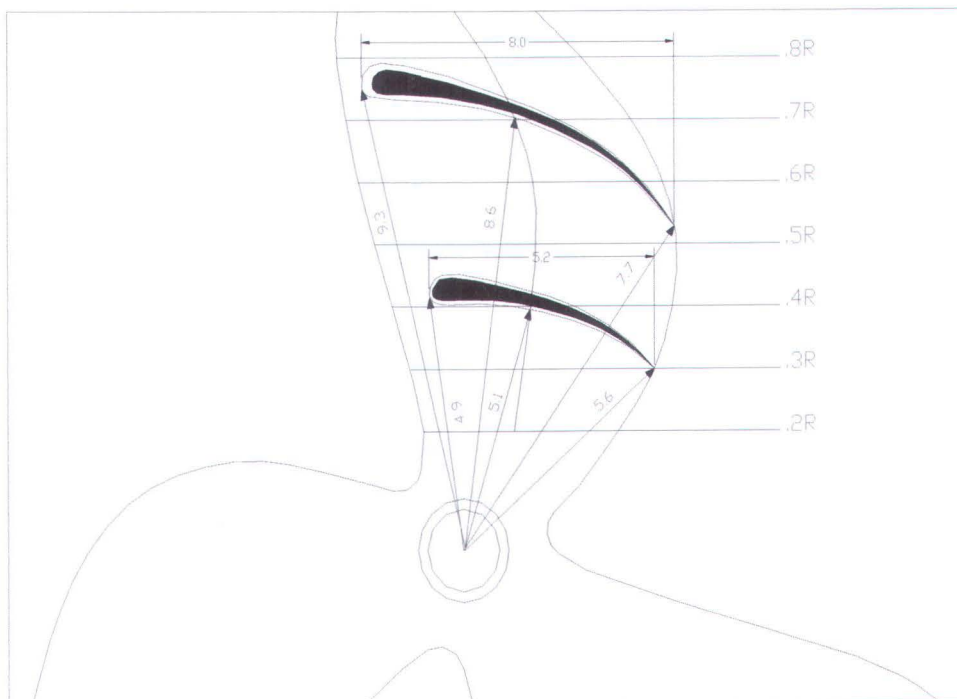
Gambar 4.39 Posisi Sirip pada Adji propeller X.1.3



4.3.2 Posisi sirip pada daun propeller X.2

Δ Posisi sirip pada Adji propeller X.2.1

Sirip bawah bagian leading edge berada pada jarak 56mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 51mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 49mm dari pusat jari-jari. Dan sirip atas bagian leading edge berada pada jarak 77mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 86mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 93mm dari pusat jari-jari. Rasio antar ujung sirip leading edge atas dan bawah dengan sirip trailing edge atas dan bawah adalah 1:2.

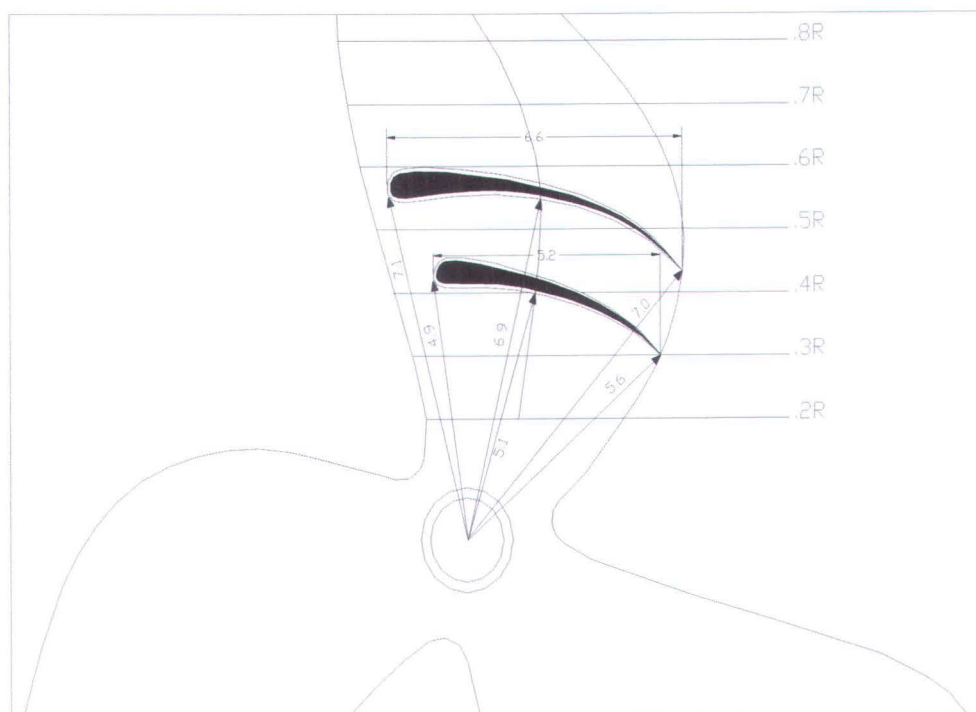


Gambar 4.40 Posisi Sirip pada Adji propeller X.2.1



Δ Posisi sirip pada propeller X.2.2

Sirip bawah bagian leading edge berada pada jarak 56mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 51mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 49mm dari pusat jari-jari. Dan sirip atas bagian leading edge berada pada jarak 70mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 69mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 71mm dari pusat jari-jari. Rasio antar ujung sirip leading edge atas dan bawah dengan sirip trailing edge atas dan bawah adalah 1:1.

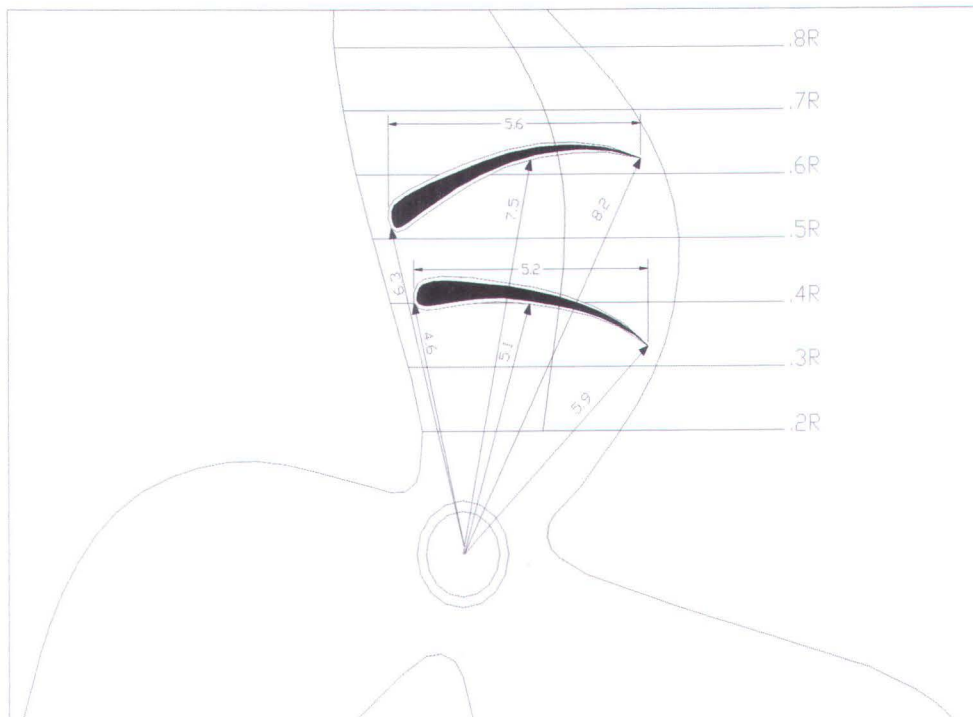


Gambar 4.41 Posisi Sirip pada propeller X.2.2



Δ Posisi sirip pada propeller X.2.3

Sirip bawah bagian leading edge berada pada jarak 59mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 51mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 46mm dari pusat jari-jari. Dan sirip atas bagian leading edge berada pada jarak 82mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 75mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 63mm dari pusat jari-jari. Rasio antar ujung sirip leading edge atas dan bawah dengan sirip trailing edge atas dan bawah adalah 2:3.



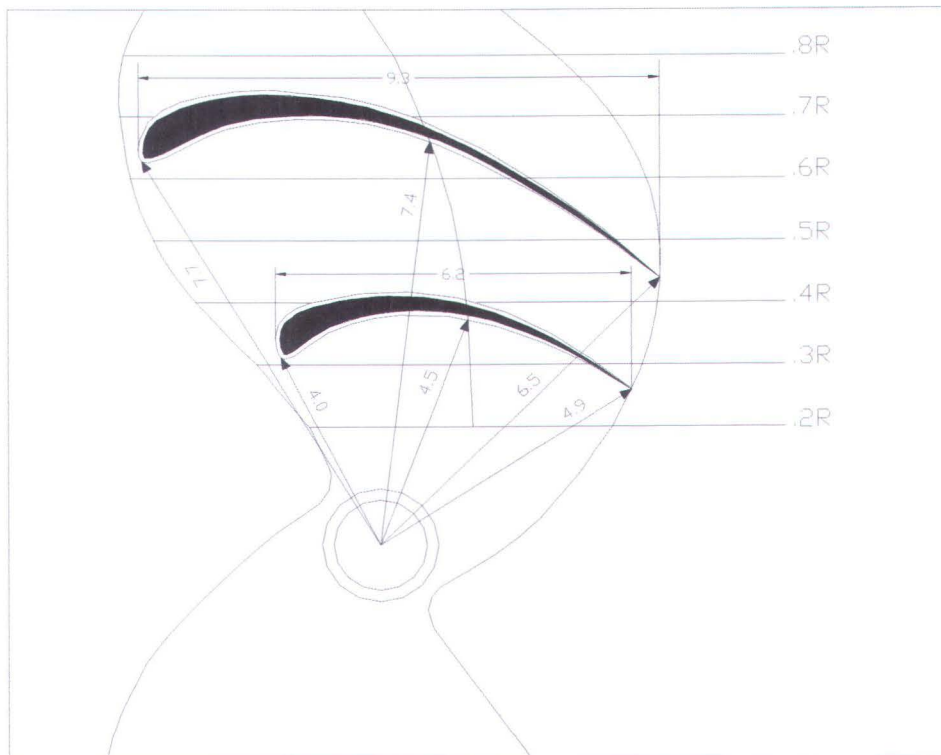
Gambar 4.42 Posisi Sirip pada Adji propeller X.2.3



4.3.3 Posisi sirip pada daun propeller X.3

Δ Posisi sirip pada Adji propeller X.3.1

Sirip bawah bagian leading edge berada pada jarak 49mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 45mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 40mm dari pusat jari-jari. Dan sirip atas bagian leading edge berada pada jarak 65mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 74mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 77mm dari pusat jari-jari. Rasio antar ujung sirip leading edge atas dan bawah dengan sirip trailing edge atas dan bawah adalah 1:2.

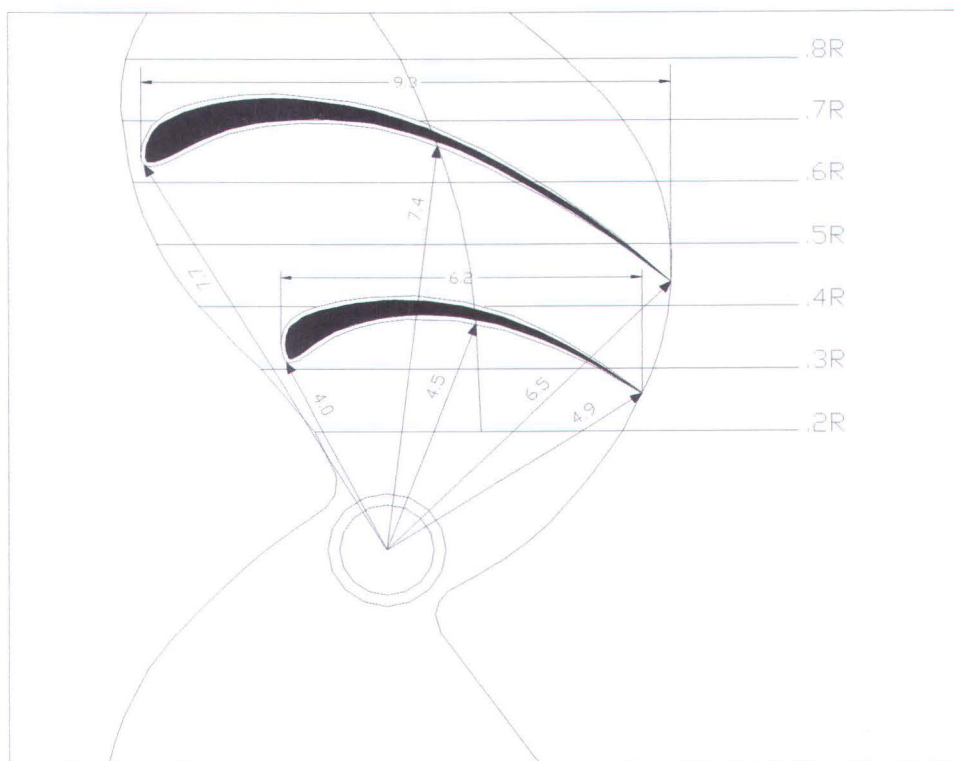


Gambar 4.43 Posisi Sirip pada Adji propeller X.3.1



Δ Posisi sirip pada Adji propeller X.3.2

Sirip bawah bagian leading edge berada pada jarak 49mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 45mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 40mm dari pusat jari-jari. Dan sirip atas bagian leading edge berada pada jarak 65mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 67mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 62mm dari pusat jari-jari. Rasio antar ujung sirip leading edge atas dan bawah dengan sirip trailing edge atas dan bawah adalah 1:1.

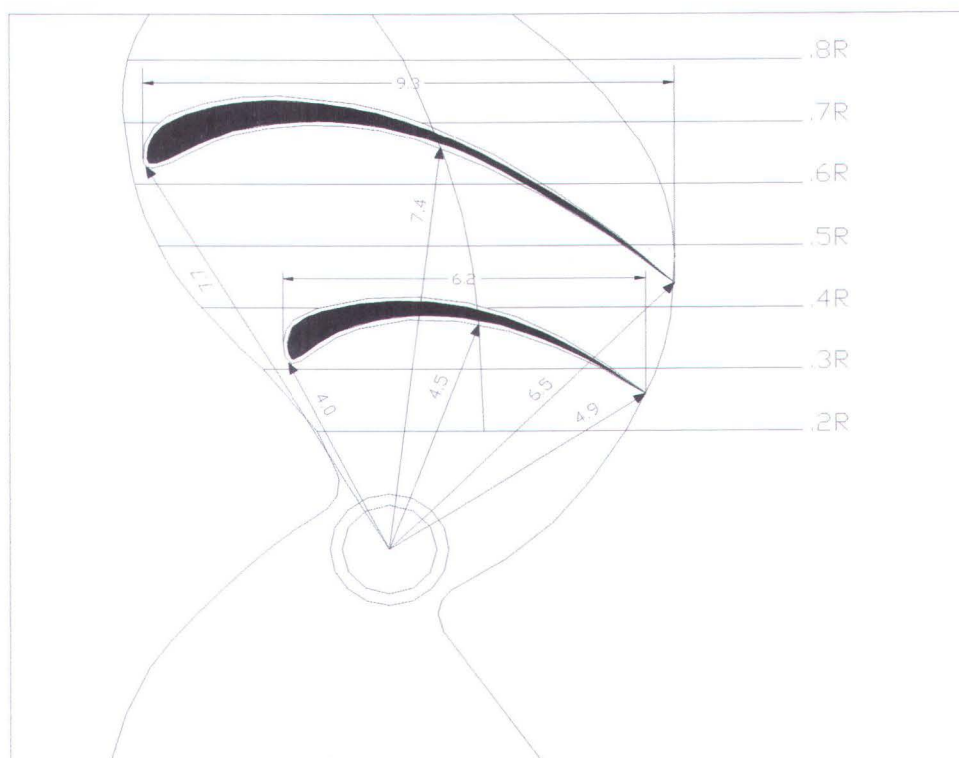


Gambar 4.44 Posisi Sirip pada Adji propeller X.3.2



Δ Posisi sirip pada propeller X.3.3

Sirip bawah bagian leading edge berada pada jarak 49mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 41mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 36mm dari pusat jari-jari. Dan sirip atas bagian leading edge berada pada jarak 79mm dari pusat jari-jari propeler, bagian yang bersentuhan dengan base line reference berjarak 70mm dan bagian sirip trailing edge berjarak 58mm dari pusat jari-jari. Rasio antar ujung sirip leading edge atas dan bawah dengan sirip trailing edge atas dan bawah adalah 2:1.



Gambar 4.45 Posisi Sirip pada propeller X.3.3

BAB V

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Uji Coba Kapal

5.1.1 Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar Screw Prop dan Adji Prop X.1

Uji coba propeller yang dilakukan pada kapal adalah untuk mengetahui karakteristik propeler hasil redesain, berupa kecepatan dan konsumsi bahan bakar. Dari data hasil uji coba, karakteristik redesain propeller akan diketahui apakah terjadi kecenderungan naik atau turun bila dibandingkan dengan karakteristik screw propeller. Hasil uji coba untuk screw propeller dan Adji propeller X.1 adalah seperti yang terlihat pada tabel 5.1 dibawah ini.

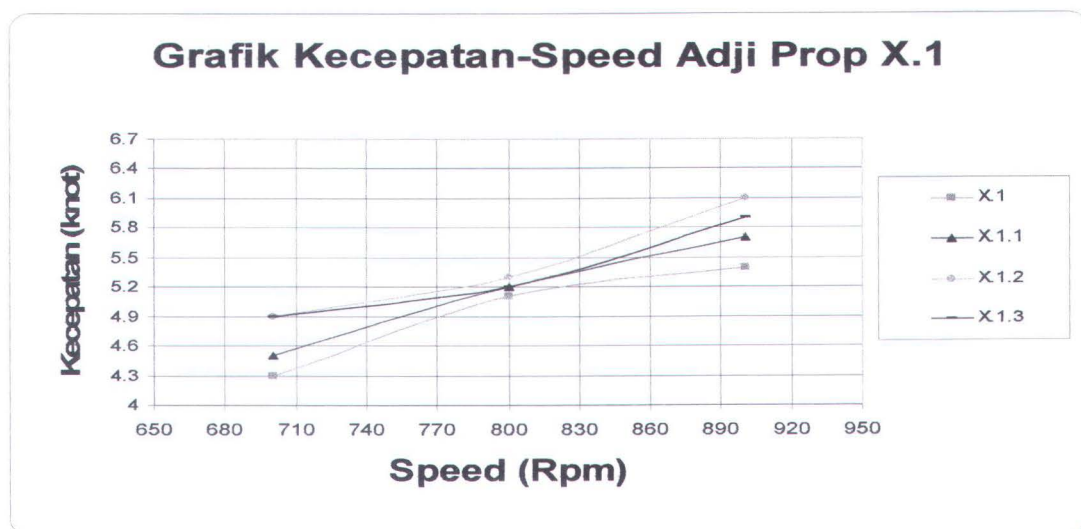
Tabel 5.1 Data hasil uji coba screw prop dan Adji prop X.1 pada kapal

Rpm	Data	Screw Prop X.1			Adji Prop X.1.1			Adji Prop X.1.2			Adji Prop X.1.3		
		A	B	\bar{y}	A	B	\bar{y}	A	B	\bar{y}	A	B	\bar{y}
900	V(knots)	5.3	5.5	5.4	5.6	5.8	5.7	6.0	6.2	6.1	5.8	6.0	5.9
	FOC(ml)	95	105	100	115	125	120	80	120	100	90	120	105
	t (menit)	3.76	3.62	3.69	3.60	3.40	3.50	3.35	3.20	3.28	3.42	3.30	3.36
800	V(knots)	5.0	5.2	5.1	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.0	5.4	5.2
	FOC(ml)	45	45	45	55	55	55	55	55	55	50	70	60
	t (menit)	4.00	3.84	3.92	3.85	3.80	3.83	3.76	3.70	3.73	4.00	3.69	3.85
700	V(knots)	4.3	4.3	4.3	4.4	4.6	4.5	4.7	5.1	4.9	4.9	4.9	4.9
	FOC(ml)	30	30	30	30	40	35	30	50	40	40	40	40
	t (menit)	4.68	4.60	4.64	4.57	4.40	4.49	4.37	4.00	4.19	4.09	4.00	4.05

Dari tabel 5.1 tersebut dapat diketahui untuk kecepatan Adji prop bisa dikatakan mengalami kecenderungan naik bila dibandingkan dengan screw propeller,



misalnya Adji prop X.1.1 pada putaran 900 rpm mengalami kenaikan kecepatan sebesar 5.56%, pada putaran 800 rpm mengalami kenaikan kecepatan sebesar 1.96% dan pada putaran 700 rpm mengalami kenaikan kecepatan sebesar 4.65%. Untuk Adji prop X.1.2 pada putaran 900 rpm mengalami kenaikan sebesar 12.96%, pada putaran 800 mengalami kenaikan sebesar 3.92% dan pada putaran 700 rpm sebesar 13.95%. Adji prop X.1.3 juga mengalami kenaikan kecepatan sebesar 9.26% pada putaran 900 rpm, 1.96% pada putaran 800 rpm dan mengalami kenaikan kecepatan sebesar 13.95% pada putaran 700 rpm. Untuk peningkatan kecepatan Adji prop dibandingkan dengan screw propeller dalam % bisa dilihat pada lampiran B.5. Diantara Adji prop X.1, bisa dikatakan bahwa Adji prop X.1.2 mengalami kecenderungan naik yang paling tinggi seperti yang terlihat pada gambar 5.1 di bawah ini.



Gambar 5.1 Grafik Perbandingan Hubungan Π_p dan V_s antara screw propeller dan Adji propeller X.1

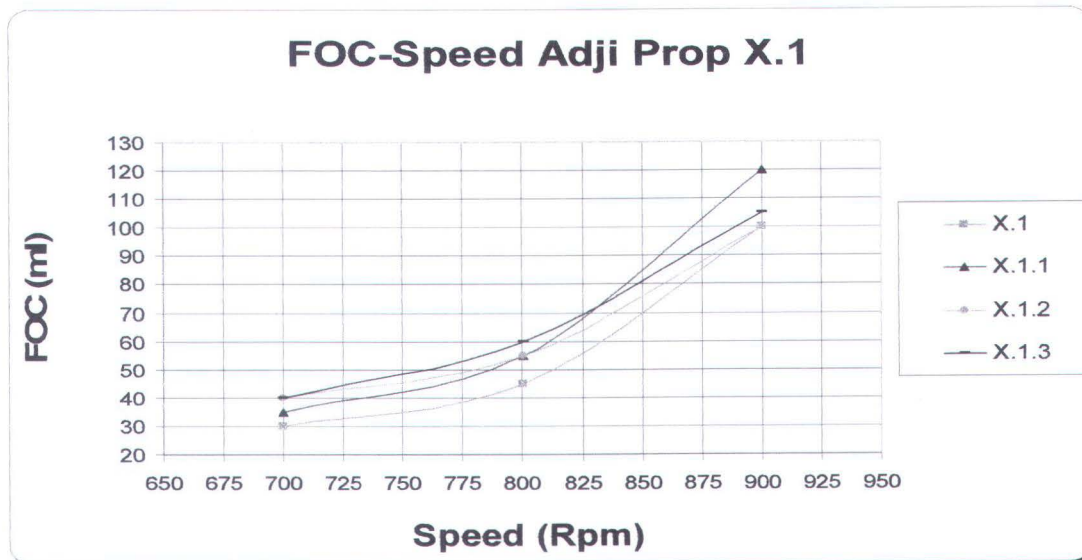


Dari tabel 5.1 dapat diketahui juga pemakaian bahan bakarnya untuk setiap propeller yang dipakai. Propeller hasil redesain (Adji prop) mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar bila dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar screw propeller. Pada putaran 900 rpm, Adji prop X.1.1 mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 20%, sedangkan pada putaran 800 rpm mengalami kenaikan sebesar 22.22% dan pada putaran 700 rpm mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 16.67% bila dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar screw propeller. Untuk Adji prop X.1.2 pada putaran 900 rpm tidak mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar, akan tetapi pada putaran 800 rpm mengalami kenaikan sebesar 22.22 persen dan pada putaran 700 rpm mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 33.33%. Demikian juga untuk Adji prop X.1.3, mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 5.00% pada putaran 900 rpm, 33.33% pada putaran 800 rpm dan 700 rpm. Konsumsi bahan bakar (ml/menit) dari screw prop X.1 dan Adji prop X.1 dapat ditampilkan dalam tabel 5.2 seperti di bawah ini.

Tabel 5.2 Konsumsi bahan bakar (ml/menit) screw prop dan Adji prop X.1

Rpm	Screw prop X.1	Adji prop X.1.1	Adji prop X.1.2	Adji prop X.1.3
900	25.71	32.57	29.05	29.50
800	10.93	13.62	13.88	14.86
700	6.14	7.50	9.33	9.33

Konsumsi bahan bakar dari screw propeller dan Adji propeller bila di tampilkan pada grafik akan tampak seperti gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Hubungan \dot{m}_p dan FOC antara screw propeller dan Adji propeller X.1

Dari pengolahan data diatas, kecepatan Adji prop X.1.2 mempunyai kecenderungan naik Paling tinggi dan konsumsi bahan bakar lebih irit diantara Adji prop yang lain pada putaran maksimum. Desain sirip Adji Propeller X.1.2 dimungkinkan memberikan tambahan thrust dan tidak menyebabkan beban yang cukup signifikan, sehingga menyebabkan kecepatan bertambah dan konsumsi bahan bakar tidak bertambah secara signifikan.

5.1.2 Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar screw Prop dan Adji Prop X.2

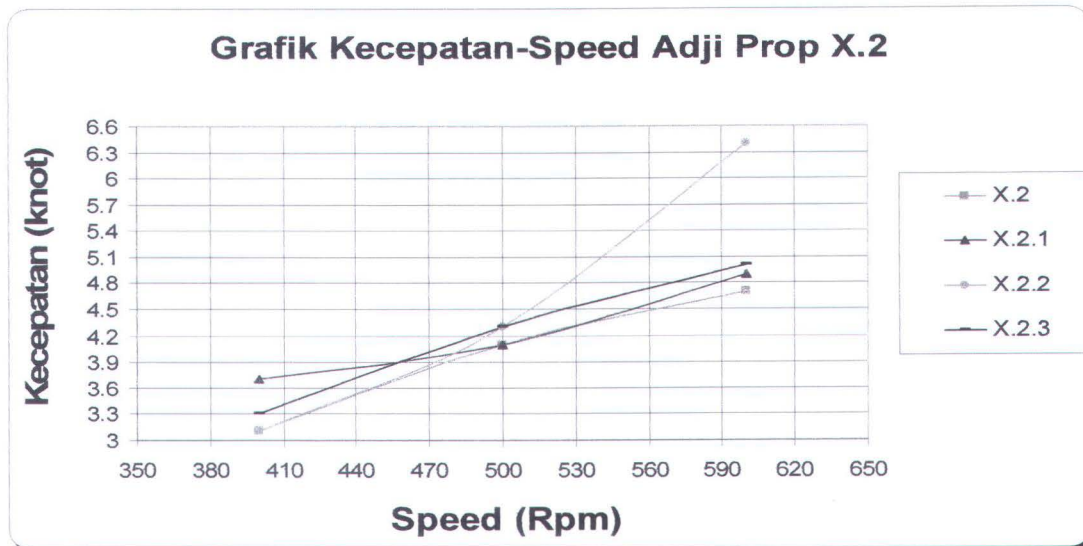
Dari hasil uji coba screw propeller dan Adji propeller X.2 dapat ditabelkan sebagai berikut;



Tabel 5.3 Data hasil uji coba screw prop dan Adji prop X.2 pada kapal

Rpm	Data	Screw Prop X.2			Adji Prop X.2.1			Adji Prop X.2.2			Adji Prop X.2.3		
		A	B	\bar{v}	A	B	\bar{v}	A	B	\bar{v}	A	B	\bar{v}
600	V(knots)	4.6	4.8	4.7	4.8	5.0	4.9	6.3	6.5	6.4	5.0	5.0	5.0
	FOC(ml)	35	45	40	60	60	60	65	65	65	60	60	60
	t (menit)	4.37	4.18	4.28	4.38	4.20	4.29	3.33	3.23	3.28	4.20	4.20	4.20
500	V(knots)	4.0	4.2	4.1	4.0	4.2	4.1	4.1	4.5	4.3	4.3	4.3	4.3
	FOC(ml)	30	40	35	30	40	35	30	40	35	35	35	35
	t (menit)	5.05	4.80	4.93	5.25	5.00	5.12	5.12	4.67	4.88	4.88	4.88	4.88
400	V(knots)	3.0	3.2	3.1	3.6	3.8	3.7	3.0	3.2	3.1	3.3	3.3	3.3
	FOC(ml)	20	20	20	25	35	30	25	25	25	25	25	25
	t (menit)	6.80	6.36	6.58	5.83	5.53	5.68	7.00	6.56	6.77	6.36	6.36	6.36

Dari tabel 5.3 diatas bisa dibaca, semua propeller hasil redesain (Adji propeller) pada putaran maksimum (600 rpm) mengalami kenaikan kecepatan; untuk Adji prop X.2.1 mengalami kenaikan kecepatan sebesar 4.62%, Adji prop X.2.2 sebesar 36.17% dan Adji prop X.2.3 sebesar 6.38%. Sedangkan pada putaran 500 rpm, Adji prop X.2.1 tidak mengalami kenaikan kecepatan, akan tetapi pada Adji prop X.2.2 dan Adji prop X.2.3 mengalami kenaikan kecepatan sebesar 4.88%. Pada putaran 400 rpm, Adji prop X.2.1 mengalami kenaikan kecepatan cukup tinggi, yaitu sebesar 19.35%, akan tetapi pada Adji prop X.2.2 tidak mengalami kenaikan kecepatan. Kemudian yang terakhir, Adji prop X.2.3 mengalami kenaikan kecepatan sebesar 6.45%. Untuk memudahkan pembacaan trend naik atau turunnya kecepatan masing-masing propeller bisa di grafikkan seperti gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.3 Grafik Perbandingan Hubungan \dot{n}_p dan V_s antara screw propeller dan Adji propeller X.2

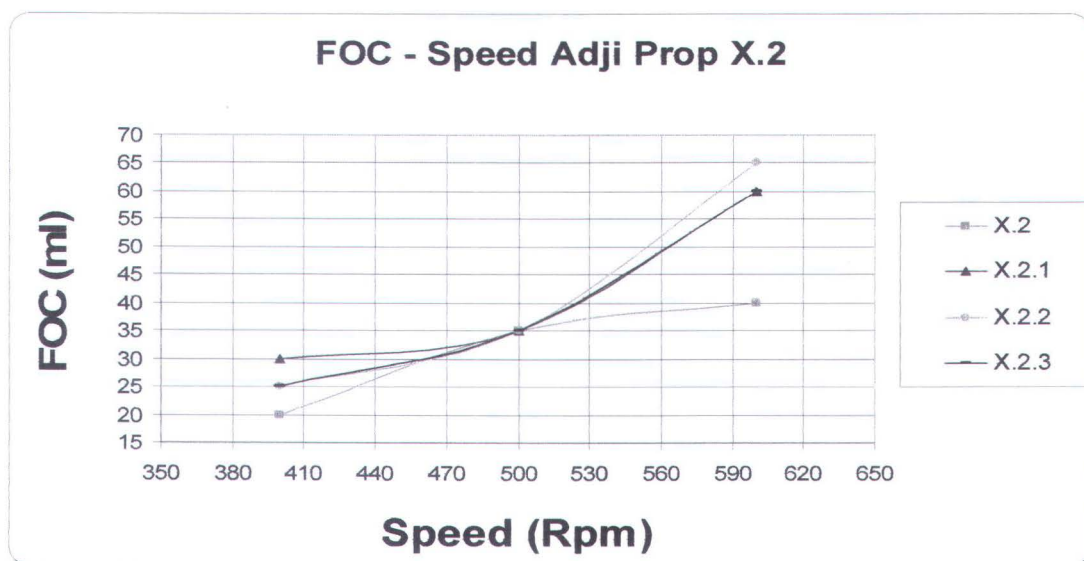
Untuk konsumsi bahan bakar Adji prop X.2 bila dibandingkan dengan screw prop X.2 mengalami kecenderungan naik. Dari tabel 5.3 kenaikan konsumsi bahan bakar Adji prop bila dipersenkan akan tampak sebagai berikut; Adji prop X.2.1 pada putaran 600 rpm mengalami kenaikan sebesar 50%, pada putaran 500 rpm tidak mengalami kenaikan, sedangkan pada putaran 400 rpm mengalami kenaikan 50%. Kenaikan juga terjadi pada Adji prop X.2.2, pada putaran 600 rpm mengalami kenaikan yang cukup tinggi, yaitu 62.5%, kemudian pada putaran 500 rpm tidak terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar, sedangkan pada putaran 400 rpm mengalami kenaikan sebesar 25%. Untuk konsumsi bahan bakar (ml/menit) dapat di tampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut;



Tabel 5.4 Konsumsi bahan bakar (ml/menit) screw prop dan Adji prop X.2

Rpm	Screw prop X.2	Adji prop X.2.1	Adji prop X.2.2	Adji prop X.2.3
600	8.95	14.00	19.81	14.29
500	6.83	6.83	7.17	7.17
400	2.95	5.29	3.69	3.93

Kecenderungan konsumsi bahan bakar bila ditampilkan dalam bentuk grafik akan tampak seperti grafik 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Hubungan \dot{m}_p dan FOC antara screw propeller dan Adji propeller X.2

Dari gambar 5.4 menunjukkan trend konsumsi bahan bakar mempunyai kecenderungan mirip dengan trend kecepatan. Penambahan kecepatan juga diiringi penambahan konsumsi bahan bakar, seperti penjelasan di bagian konsumsi bahan bakar diatas.



5.1.3 Kecepatan dan Konsumsi Bahan Bakar screw prop dan Adji prop X.3

Hasil uji coba screw dan Adji prop X.3 pada kapal seperti terlihat pada tabel

5.5 di bawah ini.

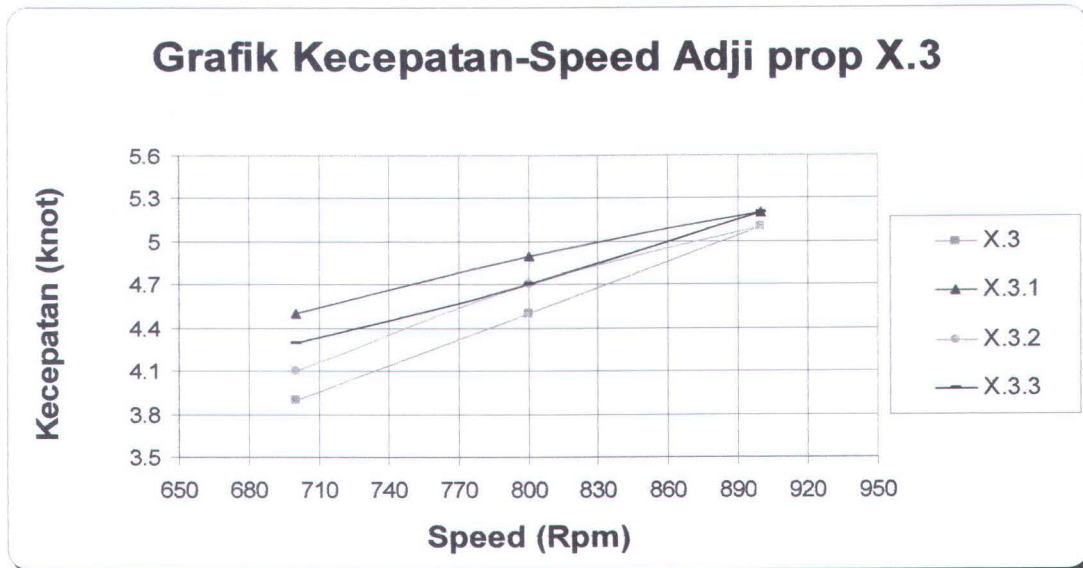
Tabel 5.5 Data hasil uji coba screw dan Adji prop X.3 pada kapal

Rpm	Data	Screw Prop X.3			Adji Prop X.3.1			Adji Prop X.3.2			Adji Prop X.3.3		
		A	B	\bar{v}	A	B	\bar{v}	A	B	\bar{v}	A	B	\bar{v}
900	V(knots)	5.0	5.2	5.1	5.2	5.2	5.2	5.0	5.2	5.1	5.1	5.3	5.2
	FOC(ml)	45	55	50	70	70	70	40	40	40	35	45	40
	t (menit)	4.20	4.04	4.12	4.04	4.04	4.04	4.20	4.04	4.12	4.12	3.96	4.04
800	V(knots)	4.4	4.6	4.5	4.9	4.9	4.9	4.6	4.8	4.7	4.6	4.8	4.7
	FOC(ml)	30	40	35	40	40	40	35	35	35	35	35	35
	t (menit)	4.77	4.57	4.67	4.29	4.29	4.29	4.57	4.38	4.47	4.57	4.38	4.47
700	V(knots)	3.8	4.0	3.9	4.4	4.6	4.5	4.0	4.2	4.1	4.2	4.4	4.3
	FOC(ml)	25	35	30	25	35	30	25	35	30	25	35	30
	t (menit)	5.53	5.25	5.38	4.77	4.57	4.67	5.25	5.00	5.12	5.00	4.77	4.88

Pada putaran 900 rpm, Adji prop X.3.1 mengalami kenaikan kecepatan sebesar 1.96%, pada putaran 800 rpm naik menjadi 8.89% dan pada putaran 700 rpm mengalami kenaikan yang cukup signifikan, yaitu 15.38% dibandingkan dengan kecepatan screw prop X.3. Berbeda dengan Adji prop X.3.1 yang mengalami kenaikan kecepatan pada putaran 900 rpm, Adji prop X.3.2 tidak mengalami kenaikan kecepatan. Akan tetapi pada putaran 800 rpm Adji prop X.3.2 mengalami kenaikan sebesar 4.44% dan mengalami kenaikan sebesar 5.13% pada putaran 700 rpm. Untuk yang terakhir, Adji prop X.3.3 mengalami kenaikan kecepatan sebesar 1.96% pada putaran 900 rpm, 4.44% pada putaran 800 rpm dan mengalami kenaikan sebesar 10.26% pada putaran 700 rpm.

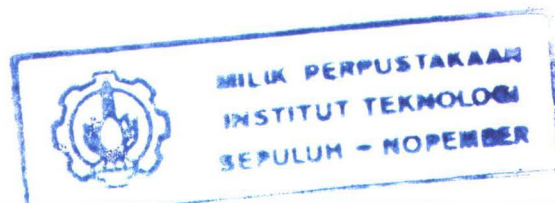


Dari penjelasan diatas, dapat ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mengetahui trend kenaikan atau penurunan kecepatan Adji prop X.3 dibandingkan dengan screw prop X.3, seperti gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Hubungan \dot{m}_p dan V_s antara screw propeller dan Adji propeller X.3

Sama dengan pembahasan pemakaian bahan bakar sebelumnya, Adji prop X.3.1 mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 40% pada putaran 900 rpm, sedangkan pada putaran 800 rpm mengalami kenaikan 14.29% dan pada putaran 700 rpm tidak mengalami kenaikan. Untuk Adji prop X.3.2 pada putaran 900 rpm konsumsi bahan bakarnya justru lebih irit 20%, pada putaran 800 rpm dan 700 rpm tidak mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar. Demikian juga Adji prop X.3.3 konsumsi bahan bakarnya sama dengan Adji prop X.3.2. Konsumsi bahan bakar



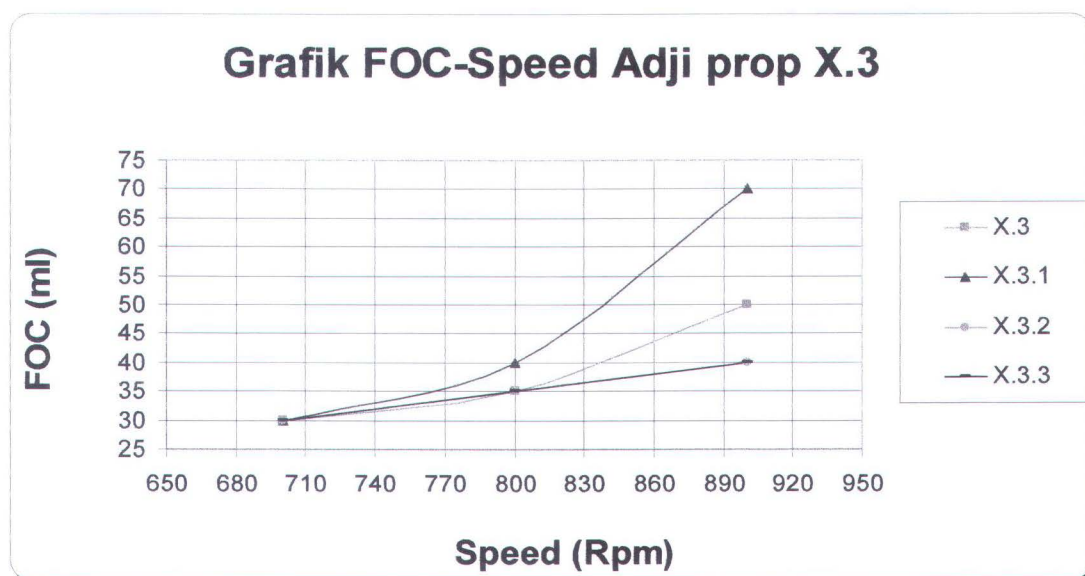


screw prop dan Adji prop X.3 yang ditampilkan dalam bentuk tabel akan tampak seperti tabel 5.6 dibawah ini.

Tabel 5.6 Konsumsi bahan bakar (ml/menit) screw prop dan Adji prop X.3

Rpm	Screw prop X.3	Adji prop X.3.1	Adji prop X.3.2	Adji prop X.3.3
900	12.14	17.33	9.71	9.90
800	7.50	9.33	7.83	7.83
700	5.57	6.43	5.86	6.14

Kemudian untuk mempermudah pembacaan trendnya, dapat ditampilkan dalam bentuk grafik seperti berikut.



Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Hubungan \dot{n}_p dan FOC antara screw propeller dan Adji propeller X.3



Dari gambar 5.5 dan gambar 5.6 dapat ditarik kesimpulan bahwa Adji prop X.3 mengalami kenaikan kecepatan yang cukup signifikan pada putaran 700 rpm, sedangkan konsumsi bahan bakarnya tidak mengalami kenaikan seperti yang terlihat pada gambar 5.6.

5.2 Perhitungan Daya yang Dihasilkan Oleh Screw prop dan Adji prop

Dari uji coba pada kapal kita bisa menghitung berapa daya yang mampu dihasilkan oleh screw propeller dan Adji propeller. Pengolahan data pada lampiran B.3 menunjukkan besarnya daya yang dihasilkan oleh screw prop dan Adji prop, sedangkan dari lampiran B.5 dapat diketahui kenaikan atau penurunan (dalam %) daya yang dihasilkan oleh screw propeller dan Adji propeller.

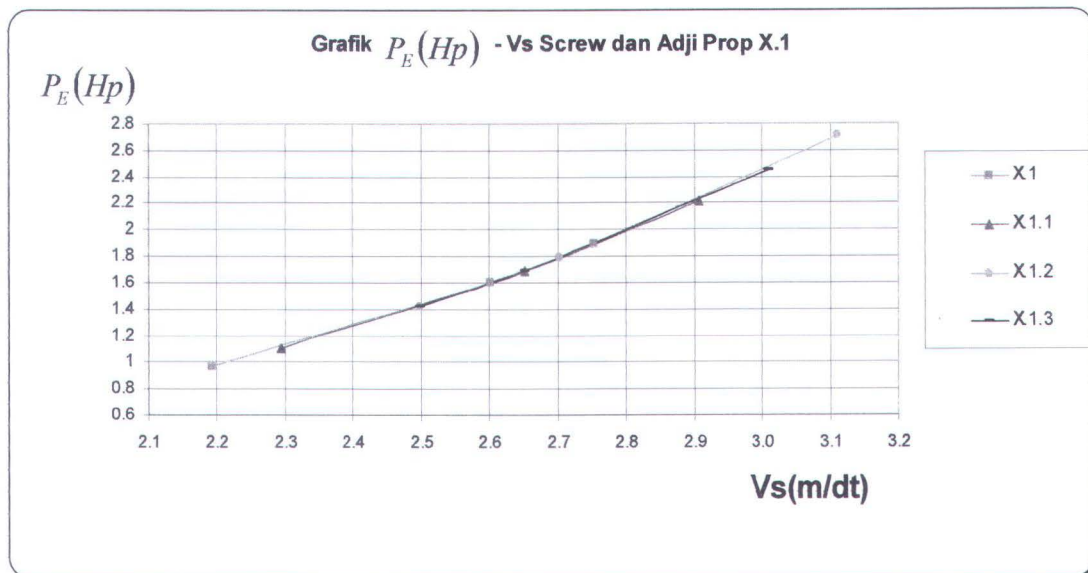
5.2.1 Perhitungan daya yang dihasilkan oleh Screw Prop dan Adji Prop X.1

Dari lampiran B.3 dapat diketahui daya yang dihasilkan screw prop X.1 pada putaran 900 rpm adalah 1.89 Hp, pada putaran 800 rpm 1.60 Hp dan pada putaran 700 rpm menghasilkan daya sebesar 0.97 Hp. Untuk Adji prop X.1.1 pada putaran 900 rpm menghasilkan daya sebesar 2.22 Hp, pada putaran 800 rpm 1.69 Hp dan pada putaran 700 rpm menghasilkan daya sebesar 1.11 Hp. Adji prop X.1.2 menghasilkan daya sebesar 2.71 Hp pada putaran 900 rpm, 1.79 Hp pada putaran 800 rpm dan 1.42 Hp pada putaran 700 rpm. Kemudian pada Adji prop X.1.3 menghasilkan daya



sebesar 2.46 Hp pada putaran 900 rpm, 1.69 Hp pada putaran 800 rpm dan 1.42 Hp pada putaran 700 rpm.

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dianalisa apakah terjadi penambahan daya dengan menggunakan Adji prop X.1. Lampiran B.5 menunjukkan terjadinya kenaikan daya yang dihasilkan oleh Adji Prop X.1.1 pada putaran 900 rpm sebesar 17.24%, pada putaran 800 rpm 5.88% dan pada putaran 700 rpm sebesar 14.29%. Kemudian Adji prop X.1.2 mengalami kenaikan daya sebesar 43.13% pada putaran 900 rpm, pada putaran 800 rpm mengalami kenaikan daya sebesar 11.98% dan pada putaran 700 rpm sebesar 46.80%. Untuk Adji prop X.1.3 pada putaran 900 rpm meningkat sebesar 29.75%, 5.88% pada putaran 800 rpm dan pada putaran 700 rpm mengalami kenaikan daya sebesar 46.80%. Dari analisa diatas dapat ditampilkan dalam bentuk grafik seperti di bawah ini.



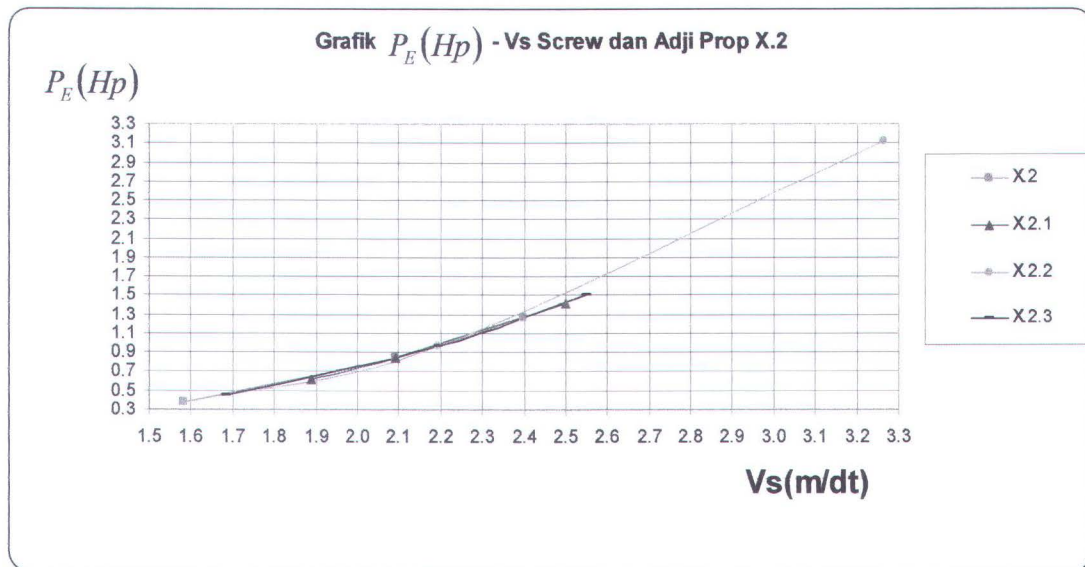
Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Hubungan P_E dan Vs antara screw propeller dan Adji propeller X.1

5.2.2 Perhitungan daya yang dihasilkan oleh Screw Prop dan Adji Prop X.2

Dari lampiran B.3 dapat diketahui daya yang dihasilkan screw prop X.2 pada putaran 600 rpm adalah 1.26 Hp, pada putaran 500 rpm 0.84 Hp dan pada putaran 400 rpm menghasilkan daya sebesar 0.37 Hp. Untuk Adji prop X.2.1 pada putaran 600 rpm menghasilkan daya sebesar 1.42 Hp, pada putaran 500 rpm 0.84 Hp dan pada putaran 400 rpm menghasilkan daya sebesar 0.62 Hp. Adji prop X.2.2 menghasilkan daya sebesar 3.12 Hp pada putaran 600 rpm, 0.97 Hp pada putaran 500 rpm dan 0.37 Hp pada putaran 400 rpm. Kemudian pada Adji prop X.3.3 menghasilkan daya sebesar 1.51 Hp pada putaran 600 rpm, 0.97 Hp pada putaran 500 rpm dan 0.45 Hp pada putaran 400 rpm.



Dari hasil perhitungan tersebut dapat dianalisa apakah terjadi penambahan daya dengan menggunakan Adji prop X.2. Lampiran B.5 menunjukkan terjadinya kenaikan daya yang dihasilkan oleh Adji Prop X.2.1 pada putaran 600 rpm sebesar 13.03%, pada putaran 500 rpm 0.00% dan pada putaran 400 rpm sebesar 68.10%. Kemudian Adji prop X.2.2 mengalami kenaikan daya sebesar 147.94% pada putaran 600 rpm, pada putaran 500 rpm mengalami kenaikan daya sebesar 15.02% dan pada putaran 400 rpm sebesar 0.00%. Untuk Adji prop X.2.3 pada putaran 600 rpm meningkat sebesar 19.95%, 15.02% pada putaran 500 rpm dan pada putaran 400 rpm mengalami kenaikan daya sebesar 20.14%. Untuk mempermudah pembacaan trendnya, dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dibawah ini.



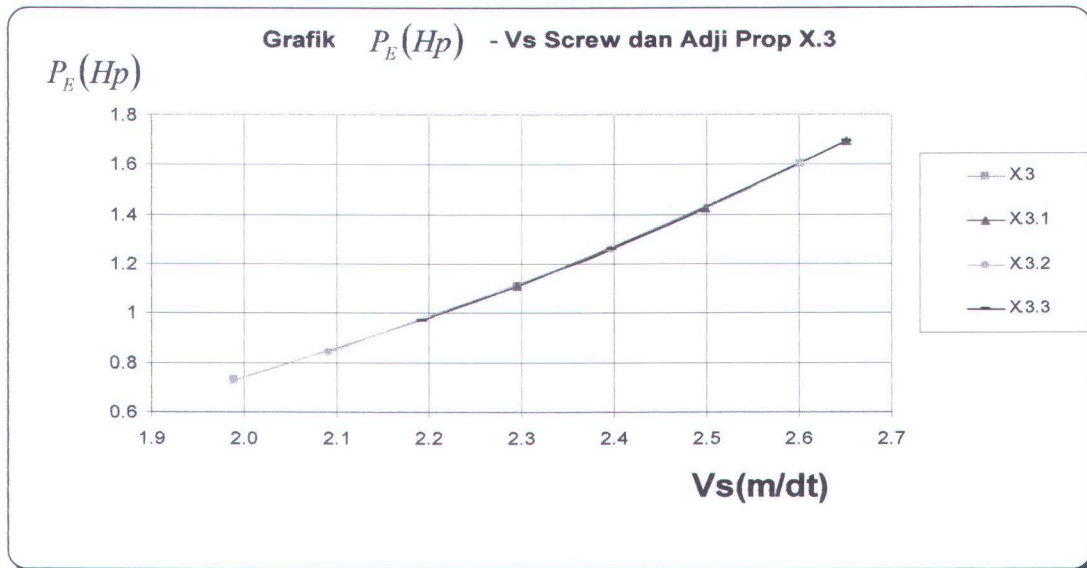
Gambar 5.8 Grafik Perbandingan Hubungan P_E dan V_s antara screw propeller dan Adji propeller X.2



5.2.3 Perhitungan daya yang dihasilkan oleh Screw Prop dan Adji Prop X.3

Dari lampiran B.3 dapat diketahui daya yang dihasilkan screw prop X.3 pada putaran 900 rpm adalah 1.60 Hp, pada putaran 800 rpm 1.11 Hp dan pada putaran 700 rpm menghasilkan daya sebesar 0.73 Hp. Untuk Adji prop X.3.1 pada putaran 900 rpm menghasilkan daya sebesar 1.69 Hp, pada putaran 800 rpm 1.42 Hp dan pada putaran 700 rpm menghasilkan daya sebesar 1.11 Hp. Adji prop X.3.2 menghasilkan daya sebesar 1.60 Hp pada putaran 900 rpm, 1.26 Hp pada putaran 800 rpm dan 0.84 Hp pada putaran 700 rpm. Kemudian pada Adji prop X.3.3 menghasilkan daya sebesar 1.69 Hp pada putaran 900 rpm, 1.26 Hp pada putaran 800 rpm dan 0.97 Hp pada putaran 700 rpm.

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dianalisa apakah terjadi penambahan daya dengan menggunakan Adji prop X.3. Lampiran B.5 menunjukkan terjadinya kenaikan daya yang dihasilkan oleh Adji Prop X.3.1 pada putaran 900 rpm sebesar 5.88%, pada putaran 800 rpm 28.44% dan pada putaran 700 rpm sebesar 52.26%. Kemudian Adji prop X.3.2 mengalami kenaikan daya sebesar 0.00% pada putaran 900 rpm, pada putaran 800 rpm mengalami kenaikan daya sebesar 13.63% dan pada putaran 700 rpm sebesar 15.82%. Untuk Adji prop X.3.3 pada putaran 900 rpm meningkat sebesar 5.88%, 13.63% pada putaran 800 rpm dan pada putaran 700 rpm mengalami kenaikan daya sebesar 33.22%. Untuk mempermudah pembacaan trend kenaikan atau penurunannya, dapat dilihat pada gambar 5.9 dibawah ini.



Gambar 5.9 Grafik Perbandingan Hubungan P_E dan Vs antara screw propeller dan Adji propeller X.3

5.3 Uji Coba Screw Prop dan Adji Prop Pada Water circulating tank

5.3.1 Uji coba Screw prop dan Adji propeller X.1 pada water circulating tank

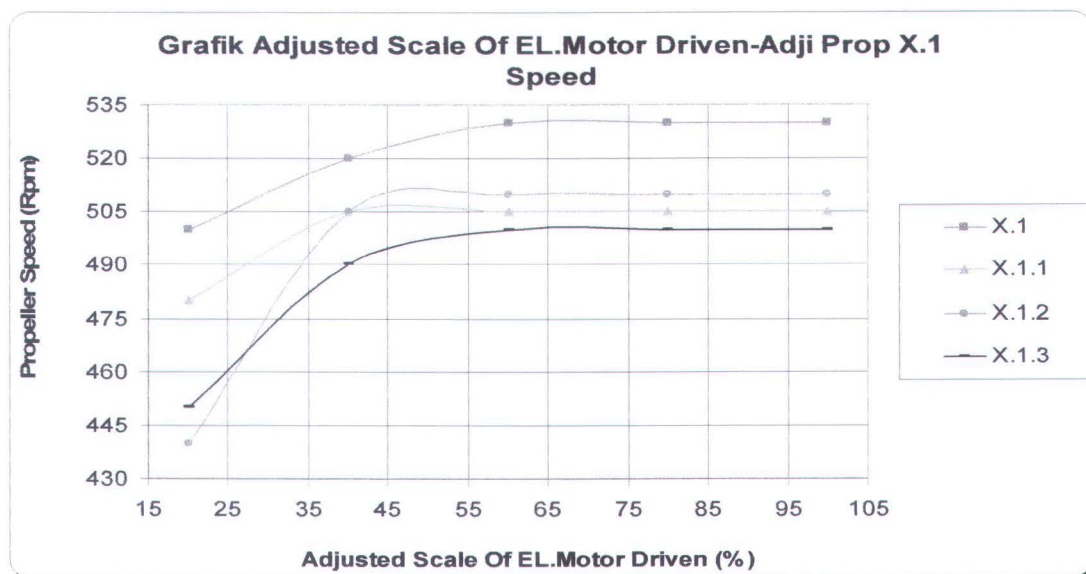
Dari uji coba water tunnel diperoleh data kemampuan screw propeller dan Adji propeller dalam mencapai speed (rpm) dan Va (meter/dt) pada masing-masing persen daya yang diberikan motor listrik. Seperti yang di tunjukkan pada tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Hasil uji coba screw prop dan Adji prop X.1 pada water circulating tank

% Daya	Screw Prop X.1				Adji Prop X.1.1				Adji Prop X.1.2				Adji Prop X.1.3			
	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}
20	500	1.861	0.080	1.781	480	1.863	0.040	1.823	440	1.835	0.052	1.783	450	1.945	0.036	1.909
40	520	2.153	0.082	2.071	505	2.134	0.068	2.066	505	2.039	0.059	1.980	490	1.965	0.064	1.901
60	530	2.224	0.086	2.138	505	2.134	0.068	2.066	510	2.203	0.066	2.137	500	1.966	0.068	1.898
80	530	2.224	0.086	2.138	505	2.134	0.068	2.066	510	2.203	0.066	2.137	500	1.966	0.068	1.898
100	530	2.224	0.086	2.138	505	2.134	0.068	2.066	510	2.203	0.066	2.137	500	1.966	0.068	1.898



Dari tabel 5.7 bisa dilihat untuk screw prop X.1 mampu mencapai speed (rpm) tertinggi bila dibandingkan dengan Adji prop X.1 di semua scala persen daya, ini berarti bahwa Adji prop X.1 memberikan kontribusi penambahan beban bila dibandingkan dengan screw prop X.1. Dari tabel diatas bisa dibuat grafik hubungan scala daya (%) dan pencapaian speed (rpm) seperti yang terlihat pada gambar 5.10 berikut.

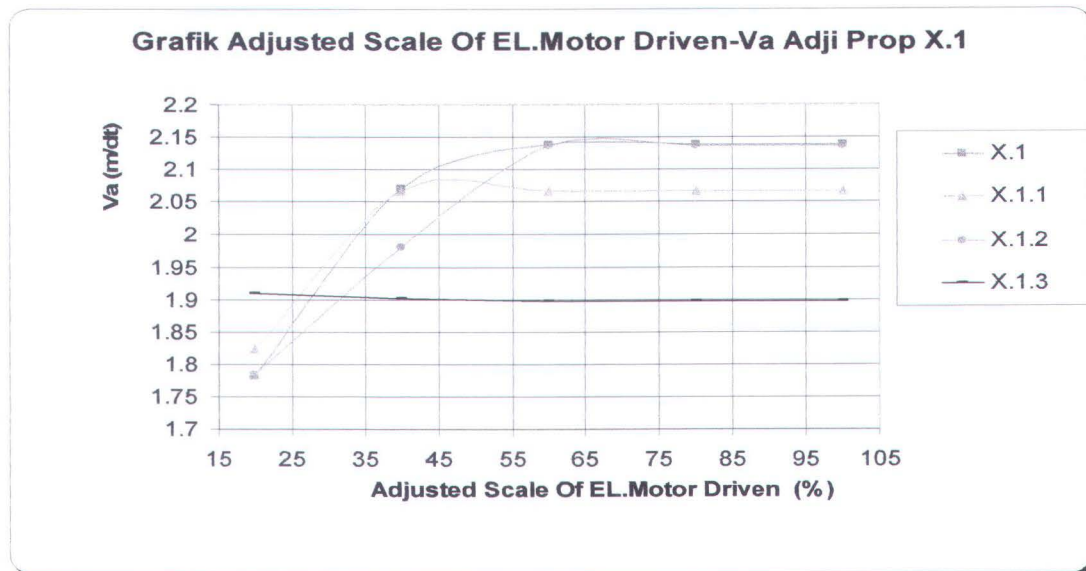


Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Hubungan Daya motor (%) dan Π_p antara screw propeller dan Adji propeller X.1

Va untuk Adji prop X.1 pada scala 20% daya mengalami peningkatan dibandingkan dengan screw prop, akan tetapi pada scala 40%, 60%, 80% dan 100% daya Va Adji prop mengalami penurunan. Trend kenaikan dan penurunan Va seperti



yang terlihat pada gambar 5.11 dibawah ini. Untuk kenaikan dan penurunan V_a dalam persen, tercantum dalam lampiran B.4.



Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Hubungan Daya motor (%) dan V_a antara screw propeller dan Adji propeller X.1

Dari grafik 5.2 dan grafik 5.3 bisa kita lihat bahwa kemampuan propeller mencapai speed (rpm) pada masing-masing persen daya motor berbanding lurus dengan Speed of Advance (V_a), ini berarti propeller yang mampu mencapai speed (rpm) yang tinggi akan mempunyai V_a yang tinggi juga pada daya yang sama.

5.3.2 Uji coba Screw prop dan Adji propeller X.2 pada water circulating tank

Dari uji coba water tunnel diperoleh data kemampuan screw propeller dan Adji propeller dalam mencapai speed (rpm) dan V_a (meter/dt) pada masing-masing

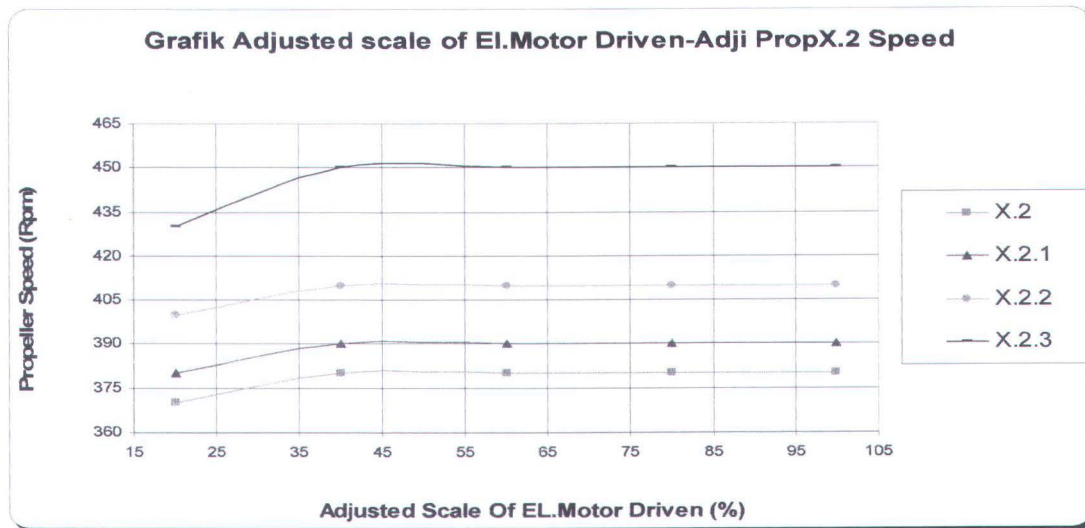


persen daya yang diberikan motor listrik. Seperti yang di tunjukkan pada tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Hasil uji coba screw prop dan Adji prop X.2 pada water circulating tank

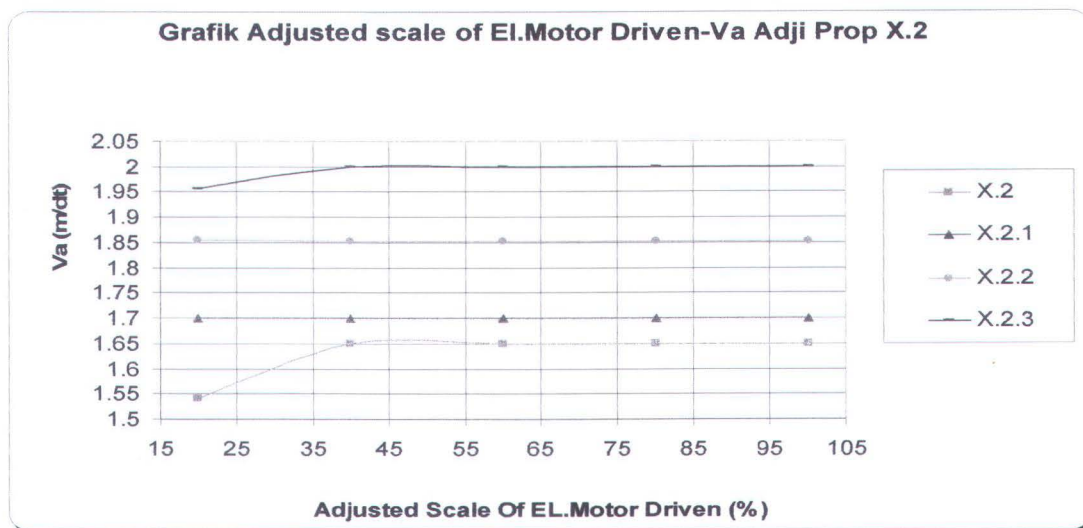
% Daya	Screw Prop X.2				Adji Prop X.2.1				Adji Prop X.2.2				Adji Prop X.2.3			
	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}
20	370	1.576	0.035	1.541	380	1.731	0.032	1.699	400	1.889	0.034	1.855	430	1.990	0.033	1.957
40	380	1.689	0.040	1.649	390	1.733	0.033	1.700	410	1.893	0.040	1.853	450	2.050	0.050	2.000
60	380	1.689	0.040	1.649	390	1.733	0.033	1.700	410	1.893	0.040	1.853	450	2.050	0.050	2.000
80	380	1.689	0.040	1.649	390	1.733	0.033	1.700	410	1.893	0.040	1.853	450	2.050	0.050	2.000
100	380	1.689	0.040	1.649	390	1.733	0.033	1.700	410	1.893	0.040	1.853	450	2.050	0.050	2.000

Dari tabel 5.8 bisa dilihat untuk screw prop X.2.3 mampu mencapai speed (rpm) tertinggi bila dibandingkan dengan Adji prop X.2 yang lain di semua scala persen daya, termasuk dibandingkan dengan screw propeller. Screw propeller berada pada putaran paling bawah dibandingkan dengan Adji propeller, ini berarti Adji prop X.2 mempunyai beban lebih kecil dibandingkan dengan screw prop, sehingga Adji prop mampu mencapai putaran lebih tinggi. Dari tabel diatas bisa dibuat grafik hubungan scala daya (%) dan pencapaian speed (rpm) seperti yang terlihat pada gambar 5.12 berikut.



Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Hubungan Daya motor (%) dan \bar{N}_p antara screw propeller dan Adji propeller X.2

\bar{V}_a untuk screw prop dan Adji prop X.2 mempunyai trend yang sama dengan trend pencapaian putaran. Untuk kenaikannya dalam % dapat dilihat pada lampiran B.4. Trend kenaikan dan penurunan \bar{V}_a seperti yang terlihat pada gambar 5.13 dibawah ini.



Gambar 5.13 Grafik Perbandingan Hubungan Daya motor (%) dan \bar{V}_a antara screw propeller dan Adji propeller X.2

Pencapaian putaran dan \bar{V}_a antara screw prop dan Adji prop mempunyai kecenderungan yang sama pada semua skala daya motor. Pencapaian putaran (rpm) screw prop dan Adji prop berbanding lurus dengan \bar{V}_a .

5.3.3 Uji coba Screw prop dan Adji propeller X.3 pada water tunnel

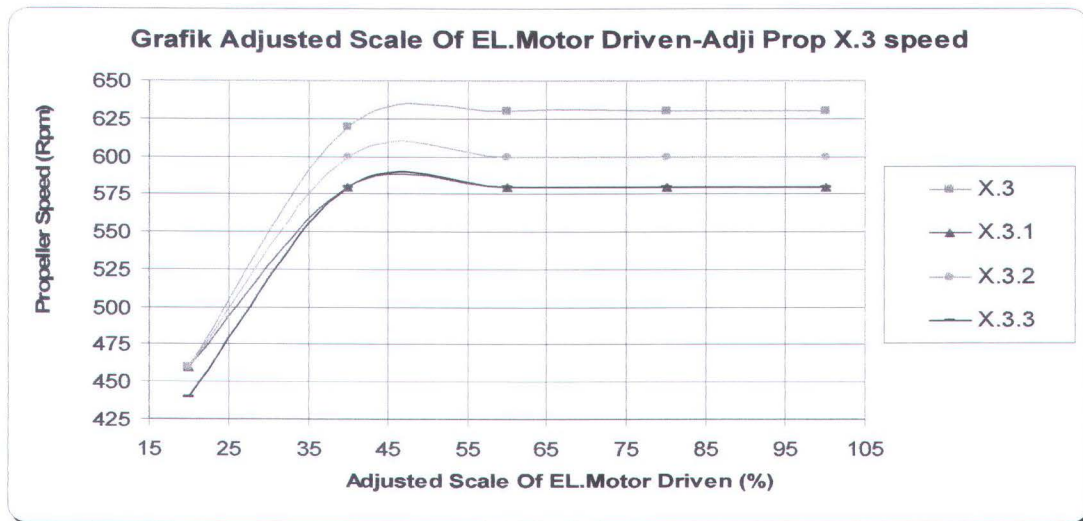
Dari uji coba water tunnel diperoleh data kemampuan screw propeller dan Adji propeller dalam mencapai speed (rpm) dan V_a (meter/dt) pada masing-masing persen daya yang diberikan motor listrik. Seperti yang di tunjukkan pada tabel 5.8 sebagai berikut.



Tabel 5.9 Data hasil uji coba screw prop dan Adji prop X.3 pada water tunnel

% Daya	Screw Prop X.1				Adji Prop X.3.1				Adji Prop X.3.2				Adji Prop X.3.3			
	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	\bar{v}
20	460	1.877	0.031	1.846	460	1.890	0.031	1.859	460	1.881	0.011	1.870	440	1.851	0.003	1.848
40	620	2.533	0.055	2.478	580	2.364	0.036	2.328	600	2.509	0.035	2.474	580	2.374	0.033	2.341
60	630	2.562	0.058	2.504	580	2.364	0.036	2.328	600	2.509	0.035	2.474	580	2.374	0.033	2.341
80	630	2.562	0.058	2.504	580	2.364	0.036	2.328	600	2.509	0.035	2.474	580	2.374	0.033	2.341
100	630	2.562	0.058	2.504	580	2.364	0.036	2.328	600	2.509	0.035	2.474	580	2.374	0.033	2.341

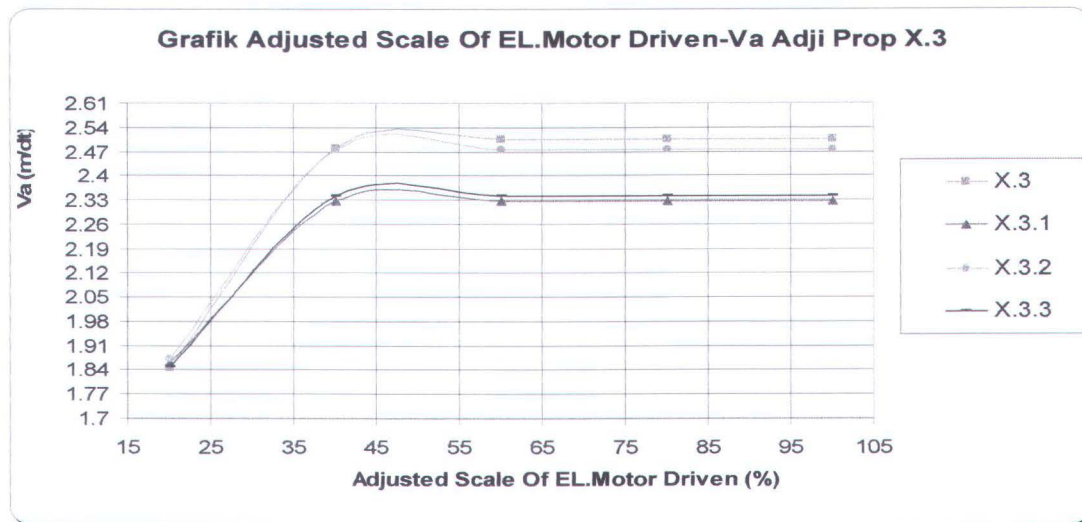
Dari tabel 5.9 bisa dilihat untuk screw prop X.3 mampu mencapai speed (rpm) tertinggi pada skala daya 40 %,60%,80% dan 100%, akan tetapi sama pada skala 20% dengan Adji prop X.3.1 dan X.3.2. Screw propeller berada pada putaran paling atas dibandingkan dengan Adji propeller, ini berarti Adji prop X.3 mempunyai beban lebih besar dibandingkan dengan screw prop, sehingga screw prop mampu mencapai putaran lebih tinggi. Dari tabel diatas bisa dibuat grafik hubungan skala daya (%) dan pencapaian speed (rpm) seperti yang terlihat pada gambar 5.14 berikut.



Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Hubungan Daya motor (%) dan n_p antara screw propeller dan Adji propeller X.3



Untuk trend kenaikan dan penurunan \bar{V}_a screw prop dan Adji prop dapat dilihat pada lampiran B.4, dan pada gambar 5.15 dibawah ini.



Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Hubungan Daya motor (%) dan \bar{V}_a antara screw propeller dan Adji propeller X.3

Pencapaian putaran dan \bar{V}_a antara screw prop dan Adji prop mempunyai kecenderungan yang sama pada semua skala daya motor. Pencapaian putaran (rpm) screw prop dan Adji prop berbanding lurus dengan \bar{V}_a .

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka dapat ditarik suatu kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- √ Desain sirip pada Adji propeller disamping harus bisa memberikan thrust tambahan pada screw propeller, juga harus mampu mengarahkan aliran dibagian back propeller sehingga kecepatan aliran dibagian back menjadi lebih cepat.
- √ Dari hasil uji coba pada kapal, kecepatan kapal dengan menggunakan Adji propeller (propeller hasil redesain) mengalami kecenderungan naik pada semua tipe propeller, yaitu Adji prop X.1, Adji prop X.2 dan Adji prop X.3.
- √ Dari hasil uji coba pada kapal, Adji prop X.1.2 mengalami kenaikan kecepatan paling tinggi untuk type propeller X.1 yaitu 12,96% pada putaran maksimum (900 rpm). Pada type propeller X.2, kecepatan Adji prop X.2.2 mengalami kenaikan paling tinggi, yaitu 36.17% pada putaran maksimum (600 rpm). Dan pada type propeller X.3, kecepatan Adji prop X.3.1 mengalami kenaikan kecepatan pada semua putaran.



- √ Dari hasil analisa dapat disimpulkan, Adji propeller X.2.2 mampu menghasilkan power thrust (energi saving) sebesar 147.94% pada putaran maksimum (600 rpm).
- √ Pada uji coba lab Adji prop X.2 mampu mencapai putaran (np) jauh diatas putaran (np) screw prop. Dan untuk kenaikan \bar{V}_a mampu mencapai 27% lebih dibandingkan dengan screw propeller.

5.2 SARAN

Guna memperbaiki penelitian selanjutnya, kiranya penulis perlu memberikan saran untuk memperbaikinya sebagai berikut;

- √ Propeller yang digunakan sebaiknya standart series dan balance baik bentuk maupun beratnya.
- √ Adanya proses engine-propeller matching terlebih dahulu sebelumnya.
- √ Dalam proses produksi (pembuatan) dari desain harus menggunakan alat yang lebih presisi, semisal pengecoran atau bahkan CNC.
- √ Jarak dalam uji coba kapal harus lebih jauh untuk mengetahui perbedaan konsumsi bahan bakarnya (selisihnya akan lebih besar)

DAFTAR PUSTAKA

- Barli, I Putu (2003), Perancangan air propeller untuk wahana ekranoplan, Jurusan teknik sistem perkapalan-FTK-ITS, Surabaya.
- Breslin, John P. dan Andersen, Poul, (1994), Hydrodynamics of ship propellers, Department of ocean engineering, the technical university of Denmark.
- Carlton, J.S. (1994), Marine propellers and propulsion, Technical Investigation, propulsion and Environment engineering Department, Lloyd's Register, Butterworth-Heinemann.
- Gerr, Dave, (1989), Propeller Handbook, International Marine Camden, Maine.
- Harvald, A.A., (1983), Resistance and Propulsion of Ships, Department of Ocean Engineering, The Technical University of Denmark, Lyngby.
- O'Brien,P.P, (1962), The Design of Marine Screw Propeller, Member of the ship design national physical laboratory formerly of the ship propeller company.
- Pratikto, W.A. dan Orianti, M., Mekanika Fluida, FTK-ITS, Surabaya.
- Saunders, Harold. E, (1957), Hydrodynamics in ship design, The society of Naval Architects and Marine Engineer, New York.
- Streeter, Victor. L, (1999), Mekanika Fluida edisi Delapan Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Sujantoko, (1999), Hand Out Tahanan dan Propulsi, Program Pendidikan Tinggi Teknik FTK-ITS, Surabaya.
- Suryo, W.A. (1998), Engine – Propeller Matching, diktat kuliah propulsi, Teknik Sistem Perkapalan – ITS, Surabaya
- Suryo, W.A. (1999), Comp Assisted learning on Ship Propulsion, CD ROM-LPIU-ITS, Surabaya
- Suryo, W.A. (2001), Propeller Design, diktat kuliah propulsi, Teknik Sistem Perkapalan – ITS, Surabaya
- Wartono, Maharjo, (1999), Hand Out Propulsi Kapal I, Program Pendidikan Tinggi Teknik FTK-ITS, Surabaya.

LAMPIRAN A
FOTO PENGAMBILAN DATA

FOTO
UJI COBA PROPELER PADA KAPAL
(Kenjeran - 9 Januari 2004)



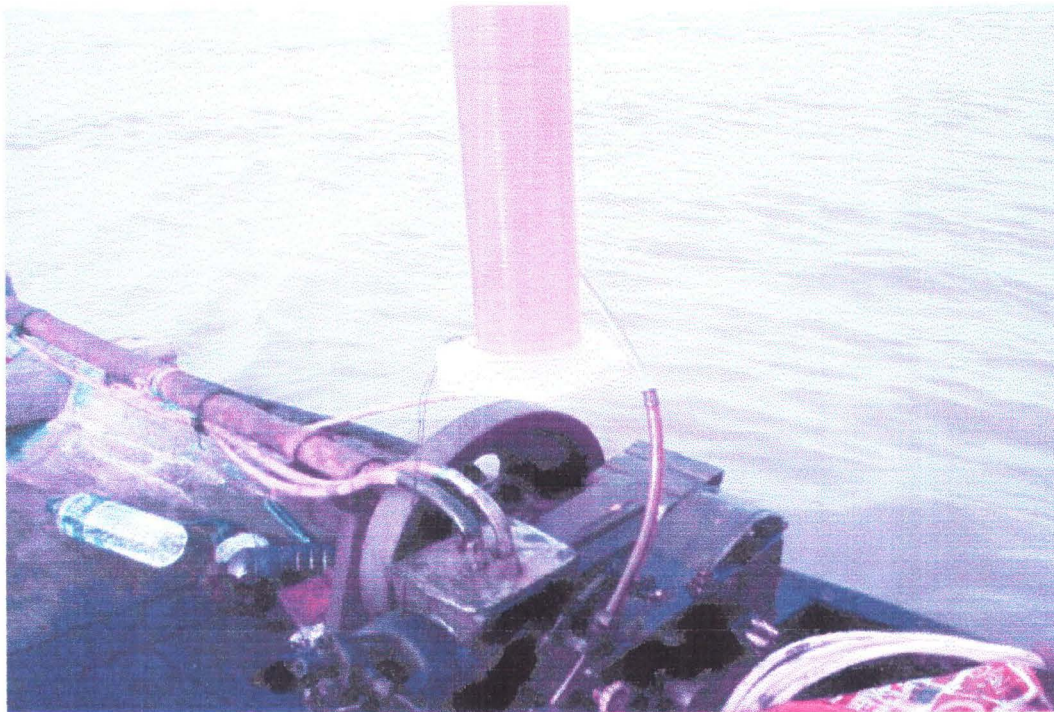
Gambar A.1 Kapal sebelum persiapan uji coba dilakukan



Gambar A.2 Crew uji coba propeller pada kapal



Gambar A.3 Pemasangan propeller sebelum berangkat



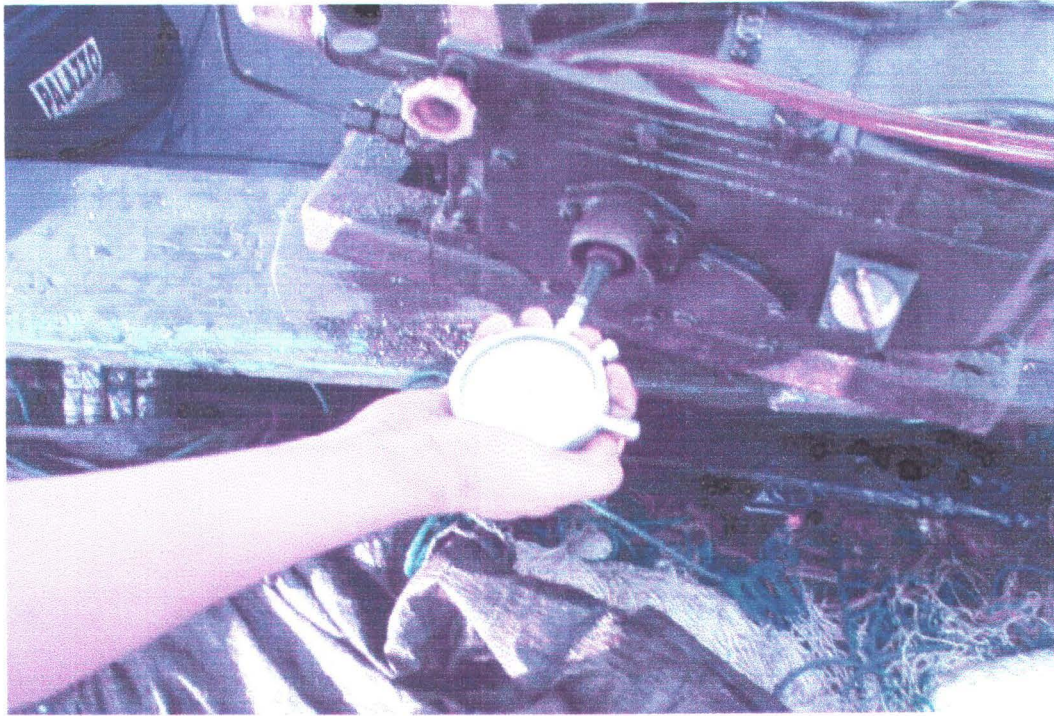
Gambar A.4 Penempatan bahan bakar (mengetahui FOC)



Gambar A.5 Pengesetan GPS (pengukur jarak dan kecepatan)



Gambar A.6 Gambar HP (sebagai stop watch)



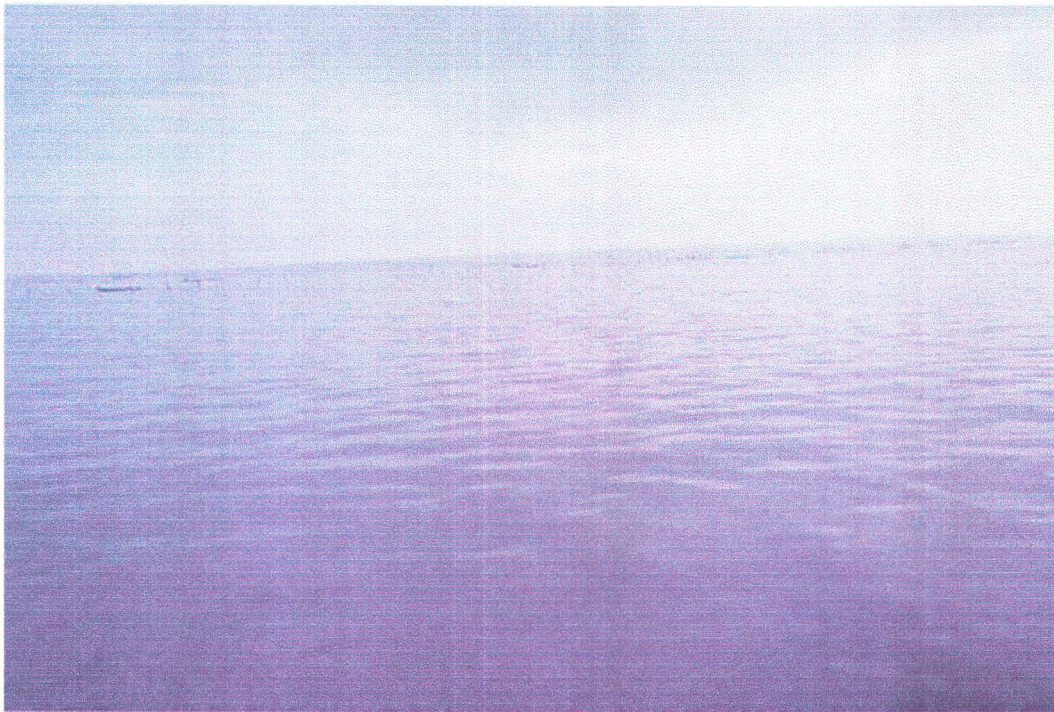
Gambar A.7 Tacho meter (untuk pengesetan speed)



Gambar A.8 Proses pencatatan hasil uji coba (kecepatan, FOC dan waktu)



Gambar A.9 Proses penggantian propeller



Gambar A.10 Kondisi perairan saat pengambilan data



Gambar A.11 Pengambilan data selesai



Gambar A.12 Suasana pantai saat uji coba selesai

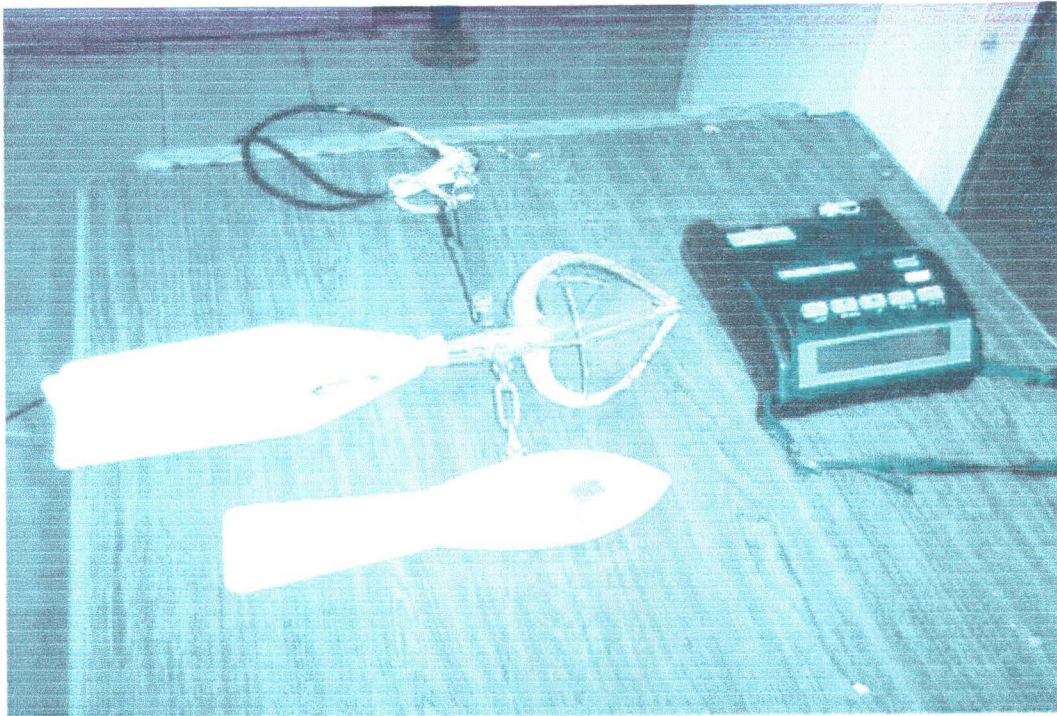
FOTO
UJI COBA PROPELLER PADA WATER TUNNEL
(LAB Sietem Teknik Sistem Perkapalan-FTK-ITS – 15 januari 2004)



Gambar A.13 Suasana LAB sebelum uji coba



Gambar A.14 Gambar persiapan percobaan



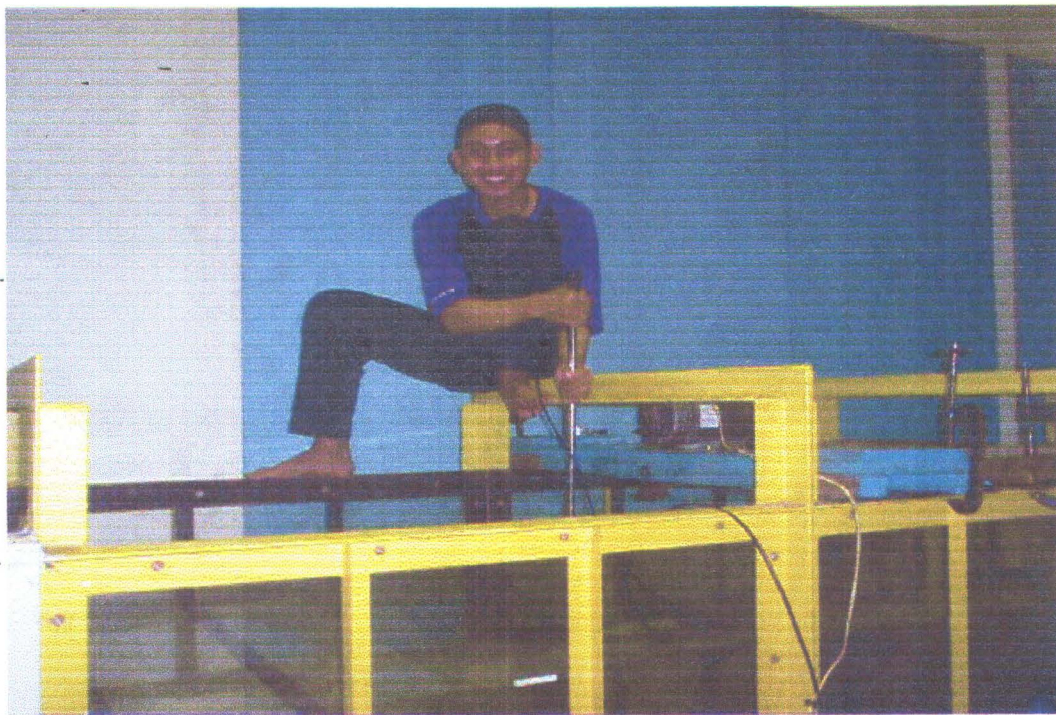
Gambar A.15 Current meter (untuk mengetahui kecepatan arus)



Gambar A.16 Pemasangan propeler



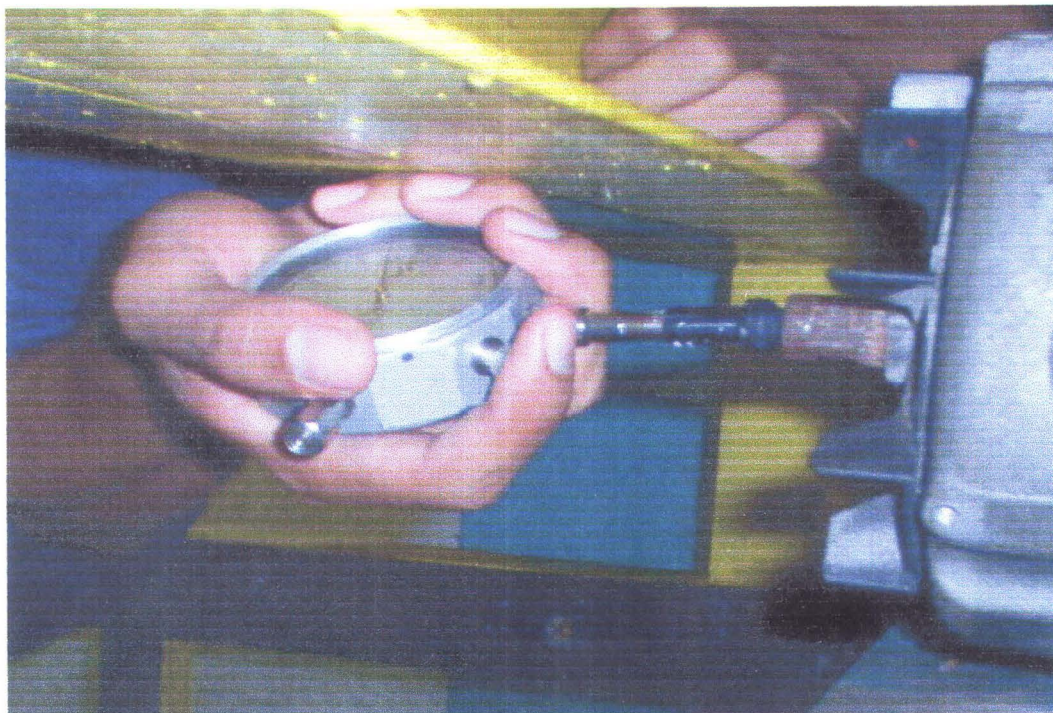
Gambar A.17 Posisi current meter dibelakang propeler



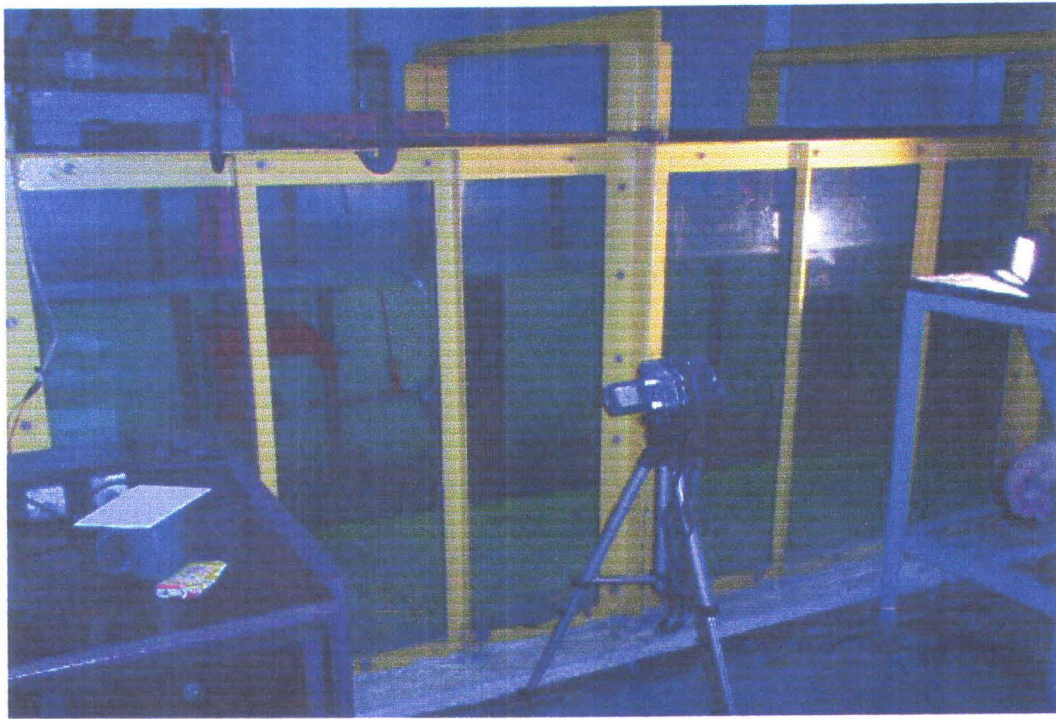
Gambar A.18 Posisi pengambilan data current meter



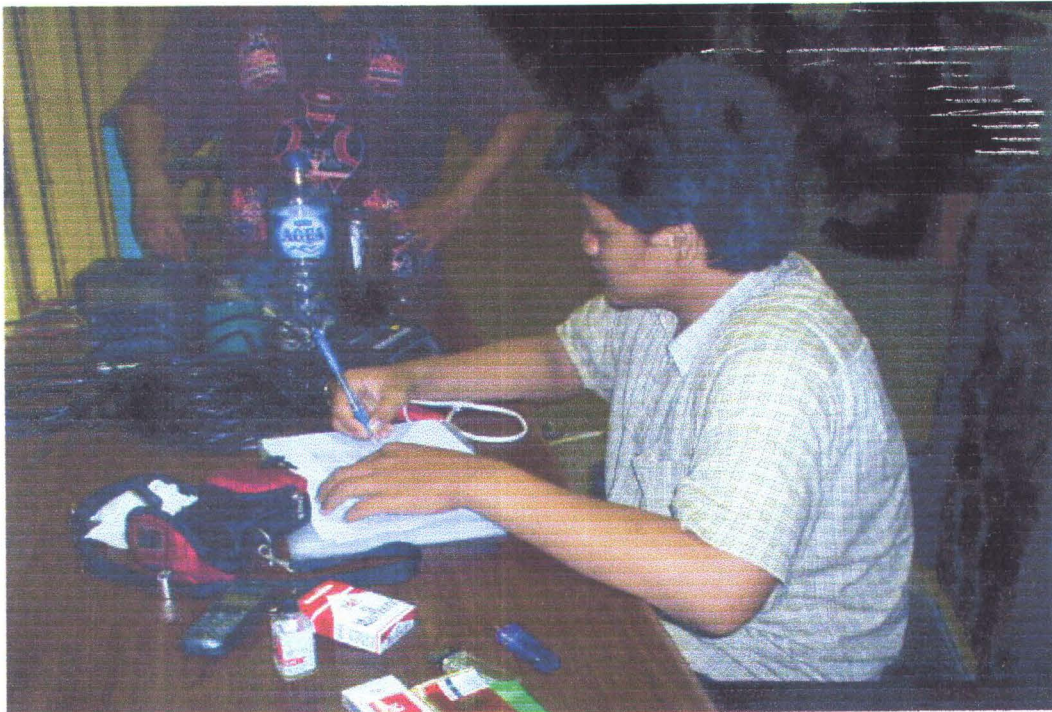
Gambar A. 19 Posisi current meter di depan propeler



Gambar A.20 Pengambilan data speed motor



Gambar A.21 Pengambilan data visual (Handy cam)



Gambar A.22 Proses pencatatan data



Gambar A.23 pengambilan data selesai

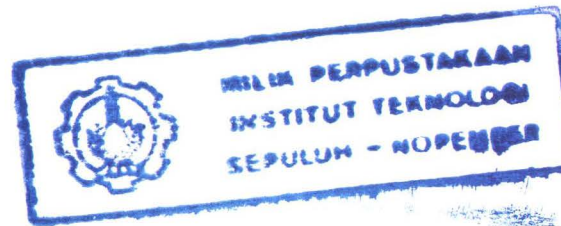
LAMPIRAN B
DATA HASIL UJI COBA

B.1 Data Pengukuran Uji Coba Pada Kapal

Rpm	Data	Screw Prop X.1			Adji Prop X.1.1			Adji Prop X.1.2			Adji Prop X.1.3		
		A	B	(A+B)/2	A	B	(A+B)/2	A	B	(A+B)/2	A	B	(A+B)/2
900	V(knots)	5.3	5.5	5.4	5.6	5.8	5.7	6.0	6.2	6.1	5.8	6.0	5.9
	FOC(ml)	95	105	100	115	125	120	80	120	100	90	120	105
	t (menit)	3.76	3.62	3.69	3.60	3.40	3.50	3.35	3.20	3.28	3.42	3.30	3.36
800	V(knots)	5.0	5.2	5.1	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.0	5.4	5.2
	FOC(ml)	45	45	45	55	55	55	55	55	55	50	70	60
	t (menit)	4.00	3.84	3.92	3.85	3.80	3.83	3.76	3.70	3.73	4.00	3.69	3.85
700	V(knots)	4.3	4.3	4.3	4.4	4.6	4.5	4.7	5.1	4.9	4.9	4.9	4.9
	FOC(ml)	30	30	30	30	40	35	30	50	40	40	40	40
	t (menit)	4.68	4.60	4.64	4.57	4.40	4.49	4.37	4.00	4.19	4.09	4.00	4.05
Rpm	Data	Screw Prop X.2			Adji Prop X.2.1			Adji Prop X.2.2			Adji Prop X.2.3		
		A	B	(A+B)/2	A	B	(A+B)/2	A	B	(A+B)/2	A	B	(A+B)/2
600	V(knots)	4.6	4.8	4.7	4.8	5.0	4.9	6.3	6.5	6.4	5.0	5.0	5.0
	FOC(ml)	35	45	40	60	60	60	65	65	65	60	60	60
	t (menit)	4.37	4.18	4.28	4.38	4.20	4.29	3.33	3.23	3.28	4.20	4.20	4.20
500	V(knots)	4.0	4.2	4.1	4.0	4.2	4.1	4.1	4.5	4.3	4.3	4.3	4.3
	FOC(ml)	30	40	35	30	40	35	30	40	35	35	35	35
	t (menit)	5.05	4.80	4.93	5.25	5.00	5.12	5.12	4.67	4.88	4.88	4.88	4.88
400	V(knots)	3.0	3.2	3.1	3.6	3.8	3.7	3.0	3.2	3.1	3.3	3.3	3.3
	FOC(ml)	20	20	20	25	35	30	25	25	25	25	25	25
	t (menit)	6.80	6.36	6.58	5.83	5.53	5.68	7.00	6.56	6.77	6.36	6.36	6.36
Rpm	Data	Screw Prop X.3			Adji Prop X.3.1			Adji Prop X.3.2			Adji Prop X.3.3		
		A	B	(A+B)/2	A	B	(A+B)/2	A	B	(A+B)/2	A	B	(A+B)/2
900	V(knots)	5.0	5.2	5.1	5.2	5.2	5.2	5.0	5.2	5.1	5.1	5.3	5.2
	FOC(ml)	45	55	50	70	70	70	40	40	40	35	45	40
	t (menit)	4.20	4.04	4.12	4.04	4.04	4.04	4.20	4.04	4.12	4.12	3.96	4.04
800	V(knots)	4.4	4.6	4.5	4.9	4.9	4.9	4.6	4.8	4.7	4.6	4.8	4.7
	FOC(ml)	30	40	35	40	40	40	35	35	35	35	35	35
	t (menit)	4.77	4.57	4.67	4.29	4.29	4.29	4.57	4.38	4.47	4.57	4.38	4.47
700	V(knots)	3.8	4.0	3.9	4.4	4.6	4.5	4.0	4.2	4.1	4.2	4.4	4.3
	FOC(ml)	25	35	30	25	35	30	25	35	30	25	35	30
	t (menit)	5.53	5.25	5.38	4.77	4.57	4.67	5.25	5.00	5.12	5.00	4.77	4.88

B.2 Data Pengukuran Uji Coba Water Tunnel-Lab Sistem

% Daya	Screw Prop X.1				Adji Prop X.1.1					Adji Prop X.1.2				Adji Prop X.1.3			
	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)	Rpm		Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)
20	500	1.861	0.080	1.781	480	20	1.863	0.040	1.823	440	1.835	0.052	1.783	450	1.945	0.036	1.909
40	520	2.153	0.082	2.071	505	40	2.134	0.068	2.066	505	2.039	0.059	1.980	490	1.965	0.064	1.901
60	530	2.224	0.086	2.138	505	60	2.134	0.068	2.066	510	2.203	0.066	2.137	500	1.966	0.068	1.898
80	530	2.224	0.086	2.138	505	80	2.134	0.068	2.066	510	2.203	0.066	2.137	500	1.966	0.068	1.898
100	530	2.224	0.086	2.138	505	100	2.134	0.068	2.066	510	2.203	0.066	2.137	500	1.966	0.068	1.898
% Daya	Screw Prop X.2				Adji Prop X.2.1					Adji Prop X.2.2				Adji Prop X.2.3			
	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)	Rpm		Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)
20	370	1.576	0.035	1.541	380	20	1.731	0.032	1.699	400	1.889	0.034	1.855	430	1.990	0.033	1.957
40	380	1.689	0.040	1.649	390	40	1.733	0.033	1.700	410	1.893	0.040	1.853	450	2.050	0.050	2.000
60	380	1.689	0.040	1.649	390	60	1.733	0.033	1.700	410	1.893	0.040	1.853	450	2.050	0.050	2.000
80	380	1.689	0.040	1.649	390	80	1.733	0.033	1.700	410	1.893	0.040	1.853	450	2.050	0.050	2.000
100	380	1.689	0.040	1.649	390	100	1.733	0.033	1.700	410	1.893	0.040	1.853	450	2.050	0.050	2.000
% Daya	Screw Prop X.1				Adji Prop X.3.1					Adji Prop X.3.2				Adji Prop X.3.3			
	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)	Rpm		Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)	Rpm	Va b(m/dt)	Va d(m/dt)	Va(b-d)
20	460	1.877	0.031	1.846	460.0	20	1.890	0.031	1.859	460	1.881	0.011	1.870	440	1.851	0.003	1.848
40	620	2.533	0.055	2.478	580.0	40	2.364	0.036	2.328	600	2.509	0.035	2.474	580	2.374	0.033	2.341
60	630	2.562	0.058	2.504	580.0	60	2.364	0.036	2.328	600	2.509	0.035	2.474	580	2.374	0.033	2.341
80	630	2.562	0.058	2.504	580.0	80	2.364	0.036	2.328	600	2.509	0.035	2.474	580	2.374	0.033	2.341
100	630	2.562	0.058	2.504	580.0	100	2.364	0.036	2.328	600	2.509	0.035	2.474	580	2.374	0.033	2.341



B.3 Pengolahan Data Uji Coba Pada Kapal

Prop	Speed (rpm)	L (m)	B (m)	T (m)	Cb	V (m ³)	S (m ³)	g (m/dt ²)	V (knots)	V (m/dt)	FOC (mi)	Fn	Vk (m ² /dt)	Rn	ρ (kg/m ³)	CA	CAA	CAS	CR	CF	CT	Δ (kg)	Δ (Ton)	RT (N)	RT dinas (N)	RT dinas (KN)	PE (KW)	PE (Hp)	RT/Δ (KN/Ton)	PE/Δ (HP/Ton)
X.1	900	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.4	2.8	100	0.32	1.188E-06	17,613,586	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	427.40	512.88	0.51	1.41	1.89	0.11	0.40
	800	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.1	2.6	45	0.30	1.188E-06	16,635,053	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	382.52	459.03	0.46	1.19	1.60	0.10	0.34
	700	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.3	2.2	30	0.25	1.188E-06	14,025,633	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	274.76	329.71	0.33	0.72	0.97	0.07	0.21
X.1.1	900	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.7	2.9	120	0.34	1.188E-06	18,592,118	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	474.70	569.63	0.57	1.66	2.22	0.12	0.47
	800	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.2	2.7	55	0.31	1.188E-06	16,961,231	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	397.21	476.66	0.48	1.26	1.69	0.10	0.36
	700	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.5	2.3	35	0.27	1.188E-06	14,677,988	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	300.07	360.09	0.36	0.83	1.11	0.08	0.24
X.1.2	900	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	6.1	3.1	100	0.36	1.188E-06	19,896,828	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	541.52	649.82	0.65	2.02	2.71	0.14	0.58
	800	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.3	2.7	55	0.31	1.188E-06	17,287,408	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	412.17	494.60	0.49	1.34	1.79	0.11	0.38
	700	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.9	2.5	40	0.29	1.188E-06	15,982,698	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	353.96	424.75	0.42	1.06	1.42	0.09	0.30
X.1.3	900	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.9	3.0	105	0.35	1.188E-06	19,244,473	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	507.57	609.09	0.61	1.83	2.46	0.13	0.53
	800	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.2	2.7	60	0.31	1.188E-06	16,961,231	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	397.21	476.66	0.48	1.26	1.69	0.10	0.36
	700	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.9	2.5	40	0.29	1.188E-06	15,982,698	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	353.96	424.75	0.42	1.06	1.42	0.09	0.30
X.2	600	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.7	2.4	40	0.28	1.188E-06	15,330,343	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	326.47	391.77	0.39	0.94	1.26	0.08	0.27
	500	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.1	2.1	35	0.24	1.188E-06	13,373,278	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0029	0.01	4674	4.674	250.53	300.64	0.30	0.63	0.84	0.06	0.18
	400	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	3.1	1.6	20	0.18	1.188E-06	10,111,503	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0030	0.01	4674	4.674	145.81	174.97	0.17	0.28	0.37	0.04	0.08
X.2.1	600	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.9	2.5	60	0.29	1.188E-06	15,982,698	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	353.96	424.75	0.42	1.06	1.42	0.09	0.30
	500	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.1	2.1	35	0.24	1.188E-06	13,373,278	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0029	0.01	4674	4.674	250.53	300.64	0.30	0.63	0.84	0.06	0.18
	400	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	3.7	1.9	30	0.22	1.188E-06	12,068,568	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0029	0.01	4674	4.674	205.35	246.42	0.25	0.47	0.62	0.05	0.13
X.2.2	600	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	6.4	3.3	65	0.38	1.188E-06	20,875,361	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	594.45	713.34	0.71	2.33	3.12	0.15	0.67
	500	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.3	2.2	35	0.25	1.188E-06	14,025,633	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	274.76	329.71	0.33	0.72	0.97	0.07	0.21
	400	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	3.1	1.6	25	0.18	1.188E-06	10,111,503	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0030	0.01	4674	4.674	145.81	174.97	0.17	0.28	0.37	0.04	0.08
X.2.3	600	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.0	2.6	60	0.30	1.188E-06	16,308,876	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	368.11	441.73	0.44	1.13	1.51	0.09	0.32
	500	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.3	2.2	35	0.25	1.188E-06	14,025,633	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	274.76	329.71	0.33	0.72	0.97	0.07	0.21
	400	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	3.3	1.7	25	0.20	1.188E-06	10,763,858	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0030	0.01	4674	4.674	164.56	197.47	0.20	0.33	0.45	0.04	0.10
X.3	900	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.1	2.6	50	0.30	1.188E-06	16,635,053	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	382.52	459.03	0.46	1.19	1.60	0.10	0.34
	800	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.5	2.3	35	0.27	1.188E-06	14,677,988	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	300.07	360.09	0.36	0.83	1.11	0.08	0.24
	700	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	3.9	2.0	30	0.23	1.188E-06	12,720,923	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0029	0.01	4674	4.674	227.40	272.88	0.27	0.54	0.73	0.06	0.16
X.3.1	900	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.2	2.7	70	0.31	1.188E-06	16,961,231	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	397.21	476.66	0.48	1.26	1.69	0.10	0.36
	800	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.9	2.5	40	0.29	1.188E-06	15,982,698	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	353.96	424.75	0.42	1.06	1.42	0.09	0.30
	700	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.5	2.3	30	0.27	1.188E-06	14,677,988	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	300.07	360.09	0.36	0.83	1.11	0.08	0.24
X.3.2	900	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.1	2.6	40	0.30	1.188E-06	16,635,053	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	382.52	459.03	0.46	1.19	1.60	0.10	0.34
	800	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.7	2.4	35	0.28	1.188E-06	15,330,343	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	326.47	391.77	0.39	0.94	1.26	0.08	0.27
	700	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.1	2.1	30	0.24	1.188E-06	13,373,278	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0029	0.01	4674	4.674	250.53	300.64	0.30	0.63	0.84	0.06	0.18
X.3.3	900	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	5.2	2.7	40	0.31	1.188E-06	16,961,231	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0027	0.01	4674	4.674	397.21	476.66	0.48	1.26	1.69	0.10	0.36
	800	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.7	2.4	35	0.28	1.188E-06	15,330,343	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	326.47	391.77	0.39	0.94	1.26	0.08	0.27
	700	7.6	2	0.5	0.6	4.6	14.39	9.8	4.3	2.2	30	0.25	1.188E-06	14,025,633	1025	0.0002	0.00007	0.00004	0.0046	0.0028	0.01	4674	4.674	274.76	329.71	0.33	0.72	0.97	0.07	0.21

B.4 Kenaikan Va dalam (%) Adji Prop pada Masing-masing Persen Daya Uji Coba LAB

Adji Prop X.1.1	Adji Prop X.1.2	Adji Prop X.1.3	Adji Prop X.2.1	Adji Prop X.2.2	Adji Prop X.2.3	Adji Prop X.3.1	Adji Prop X.3.2	Adji Prop X.3.3
4.20	0.200	12.800	15.800	31.400	41.600	1.300	2.400	0.200
-0.50	-9.100	-17.000	5.100	20.400	35.100	-15.000	-0.400	-13.700
-7.20	-0.100	-24.000	5.100	20.400	35.100	-17.600	-3.000	-16.300
-7.20	-0.100	-24.000	5.100	20.400	35.100	-17.600	-3.000	-16.300
-7.20	-0.100	-24.000	5.100	20.400	35.100	-17.600	-3.000	-16.300

B.5 Kenaikan V, FOC, PE, RT dalam Persen Pada Uji Coba Kapal

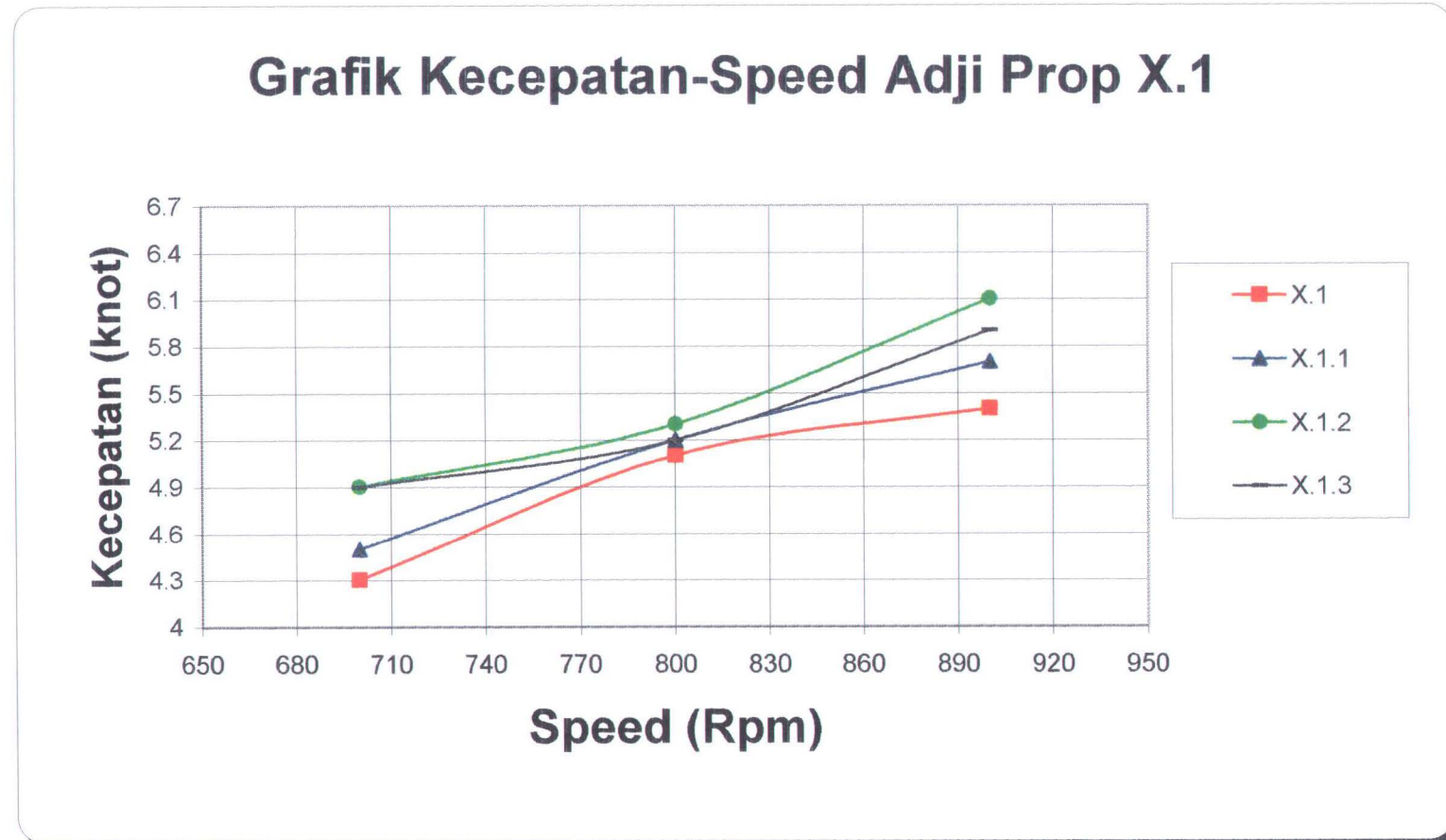
Prop	Speed (rpm)	V (knot)	V (%)	FOC (ml)	FOC (%)	PE (Hp)	PE (%)	RT dinas (KN)	RT dinas (%)	RT/Δ (KN/Ton)	RT/Δ (%)	PE/Δ (HP/Ton)	PE/Δ (%)
X.1	900	5.4		100		1.89		0.51		0.11		0.40	
	800	5.1		45		1.60		0.46		0.10		0.34	
	700	4.3		30		0.97		0.33		0.07		0.21	
X.1.1	900	5.7	5.56	120	20.00	2.22	17.24	0.57	11.07	0.12	11.07	0.47	17.24
	800	5.2	1.96	55	22.22	1.69	5.88	0.48	3.84	0.10	3.84	0.36	5.88
	700	4.5	4.65	35	16.67	1.11	14.29	0.36	9.21	0.08	9.21	0.24	14.29
X.1.2	900	6.1	12.96	100	0.00	2.71	43.13	0.65	26.70	0.14	26.70	0.58	43.13
	800	5.3	3.92	55	22.22	1.79	11.98	0.49	7.75	0.11	7.75	0.38	11.98
	700	4.9	13.95	40	33.33	1.42	46.80	0.42	28.83	0.09	28.83	0.30	46.80
X.1.3	900	5.9	9.26	105	5.00	2.46	29.75	0.61	18.76	0.13	18.76	0.53	29.75
	800	5.2	1.96	60	33.33	1.69	5.88	0.48	3.84	0.10	3.84	0.36	5.88
	700	4.9	13.95	40	33.33	1.42	46.80	0.42	28.83	0.09	28.83	0.30	46.80
X.2	600	4.7		40		1.26		0.39		0.08		0.27	
	500	4.1		35		0.84		0.30		0.06		0.18	
	400	3.1		20		0.37		0.17		0.04		0.08	
X.2.1	600	4.9	4.26	60	50.00	1.42	13.03	0.42	8.42	0.09	8.42	0.30	13.03
	500	4.1	0.00	35	0.00	0.84	0.00	0.30	0.00	0.06	0.00	0.18	0.00
	400	3.7	19.35	30	50.00	0.62	68.10	0.25	40.84	0.05	40.84	0.13	68.10
X.2.2	600	6.4	36.17	65	62.50	3.12	147.94	0.71	82.08	0.15	82.08	0.67	147.94
	500	4.3	4.88	35	0.00	0.97	15.02	0.33	9.67	0.07	9.67	0.21	15.02
	400	3.1	0.00	25	25.00	0.37	0.00	0.17	0.00	0.04	0.00	0.08	0.00
X.2.3	600	5	6.38	60	50.00	1.51	19.95	0.44	12.75	0.09	12.75	0.32	19.95
	500	4.3	4.88	35	0.00	0.97	15.02	0.33	9.67	0.07	9.67	0.21	15.02
	400	3.3	6.45	25	25.00	0.45	20.14	0.20	12.86	0.04	12.86	0.10	20.14
X.3	900	5.1		50		1.60		0.46		0.10		0.34	
	800	4.5		35		1.11		0.36		0.08		0.24	
	700	3.9		30		0.73		0.27		0.06		0.16	
X.3.1	900	5.2	1.96	70	40.00	1.69	5.88	0.48	3.84	0.10	3.84	0.36	5.88
	800	4.9	8.89	40	14.29	1.42	28.44	0.42	17.96	0.09	17.96	0.30	28.44
	700	4.5	15.38	30	0.00	1.11	52.26	0.36	31.96	0.08	31.96	0.24	52.26
X.3.2	900	5.1	0.00	40	-20.00	1.60	0.00	0.46	0.00	0.10	0.00	0.34	0.00
	800	4.7	4.44	35	0.00	1.26	13.63	0.39	8.80	0.08	8.80	0.27	13.63
	700	4.1	5.13	30	0.00	0.84	15.82	0.30	10.17	0.06	10.17	0.18	15.82
X.3.3	900	5.2	1.96	40	-20.00	1.69	5.88	0.48	3.84	0.10	3.84	0.36	5.88
	800	4.7	4.44	35	0.00	1.26	13.63	0.39	8.80	0.08	8.80	0.27	13.63
	700	4.3	10.26	30	0.00	0.97	33.22	0.33	20.83	0.07	20.83	0.21	33.22

B.6 Konsumsi bahan bakar (ml/menit) screw propeller dan Adji propeller

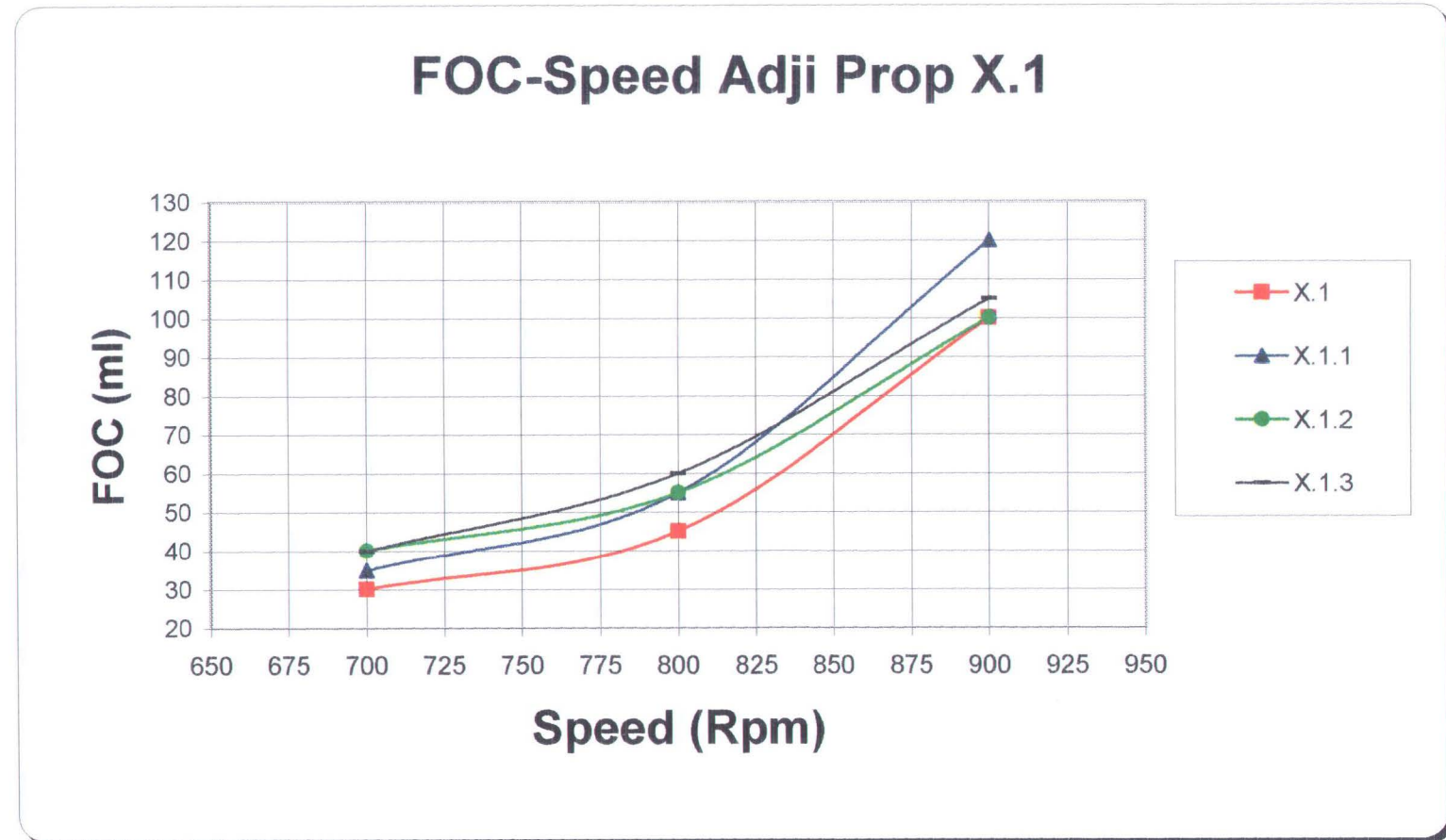
Rpm	Screw prop X.1	Adji prop X.1.1	Adji prop X.1.2	Adji prop X.1.3
900	25.71428571	32.57142857	29.04761905	29.5
800	10.92857143	13.61904762	13.88095238	14.85714286
700	6.142857143	7.5	9.333333333	9.333333333
Rpm	Screw prop X.2	Adji prop X.2.1	Adji prop X.2.2	Adji prop X.2.3
600	8.952380952	14	19.80952381	14.28571429
500	6.833333333	6.833333333	7.166666667	7.166666667
400	2.952380952	5.285714286	3.69047619	3.928571429
Rpm	Screw prop X.3	Adji prop X.3.1	Adji prop X.3.2	Adji prop X.3.3
900	12.14285714	17.33333333	9.714285714	9.904761905
800	7.5	9.333333333	7.833333333	7.833333333
700	5.571428571	6.428571429	5.857142857	6.142857143

LAMPIRAN C
DATA GRAFIK HASIL UJI COBA

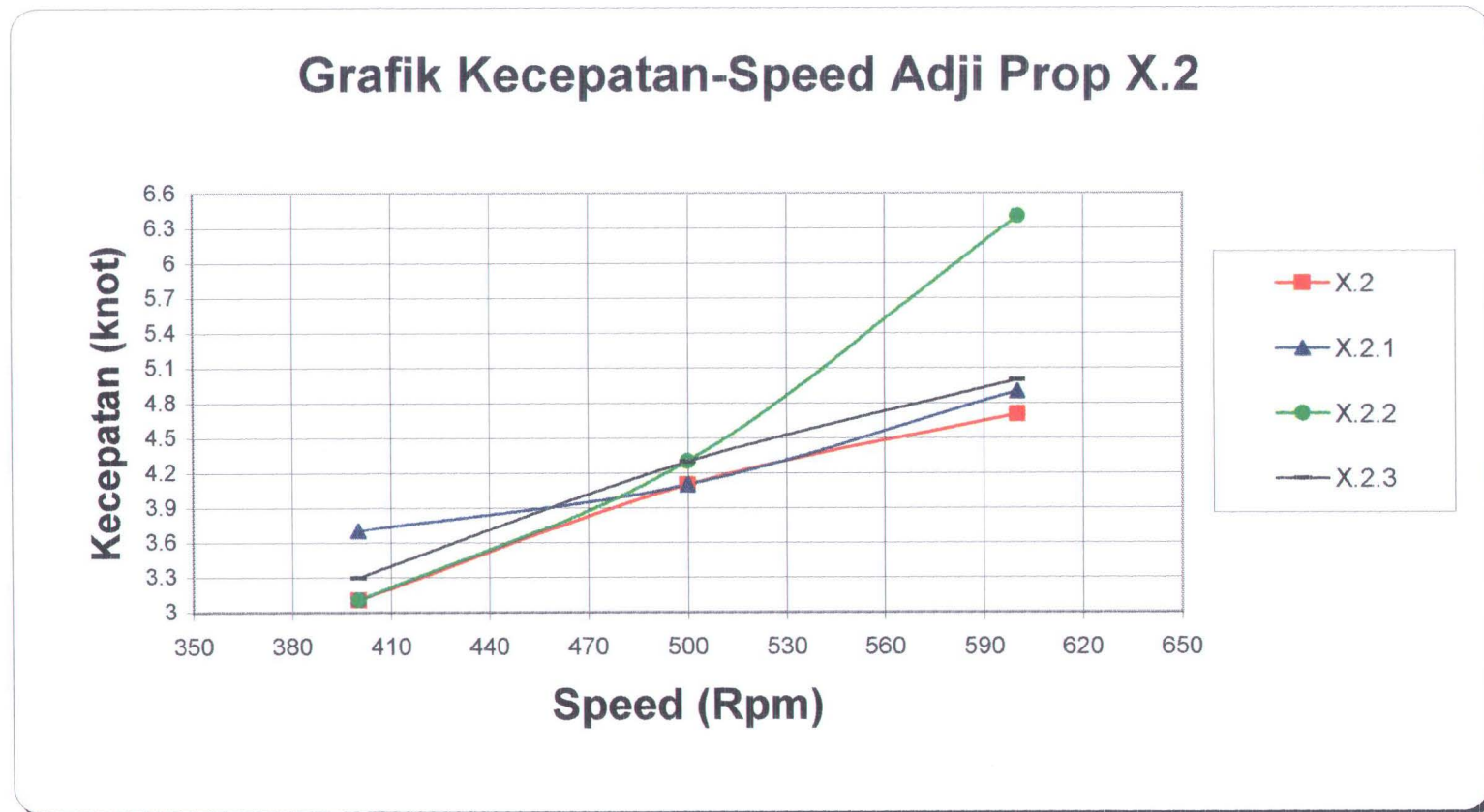
C.1 Grafik hubungan speed - kecepatan Adji prop X.1



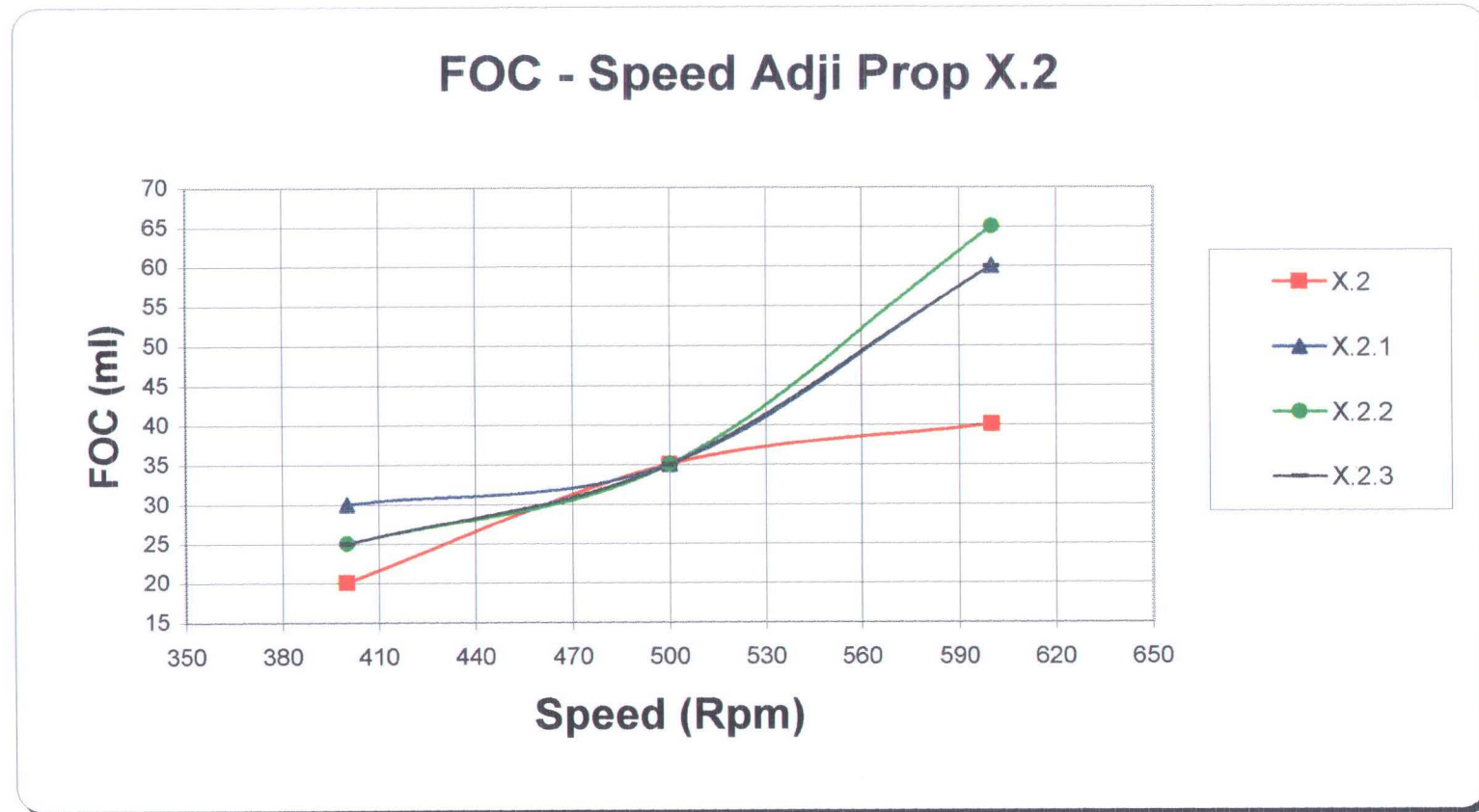
C.2 Grafik hubungan speed - konsumsi bahan bakar Adji prop X.1



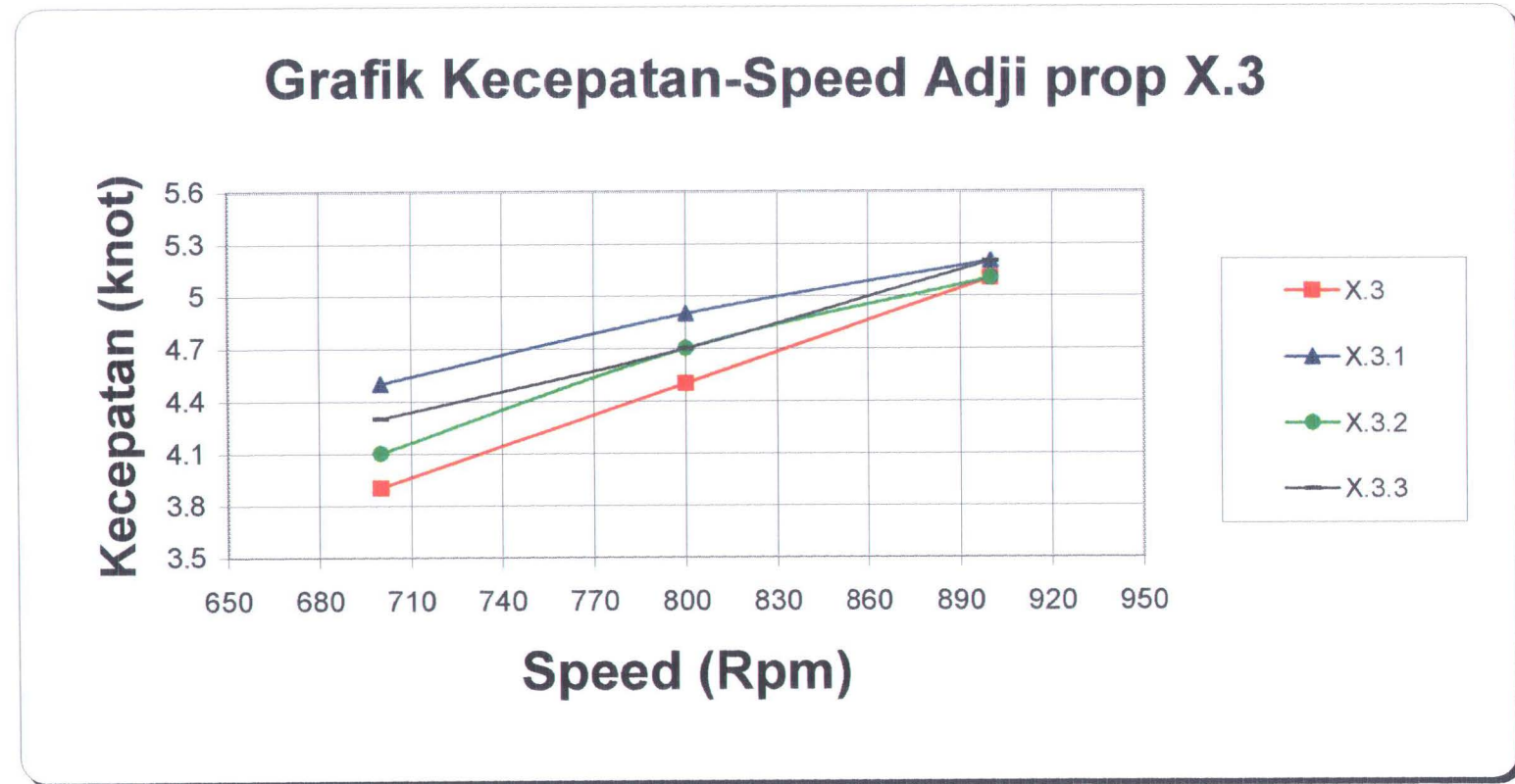
C.3 Grafik hubungan speed - kecepatan Adji prop X.2



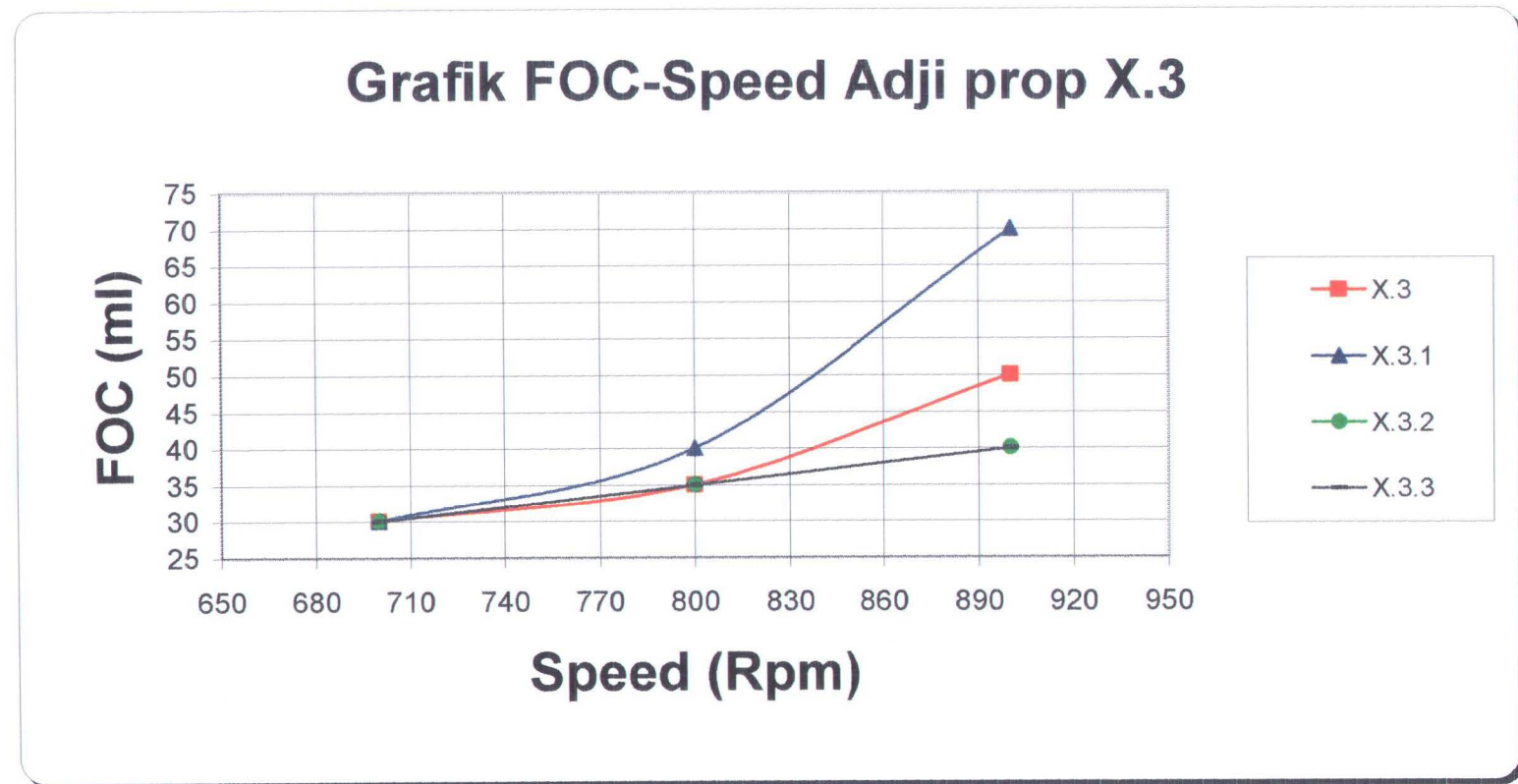
C.4 Grafik hubungan speed - konsumsi bahan bakar Adji prop X.2



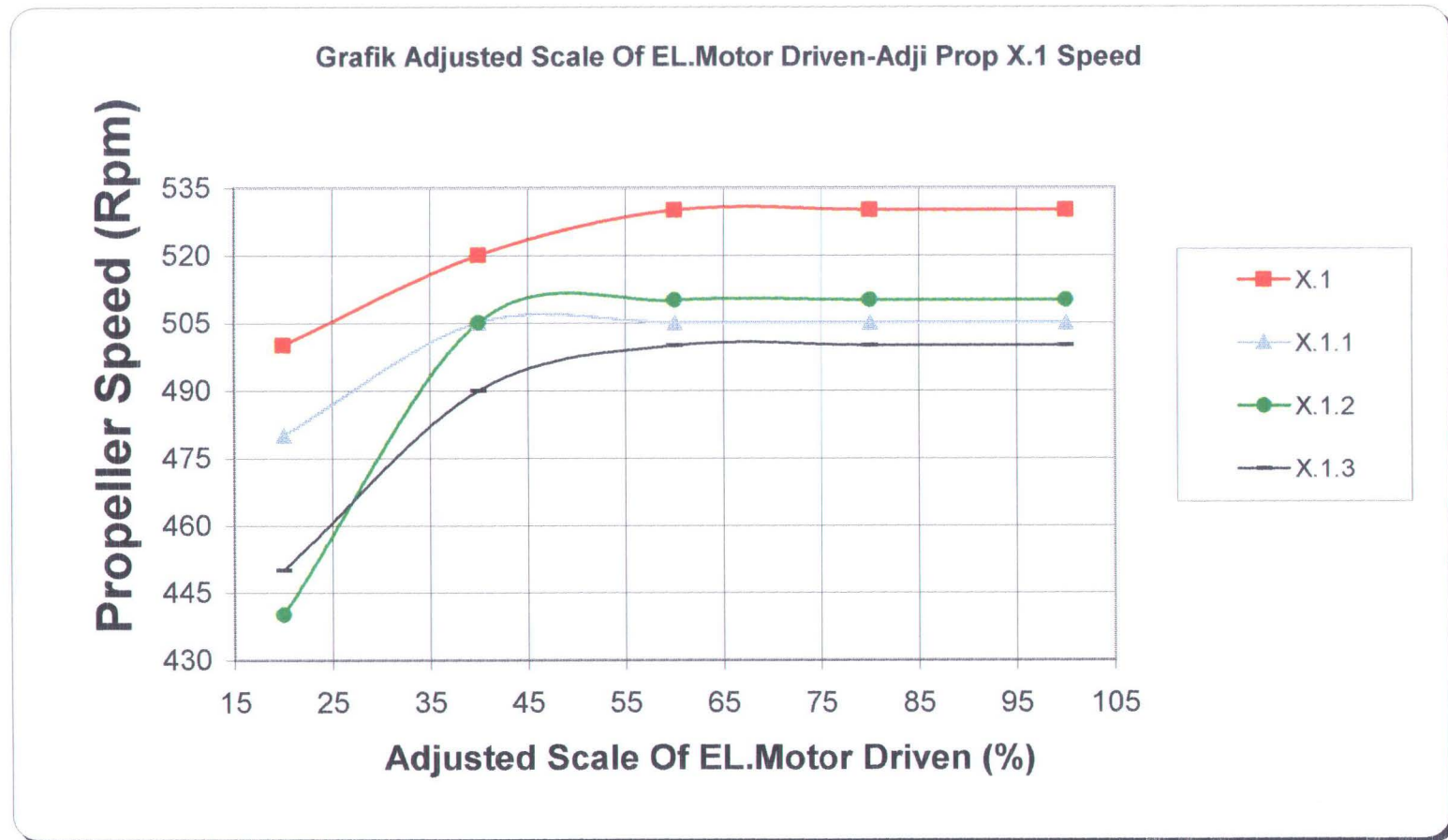
C.5 Grafik hubungan speed - kecepatan Adji prop X.3



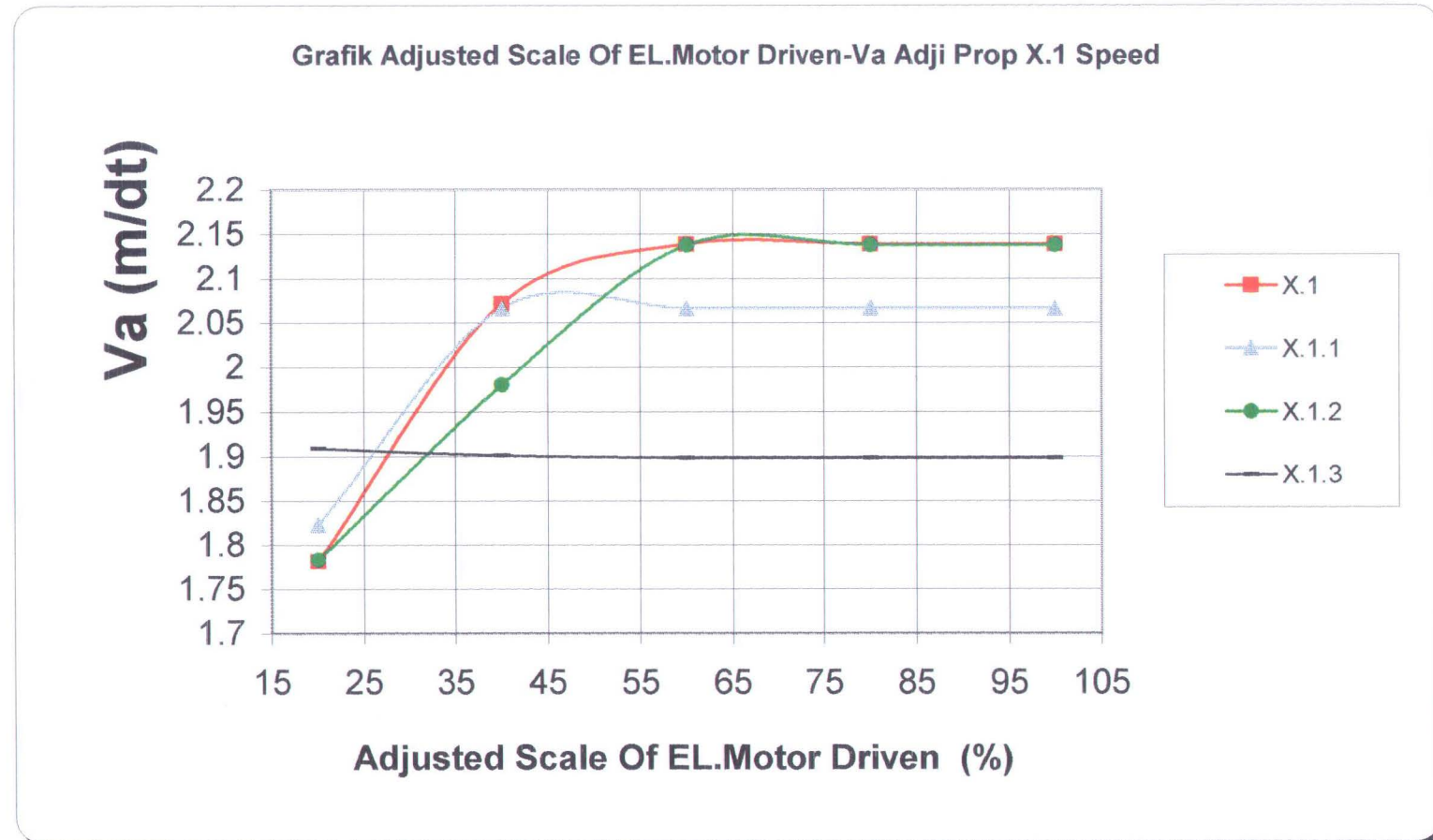
C.6 Grafik hubungan speed - konsumsi bahan bakar Adji prop X.3



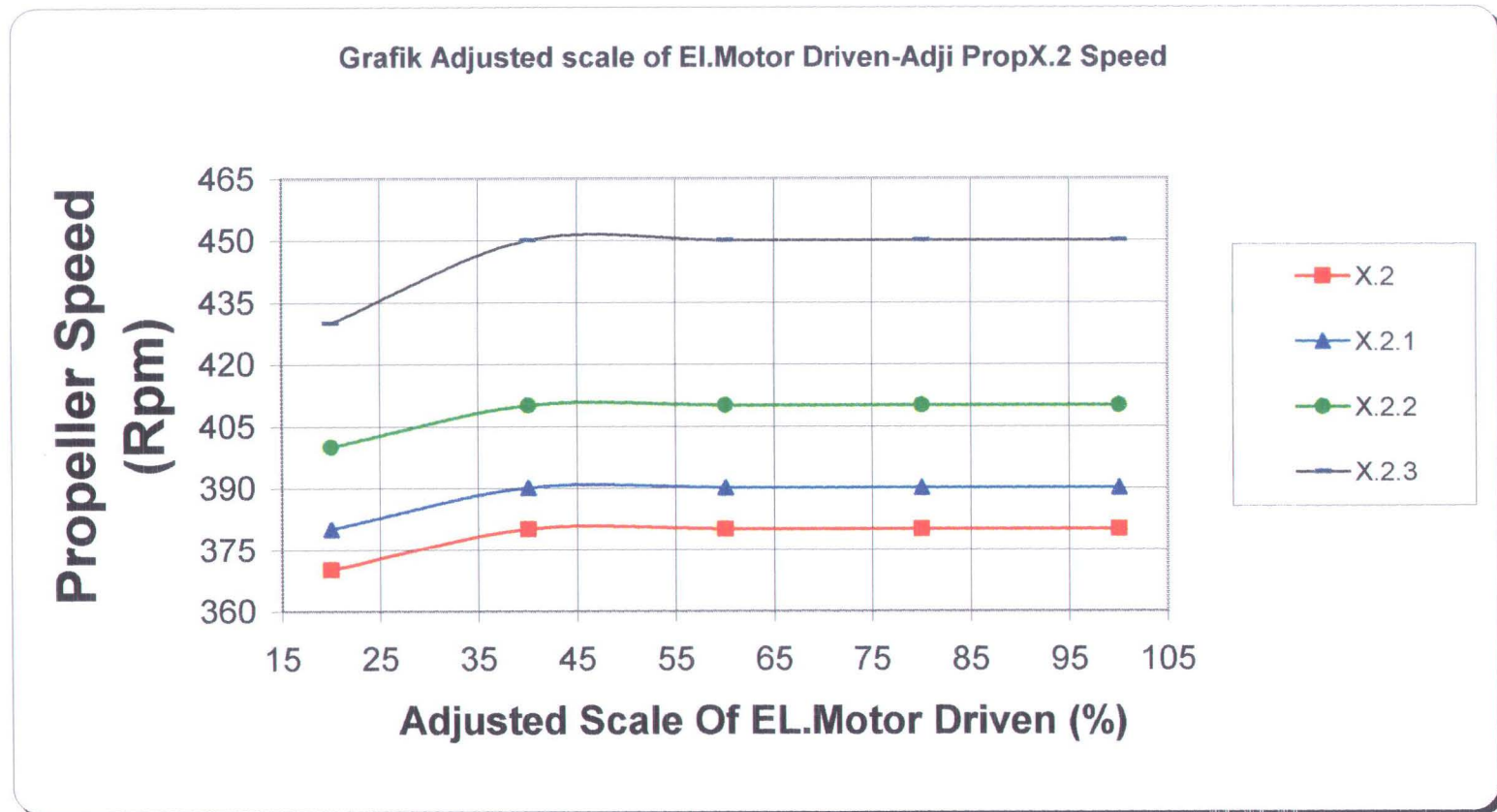
C.7 Grafik hubungan scale of EL motor driven-speed Adji prop X.1



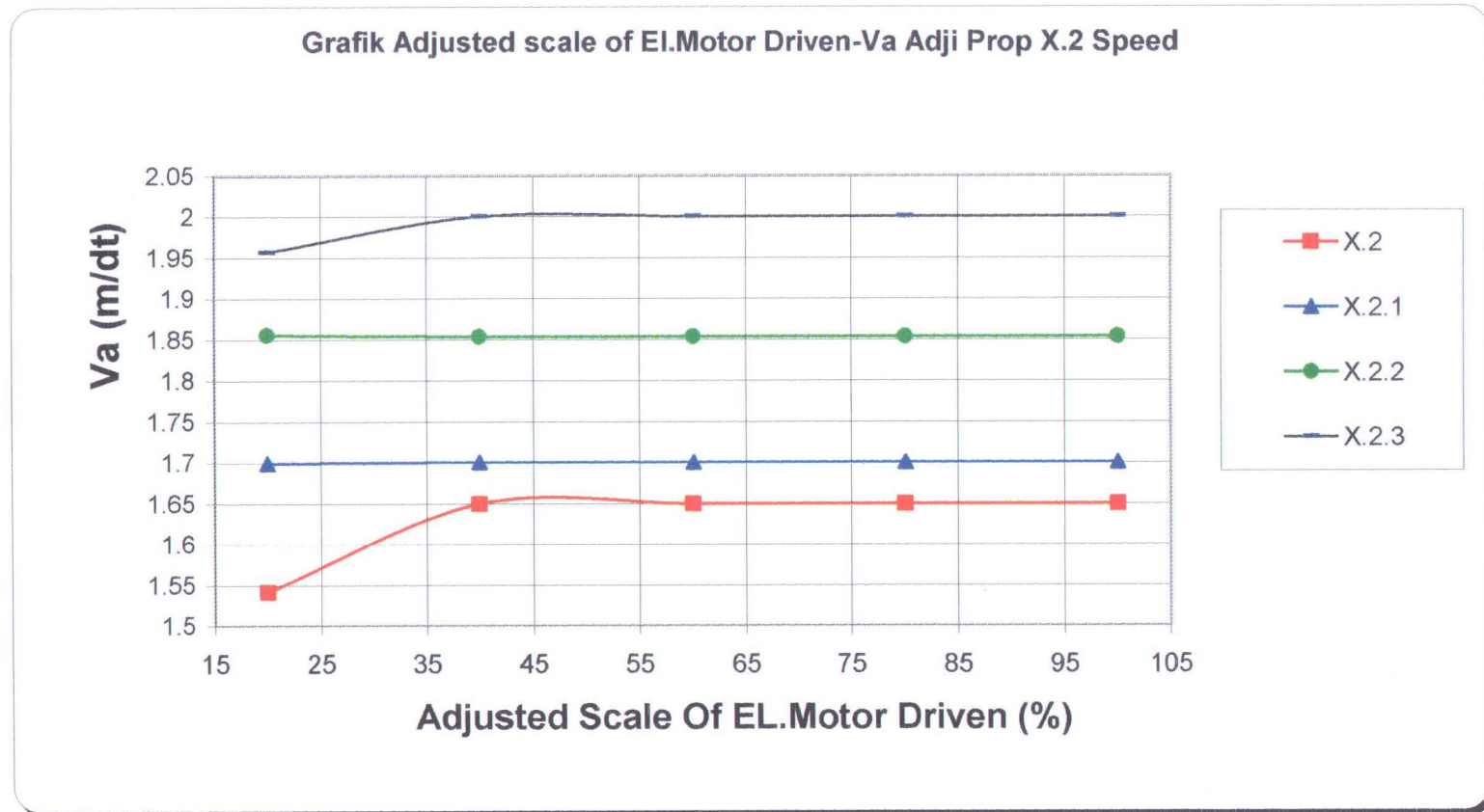
C.8 Grafik hubungan scale of EI motor driven-Va Adji prop X.1



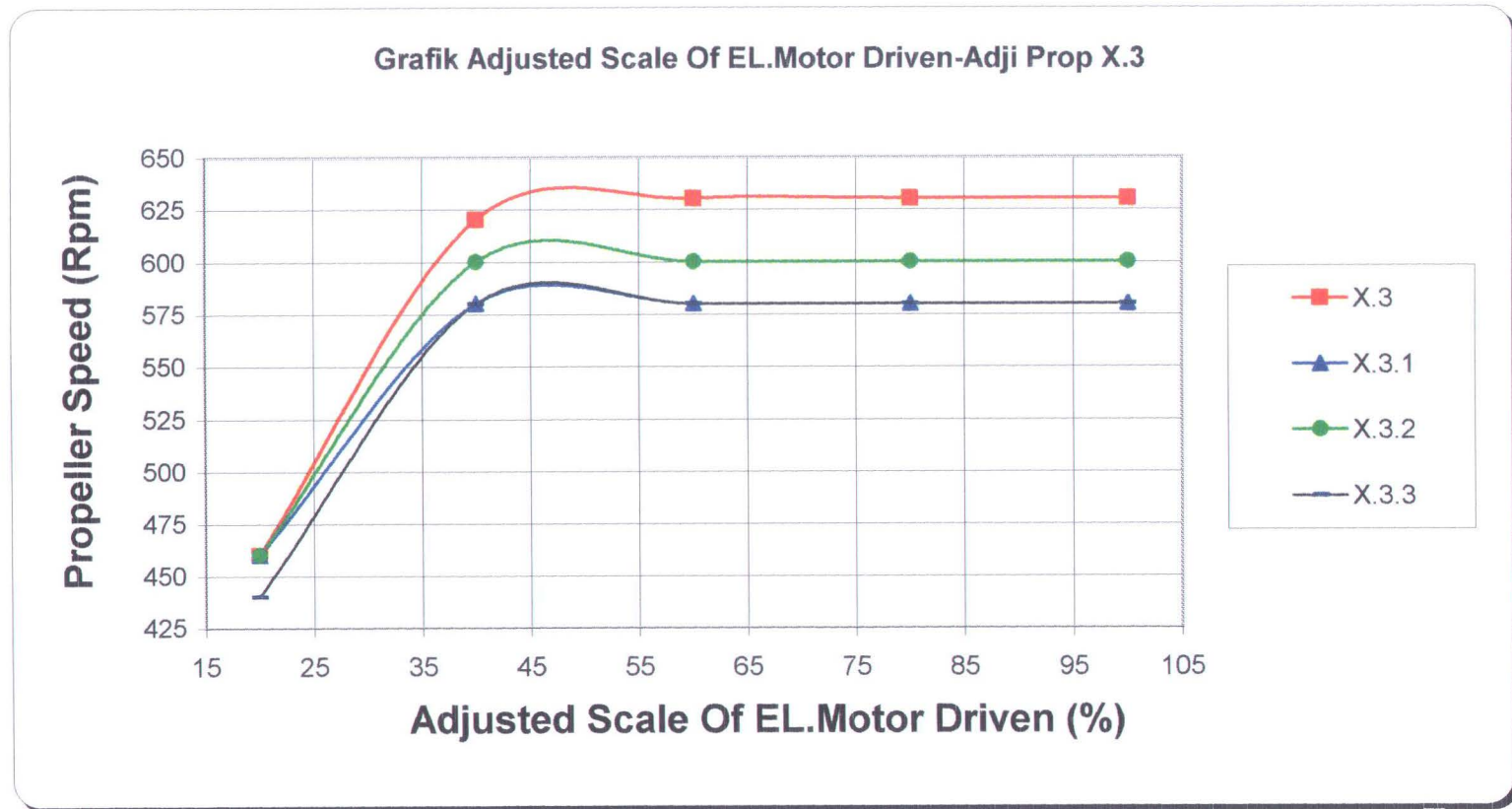
C.9 Grafik hubungan scale of EI motor driven-speed Adji prop X.2



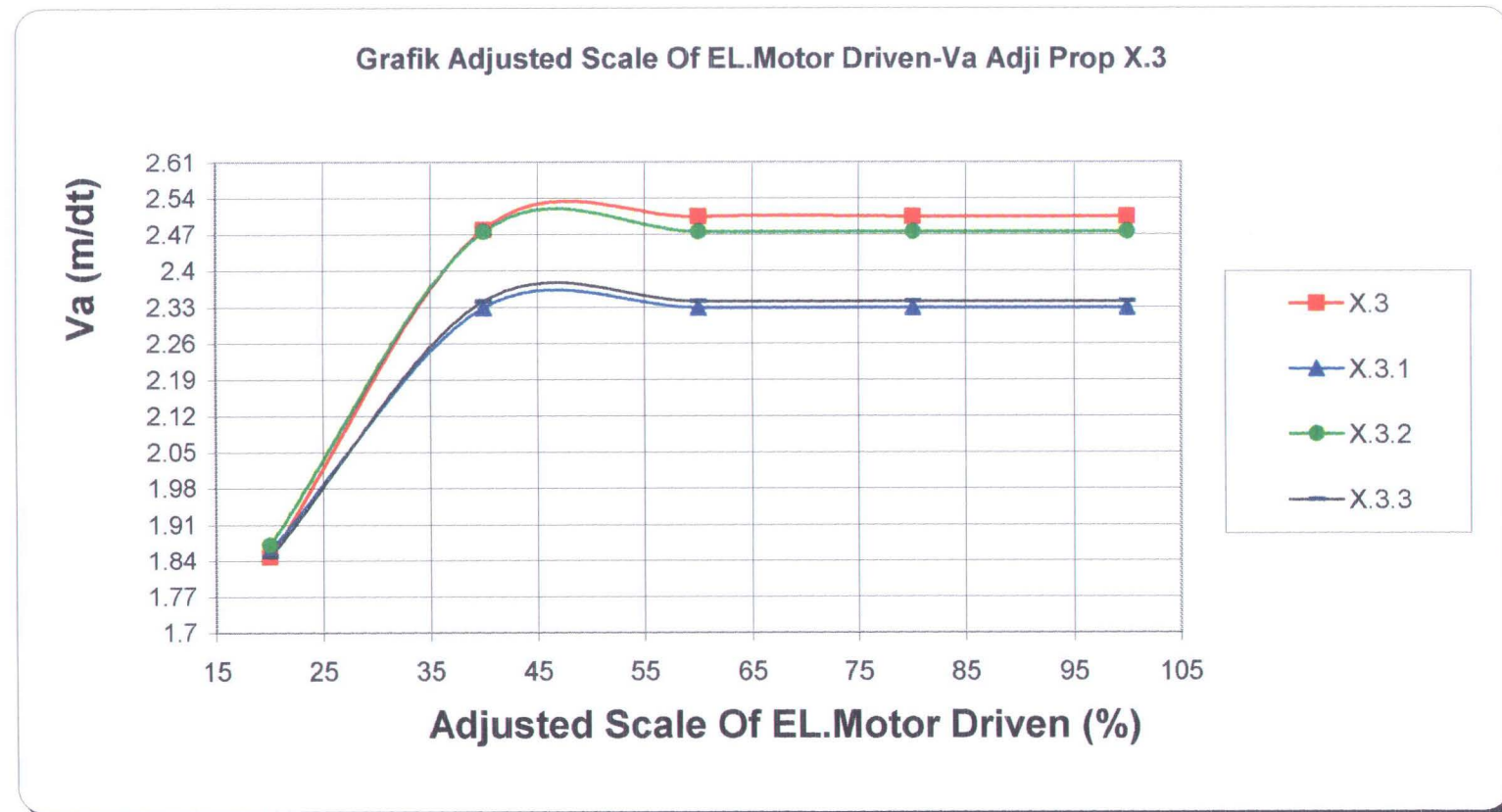
C.10 Grafik hubungan scale of EI motor driven-Va Adji prop X.2



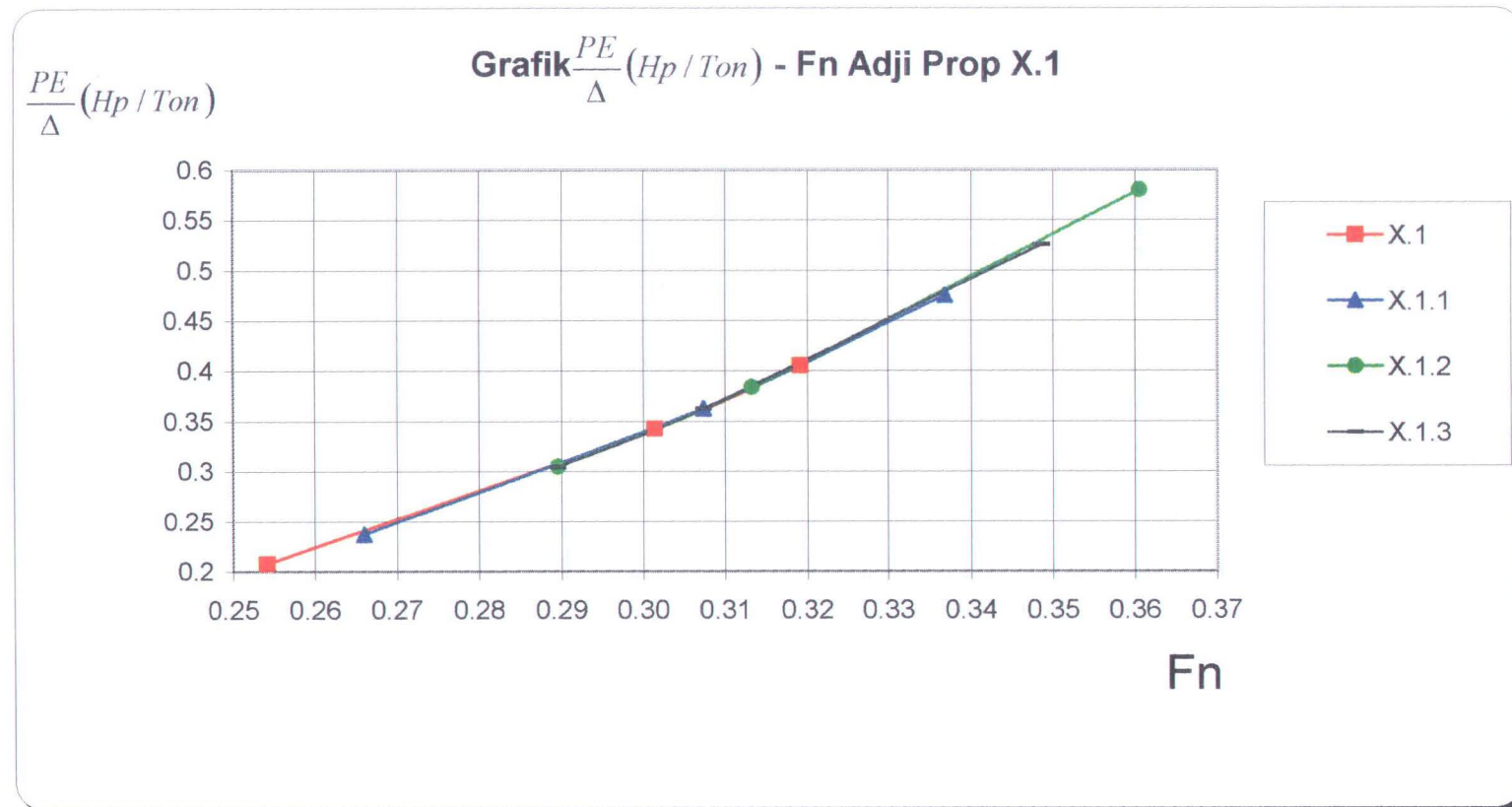
C.11 Grafik hubungan scale of EL motor driven-speed Adji prop X.3



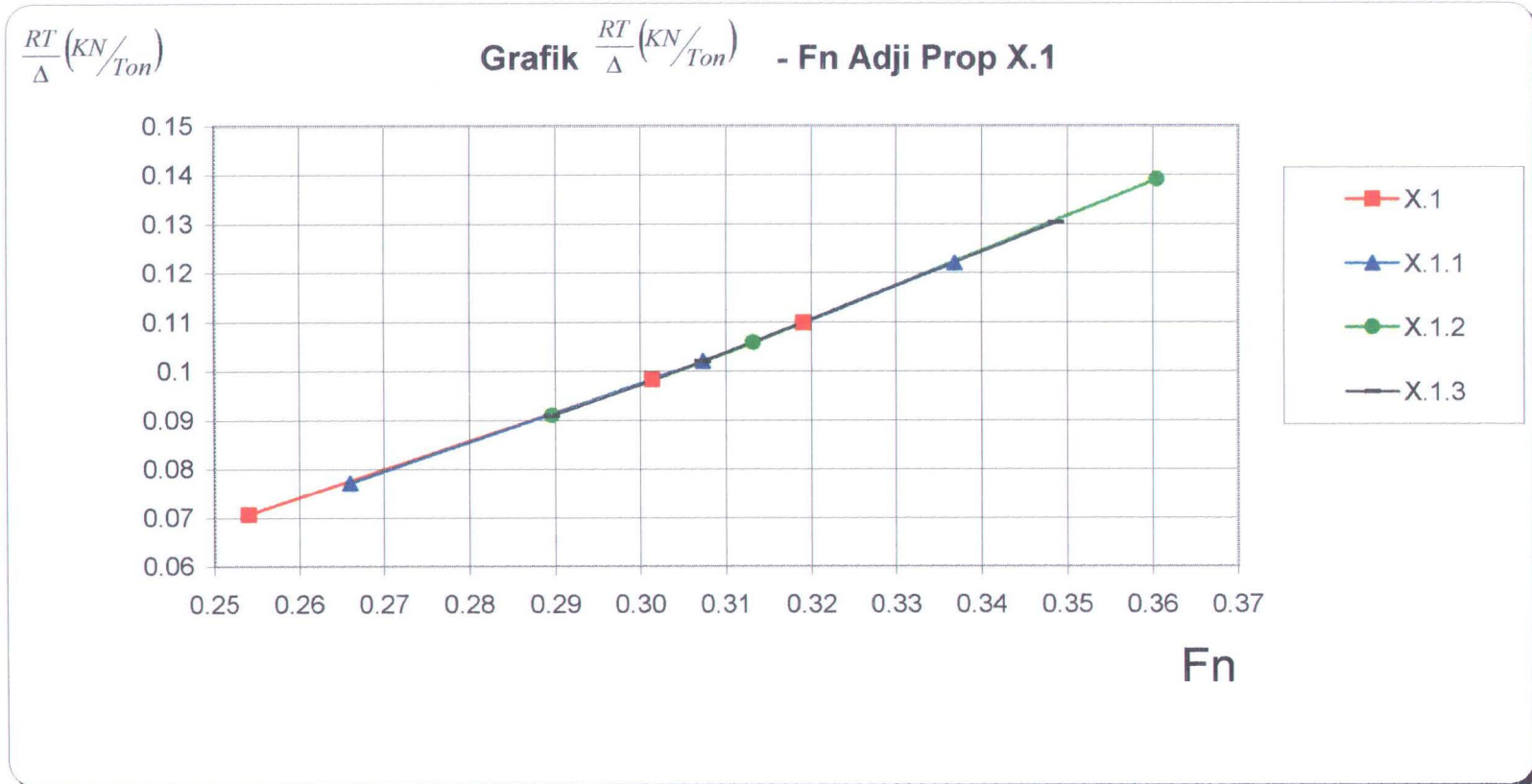
C.12 Grafik hubungan scale of EL motor driven-Va Adji prop X.3



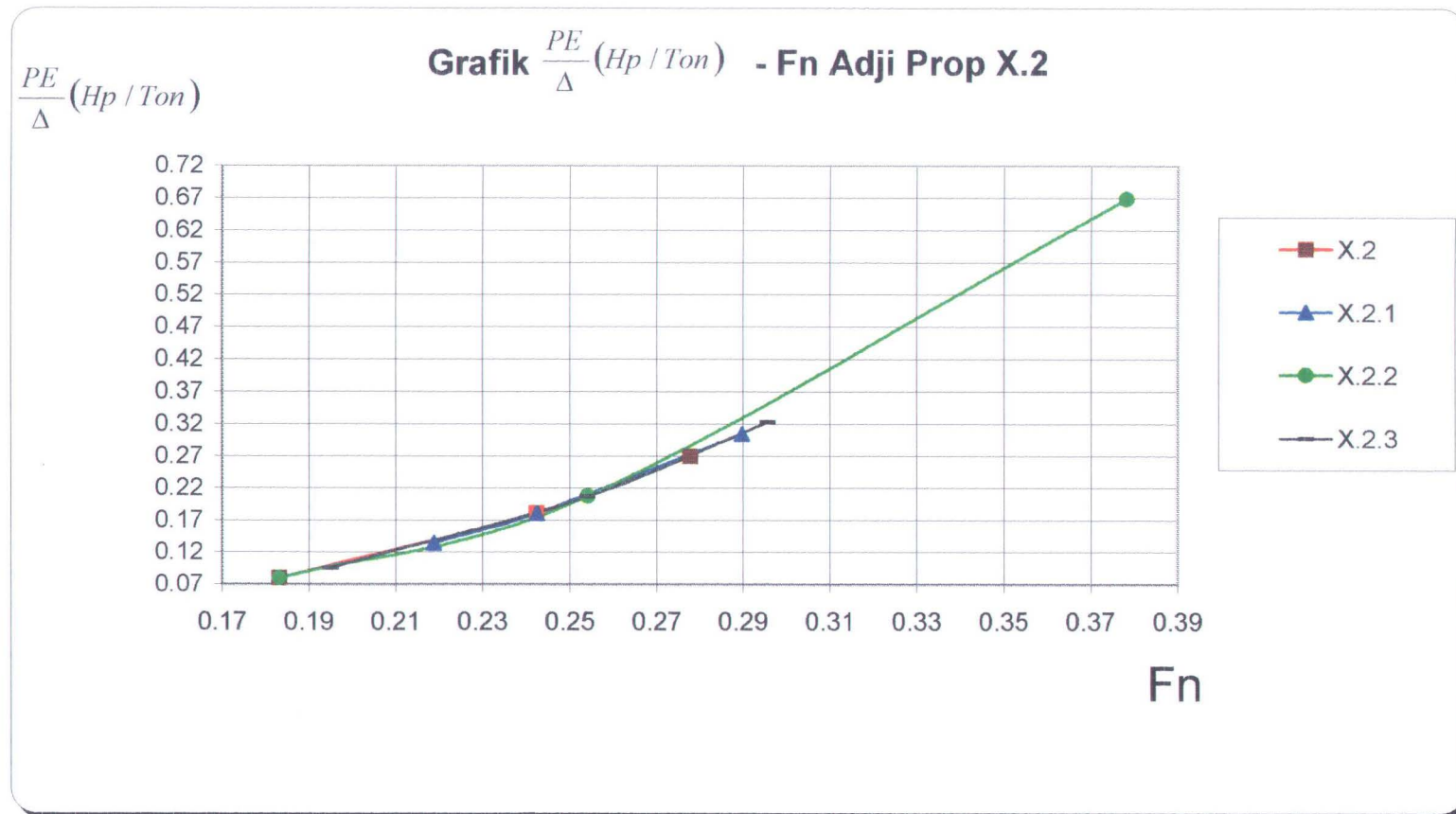
C.13 Grafik hubungan daya per displacement dengan Fn Adji prop X.1



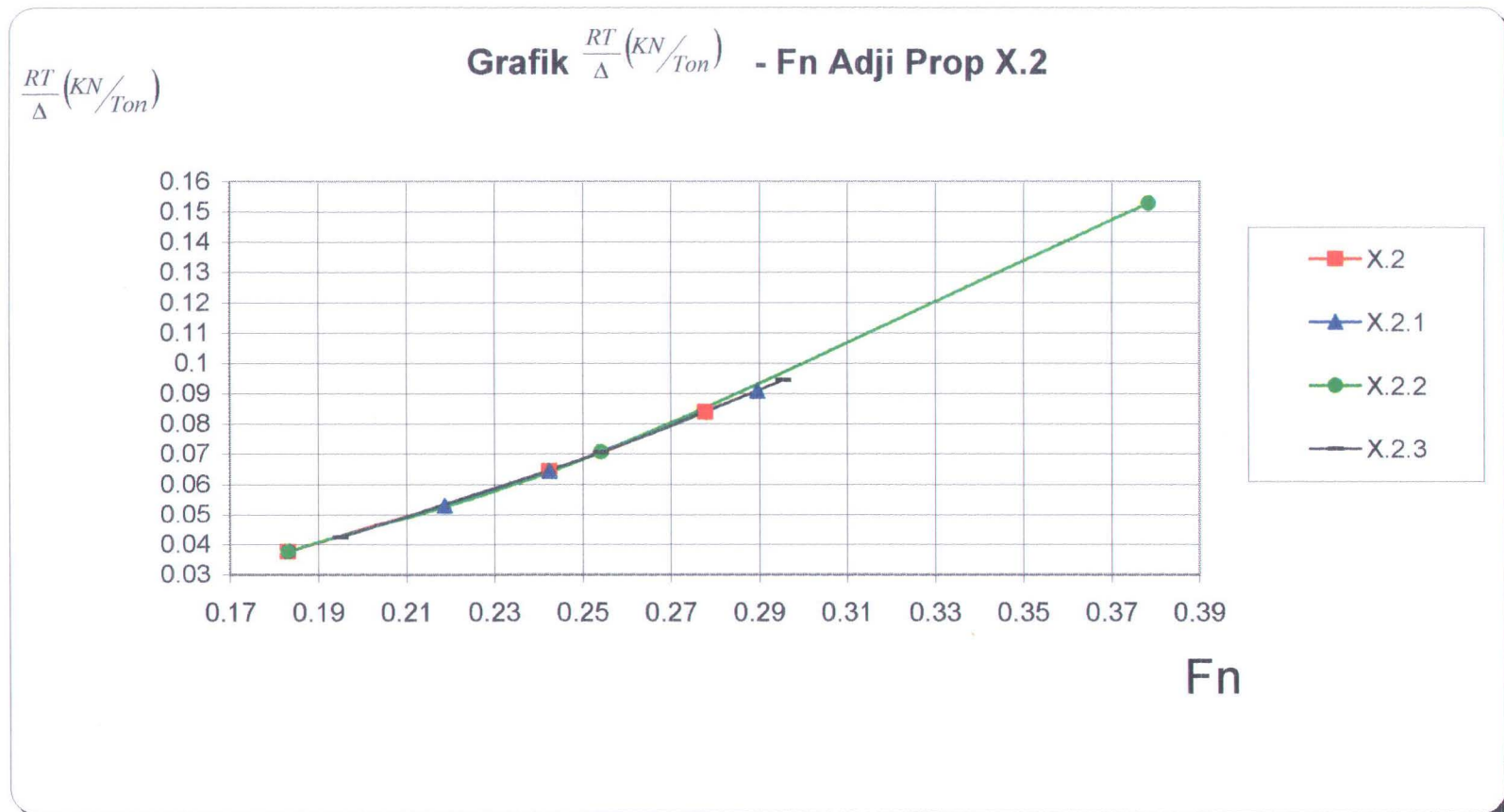
C.14 Grafik hubungan tahanan per displacement dengan Fn Adji prop X.1



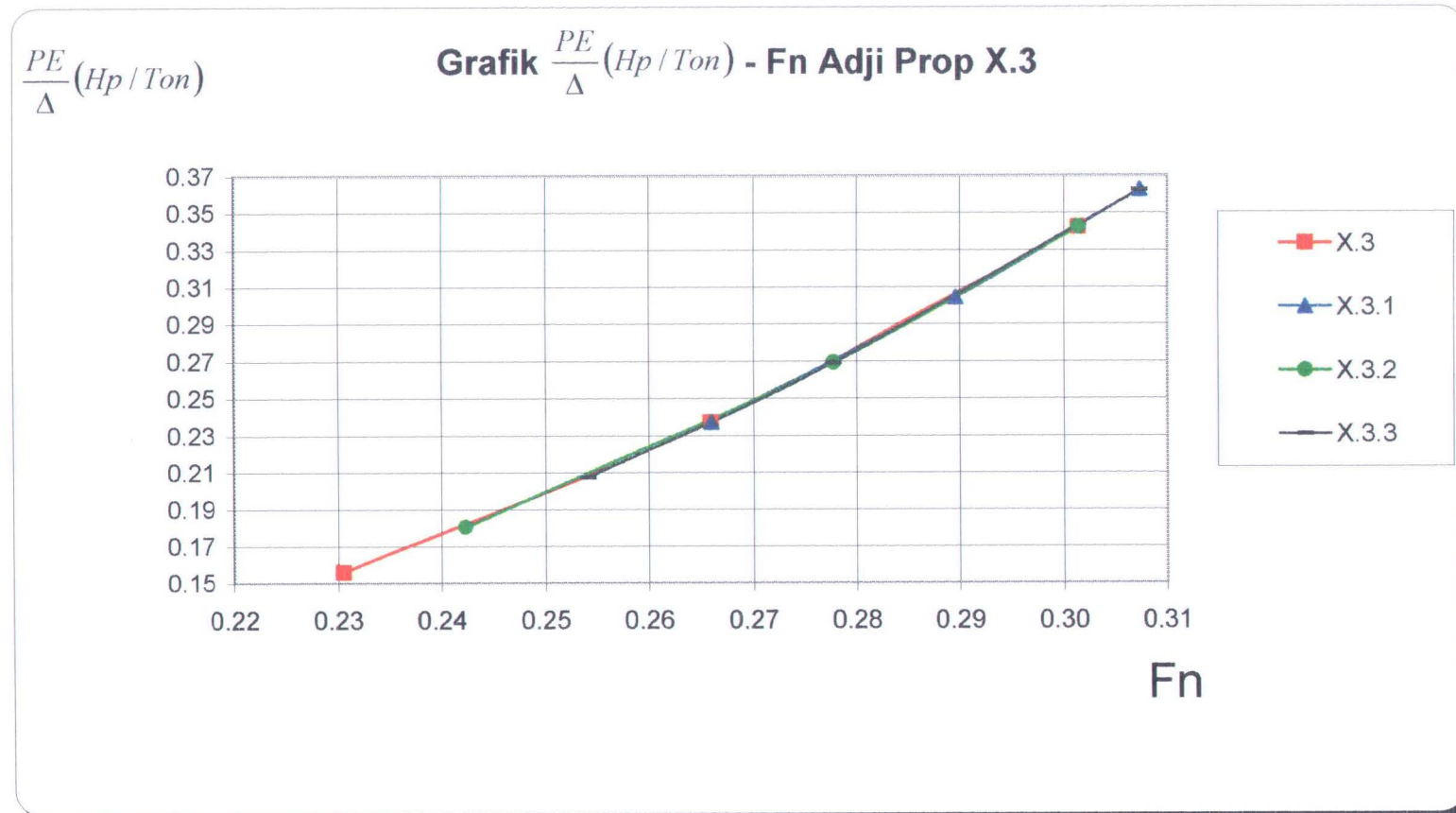
C.15 Grafik hubungan daya per displacement dengan Fn Adji prop X.2



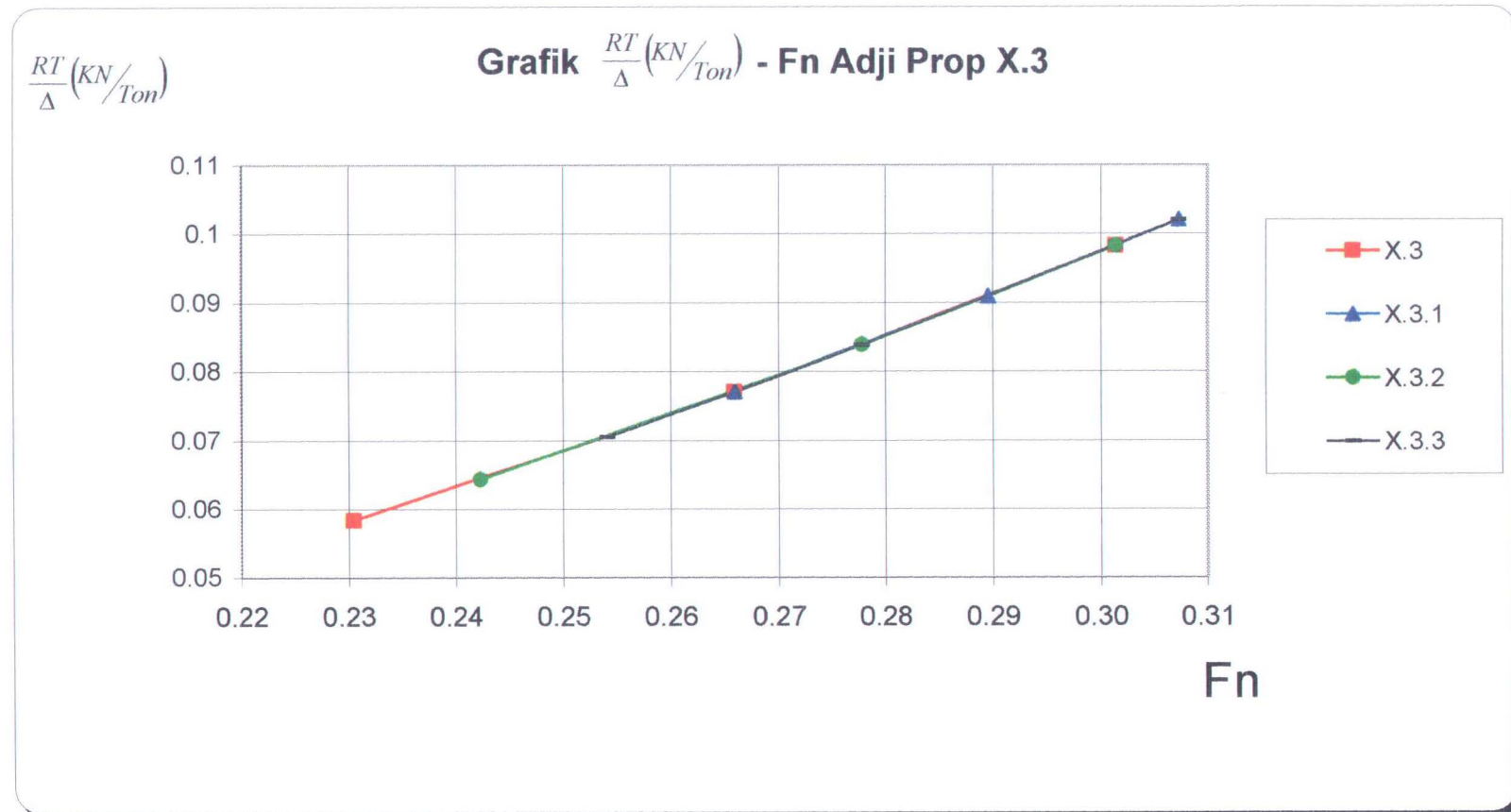
C.16 Grafik hubungan tahanan per displacement dengan Fn Adji prop X.2



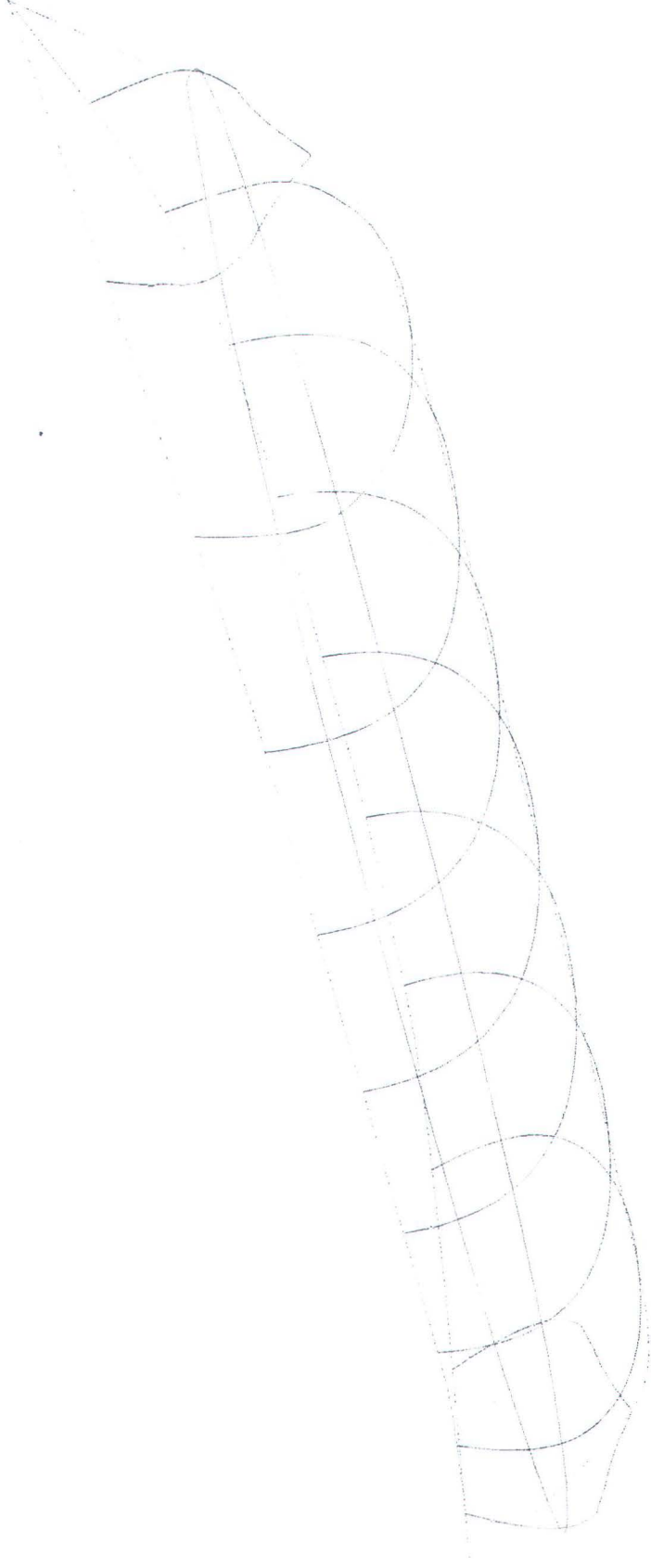
C.17 Grafik hubungan daya per displacement dengan Fn Adji prop X.3



C.18 Grafik hubungan tahanan per displacement dengan Fn Adji prop X.3



LAMPIRAN D
GAMBAR MAXSURF KAPAL DAN
ENGINE



Perspective View



SHANHAI DIESEL ENGINE

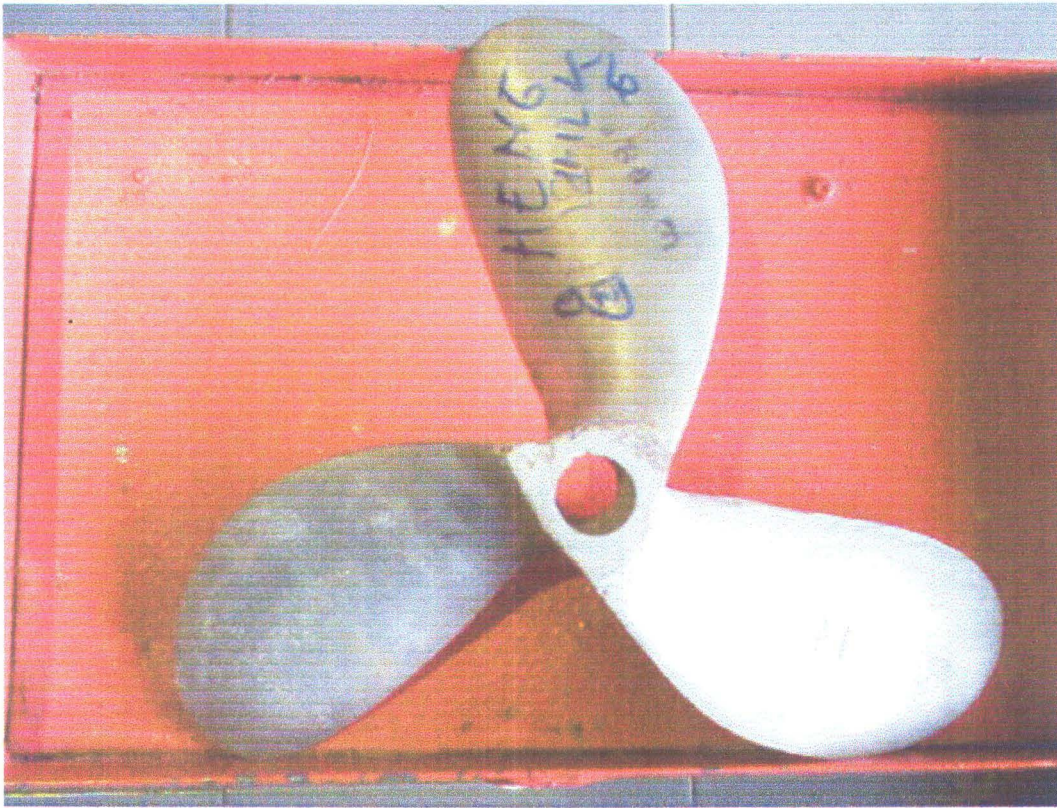
SINGLE PISTON SERIES - TAKING POWER TO YOUR NEED
MAIN TECHNICAL SPECIFICATION



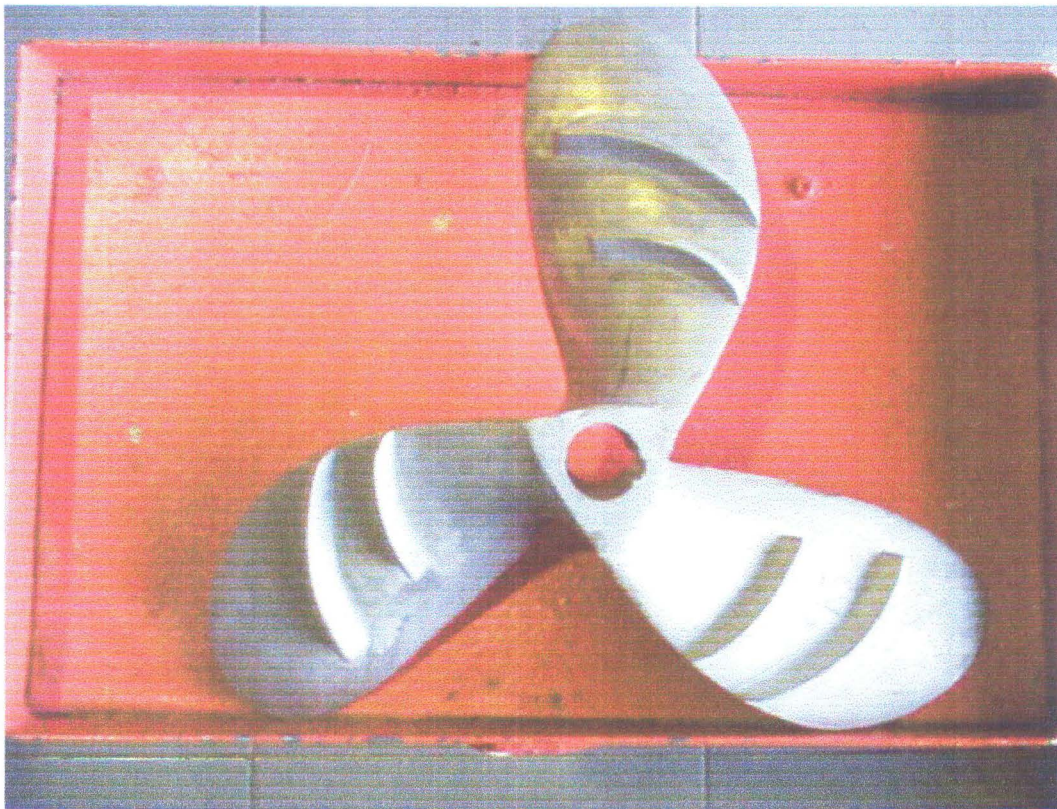
MODEL	R 175 A / R 175 NL	R 180 / R 180 NL	R 100 / R 100 NL	S 195 / S 195 NL	S 175 B 2	S 195 DI	S 1100 DI	S 1100 / S 1100 NL	S 1100 B 2	S 1110 / S 1110 NL
Type	Single cylinder Horizontal 4-strokes	Single cylinder Horizontal 4-strokes	Single cylinder Horizontal 4-cycle	Single cylinder Horizontal 4-strokes	Single cylinder Horizontal 4-strokes	Single cylinder Horizontal 4-strokes	Single cylinder Horizontal 4-strokes	Single cylinder Horizontal 4-strokes	Single cylinder Horizontal 4-strokes	Single cylinder Horizontal 4-strokes
Combustion System	Pre Combustion chamber	Swirl Combustion chamber	Pre Combustion chamber	Swirl Combustion chamber	Swirl Combustion chamber	Direct Injection	Swirl Combustion chamber	Swirl Combustion chamber	Swirl Combustion chamber	Direct Injection
Bore x Stroke (mm x mm)	75 x 80	80 x 80	85 x 90	95 x 115	95 x 115	95 x 115	100 x 115	100 x 115	100 x 115	110 x 115
Total Displacement (cc)	353	402	0.511	815	815	815	903	903	903	1093
Compression ratio	22 +/- 1	22 +/- 1		20 +/- 1	20 +/- 1	20 +/- 1	20 +/- 1	20 +/- 1	20 +/- 1	17 +/- 1
Rated. Output (KW / HP / r / min)	4.41 / 6 / 2600	5.15 / 7 / 2600		8.82 / 12 / 2000	8.82 / 12 / 2000	8.82 / 12 / 2000	11.03 / 15 / 2200	11.03 / 15 / 2200	11.03 / 15 / 2200	13.24 / 18 / 2200
Max. Output (KW / HP / r / min)	4.85 / 6.6 / 2600	5.67 / 7.7 / 2600	9	9.98 / 13.5 / 2000	9.98 / 13.5 / 2000	9.98 / 13.5 / 2000	12.13 / 16.5 / 2200	12.13 / 16.5 / 2200	12.13 / 16.5 / 2200	14.56 / 22 / 2200
Specific fuel (g / kw-h)	269.2	271.9	Hand cranking	< 258.4	< 258.4	< 258.4	< 257	< 257	< 257	< 244.8
Cooling system consumption	Hopper / Radiator + Lampu	Hopper / Radiator + Lampu	Hopper / Radiator + Lampu	Hopper / Radiator + Lampu	Hopper	Hopper	Hopper	Hopper / Radiator + Lampu	Hopper	Hopper / Radiator + Lampu
Lubrication system	Combined Pressure and splashing	Combined Pressure and Splashing		Combined Pressure and splashing	Combined Pressure and splashing	Combined Pressure and splashing	Combined Pressure and splashing	Combined Pressure and splashing	Combined Pressure and splashing	Combined Pressure and splashing
Starting System	Hand cranking	Hand cranking	Hand cranking	Hand cranking	Hand cranking	Hand cranking	Hand cranking	Hand cranking	Hand cranking	Hand cranking
Net Weight (kg)	60 / 65	72 / 77	95	145	145	145	150 / 160	150 / 160	150 / 160	180 / 190
Rated Speed (rpm)			2200							
Fuel Consumption (g / hp-h)			< 207							
Packing Size (LxWxH) (mm)			810 x 400 x 650							
Crank Shaft	Bearing	Bearing	Bearing	Metal	Bearing	Metal	Metal	Metal	Bearing	Bearing

LAMPIRAN E
GAMBAR SCREW DAN ADJI PROPELLER

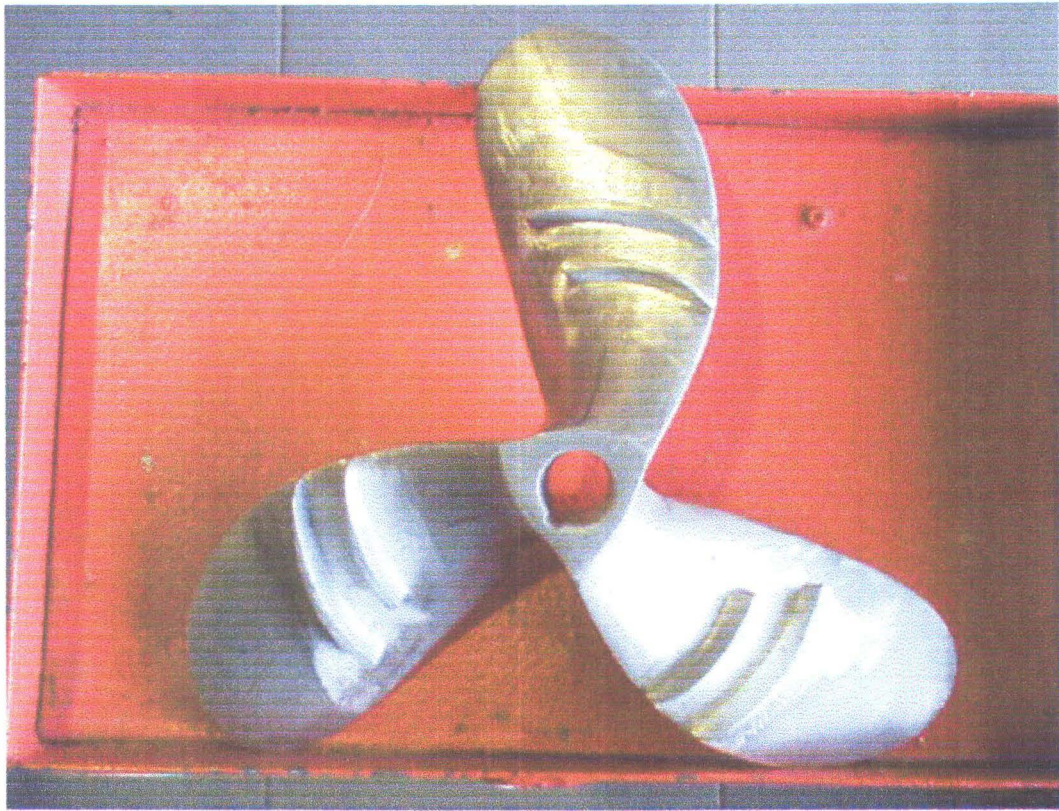
GAMBAR FOTO
SCREW DAN ADJI PROPELLER



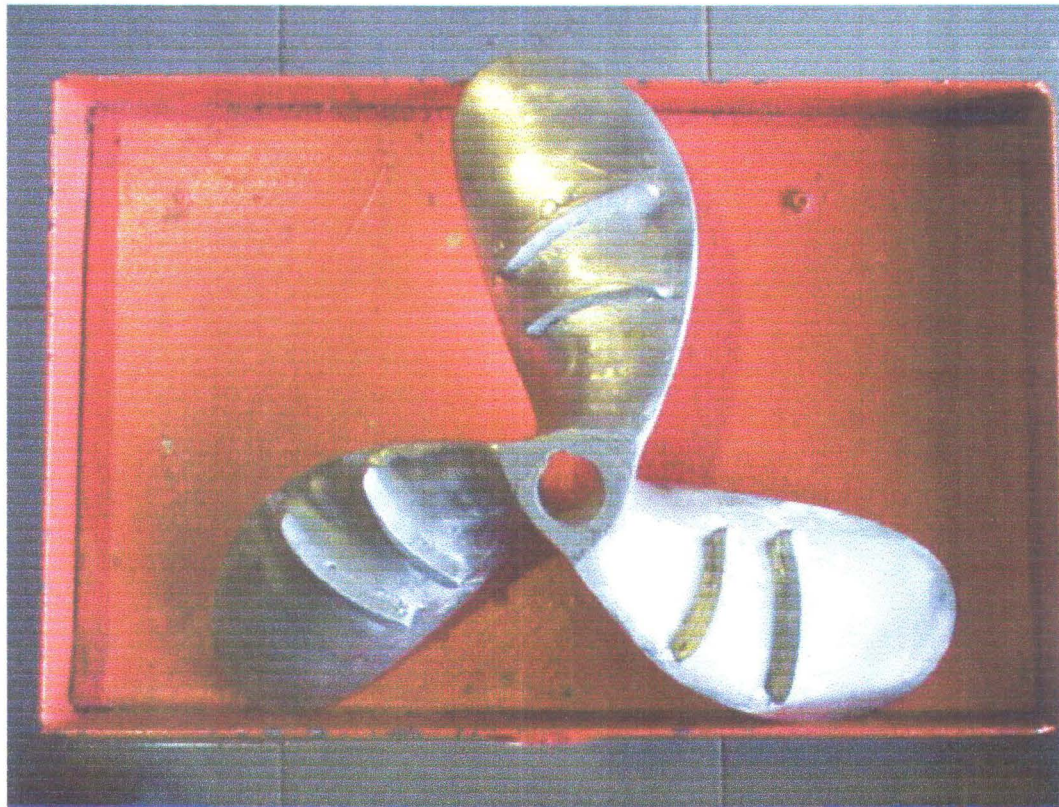
Gambar E.1 Screw Propeller X.1



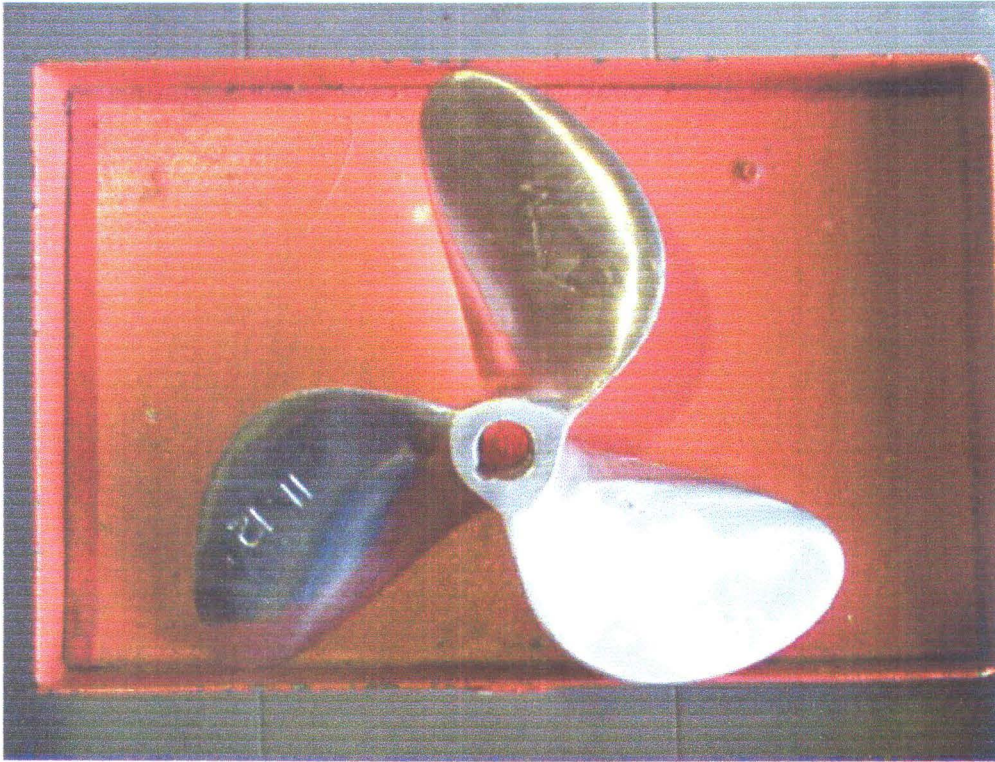
Gambar E.2 Adji Propeller X.1.1



Gambar E.3 Adji Propeller X.1.2



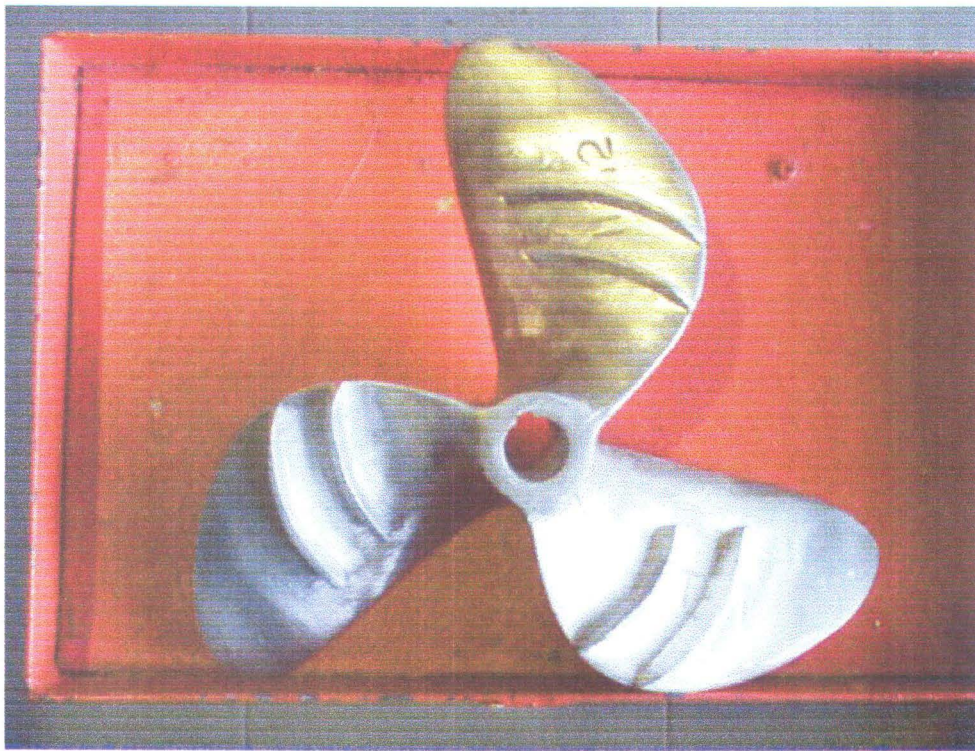
Gambar E.4 Adji Propeller X.1.3



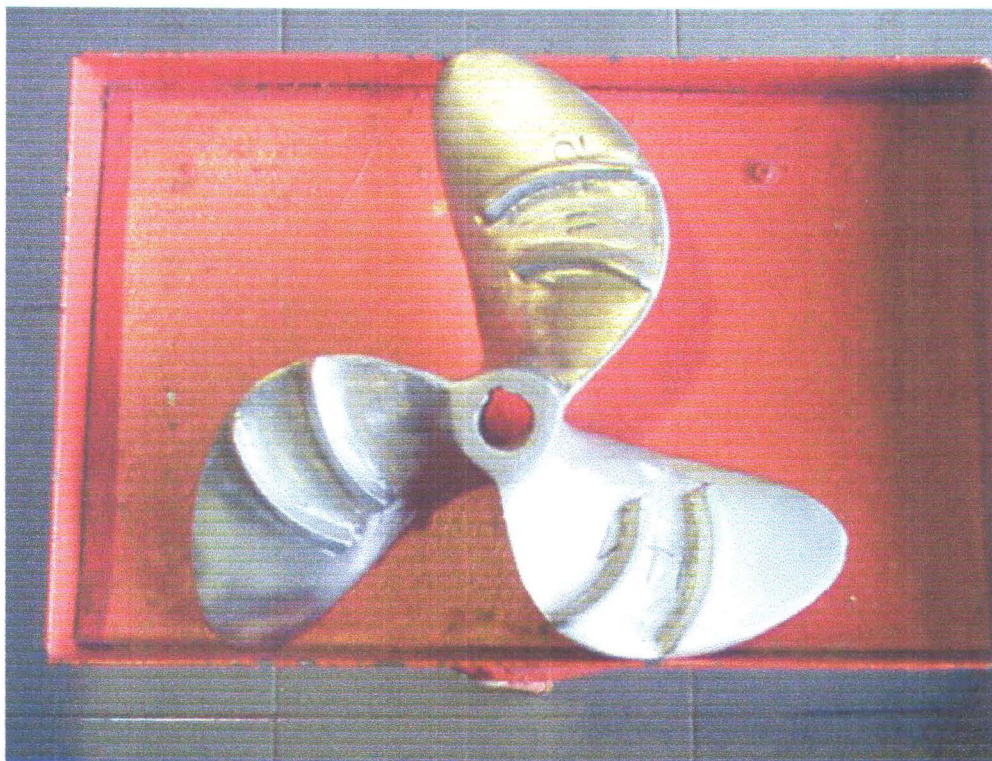
Gambar E.5 Screw Propeller X.2



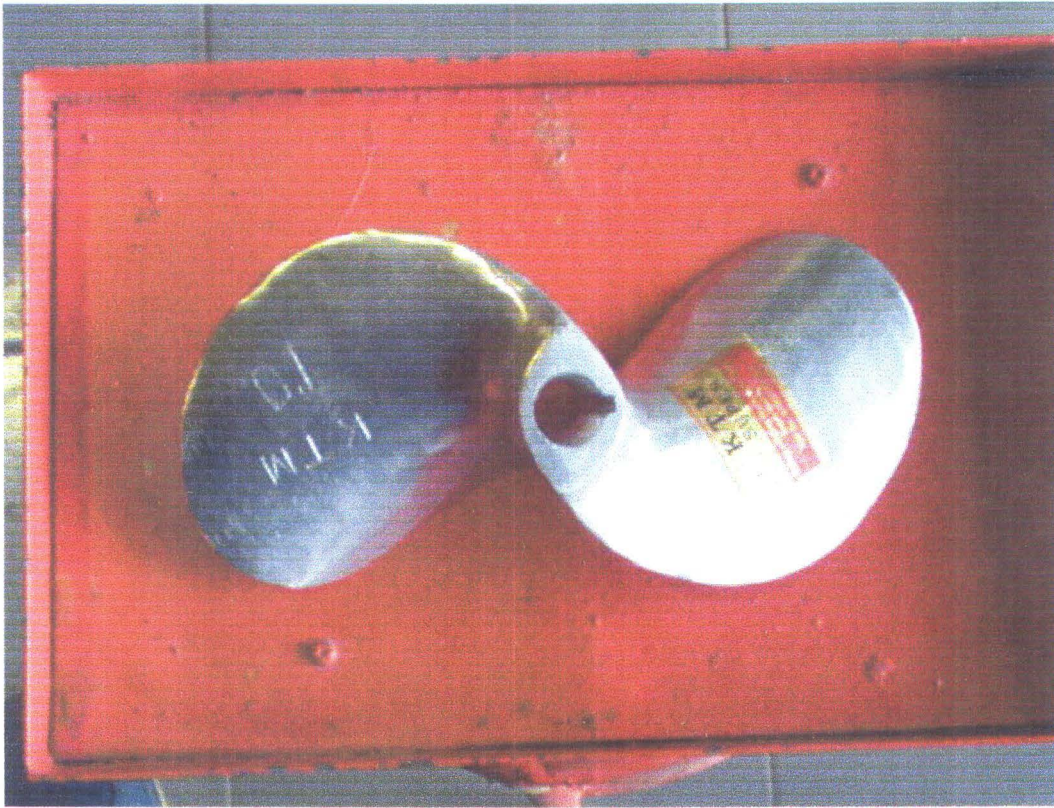
Gambar E.6 Adji Propeller X.2.1



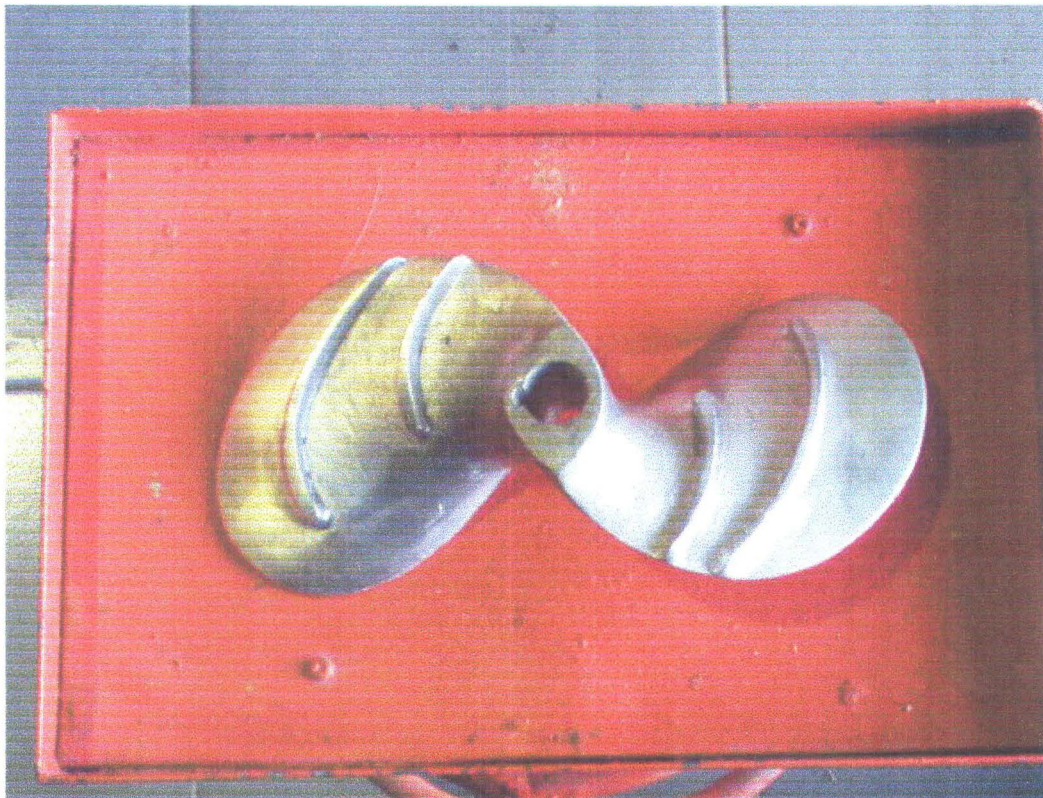
Gambar E.7 Adji Propeller X.2.2



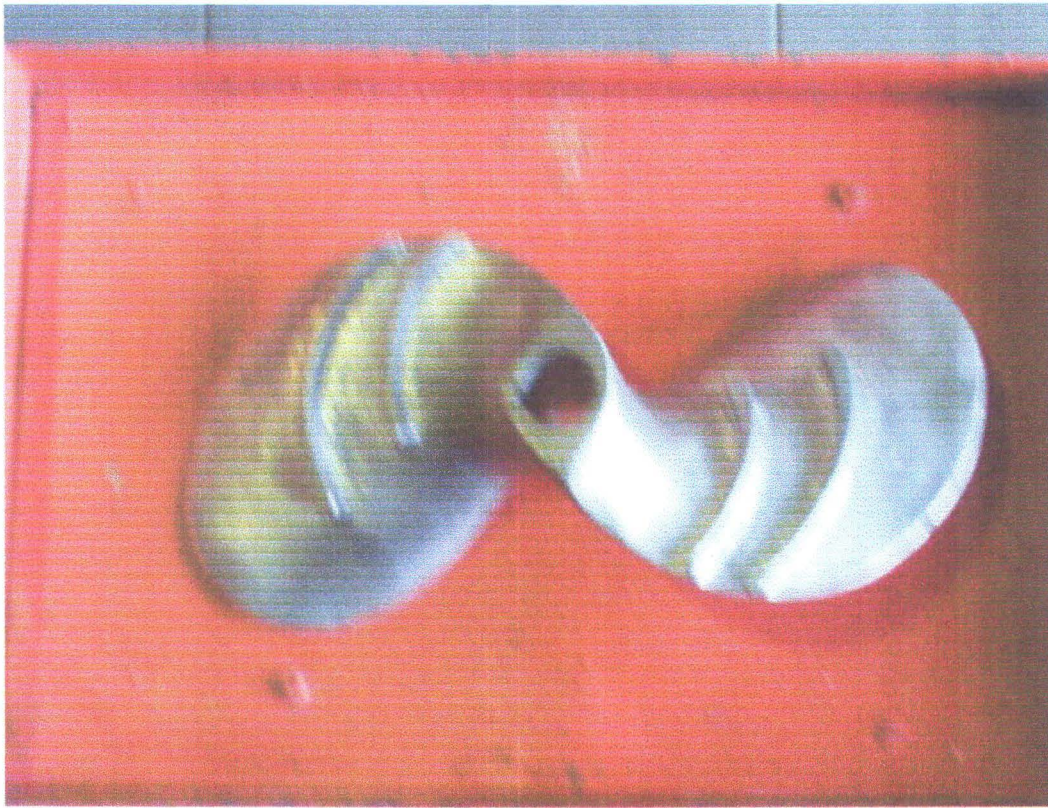
Gambar E.8 Adji Propeller X.2.3



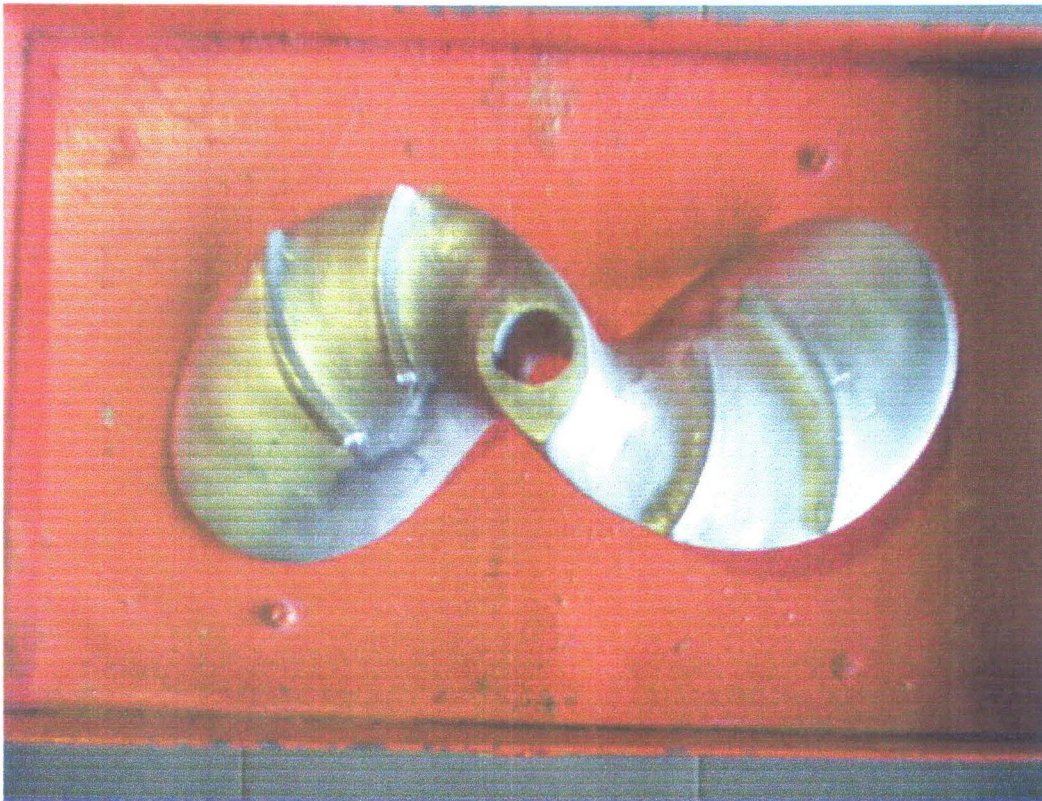
Gambar E.9 Screw Propeller X.3



Gambar E.10 Adji Propeller X.3.1

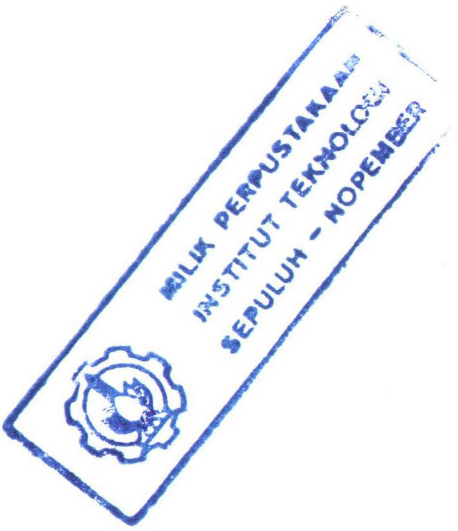
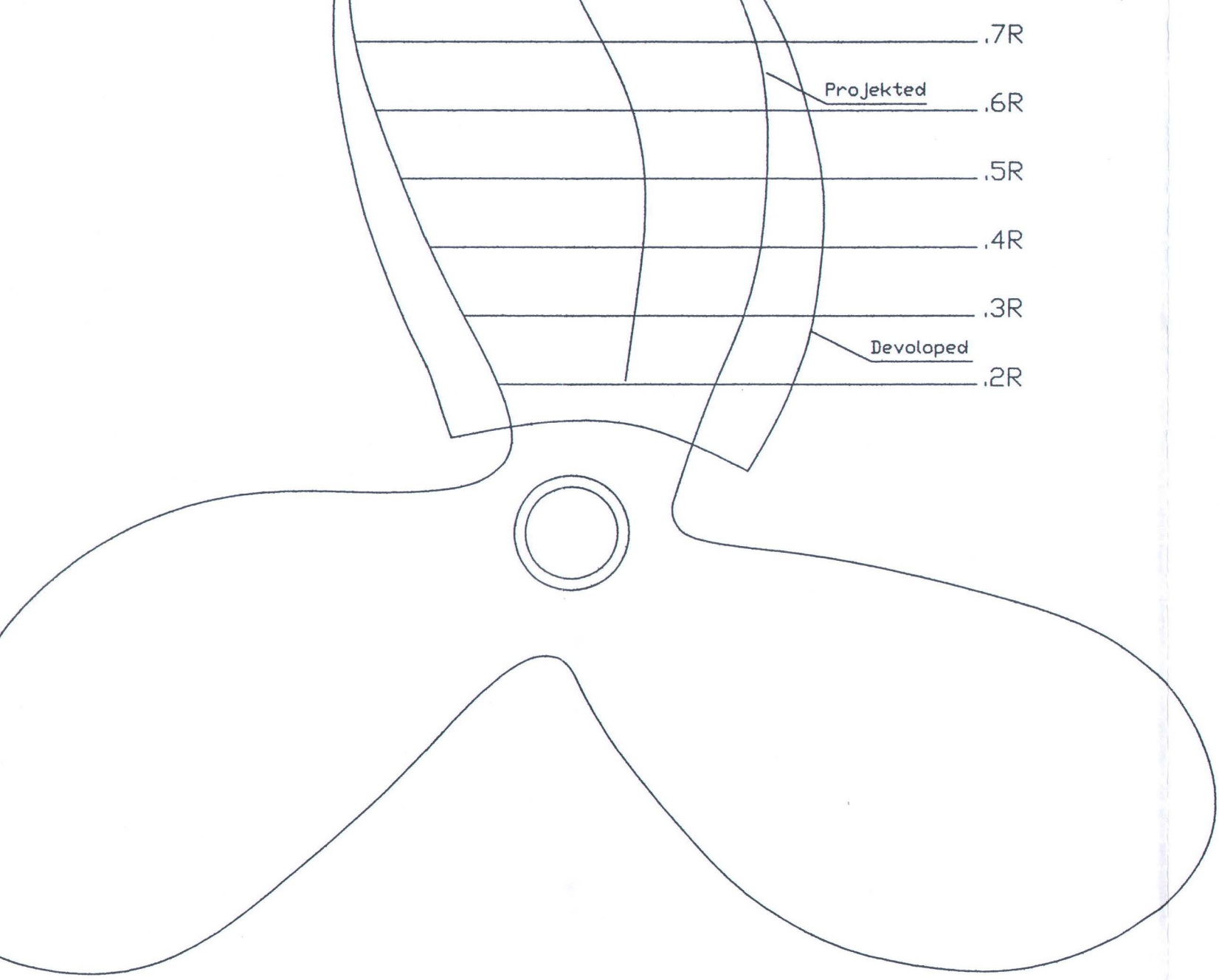


Gambar E.11 Adji Propeller X.3.2



Gambar E.12 Adji Propeller X.3.3

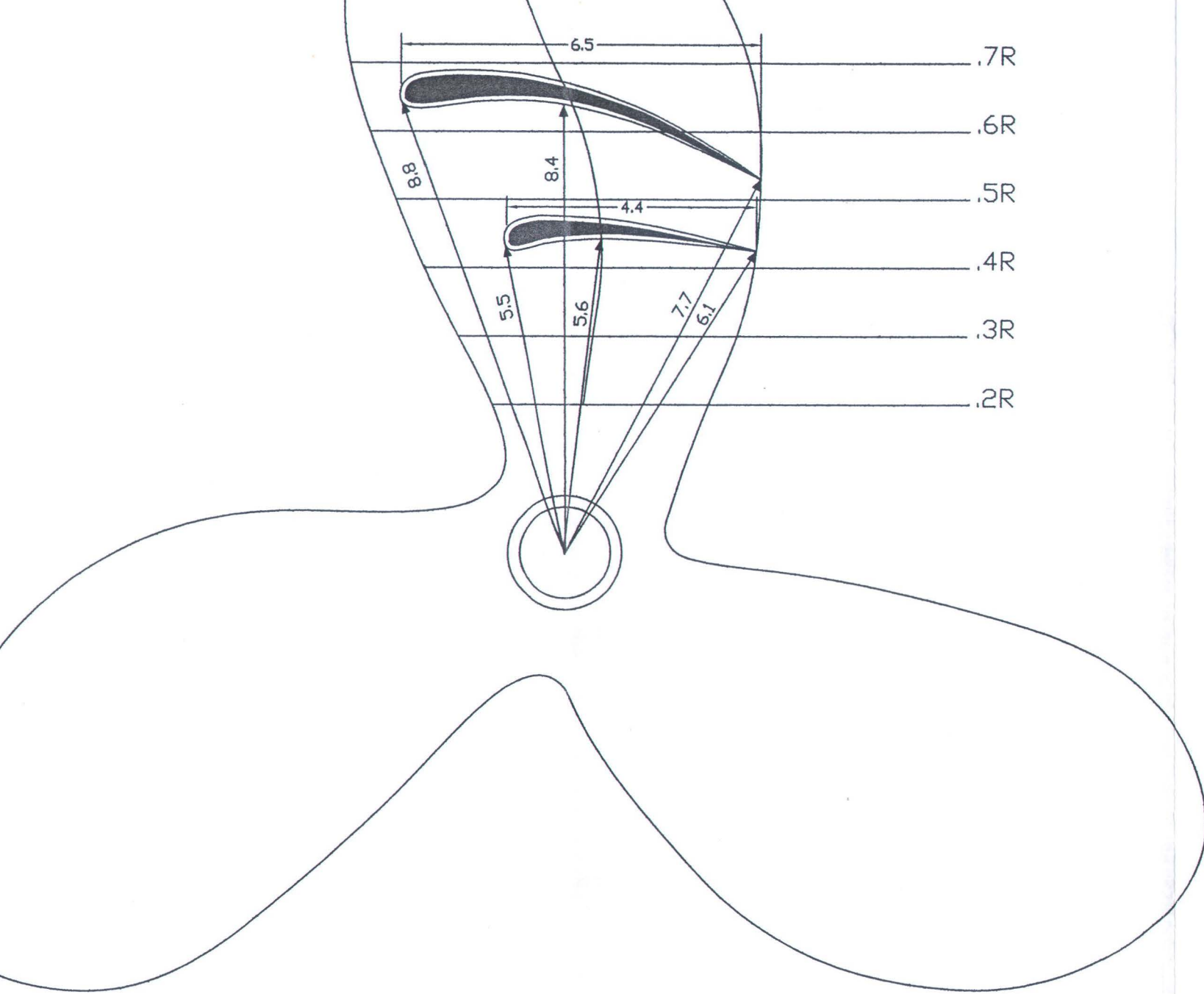
GAMBAR TEKNIK
SCREW DAN ADJI PROPELLER



JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

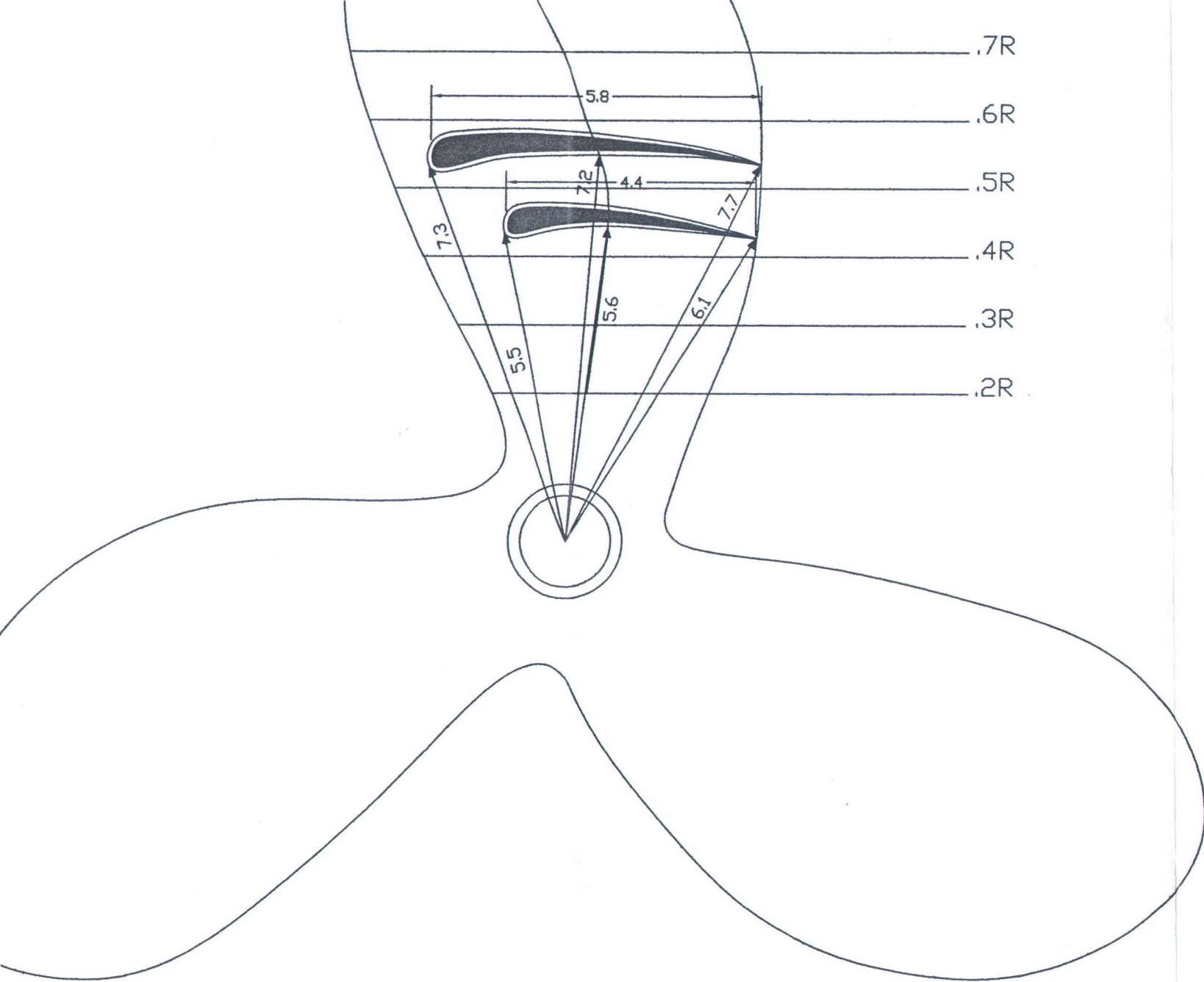
PROJ Y 1



JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

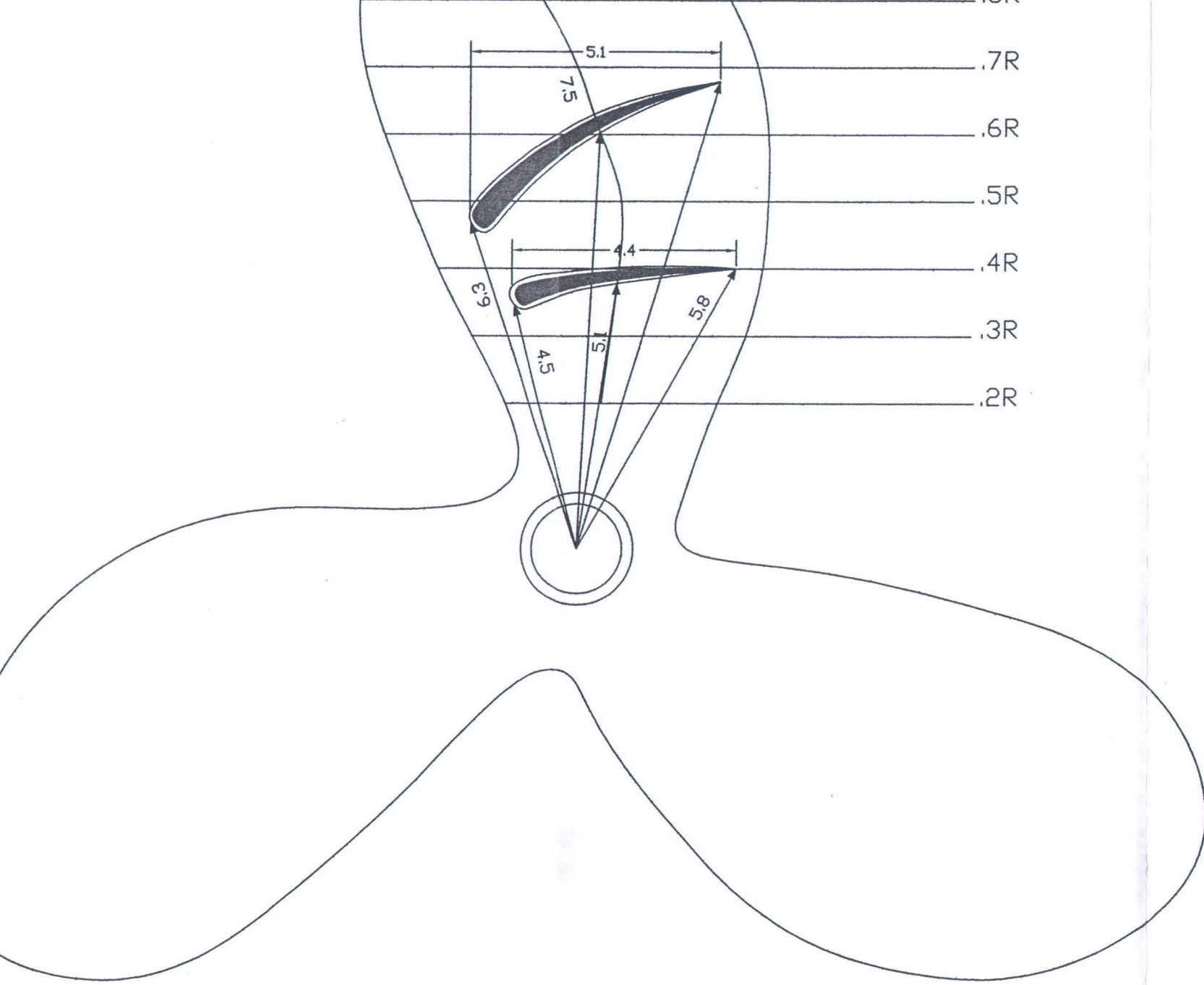
APPOR Y 1 1



JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

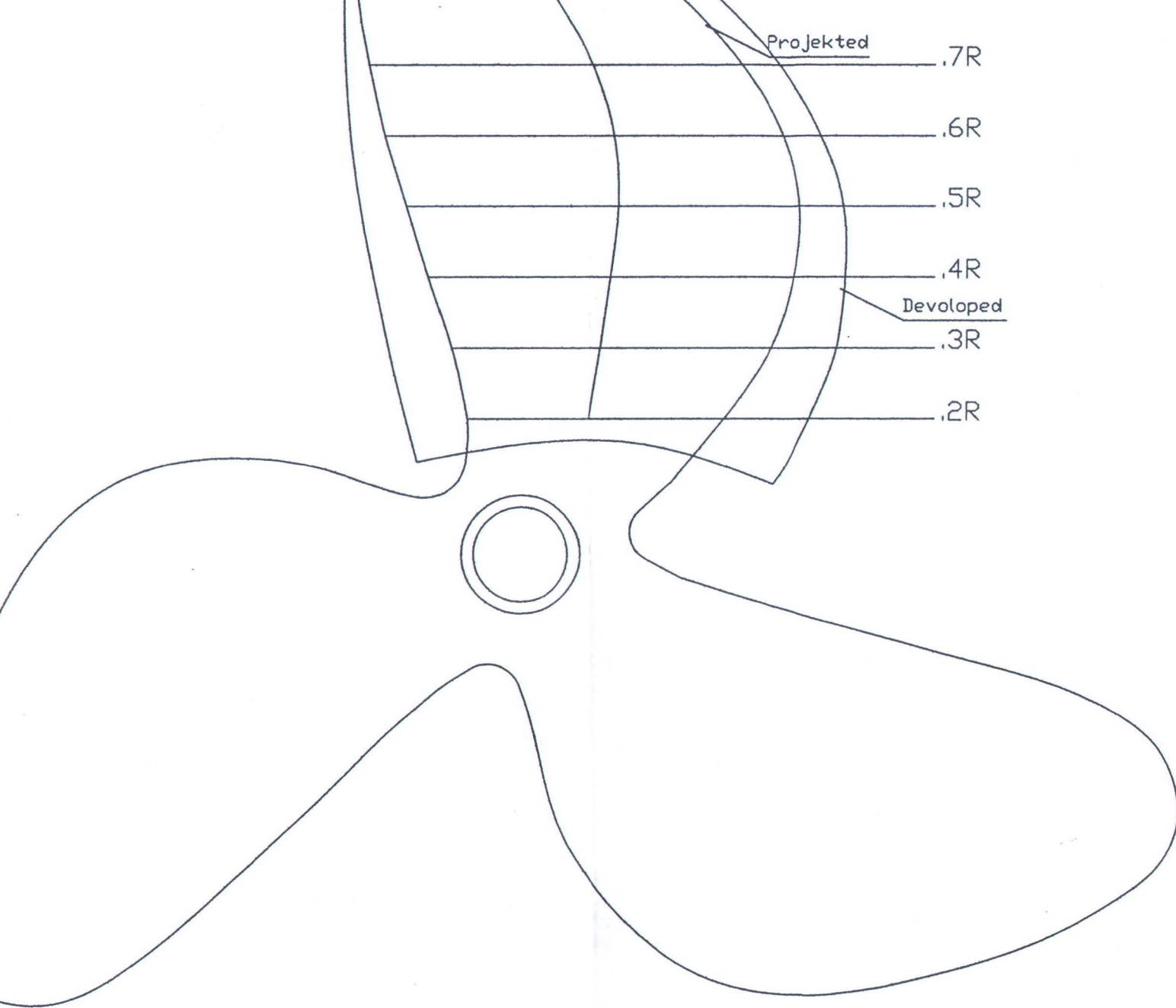
1. PENDAHULUAN



JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

PROJEK 1.0

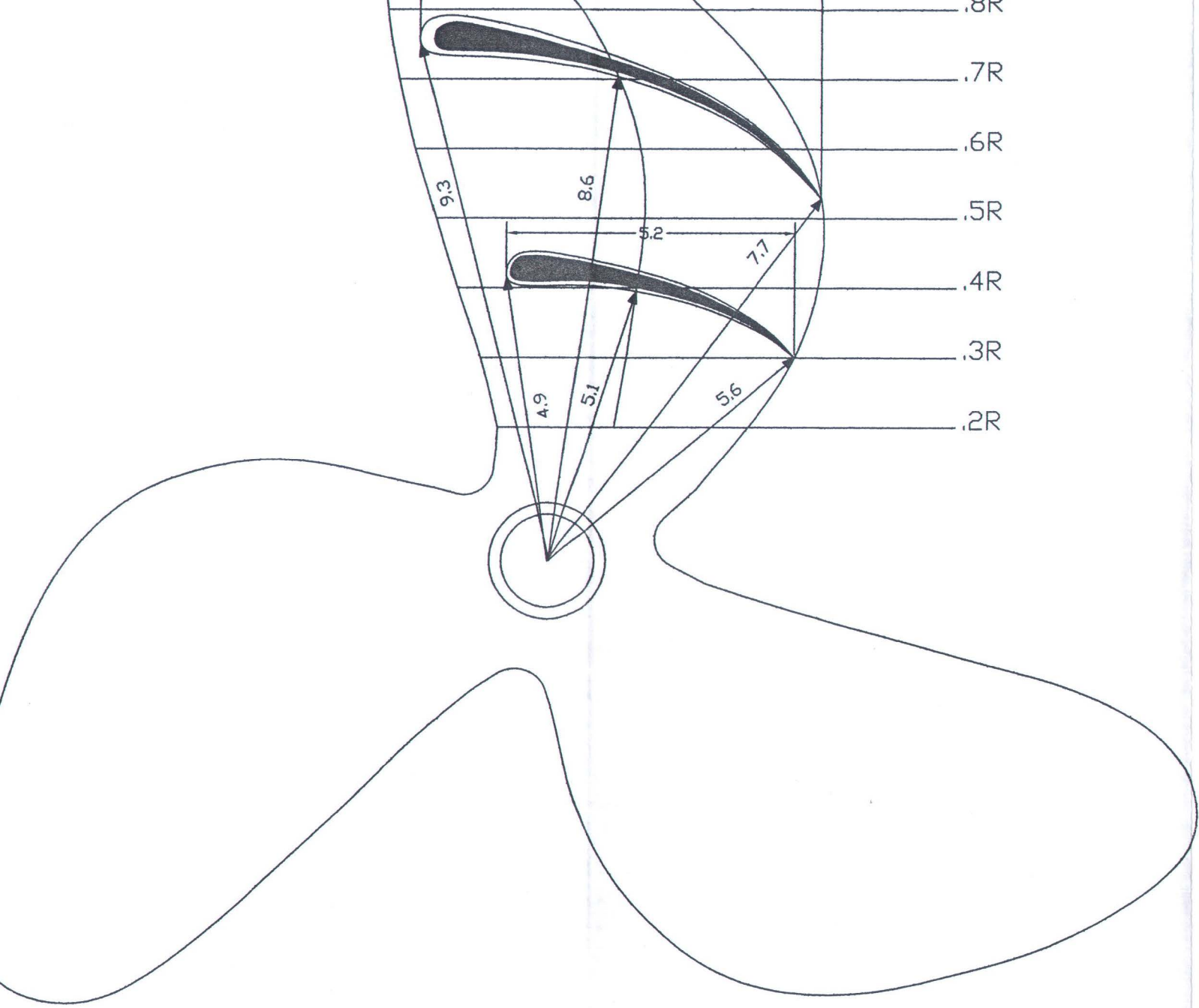


JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

PROP X. 2

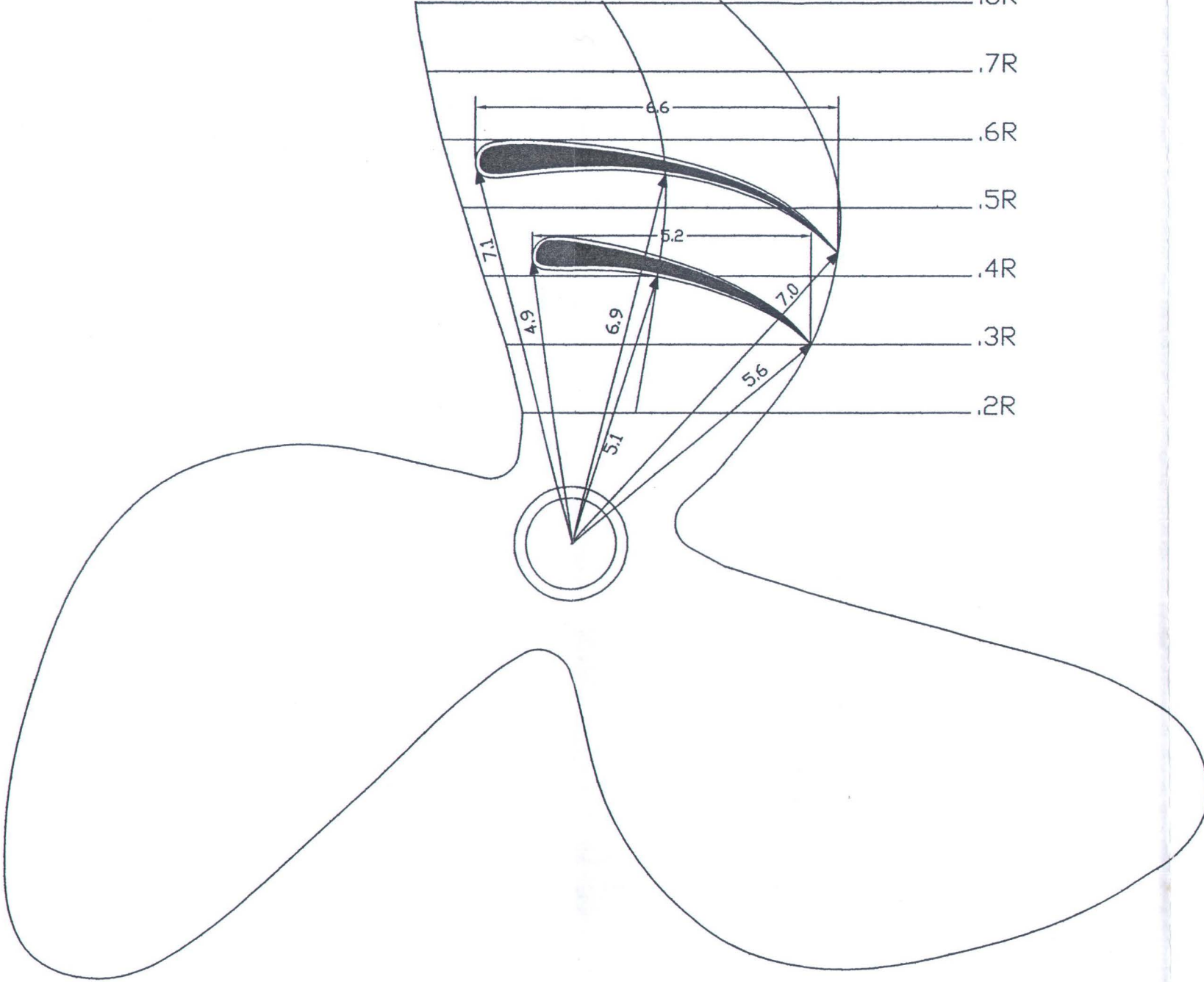


JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

Aj PROP X. 2. 1

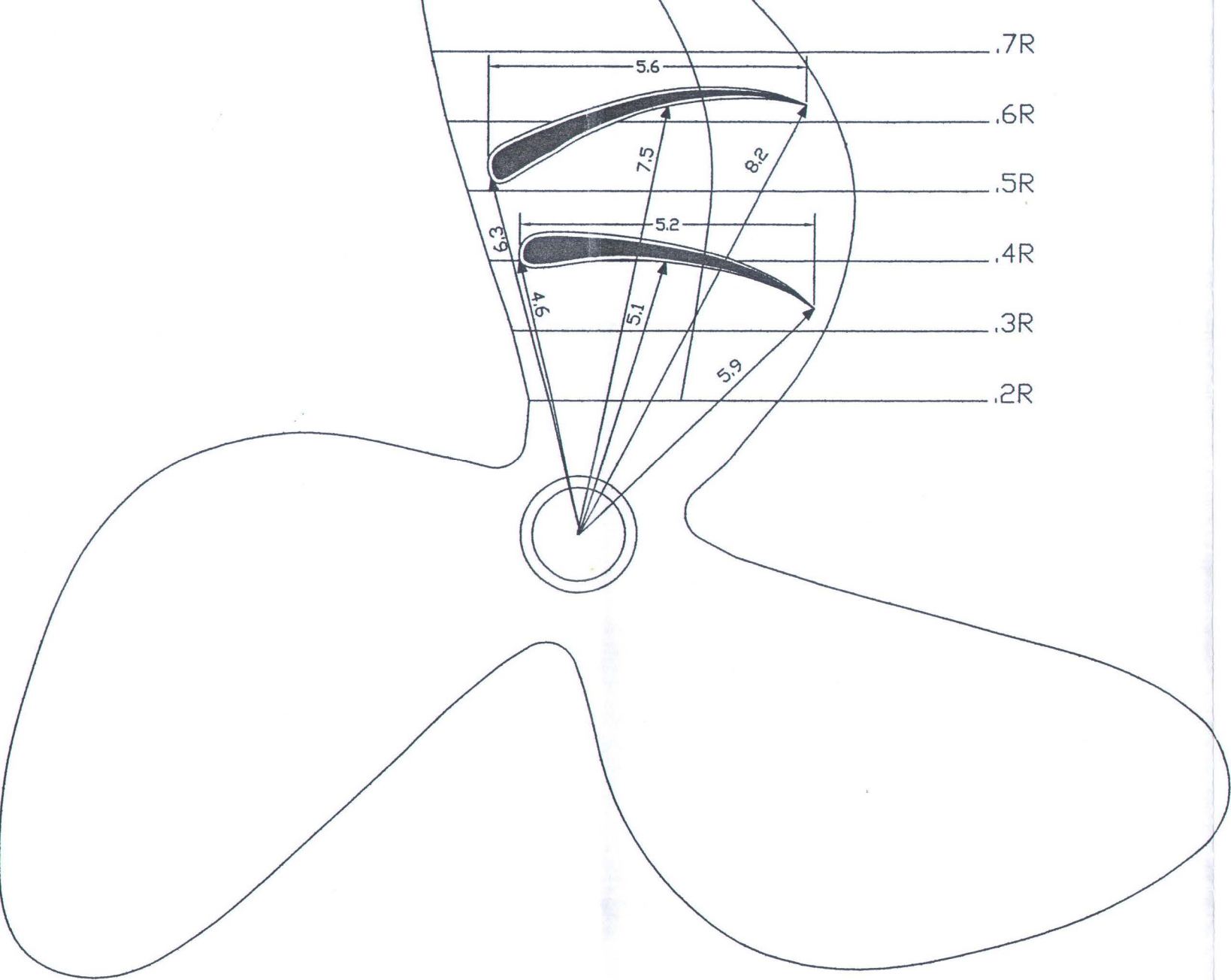


JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

Δi PROP X 2 2

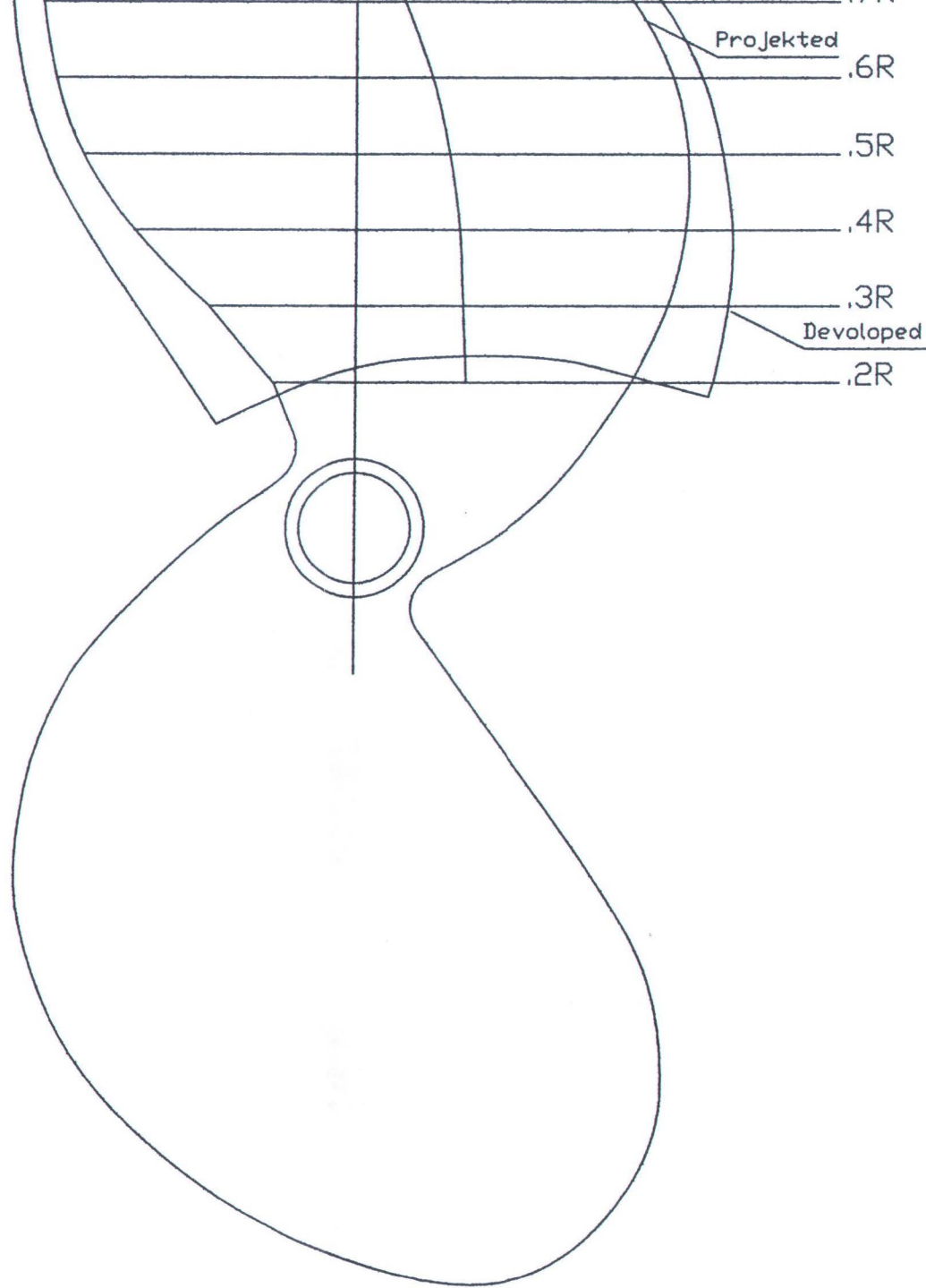


JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

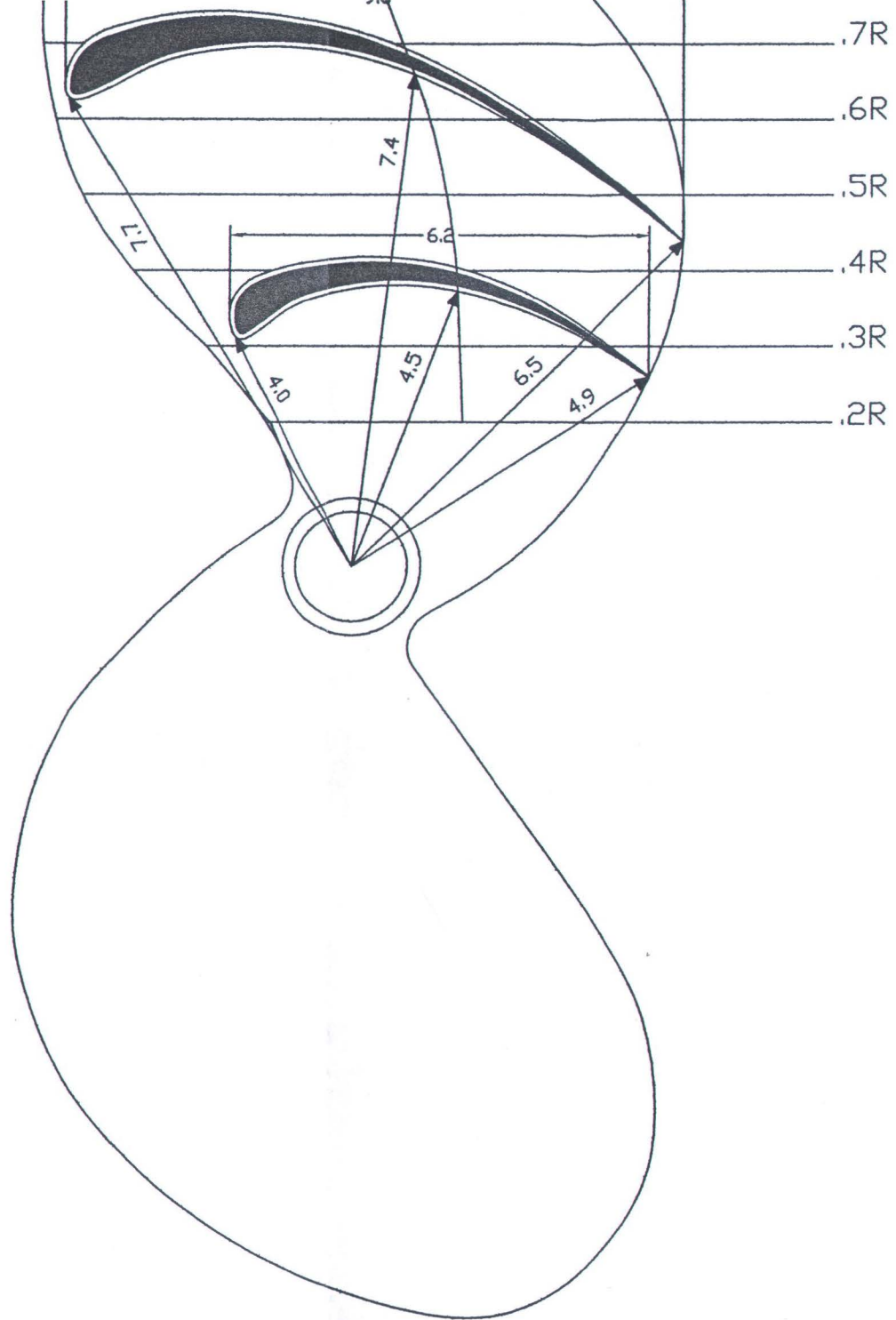
Aj PROP X. 2. 3



JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

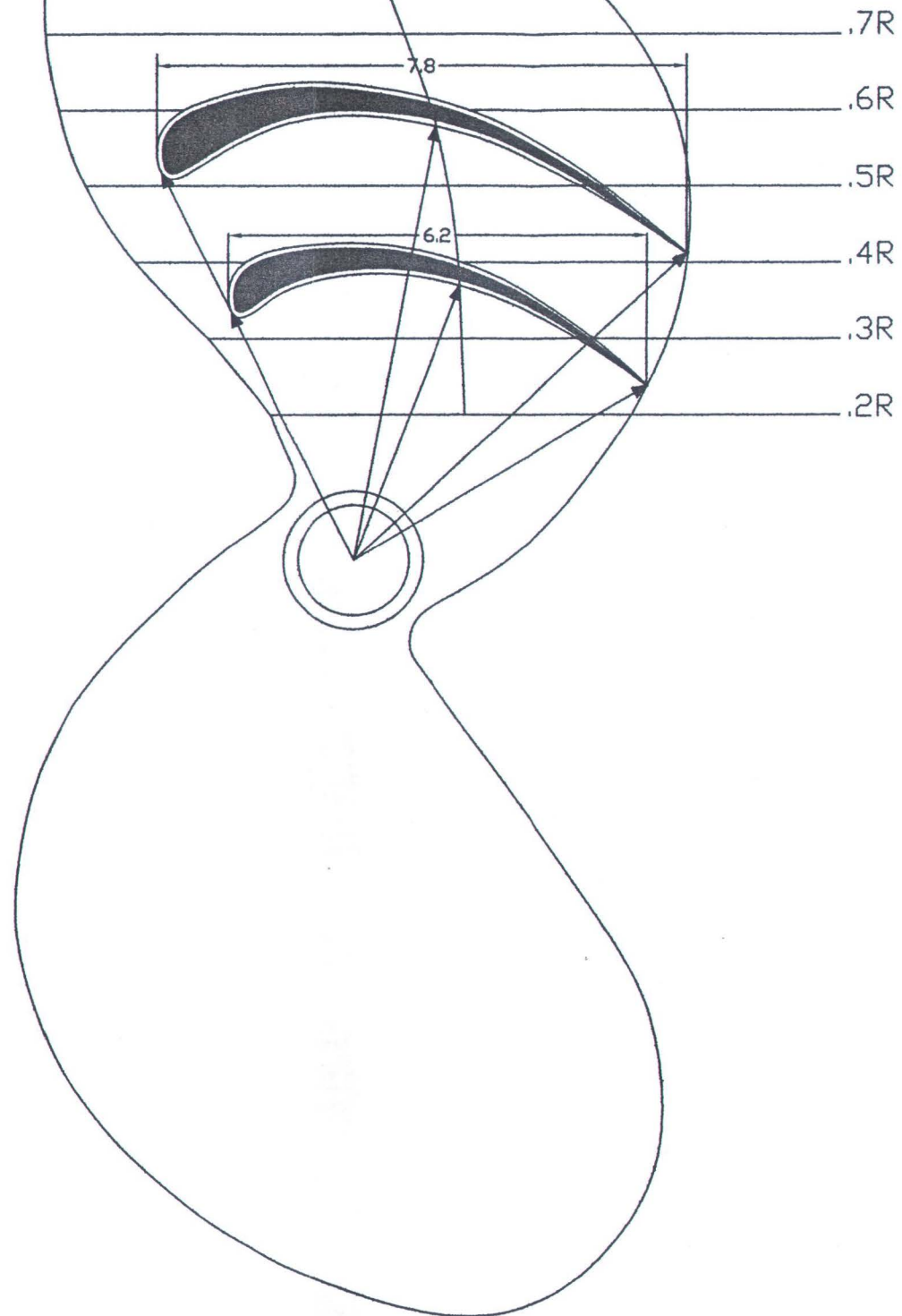
PROP X. 3



JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

Ai PROP X 3 1

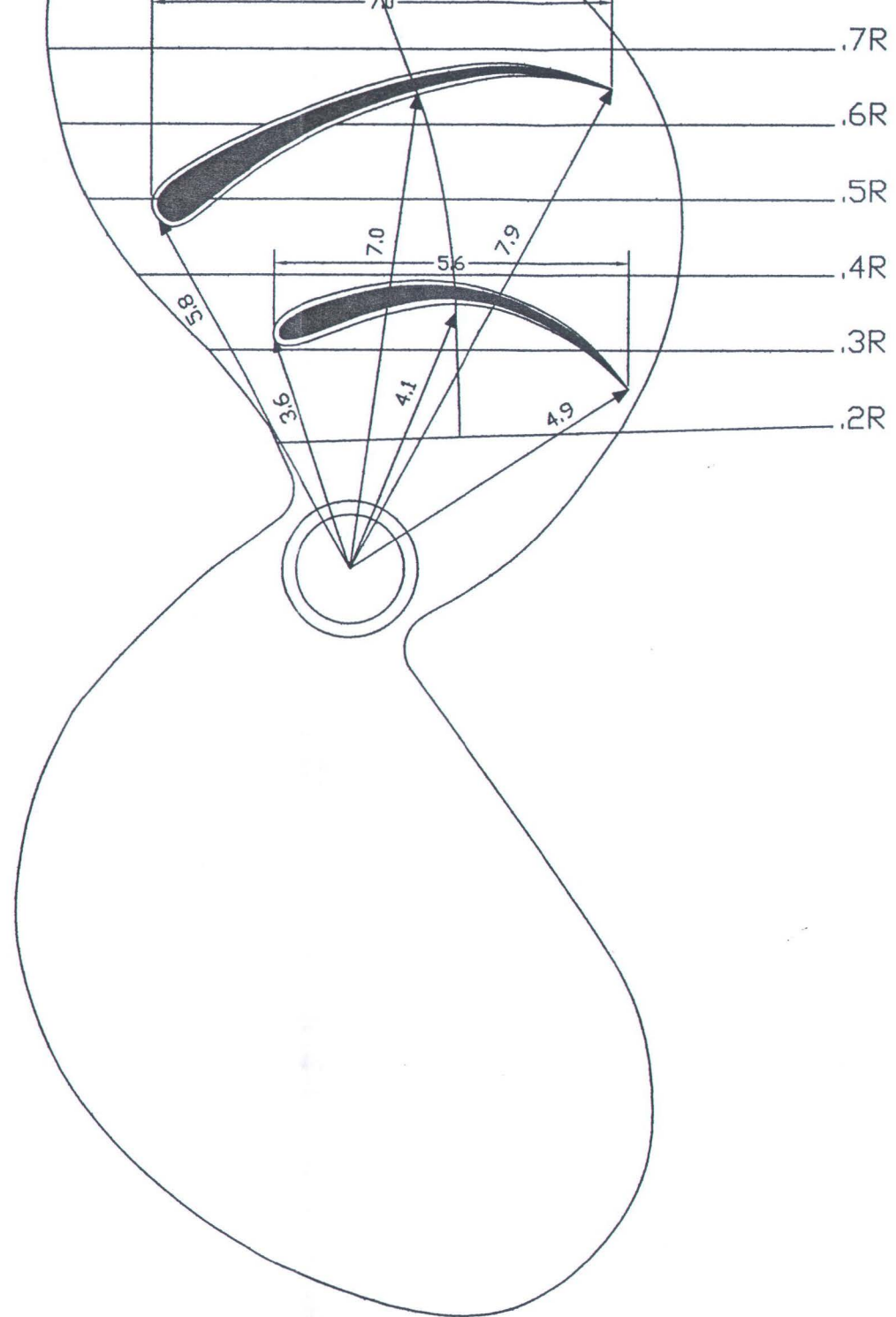


JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

Aj PROP X. 3. 2



JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KM. TSUNAMI

Ai PROP X. 3. 3

