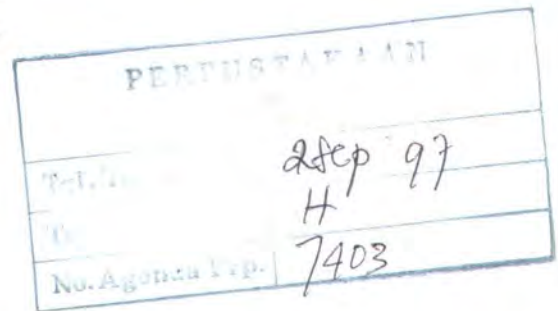


TUGAS AKHIR (OE 1701)

STUDI EKSPERIMENTAL PENENTUAN KOEFISIEN MASSA TAMBAH DARI MODEL SEMISUBMERSIBLE AKIBAT GERAKAN SURGING

RSke
627.98
Sya
5-1

1997



Disusun Oleh :

NUR SYAHRONI
NRP : 4391100010

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1997**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENENTUAN KOEFISIEN
MASSA TAMBAH DARI MODEL SEMISUBMERSIBLE
AKIBAT GERAKAN SURGING**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Untuk Menyelesaikan Studi Program Sarjana**

Pada

Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

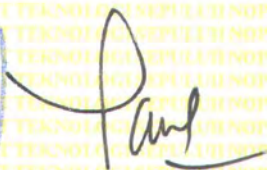
Mengetahui / Menyetujui :

Pembimbing I



Jr. Mas Murtedjo, M. Eng
NIP. 130687431

Pembimbing II



Dr. Jr. Daulus Indiyono, M Sc
NIP. 131453680





ABSTRAK

ABSTRAK

Studi eksperimental ini dilakukan untuk menentukan **koefisien massa tambah dari model semisubmersible akibat gerakan surging** yang dilakukan di Laboratorium Hidrodinamika FTK - ITS. Model semisubmersible yang diuji, terdiri dari 6 buah kolom dan 2 buah ponton silindris yang terbuat dari bahan flexiglass. Percobaan dilakukan dengan 3 kondisi sarat, yaitu 6.5 cm, 11 cm dan 22.4 cm. Parameter gelombang yang digunakan, yaitu 9 variasi periode gelombang, yaitu dari 1.2 dt - 2.0 dt dan 2 variasi tinggi gelombang, yaitu 2 cm dan 4 cm.

Setelah dilakukan percobaan, dihasilkan besaran koefisien massa tambah untuk sarat 6.5 cm dalam rentang 0.1 - 0.3 . Untuk kondisi sarat 11cm dalam rentang 0.1 - 0.29. Dan untuk kondisi sarat 22.4 cm dalam rentang 0.09 - 0.294. Untuk semua sarat, trend grafik cenderung turun dengan bertambahnya frekwensi.

Dari hasil percobaan ini, kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan **teori gerakan harmonis struktur terapung** (J.P. Hooft, 1983) menghasilkan besaran koefisien massa tambah untuk sarat 6.5 cm dalam rentang 0.13 - 0.36. Untuk kondisi sarat 11 cm dalam rentang 0.14 - 0.17. Dan untuk kondisi sarat 22.4 cm dalam rentang 0.22 - 0.6. Trend grafik untuk semua sarat menunjukkan kecenderungan turun dengan semakin naiknya frekwensi, sehingga bila dibandingkan dengan hasil percobaan kedua hasil menunjukkan kesamaan trend grafik koefisien massa tambah.



**KATA
PENGANTAR**

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohiim,

Alhamdulillah segala puji hanya bagi Allah s.w.t yang telah memberikan rahmat, ilham, daya dan upaya sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan Tugas Akhir yang menjadi syarat untuk menyelesaikan studi kesarjanaan (S -1) di Jurusan Teknik Kelautan FTK - ITS, dengan judul " **Studi Eksperimental Penentuan Koefisien Massa Tambah dari Model Semisubmersible Akibat Gerakan Surging** ".

Penulis menyadari besarnya jasa - jasa dari berbagai pihak yang telah banyak berperan / membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang setulus - tulusnya kepada :

1. Ibunda dan Ayanda (alm) tercinta atas segala cinta dan kasih sayang tulus dan do'amamu yang tak putus - putus bagi kesuksesan ananda. Semoga Allah swt. memberikan kasih sayang-Nya kepada beliau sebagaimana beliau memberikan kasih sayangnya kepada kami sejak kecil.
2. Keluarga dan saudara - saudaraku semuanya yang banyak memberikan dukungan.
3. Ir. Mas Murtedjo M.Eng dan Ir. Paulus MSc. PhD. selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran dan keikhlasan dalam memberikan bimbingan dan bantuannya.
4. Ir. Langgeng Condro, Pak Toni, Pak Joko, Mas Pur dan Pak Yus di Laoratorium Hidrodinamika yang telah banyak membantu selama proses percobaan.
5. Ir. Handayanu MSc. dan Ir. Hasan Ikhwani selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingannya selama menempuh studi di ITS.
6. Pak Yanto, Pak Hardiman dan seluruh karyawan Laboratorium Teknologi Mekanik atas segala bantuannya.

7. Ir. Eko B. Djatmiko MSc. PhD. selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan, FTK - ITS.
8. Arek - arek Laut '91 terutama Ice 'Bang Tom' Kurniawan, Aminta Daya', Sukma 'Gering' Widyawan, Ayi' 'Wedus', Budi 'Tarzan' Ontong, Iwan 'Landak' Susanto, Wisnu 'Jemblong', Budi 'Jerapah' Asih, Veralin 'Gajah' Anuputih, Darmono 'Iblis', Irawan, Baron 'Gilap', dan anggota Laut '91 lainnya atas segala persahabatan dan pengalaman menyenangkan selama ini.
9. Anggota lantai IV : Edi Bu Kos, Pa' De Heri, Gimbung, dan anggota lainnya.
10. My patner Adi Wirawan H. yang telah banyak melewatkan waktu bersama dalam eksperimen dan terimakasih atas segala bantuannya.
11. Keluarga Pak Murtedjo atas segala fasilitas dan bantuan yang telah diberikan.
12. Teman kos - kosan Novik, Wakhid, Abdi, Very, Andri dan Taufik.
13. Umratun Zulfa yang telah memberikan warna indah dalam hidupku.
14. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan di sini, tanpa mengurangi ras hormat.

Penulis menyadari, bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan di masa mendatang sangat kami harapkan. Akhirnya penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan khasanah keilmuan dan bagi para pembaca sekalian. Amin

Surabaya, Agustus 1997

Nur Syahrone



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.	
I.1 Latar Belakang	I - 1
I.2 Perumusan Masalah.	I - 3
I.3 Batasan Masalah	I - 3
I.4 Tujuan	I - 4
I.5 Metodologi dan Model Analisis	I - 5
I.6 Sistematika Penulisan	I - 7
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Umum	II - 1
II.2 Sifat - Sifat Hidrodinamis Struktur Terapung	II - 5
II.2.1 Pengertian	II - 5
II.2.2 Gaya Pengembali	II - 6
II.2.3 Gaya Redaman (<i>damping force</i>)	II - 7
II.2.4 Gaya Inersia (<i>inertia force</i>)	II - 8
II.2.4.1 Konsep Massa Tambah	II - 8
II.2.5 Gaya Eksitasi Hidrodinamis	II - 14
II.3 Teori Gelombang	II - 17
II.3.1 Teori Gelombang Linear	II - 18
II.4 Region of Validity	II - 20

II.5 Hukum Kesamaan	II - 21
II.6 Penelitian - Penelitian dan Perhitungan dengan Teori Lain tentang Koefisien Massa Tambah	II - 23

BAB III. PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PERCOBAAN

III.1 Persiapan Model Semisubmersible	III - 1
III.2 Fasilitas dan Perangkat Eksperimen	III - 5
III.2.1 Kolam Uji	III - 5
III.2.2 Pembangkit Gelombang	III - 5
III.2.3 H.P. Personal Computer	III - 6
III.2.4 Amplifier	III - 7
III.2.5 Probe Gelombang	III - 7
III.2.6 Wave Gauge (Pengukur Gelombang)	III - 7
III.2.7 ADC/DAC Interface	III - 8
III.2.8 Load Cell	III - 8
III.3 Kalibrasi	III - 10
III.3.1 Kalibrasi Load Cell	III - 11
III.3.2 Kalibrasi Displacemen Tranducer	III - 11
III.3.3 Kalibrasi Gelombang	III - 12
III.3.4 Kalibrasi Konstanta Pegas	III - 13
III.4 Penentuan Parameter Gelombang	III - 14
III.5 Proses Percobaan	III - 15
III.6 Analisa Data Hasil Percobaan	III - 15
III.7 Pembuatan Laporan Akhir	III - 18

BAB IV PERHITUNGAN TEORITIS PENENTUAN MASSA TAMBAH

GERAKAN SURGING

IV.1 Perumusan Massa Tambah	IV - 1
IV.2 Gaya Eksitasi Gelombang dan Koefisien Pengembali	IV - 2
IV.3 Gerakan Struktur dan Beda Fase	IV - 9

BAB V ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

V.1 Hasil Perhitungan Teoritis	V - 1
V.2 Hasil Percobaan	V - 3
V.2.1 Hasil Kalibrasi	V - 3
V.2.2 Pengolahan Hasil Percobaan	V - 8
V.2.3 Penentuan Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan	V - 8
V.3 Perbandingan Hasil Percobaan dengan Perhitungan Teoritis serta Hasil Percobaan lain yang telah Dipublikasikan	V - 11
V.3.1 Pengaruh Frekwensi dan Tinggi Gelombang terhadap Koefisien Massa Tambah	V - 11
V.3.2 Hasil Percobaan dan Teori Lain yang telah Dipublikasikan	V - 15
V.3.3 Pengaruh Konfigurasi Semisubmersible terhadap Koefisien Massa Tambah	V - 15

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan	VI - 1
VI.2 Saran	VI - 2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : Penentuan Daerah Validasi Gelombang	
LAMPIRAN B : Kalibrasi	
B - 1 : Kalibrasi Loadcell	
B - 2 : Kalibrasi Gelombang (Seasim & Probe)	
B - 3 : Kalibrasi Displacement Transducer	
B - 4 : Kalibrasi Konstanta Pegas	
LAMPIRAN C : Perhitungan Koefisien Massa Tambah Teoritis	
C - 1 : Proses Iterasi	

C - 2 : Ringkasan Hasil Perhitungan

C - 3 : Grafik Koefisien Massa Tambah Teoritis

LAMPIRAN D : Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan

D - 1 : Data - Data Hasil Percobaan

D - 2 : Pengolahan Data

D - 3 : Ringkasan Koefisien Massa Tambah Hasil
Percobaan

D - 4 : Grafik Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan

LAMPIRAN E : Photo Eksperimen



DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Daerah pembebanan gelombang dan pendekatan yang dipakai	II - 17
Tabel 3.1	Kesamaan geometri antara model dan semisubmersible sebenarnya	III - 3
Tabel 5.1	Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan Kondisi Sarat 22.4 cm	V - 1
Tabel 5.2	Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan Kondisi Sarat 11 cm	V - 1
Tabel 5.3	Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan Kondisi Sarat 6.5 cm	V - 2
Tabel 5.4	Kalibrasi Loadcell	V - 6
Tabel 5.5	Kalibrasi Displacement Tranducer	V - 6
Tabel 5.6	Kalibrasi gelombang (Seasim)	V - 6
Tabel 5.7	Kalibrasi Konstanta Pegas	V - 7
Tabel 5.8	Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil percobaan Kondisi Sarat 22.4 cm	V - 9
Tabel 5.9	Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil percobaan Kondisi Sarat 11 cm	V - 9
Tabel 5.10	Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan Kondisi Sarat 6.5 cm	V - 9



DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Jenis dan bagian - bagian semisubmersible	I - 2
Gambar 1.2	Diagram alir metodologi TA	I - 6
Gambar 2.1	Istilah gerakan struktur dan sistim koordinat global	II - 2
Gambar 2.2.a	Mooring bouy yang ditambat di dasar laut	II - 6
Gambar 2.2.b	Idealisasi model dari mooring bouy	II - 6
Gambar 2.3	Pengaruh pergerakan benda terhadap partikel fluida	II - 9
Gambar 2.4	Distribusi tekanan pada benda dipercepat	II - 11
Gambar 2.5	Skema gaya reaksi dan gerakan harmonis dari struktur	II - 13
Gambar 2.6	Profil gelombang linear	II - 18
Gambar 2.7	Region of Validity Cakrabarti S.K. (1987)	II - 21
Gambar 2.8.1	Sistim penambatan model tanker pada S.P.M.	II - 24
Gambar 2.8.2	Massa tambah dengan variasi frekwensi gelombang	II - 24
Gambar 2.9.1	Geometri model silinder gabungan	II - 25
Gambar 2.9.2	Koefisien massa tambah gerakan surge pada silinder gabungan	II - 25
Gambar 2.10	Massa tambah dan koefisien redaman model bola setengah terbenam untuk gerakan heave dan surge	II - 26
Gambar 3.1	Dimensi Model Semisubmersible	III - 1
Gambar 3.2	Setting model, peralatan pengarah gerakan dan pengukur gaya dan simpangan	III - 2
Gambar 3.3	Kereta untuk menempatkan model dan perlengkapannya	III - 4
Gambar 3.4	Skema fasilitas dan perangkat peralatan percobaan	III - 10

Gambar 3.5	Grafik simpangan, kecepatan dan percepatan model	III - 17
Gambar 4.1	Dimensi kolom pada sarat = 22.4 cm	IV - 3
Gambar 4.2	Dimensi ponton model pada sarat = 22.4 cm	IV - 4
Gambar 4.3	Dimensi ponton model pada sarat = 11 cm	IV - 6
Gambar 4.4	Dimensi ponton model pada sarat = 6.5 cm	IV - 7
Gambar 5.1	Grafik Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan menggunakan Teori Gerakan Harmonis Struktur Terapung Kondisi Sarat 22.4 cm	V - 2
Gambar 5.2	Grafik Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan menggunakan Teori Gerakan Harmonis Struktur Terapung Kondisi Sarat 11 cm	V - 2
Gambar 5.3	Grafik Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan menggunakan Teori Gerakan Harmonis Struktur Terapung Kondisi Sarat 6.5 cm	V - 3
Gambar 5.4	Grafik Koefisien Massa Tambah hasil percobaan Kondisi Sarat 22.4 cm	V - 10
Gambar 5.5	Grafik Koefisien Massa Tambah hasil percobaan Kondisi Sarat 11 cm	V - 10
Gambar 5.6	Grafik Koefisien Massa Tambah hasil percobaan Kondisi Sarat 6.5 cm	V - 10
Gambar 5.7	Perbandingan Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan dan Hasil Perhitungan Teoritis Kondisi Sarat 22.4 cm	V - 13
Gambar 5.8	Perbandingan Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan dan Hasil Perhitungan Teoritis Kondisi Sarat 11 cm	V - 13
Gambar 5.9	Perbandingan Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan dan Hasil Perhitungan Teoritis Kondisi Sarat 6.5 cm	V - 14
Gambar 5.10	Hasil Percobaan dan Perhitungan Teoritis Lain yang telah dipublikasikan	V - 14



DAFTAR NOTASI

DAFTAR NOTASI

a	: Massa tambah
a_0	: Amplitudo gelombang
A	: Luasan penampang melintang
b	: Koefisien redaman
β	: Koefisien redaman nondimensional
c	: Konstanta pegas
C_a	: Koefisien massa tambah
C_c	: Konstanta kalibrasi
d	: Kedalaman perairan
∇	: Volume displasmen
e	: Gerakan fluida yang belum terpengaruh adanya struktur
ε	: Beda fase antara gaya eksitasi dan respon struktur
F	: Gaya eksitasi gelombang
F_r	: Gaya reaksi struktur
F_n	: Froude number
ϕ	: Kecepatan potensial gelombang
g	: Percepatan gravitasi
H	: Tinggi gelombang
κ	: Angka gelombang
L	: Panjang model
λ	: Panjang gelombang
m	: Massa model
M	: Massa virtual
n	: Vektor normal
η	: Elevasi permukaan gelombang
p	: Tekanan dinamis gelombang
p	: phi (≈ 3.14)
R	: Jarak partikel fluida yang ditinjau dari pusat benda

- Re : Reynold number
- ρ : Massa jenis fluida
- S : Luasan basah (wet surface)
- t : Waktu
- T : Periode gelombang
- T_{model} : Sarat model
- u : Kecepatan horisontal partikel gelombang
- U : Kecepatan benda
- \dot{u} : Percepatan horisontal partikel gelombang
- V : Kecepatan partikel fluida
- v : Bentuk tanpa dimensi dari massa
- w : Kecepatan vertikal partikel gelombang
- ω : Frekwensi gelombang
- ω_n : Frekwensi natural



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

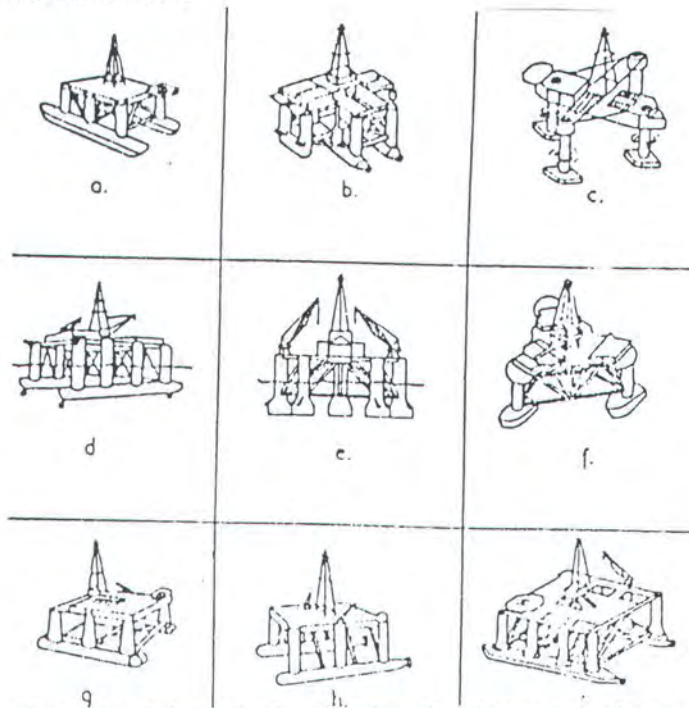
I.1 Latar Belakang

Seiring terus meningkatnya kebutuhan minyak dan gas dunia, maka kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas mengalami peningkatan pula. Dengan ditemukannya minyak dan gas di lautan dalam, dimana kedalaman perairan menjadi kendala yang besar bagi operasi eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas tersebut, maka dibutuhkan fasilitas bangunan lepas pantai yang feasible ditinjau dari segi ekonomis dan mampu untuk mengatasi kondisi lingkungan lautan dalam.

Salah satu fasilitas bangunan lepas pantai yang dapat digunakan untuk lautan yang relatif dalam (antara 200 s/d 300 m) adalah semisubmersible. Di samping dapat dengan mudah dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lainnya, semisubmersible juga mempunyai respon yang baik terhadap beban dinamik yang disebabkan oleh gelombang. Hal ini disebabkan karena semisubmersible mempunyai luas bidang air yang kecil dibandingkan dengan displacement-nya dan memiliki periode natural yang relatif besar.

Bagian konstruksi yang tercelup dalam air dari semisubmersible merupakan bagian yang dapat mengapung dengan bebas (*free bouyant structure*). Bagian tersebut terdiri dari bagian vertikal yang disebut sebagai *kolom*, bagian horisontal yang disebut sebagai *ponton* atau *hull*, dan

bagian konstruksi penegar yang disebut sebagai *brace*. Pada umumnya jumlah kolom antara 3 (tiga) sampai dengan 8 (delapan) buah yang menumpu pada bagian ponton. Bagian ponton terbenam cukup dalam di air pada saat operasional untuk memperkecil gerakan - gerakan roll, pitch, dan yaw. Pada gambar 1.1 di bawah ini diperlihatkan jenis dan bagian - bagian semisubmersible.



Gambar 1.1 Jenis dan bagian -bagian semisubmersible

Untuk merencanakan sebuah semisubmersible, maka designer harus mengetahui semua beban, salah satunya yaitu beban gelombang merupakan beban lingkungan yang dominan dan gerakan - gerakan yang terjadi pada bangunan tersebut. Gerakan dari semisubmersible ataupun bangunan apung lainnya di laut yang bergelombang banyak dipengaruhi oleh efek - efek hidrodinamika, seperti massa tambah dan redaman dari fluida. Untuk mengetahui koefisien - koefisien hidrodinamik tersebut dapat

diperoleh dengan melakukan eksperimen di kolam uji dan dengan pendekatan secara teoritis. Banyak eksperimen telah dilakukan oleh beberapa ahli khususnya untuk mengetahui koefisien massa tambah silinder, tetapi kebanyakan masih dalam bentuk konfigurasi yang sederhana. Dalam eksperimen yang dilakukan ini sengaja dipilih konfigurasi model semisubmersible yang mendekati keadaan yang sebenarnya, sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai masukan yang berharga dalam perancangan sebuah semisubmersible.

I.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimanakah pengaruh gerakan surge terhadap besarnya koefisien massa tambah ?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi sarat model semisubmersible , frekwensi dan tinggi gelombang terhadap koefisien massa tambah ?
3. Apakah besarnya koefisien massa tambah model semisubmersible dari percobaan sesuai dengan teori gerakan harmonis struktur terapung (*harmonic motion of floating structure*) (J.P. Hooft, 1982)^[3]?

I.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan dan mempermudah dalam penyelesaian tugas akhir ini , maka diperlukan adanya asumsi-asumsi dan pembatasan masalah tanpa mengurangi bobot dari penulisan, yaitu:

1. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan gelombang sinusoidal (Airy) dengan arah datang gelombang dari depan (head sea)

- menggunakan variasi frekwensi dan tinggi gelombang sesuai dengan kemampuan kolam uji laboratorium hidrodinamika FTK.
2. Model semisubmersible dianggap hanya mengalami gerakan surge dan gerakan - gerakan lainnya dapat diabaikan.
 3. Gesekan antara roda dengan rel yang membatasi gerakan model semi submersible dianggap kecil dan dapat diabaikan.
 4. Pegas yang dipakai sebagai gaya pengembali pada model diasumsikan dapat mewakili tali tambat yang dipakai semisubmersible pada saat operasi di lautan sebenarnya.
 5. Titik berat model dalam arah memanjang berada di tengah.
 6. Interaksi antara elemen-elemen model yang berdekatan diabaikan.
 7. Model semisubmersible dianggap beroperasi pada deep water.

I.4 Tujuan

Pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Menentukan koefisien massa tambah dari model semisubmersible untuk arah gerakan surge akibat gaya gelombang.
2. Mengetahui pengaruh variasi sarat model, frekwensi dan tinggi gelombang terhadap besarnya koefisien massa tambah.
3. Membandingkan koefisien massa tambah hasil eksperimen dengan hasil perhitungan dengan menggunakan teori gerakan harmonis struktur terapung .

I.5 Metodologi dan Model Analisis

Tugas akhir ini merupakan studi eksperimental yang dilakukan di laboratorium hidrodinamika FTK - ITS. Model yang menjadi obyek eksperimen berupa semisubmersible yang mempunyai 6 (enam) kolom dan 2 (dua) ponton silendris, terbuat dari bahan flexiglass.

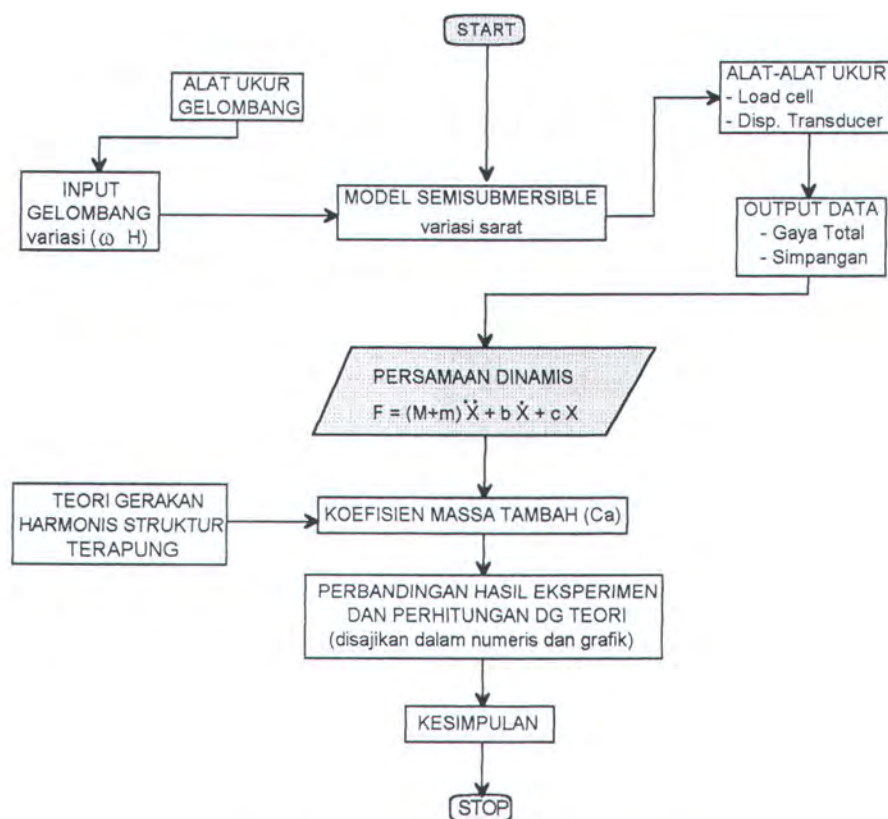
Model diberi roda dan diletakkan pada sepasang rel, sehingga model bergerak hanya pada arah surge saja. Pegas dengan konstanta yang telah diketahui dipasang sejajar sumbu x , dengan anggapan dapat mewakili tali tambat yang dipakai semisubmersible pada saat beroperasi di lautan.

Gelombang sinusoidal dibangkitkan sejajar sumbu x (head sea) dengan variasi sarat model, frekwensi dan tinggi gelombang yang telah ditentukan sebelumnya. Pengukuran beban total yang mengenai model menggunakan load cell, sedang untuk pengukuran simpangan gerakan surge digunakan displacement transducer. Alat - alat ukur tersebut dipasang sedemikian rupa pada model dan dikalibrasi untuk mendapatkan data-data yang valid.

Dari beban total dan simpangan gerakan yang terukur pada eksperimen dimasukkan ke dalam persamaan dinamis bangunan apung. Konstanta pengembali dari model diwakili konstanta pegas. Kecepatan dan percepatan gerakan surge dalam persamaan dinamis tersebut diperoleh dari penurunan simpangannya. Antara komponen kecepatan dan percepatan mempunyai beda fase 90° , sehingga jika salah satu komponen maksimum, maka komponen lainnya mempunyai harga nol. Massa tambah

dapat diperoleh dengan memaksimumkan komponen percepatan, sehingga komponen kecepatan menjadi nol. Koefisien massa tambah diperoleh sebagai perbandingan antara massa tambah dan massa model semisubmersible.

Kemudian hasil eksperimen dibandingkan dengan hasil perhitungan secara numeris melalui spreadsheet menggunakan *teori gerakan harmonis struktur terapung*. Kedua hasil disajikan dalam bentuk numeris maupun grafis, sehingga mempermudah analisis. Secara umum urutan pengerjaan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1.2 Diagram alir metodologi TA

I.6 Sistematika Penulisan

Untuk menyelesaikan pembuatan tugas akhir ini, telah disusun sistematika penulisan sebagai berikut :

Bab I. Pendahuluan

Diuraikan mengenai dasar pemikiran dan latar belakang yang melandasi penelitian ini, perumusan dan batasan permasalahan serta tujuan yang hendak dicapai, serta metodologi penulisan.

Bab II. Dasar Teori dan Perhitungan

Dalam bab ini diuraikan mengenai, persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan, formulasi perhitungan koefisien massa tambah secara teoritis, pemilihan teori gelombang yang sesuai dan hukum-hukum kesamaan, penelitian-penelitian sejenis dan hasil perhitungan dengan teori lain yang telah dipublikasikan.

Bab III. Persiapan dan Pelaksanaan Percobaan

Berisi persiapan model semisubmersible, persiapan peralatan dan fasilitas percobaan lainnya, proses pengkalibrasian alat - alat ukur dan proses percobaan.

Bab IV. Perhitungan Teoritis Penentuan Koefisien Massa Tambah Gerakan Surging

Berisi penurunan gaya eksitasi dari teori gelombang linear dan perhitungan massa tambah.

Bab V. Hasil dan Pembahasan

Dalam bab ini diuraikan mengenai perhitungan dan analisa data berikut grafik-grafiknya yang diperoleh dari percobaan, selain itu

disajikan pula beberapa perbandingan hasil pengujian dengan hasil pengujian sejenis yang telah dipublikasikan atau hasil perhitungan teoritis.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan hasil percobaan dan saran-saran untuk penyempurnaan hasil percobaan.



BAB II
TINJAUAN
PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Umum

Bangunan lepas pantai terapung (*floating offshore structures*) mengalami beban lingkungan yang sangat besar terutama beban gelombang. Gerakan-gerakan bebas dari struktur terapung harus dapat dibatasi, sehingga operasi eksplorasi tidak terganggu.

Untuk menganalisa gerakan struktur terapung akibat gaya eksitasi, digunakan hukum ke-dua Newton, dimana untuk suatu titik massa yang ditinjau berlaku :

$$\frac{d(m \dot{x})}{dt} = F \quad (2.1)$$

dimana :

$m\dot{x}$ = momentum struktur

\dot{x} = $\frac{dx}{dt}$ = kecepatan pada titik berat struktur

m = massa struktur

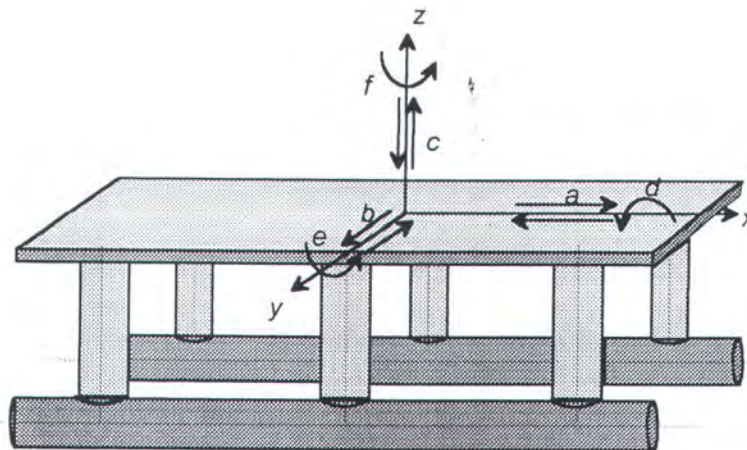
F = gaya eksitasi akibat lingkungan

Dengan menggunakan persamaan 2.1 dapat ditentukan posisi dan kecepatan struktur serta gaya eksitasi pada waktu t , jika posisi dan kecepatan awal diketahui pada waktu t_0 .

Pada analisa gerakan struktur terapung, penting diketahui terlebih dahulu tentang macam gerakan dan sistem koordinat. Gerakan-gerakan struktur terapung di laut yang mempunyai 6 (enam)

macam gerakan yang dapat dilihat pada gambar 2.1, terdiri atas 3 (tiga) gerakan lateral dan 3 (tiga) gerakan rotasional, yang istilahnya dapat didefinisikan sebagai berikut:

- a. Surging : gerakan osilasi lateral searah sumbu x.
- b. Swaying : gerakan osilasi lateral searah sumbu y.
- c. Heaving : gerakan osilasi lateral searah sumbu z.
- d. Rolling : gerakan osilasi rotasional terhadap sumbu putar x.
- e. Pitching : gerakan osilasi rotasional terhadap sumbu putar y.
- f. Yawing : gerakan osilasi rotasional terhadap sumbu putar z.



Gambar 2.1 Istilah gerakan struktur terapung dan sistim koordinat global

Dari gerakan-gerakan struktur tersebut hanya tiga gerakan saja yang mempunyai gerakan osilasi murni, jika struktur tersebut mengalami gangguan dari posisi kesetimbangannya, yaitu heaving, rolling dan pitching. Yang dimaksud dengan gerakan osilasi murni disini, adalah bila struktur mempunyai gaya atau momen pengembali yang berasal dari gaya reaksi fluida di sekitar struktur tersebut. Ketiga

gerakan lainnya, yaitu surging, swaying dan yawing tidak mempunyai gaya atau momen pengembali, sehingga bukan merupakan gerakan osilasi murni.

Gaya hidrodinamis total \mathbf{F} yang disebutkan di bagian awal, diakibatkan baik oleh gerakan fluida ataupun gerakan struktur (J.P. Hooft 1982) ^[3] :

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}(x, e) = \mathbf{F}_r(x) + \mathbf{F}_e(e) + \mathbf{F}_3(x, e) \quad (2.2)$$

dimana :

x = gerakan struktur, yang ditentukan oleh posisi, kecepatan dan percepatan struktur

e = gerakan fluida yang letaknya jauh dari struktur, ditentukan oleh kecepatan dan percepatan partikel fluida yang tidak terganggu oleh adanya struktur

$\mathbf{F}_r(x)$ = gaya fluida pada struktur terapung dimana fluida dalam keadaan diam pada awalnya (tak terganggu)

$\mathbf{F}_e(e)$ = gaya fluida pada struktur dalam keadaan diam akibat adanya gangguan pada fluida yang disebabkan misalnya oleh gelombang ataupun arus.

$\mathbf{F}_3(x, e)$ = gaya akibat efek coupling non linear antara aliran fluida tak terganggu dan gerakan struktur.

Gaya $\mathbf{F}_r(x)$ disebut sebagai gaya reaksi yang berhubungan dengan sifat hidrodinamis struktur terapung dan gaya $\mathbf{F}_e(e)$ disebut sebagai gaya eksitasi hidrodinamis.

Jika persamaan 2.2 disubstitusikan ke persamaan 2.1, didapatkan bahwa untuk tiap waktu t , gaya eksitasi tidak tergantung hanya pada beban lingkungan saja, tetapi juga gerakan struktur.

Pembahasan mengenai karakteristik gerakan struktur terapung dibatasi oleh 3 (tiga) komponen sifat hidrodinamis dari struktur tersebut (J.P. Hooft 1982)^[3], yaitu :

$$F_r(x) = F_r(x, \dot{x}, \ddot{x}) = -a\ddot{x} - b\dot{x} - cx \quad (2.3)$$

dimana :

x = posisi dari struktur

\dot{x} = kecepatan struktur

\ddot{x} = percepatan struktur

a = massa tambah

b = koefisien redaman

c = konstanta pegas

Substitusi persamaan 2.3 ke persamaan 2.1 dengan mengabaikan efek coupling non linear [$F_3(x, \theta) = 0$], didapatkan persamaan karakteristik gerakan struktur sebagai berikut (J.P. Hooft 1982)^[3] :

$$(m + a)\ddot{x} + b\dot{x} + cx = F_o(e) \quad (2.4)$$

Pada kondisi sebenarnya ke-enam gerakan struktur terapung merupakan satu kombinasi gerakan dan bekerja bersama-sama yang disebut dengan gerakan *coupling*. Gerakan coupling mempunyai persamaan yang sangat kompleks dan rumit. Untuk mempermudah

perhitungan dilakukan analisa pada satu macam gerakan saja dengan mengabaikan pengaruh gerakan lainnya.

Pada penelitian ini dilakukan pembahasan mengenai gerakan surging akibat gelombang pada arah head sea untuk menentukan koefisien massa tambah dari model semisubmersible. Karena gerakan surging bukan merupakan gerakan osilasi murni, maka diperlukan gaya pengembali, yaitu dengan menggunakan pegas yang dianggap dapat mewakili tali tambat (mooring line) pada kondisi operasi semisubmersible sebenarnya.

II.2 Sifat-Sifat Hidrodinamis Struktur Terapung

II.2.1 Pengertian

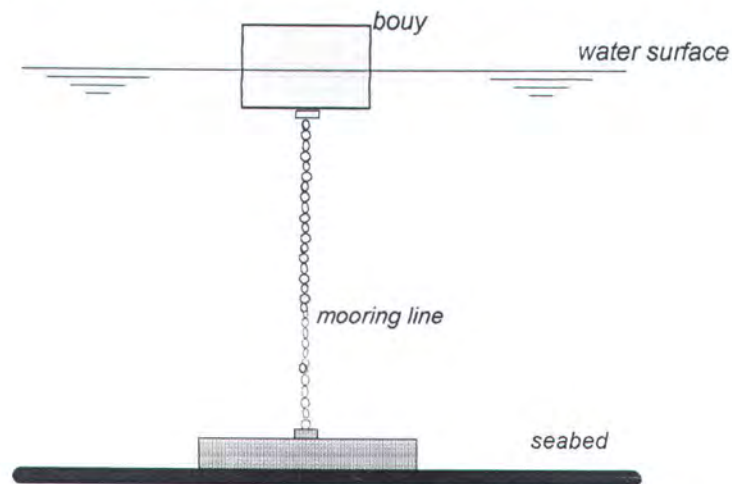
Ketika suatu struktur terapung digerakkan oleh suatu gaya luar pada lingkungan yang tidak terganggu (undisturb), maka akan timbul suatu gaya reaksi F_r yang merupakan fungsi dari posisi (x), kecepatan (\dot{x}), percepatan (\ddot{x}) dari struktur tersebut.

Hubungan antara gaya reaksi F_r dan perilaku struktur (x, \dot{x}, \ddot{x}) disebut sebagai *sifat-sifat hidrodinamis struktur terapung* (*hydrodynamic properties of floating structure*) (J.P. Hooft 1982) [3].

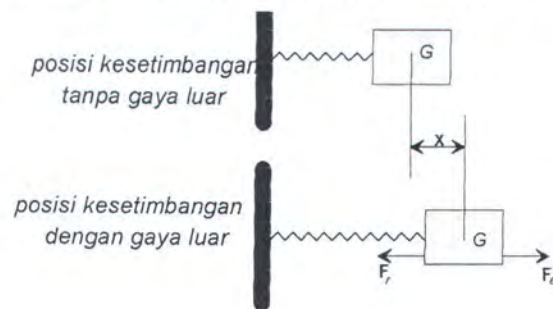
Terdapat 4 (empat) faktor penting yang terkandung dalam gerakan osilasi teredam struktur (Bhattacharyya, 1978) [1], yaitu gaya pengembali, gaya redaman, gaya inersia dan gaya eksitasi. Berikut ini dapat dijelaskan pengertian dari keempat faktor tersebut di atas.

II.2.2 Gaya Pengembali (*restoring force*)

Merupakan gaya yang dapat mengembalikan struktur pada posisi semula, jika struktur mendapat gangguan luar dan struktur mengalami perubahan dari posisi kesetimbangannya.



Gambar 2.2.a Mooring bouy yang ditambat di dasar laut



Gambar 2.2.b Idealisasi model dari mooring bouy

Ditinjau suatu struktur terapung yang berada pada posisi kesetimbangannya, dimana struktur tersebut diam (tanpa kecepatan dan percepatan) dan berada pada lingkungan yang tidak terganggu (undisturb). Pada posisi ini gaya yang bekerja pada struktur saling meniadakan. Pada gambar 2.2.a terlihat suatu struktur terapung

(bouy) yang ditambat di dasar laut oleh suatu rantai (mooring line) yang dapat diidealisasikan menjadi sebuah model pada gambar 2.2.b.

Dari gambar tersebut didapatkan, bahwa *faktor pegas* didefinisikan sebagai perbandingan gaya reaksi pegas F_r dengan simpangan bouy x .

$$c = \frac{-F_r}{x} = \frac{F_e(x)}{x} \quad (2.5)$$

Jika perbandingan antara $\frac{F_e(x)}{x}$ konstan maka c disebut sebagai *konstanta* atau *koefisien pegas* (J.P. Hooft 1982) ^[3].

Pada penelitian ini, gaya pengembali untuk gerakan surging model dihasilkan oleh konstanta pegas yang memiliki harga tertentu. Penentuan koefisien pegas dilakukan dengan terlebih dulu menghitung beban gelombang yang mengenai struktur untuk gerakan model yang ditinjau (penentuan konstanta pegas dibahas pada lampiran).

II.2.3 Gaya Redaman (*damping force*)

Disebut juga sebagai tahanan hidrodinamis (*hydrodynamic resistance*), merupakan gaya yang menghambat gerakan osilasi struktur, sehingga kecepatan dan amplitudo gerakan struktur berangsur mengecil yang akhirnya berharga nol atau diam.

Hubungan antara gaya reaksi yang ditimbulkan kecepatan struktur, dengan kecepatan struktur itu sendiri disebut sebagai *faktor damping* :

$$b = \frac{F_e(\dot{x})}{\dot{x}} \quad (2.6)$$

Jika perbandingan antara $\frac{F_e(\dot{x})}{\dot{x}}$ konstan, maka b disebut sebagai *koefisien damping* (J.P. Hooft 1982) ^[3].

II.2.4 Gaya Inersia (*inertia force*)

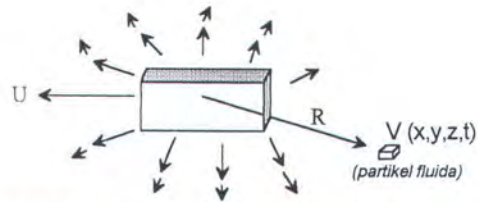
Gaya yang diakibatkan karena percepatan partikel fluida di sekitar struktur. Hubungan antara gaya akibat percepatan partikel fluida dan percepatan struktur disebut sebagai *massa tambah* (J.P. Hooft 1982) ^[3] :

$$a = \frac{F_e(\ddot{x})}{\ddot{x}} \quad (2.7)$$

II.2.4.1 Konsep Massa Tambah (B. Le Mehaute, 1976) ^[5]

Ketika massa benda M bergerak dengan kecepatan U, maka benda tersebut akan mempunyai energi kinetik sebesar $1/2 MU^2$. Gerakan benda tersebut akan mempengaruhi gerakan fluida di sekelilingnya dan mempunyai perlambatan nol pada jarak tak terhingga dari benda seperti terlihat pada gambar 2.3.

Dalam hal ini semakin jauh dari benda kecepatan partikel fluida $V(x,y,z,t)$ akan menurun sebanding $1/R^3$ dalam kasus aliran tiga dimensi dan $1/R^2$ dalam kasus aliran dua dimensi. R adalah jarak partikel fluida yang ditinjau dari pusat benda.



Gambar 2.3 Pengaruh pergerakan benda terhadap partikel fluida

Energi kinetik total dari fluida sekeliling benda adalah :

$$\iiint_{\text{lim}}^{\infty} \frac{1}{2} \rho V^2(x, y, z, t) d\sigma \quad (2.8)$$

dimana lim adalah batas sisi benda dan $d\sigma$ adalah volume dasar (atau luasan elementer gerakan dua dimensi).

Total energi kinetik dari sistem yaitu benda dan fluida dapat ditulis sebagai berikut :

$$W = \frac{1}{2} U^2 \left[M + \rho \iiint_{\text{lim}}^{\infty} \left(\frac{V}{U} \right)^2 d\sigma \right] \quad (2.9)$$

Dengan kuantitas massa tambah :

$$\alpha = \rho \iiint_{\text{lim}}^{\infty} \left(\frac{V}{U} \right)^2 d\sigma \quad (2.10)$$

α adalah massa tambah. Merupakan massa fluida dimana bergerak pada kecepatan U yang mempunyai energi kinetik sesuai massa total fluida. W adalah kerja yang diberikan agar benda mempunyai kecepatan U , atau kerja yang akan diperlukan untuk menghentikannya. Terlihat bahwa kerja ini juga termasuk kerja yang diperlukan untuk Bergeraknya fluida mengelilinginya $1/2 MU^2$. Sekali kerja ini dihasilkan, benda akan terus bergerak pada fluida sempurna pada kecepatan konstan U .

Karena ditunjukkan R berkurang dengan R^{-3} (atau R^{-2} dalam kasus dua dimensi), $(V/U)^2$ variasi dengan jarak R^{-6} (atau R^{-4}) dimana integral dari $d\sigma$ variasi pada R^3 (atau R^2). Sebagai akibatnya, integral untuk α mempunyai harga yang berhingga.

Terlihat juga bahwa secara umum kasus α adalah fungsi dari harga absolut dari U dan juga merupakan fungsi dari angka Reynold UD/ν serta karakteristik aliran fluida yang lain (seperti UT/D untuk gerakan periodik dimana D adalah ukuran karakteristik benda). Akibatnya α akan merupakan fungsi waktu secara umum.

Dalam kasus fluida sempurna, $V(x,y,z,t)/U$ tak tergantung dari U , tapi tergantung hanya pada pola aliran. Sehingga integral dari koefisien $V(x,y,z,t)/U$ tak tergantung pada besar U dan waktu. α adalah konstan dihubungkan dengan benda dan massa spesifik fluida.

Gaya total yang bekerja pada benda sama dengan jumlah inersia benda itu sendiri dan inersia fluida di sekeliling benda, yakni :

$$F = m \frac{dU}{dt} + \rho \iiint_{\text{lim}}^{\infty} \frac{dV}{dt} d\sigma \quad (2.11)$$

Kemudian dapat ditulis sebagai

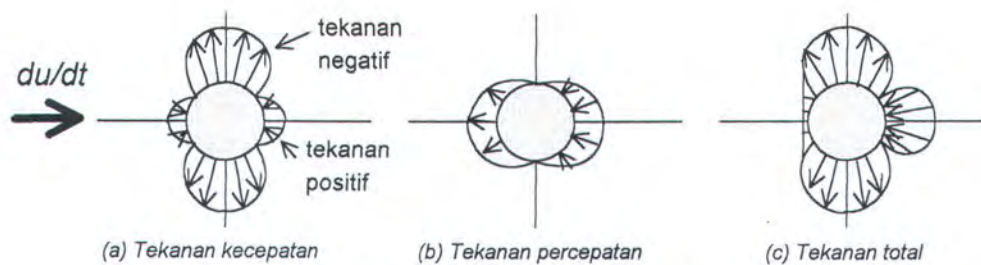
$$F = (m + a) \frac{dU}{dt} \quad (2.12)$$

dimana :

$$a = \rho \frac{(d/dt) \iiint_{\text{lim}}^{\infty} V d\sigma}{dU/dt} \quad (2.13)$$

Karena integral $\iint_{\text{lim}}^{\infty} V d\sigma$ divergen pada jarak tak terhingga dari benda maka gaya $F' = \alpha \cdot dU/dt$ harus dihitung dari gaya yang diberikan fluida pada benda atau sebaliknya, yakni :

$$F' = \iint_S p \cos \theta dS \quad (2.14)$$



Gambar 2.4. Distribusi tekanan pada benda dipercepat

dimana p adalah tekanan sekeliling benda, $\cos \theta$ adalah sudut tegak lurus ke dS dengan arah utama gerakan, dan S luasan dari benda (Gambar. 2.4). Bila V (atau ϕ) diketahui maka p dapat dihitung dengan persamaan Bernoulli. Sehingga untuk aliran irrotasional unsteady maka p dapat digantikan dengan $-\rho \frac{\partial \phi}{\partial t}$, massa tambah menjadi :

$$\alpha = \frac{-\iint_S \rho (\partial \phi / \partial t) \cos \theta dS}{dU/dt} \quad (2.15)$$

Untuk silinder sirkular dengan radius R yang bergerak di dalam fluida dengan kecepatan uniform mempunyai kecepatan potensial :

$$\phi = -U \left(r + \frac{R^2}{r} \right) \cos \theta + Ur \cos \theta \quad (2.16)$$

Dapat dilihat bahwa operasi ini meniadakan komponen aliran uniform dan fungsi potensial doublet adalah :

$$\phi = -U \frac{R^2}{r} \cos \theta \quad (2.17)$$

Kecepatan fluida pada tiap titik mempunyai besaran diberikan sebagai:

$$V^2 = \left[\left(\frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial r} \right)^2 \right] \quad (2.18)$$

Hal ini memberikan :

$$V(r, \theta, t) = \frac{R^2}{r^2} U(t) \quad (2.19)$$

dimana $U(t)$ adalah kecepatan dari benda. Total energi kinetik fluida per unit panjang dari silinder adalah

$$T = \frac{1}{2} \rho \pi R^2 U^2 \quad (2.20)$$

Terlihat bahwa massa tambah a adalah $\rho \pi R^2 U^2$, yakni massa silinder pada radius R yang mempunyai density sama dengan fluida. Sehingga besarnya gaya total untuk menggerakkan benda tersebut adalah:

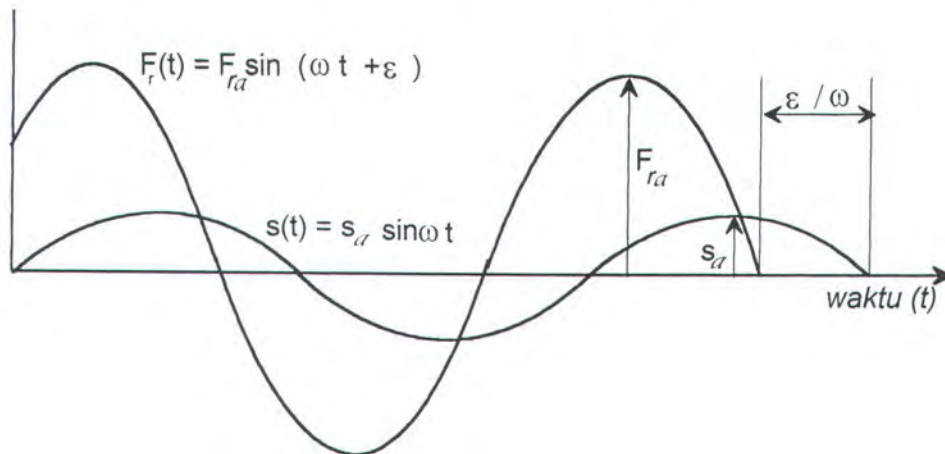
$$\begin{aligned} F &= (m + a) \frac{dU}{dt} \\ F &= (\rho_b + \rho) \pi R^2 \frac{dU}{dt} \end{aligned} \quad (2.21)$$

dimana ρ_b adalah density dari benda.

Perhitungan massa tambah gerakan surging didapatkan dari penurunan *teori gerakan harmonis struktur terapung* (J.P. Hooft,

1982)^[3] , sedemikian rupa sehingga rumus massa tambah adalah sebagai berikut :

$$a = \frac{c}{\omega^2} + \frac{F_{ra} \cos \varepsilon}{\omega^2 s_a} \quad (2.22)$$



Gambar 2.5 Skema gaya reaksi dan gerakan harmonis dari struktur

dimana :

F_{ra} = Gaya reaksi

s_a = Amplitudo gerakan struktur

ε = Karakteristik fase

Sedang koefisien massa tambah (C_a) yang dicari pada penelitian ini merupakan perbandingan antara massa tambah dan massa struktur itu sendiri.

$$C_a = a / m \quad (2.23)$$

II.2.5 Gaya Eksitasi Hidrodinamis

Terdapat 3(tiga) faktor utama dalam penentuan gaya eksitasi hidrodinamis yang bekerja pada sebuah struktur apung (N.S. Miller, 1984)^[7], yaitu :

1. Variasi tekanan dinamis gelombang (gaya Froude-Krylov), dimana keberadaan struktur tidak mempengaruhi gaya tersebut.

Tekanan dinamis gelombang dapat ditulis sebagai berikut :

$$p = \frac{\partial \phi}{\partial t} \quad (2.24)$$

Jika tekanan dinamis gelombang telah diketahui, maka gaya Froude Krylov pada permukaan struktur dapat ditentukan dengan mengintegrasikan tekanan seluruh luasan permukaan hull yang tercelup.

$$\mathbf{F} = -\iint_S p \mathbf{n} \, dS \quad (2.25)$$

dimana :

S = permukaan basah hull

\mathbf{n} = unit vektor normal terhadap permukaan hull

2. Perubahan tekanan pada permukaan struktur akibat struktur tersebut berinterferensi dengan partikel gelombang. Dimana gaya ini dihasilkan oleh perkalian antara massa tambah dan percepatan partikel gelombang.

$$\mathbf{F} = a_{xx} \ddot{\mathbf{x}} \quad (2.26)$$

3. Perubahan tekanan pada permukaan struktur akibat adanya efek damping yang timbul karena struktur tersebut berinterferensi dengan kecepatan partikel gelombang.

$$F = b_{xx} \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad (2.27)$$

Tiga diantara berbagai parameter pokok yang menentukan pemilihan metode pendekatan atau prosedur untuk perhitungan gaya gelombang adalah geometri struktur, panjang dan tinggi gelombang. Ketiga parameter tersebut umumnya dinyatakan dalam bentuk perbandingan yaitu

- Perbandingan antara geometri struktur dengan panjang gelombang (D/λ).
- Perbandingan antara tinggi gelombang dan geometri struktur (H/D).

Keterangan lebih lanjut pengertian diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Perbandingan antara diameter struktur dengan panjang gelombang (D/λ). Perbandingan ini menyatakan ukuran struktur relatif terhadap gelombang, yang mengandung pengertian sampai sejauh mana pengaruh struktur tersebut dengan karakteristik gelombang, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk $D/\lambda \leq 0.2$, struktur dianggap kecil jika dibandingkan dengan panjang gelombang, sehingga struktur tersebut tidak mempengaruhi atau merubah karakteristik gelombang yang

mengenaiknya, untuk kasus seperti ini perhitungan gelombang dapat menggunakan teori Morison.

2. Untuk $D/\lambda > 0.2$, geometri struktur dianggap cukup besar, sehingga mempengaruhi karakteristik gelombang yang mengenaiknya, ini berarti refleksi dan radiasi dari energi gelombang akibat interaksi antara struktur dengan gelombang harus diperhitungkan, untuk kasus yang demikian ini, teori Morison tidak dapat dipakai, pendekatan yang dipakai adalah teori difraksi..

Perbandingan antara tinggi gelombang dengan geometri struktur (H/D).

1. Untuk H/D kecil ($H/D < 1.5$), diameter orbit partikel yang terjadi juga kecil, ini berarti bahwa aliran searah yang timbulpun juga kecil, sehingga tidak mampu untuk menimbulkan pemisahan aliran maupun pusaran. Dalam hal ini gaya drag yang terjadi sangatlah kecil, sehingga gaya yang mendominasi adalah gaya inersia.
2. Untuk H/D yang besar ($H/D > 8$), maka aliran searah yang timbul juga besar, sehingga dibelakang struktur aliran tersebut akan mengalami pemisahan dan timbul pusaran, dalam hal yang demikian ini maka gaya drag yang timbul adalah besar.

H / D	D / λ	
	< 0.2	> 0.2
> 0.8	<input checked="" type="checkbox"/> Daerah dominasi aliran drag <input checked="" type="checkbox"/> Perhitungan gaya dilakukan dengan menggunakan teori Morison dengan harga C_m dan C_D yang umum dipublikasikan	
$1.5 < H / D < 8$	<input checked="" type="checkbox"/> Daerah transisi antara drag dan inersia . <input checked="" type="checkbox"/> Teori Morison dapat dipakai tetapi harga C_m dan C_D tidak dapat dipakai	
$H / D < 1.5$	<input checked="" type="checkbox"/> Daerah dominasi inersia . <input checked="" type="checkbox"/> Baik teori Morison maupun teori difraksi dapat dipakai.	<input checked="" type="checkbox"/> Memakai teori difraksi

Tabel 2.1 Daerah pembebanan gelombang dan pendekatan yang dipakai ^[9]

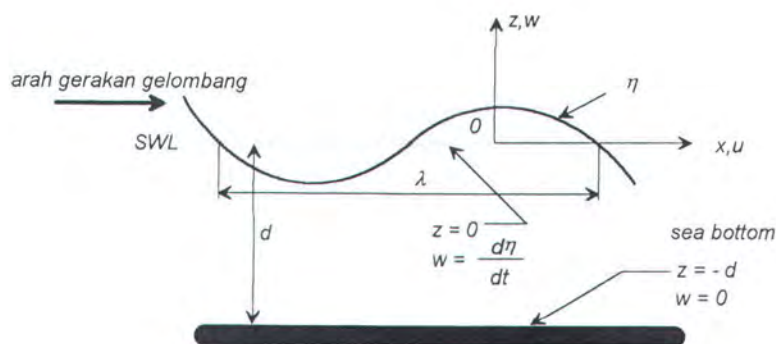
II.3 Teori Gelombang

Sebelum menentukan beban gelombang yang diterima oleh suatu struktur terapung, diperlukan terlebih dulu pembahasan mengenai teori gelombang yang dipakai. Penentuan mengenai teori gelombang yang sesuai untuk digunakan pada analisa gaya hidrodinamis yang bekerja pada struktur, didasarkan pada *range of validity* dari teori gelombang tersebut (dibahas pada sub bab II.4). Pada penelitian ini digunakan teori gelombang linier.

II.3.1 Teori Gelombang Linier

Teori gelombang linear disebut juga sebagai *teori gelombang Airy*, *small amplitude wave theory* dan juga sebagai *teori gelombang orde satu*. Dikembangkan oleh G.B. Airy (1845) dan Laplace (1816) teori ini mempunyai beberapa asumsi antara lain (J.F. Wilson, 1984)^[11]:

1. Amplitudo gelombang a_0 relatif kecil dibandingkan dengan panjang gelombang λ dan kedalaman perairan d .
2. Kedalaman perairan konstan.
3. Fluida adalah incompressible dan homogen
4. Fluida adalah non-viscous dan irrotasional.
5. Gaya coriolis diabaikan. Untuk gelombang - gelombang panjang, seperti gelombang pasang surut gaya ini sangat berpengaruh.
6. Tegangan permukaan diabaikan. Untuk gelombang pendek efek ini perlu dipertimbangkan.
7. Dasar perairan rata dan permeable / kedap.
8. Tekanan atmosfer pada permukaan air adalah uniform.



Gambar 2.6 Profil gelombang linear

Kondisi - kondisi batas dari teori gelombang linear antara lain :

1. Kondisi irrotasional :

$$\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \quad (2.28)$$

2. Kondisi kontinuitas :

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2.29)$$

3. Persamaan Euler :

$$\frac{\partial u}{\partial t} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (2.30)$$

4. Kondisi batas permukaan air (swl):

$$w = \frac{\partial \eta}{\partial t}, \text{ pada } z = 0$$

$$p = p_a \quad (2.31)$$

5. Kondisi batas dasar :

$$w = 0, \text{ pada } z = -d \quad (2.32)$$

Berdasarkan kondisi - kondisi batas tersebut, didapatkan persamaan - persamaan gelombang linear, yaitu :

Elevasi gelombang η ,

$$\eta = a_o \cos(kx - \omega t) \quad (2.33)$$

Kecepatan horisontal partikel gelombang u :

$$u = a_o \omega \frac{\cosh k(z+d)}{\sinh kd} \cos(kx - \omega t) \quad (2.34)$$

Percepatan horisontal partikel gelombang \dot{u} :

$$\dot{u} = \frac{4\pi^2}{T^2} a_o \frac{\cosh k(z+d)}{\sinh kd} \cos(kx - \omega t) \quad (2.35)$$

☑ Tekanan dinamis gelombang p :

$$p = \rho g a_o \frac{\cosh k(z+d)}{\cosh kd} \cos(kx - \omega t) \quad (2.36)$$

☑ Hubungan antara parameter - parameter gelombang :

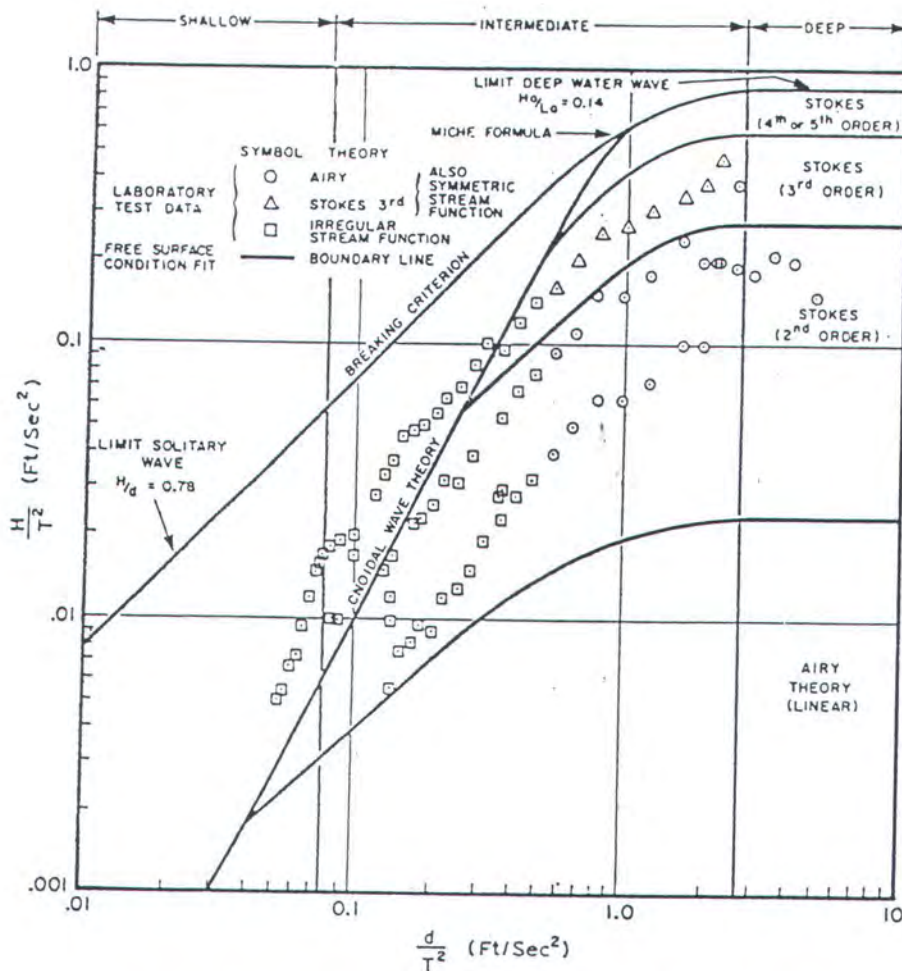
$$\omega^2 = g k \tanh kd \quad (2.37)$$

$$c = \frac{\omega}{k} = \frac{\lambda}{T} \quad (2.38)$$

$$c^2 = \frac{g}{k} \tanh kd \quad (2.39)$$

II.4 Region Of Validity

Untuk menentukan teori gelombang mana yang paling sesuai dalam menurunkan persamaan beban-beban yang diterima oleh struktur maka digunakan *region of validity* gelombang dari Chakrabarti S.K. (1987)^[2] disajikan dalam bentuk grafik . Sebagai absis dari grafik ini adalah d/T^2 dan ordinatnya adalah H/T^2 , dimana d = kedalaman perairan dan T = periode gelombang, jadi dengan menghitung terlebih dahulu d/T^2 (ft/sec²) dan H/T^2 (ft/sec²) pada masing-masing perairan yang ditinjau dapat ditentukan teori gelombang yang sesuai. Grafik *region of validity* ditunjukkan dalam gambar 2.7.



Gambar 2.7. Region of Validity Chakrabarti S.K. (1987)^[2]

II.5 Hukum Kesamaan

Untuk mengidealisasikan suatu model agar mendekati keadaan yang sesungguhnya, perlu adanya syarat-syarat kesamaan, syarat kesamaan ini adalah sebagai berikut :

1. Kesamaan Geometri (*Geometric similarity*)

Kesamaan geometri adalah kesamaan perbandingan antara ukuran model dengan prototype, harga perbandingan ini selalu bernilai konstan, secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\lambda_1 = \frac{L_p}{L_m} = \frac{B_p}{B_m} = \frac{T_p}{T_m} = \text{konstan} \quad (2.40)$$

L_p = Panjang sesungguhnya

L_m = Panjang model

B_p = Lebar sesungguhnya

B_m = Lebar model

T_p = Tinggi sesungguhnya

T_m = Tinggi model

λ_1 = Konstanta (prototype/model)

2. Kesamaan Kinematik (*Kinematic similarity*)

Kesamaan kinematik adalah kesamaan perbandingan antara kecepatan prototype dengan kecepatan model terhadap suatu titik, secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{V_m}{\sqrt{gL_m}} = \frac{V_p}{\sqrt{gL_p}} \quad F_n(m) = F_n(p) \quad (2.41)$$

$$\frac{V_m L_m}{\nu_m} = \frac{V_p L_p}{\nu_p} \quad Re(m) = Re(p) \quad (2.42)$$

V_m = Kecepatan model

V_p = Kecepatan prototype

ν_m = Viskositas kinematis model

F_n = Froude number

ν_p = Viskositas kinematis prototype

Re = Reynold number

3. Kesamaan Dinamis (*Dynamic similarity*)

Kesamaan dinamis adalah jika dua sistim dinamis mempunyai rasio yang sama keduanya, gaya-gaya yang bekerja pada elemen fluida meliputi gaya gravitasi (F_g), gaya tekan (F_p), gaya viskositas (F_v),

gaya elastisitas (F_e), gaya inersia (F_i). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{F_g(p)}{F_g(m)} = \frac{F_p(p)}{F_p(m)} = \frac{F_v(p)}{F_v(m)} = \frac{F_i(p)}{F_i(m)} \quad (2.43)$$

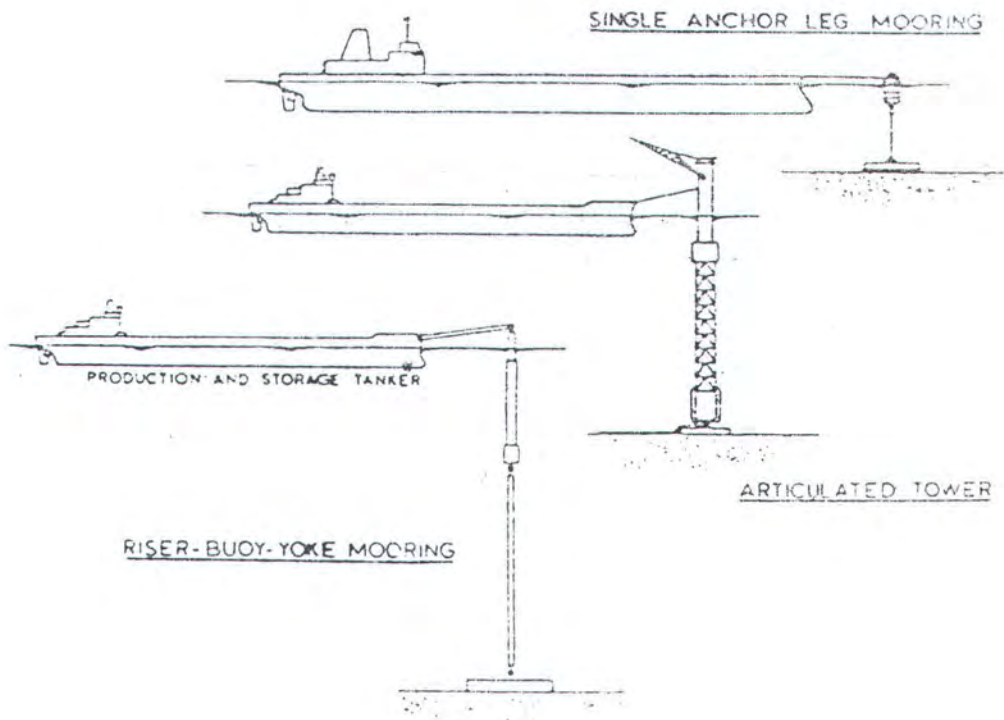
$$\left(\frac{F_i}{F_g}\right)p = \left(\frac{F_i}{F_g}\right)m \quad \left(\frac{F_i}{F_p}\right)p = \left(\frac{F_i}{F_p}\right)m \quad \left(\frac{F_i}{F_v}\right)p = \left(\frac{F_i}{F_v}\right)m \quad (2.44)$$

Jadi untuk mengidealisasikan model agar dapat memenuhi keadaan seperti aslinya, harus dipenuhi ketiga persyaratan kesamaan diatas.

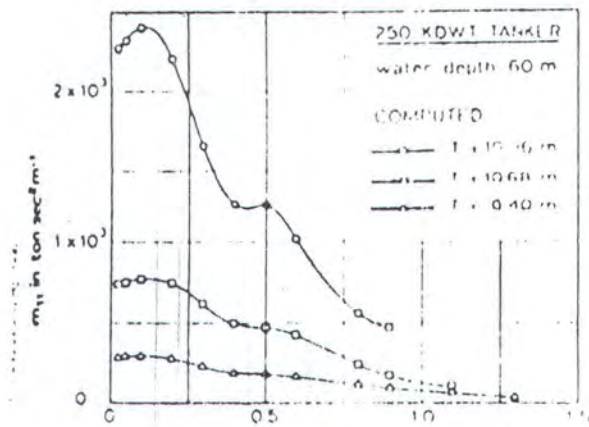
II.6 Penelitian-Penelitian dan Perhitungan dengan Teori lain tentang Koefisien Massa Tambah (Ca)

Penelitian - penelitian mengenai koefisien massa tambah gerakan surging banyak dilakukan oleh para peneliti yang salah satunya adalah J.E.W. Wichers (1979)^[10], dengan model tanker yang ditambat dengan single point mooring (gambar 2.8.1). Skala model adalah 1 : 60 yang mewakili tanker dengan kapasitas 250 KDWT dengan ukuran kolam uji sepanjang 60m, lebar 40 m dan kedalaman 1 m. Variasi frekwensi gelombang adalah 0 s/d 1,5 rad/sec. Pada gambar 2.8.2 dapat dilihat hasil percobaan berupa grafik massa tambah sebagai fungsi dari frekwensi gelombang (ω) pada arah sumbu - x. Untuk frekwensi antara 0 sampai dengan 0.1 rad/det massa tambah mempunyai kecenderungan (*trend*) naik untuk masing - masing sarat. Kemudian untuk frekwensi antara 0.1 sampai dengan 0.4 rad/det massa tambah mengalami kecenderungan untuk turun .

Frekwensi antara 0.4 sampai dengan 0.5 rad/det grafik massa tambah menjadi konstan, kemudian turun pada frekwensi 0.6 sampai dengan 1.3 rad/det.

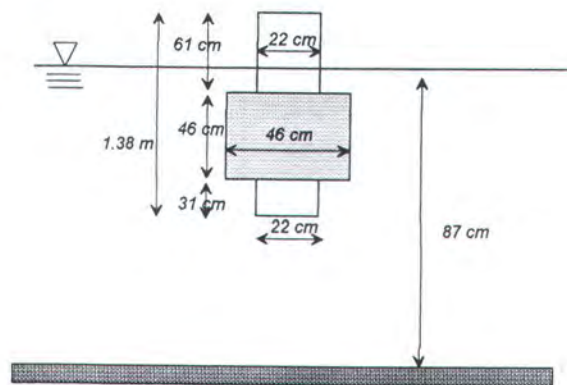


Gambar 2.8.1 Sistem penambatan model tanker pada SPM

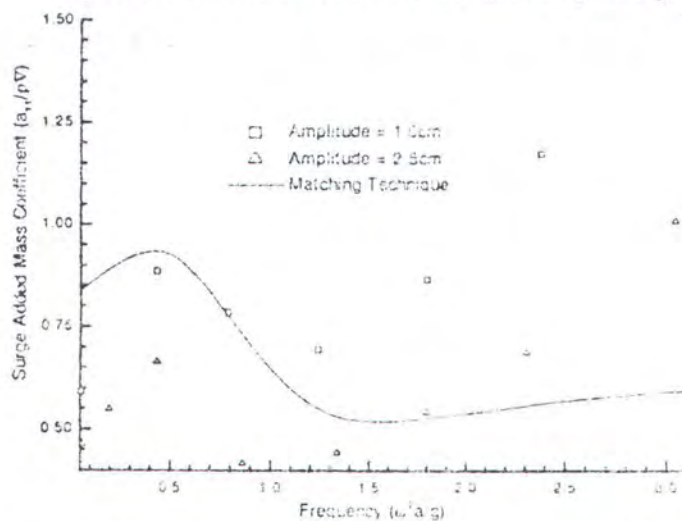


Gambar 2.8.2 Massa tambah dengan variasi frekwensi gelombang ω

Penelitian mengenai massa tambah gerakan surge juga dilakukan oleh J. Mikkelsen & S. M. Calisal^[6] untuk silinder gabungan (gambar 2.9.1) dengan sarat 87 cm, amplitudo gelombang 1 dan 2.5 cm dan frekwensi gelombang antara 0.25 sampai dengan 2.5 Hz. Pada gambar 2.9.2 dapat dilihat grafik hasil percobaan dan perhitungan secara teoritis dengan menggunakan Matching Technique. Untuk frekwensi antara 0 sampai dengan 0.5 koefisien massa tambah mengalami kenaikan, kemudian turun pada frekwensi antara 0.5 sampai dengan 1.4 dan naik lagi pada frekwensi antara 1.4 sampai dengan 3 .



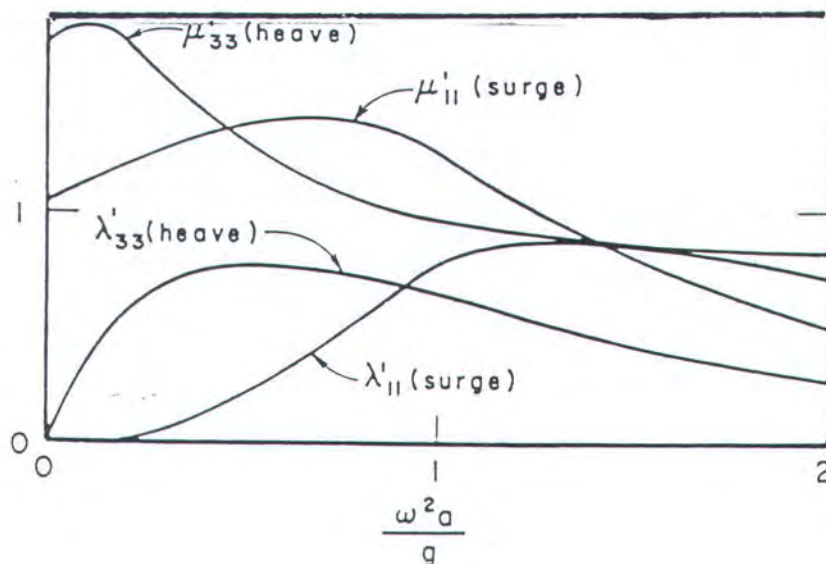
Gambar 2.9.1 Geometri model silinder gabungan



Gambar 2.9.2 Koefisien massa tambah gerakan surge pada silinder gabungan

Perhitungan secara teoritis tentang koefisien massa tambah telah banyak dilakukan oleh para ilmuwan dan telah banyak dipublikasikan antara lain oleh Vugts (1968)^[8] dengan menggunakan teori difraksi dan penyelesaian secara numerik menggunakan *finite elemen method*.

Vugts menghitung massa tambah dan koefisien redaman untuk gerakan heave dan surge dari benda setengah bola yang terapung. Hasil perhitungan tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara massa tambah dan frekwensi non-dimensional ω^2 / g (gambar 2.10.1). Dari grafik tersebut massa tambah mengalami kecenderungan naik pada frekwensi antara 0 sampai dengan 1, kemudian konstan pada frekwensi 1 sampai dengan 1.5 dan turun pada frekwensi antara 1.5 sampai dengan 2.



Gambar 2.10. Massa tambah dan koefisien redaman model bola setengah terbenam untuk gerakan heave dan surge

Hasil - hasil penelitian dan perhitungan secara teoritis di atas dipakai sebagai acuan pada penelitian yang dilaksanakan saat ini untuk mendapatkan hasil yang baik dan akurat.



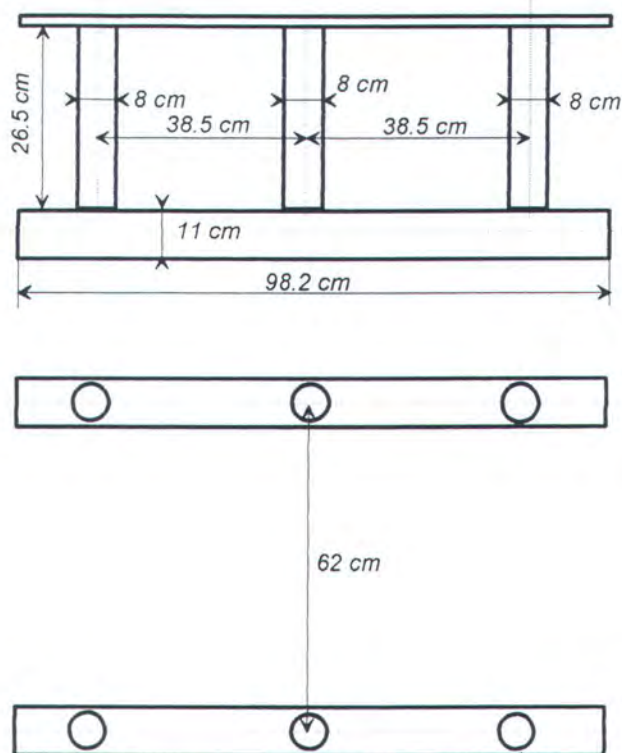
BAB III
PERSIAPAN DAN
PELAKSANAAN
PERCOBAAN

BAB III

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PERCOBAAN

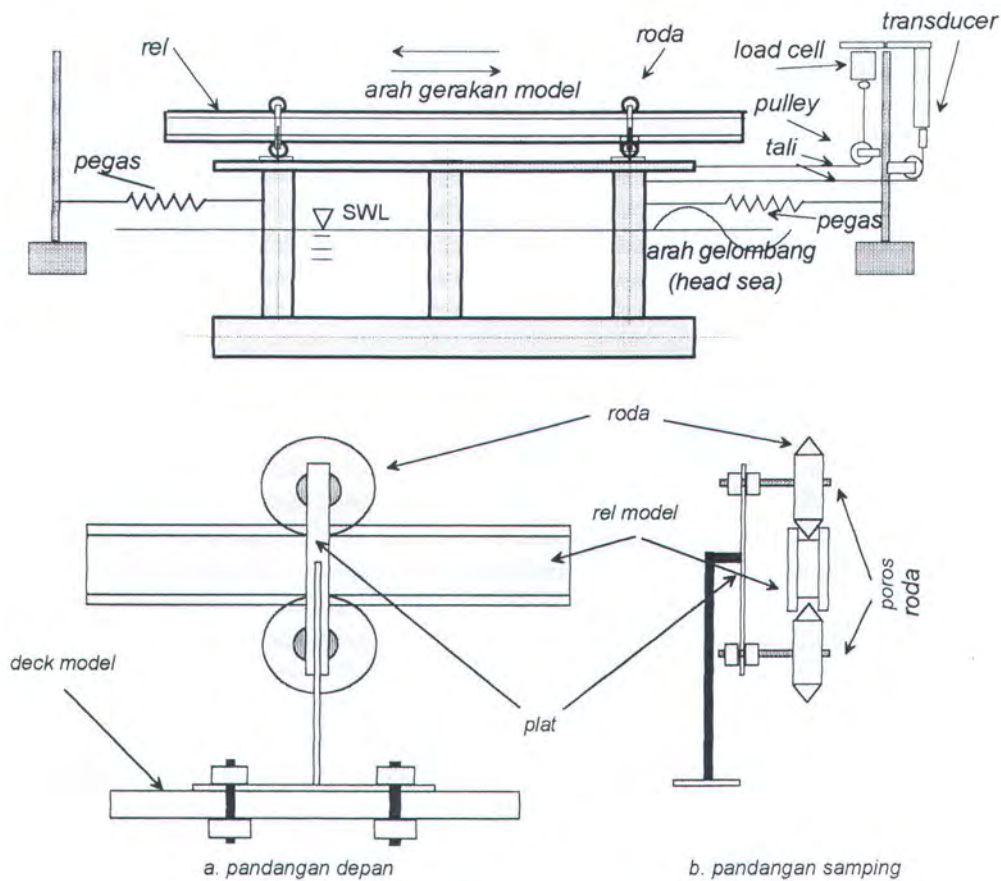
III.1 Persiapan Model Semisubmersible

Dalam eksperimen ini digunakan model semisubmersible yang sudah ada di Laboratorium Hidrodinamika FTK - ITS. Model semisubmersible dan ukuran-ukurannya dapat dilihat pada gambar 3.1, yang terdiri atas 2 (dua) buah ponton dan 6 (enam) buah kolom yang terbuat dari bahan flexiglass, sedang bagian deck terbuat dari bahan multiplex.



Gambar 3.1 Dimensi Model Semisubmersible

Untuk mendapatkan gerakan surging murni yang dibutuhkan pada eksperimen ini, digunakan sepasang rel yang terbuat dari bahan alumunium dan roda yang terbuat dari bearing dan flexigalass, diatur sedemikian rupa sehingga gerakan yang diinginkan tercapai. Untuk mendapatkan gerakan osilasi dipasang pegas dengan koefisien yang telah dihitung sebelumnya (dapat dilihat pada lampiran). Setting antara model dan peralatan pengarah gerakan surging dapat dilihat pada gambar 3.2.



Hubungan antara model dan pemegang

Gambar 3.2 Setting model, peralatan pengarah gerakan dan pengukur gaya dan simpangan

Pada eksperimen ini digunakan variasi 3 (tiga) sarat , yaitu sarat 6.5 cm, 11 cm, dan 22.4 cm. Sarat 6.5 cm merupakan sarat dimana model dalam keadaan kosong (tanpa adanya pemberat / sarat kosong), sedang sarat 11cm merupakan sarat dimana garis air berada pada satu diameter ponton. Untuk sarat 22.4 cm merupakan sarat operasional dari model semisubmersible yang didapatkan dari hukum kesamaan geometris dengan menggunakan perbandingan tertentu antara model dengan semisubmersible sebenarnya. Data - data ukuran dari semisubmersible dan model tersebut diberikan pada tabel berikut :

BAGIAN	SEMISUB MERSIBLE (cm)	MODEL (cm)	RASIO
Length Over All (LOA)	9,020	98,2	0,0105
Breadth (B)	5,740	73,0	0,0127
Pontoon Diameter	940	11,0	0,0117
Coloumn Diameter	795	8,0	0,01006
Main Deck Height	3,450	37,5	0,0108
Draft (T)	2,240	?	0.01

Tabel 3.1 Kesamaan geometri antara model dan semisubmersible sebenarnya

Dari perhitungan tersebut perbandingan rata - rata adalah 0.01, sehingga sarat dari model didapatkan :

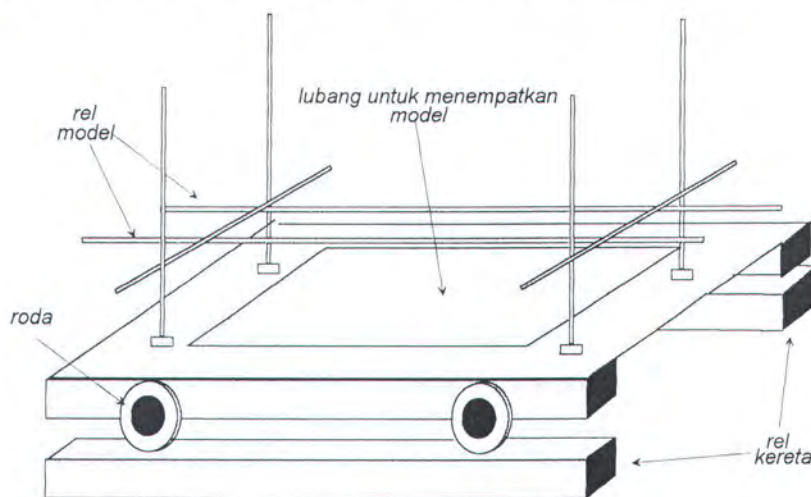
$$T_{\text{model}} = 0.01 \cdot 2240 = 22.4 \text{ cm}$$

Untuk mendapatkan sarat pertama (6.5 cm) model diletakkan di kolam dalam keadaan kedap tanpa ada pemberat maupun busa pengapung.

Untuk sarat kedua (11cm) model diletakkan di kolam dalam keadaan

kedap dan digunakan pemberat berupa pasir yang dibungkus plastik dengan berat tertentu kemudian diletakkan di dalam kedua ponton dan di atas deck. Sarat ketiga (22.4 cm) digunakan busa pengapung untuk mendapatkan sarat yang diinginkan. Sebelum model dipasang pada rel, maka kondisi pada masing - masing sarat harus dicapai terlebih dulu, yaitu garis air diusahakan tepat pada sarat tersebut dan model tidak mengalami trim, untuk mengurangi atau memperkecil adanya gesekan antara roda dan rel.

Model dan semua peralatan eksperimen diletakkan dalam satu kereta khusus. Ada dua macam kereta yang ada di Laboratorium Hidrodinamika FTK - ITS. Yang pertama kereta yang biasa digunakan untuk menarik model - model kapal yang digerakkan oleh motor linear dan dikendalikan oleh operator di ruang kontrol. Kereta kedua digunakan untuk pengujian model - model yang tanpa menarik model tersebut. Kereta kedua ini digunakan pada eksperimen ini. Gambar kereta dan perlengkapannya dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Kereta untuk memempatkan model dan perlengkapannya

III.2 Fasilitas dan Perangkat Peralatan Eksperimen

III.2.1 Kolam Uji

Kolam uji yang ada di Laboratorium Hidrodinamika FTK - ITS terbuat dari beton dengan ukuran sebagai berikut :

- Panjang : 55.0 meter
- Lebar : 3.0 meter
- Tinggi : 2.0 meter
- Kedalaman air : 1.96 meter

III.2.2 Pembangkit Gelombang

Berfungsi sebagai pembuat / pembangkit gelombang yang bekerja berdasarkan tenaga hidrolis yang dihasilkan oleh motor listrik dengan sistim pendingin luar menggunakan minyak. Pembangkit gelombang ini di kendalikan oleh satu perangkat pengontrol yang terdiri dari atas :

1. Unit Pengontrol Pusat

Menggunakan satu komputer Mikro HP86B untuk menghasilkan karakteristik gelombang yang diharapkan (tinggi, frekwensi dan panjang gelombang).

2. Pembangkit Signal

Berfungsi untuk membangkitkan signal dan menyimpannya dalam memori kemudian membangkitkan signal referensi untuk pengontrol.

3. Unit Pengontrol Servo

Dipasang dengan Proportional Integrated Differentiator (PID) atau pengontrol linear integral dan diferensial dan dua buah amplifier pengukur.

4. Silinder kerja dihubungkan dengan katup servo dengan dua tansducer. Satu untuk displasmen dan yang satu untuk perbedaan tekanan.
5. Minyak atau air pendingin digunakan untuk mendinginkan minyak hidrolis yang dilengkapi saklar otomatis dan manual. Kerja silinder dapat menghasilkan gaya 20 KN dengan tekanan kerja 210 bar dan amplitudo 200 mm.

Tenaga hidrolis yang dihasilkan oleh motor diteruskan ke bagian flap yang terletak di bagian ujung kolam dan tercelup dalam air untuk menghasilkan gelombang. Untuk mengurangi / memperkecil terjadinya gelombang pantul, maka di setiap ujung kolam dan di belakang flap dipasang peredam gelombang yang terbuat dari bahan ijuk yang dirangkai dengan kawat ram - raman.

III.2.3 H.P. Personal Computer

Perangkat komputer yang digunakan adalah Hawlett Packard Personal Computer, untuk mengendalikan semua kegiatan percobaan melalui suatu paket program.

III.2.4 Amplifier

Amplifier ini digunakan untuk membangkitkan sinyal-sinyal tegangan input yang dibutuhkan oleh rangkaian jembatan Wheatstone dan berguna untuk menangkap sinyal kembali serta memperbesar sinyal sehingga dapat dibaca. Amplifier yang digunakan terdiri dari tiga amplifier yaitu amplifier load cell, amplifier sea simulation (wave probe) dan amplifier displasemen transducer. Untuk amplifier pengukur harga load cell, amplifier yang digunakan adalah HBM Amplifier tipe KWS 3072. Semua amplifier dihubungkan ke ADC/DAC untuk diubah dari output analog menjadi digital.

III.2.5 Probe Gelombang

Probe yang digunakan mempunyai panjang 400 mm, terbuat dari baja tahan karat yang dilapisi aluminium. Tahanan dari kabel yang digunakan maksimum satu ohm.

III.2.6 Wave Gauge (Pengukur Gelombang)

Pengukur gelombang yang digunakan adalah *Seasim Auto Compensating*. Pada pengoperasiannya alat ini mempunyai dua mode, yaitu mode otomatis dan mode statik/kalibrasi, beberapa spesifikasi utama dari alat ini diantaranya adalah :

Output : ± 10 V ke dalam 10 ohm, melalui BNC socket yang ada di sisi belakang.

Frekuensi gelombang : 0.2 - 10 Hz (pada mode auto)

Selang pengukuran	: 0 - 10 Hz (pada mode statik)
Kelinieran	: Rata-rata 95 % pada rangkaian probe 1 ohm. 99 % pada modul terisolasi.
Power suply	: 220 V - 240 V 50 Hz/110 V 60 Hz]

III.2.7 ADC/DAC Interface

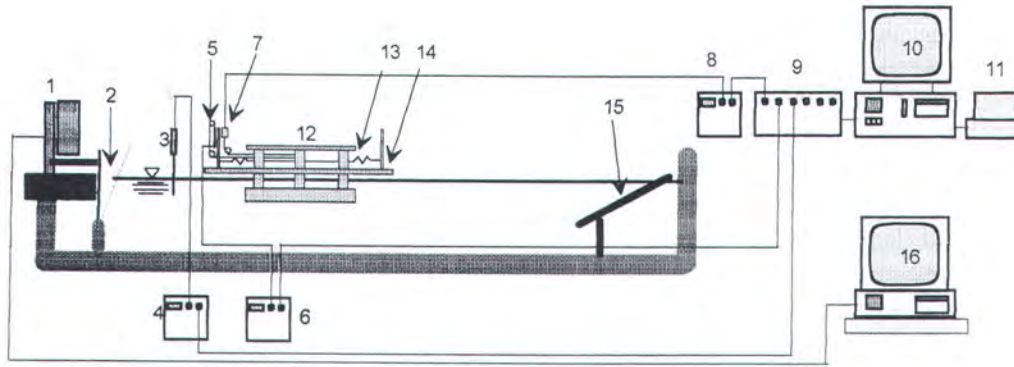
Laboratorium Hidrodinamika FTK ITS dilengkapi dengan interface ADC/DAC (Analog to Digital Converter & Digital to Analog Converter) buatan Byte. Alat ini berfungsi untuk mengubah data analog dari tranducer (Load cell, wave probe, Displasemen tranduser) menjadi data digital, yang diproses dengan menggunakan piranti lunak DAS 1600 dan AOS 1600. Dengan perangkat ini maka dapat dibuat program untuk mengolah hasil pengukuran sehingga hasil pengukuran dapat ditampilkan melalui printer baik dalam bentuk digital atau grafik. Untuk ADC dapat digunakan 16 channel dan DAC 2 channel.

III.2.8 Load Cell

Alat ini berfungsi sebagai pengukur besarnya perubahan beban yang diakibatkan oleh beban gelombang , adapun prinsip kerjanya hampir sama dengan strain gauge dan dapat dijelaskan sebagai berikut (H.B. Messtechnick, 1980)^[4].

1. Elemen pengukuran adalah pegas baja dengan 4 strain gauge di dalamnya.

2. Dua dari empat strain gauge akan mengalami tarik dan dua strain gauge yang lain akan mengalami tekanan ketika pegas pengukuran dibebani dalam arah pengukuran.
3. Pada waktu pegas dibebani dalam arah pengukuran (dalam hal ini gaya tarik aksial karena gerakan heave), gaya ini terdistribusi pada pegas dimana 4 strain gauge terpasang.
4. Akibat beban yang diterima pegas, pegas mengalami regangan. Prinsip ini mengikuti hukum *Hooke*, yaitu apabila suatu elemen menerima beban gaya, maka elemen tersebut akan mengalami perubahan panjang yang dinyatakan dengan angka strain, angka strain menunjukkan perbandingan panjang antara panjang elemen dengan panjang semula.
5. Regangan pegas menyebabkan perubahan tahanan pada 4 strain gauge. 2 strain gauge mengalami perubahan tahanan karena tarik dan dua strain gauge yang lain mengalami perubahan tahanan karena tekan.
6. Besarnya perubahan tahanan pada strain gauge dikirim ke amplifier untuk diperbesar sinyalnya.
7. Dari amplifier besarnya perubahan tahanan yang telah diperbesar sinyalnya dikirim ke Digital Analog System (DAS) 1600 atau ke stripchart recorder, sehingga besarnya perubahan dapat diketahui.



Keterangan :

- | | | |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Wave maker | 6. Trimmer amplifier | 11. Printer |
| 2. Flap | 7. Load cell | 12. Model semisubmersible |
| 3. Wave probe | 8. Load cell amplifier (HBM) | 13. Pegas |
| 4. Seasim amplifier | 9. Analog digital system (ADS) | 14. Kereta |
| 5. Displacement transducer | 10. Komputer | 15. Peredam gelombang |
| | | 16. Unit pengontrol wave maker |

Gambar 3.4 Skema fasilitas dan perangkat peralatan percobaan

III.3 Kalibrasi

Setelah peralatan uji terpasang seluruhnya, maka untuk menentukan besarnya gaya dan simpangan yang setara dengan volt yang terukur pada Digital Analog System (DAS) 1600 dilakukan kalibrasi pada load cell dan displasemen tranduser . Untuk mengetahui hasil output gelombang yang sebenarnya dilakukan pengkalibrasian pada wave probe. Sedang pengkalibrasian pegas dilakukan untuk mengetahui koefisien pegas yang sesuai sehingga model dapat menghasilkan gerakan osilasi yang diharapkan.

III.3.1 Kalibrasi Loadcell

Langkah-langkah kalibrasi loadcell untuk mengukur beban yang diterima benda uji akibat gelombang untuk arah head sea adalah sebagai berikut:

1. Kabel output dari load cell dihubungkan ke amplifier loadcell, lalu dari amplifier dihubungkan ke ADC/DAC Interface dengan menggunakan program DAS 1600.
2. Pada posisi netral, letak model harus even keel. Dan gain pada amplifier diatur agar menunjukkan angka nol.
3. Kalibrasi dilakukan dengan menggantungkan beban pada load cell. Pertama dimulai tanpa beban, kemudian diberikan beban yang berurutan sebesar 0, 50, 100, 200, 500, dan 1000 gram.
5. Catat semua hasil kalibrasi dan pemakaian konstanta kalibrasi (CC) yang digunakan.
6. Model semisubmersible siap untuk di uji.

III.3.2 Kalibrasi Displasemen Tranduser

Langkah-langkah kalibrasi displasemen tranduser untuk mengukur simpangan surging yang terjadi selama percobaan akibat gelombang untuk arah head sea adalah sebagai berikut :

1. Kabel output displasemen tranduser dihubungkan ke amplifier trimmeter, lalu dari amplifier dihubungkan ke ADC/DAC Interface dengan menggunakan program DAS 1600.

2. Pada posisi netral, letak model harus even keel. Dan gain pada amplifier diatur agar menunjukkan angka nol.
3. Kalibrasi dilakukan dengan menempatkan bandul dalam displasemen transduser pada tengah-tengah batang displasemen transduser sebagai posisi 0, lalu tali ditarik 5 cm ke bawah dan 5 cm ke atas.
5. Catat semua hasil kalibrasi.
6. Model semisubmersible siap untuk di uji.

III.3.3 Kalibrasi Gelombang

Kalibrasi gelombang dilakukan untuk mengetahui tinggi gelombang yang terjadi selama percobaan, sekaligus melakukan pengecekan terhadap gelombang apakah sesuai dengan input yang dikehendaki atau tidak pada alat pembangkit gelombangnya (*wave maker*).

Pada kalibrasi ini menggunakan seasm amplifier dan probe yang saling berhubungan, wave gauge dipasang ke posisi 'auto mode' dan saklar dihidupkan. Tunggu beberapa saat sampai voltase yang ditunjukkan voltameter menunjukkan angka nol (atau mendekati nol), jika ini sudah tercapai, wave probe diubah ke posisi 'static mode'. Probe dimasukan kedalam kolam uji secukupnya, dan diukur kondisi nolnya, kemudian diangkat 5 cm ke atas dan dicatat hasil pembacaannya, setelah itu diturunkan sedalam 5 cm dari posisi nolnya, dalam menggerakkan probe kearah atas dan bawah ini

dilakukan secara perlahan-lahan agar tidak mengganggu ketenangan permukaan air, semua hasil pengukuran dapat dilihat melalui layar monitor Digital Analog System (DAS) 1600.

III.3.4 Kalibrasi Konstanta Pegas

Setelah konstanta pegas ditentukan melalui proses perhitungan gaya yang mengenai model oleh gelombang yang bervariasi terhadap periode dan tinggi gelombang, serta sarat model (dibahas pada lampiran), dilakukan pengkalibrasian pegas yang telah tersedia. Untuk menentukan konstanta pegas, gaya yang mengenai model diambil rata - rata, agar gerakan osilasi model dapat terlihat secara jelas dan dapat diukur oleh peralatan ukur (load cell dan displacemen tranducer). Langkah - langkah pengkalibrasian pegas dilakukan sebagai berikut :

- Beberapa pegas yang tersedia diukur panjang awalnya.
- Setelah itu dilakukan pembebanan pada masing - masing pegas dengan beban yang telah diketahui beratnya, dimana variasi pembebanan dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali.
- Tiap kali dilakukan pembebanan, penambahan panjang dari pegas dicatat.
- Data pembebanan dan penambahan panjang dari tiap pegas yang telah diukur diplotkan ke dalam grafik agar dapat dilihat kelinearannya.
- Pegas siap digunakan untuk percobaan.

III.4 Penentuan Parameter Gelombang

Karena dalam penelitian ini menggunakan beban gelombang, sudah barang tentu sebelumnya harus ditentukan dulu karakteristik gelombang yang akan dipakai. Penentuan parameter gelombang ini dengan asumsi bahwa model akan digunakan di laut dalam, beban yang digunakan dominan beban inersia, untuk laut dalam dan menggunakan teori gelombang linier. Untuk teori gelombang linier pada laut dalam syarat dan karakteristik gelombangnya sebagai berikut :

$$kd > \pi, \quad d/\lambda > 0.5, \quad d/(gT^2) > 0.08$$

$$\text{panjang gel. } \lambda = gT^2/2\pi$$

Dominasi beban inersia bila $H/D < 1.5$

Sedangkan pemilihan teori gelombang yang sesuai dapat dilihat pada grafik *region of validity* Chakrabarti S.K. (1987)^[21] yang merupakan fungsi dari H/T^2 (ft/sec²) dan d/T^2 (ft/sec²).

Untuk gerakan surging dimensi struktur yang paling diperhatikan adalah dimensi kolom yang mempunyai diameter luar pipa = 8 cm, kedalaman kolam 190.2 cm dan rencana tinggi gelombang 2 cm dan 4 cm dengan rentang periode 1.2 - 2.0 detik dengan incremen periode 0.1 detik maka pada lampiran A dapat dilihat bahwa karakteristik memenuhi untuk laut dalam, dominasi beban inersia dan teori gelombang yang dipakai adalah teori gelombang linier.

III. 5 Proses Percobaan

Model semisubmersible diletakkan dan diatur sesuai sarat yang diinginkan. Kedudukan model harus even keel, sedangkan gelombang yang dipakai dalam arah headsea.

Setelah kalibrasi dilakukan maka model semisubmersible siap diuji dan gelombang siap dibangkitkan. Dalam pengujian ini, untuk membangkitkan gelombang yang sesuai dengan karakteristik yang diinginkan, digunakan komputer HP 36 B yang dihubungkan dengan perangkat *Analog System Dyna Test* yang akan menggerakkan wave maker. Adapun urutan pengerjaan pengujian ini adalah sebagai berikut :

- Selama proses pengujian, masing-masing tahap dilakukan perekaman data dengan jumlah dan rentang waktu yang sama, yang akan dibaca oleh load cell, displasemen transduser dan probe gelombang.
- Jumlah data yang direkam untuk tiap langkah pengujian berjumlah 100 buah dengan rentang waktu pencatatan selama 10 detik.
- Tiap-tiap pengujian nama file dan konstanta kalibrasi yang digunakan dicatat.

III.4 Analisa Data Hasil Percobaan

Setelah percobaan selesai dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa terhadap data yang diperoleh selama percobaan. Data-data tersebut dalam hal ini adalah hasil pembacaan load cell dikalikan *konstanta kalibrasi* (CC) akhirnya bisa diperoleh besarnya

gaya, dari displasemen transduser dikalikan faktor kalibrasi akan diperoleh simpangan gerakan surging yang terjadi dan dari seasim dikalikan faktor kalibrasi akan diketahui tinggi gelombang percobaan.

Untuk mengetahui besarnya koefisien massa tambah, hasil pencatatan dari displasemen transduser dimasukkan ke dalam persamaan simpangan, kecepatan dan percepatan struktur akibat gerakan surging. Dimana dari persamaan simpangan diturunkan terhadap waktu akan ditemukan kecepatan dan dari kecepatan diturunkan terhadap waktu akan ditemukan percepatan. Persamaan tersebut dibawah ini.

$$x = x_0 \sin \omega t \quad (3.1)$$

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} = x_0 \omega \cos \omega t = x_0 \omega \sin(\omega t + \pi/2) \quad (3.2)$$

$$\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2} = -x_0 \omega^2 \sin \omega t = x_0 \omega^2 \sin(\omega t + \pi) \quad (3.3)$$

sehingga kecepatan dan percepatan mempunyai sudut phase mendahului simpangan masing-masing $\pi/2$ rad dan π rad dari substitusi persamaan (3.1) ke (3.3) didapat :

$$\ddot{x} = -x_0 \omega^2 \quad (3.4)$$

Untuk mencari massa tambah besarnya gaya yang sefase dengan percepatan, komponen percepatan dan massa sebenarnya benda dimasukkan kedalam persamaan dinamika benda terapung. Gaya redaman menjadi nol karena beda fase antara kecepatan dan percepatan sebesar $\pi/2$. Besarnya massa benda sebenarnya adalah :

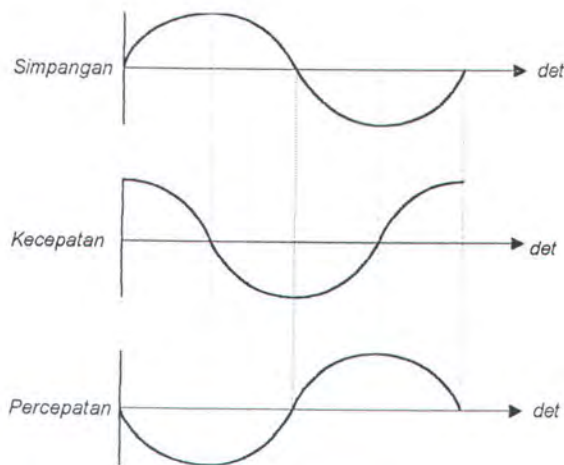
$$m = \rho \nabla \quad (3.5)$$

Persamaan gerakan benda terapung

$$F_o \cos \omega t = (m + a) \ddot{x} + b \dot{x} + kx \quad (3.6)$$

Koefisien massa tambah sendiri merupakan rasio antara massa tambah dibagi massa sebenarnya benda.

$$Ca = \frac{a}{m} = \frac{a}{\rho V} \quad (3.7)$$



Gambar 3.5 Grafik simpangan, kecepatan, dan percepatan model

Hasil koefisien massa tambah tersebut kemudian diplotkan pada grafik fungsi frekwensi gelombang pada keadaan tiga kondisi sarat yaitu pada sarat 22.4cm, 11 cm dan 6.5 cm. Hasil percobaan kemudian dibandingkan perhitungan dengan teori gerakan harmonis atau dengan penelitian penulis lain yang telah dipublikasikan, setelah itu dianalisa. Sebagai langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dari hasil percobaan yang telah dilakukan.

III.5. Pembuatan Laporan Akhir

Setelah semua proses percobaan dan analisa data telah selesai dilakukan, langkah terakhir adalah membuat laporan akhir tentang semua yang dilakukan.



**BAB IV
PERHITUNGAN
TEORITIS
PENENTUAN MASSA
TAMBAH GERAKAN
SURGING**

BAB IV

PERHITUNGAN TEORITIS

PENENTUAN MASSA TAMBAH GERAKAN SURGING

IV.1 Perumusan Massa Tambah (Hooft, J.P, 1982) ^[3]:

Dari teori gerakan harmonis struktur terapung, massa tambah dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$a_{xx} = \frac{c}{\omega^2} + \frac{F \cos \varepsilon}{\omega^2 X_a} \quad (4.1)$$

dimana :

a_{xx} = massa tambah gerakan surging

c = koefisien pengembali / pegas (restoring force)

F = gaya eksitasi gelombang

ω = frekwensi gelombang

ε = beda fase antara gaya reaksi dan gerakan struktur terapung

$$= -\arctan \frac{v\beta}{1-v^2} \quad (4.2)$$

X_a = amplitudo gerakan

$$= \frac{1}{\sqrt{(v^2-1)^2 + v^2\beta^2}} \quad (4.3)$$

$$v = \frac{\omega}{\omega_o}$$

$$\omega_o = \sqrt{\frac{c}{m+a}}$$

$$\beta = \frac{b}{\sqrt{(m+a)c}}$$

b = koefisien redaman gerakan surging (Wicher, J.E.W, 1979)

$$= \frac{\rho g^2}{\omega^3} \left(\frac{2 \sinh^2(kd)}{\sinh(kd) \cosh(kd) + kd} \right)^2 \quad (4.4)$$

d = kedalaman perairan

IV.2 Gaya Eksitasi Gelombang dan Koefisien Pengembali

Dari teori gelombang linear / Airy, kecepatan potensial gelombang dirumuskan sebagai berikut (Hooft, J.P, 1982)^[3] :

$$\phi = \mu_1 \frac{g H/2}{\omega} \cos(\kappa x - \omega t) \quad (4.5)$$

$$\mu_1 = \frac{\cosh \kappa(d+z)}{\cosh \kappa d} \quad (4.6)$$

Untuk perairan dalam, dimana $d/\lambda > 0.5$, maka pers (μ_1) mempunyai nilai pendekatan (Chakrabarti, S.K, 1987)^[1] :

$$\mu_1 = \frac{\cosh \kappa(d+z)}{\cosh \kappa d} = e^{\kappa z} \quad (4.7)$$

Sehingga (ϕ) menjadi :

$$\phi = \frac{g H}{\omega} e^{\kappa z} \cos(\kappa x - \omega t) \quad (4.8)$$

Kecepatan partikel gelombang searah sumbu x :

$$u = \frac{\partial \phi}{\partial x} = -\omega \frac{H}{2} e^{\kappa z} \sin(\kappa x - \omega t) \quad (4.9)$$

Percepatan partikel gelombang searah sumbu x :

$$\dot{u} = \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right) = \omega^2 \frac{H}{2} e^{\kappa z} \cos(\kappa x - \omega t) \quad (4.10)$$

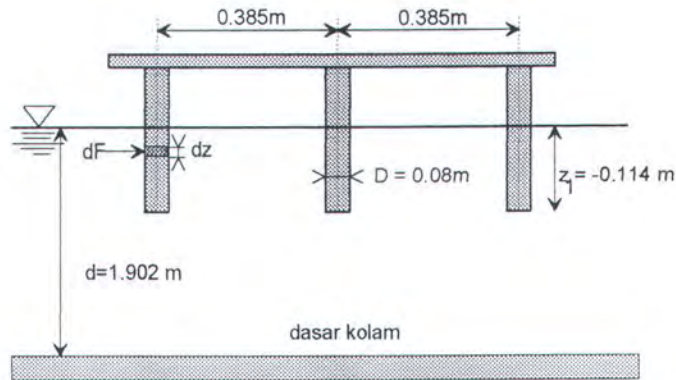
Tekanan dinamis gelombang :

$$p = -\rho g \frac{H}{2} e^{\kappa z} \sin(\kappa x - \omega t) \quad (4.11)$$

Dari teori gelombang linear di atas dapat diturunkan perumusan gaya eksitasi gelombang yang mengenai model, sebagai berikut :

Sarat = 22.4 cm

♦ Kolom :



Gambar 4.1 Dimensi kolom model pada sarat = 22.4 cm

- Gaya Froude - Krylov :

$$dF_1 = dm \dot{u} = \rho \frac{\pi D^2}{4} \omega^2 \frac{H}{2} e^{\kappa z} \cos(\kappa x - \omega t) dz$$

$$F_1 = \rho \frac{\pi D^2}{4} \omega^2 \frac{H}{2} \int_0^z e^{\kappa z} dz [\cos(\kappa x_1 - \omega t) + \cos(\kappa x_0 - \omega t) + \cos(\kappa x_1 - \omega t)]$$

$$= \rho \frac{\pi D^2}{4} g \frac{H}{2} (1 - e^{-\omega^2/g z_1}) (2 \cos \omega^2/g x_1 + 1) \cos \omega t \quad (4.12)$$

- Gaya akibat percepatan partikel fluida :

$$dF_2 = a_{xx} \cdot \dot{u} = a_{xx} \cdot \omega^2 \frac{H}{2} e^{\kappa z} \cos(\kappa x - \omega t) dz$$

$$F_2 = a_{xx} \cdot g \frac{H}{2} (1 - e^{-\omega^2/g z_1}) (2 \cos \omega^2/g x_1 + 1) \cos \omega t \quad (4.13)$$

- Gaya total pada kolom (2 sisi) :

$$F_{kol} = 2(F_1 + F_2)$$

$$= 2\rho \frac{\pi D^2}{4} g \frac{H}{2} (1 - e^{-\omega^2/g z_1}) (2 \cos \omega^2/g x_1 + 1) \cos \omega t$$

$$+ 2 a_{xx} g \frac{H}{2} (1 - e^{-\omega^2/g z_1}) (2 \cos \omega^2/g x_1 + 1) \cos \omega t$$

$$= 2(\rho \frac{\pi D^2}{4} + a_{xx}) g \frac{H}{2} (1 - e^{-\omega^2/g z_1}) (2 \cos \omega^2/g x_1 + 1) \cos \omega t \quad (4.14)$$

Diketahui :

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$H = 2 \text{ dan } 4 \text{ cm}$$

$$g = 9.81 \text{ m/dt}^2$$

$$z_1 = 0.114 \text{ m}$$

$$x_1 = 0.385 \text{ m}$$

$$\rho \pi D^2/4 = 1000 \pi 0.08^2/4 = 5.03 \text{ kg/m}$$

Untuk $H = 0.04 \text{ m}$:

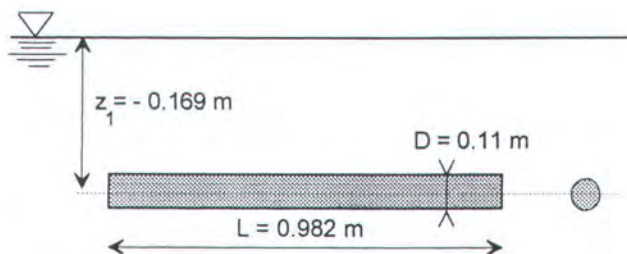
$$\begin{aligned} F_{kol} &= 2(\rho \frac{\pi D^2}{4} + a_{xx})g \frac{H}{2} \left(1 - e^{-\omega^2/g z_1}\right) (2 \cos \omega^2/g x_1 + 1) \cos \omega t \\ &= 2(5.03 + a_{xx})9.81 \cdot 0.04/2 \left(1 - e^{-\frac{\omega^2}{9.81} \cdot 0.114}\right) \left(2 \cos \frac{\omega^2}{9.81} \cdot 0.385 + 1\right) \cos \omega t \\ &= 0.392(5.03 + a_{xx}) \left(1 - e^{-0.0116\omega^2}\right) (2 \cos 0.0392\omega^2 + 1) \cos \omega t \quad (4.15) \end{aligned}$$

Untuk $H = 0.02 \text{ m}$:

$$F_{kol} = 0.196(5.03 + a_{xx}) \left(1 - e^{-0.0116\omega^2}\right) (2 \cos 0.0392\omega^2 + 1) \cos \omega t \quad (4.16)$$

Gaya gelombang pada kolom menjadi maksimum jika $\cos \omega t = 1$.

♦ Ponton



Gambar 4.2 Dimensi ponton model pada sarat = 22.4 cm

- Gaya Froude - Krylov :

$$\begin{aligned} F_1 &= \text{tekanan} \times \text{luasan} \\ &= -\rho g \frac{H}{2} e^{\kappa z} \sin(\kappa x - \omega t) \pi \frac{D^2}{4} \\ &= -\rho g \pi \frac{D^2}{4} \frac{H}{2} e^{\kappa z} \left[\sin\left(\kappa\left(-\frac{L}{2}\right) - \omega t\right) + \sin\left(\kappa\frac{L}{2} - \omega t\right) \right] \\ &= -\frac{1}{8} \rho g \pi D^2 H e^{\kappa z} \left(-2 \sin \kappa \frac{L}{2} \cos \omega t\right) \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{4} \rho g \pi D^2 H e^{\frac{\omega^2}{9} z_1} \sin \frac{\omega^2 L}{9} \cos \omega t \quad (4.17)$$

- Gaya akibat percepatan partikel fluida :

$$\begin{aligned} F_2 &= a_{xx} \cdot \dot{u} \\ &= a_{xx} \omega^2 \frac{H}{2} e^{\kappa z} \cos(\kappa x - \omega t) \\ &= a_{xx} \omega^2 \frac{H}{2} e^{\kappa z} \left[\cos\left(\kappa\left(-\frac{L}{2}\right) - \omega t\right) + \cos\left(\kappa\frac{L}{2} - \omega t\right) \right] \\ &= a_{xx} \omega^2 H e^{\frac{\omega^2}{9.81} z_1} \cos \frac{\omega^2 L}{9.81} \frac{L}{2} \cos \omega t \end{aligned} \quad (4.18)$$

- Gaya total pada ponton (2 sisi) :

$$\begin{aligned} F_{pon} &= 2 (F_1 + F_2) \\ &= 2 \left(\frac{1}{4} \rho g \pi D^2 H e^{-\frac{\omega^2}{9} z_1} \sin \frac{\omega^2 L}{9} + a_{xx} \omega^2 H e^{\frac{\omega^2}{9.81} z_1} \cos \frac{\omega^2 L}{9.81} \frac{L}{2} \right) \cos \omega t \\ &= 2 (93.23 H e^{-0.0172\omega^2} \sin 0.05 \omega^2 + a_{xx} \omega^2 H e^{-0.0172\omega^2} \cos 0.05 \omega^2) \cos \omega t \end{aligned} \quad (4.19)$$

Gaya gelombang pada ponton menjadi maksimum jika $\cos \omega t = 1$.

Untuk $H = 0.04$ m :

$$F_{pon} = 7.458 e^{-0.0172\omega^2} \sin 0.05\omega^2 + 0.08 a_{xx} \omega^2 e^{-0.0172\omega^2} \cos 0.05\omega^2 \quad (4.20)$$

Untuk $H = 0.02$ m :

$$F_{pon} = 3.729 e^{-0.0172\omega^2} \sin 0.05\omega^2 + 0.04 a_{xx} \omega^2 e^{-0.0172\omega^2} \cos 0.05\omega^2 \quad (4.21)$$

Gaya gelombang yang mengenai model :

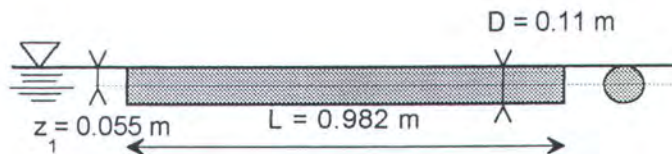
$$\boxed{F_{tot} = F_{kol} + F_{pon}} \quad (4.22)$$

Sarat = 11 cm

- ♦ Kolom :

$$F_{kol} = 0$$

- ♦ Ponton :



Gambar 4.3 Dimensi ponton model pada sarat = 11 cm

- Gaya Froude - Krylov :

$$F_1 = \frac{1}{4} \rho g \pi D^2 H e^{-\frac{\omega^2}{g} z_1} \sin \frac{\omega^2 L}{g} \frac{1}{2} \cos \omega t \quad (4.23)$$

- Gaya akibat percepatan partikel fluida :

$$F_2 = a_{xx} \omega^2 H e^{\frac{\omega^2}{9.81} z_1} \cos \frac{\omega^2 L}{9.81} \frac{1}{2} \cos \omega t \quad (4.24)$$

- Gaya total pada ponton (2 sisi) :

$$\begin{aligned} F_{pon} &= 2(F_1 + F_2) = F_{tot} \\ &= 2 \left(\frac{1}{4} \rho g \pi D^2 H e^{-\frac{\omega^2}{g} z_1} \sin \frac{\omega^2 L}{g} \frac{1}{2} \cos \omega t + a_{xx} \omega^2 H e^{\frac{\omega^2}{9.81} z_1} \cos \frac{\omega^2 L}{9.81} \frac{1}{2} \cos \omega t \right) \\ &= 2 (93.23 H e^{-5.6 \cdot 10^{-3} \omega^2} \sin 0.05 \omega^2 + a_{xx} \omega^2 H e^{-5.6 \cdot 10^{-3} \omega^2} \cos 0.05 \omega^2) \cos \omega t \end{aligned} \quad (4.25)$$

Gaya gelombang pada ponton menjadi maksimum jika $\cos \omega t = 1$.

Untuk $H = 0.04$ m

$$F_{pon} = 7.458 e^{-5.6 \cdot 10^{-3} \omega^2} \sin 0.05 \omega^2 + 0.08 a_{xx} \omega^2 e^{-5.6 \cdot 10^{-3} \omega^2} \cos 0.05 \omega^2 \quad (4.26)$$

Untuk $H = 0.02$ m :

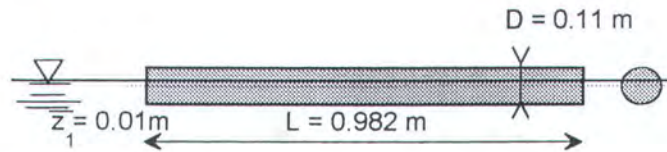
$$F_{pon} = 3.729 e^{-5.6 \cdot 10^{-3} \omega^2} \sin 0.05 \omega^2 + 0.04 a_{xx} \omega^2 e^{-5.6 \cdot 10^{-3} \omega^2} \cos 0.05 \omega^2 \quad (4.27)$$

Sarat = 6.5 cm

♦ Kolom :

$$F_{\text{kol}} = 0$$

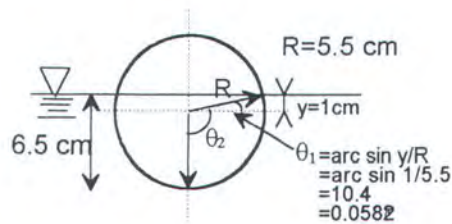
♦ Ponton :



Gambar 4.4 Dimensi ponton model pada sarat = 6.5 cm

Luasan penampang melintang ponton :

$$\begin{aligned} A_o &= \pi R^2 \\ &= 3.14 \cdot 0.055^2 \\ &= 9.503 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 4.5 Luasan di bawah garis air dari ponton pada sarat 6.5 cm

Luasan penampang melintang ponton di bawah garis air :

$$\begin{aligned} A_1 &= \int_{\theta_2}^{\theta_1} R^2 d\theta = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{0.0582\pi} R^2 d\theta & (4.28) \\ &= R^2 [\theta]_{-\frac{\pi}{2}}^{0.0582\pi} \\ &= R^2 \left[0.0582\pi - \left(-\frac{\pi}{2} \right) \right] \\ &= 0.055^2 \pi (0.0582 + 0.5) \\ &= 5.305 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perbandingan A_1 dan A_o :

$$A_1/A_o = 5.305 \cdot 10^{-3} / 9.503 \cdot 10^{-3} = 0.558$$

- Gaya Froude - Krylov :

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \text{tekanan} \times \text{luas} \\
 &= -\rho g \frac{H}{2} e^{kz} \sin(\kappa x - \omega t) \times A_1 \\
 &= -\rho g \frac{H}{2} e^{kz} \left[\sin\left(\kappa\left(-\frac{L}{2}\right) - \omega t\right) + \sin\left(\kappa\frac{L}{2} - \omega t\right) \right] \times A_1 \\
 &= -\frac{1}{2} \rho g H e^{kz} \left(-2 \sin \kappa \frac{L}{2} \cos \omega t\right) \times 5.305 \cdot 10^{-3} \\
 &= 5.305 \cdot 10^{-3} \rho g H e^{\frac{\omega^2}{g} z_1} \sin \frac{\omega^2}{g} \frac{L}{2} \cos \omega t
 \end{aligned} \tag{4.29}$$

- Gaya akibat percepatan partikel fluida :

$$\begin{aligned}
 F_2 &= a_{xx} \dot{u} \\
 &= a_{xx} \omega^2 \frac{H}{2} e^{kz} \cos(\kappa x - \omega t) \\
 &= a_{xx} \omega^2 \frac{H}{2} e^{kz} \left[\cos\left(\kappa\left(-\frac{L}{2}\right) - \omega t\right) + \cos\left(\kappa\frac{L}{2} - \omega t\right) \right] \\
 &= a_{xx} \omega^2 H e^{\frac{\omega^2}{9.81} z_1} \cos \frac{\omega^2}{9.81} \frac{L}{2} \cos \omega t
 \end{aligned} \tag{4.30}$$

- Gaya total pada ponton (2 sisi) :

$$\begin{aligned}
 F_{pon} &= 2(F_1 + F_2) = F_{tot} \\
 &= 2\left(5.305 \cdot 10^{-3} \rho g H e^{\frac{\omega^2}{g} z_1} \sin \frac{\omega^2}{g} \frac{L}{2} + a_{xx} \omega^2 H e^{\frac{\omega^2}{9.81} z_1} \cos \frac{\omega^2}{9.81} \frac{L}{2}\right) \cos \omega t
 \end{aligned} \tag{4.31}$$

Gaya gelombang menjadi maksimum jika $\cos \omega t = 1$.

Untuk $H = 0.04$ m

$$F_{pon} = 4.16 e^{-1.02 \cdot 10^{-3} \omega^2} \sin 0.05 \omega^2 + 0.04 a_{xx} \omega^2 e^{-1.02 \cdot 10^{-3} \omega^2} \cos 0.05 \omega^2 \tag{4.32}$$

Untuk $H = 0.02$ m :

$$F_{pon} = 2.08 e^{-1.02 \cdot 10^{-3} \omega^2} \sin 0.05 \omega^2 + 0.02 a_{xx} \omega^2 e^{-1.02 \cdot 10^{-3} \omega^2} \cos 0.05 \omega^2 \tag{4.33}$$

Perhitungan secara numeris dari gaya eksitasi gelombang dengan variasi terhadap frekwensi dan tinggi gelombang, serta sarat model semisubmersible dapat dilihat pada lampiran.

Dari perhitungan gaya eksitasi gelombang tersebut dapat ditentukan koefisien pegas yang akan digunakan untuk percobaan dengan cara membagi gaya dengan amplitudo gerakan surge maksimum yang dapat dicatat displacement transducer.

$$F = k.x_a$$

$$k = \frac{F}{x_a} \quad (4.34)$$

dimana :

F : gaya eksitasi gelombang

k : koefisien pegas

x_a : amplitudo gerakan surge maksimum dapat dicatat displacement transducer

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan koefisien pegas yang kan digunakan pada percobaan, yaitu : 67,1 N / m.

IV.2 Gerakan Struktur(x_a) dan Beda Fase (ε)

- Koefisien redaman, b (Wichers, J.E.W, 1979)^[8] :

$$\begin{aligned} b &= \frac{1000 \cdot 9.81^2}{\omega^3} \left(\frac{2 \sinh^2\left(\frac{\omega^2}{9.81} \cdot 1.902\right)}{\sinh\left(\frac{\omega^2}{9.81} \cdot 1.902\right) \cosh\left(\frac{\omega^2}{9.81} \cdot 1.902\right) + \frac{\omega^2}{9.81} \cdot 1.902} \right)^2 \\ &= \frac{96.24 \cdot 10^3}{\omega^3} \left(\frac{2 \sinh^2(0.189 \omega^2)}{\sinh(0.189 \omega^2) \cosh(0.189 \omega^2) + 0.189 \omega^2} \right)^2 \end{aligned} \quad (4.35)$$

- Massa model semisubmersible :

Sarat 22.4 cm :

$$\begin{aligned} m_2 &= 2 \rho \pi (D_1^2/4 \cdot L_1 + 3 D_2^2/4 \cdot L_2) \\ &= 2 \cdot 1000 \cdot 3.14 (0.11^2/4 \cdot 0.982 + 3 \cdot 0.08^2/4 \cdot 0.114) \\ &= 22.75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sarat 11 cm :

$$\begin{aligned} m_1 &= 2 \rho \pi D_1^2/4 \cdot L_1 \\ &= 2 \cdot 1000 \cdot 3.14 \cdot 0.11^2/4 \cdot 0.982 \\ &= 19 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sarat 6.5 cm :

$$\begin{aligned} m_0 &= 2 \cdot 0.558 \rho \pi D_1^2/4 \cdot L_1 \\ &= 1000 \cdot 3.14 \cdot 0.11^2/4 \cdot 0.982 \\ &= 16.45 \text{ kg} \end{aligned}$$

- β :

Sarat 22.4 cm :

$$\beta = \frac{b}{\sqrt{(22.75+a_{xx}) 67.1}} \quad (4.36)$$

Sarat 11.0 cm :

$$\beta = \frac{b}{\sqrt{(19+a_{xx}) 67.1}} \quad (4.37)$$

Sarat 6.5 cm :

$$\beta = \frac{b}{\sqrt{(16.45+a_{xx}) 67.1}} \quad (4.38)$$

- Frekwensi natural (ω_0) :

Sarat 22.4 cm :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{67.1}{22.75+a_{xx}}} \quad (4.39)$$

Sarat 11.0 cm :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{67.1}{19+a_{xx}}} \quad (4.40)$$

Sarat 6.5 cm :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{67.1}{16.45+a_{xx}}} \quad (4.41)$$

- v :

Sarat 22.4 cm :

$$v = \frac{\omega}{\sqrt{\frac{67.1}{22.75+a_{xx}}}}, \quad v^2 = \frac{(22.75+a_{xx})}{67.1} \omega^2 \quad (4.42)$$

Sarat 11.0 cm :

$$v = \frac{\omega}{\sqrt{\frac{67.1}{19+a_{xx}}}}, \quad v^2 = \frac{(19+a_{xx})}{67.1} \omega^2 \quad (4.43)$$

Sarat 6.5 cm :

$$v = \frac{\omega}{\sqrt{\frac{67.1}{16.45+a_{xx}}}}, \quad v^2 = \frac{(16.45+a_{xx})}{67.1} \omega^2 \quad (4.44)$$

- Beda fase (ε) :

Sarat 22.4 cm :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= -\arctan \frac{\frac{\omega}{\sqrt{\frac{c}{22.75+a_{xx}}}} \frac{b}{\sqrt{(22.75+a_{xx})c}}}{1 - \frac{(27.8+a_{xx})}{c} \omega^2} \\ &= -\arctan \left(\frac{\omega b}{67.1 - (22.75 + a_{xx}) \omega^2} \right) \end{aligned} \quad (4.45)$$

Sarat 11.0 cm :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= -\arctan \frac{\frac{\omega}{\sqrt{\frac{c}{19+a_{xx}}}} \frac{b}{\sqrt{(19+a_{xx})c}}}{1 - \frac{(19+a_{xx})}{c} \omega^2} \\ &= -\arctan \left(\frac{\omega b}{67.1 - (19 + a_{xx}) \omega^2} \right) \end{aligned} \quad (4.46)$$

Sarat 6.5 cm :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= -\arctan \frac{\frac{\omega}{\sqrt{\frac{c}{16.45+a_{xx}}}} \frac{b}{\sqrt{(16.45+a_{xx})c}}}{1 - \frac{(16.45+a_{xx})}{c} \omega^2} \\ &= -\arctan \left(\frac{\omega b}{67.1 - (16.45 + a_{xx}) \omega^2} \right) \end{aligned} \quad (4.47)$$

- Amplitudo gerakan (x_a) :

Sarat 22.4 cm :

$$X_a = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{(22.75 + a_{xx})}{67.1} \omega^2 - 1\right)^2 + \frac{(22.75 + a_{xx}) \omega^2}{67.1} \frac{b^2}{(27.8 + a_{xx}) 67.1}}} \quad (4.48)$$

Sarat 11.0 cm :

$$X_a = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{(19 + a_{xx})}{67.1} \omega^2 - 1\right)^2 + \frac{(19 + a_{xx}) \omega^2}{67.1} \frac{b^2}{(19 + a_{xx}) 67.1}}} \quad (4.49)$$

Sarat 6.5 cm :

$$X_a = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{(16.45 + a_{xx})}{67.1} \omega^2 - 1\right)^2 + \frac{(16.45 + a_{xx}) \omega^2}{67.1} \frac{b^2}{(9.05 + a_{xx}) 67.1}}} \quad (4.50)$$

Setelah itu, semua komponen rumus massa tambah yang telah diturunkan diatas diselesaikan dengan memasukkan variasi frekwensi dan tinggi gelombang serta sarat model.

Dapat dilihat bahwa ruas kiri dan kanan pada rumus massa tambah (pers. 4.1) mempunyai komponen yang sama, yaitu massa tambah (a_{xx}), sehingga untuk menyelesaikannya digunakan metode iterasi dengan menggunakan spreadsheet (dapat dilihat pada lampiran).

Iterasi untuk mendapatkan massa tambah dilakukan untuk tiap-tiap komponen model (kolom dan ponton). Dan untuk mendapatkan massa tambah model semisubmersible secara total, dilakukan dengan menjumlahkan hasil yang diperoleh melalui iterasi pada komponen kolom dan ponton.



BAB V
ANALISA HASIL
DAN PEMBAHASAN

BAB V

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

V.1 Hasil Perhitungan Teoritis

Dari teori gerakan harmonik struktur terapung (*harmonic motion of floating structures*), mengenai perumusan massa tambah yang telah dibahas pada bab - bab sebelumnya (Bab 2 dan Bab 4) dan dihitung secara numeris pada lampiran C-1, secara ringkas didapatkan hasil sebagai berikut :

T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.2	5.2333	1.3401	0.2325	0.2236
1.3	4.8308	1.1418	0.2673	0.2613
1.4	4.4857	0.9845	0.3063	0.301
1.5	4.1867	0.8576	0.3488	0.3442
1.6	3.925	0.7538	0.394	0.3899
1.7	3.6941	0.6677	0.4438	0.4406
1.8	3.4889	0.5956	0.4951	0.4918
1.9	3.3053	0.5345	0.5488	0.5458
2	3.14	0.4824	0.6084	0.6056

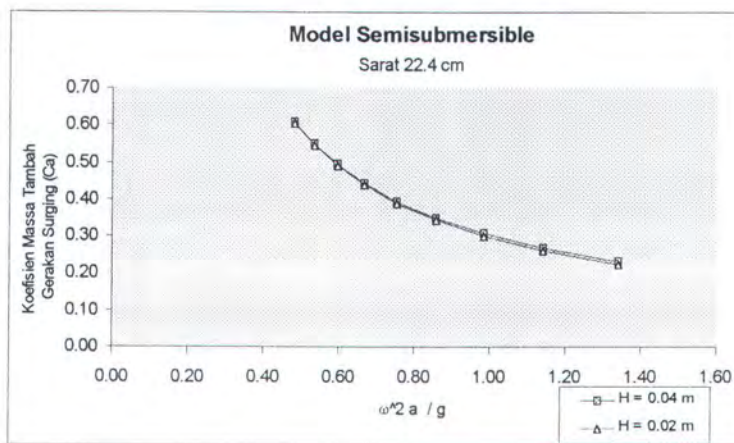
Tabel 5.1 Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan Kondisi Sarat 22.4 cm

T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.2	5.2333	1.3401	0.1429	0.1368
1.3	4.8308	1.1418	0.1647	0.1596
1.4	4.4857	0.9845	0.1876	0.1833
1.5	4.1867	0.8576	0.2127	0.209
1.6	3.925	0.7538	0.2333	0.2362
1.7	3.6941	0.6677	0.2692	0.2666
1.8	3.4889	0.5956	0.2993	0.297
1.9	3.3053	0.5345	0.3312	0.3292
2	3.14	0.4824	0.3668	0.3649

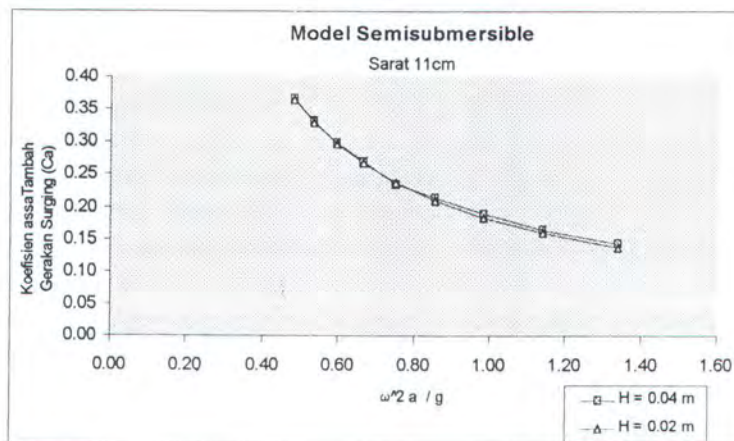
Tabel 5.2 Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan Kondisi Sarat 11 cm

T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.2	5.2333	1.3401	0.137	0.1338
1.3	4.8308	1.1418	0.1595	0.1569
1.4	4.4857	0.9845	0.1831	0.1809
1.5	4.1867	0.8576	0.2087	0.2068
1.6	3.925	0.7538	0.2358	0.2342
1.7	3.6941	0.6677	0.2661	0.2648
1.8	3.4889	0.5956	0.2906	0.2953
1.9	3.3053	0.5345	0.3286	0.3276
2	3.14	0.4824	0.3643	0.3634

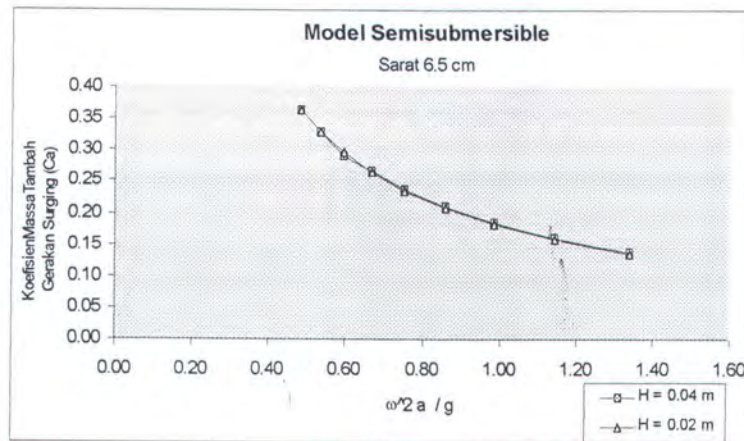
Tabel 5.3 Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan Kondisi Sarat 6.5 cm



Gambar 5.1 Grafik Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan menggunakan Teori Gerakan Harmonis Struktur Terapung Kondisi Sarat 22.4 cm



Gambar 5.2 Grafik Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan menggunakan Teori Gerakan Harmonis Struktur Terapung Kondisi Sarat 11 cm



Gambar 5.3 Grafik Koefisien Massa Tambah hasil perhitungan menggunakan Teori Gerakan Harmonis Struktur Terapung Kondisi Sarat 6.5 cm

V.2 Hasil Percobaan

V.2.1 Hasil Kalibrasi

Kalibrasi pada percobaan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya, simpangan dan tinggi gelombang yang setara dengan volt yang terukur pada alat perekam data percobaan (Digital Analog System 1600).

1. Kalibrasi Load cell

Kalibrasi load cell dilakukan dengan memberikan beban secara berurutan sebesar 50,100,200 dan 1000 gr untuk 3 kondisi. Hasil kalibrasi beban pada load cell dapat dilihat pada tabel 5.4. Dari hasil kalibrasi tersebut, untuk mengetahui besarnya gaya yang terjadi pada model semisubmersible akibat gerakan surging yang ditimbulkan gelombang, dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

1. Hasil pembacaan data dari load cell dikali dengan hasil perhitungan kalibrasi load cell secara manual, dan percepatan gravitasi sebesar $9,81 \text{ m/det}^2$. Sebagai contoh untuk pembacaan data load cell sebesar 3 volt maka gaya yang terjadi adalah :

$$3 \times Cc_{\text{manual}} \times g = 3 \times 0.04 \times 9.81 = 1.17 \text{ Newton}$$

2. Pemakaian konstanta kalibrasi (CC) yang secara otomatis terukur pada peralatan ADC, yaitu :

$$3 \times Cc_{\text{otomatis}} = 3 \times 0.4 = 1.2 \text{ Newton}$$

Dari perhitungan cara pertama dan cara kedua ternyata hasilnya mendekati, sehingga untuk memudahkan perhitungan gaya hasil percobaan digunakan konstanta kalibrasi yang terukur secara otomatis pada peralatan ADC.

2. Kalibrasi Displacement Tranducer

Untuk mendapatkan hasil simpangan yang akurat dari model semisubmersible selama proses percobaan, dilakukan kalibrasi pada displacement tranducer dan hasilnya tercatat pada trimmeter seperti terlihat pada tabel 5.5.

Tetapi setelah percobaan dilakukan, hasil pada displacement tranducer 1 yang terukur pada trimmeter 1 mengalami lonjakan tegangan yang besar dan hasil tidak sesuai dengan yang diinginkan sehingga untuk selanjutnya pencatatan dari trimmeter 1 tidak diikuti dalam proses perhitungan.

3. Kalibrasi Gelombang

Kalibrasi gelombang dilakukan pada seasm amplifier dan probe gelombang yang saling berhubungan. Pada percobaan ini hanya sebuah seasm saja yang bisa digunakan karena adanya kerusakan pada peralatan seasm yang lain. Hasil kalibrasi gelombang dapat dilihat pada tabel 5.6 .

4. Kalibrasi Konstanta Pegas

Penentuan konstanta pegas yang digunakan pada percobaan ini diketahui dari perkiraan besarnya gaya eksitasi gelombang yang mengenai model semisubmersible, dan besarnya simpangan yang dapat diukur oleh displacement transducer. Setelah konstanta pegas tersebut diketahui, kemudian dicari di pasaran. Karena sangat sulit untuk mendapatkan konstanta pegas yang sudah mempunyai harga tertentu di pasaran, maka dilakukan pengetesan / kalibrasi untuk mengetahui konstanta pegas yang mendekati perhitungan.

Pada percobaan ini digunakan 2 (dua) buah pegas dengan dimensi yang sama. Dimensi pegas dan hasil kalibrasi konstanta pegas secara lengkap, dapat dilihat pada lampiran dan secara ringkas diberikan pada tabel 5.7. Dari tabel tersebut didapatkan konstanta pegas 1 mempunyai harga rata-rata adalah 0.671 N/cm dan konstanta pegas 2 mempunyai harga rata-rata 0.67 N/cm,

sehingga kedua pegas tersebut layak untuk digunakan karena mempunyai harga konstanta yang hampir sama.

No	Beban (gr) (cm)	Analog (Volt)			Rata - 2 (Volt)	Cc (kg/V) Manual	Cc (N/V) Otomatis
		Kondisi I	Kondisi II	Kondisi			
1	0	0.005	0.006	0.006	$5.67 \cdot 10^{-3}$	0	0
2	50	1.291	1.249	1.372	1.304	0.038	0.4
3	100	2.5	2.49	2.5	2.497	0.04	0.4
4	200	4.95	4.95	4.94	4.947	0.04	0.4
5	1000	9.3	9.08	9.38	9.253	0.1	1

Tabel 5.4 Kalibrasi Loadcell

Posisi (cm)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)
0	0	0
1	0.297	0.37
2	0.59	0.741
5	1.48	1.852

Tabel 5.5 Kalibrasi Displacement Transducer

Posisi	Tinggi (cm)	Seasim (Volt)
atas	5	2.475
normal	0	0
bawah	5	-2.475

Tabel 5.6 Kalibrasi gelombang (Seasim)

Beban (gr)	Perpanjangan (cm)		Konstanta (N/cm)	
	Pegas 1	Pegas 2	Pegas 1	Pegas 2
50	0.73	0.76	0.668	0.651
100	1.46	1.48	0.67	0.662
200	2.93	2.81	0.675	0.7

Tabel 5.7 Kalibrasi Konstanta Pegas

V.2.2 Pengolahan Data Hasil Percobaan.

Output yang diperoleh tiap percobaan merupakan hasil pembacaan oleh load cell, trim meter dan seasim. Setiap kali proses percobaan menghasilkan 200 data yang dicatat dalam waktu 10 detik sehingga frekuensi pencatatannya adalah 20 data/detik. Dari data-data pembacaan load cell, trimmeter dan seasim dibuat nilai rata-rata absolut untuk harga - harga puncak baik yang bernilai negatif maupun positif. Proses pengolahan data perhitungan koefisien massa tambah untuk tiap pengujian secara lengkap dapat dilihat pada lampiran.

V.2.3 Penentuan Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan

Dari hasil nilai rata-rata untuk trim meter menunjukkan simpangan yang terjadi pada struktur. Dari harga simpangan itu dimasukkan dalam perumusan percepatan struktur yaitu simpangan dikalikan dengan kuadrat dari frekwensi gelombang. Sedangkan massa sebenarnya struktur telah dihitung untuk setiap kondisi sarat. Massa tambah dari struktur dapat dicari dengan memasukkan ke dalam persamaan dinamika benda terapung. Sedangkan koefisien massa tambah adalah perbandingan antara massa tambah dibagi massa sebenarnya dari struktur.

Proses pengolahan data dan perhitungan koefisien massa tambah dapat dilihat pada lampiran dan secara ringkas koefisien massa tambah hasil percobaan dapat dilihat di bawah ini :

T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.2	5.2333	1.3401	0.0944	0.1046
1.3	4.8308	1.1418	0.1091	0.1231
1.4	4.4857	0.9845	0.1163	0.1417
1.5	4.1867	0.8576	0.1158	0.1622
1.6	3.925	0.7538	0.0957	0.1802
1.7	3.6941	0.6677	0.055	0.1978
1.8	3.4889	0.5956	0.0578	0.2066
1.9	3.3053	0.5345	0.0558	0.2099
2	3.14	0.4824	0.0597	0.2942

Tabel 5.8 Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil percobaan
Kondisi Sarat 22.4 cm

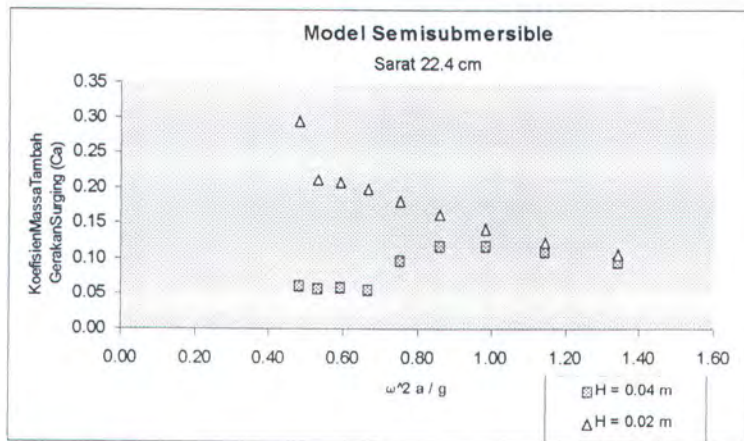
T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.2	5.2333	1.3401	0.1056	0.1055
1.3	4.8308	1.1418	0.1236	0.1241
1.4	4.4857	0.9845	0.1413	0.1433
1.5	4.1867	0.8576	0.1581	0.1641
1.6	3.925	0.7538	0.1681	0.1874
1.7	3.6941	0.6677	0.1586	0.2115
1.8	3.4889	0.5956	0.1644	0.2355
1.9	3.3053	0.5345	0.2059	0.2618
2	3.14	0.4824	0.2085	0.2912

Tabel 5.9 Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil percobaan
Kondisi Sarat 11 cm

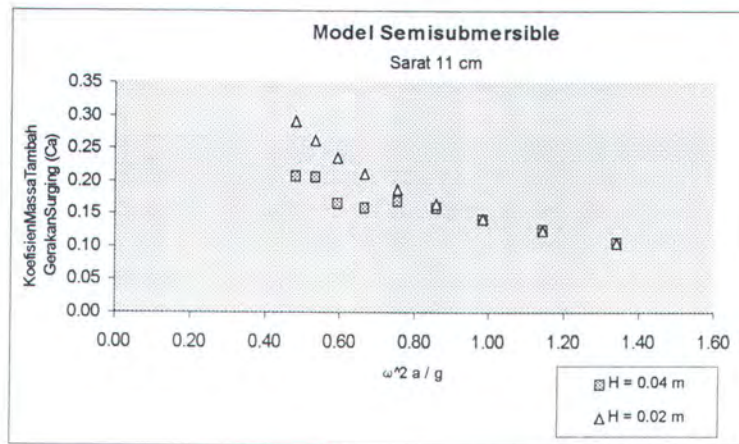
T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.2	5.2333	1.3401	0.0996	0.1052
1.3	4.8308	1.1418	0.1034	0.1239
1.4	4.4857	0.9845	0.1064	0.1427
1.5	4.1867	0.8576	0.131	0.1648
1.6	3.925	0.7538	0.1325	0.1857
1.7	3.6941	0.6677	0.0948	0.2105
1.8	3.4889	0.5956	0.2243	0.2332
1.9	3.3053	0.5345	0.2674	0.2598
2	3.14	0.4824	0.2972	0.2924

Tabel 5.10 Ringkasan Koefisien Massa Tambah hasil percobaan
Kondisi Sarat 6.5 cm

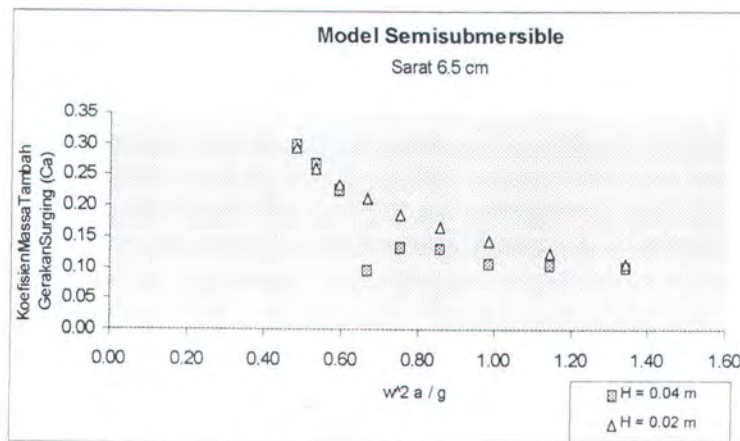
Dari hasil percobaan tersebut di atas, dapat digambarkan hubungan antara koefisien massa tambah dan kwadrat frekwensi gelombang yang dibagi percepatan gravitasi, yang terlihat berikut ini :



Gambar 5.4 Grafik Koefisien Massa Tambah hasil percobaan Kondisi Sarat 22.4 cm



Gambar 5.5 Grafik Koefisien Massa Tambah hasil percobaan Kondisi Sarat 11 cm



Gambar 5.6 Grafik Koefisien Massa Tambah hasil percobaan Kondisi Sarat 6.5 cm

V.3 Perbandingan Hasil Percobaan dengan Hasil Perhitungan Teoritis dan Percobaan yang telah dipublikasikan.

V.3.1 Pengaruh Frekwensi dan Tinggi Gelombang terhadap Besarnya Koefisien Massa Tambah (Ca)

Dari gambar 5.7 sarat model 22.4cm, untuk hasil percobaan terlihat bahwa pada *tinggi gelombang 4 cm* pada rentang frekwensi antara 0.48 - 0.66 koefisien massa tambah cenderung untuk konstan ($Ca=0.055-0.06$), kemudian naik pada rentang frekwensi 0.66 - 0.86 ($Ca = 0.06 - 0.12$) dan akhirnya turun lagi pada rentang frekwensi 0.86 - 1.34. Secara umum trend grafik menunjukkan kenaikan dengan meningkatnya frekwensi.

Sedangkan untuk *tinggi gelombang 2 cm* terjadi kecenderungan turun tajam pada rentang frekwensi 0.48 - 0.53 ($Ca = 0.3 - 0.2$) dan turun secara perlahan pada rentang frekwensi 0.53 - 1.34 ($Ca = 0.2 - 0.1$). Secara umum trend grafik menunjukkan penurunan dengan meningkatnya frekwensi.

Untuk hasil perhitungan secara teoritis untuk semua rentang frekwensi dan semua tinggi gelombang mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya frekwensi ($Ca = 0.6 - 0.2$). Pengaruh tinggi gelombang relatif kecil.

Pada gambar 5.8 sarat model 11 cm, untuk hasil percobaan terlihat pada *tinggi gelombang 4 cm* grafik mempunyai kecenderungan

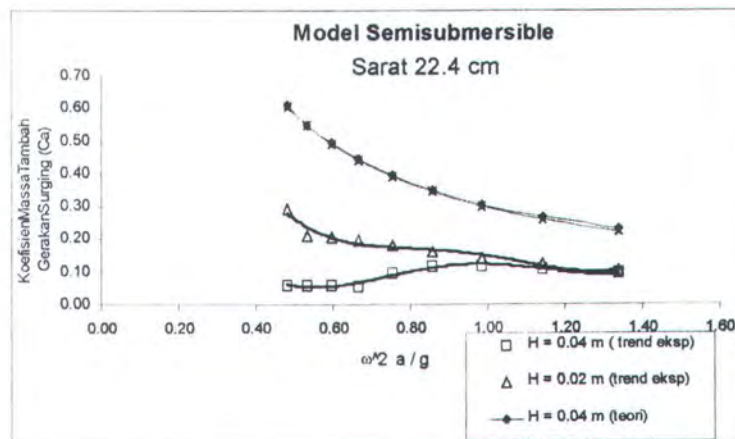
konstan pada rentang frekwensi 0.48 - 0.53 ($Ca = 0.2$), turun agak tajam pada rentang frekwensi 0.53 - 0.59 ($Ca = 0.2 - 0.16$), cenderung konstan pada rentang frekwensi 0.59 - 0.86 ($Ca = 0.158 - 0.16$) dan akhirnya turun perlahan pada rentang frekwensi 0.86 - 1.34 ($Ca = 0.16 - 0.1$). Secara umum trend grafik menunjukkan penurunan dengan meningkatnya frekwensi.

Sedangkan untuk *tinggi gelombang 2 cm* grafik koefisien massa tambah mengalami penurunan pada semua rentang frekwensi ($Ca=0.3 - 0.1$). Secara umum trend grafik menunjukkan penurunan dengan meningkatnya frekwensi.

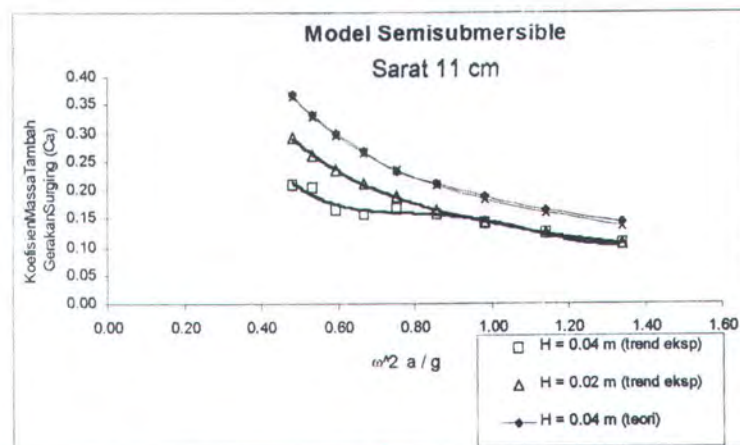
Untuk hasil perhitungan teoritis, trend grafik mengalami penurunan dengan meningkatnya frekwensi untuk semua tinggi gelombang ($Ca = 0.37 - 0.14$). Pengaruh tinggi gelombang relatif kecil.

Dari gambar 5.9 sarat model 6.5 cm, untuk hasil percobaan pada *tinggi gelombang 4 cm* grafik cenderung turun pada rentang frekwensi 0.48 - 0.67 ($Ca=0.3 - 0.22$) dan turun drastis pada rentang frekwensi 0.6 - 0.67 ($Ca = 0.2 - 0.09$), kemudian naik lagi pada rentang frekwensi 0.67 - 0.75 ($Ca=0.09 - 0.13$) dan akhirnya turun pada rentang frekwensi 0.75 - 1.34 ($Ca =0.13 - 0.1$). Secara umum trend grafik menunjukkan penurunan dengan meningkatnya frekwensi. Sedangkan untuk *tinggi gelombang 2 cm* grafik mengalami kecenderungan turun pada semua rentang frekwensi ($Ca =0.29 - 0.1$). Secara umum grafik mengalami penurunan dengan meningkatnya frekwensi.

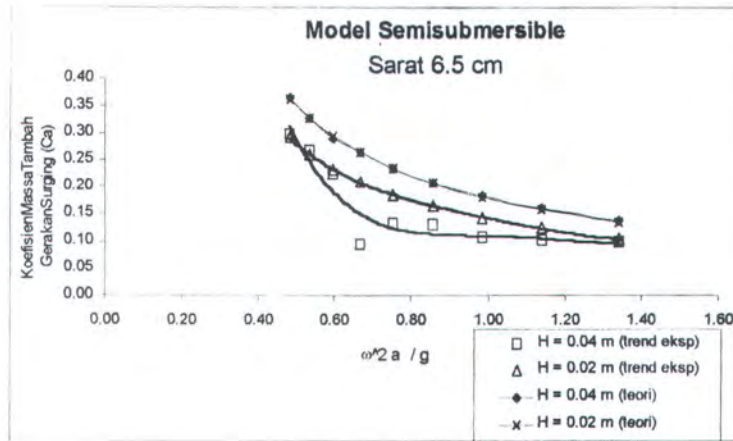
Hasil perhitungan secara teoritis trend grafik juga menunjukkan penurunan untuk semua tinggi gelombang ($C_a = 0.36 - 0.14$). Pengaruh tinggi gelombang relatif kecil.



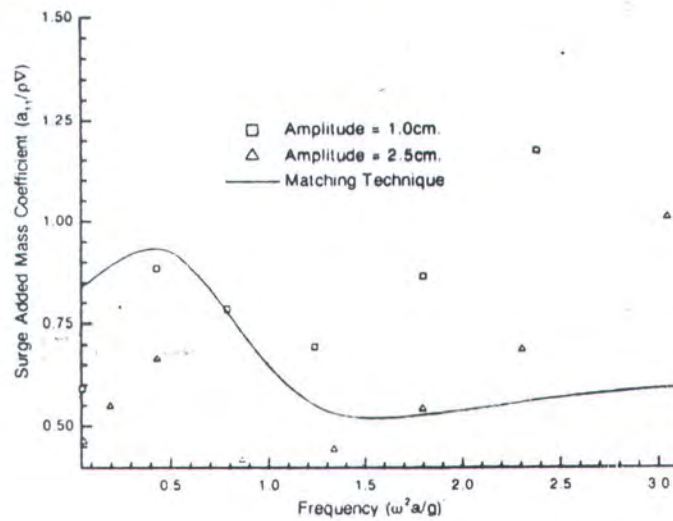
Gambar 5.7. Perbandingan Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan dan Hasil Perhitungan Teoritis Kondisi Sarat 22.4 cm



Gambar 5.8. Perbandingan Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan dan Hasil Perhitungan Teoritis Kondisi Sarat 11 cm



Gambar 5.9. Perbandingan Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan dan Hasil Perhitungan Teoritis Kondisi Sarat 6.5 cm



Gambar 5.10 Hasil Percobaan dan Perhitungan Teoritis Lain yang telah dipublikasikan

V.3.2 Hasil Percobaan dan Teori Lain yang telah Dipublikasikan

Hasil percobaan yang dipadukan dengan perhitungan teoritis yang dilakukan oleh J. Mikkelsen & S.M. Calisal (1993)^[6], terlihat pada gambar 5.10 sesuai dengan trend hasil perhitungan teoritis yang dilakukan oleh penulis, dimana pada rentang frekwensi antara 0.5 - 1.3 trend koefisien massa tambah mengalami penurunan.

V.3.3 Pengaruh Konfigurasi Semisubmersible terhadap Koefisien Massa Tambah (Ca)

Pada hasil perhitungan secara teoritis, terjadi peningkatan besaran koefisien massa tambah yang cukup besar untuk perubahan dari sarat 11 cm ke sarat 22.4 cm. Sedangkan perubahan dari sarat 6.5 cm ke sarat 11 cm besaran koefisien massa tambah tidak mengalami perubahan berarti.

Dari hasil percobaan besaran koefisien massa tambah tidak mengalami perubahan seperti yang terjadi pada hasil perhitungan teoritis. Bahkan untuk perubahan dari sarat 11 cm ke sarat 22.4 cm besaran koefisien massa tambah mempunyai kecenderungan turun.



**BAB VI
KESIMPULAN
DAN SARAN**

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan

1. Untuk **kondisi sarat 6.5 cm** koefisien massa tambah (Ca) :

Hasil percobaan dalam rentang 0.1 - 0.3, trend grafik menunjukkan penurunan dengan meningkatnya frekwensi untuk semua tinggi gelombang.

Hasil perhitungan secara teoritis dalam rentang 0.14 - 0.36, trend grafik juga menunjukkan penurunan dengan meningkatnya frekwensi.

- Untuk **kondisi sarat 11 cm** koefisien massa tambah (Ca) :

Hasil percobaan dalam rentang 0.1 - 0.3, trend grafik menunjukkan penurunan dengan meningkatnya frekwensi, untuk semua tinggi gelombang.

Hasil perhitungan secara teoritis dalam rentang 0.13 - 0.37, trend grafik juga menunjukkan penurunan dengan meningkatnya frekwensi.

- Untuk **kondisi sarat 22.4 cm** besaran koefisien massa tambah (Ca):

Hasil percobaan dalam rentang 0.055 - 0.294. Untuk tinggi gelombang 4 cm trend grafik mengalami peningkatan dengan meningkatnya frekwensi, sedangkan untuk tinggi gelombang 2 cm trend grafik mengalami penurunan dengan meningkatnya frekwensi.

Hasil perhitungan secara teoritis dalam rentang 0.22 - 0.61. Trend grafik mengalami penurunan dengan meningkatnya frekwensi.

2. *Hasil perhitungan* teoritis menunjukkan perubahan sarat dari 11cm - 22.4 cm menyebabkan naiknya koefisien massa tambah, demikian juga untuk kenaikan sarat 6.5 cm - 11 cm.

Hasil percobaan menunjukkan dengan semakin besar kondisi sarat maka besaran koefisien massa tambah cenderung menurun untuk perubahan dari sarat 11 cm ke sarat 22.4 cm, sedangkan untuk perubahan dari sarat 6.5 ke sarat 11 cm koefisien massa tambah turun pada rentang frekwensi 0.48 - 0.6 dan naik pada rentang frekwensi 0.67 - 1.34 .

3. Tinggi gelombang berpengaruh terhadap koefisien massa tambah hasil perhitungan teoritis , dimana untuk tinggi gelombang yang lebih besar, maka koefisien massa tambah juga semakin besar. Perubahan besaran koefisien massa tambah akibat perubahan tinggi gelombang relatif sangat kecil untuk semua sarat.

Sedangkan hasil percobaan koefisien massa tambah pada tinggi gelombang 4 cm lebih kecil dibandingkan pada tinggi gelombang 2 cm.

Terjadi perbedaan trend antara hasil percobaan dan perhitungan teoritis, khususnya pada sarat model 22.4 cm dari hipotesis penulis, hal ini disebabkan asumsi bentuk model yang digunakan pada teori

didasarkan pada bentuk - bentuk kapal, dimana luasan melintangnya homogen sepanjang model, sedangkan pada semisubmersible, untuk sarat di atas ponton mempunyai luasan yang tidak homogen, sehingga menyebabkan perbedaan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Sedangkan untuk sarat 6.5 cm dan 11 cm, dimana luasan melintangnya homogen dan relatif sama dengan bentuk kapal, secara kualitatif mempunyai trend yang sama, tetapi secara kuantitatif mempunyai harga yang relatif kecil perbedaannya.

VI.2. Saran

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilaksanakan dan untuk pengujian yang lebih sempurna beberapa hal disarankan sebagai berikut :

1. Penyempurnaan setting model untuk percobaan sejenis yang akan dilakukan di masa mendatang. Dalam melakukan set-up model dan peralatan percobaan perlu diperhatikan terhadap faktor-faktor : pengikatan, gesekan, dan lain-lain agar faktor-faktor tersebut dapat dikurangi seoptimal mungkin agar didapat gerakan osilasi struktur yang sempurna dalam arah gerakan yang diinginkan.
2. Instrumen pengujian di Laboratorium Hidrodinamika ITS sebagian besar telah mengalami penurunan fungsi kerja dan kapasitasnya, mengingat umur pemakaian instrumen tersebut lebih dari 15 tahun maka perlu segera dilaksanakan tera ulang bahkan bila memungkinkan diganti dengan instrumen baru.

3. Perlu dikembangkan lebih lanjut studi atau penelitian mengenai penentuan koefisien hidrodinamis untuk struktur silinder gabungan terapung, mengingat hasil-hasil penelitian mengenai hal ini relatif masih sangat sedikit.



DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka

1. Bhattacharya R. (1978), *Dynamics of Marine Vehicles*, Jon Wiley & Sons Inc, New York.
2. Chakrabarti S. K. (1987), *Hydrodynamics of Offshore Structures*, CBI Industries Inc, New York.
3. Hooft J. P.(1982), *Advanced Dynamics Of Marine Structures*, Maritime Research Institute Wageningen Netherlands, John Wiley & Sons, New York.
4. Hottinger Baldwin Messteknick, *Operating Manual V1, Z3H2, Electrical Measurement of Mechanical Quantities, Cells and Force Transducer with Strain Gauge Measuring System*, HBM, Germany.
5. Le Mehaute B. (1976), *An Introduction to Hydrodynamics and Water Waves*, Springer-Verlag, New York.
6. Mikkelsen, J. & Calisal, S. M . (1993), *An Experimental Study of the Hydrodynamics of Cylindrical Structures*, Marine Structures, Vol 6, (1993) 259 - 277, Dept. of Mechanical Engineering, University of British Columbia, Vancouver Bc, Canada.
7. Miller N.S. (1984), *Elementary Dynamics And Motion Behaviour Of Some Offshore Structure*, Departement of naval Architecture and Ocean Engineering, Glasgow University, Glasgow.
8. Sarpkaya, T and Isaacson (1981), *Mechanics of Waves Forces on Offshore Structure*, Van Nostran Reinhold Co, New York.
9. Sutomo, Jusuf (1985), *Analisa Perilaku Dinamis Bangunan Setengah Benam dengan Enam Kolom Silindris dan Dua Ponton Silindris dengan Teori Gelombang untuk Perairan Dalam*, Fakultas Teknologi Kelautan - ITS, Surabaya.
10. Wicher, J.E.W. (1979), *Slowly Oscillating Mooring Forces in Single Point Mooring Systems*, 2nd International Conference on Behavior of Offshore Structures, London.
11. Wilson, J.F. (1984), *Dynamic of Offshore Structures*, John Wiew & Sons, New York.



LAMPIRAN A
PENENTUAN DAERAH
VALIDASI GELOMBANG

Tabel A.1.1. Validitas Laut Dalam dan Dominasi Beban Inersia

Periode T (det)	Frek. Gel. (Hz)	λ m	d/λ	d/gT^2	H/D H = 2 cm	H/D H = 4 cm	K $2\pi/\lambda$	K.d
1.2	0.833	2.248	0.846	0.135	0.250	0.500	2.795	5.315
1.3	0.769	2.639	0.721	0.115	0.250	0.500	2.381	4.529
1.4	0.714	3.060	0.622	0.099	0.250	0.500	2.053	3.905
1.5	0.667	3.513	0.541	0.086	0.250	0.500	1.789	3.402
1.6	0.625	3.997	0.476	0.076	0.250	0.500	1.572	2.990
1.7	0.588	4.512	0.422	0.067	0.250	0.500	1.392	2.649
1.8	0.556	5.059	0.376	0.060	0.250	0.500	1.242	2.362
1.9	0.526	5.636	0.337	0.054	0.250	0.500	1.115	2.120
2.0	0.500	6.245	0.305	0.048	0.250	0.500	1.006	1.914

Tabel A.1.2. Validitas Teori Gelombang H = 2 cm

T (det)	$H/(T^2)$	$d/(T^2)$	Teori Gel.
1.2	0.0014	0.1346	linier
1.3	0.0012	0.1147	linier
1.4	0.0010	0.0989	linier
1.5	0.0009	0.0862	linier
1.6	0.0008	0.0757	linier
1.7	0.0007	0.0671	linier
1.8	0.0006	0.0598	linier
1.9	0.0006	0.0537	linier
2.0	0.0005	0.0485	linier

Tabel A.1.3. Validitas Teori Gelombang H = 4 cm

T (det)	$H/(T^2)$	$d/(T^2)$	Teori Gel.
1.2	0.0028	0.1346	linier
1.3	0.0024	0.1147	linier
1.4	0.0021	0.0989	linier
1.5	0.0018	0.0862	linier
1.6	0.0016	0.0757	linier
1.7	0.0014	0.0671	linier
1.8	0.0013	0.0598	linier
1.9	0.0011	0.0537	linier
2.0	0.0010	0.0485	linier



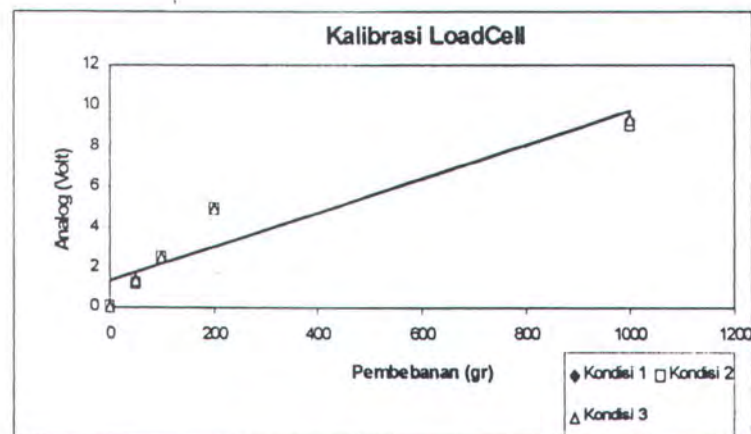
LAMPIRAN B
KALIBRASI

Kalibrasi Loadcell

Data Kalibrasi Loadcell :

No	Beban (gr)	Analog (Volt)			Konst. Kalibrasi (N / V)
		Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	
1	0	0.05	0.06	0.06	0
2	50	1.291	1.249	1.372	0.4
3	100	2.5	2.49	2.5	0.4
4	200	4.95	4.95	4.94	0.4
5	1000	9.3	9.08	9.38	1

Dari kalibrasi yang dilakukan di atas dapat dibuat grafik kalibrasi Loadcell sebagai berikut :



Grafik kalibrasi Loadcell

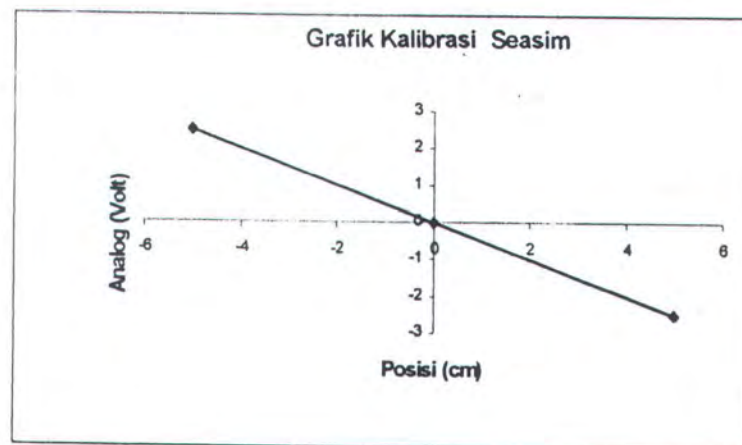
Pada percobaan yang telah dilakukan, konstanta kalibrasi yang dipakai, yaitu untuk tinggi gelombang 4 cm digunakan $C_c = 0.4$ N/Volt dan untuk tinggi gelombang 2 cm menggunakan $C_c = 0.2$ N/Volt.

Kalibrasi Seasim :

No	Penurunan Stick Probe (cm)	Analog (V)
1	0	0
2	-5	2.475
3	5	-2.475

Dari hasil tersebut di atas didapatkan konstanta kalibrasi *Seasim* sebagai berikut :

$$C_c = 5 / 2.475 \text{ cm / Volt}$$
$$= 2.02 \text{ cm / Volt}$$

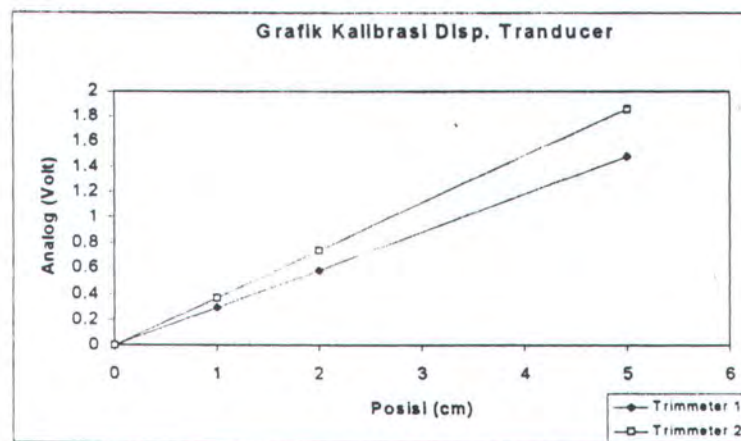


Grafik Kalibrasi Seasim

Kalibrasi Displacement Transducer :

Data Kalibrasi Displacement Transducer :

Posisi (cm)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)	Cc1 (cm / Volt)	Cc2 (cm / Volt)
0	0	0	0	0
1	0.297	0.37	3.37	2.7
2	0.59	0.741	3.39	2.69
5	1.48	1.852	3.38	2.69



Grafik Kalibrasi Disp. Transducer

Kalibrasi Pegas :

1. Perkiraan konstanta pegas didapatkan dari perhitungan rata - rata terkecil dari gaya yang mengenai model dibagi dengan simpangan rata - rata yang dapat diukur oleh displacement transducer.

Dari perhitungan gaya eksitasi gelombang yang mengenai model diperoleh rata - rata terkecil : 5.16 N. Sedangkan simpangan rata - rata yang bisa diukur displacement transducer : 7.5 cm. Sehingga perkiraan konstanta pegas yang akan dipakai pada percobaan :

$$\begin{aligned} c &= F/x \\ &= 5.16 / 7.5 \\ &= 0.688 \text{ N / cm} \end{aligned}$$

2. Setelah diperoleh harga perkiraan konstanta pegas, maka konstanta pegas tersebut dicari di pasaran dengan harga yang mendekati.

Dari pasaran diperoleh 2 (dua) buah pegas dengan dimensi sebagai berikut :

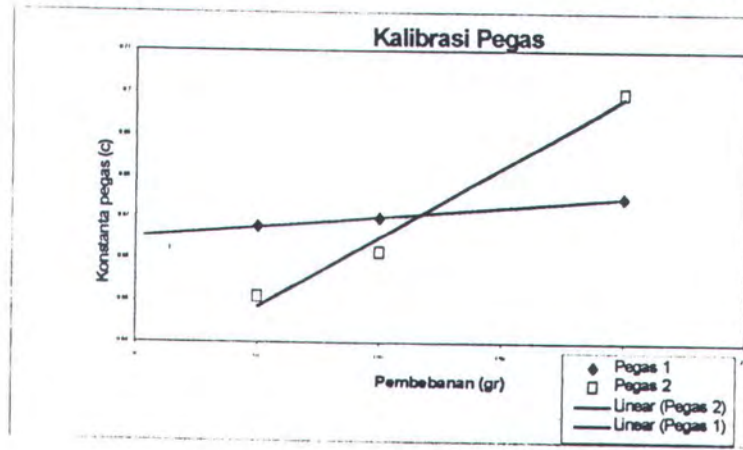
Panjang pegas : 1.715 cm

Diameter pegas : 0.45 cm

Kemudian dilakukan kalibrasi untuk mengetahui besarnya konstanta kedua pegas tersebut :

Beban (gr)	Perpanjangan (cm)		Konstanta (N/cm)	
	Pegas 1	Pegas 2	Pegas 1	Pegas 2
50	0.73	0.76	0.668	0.651
100	1.46	1.48	0.67	0.662
200	2.93	2.81	0.675	0.7

Diperoleh konstanta pegas rata - rata : 0.671 N / cm = 67.1 cm.



Grafik kalibrasi pegas

Perhitungan Gaya Eksitasi Gelombang

Sarat 6.5 cm, H = 4 cm

No	Periode (dt)	Frekwensi (rad/dt)	F Kolom (N)	F Pontoon (N)	F total (N)
1	1.2	5.2360	0.0000	5.0802	5.0802
2	1.3	4.8332	0.0000	5.9077	5.9077
3	1.4	4.4880	0.0000	6.3792	6.3792
4	1.5	4.1888	0.0000	6.6378	6.6378
5	1.6	3.9270	0.0000	6.7600	6.7600
6	1.7	3.6960	0.0000	6.8027	6.8027
7	1.8	3.4907	0.0000	6.7957	6.7957
8	1.9	3.3069	0.0000	6.7620	6.7620
9	2.0	3.1416	0.0000	6.7105	6.7105

Sarat 6.5 cm, H = 2 cm

No	Periode (dt)	Frekwensi (rad/dt)	F Kolom (N)	F Pontoon (N)	F total (N)
1	1.2	5.2360	0.0000	3.0733	3.0733
2	1.3	4.8332	0.0000	4.0044	4.0044
3	1.4	4.4880	0.0000	4.6206	4.6206
4	1.5	4.1888	0.0000	5.0354	5.0354
5	1.6	3.9270	0.0000	5.3059	5.3059
6	1.7	3.6960	0.0000	5.4909	5.4909
7	1.8	3.4907	0.0000	5.6034	5.6034
8	1.9	3.3069	0.0000	5.6766	5.6766
9	2.0	3.1416	0.0000	5.7241	5.7241

Sarat 11.0 cm, H = 4 cm

No	Periode (dt)	Frekwensi (rad/dt)	F Kolom (N)	F Pontoon (N)	F total (N)
1	1.2	5.2360	0.0000	7.2955	7.2955
2	1.3	4.8332	0.0000	8.0334	8.0334
3	1.4	4.4880	0.0000	8.3747	8.3747
4	1.5	4.1888	0.0000	8.4863	8.4863
5	1.6	3.9270	0.0000	8.4632	8.4632
6	1.7	3.6960	0.0000	8.3617	8.3617
7	1.8	3.4907	0.0000	8.2298	8.2298
8	1.9	3.3069	0.0000	8.0819	8.0819
9	2.0	3.1416	0.0000	7.9220	7.9220

Sarat 11.0 cm, H = 2 cm

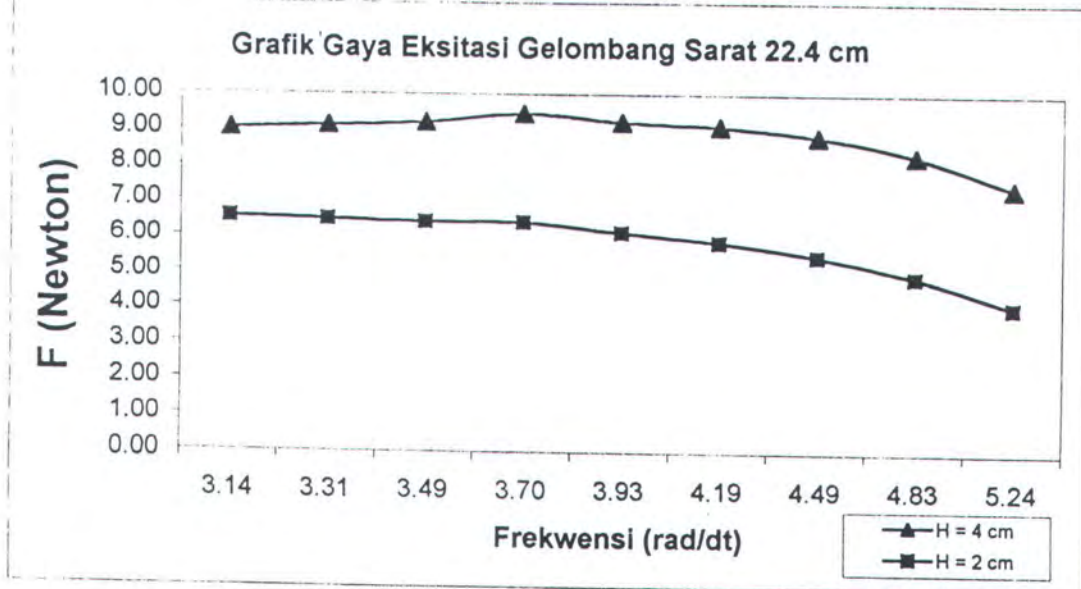
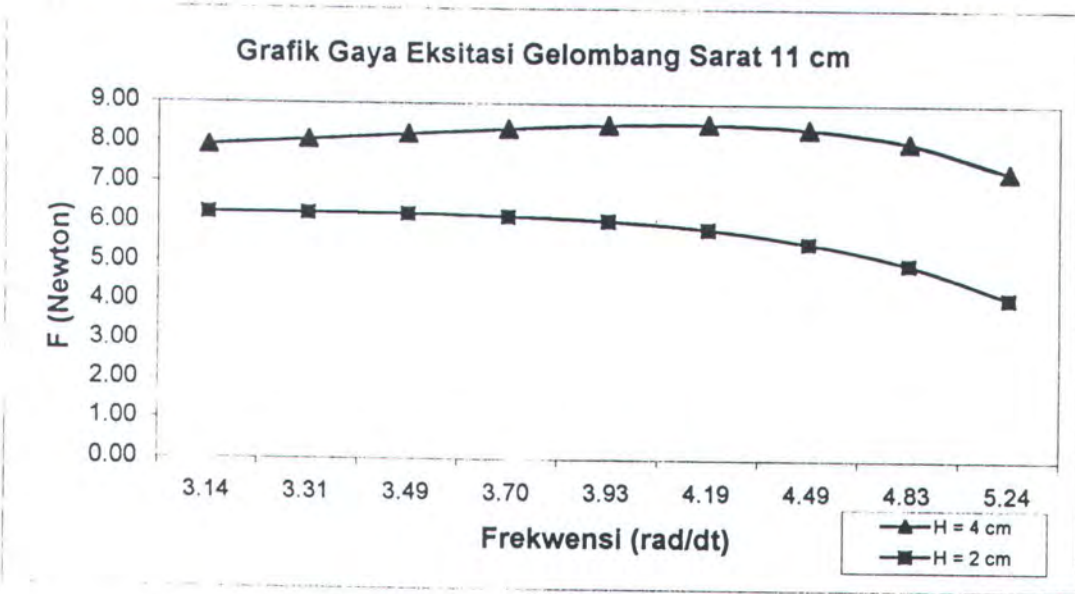
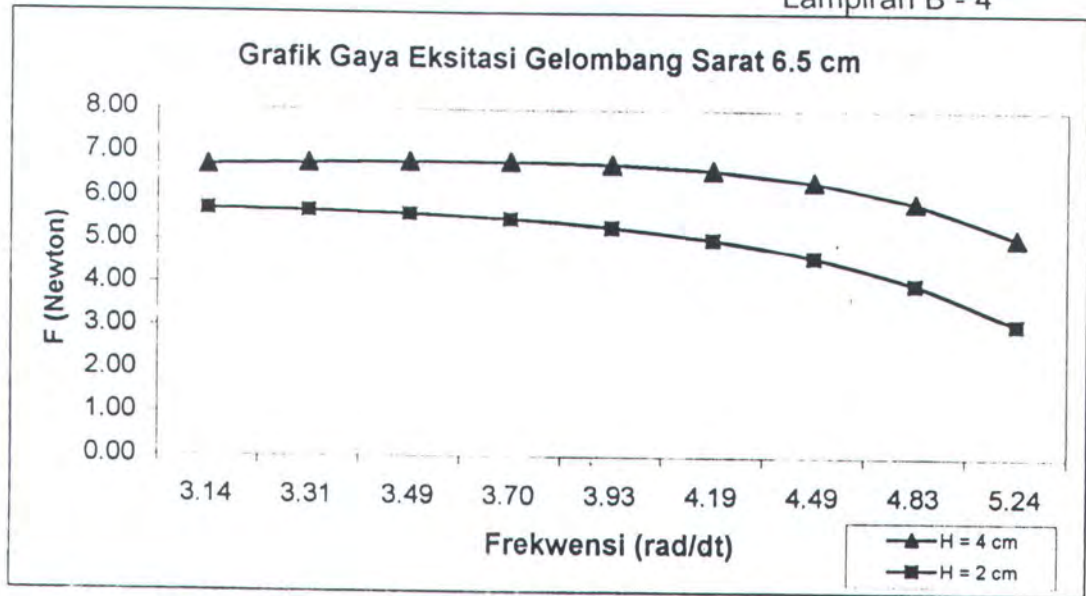
No	Periode (dt)	Frekwensi (rad/dt)	F Kolom (N)	F Pontoon (N)	F total (N)
1	1.2	5.2360	0.0000	4.1183	4.1183
2	1.3	4.8332	0.0000	4.9619	4.9619
3	1.4	4.4880	0.0000	5.4943	5.4943
4	1.5	4.1888	0.0000	5.8299	5.8299
5	1.6	3.9270	0.0000	6.0293	6.0293
6	1.7	3.6960	0.0000	6.1476	6.1476
7	1.8	3.4907	0.0000	6.2045	6.2045
8	1.9	3.3069	0.0000	6.2278	6.2278
9	2.0	3.1416	0.0000	6.2289	6.2289

Sarat 22.4 cm, H = 4 cm

No	Periode (dt)	Frekwensi (rad/dt)	F Kolom (N)	F Pontoon (N)	F total (N)
1	1.2	5.2360	2.0693	5.3059	7.3752
2	1.3	4.8332	2.1740	6.1232	8.2972
3	1.4	4.4880	2.1999	6.6268	8.8267
4	1.5	4.1888	2.1833	6.9253	9.1086
5	1.6	3.9270	2.1450	7.0808	9.2257
6	1.7	3.6960	2.3061	7.1480	9.4541
7	1.8	3.4907	2.0430	7.1547	9.1977
8	1.9	3.3069	1.9919	7.1272	9.1192
9	2.0	3.1416	1.9404	7.0761	9.0165

Sarat 22.4 cm, H = 2 cm

No	Periode (dt)	Frekwensi (rad/dt)	F Kolom (N)	F Pontoon (N)	F total (N)
1	1.2	5.2360	1.0283	2.9953	4.0235
2	1.3	4.8332	1.0812	3.7822	4.8633
3	1.4	4.4880	1.0949	4.3477	5.4426
4	1.5	4.1888	1.0874	4.7576	5.8450
5	1.6	3.9270	1.0689	5.0445	6.1134
6	1.7	3.6960	1.1531	5.2553	6.4083
7	1.8	3.4907	1.0189	5.3939	6.4128
8	1.9	3.3069	0.9937	5.4922	6.4859
9	2.0	3.1416	0.9682	5.5638	6.5320





LAMPIRAN C
PERHITUNGAN KOEFISIEN
MASSA TAMBAH TEORITIS

1. Sarat = 22.4 cm
 a. Tinggi Gelombang = 4cm
 $\omega = 5.23$ rad/s

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		ccse		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	2.453122	1.401264	4.590847	0.037573	0.037573	0.039669	0.039669	2.51	2.63	5.14	0.225825
2.51	2.63	2.453122	2.058794	5.288717	0.036311	0.03625	0.044342	0.044581	2.55	2.69	5.24	0.230151
2.55	2.69	2.453122	2.069127	5.305428	0.036292	0.03622	0.044415	0.044698	2.55	2.69	5.24	0.23025
2.55	2.69	2.453122	2.069308	5.305863	0.036292	0.036219	0.044416	0.044701	2.55	2.69	5.24	0.230252
2.55	2.69	2.453122	2.069311	5.305875	0.036292	0.036219	0.044417	0.044701	2.55	2.69	5.24	0.230252
2.55	2.69	2.453122	2.069311	5.305875	0.036292	0.036219	0.044417	0.044701	2.55	2.69	5.24	0.230252
2.55	2.69	2.453122	2.069311	5.305875	0.036292	0.036219	0.044417	0.044701	2.55	2.69	5.24	0.230252
2.55	2.69	2.453122	2.069311	5.305875	0.036292	0.036219	0.044417	0.044701	2.55	2.69	5.24	0.230252
2.55	2.69	2.453122	2.069311	5.305875	0.036292	0.036219	0.044417	0.044701	2.55	2.69	5.24	0.230252
2.55	2.69	2.453122	2.069311	5.305875	0.036292	0.036219	0.044417	0.044701	2.55	2.69	5.24	0.230252
2.55	2.69	2.453122	2.069311	5.305875	0.036292	0.036219	0.044417	0.044701	2.55	2.69	5.24	0.230252
2.55	2.69	2.453122	2.069311	5.305875	0.036292	0.036219	0.044417	0.044701	2.55	2.69	5.24	0.230252

$\omega = 4.83$ rad/s

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cose		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	2.876261	1.395572	4.639479	0.036826	0.036826	0.028391	0.028391	2.92	3.03	5.95	0.261625
2.92	3.03	2.876261	2.163376	6.079553	0.035505	0.035458	0.032399	0.032551	2.96	3.12	6.08	0.267094
2.96	3.12	2.876261	2.17385	6.121788	0.035488	0.03542	0.032453	0.032673	2.96	3.12	6.08	0.267244
2.96	3.12	2.876261	2.174012	6.123176	0.035488	0.035419	0.032454	0.032677	2.96	3.12	6.08	0.267248
2.96	3.12	2.876261	2.174014	6.123221	0.035488	0.035419	0.032454	0.032677	2.96	3.12	6.08	0.267248
2.96	3.12	2.876261	2.174014	6.123223	0.035488	0.035419	0.032454	0.032677	2.96	3.12	6.08	0.267248
2.96	3.12	2.876261	2.174014	6.123223	0.035488	0.035419	0.032454	0.032677	2.96	3.12	6.08	0.267248
2.96	3.12	2.876261	2.174014	6.123223	0.035488	0.035419	0.032454	0.032677	2.96	3.12	6.08	0.267248
2.96	3.12	2.876261	2.174014	6.123223	0.035488	0.035419	0.032454	0.032677	2.96	3.12	6.08	0.267248
2.96	3.12	2.876261	2.174014	6.123223	0.035488	0.035419	0.032454	0.032677	2.96	3.12	6.08	0.267248
2.96	3.12	2.876261	2.174014	6.123223	0.035488	0.035419	0.032454	0.032677	2.96	3.12	6.08	0.267248

Hal - 1

$$\omega = 4.49 \quad \text{rad/s}$$

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	3.328357	1.337871	4.520283	0.036094	0.036094	0.020956	0.020956	3.37	3.46	6.83	0.300019
3.37	3.46	3.328357	2.189854	6.563497	0.034695	0.034659	0.024461	0.024559	3.40	3.56	6.96	0.30611
3.40	3.56	3.328357	2.199778	6.624649	0.03468	0.034619	0.024502	0.024667	3.41	3.56	6.97	0.306283
3.41	3.56	3.328357	2.19991	6.626742	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626814	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289
3.41	3.56	3.328357	2.199912	6.626817	0.03468	0.034618	0.024502	0.024671	3.41	3.56	6.97	0.306289

$$\omega = 4.19 \quad \text{rad/s}$$

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	3.822033	1.255428	4.308607	0.035519	0.035519	0.015851	0.015851	3.85	3.93	7.79	0.34222
3.85	3.93	3.822033	2.174104	6.850426	0.034019	0.033991	0.018977	0.019042	3.89	4.04	7.93	0.348648
3.89	4.04	3.822033	2.183199	6.922781	0.034006	0.033951	0.019008	0.019132	3.89	4.04	7.94	0.348826
3.89	4.04	3.822033	2.183305	6.925185	0.034005	0.033949	0.019008	0.019135	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925265	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832
3.89	4.04	3.822033	2.183306	6.925268	0.034005	0.033949	0.019008	0.019136	3.89	4.04	7.94	0.348832

$$\omega = 3.49 \quad \text{rad/s}$$

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	5.508986	0.989381	3.524799	0.035748	0.035748	0.008297	0.008297	5.53	5.58	11.10	0.488088
5.53	5.58	5.508986	2.036204	7.074256	0.033776	0.03376	0.010894	0.010917	5.56	5.70	11.26	0.494932
5.56	5.70	5.508986	2.042967	7.152456	0.033765	0.033722	0.010911	0.010975	5.56	5.70	11.26	0.49509
5.56	5.70	5.508986	2.043021	7.154594	0.033764	0.033721	0.010911	0.010976	5.56	5.70	11.26	0.495094
5.56	5.70	5.508986	2.043022	7.154653	0.033764	0.033721	0.010911	0.010977	5.56	5.70	11.26	0.495094
5.56	5.70	5.508986	2.043022	7.154655	0.033764	0.033721	0.010911	0.010977	5.56	5.70	11.26	0.495094
5.56	5.70	5.508986	2.043022	7.154655	0.033764	0.033721	0.010911	0.010977	5.56	5.70	11.26	0.495094
5.56	5.70	5.508986	2.043022	7.154655	0.033764	0.033721	0.010911	0.010977	5.56	5.70	11.26	0.495094
5.56	5.70	5.508986	2.043022	7.154655	0.033764	0.033721	0.010911	0.010977	5.56	5.70	11.26	0.495094
5.56	5.70	5.508986	2.043022	7.154655	0.033764	0.033721	0.010911	0.010977	5.56	5.70	11.26	0.495094
5.56	5.70	5.508986	2.043022	7.154655	0.033764	0.033721	0.010911	0.010977	5.56	5.70	11.26	0.495094

$$\omega = 3.31 \quad \text{rad/s}$$

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	6.124442	0.911901	3.279075	0.036552	0.036552	0.007118	0.007118	6.14	6.18	12.32	0.541687
6.14	6.18	6.124442	1.985678	7.048662	0.034359	0.034346	0.009689	0.009707	6.18	6.31	12.48	0.548651
6.18	6.31	6.124442	1.991882	7.125222	0.034348	0.034307	0.009704	0.009759	6.18	6.31	12.49	0.548802
6.18	6.31	6.124442	1.991927	7.127193	0.034348	0.034306	0.009704	0.009761	6.18	6.31	12.49	0.548806
6.18	6.31	6.124442	1.991927	7.127244	0.034348	0.034306	0.009704	0.009761	6.18	6.31	12.49	0.548806
6.18	6.31	6.124442	1.991927	7.127245	0.034348	0.034306	0.009704	0.009761	6.18	6.31	12.49	0.548806
6.18	6.31	6.124442	1.991927	7.127245	0.034348	0.034306	0.009704	0.009761	6.18	6.31	12.49	0.548806
6.18	6.31	6.124442	1.991927	7.127245	0.034348	0.034306	0.009704	0.009761	6.18	6.31	12.49	0.548806
6.18	6.31	6.124442	1.991927	7.127245	0.034348	0.034306	0.009704	0.009761	6.18	6.31	12.49	0.548806
6.18	6.31	6.124442	1.991927	7.127245	0.034348	0.034306	0.009704	0.009761	6.18	6.31	12.49	0.548806
6.18	6.31	6.124442	1.991927	7.127245	0.034348	0.034306	0.009704	0.009761	6.18	6.31	12.49	0.548806

$\omega = 3.14$ rad/s

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		X.a		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Pontor	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	6.80555	0.837576	3.037615	0.037753	0.037753	0.006206	0.006206	6.82	6.86	13.68	0.60113
6.82	6.86	6.80555	1.934672	6.99986	0.035289	0.035278	0.008805	0.008819	6.85	6.98	13.84	0.608244
6.85	6.98	6.80555	1.940386	7.074248	0.035278	0.035238	0.008819	0.008868	6.85	6.99	13.84	0.60839
6.85	6.99	6.80555	1.940424	7.076059	0.035278	0.035237	0.008819	0.00887	6.85	6.99	13.84	0.608393
6.85	6.99	6.80555	1.940424	7.076103	0.035278	0.035237	0.008819	0.00887	6.85	6.99	13.84	0.608393
6.85	6.99	6.80555	1.940424	7.076104	0.035278	0.035237	0.008819	0.00887	6.85	6.99	13.84	0.608393
6.85	6.99	6.80555	1.940424	7.076104	0.035278	0.035237	0.008819	0.00887	6.85	6.99	13.84	0.608393
6.85	6.99	6.80555	1.940424	7.076104	0.035278	0.035237	0.008819	0.00887	6.85	6.99	13.84	0.608393
6.85	6.99	6.80555	1.940424	7.076104	0.035278	0.035237	0.008819	0.00887	6.85	6.99	13.84	0.608393
6.85	6.99	6.80555	1.940424	7.076104	0.035278	0.035237	0.008819	0.00887	6.85	6.99	13.84	0.608393
6.85	6.99	6.80555	1.940424	7.076104	0.035278	0.035237	0.008819	0.00887	6.85	6.99	13.84	0.608393

b. Tinggi Gelombang = 2cm

$\omega = 5.23$ rad/s

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cose		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	2.453122	0.700632	2.309213	0.037573	0.037573	0.039669	0.039669	2.48	2.54	5.02	0.220766
2.48	2.54	2.453122	1.025704	2.982794	0.036325	0.036294	0.044289	0.04441	2.50	2.59	5.09	0.223534
2.50	2.59	2.453122	1.028255	2.995014	0.036315	0.036271	0.044326	0.044496	2.50	2.59	5.09	0.22358
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995258	0.036315	0.036271	0.044326	0.044497	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581
2.50	2.59	2.453122	1.028277	2.995263	0.036315	0.036271	0.044326	0.044498	2.50	2.59	5.09	0.223581

$\omega = 4.83$ rad/s

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cose		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	2.876261	0.697786	2.344318	0.036826	0.036826	0.028391	0.028391	2.90	2.95	5.85	0.257277
2.90	2.95	2.876261	1.078552	3.747108	0.035515	0.035491	0.032366	0.032443	2.92	3.02	5.94	0.261164
2.92	3.02	2.876261	1.081146	3.781201	0.035507	0.03546	0.032393	0.032542	2.92	3.03	5.94	0.261255
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782142	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782168	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782169	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782169	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782169	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782169	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782169	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782169	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782169	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782169	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257
2.92	3.03	2.876261	1.081166	3.782169	0.035507	0.03546	0.032393	0.032544	2.92	3.03	5.94	0.261257

$\omega = 4.49$ rad/s

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	3.328357	0.668936	2.29056	0.036094	0.036094	0.020956	0.020956	3.35	3.39	6.74	0.296349
3.35	3.39	3.328357	1.092415	4.294708	0.034703	0.034685	0.02444	0.02449	3.37	3.48	6.85	0.300892
3.37	3.48	3.328357	1.094879	4.346086	0.034696	0.034651	0.024461	0.024581	3.37	3.48	6.85	0.301008
3.37	3.48	3.328357	1.094896	4.347614	0.034696	0.03465	0.024461	0.024584	3.37	3.48	6.85	0.301011
3.37	3.48	3.328357	1.094896	4.34766	0.034696	0.03465	0.024461	0.024584	3.37	3.48	6.85	0.301011
3.37	3.48	3.328357	1.094896	4.347661	0.034696	0.03465	0.024461	0.024584	3.37	3.48	6.85	0.301011
3.37	3.48	3.328357	1.094896	4.347661	0.034696	0.03465	0.024461	0.024584	3.37	3.48	6.85	0.301011
3.37	3.48	3.328357	1.094896	4.347661	0.034696	0.03465	0.024461	0.024584	3.37	3.48	6.85	0.301011
3.37	3.48	3.328357	1.094896	4.347661	0.034696	0.03465	0.024461	0.024584	3.37	3.48	6.85	0.301011
3.37	3.48	3.328357	1.094896	4.347661	0.034696	0.03465	0.024461	0.024584	3.37	3.48	6.85	0.301011
3.37	3.48	3.328357	1.094896	4.347661	0.034696	0.03465	0.024461	0.024584	3.37	3.48	6.85	0.301011
3.37	3.48	3.328357	1.094896	4.347661	0.034696	0.03465	0.024461	0.024584	3.37	3.48	6.85	0.301011

$\omega = 4.19$ rad/s

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	3.822033	0.627714	2.187473	0.035519	0.035519	0.015851	0.015851	3.84	3.88	7.72	0.339148
3.84	3.88	3.822033	1.085099	4.693523	0.034025	0.03401	0.018964	0.018997	3.86	3.97	7.83	0.344081
3.86	3.97	3.822033	1.087362	4.755697	0.034018	0.033976	0.018979	0.019075	3.86	3.97	7.83	0.344207
3.86	3.97	3.822033	1.087375	4.757524	0.034018	0.033975	0.018979	0.019077	3.86	3.97	7.83	0.34421
3.86	3.97	3.822033	1.087375	4.757578	0.034018	0.033975	0.018979	0.019077	3.86	3.97	7.83	0.34421
3.86	3.97	3.822033	1.087375	4.757579	0.034018	0.033975	0.018979	0.019077	3.86	3.97	7.83	0.34421
3.86	3.97	3.822033	1.087375	4.757579	0.034018	0.033975	0.018979	0.019077	3.86	3.97	7.83	0.34421
3.86	3.97	3.822033	1.087375	4.757579	0.034018	0.033975	0.018979	0.019077	3.86	3.97	7.83	0.34421
3.86	3.97	3.822033	1.087375	4.757579	0.034018	0.033975	0.018979	0.019077	3.86	3.97	7.83	0.34421
3.86	3.97	3.822033	1.087375	4.757579	0.034018	0.033975	0.018979	0.019077	3.86	3.97	7.83	0.34421
3.86	3.97	3.822033	1.087375	4.757579	0.034018	0.033975	0.018979	0.019077	3.86	3.97	7.83	0.34421

$$\omega = 3.93 \text{ rad/s}$$

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cose		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	4.344476	0.582964	2.062747	0.035231	0.035231	0.012404	0.012404	4.36	4.39	8.75	0.384583
4.36	4.39	4.344476	1.066809	4.975042	0.033611	0.033599	0.015257	0.015279	4.38	4.49	8.87	0.389749
4.38	4.49	4.344476	1.068862	5.042541	0.033605	0.033565	0.015269	0.015346	4.38	4.49	8.87	0.389876
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044432	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044486	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879
4.38	4.49	4.344476	1.068872	5.044487	0.033605	0.033564	0.015269	0.015348	4.38	4.49	8.87	0.389879

$$\omega = 3.69 \text{ rad/s}$$

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cose		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	4.92799	0.386958	1.924013	0.035304	0.035304	0.009924	0.009924	4.94	4.97	9.90	0.435327
4.94	4.97	4.92799	0.751738	5.183994	0.033522	0.033511	0.012601	0.012619	4.95	5.07	10.02	0.440444
4.95	5.07	4.92799	0.752701	5.253406	0.033518	0.033477	0.012608	0.012676	4.95	5.07	10.02	0.440566
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255233	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255282	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569
4.95	5.07	4.92799	0.752704	5.255283	0.033518	0.033476	0.012608	0.012678	4.95	5.07	10.02	0.440569

$$\omega = 3.49 \text{ rad/s}$$

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	5.508986	0.494691	1.794808	0.035748	0.035748	0.008297	0.008297	5.52	5.54	11.06	0.486224
5.52	5.54	5.508986	1.017193	5.322897	0.033779	0.033771	0.01089	0.010901	5.54	5.65	11.19	0.491691
5.54	5.65	5.508986	1.01888	5.392166	0.033773	0.033737	0.010898	0.010953	5.54	5.65	11.19	0.49181
5.54	5.65	5.508986	1.018887	5.393885	0.033773	0.033736	0.010898	0.010954	5.54	5.65	11.19	0.491813
5.54	5.65	5.508986	1.018887	5.393928	0.033773	0.033736	0.010898	0.010954	5.54	5.65	11.19	0.491813
5.54	5.65	5.508986	1.018887	5.393929	0.033773	0.033736	0.010898	0.010954	5.54	5.65	11.19	0.491813
5.54	5.65	5.508986	1.018887	5.393929	0.033773	0.033736	0.010898	0.010954	5.54	5.65	11.19	0.491813
5.54	5.65	5.508986	1.018887	5.393929	0.033773	0.033736	0.010898	0.010954	5.54	5.65	11.19	0.491813
5.54	5.65	5.508986	1.018887	5.393929	0.033773	0.033736	0.010898	0.010954	5.54	5.65	11.19	0.491813
5.54	5.65	5.508986	1.018887	5.393929	0.033773	0.033736	0.010898	0.010954	5.54	5.65	11.19	0.491813
5.54	5.65	5.508986	1.018887	5.393929	0.033773	0.033736	0.010898	0.010954	5.54	5.65	11.19	0.491813

$$\omega = 3.31 \text{ rad/s}$$

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	6.124442	0.45595	1.670524	0.036552	0.036552	0.007118	0.007118	6.13	6.15	12.29	0.540074
6.13	6.15	6.124442	0.992119	5.422391	0.034362	0.034355	0.009686	0.009695	6.15	6.26	12.41	0.545673
6.15	6.26	6.124442	0.993667	5.490541	0.034356	0.03432	0.009693	0.009742	6.15	6.27	12.42	0.54579
6.15	6.27	6.124442	0.993673	5.492141	0.034356	0.034319	0.009693	0.009743	6.15	6.27	12.42	0.545792
6.15	6.27	6.124442	0.993673	5.492179	0.034356	0.034319	0.009693	0.009743	6.15	6.27	12.42	0.545793
6.15	6.27	6.124442	0.993673	5.49218	0.034356	0.034319	0.009693	0.009743	6.15	6.27	12.42	0.545793
6.15	6.27	6.124442	0.993673	5.49218	0.034356	0.034319	0.009693	0.009743	6.15	6.27	12.42	0.545793
6.15	6.27	6.124442	0.993673	5.49218	0.034356	0.034319	0.009693	0.009743	6.15	6.27	12.42	0.545793
6.15	6.27	6.124442	0.993673	5.49218	0.034356	0.034319	0.009693	0.009743	6.15	6.27	12.42	0.545793
6.15	6.27	6.124442	0.993673	5.49218	0.034356	0.034319	0.009693	0.009743	6.15	6.27	12.42	0.545793

$$\omega = 3.14 \quad \text{rad/s}$$

a input (kg)		c / ω^2	Fra (N)		Xa		cos ϵ		a output (kg)			Ca
Kolom	Ponton		Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Kolom	Ponton	Total	
0.10	0.10	6.80555	0.418788	1.548131	0.037753	0.037753	0.006206	0.006206	6.81	6.83	13.64	0.599732
6.81	6.83	6.80555	0.966766	5.495811	0.035292	0.035286	0.008803	0.00881	6.83	6.94	13.77	0.605482
6.83	6.94	6.80555	0.968192	5.56229	0.035286	0.03525	0.008809	0.008854	6.83	6.95	13.78	0.605596
6.83	6.95	6.80555	0.968197	5.563773	0.035286	0.035249	0.008809	0.008855	6.83	6.95	13.78	0.605599
6.83	6.95	6.80555	0.968197	5.563806	0.035286	0.035249	0.008809	0.008855	6.83	6.95	13.78	0.605599
6.83	6.95	6.80555	0.968197	5.563807	0.035286	0.035249	0.008809	0.008855	6.83	6.95	13.78	0.605599
6.83	6.95	6.80555	0.968197	5.563807	0.035286	0.035249	0.008809	0.008855	6.83	6.95	13.78	0.605599
6.83	6.95	6.80555	0.968197	5.563807	0.035286	0.035249	0.008809	0.008855	6.83	6.95	13.78	0.605599
6.83	6.95	6.80555	0.968197	5.563807	0.035286	0.035249	0.008809	0.008855	6.83	6.95	13.78	0.605599
6.83	6.95	6.80555	0.968197	5.563807	0.035286	0.035249	0.008809	0.008855	6.83	6.95	13.78	0.605599
6.83	6.95	6.80555	0.968197	5.563807	0.035286	0.035249	0.008809	0.008855	6.83	6.95	13.78	0.605599
6.83	6.95	6.80555	0.968197	5.563807	0.035286	0.035249	0.008809	0.008855	6.83	6.95	13.78	0.605599

Ringkasan hasil perhitungan Massa Tambah Gerakan Surging menggunakan Teori Gerakan Harmonis Struktur Terapung (J.P. Hooft, 1982)

1. Sarat 22.4 cm

T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 \alpha / g$	Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.20	5.2333	1.3401	0.2325	0.2236
1.30	4.8308	1.1418	0.2673	0.2613
1.40	4.4857	0.9845	0.3063	0.3010
1.50	4.1867	0.8576	0.3488	0.3442
1.60	3.9250	0.7538	0.3940	0.3899
1.70	3.6941	0.6677	0.4438	0.4406
1.80	3.4889	0.5956	0.4951	0.4918
1.90	3.3053	0.5345	0.5488	0.5458
2.00	3.1400	0.4824	0.6084	0.6056

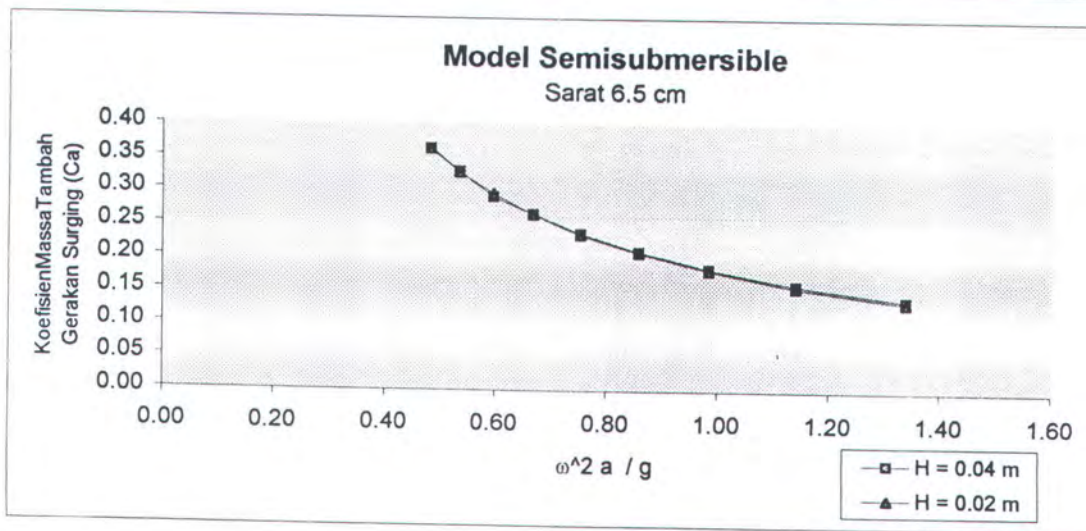
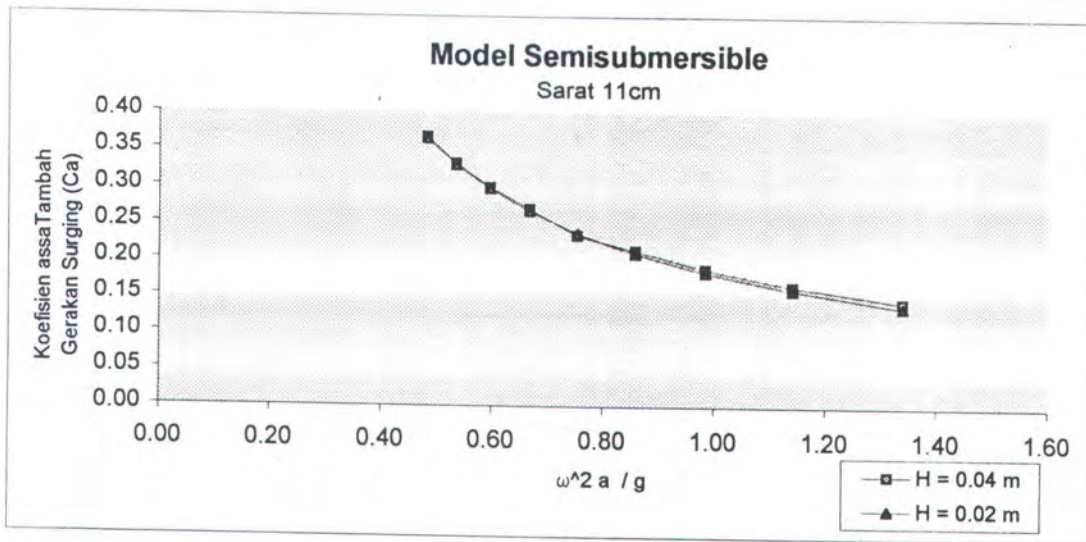
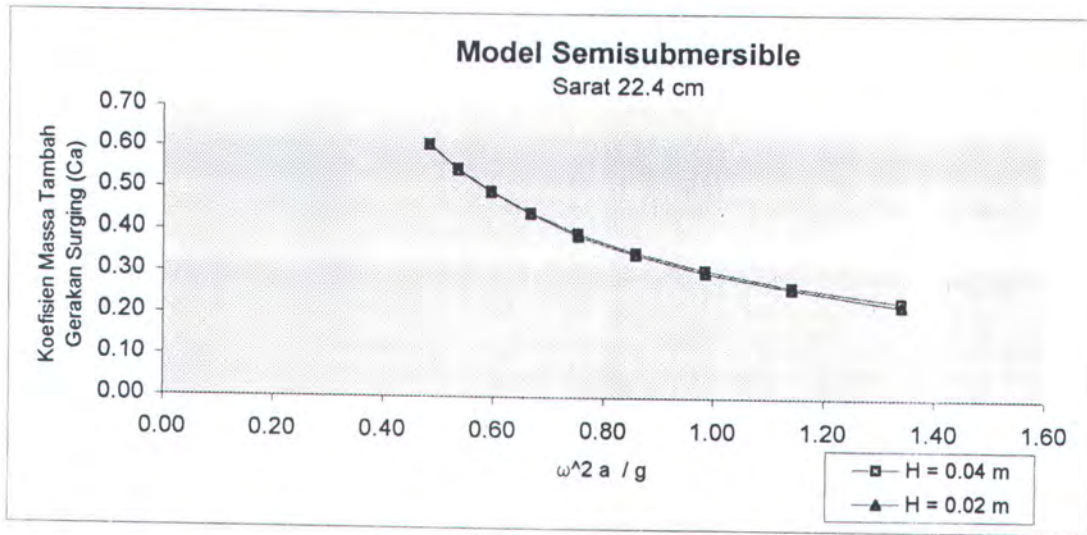
2. Sarat 11 cm

T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.20	5.2333	1.3401	0.1429	0.1368
1.30	4.8308	1.1418	0.1647	0.1596
1.40	4.4857	0.9845	0.1876	0.1833
1.50	4.1867	0.8576	0.2127	0.2090
1.60	3.9250	0.7538	0.2333	0.2362
1.70	3.6941	0.6677	0.2692	0.2666
1.80	3.4889	0.5956	0.2993	0.2970
1.90	3.3053	0.5345	0.3312	0.3292
2.00	3.1400	0.4824	0.3668	0.3649

3. Sarat 6.5 cm

T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.20	5.2333	1.3401	0.1370	0.1338
1.30	4.8308	1.1418	0.1595	0.1569
1.40	4.4857	0.9845	0.1831	0.1809
1.50	4.1867	0.8576	0.2087	0.2068
1.60	3.9250	0.7538	0.2358	0.2342
1.70	3.6941	0.6677	0.2661	0.2648
1.80	3.4889	0.5956	0.2906	0.2953
1.90	3.3053	0.5345	0.3286	0.3276
2.00	3.1400	0.4824	0.3643	0.3634

Grafik Koefisien Massa Tambah Hasil Perhitungan Teoritis





LAMPIRAN D
KOEFISIEN
MASSATAMBAH
HASILPERCOBAAN

Rn230701
 23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 4 cm
 Periode 1.2 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmmeter 1 (Volt)	Trimmmeter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmmeter 1 (Volt)	Trimmmeter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmmeter 1 (Volt)	Trimmmeter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmmeter 1 (Volt)	Trimmmeter 2 (Volt)
1	-0.083	-0.4492	1.1182	0.4004	51	-0.0732	-0.6934	1.1377	-0.0342	101	-0.0537	-0.7471	1.1523	0.1953	151	0.1123	-0.6201	1.2109	-2.0703
2	-0.0781	-0.5859	-10	-3.4033	52	-0.0781	-0.7324	1.1963	0.2637	102	0.0049	-0.7031	1.2305	0.3418	152	0.4785	-0.4736	1.2793	-0.7275
3	-0.0684	-0.708	1.1426	-2.2559	53	-0.0586	-0.7471	-7.3389	-2.334	103	0.1807	-0.625	1.2305	0.3662	153	0.8545	-0.3076	1.2256	-0.2783
4	-0.0635	-0.7422	1.1914	-0.7129	54	-0.0195	-0.7031	1.2305	-1.2695	104	0.6348	-0.4785	0.9717	0.3809	154	0.835	-0.1123	1.2793	-0.2393
5	-0.0293	-0.7617	1.1816	-0.3076	55	0.1563	-0.6348	1.2354	-0.4297	105	1.001	-0.3174	1.2402	0.4102	155	0.6055	0.0781	1.2793	0.3271
6	0.0195	-0.7129	1.2451	0.0635	56	0.5518	-0.4932	-8.5449	-3.0127	106	0.9766	-0.1123	1.3135	0.5615	156	0.1416	0.2734	1.25	0.4883
7	0.2051	-0.6445	0.459	-0.0635	57	0.8936	-0.332	1.25	-1.7285	107	0.6787	0.0732	-0.2002	0.0781	157	-0.0684	0.4297	1.2256	0.0879
8	0.6396	-0.4932	1.2549	0.2295	58	0.8594	-0.127	1.2891	-0.5615	108	0.2148	0.2734	1.2598	0.3662	158	-0.0488	0.5713	1.2305	0.6836
9	0.9717	-0.3271	1.2549	0.3418	59	0.6201	0.0586	-9.7656	-3.5303	109	0.0586	0.4297	1.2256	0.4639	159	-0.0195	0.6543	1.1621	0.6055
10	0.9229	-0.1221	-0.3467	-0.0146	60	0.1514	0.2588	1.2646	-1.9727	110	-0.0488	0.5664	-1.9629	-0.4102	160	-0.0635	0.7178	1.1816	0.6787
11	0.6006	0.0684	1.2451	0.21	61	-0.0293	0.4199	1.2305	-0.7422	111	-0.0537	0.6494	1.1719	-0.1074	161	-0.0684	0.7129	-2.0313	-0.3955
12	0.1465	0.2734	1.4063	0.498	62	-0.0635	0.5615	1.2061	-0.1758	112	-0.0684	0.708	1.1914	0.3174	162	-0.083	0.6836	1.1377	0.0537
13	0.0342	0.4346	-1.3232	-0.2832	63	-0.0293	0.6445	1.1865	-0.0244	113	-0.0684	0.7031	-10	-3.457	163	-0.0781	0.5859	1.1182	0.2637
14	-0.0684	0.5762	1.2109	0.127	64	-0.0732	0.708	0.5811	0.1563	114	-0.0928	0.6738	1.1475	-1.9727	164	-0.0732	0.4688	-3.335	-0.9766
15	-0.0732	0.6592	1.1768	0.3711	65	-0.0684	0.7031	1.1279	0.2734	115	-0.083	0.5762	1.1084	-0.7373	165	-0.0732	0.2979	1.0791	-0.4639
16	-0.0684	0.7227	-9.6094	-2.8076	66	-0.083	0.6738	1.1475	0.459	116	-0.083	0.4639	-10	-4.2139	166	-0.083	0.1172	1.1133	0.0586
17	-0.0732	0.7178	1.1328	-1.6943	67	-0.083	0.5811	-1.4404	-0.3711	117	-0.0781	0.293	1.0742	-2.6514	167	-0.0781	-0.0879	-5.1514	-1.792
18	-0.0732	0.6885	1.1475	-0.459	68	-0.0928	0.4639	1.1035	0.0537	118	-0.083	0.1172	1.1035	-1.0303	168	-0.0781	-0.2686	1.1084	-0.8887
19	-0.0732	0.5908	-2.7588	-1.4453	69	-0.083	0.2979	1.0889	0.2051	119	-0.083	-0.0879	1.0645	-0.5322	169	-0.0781	-0.4492	1.1084	-0.293
20	-0.0781	0.4785	1.0986	-0.9863	70	-0.0879	0.1221	-2.7246	-0.8545	120	-0.0879	-0.2686	1.1328	-0.6152	170	-0.0781	-0.5859	-6.0107	-2.1875
21	-0.083	0.3076	1.0791	-0.1318	71	-0.0781	-0.083	1.0742	-0.3809	121	-0.083	-0.4492	1.1035	0.1172	171	-0.0732	-0.6934	1.1377	-1.377
22	-0.083	0.1318	1.084	0.1367	72	-0.083	-0.2588	1.1475	0.0537	122	-0.0732	-0.5811	1.1377	0.2588	172	-0.0684	-0.7324	1.2061	-0.4102
23	-0.0781	-0.0781	1.084	-0.332	73	-0.0879	-0.4395	-3.0029	-1.1426	123	-0.0635	-0.6934	1.1426	0.2637	173	-0.0537	-0.7471	1.1768	-0.1367
24	-0.083	-0.2588	1.1182	0.4346	74	-0.0879	-0.5713	1.1475	-0.5029	124	-0.0537	-0.7324	-0.5176	-0.1709	174	0.0195	-0.7031	1.2549	-0.3564
25	-0.0781	-0.4492	1.0889	0.3613	75	-0.0684	-0.6885	1.1523	-0.0781	125	-0.0342	-0.7422	1.1816	0.0391	175	0.2832	-0.6299	1.2451	0.3467
26	-0.0732	-0.5859	1.1475	-0.1709	76	-0.0586	-0.7275	-8.8242	-3.2227	126	0.0439	-0.6982	1.2598	0.3027	176	0.7861	-0.4834	1.25	0.4688
27	-0.0732	-0.708	0.8203	0.3955	77	-0.0342	-0.7422	1.1914	-2.0215	127	0.3906	-0.6201	-2.1094	-0.7031	177	1.123	-0.3174	1.2598	0.459
28	-0.0537	-0.7373	1.1816	0.459	78	0.0391	-0.6982	1.2549	-0.6738	128	1.0254	-0.4785	1.2695	-0.1221	178	1.1719	-0.1172	1.2891	0.5566
29	-0.0439	-0.7568	1.2061	0.4492	79	0.3516	-0.6299	1.2109	-0.2637	129	1.3818	-0.3125	1.2598	0.1611	179	0.8154	0.0781	1.2451	0.5322
30	0	-0.708	-2.9053	-0.7715	80	0.8447	-0.4834	1.3086	-0.2832	130	1.3623	-0.1123	-4.6924	-1.4453	180	0.376	0.2783	1.2744	0.6396
31	0.2051	-0.6396	1.2158	-0.2783	81	1.1426	-0.3223	1.2598	0.3223	131	0.9326	0.083	1.25	-0.7178	181	0	0.4395	1.1084	0.5469
32	0.625	-0.498	1.2695	0.166	82	1.1572	-0.127	1.2695	0.4688	132	0.4736	0.2783	1.2891	-0.0195	182	-0.0146	0.5811	1.2158	0.6348
33	0.9473	-0.3369	-3.4424	-1.167	83	0.752	0.0635	1.2549	-0.0586	133	-0.0244	0.4346	-6.875	-2.2949	183	-0.0586	0.6689	1.2354	0.625
34	0.8643	-0.1367	1.2695	-0.415	84	0.3369	0.2588	1.2744	0.7031	134	0.0439	0.5713	1.2256	-1.1914	184	-0.083	0.7275	-4.4141	-1.0596
35	0.5518	0.0537	1.2646	0.0586	85	-0.0146	0.4199	1.2109	0.625	135	-0.1416	0.6543	1.1816	-0.332	185	-0.0732	0.7275	1.1328	-0.5518
36	0.0879	0.2588	-4.707	-1.5039	86	0.0098	0.5615	1.2305	0.6885	136	-0.1221	0.7129	1.167	0.083	186	-0.0781	0.6934	1.1475	0.0928
37	0.0049	0.415	1.2158	-0.7324	87	-0.0635	0.6494	-0.21	0.1807	137	-0.1025	0.7129	1.1377	0.2344	187	-0.0684	0.5957	-8.6426	-2.7881
38	-0.127	0.5664	1.2256	-0.0439	88	-0.0732	0.7129	1.1719	0.3906	138	-0.1025	0.6787	0.9863	0.3418	188	-0.0781	0.4736	1.1133	-1.5283
39	-0.1123	0.6543	-8.3984	-2.9004	89	-0.0537	0.7129	1.1377	0.498	139	-0.0977	0.5859	1.084	0.3613	189	-0.083	0.293	1.1035	-0.5811
40	-0.0977	0.7227	1.1768	-1.8359	90	-0.083	0.6836	-5.21	-1.3965	140	-0.0928	0.4639	1.1133	0.4736	190	-0.083	0.1123	-10	-3.7402
41	-0.0781	0.7178	1.1279	-0.498	91	-0.0879	0.5908	1.0889	-0.6982	141	-0.0879	0.293	0.0342	0.0781	191	-0.0684	-0.0928	1.0791	-2.29
42	-0.0732	0.6885	1.123	-0.0439	92	-0.0781	0.4688	1.1328	-0.0146	142	-0.0928	0.1172	1.0938	0.2783	192	-0.0732	-0.2783	1.1182	-0.9229
43	-0.0684	0.5957	1.0889	-0.5078	93	-0.083	0.2979	-7.0605	-2.3877	143	-0.0977	-0.0928	1.0938	0.3125	193	-0.0684	-0.459	-10	-4.3506
44	-0.083	0.4834	1.0742	0.4346	94	-0.083	0.1221	1.0938	-1.3281	144	-0.0928	-0.2734	-1.5723	-0.4492	194	-0.0732	-0.5908	1.1475	-2.627
45	-0.0879	0.3076	1.0596	0.3906	95	-0.0879	-0.0879	1.0791	-0.498	145	-0.0879	-0.4541	1.084	-0.1367	195	-0.0635	-0.6982	1.1426	-1.1719
46	-0.0879	0.1367	1.0986	0.4688	96	-0.0879	-0.2686	-9.79	-3.4717	146	-0.0879	-0.5859	1.1523	0.1563	196	-0.0586	-0.7373	1.1768	-0.5176
47	-0.083	-0.0732	-0.4004	-0.0781	97	-0.083	-0.4492	1.2012	-2.0801	147	-0.0879	-0.6982	-3.3887	-1.2061	197	-0.0488	-0.752	1.1865	-0.1953
48	-0.083	-0.2539	0.9766	0.1367	98	-0.0635	-0.5811	1.1572	-0.8398	148	-0.0879	-0.7373	1.1865	-0.6104	198	0.0195	-0.708	-0.0342	-0.3027
49	-0.0879	-0.4395	1.1084	0.2148	99	-0.0635	-0.6934	1.1182	-0.415	149	-0.0635	-0.7471	1.1914	-0.1123	199	0.1709	-0.6299	1.2109	-0.0342
50	-0.0781	-0.5762	-0.7031	-0.249	100	-0.0684	-0.7324	1.1914	-0.625	150	-0.0244	-0.6982	-10	-3.4424	200	0.6689	-0.4834	1.2695	0.2588

Rn230703
 23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 4 cm
 Periode 1.4 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetr 1 (Volt)	Trimmetr 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetr 1 (Volt)	Trimmetr 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetr 1 (Volt)	Trimmetr 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetr 1 (Volt)	Trimmetr 2 (Volt)
1	-0.376	0.791	1.123	0.4346	51	-0.376	0.5489	1.0742	0.1172	101	-0.3906	-0.5225	1.1768	0.1611	151	1.4209	-0.8447	1.2988	0.498
2	-0.3662	0.6934	1.1279	0.5079	52	-0.3662	0.6885	-2.71	-0.9082	102	-0.3857	-0.3467	1.1768	0.2979	152	1.4941	-0.8838	-9.4775	-2.7441
3	-0.3467	0.5566	1.2012	0.5713	53	-0.3809	0.7959	1.0791	-0.4297	103	-0.3711	-0.166	-2.6563	-0.8301	153	1.2012	-0.8789	1.2842	-1.8652
4	-0.3027	0.3857	-2.8369	-0.6543	54	-0.3711	0.8643	1.0986	0.0781	104	-0.3857	0.0244	1.1328	-0.3906	154	0.3809	-0.8447	1.2695	-0.4688
5	-0.2686	0.1953	1.2354	-0.1944	55	-0.376	0.8838	-10	-3.5986	105	-0.3857	0.2148	1.123	0.0635	155	-0.1221	-0.7617	1.2402	-0.127
6	0.4346	-0.0146	1.2695	0.2344	56	-0.3613	0.8594	1.1133	-2.207	106	-0.376	0.3955	-10	-3.5449	156	-0.3564	-0.6445	1.2451	0.166
7	1.7676	-0.2197	1.2646	0.3857	57	-0.3711	0.7959	1.1377	-0.7324	107	-0.3809	0.5615	1.0938	-2.2705	157	-0.332	-0.498	-5.7422	-1.8799
8	2.9053	-0.415	1.3135	0.4863	58	-0.3613	0.6885	1.1523	-0.2148	108	-0.3809	0.6982	1.1133	-0.7373	158	-0.3613	-0.332	1.1816	-1.2451
9	3.6523	-0.5908	-1.25	-0.2539	59	-0.3564	0.5518	1.2012	0.1416	109	-0.3809	0.8057	1.0791	-0.2588	159	-0.3662	-0.1563	1.1621	-0.2588
10	3.8818	-0.7373	1.3184	-0.0439	60	-0.2783	0.3711	-6.6602	-2.0698	110	-0.376	0.8691	1.0986	0.0928	160	-0.3809	0.0293	1.1328	0.0488
11	3.3398	-0.8398	1.333	0.332	61	0.1416	0.1807	1.2549	-1.1865	111	-0.376	0.8887	-2.6855	-0.9229	161	-0.3809	0.2148	1.1182	0.2148
12	2.3584	-0.8887	1.3037	0.4102	62	1.3623	-0.0342	1.2891	-0.2393	112	-0.3662	0.8643	1.1182	-0.3711	162	-0.3857	0.3857	-3.7939	-1.1768
13	1.0352	-0.8984	1.3184	0.4834	63	2.6807	-0.2393	1.2842	0.0879	113	-0.3711	0.8008	1.1572	0.083	163	-0.3809	0.5518	1.0889	-0.6641
14	-0.0342	-0.8789	-3.8818	-1.0938	64	3.7842	-0.4395	1.3281	0.3223	114	-0.3613	0.6885	1.1523	0.2979	164	-0.3809	0.6836	1.0889	-0.0146
15	-0.3906	-0.8154	1.2305	-0.5859	65	4.3701	-0.6104	-6.084	-1.8408	115	-0.3613	0.5518	1.2012	0.415	165	-0.3857	0.7861	1.0742	0.166
16	-0.2588	-0.708	1.2109	-0.0244	66	4.3506	-0.7568	1.333	-1.1621	116	-0.2686	0.376	0.0195	0.1318	166	-0.376	0.8496	1.0938	-0.2881
17	-0.3418	-0.5518	1.1572	0.1563	67	3.5059	-0.8545	1.3379	-0.1758	117	0.3564	0.1855	1.2549	0.3271	167	-0.3857	0.874	0.5811	0.3662
18	-0.376	-0.3857	1.1426	0.2832	68	2.2412	-0.8984	1.2988	0.0928	118	1.7773	-0.0244	1.2939	0.5127	168	-0.376	0.8496	1.1084	0.4834
19	-0.3809	-0.2002	-2.4707	-0.7813	69	0.8203	-0.9033	1.2988	0.2832	119	3.0518	-0.2344	1.2939	0.5371	169	-0.376	0.791	1.1621	0.5322
20	-0.3711	-0.0146	1.0742	-0.4346	70	-0.1807	-0.8789	-8.6035	-2.6611	120	4.0771	-0.4346	1.3232	0.5908	170	-0.3711	0.6885	-6.9727	-1.9092
21	-0.3955	0.1807	1.0547	0.0468	71	-0.3711	-0.8008	1.2256	-1.7236	121	4.6875	-0.6104	0.4834	0.3174	171	-0.3711	0.5469	1.1865	-1.2451
22	-0.3809	0.3613	1.0156	0.2002	72	-0.249	-0.6787	1.1816	-0.5225	122	4.5068	-0.752	1.333	0.4102	172	-0.3174	0.3711	1.2305	-0.1318
23	-0.3809	0.5322	0.8789	0.2783	73	-0.3857	-0.5273	1.1475	-0.1758	123	3.6572	-0.8496	1.3477	0.4883	173	-0.0244	0.1807	1.2402	0.1367
24	-0.3809	0.6738	-4.3604	-1.3135	74	-0.4004	-0.3564	1.1377	0.0977	124	2.3877	-0.8887	1.2939	0.5127	174	1.1621	-0.0293	1.2744	0.3711
25	-0.4004	0.7861	1.001	-0.7568	75	-0.4004	-0.1709	-6.9238	-2.2705	125	0.8496	-0.8887	1.2939	0.5029	175	2.5928	-0.2393	-4.4678	-1.3232
26	-0.3809	0.8496	1.0156	-0.0684	76	-0.3955	0.0195	1.0596	-1.5625	126	-0.1563	-0.8545	-0.7178	-0.1025	176	3.7939	-0.4395	1.3232	-0.7666
27	-0.3857	0.8789	1.0107	0.1563	77	-0.3809	0.21	0.8057	-0.4834	127	-0.249	-0.7715	1.2207	0.0635	177	4.4336	-0.6104	1.3477	0.0098
28	-0.3711	0.8545	1.0352	0.3125	78	-0.3955	0.3906	1.0059	-0.1367	128	-0.376	-0.6543	1.1914	0.2881	178	4.4336	-0.7471	1.3184	0.2588
29	-0.3906	0.7959	-5.5225	-1.6455	79	-0.3906	0.5566	1.0107	0.1123	129	-0.3906	-0.5078	1.1475	0.3223	179	3.7598	-0.8398	1.3428	0.3662
30	-0.376	0.6885	1.0742	-0.9668	80	-0.3955	0.6982	-5.5957	-1.792	130	-0.376	-0.3369	1.123	-0.2246	180	2.583	-0.8789	-7.2168	-2.1484
31	-0.3906	0.5518	1.1133	-0.1563	81	-0.4053	0.8057	0.9814	-1.04	131	-0.3955	-0.1611	-0.0391	0.1465	181	1.0254	-0.874	1.2891	-1.4941
32	-0.376	0.376	1.1084	0.1074	82	-0.4004	0.874	0.9912	-0.2441	132	-0.3955	0.0244	1.0449	0.1807	182	-0.0146	-0.8398	1.2744	-0.2881
33	-0.3955	0.1807	1.1621	0.2783	83	-0.3906	0.8936	0.8398	-0.0293	133	-0.4004	0.2148	1.0303	0.3369	183	-0.4443	-0.752	1.2207	-0.0342
34	-0.3516	-0.0244	-2.3584	-0.7178	84	-0.3809	0.8691	1.0059	0.0488	134	-0.3906	0.3906	-10	-3.8477	184	-0.293	-0.6348	1.2061	0.21
35	-0.3613	-0.2295	1.2109	-0.2979	85	-0.3906	0.8057	-1.7139	-0.5322	135	-0.3906	0.5566	0.9912	-2.5391	185	-0.4102	-0.4932	-8.042	-2.5732
36	-0.1367	-0.4248	1.2549	0.1367	86	-0.3906	0.6982	1.0449	-0.249	136	-0.3906	0.6934	0.6787	-0.9473	186	-0.415	-0.3271	1.1279	-1.5869
37	0.5615	-0.6006	1.1133	0.249	87	-0.3906	0.5566	1.084	0.1758	137	-0.3906	0.8008	0.9668	-0.4199	187	-0.3955	-0.1563	1.0938	-0.5469
38	1.123	-0.7471	1.2793	0.2295	88	-0.3662	0.376	-10	-3.6816	138	-0.3906	0.8594	0.9814	-0.0293	188	-0.3955	0.0195	1.0498	-0.1514
39	1.4502	-0.8447	1.0059	0.3613	89	-0.376	0.1807	1.1475	-2.4463	139	-0.3955	0.8838	-3.7256	-1.3232	189	-0.3906	0.2051	1.0645	0.0684
40	1.2451	-0.8936	1.2744	0.4004	90	-0.3613	-0.0244	0.2979	-1.0352	140	-0.3809	0.8594	1.001	-0.7227	190	-0.415	0.3809	-6.9385	-2.2217
41	0.6494	-0.8984	1.2842	0.459	91	-0.3467	-0.2344	1.1865	-0.4736	141	-0.3809	0.8008	1.0205	-0.1123	191	-0.415	0.5371	0.9814	-1.3818
42	0	-0.874	-8.8184	-2.6074	92	-0.2881	-0.4346	1.2354	-0.0098	142	-0.3711	0.6934	1.0303	0.1318	192	-0.415	0.6738	0.9766	-0.4004
43	-0.2588	-0.8057	1.2402	-1.6162	93	-0.0635	-0.6055	-7.2949	-2.4365	143	-0.3906	0.5566	1.0742	0.2637	193	-0.4102	0.7764	0.957	-0.1172
44	-0.3174	-0.6885	1.2256	-0.4736	94	0.5811	-0.752	1.2695	-1.4893	144	-0.3809	0.3809	-1.7871	-0.5322	194	-0.4004	0.8398	0.9961	-0.5029
45	-0.3467	-0.5371	1.1816	-0.1172	95	0.9521	-0.8545	1.2842	-0.4346	145	-0.3711	0.1855	1.123	-0.21	195	-0.4053	0.8643	-0.1367	0.0244
46	-0.3516	-0.3662	1.1768	0.1416	96	1.0156	-0.8984	1.2598	-0.0732	146	-0.3662	-0.0244	1.1621	0.1709	196	-0.4004	0.8447	0.9814	0.2344
47	-0.376	-0.1807	-8.457	-2.6855	97	0.5908	-0.9033	1.3086	0.1611	147	-0.3613	-0.2344	1.1816	0.2734	197	-0.4004	0.7813	1.0205	0.3369
48	-0.3564	0.0098	1.1279	-1.665	98	0.0781	-0.8691	-2.8613	-0.9863	148	-0.293	-0.4346	1.2354	0.3955	198	-0.3857	0.6836	-10	-2.998
49	-0.3809	0.2002	1.1133	-0.5225	99	-0.3662	-0.7959	1.2402	-0.4834	149	0.0879	-0.6104	1.1328	0.3662	199	-0.3906	0.5469	1.0596	-2.0459
50	-0.376	0.3809	1.084	-0.1367	100	-0.2393	-0.6738	1.2305	0.0098	150	0.9277	-0.7471	1.2598	0.4541	200	-0.3906	0.376	1.0693	-0.5664

23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 4 cm
 Periode 1.3 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)
1	-0.1514	-0.0586	1.2305	0.5078	51	0.3223	-0.3174	1.2598	-0.3809	101	1.8848	-0.5127	0.6055	0.2637	151	2.5977	-0.5811	1.2891	-0.6641
2	-0.2686	0.0879	-10	-3.2471	52	-0.21	-0.1904	1.2549	0.0586	102	0.9473	-0.4248	1.2744	0.3857	152	2.3047	-0.5518	1.3135	0.0781
3	-0.2686	0.2393	1.1719	-2.1289	53	-0.1318	-0.0488	-8.877	-2.832	103	0.127	-0.3076	1.2744	0.4932	153	1.6211	-0.4834	1.2695	0.2295
4	-0.2295	0.3613	0.7959	-0.6836	54	-0.2686	0.0879	1.1963	-1.8213	104	-0.1123	-0.1758	-4.4873	-1.2402	154	0.7617	-0.3955	1.2891	0.4102
5	-0.2393	0.4736	1.123	-0.1758	55	-0.2832	0.2197	1.167	-0.498	105	-0.2197	-0.0391	1.2061	-0.6543	155	0.0244	-0.2832	-0.3809	-0.083
6	-0.2344	0.5469	1.123	0.1074	56	-0.2197	0.332	1.1426	-0.1172	106	-0.2051	0.0928	1.1963	-0.0098	156	-0.1123	-0.1563	1.2598	0.2344
7	-0.2441	0.6006	-2.1191	-0.7178	57	-0.2588	0.4346	1.1377	0.1758	107	-0.2246	0.2197	1.1523	0.1953	157	-0.2148	-0.0244	1.2109	0.3613
8	-0.2393	0.6055	1.0938	-0.2539	58	-0.2539	0.5029	-2.6172	-0.8691	108	-0.2295	0.3271	1.1572	0.3467	158	-0.2197	0.1025	-7.8711	-2.3145
9	-0.2393	0.5908	1.1133	0.1611	59	-0.2539	0.5469	1.1035	-0.3125	109	-0.2441	0.4102	-0.3027	-0.0488	159	-0.2246	0.2197	1.1572	-1.5283
10	-0.2295	0.5322	-4.9854	-1.6064	60	-0.2393	0.5566	1.1084	0.0928	110	-0.2344	0.4736	1.1035	0.2002	160	-0.2246	0.3271	1.1572	-0.3174
11	-0.2344	0.459	1.1084	-0.7813	61	-0.249	0.5469	-5.4834	-1.7725	111	-0.2393	0.5127	1.0938	0.3467	161	-0.2393	0.4053	1.123	-0.0293
12	-0.2295	0.3467	1.1328	-0.1807	62	-0.249	0.498	1.1035	-0.9326	112	-0.2393	0.5225	-3.1445	-0.9082	162	-0.249	0.4688	1.1279	0.2344
13	-0.2441	0.2246	-9.292	-3.1006	63	-0.249	0.4346	1.123	-0.2197	113	-0.249	0.5078	1.0938	-0.376	163	-0.2441	0.498	0.2148	0.0049
14	-0.2148	0.0781	1.1621	-1.9971	64	-0.2344	0.332	-8.5156	-2.9199	114	-0.2344	0.4688	1.1133	0.1074	164	-0.2393	0.5078	1.0938	0.2539
15	-0.2246	-0.0635	1.1865	-0.6006	65	-0.2441	0.2148	1.1377	-1.7676	115	-0.2393	0.4004	-6.0547	-1.9629	165	-0.2441	0.4932	1.1035	0.3369
16	-0.1953	-0.2197	1.2012	-0.1855	66	-0.2393	0.0781	1.167	-0.5859	116	-0.2246	0.3076	1.1182	-1.0498	166	-0.2539	0.4541	-1.543	-0.3906
17	-0.0488	-0.3467	1.2451	0.1318	67	-0.2295	-0.0635	1.1719	-0.1514	117	-0.2393	0.1953	1.1426	-0.2979	167	-0.249	0.3809	1.1084	-0.0586
18	0.9033	-0.4736	-0.4688	-0.2686	68	-0.1904	-0.21	1.2158	0.1172	118	-0.2246	0.0635	1.1426	0.0244	168	-0.2393	0.293	1.1523	0.2686
19	1.8213	-0.5566	1.2744	0.0635	69	-0.0342	-0.3418	-0.8887	-0.376	119	-0.2246	-0.0732	1.1816	0.2051	169	-0.2344	0.1758	-8.2305	-1.9482
20	2.7441	-0.6152	1.3232	0.2783	70	0.7617	-0.4541	1.25	0	120	-0.2002	-0.21	0.7129	0.1758	170	-0.2344	0.0439	1.167	-1.1572
21	3.0566	-0.625	1.2842	0.4102	71	1.6211	-0.5371	1.2939	0.2783	121	-0.0977	-0.3369	1.2256	0.3027	171	-0.2295	-0.0928	1.1914	-0.2637
22	2.8955	-0.6104	1.3037	0.4541	72	2.4121	-0.5859	-8.042	-2.4756	122	0.542	-0.4443	1.2695	0.4443	172	-0.1953	-0.2295	1.2109	0.083
23	2.1582	-0.542	0.4639	0.2539	73	2.8465	-0.5957	1.2988	-1.5771	123	1.5186	-0.5225	-2.334	-0.6398	173	0.0098	-0.3516	1.2402	0.2246
24	1.1572	-0.459	1.2744	0.3516	74	2.4658	-0.5762	1.2988	-0.3662	124	2.1826	-0.5713	1.2939	-0.2393	174	0.7471	-0.4541	1.1963	0.3613
25	0.2881	-0.332	1.2842	0.5176	75	1.8213	-0.5127	1.2793	0	125	2.5244	-0.5811	1.3086	0.1904	175	1.5234	-0.5322	1.2549	0.3906
26	-0.2637	-0.2051	-5.3467	-1.5088	76	0.918	-0.4297	1.2891	0.2393	126	2.3486	-0.5566	1.2793	0.3516	176	2.124	-0.5713	1.3037	0.5371
27	-0.1367	-0.0537	1.2109	-0.8105	77	0.0977	-0.3174	-3.9502	-1.2402	127	1.7041	-0.4932	1.2891	0.4248	177	2.2705	-0.5811	-6.582	-1.9043
28	-0.249	0.0879	1.1914	-0.1025	78	-0.0732	-0.1855	1.2305	-0.5859	128	0.8936	-0.4102	-0.293	0.0098	178	1.9629	-0.5518	1.2988	-1.123
29	-0.2734	0.2246	1.1475	0.1709	79	-0.2148	-0.0488	1.2207	-0.0342	129	0.0879	-0.293	1.2549	0.2246	179	1.3232	-0.4883	1.2842	-0.2051
30	-0.2295	0.3418	1.1475	0.3027	80	-0.2148	0.0879	1.1719	0.1758	130	-0.1953	-0.1709	1.25	0.4199	180	0.5654	-0.3906	1.2695	0.1416
31	-0.2588	0.4443	-0.2734	-0.0391	81	-0.2441	0.2148	1.1621	0.3271	131	-0.2197	-0.0391	-5.1025	-1.499	181	-0.0635	-0.2783	1.25	0.2637
32	-0.2539	0.5127	1.0938	0.1758	82	-0.2393	0.3271	0.2832	0.1221	132	-0.1855	0.0928	1.1914	-0.8691	182	-0.2051	-0.1514	0.5127	0.1855
33	-0.2588	0.5664	1.2158	0.4004	83	-0.2539	0.4248	1.1182	0.293	133	-0.2246	0.2197	1.167	-0.0879	183	-0.2051	-0.0244	1.1914	0.2783
34	-0.2441	0.5762	-5.4248	-1.5967	84	-0.2441	0.4883	1.1133	0.4004	134	-0.2246	0.3271	1.1328	0.1758	184	-0.1953	0.1074	1.2061	0.4785
35	-0.2588	0.5664	1.0693	-0.8887	85	-0.2588	0.5322	-2.5098	-0.6787	135	-0.2441	0.4102	1.1279	0.2979	185	-0.2246	0.2148	-9.917	-2.959
36	-0.2539	0.5176	1.084	-0.166	86	-0.2441	0.542	1.084	-0.2295	136	-0.2441	0.4736	0.083	0.0732	186	-0.2344	0.3174	1.1572	-1.8115
37	-0.249	0.4443	1.0742	0.1074	87	-0.249	0.5322	1.1182	0.1807	137	-0.2393	0.5029	1.0938	0.2295	187	-0.2295	0.4004	1.123	-0.5615
38	-0.2344	0.3418	1.1035	-0.2246	88	-0.2295	0.4834	-6.0791	-1.9189	138	-0.2441	0.5127	1.0986	0.3955	188	-0.249	0.4639	1.1133	-0.0977
39	-0.249	0.2295	1.123	0.4492	89	-0.2441	0.415	1.1035	-1.0205	139	-0.249	0.4932	-2.0605	-0.5811	189	-0.249	0.498	1.0986	-0.5469
40	-0.2295	0.083	1.123	0.4443	90	-0.2393	0.3223	1.1377	-0.2734	140	-0.249	0.4492	1.1084	-0.0977	190	-0.249	0.5127	1.0254	0.4004
41	-0.2344	-0.0537	1.1621	0.5029	91	-0.2441	0.2051	-10	-3.5156	141	-0.2441	0.3809	1.1279	0.1807	191	-0.249	0.498	1.084	0.3906
42	-0.2344	-0.21	-2.3877	-0.6201	92	-0.2246	0.0732	1.1621	-2.2461	142	-0.2393	0.293	-4.5898	-1.4355	192	-0.2441	0.459	1.1328	0.5029
43	-0.1807	-0.3369	1.2109	-0.166	93	-0.2051	-0.0635	1.1719	-0.7471	143	-0.2393	0.1807	1.1377	-0.8105	193	-0.2539	0.3857	-0.3174	0
44	0.0391	-0.4639	1.2598	0.2002	94	-0.1758	-0.2051	1.1963	-0.2588	144	-0.2197	0.0537	1.1768	-0.0928	194	-0.249	0.2881	1.1426	0.2637
45	0.9229	-0.5469	-6.5186	-2.0313	95	-0.0781	-0.3271	1.2402	0.0684	145	-0.2246	-0.083	1.1768	0.1172	195	-0.2295	0.166	1.1475	0.3662
46	1.7139	-0.6104	1.2793	-1.2207	96	0.7129	-0.4443	-1.0303	-0.4639	146	-0.1807	-0.21	1.2207	0.3174	196	-0.2393	0.391	-8.3691	-2.4609
47	2.29	-0.6201	1.2988	-0.2344	97	1.665	-0.5322	1.2744	-0.0879	147	0	-0.3369	1.2207	0.3516	197	-0.2246	-0.1025	1.1816	-1.5771
48	2.3682	-0.5957	1.2793	0.0586	98	2.4463	-0.5811	1.3135	0.2197	148	0.8301	-0.4443	1.2598	0.4688	198	-0.1416	-0.2295	1.2451	-0.3613
49	1.8604	-0.5322	1.377	0.3174	99	2.7344	-0.5957	1.2744	0.3467	149	1.6748	-0.5225	1.3086	0.5029	199	0.1172	-0.3516	1.2158	-0.0586
50	1.0742	-0.4395	-3.1055	-0.9619	100	2.5488	-0.5762	1.2891	0.4297	150	2.373	-0.5713	-4.1895	-1.1133	200	0.9326	-0.4492	1.2842	0.2344

23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 4 cm
 Periode 1.5 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)
1	-0.1807	0.1367	0.9717	0.3906	51	0.8789	-0.835	1.2695	-1.1572	101	-0.1416	0.7373	1.1768	0.293	151	-0.1758	0.83	-4.585	-1.4111
2	-0.1807	0.3174	0.9766	0.4297	52	-0.0537	-0.8887	1.2598	-0.1318	102	-0.1367	0.8055	-7.7295	-2.334	152	-0.1807	0.237	0.9961	-0.8936
3	-0.1807	0.4785	-3.6621	-1.0205	53	-0.1611	-0.9131	1.2012	0.0391	103	0.0391	0.4443	1.2354	-1.3574	153	-0.1855	0.4443	1.0107	-0.1416
4	-0.1758	0.6104	0.957	-0.542	54	0.0537	-0.8838	1.1963	0.2539	104	1.0352	0.2734	1.2744	-0.2832	154	-0.1807	0.5762	0.9912	0.0439
5	-0.1758	0.7178	0.9863	-0.0049	55	-0.1611	-0.8252	-9.4775	-3.0176	105	2.2217	0.0879	1.2793	0.1074	155	-0.1807	0.708	1.0303	0.2734
6	-0.166	0.8008	-8.4668	-2.8174	56	-0.21	-0.7129	1.1182	-1.9531	106	3.374	-0.0977	1.3232	0.3271	156	-0.1855	0.791	-5.7715	-1.7871
7	-0.166	0.8496	1.0107	-1.3818	57	-0.1855	-0.5957	1.0156	-0.7373	107	3.6672	-0.2832	1.2988	0.4639	157	-0.1758	0.674	1.0498	-1.1426
8	-0.1367	0.8691	-2.5928	-1.7236	58	-0.1807	-0.4297	1.0449	-0.3418	108	3.6572	-0.4541	1.3184	0.4883	158	-0.1709	0.8684	1.0791	-0.1855
9	-0.127	0.8496	1.0547	-1.0156	59	-0.2002	-0.2734	1.0205	-0.0293	109	2.6807	-0.6104	-1.499	-0.3223	159	-0.1758	0.933	1.0986	0.1465
10	-0.1611	0.7959	1.1084	-0.2051	60	-0.2002	-0.083	-10	-4.0918	110	1.3281	-0.7471	1.2842	-0.1904	160	-0.1709	0.8598	1.1426	0.3125
11	-0.1611	0.708	1.1182	0.0634	61	-0.1953	0.0879	0.9863	-2.749	111	0.3369	-0.8545	1.2842	0.2734	161	-0.1611	0.7568	-6.1279	-1.7773
12	-0.1611	0.5859	1.167	0.3125	62	-0.2002	0.2783	0.4053	-1.167	112	-0.2295	-0.9229	1.2256	0.2979	162	-0.127	0.6201	1.2061	-1.1182
13	-0.1318	0.4395	-2.7393	-0.8233	63	-0.1855	0.4248	0.9619	-0.6006	113	-0.1172	-0.9424	1.2061	0.3906	163	0.0195	0.4688	1.25	-0.083
14	0.0488	0.2783	1.2354	-0.2832	64	-0.2002	0.5811	1.001	-0.1221	114	-0.2246	-0.9277	-4.7607	-1.4844	164	0.9814	0.2881	1.2744	0.1807
15	1.1035	0.0977	1.2793	0.1563	65	-0.1758	0.6885	-6.2842	-2.1973	115	-0.2051	-0.874	1.1328	-0.8984	165	2.0752	0.1025	1.2988	0.4199
16	2.251	-0.0879	1.2842	0.376	66	-0.1807	0.7861	1.0107	-1.3525	116	-0.1611	-0.7764	1.0986	-0.249	166	3.0811	-0.1025	-7.1777	-2.1094
17	3.2422	-0.2783	1.333	0.4639	67	-0.1758	0.8447	1.0254	-0.3857	117	-0.1709	-0.6396	1.0596	0.0049	167	3.3838	-0.2881	1.3135	-0.9033
18	3.4766	-0.4541	-5.4688	-1.5186	68	-0.1514	0.8789	1.04	-0.0146	118	-0.1611	-0.4785	1.0547	0.1123	168	3.1201	-0.4834	0.5566	-0.5664
19	3.0176	-0.6104	1.2988	-1.1035	69	-0.1416	0.8643	1.084	0.21	119	-0.1855	-0.2979	-7.7979	-2.4805	169	2.1729	-0.6396	1.2891	-0.2197
20	1.8066	-0.7373	1.2598	-0.0439	70	-0.1709	0.8203	-7.2119	-2.1875	120	-0.1807	-0.1074	0.9863	-1.8602	170	1.0254	-0.791	1.2939	0.127
21	0.6152	-0.8398	1.2646	0.1172	71	-0.1416	0.7227	1.1377	-1.416	121	-0.1758	0.0879	0.9912	-0.5127	171	0.1904	-0.8984	1.2451	0.2686
22	-0.083	-0.8936	1.2695	0.3418	72	-0.1709	0.6006	1.1768	-0.2588	122	-0.1904	0.2734	0.9668	-0.2148	172	-0.0488	-0.957	1.2354	0.3174
23	0.0928	-0.9082	-9.6729	-3.0029	73	-0.0391	0.4443	1.2012	0.0488	123	-0.1904	0.4395	1.0059	0.0879	173	-0.127	-0.9717	-1.9434	-0.6152
24	-0.1367	-0.8789	1.2793	-1.4307	74	0.166	0.2832	1.2598	0.3369	124	-0.1904	0.5859	-3.0957	-1.1035	174	-0.1416	-0.957	1.1572	-0.4297
25	-0.1807	-0.8105	-0.3662	-1.2207	75	1.3623	0.0977	-6.3232	-1.8945	125	-0.1904	0.708	1.0156	-0.5908	175	-0.1514	-0.8984	1.123	0.0586
26	-0.1465	-0.7031	1.1133	-0.5957	76	2.5439	-0.0928	1.3037	-1.2402	126	-0.1904	0.8008	1.0156	-0.5037	176	-0.1465	-0.8008	1.084	0.1416
27	-0.166	-0.5713	1.0742	-0.1855	77	3.1348	-0.2783	1.2012	-0.1611	127	-0.1855	0.8691	1.0352	0.2148	177	-0.1563	-0.6543	1.0742	0.2344
28	-0.1758	-0.4199	1.0352	0.0439	78	3.2861	-0.4492	1.2646	0.0537	128	-0.1709	0.8984	1.0645	0.3174	178	-0.166	-0.498	-5.2051	-1.6797
29	-0.166	-0.2588	1.0156	0.127	79	2.7197	-0.6104	1.3184	0.2832	129	-0.1709	0.8936	-4.3164	-1.2207	179	-0.1709	-0.3174	1.0156	-1.1719
30	-0.166	-0.0732	-2.2949	-0.7813	80	1.6602	-0.7373	1.2744	0.3857	130	-0.2051	0.8398	1.123	-0.7129	180	-0.1611	-0.127	1.0059	-0.2783
31	-0.1758	0.1123	0.9717	-0.4541	81	0.4688	-0.8447	1.2744	0.4199	131	-0.1563	0.7471	1.1816	0.0537	181	-0.1807	0.0884	0.9961	-0.0293
32	-0.1807	0.293	0.9863	0.083	82	-0.0977	-0.9082	-2.2314	-0.6299	132	-0.1123	0.6152	1.1768	0.2295	182	-0.166	0.2588	1.0107	0.166
33	-0.1758	0.4492	-10	-4.0771	83	-0.0635	-0.9277	1.2061	-0.3906	133	0.0684	0.4639	1.2646	0.4688	183	-0.1709	0.4297	-6.6895	-2.1143
34	-0.1758	0.5908	0.9863	-2.6318	84	-0.1025	-0.9082	1.1768	0.0879	134	1.1865	0.2783	-3.3398	-0.9131	184	-0.1563	0.5762	1.0205	-1.4355
35	-0.1709	0.6982	0.415	-1.1377	85	-0.1465	-0.8496	1.1377	0.1807	135	2.373	0.0977	1.2939	-0.4883	185	-0.166	0.6982	0.7227	-0.4102
36	-0.1611	0.791	1.001	-0.4736	86	-0.166	-0.7471	1.1133	0.2686	136	3.5596	-0.1074	1.3086	0.1758	186	-0.1563	0.7959	1.04	-0.1123
37	-0.1563	0.8447	1.0205	-0.0928	87	-0.166	-0.6152	-4.4141	-1.4209	137	3.916	-0.2881	1.3232	0.4004	187	-0.166	0.8691	1.0693	0.2393
38	-0.1465	0.874	-10	-4.0527	88	-0.1709	-0.459	1.0449	-1.0352	138	3.7793	-0.4736	1.3184	0.4639	188	-0.1416	0.9033	-10	-3.6279
39	-0.1367	0.8594	1.0693	-2.7393	89	-0.1904	-0.2832	1.0254	-0.1953	139	2.8857	-0.6299	1.2939	0.542	189	-0.1563	0.8936	1.1182	-2.2998
40	-0.1172	0.8105	0.498	-1.0303	90	-0.1904	-0.1025	0.9961	0.0146	140	1.4795	-0.7764	1.2793	0.4834	190	-0.1465	0.8447	0.9131	-0.7813
41	-0.1123	0.7129	1.1377	-0.4736	91	-0.1904	0.0879	0.9961	0.1855	141	0.3076	-0.8789	-0.9521	-0.166	191	-0.1563	0.752	1.1719	-0.2979
42	-0.1416	0.5957	1.1963	0.0244	92	-0.1855	0.2686	-6.2305	-1.9678	142	-0.2393	-0.9473	1.2402	-0.0195	192	-0.0879	0.6201	1.2256	0.1172
43	-0.0293	0.4395	1.1816	0.1904	93	-0.1758	0.4297	0.9912	-1.2158	143	-0.0439	-0.957	1.2158	0.2686	193	0.1123	0.4639	-10	-3.1787
44	0.3711	0.2832	1.2695	-0.1172	94	-0.1807	0.5762	0.9961	-0.3271	144	-0.2148	-0.9521	1.1377	0.2539	194	1.1914	0.2881	1.2695	-2.0068
45	1.7578	0.0977	1.04	0.498	95	-0.1709	0.6982	1.001	-0.0146	145	-0.1855	-0.8936	1.1475	0.3516	195	2.251	0.0879	0.9033	-0.6543
46	3.0078	-0.083	1.3086	0.5322	96	-0.1758	0.791	1.0205	0.1953	146	-0.1416	-0.8008	-2.0703	-0.6982	196	3.1885	-0.1123	1.3037	-0.2148
47	3.8135	-0.2686	1.3135	0.5859	97	-0.1709	0.8594	-7.6855	-2.3584	147	-0.1758	-0.6543	1.0742	-0.415	197	3.54	-0.3076	1.3232	0.1465
48	3.8867	-0.4395	1.3135	0.6348	98	-0.1758	0.8936	1.0645	-1.5479	148	-0.1807	-0.498	1.0205	-0.0146	198	3.2227	-0.498	1.2939	0.3271
49	3.3252	-0.6055	1.333	0.5908	99	-0.1611	0.8887	1.1035	-0.332	149	-0.2002	-0.3076	1.0107	0.166	199	2.3242	-0.6641	1.3184	0.4053
50	2.1191	-0.7275	-6.1523	-1.665	100	-0.1514	0.835	1.1182	0.0098	150	-0.1758	-0.1221	1.001	0.2148	200	1.084	-0.8057	-6.2988	-1.8555

23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 4 cm
 Periode 1.6 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)
1	3.4912	0.2832	1.3184	0.5615	51	-0.2686	0.1514	0.9277	-0.5811	101	1.333	-0.4932	1.3086	-1.084	151	-0.2393	0.8105	0.9912	-0.3076
2	3.3447	0.083	1.333	0.6787	52	-0.2588	0.3487	0.9326	-0.249	102	0.1367	-0.6689	1.0254	-0.3467	152	-0.2344	0.9033	1.0303	0.0391
3	2.5635	-0.1318	-5.6934	-1.5137	53	-0.2637	0.542	0.9766	0.0635	103	-0.1367	-0.8154	1.2451	0.0098	153	-0.1904	0.9619	-10	-3.9209
4	1.3281	-0.3369	1.2891	-0.9961	54	-0.2588	0.7031	-8.2178	-2.6465	104	-0.1904	-0.9375	1.1914	0.166	154	-0.1807	0.9863	1.1035	-2.5195
5	0.2539	-0.5273	1.2744	-0.0537	55	-0.2588	0.835	0.9912	-1.6943	105	-0.2051	-1.0107	1.1572	0.2734	155	-0.2002	0.9766	0.6104	-0.9668
6	-0.3027	-0.7031	1.2402	0.1953	56	-0.249	0.9229	0.9766	-0.5273	106	-0.2148	-1.0498	1.123	0.2393	156	-0.1758	0.9326	1.1768	-0.4102
7	-0.1367	-0.8447	1.2158	0.2832	57	-0.21	0.9814	1.04	-0.127	107	-0.21	-1.0498	-1.2109	-0.4346	157	-0.1465	0.8594	1.2354	0.0732
8	-0.2783	-0.9521	-10	-3.4326	58	-0.1709	0.9961	1.0986	0.1855	108	-0.2344	-1.0205	1.0303	-0.4004	158	0.5322	0.752	1.2451	0.3125
9	-0.2686	-1.0254	1.1426	-2.0898	59	-0.2197	0.9863	-8.7012	-2.6514	109	-0.2295	-0.9521	1.0156	0.0684	159	2.124	0.6201	1.2988	0.4834
10	-0.2246	-1.0449	0.1221	-1.1719	60	-0.2002	0.9375	1.167	-1.8311	110	-0.2588	-0.8496	0.9619	0.0781	160	3.7305	0.4639	-1.2451	-0.21
11	-0.2441	-1.0449	1.0693	-0.6982	61	-0.2002	0.8643	0.4736	-0.5518	111	-0.2588	-0.6982	0.9619	0.2002	161	4.9854	0.2881	1.333	0.0391
12	-0.2393	-1.0059	1.0645	-0.2344	62	0.0586	0.752	1.2305	-0.0879	112	-0.2539	-0.5273	-6.7383	-2.207	162	5.5469	0.0977	1.377	0.4395
13	-0.2588	-0.9375	1.0156	-0.0928	63	1.0742	0.625	1.2793	0.2979	113	-0.2588	-0.3223	0.918	-1.6455	163	5.083	-0.1025	1.3281	0.5225
14	-0.2539	-0.8154	1.0156	0.0977	64	2.085	0.459	1.2646	0.4199	114	-0.2588	-0.1123	-1.2695	-1.1328	164	3.9063	-0.3076	1.3477	0.5859
15	-0.2637	-0.6641	-3.6719	-1.333	65	2.998	0.2881	1.3135	0.5615	115	-0.2588	0.1074	0.9082	-0.708	165	1.9775	-0.498	-6.8945	-1.9336
16	-0.2588	-0.4634	0.9863	-0.7959	66	3.2568	0.0879	-2.4121	-0.5664	116	-0.2637	0.3125	0.8984	-0.1758	166	0.3662	-0.6738	1.3086	-1.3037
17	-0.2539	-0.2832	0.9912	-0.2295	67	3.0176	-0.1123	1.3086	-0.3271	117	-0.2588	0.5127	0.9229	0.0781	167	-0.2002	-0.8203	1.25	-0.2393
18	-0.2539	-0.0684	0.9863	0.0195	68	1.9629	-0.3223	1.2988	0.2588	118	-0.2637	0.6836	0.9424	0.2051	168	-0.1904	-0.9424	1.1914	0.0098
19	-0.2588	0.1465	0.9961	0.127	69	0.7568	-0.498	1.2744	0.3857	119	-0.2637	0.8203	-9.7314	-2.9639	169	-0.1807	-1.0205	1.1768	0.1807
20	-0.2588	0.3516	-1.7139	-0.5664	70	-0.1025	-0.6787	1.2695	0.4443	120	-0.2588	0.918	0.9814	-1.9629	170	-0.2295	-1.0547	-10	-3.8379
21	-0.2588	0.542	1.0059	-0.3369	71	-0.0732	-0.8105	-7.6807	-2.251	121	-0.2246	0.9766	0.5566	-0.6934	171	-0.2148	-1.0498	1.084	-2.71
22	-0.2539	0.7129	1.04	0.1563	72	-0.249	-0.9326	1.1914	-1.7041	122	-0.1904	0.9961	1.0449	-0.2344	172	-0.2344	-1.0205	-1.709	-1.8262
23	-0.2441	0.8447	1.04	0.2734	73	-0.249	-1.001	-0.0195	-0.7324	123	-0.1709	0.9912	1.1182	0.1709	173	-0.2393	-0.9521	1.0107	-1.1719
24	-0.2295	0.9473	1.0889	0.4395	74	-0.2148	-1.0449	1.1182	-0.4004	124	-0.2344	0.9521	-10	-3.2861	174	-0.2539	-0.835	1.001	-0.4785
25	-0.2441	1.001	-3.9209	-1.0693	75	-0.2295	-1.0352	1.0986	-0.0098	125	-0.1953	0.8789	1.1865	-1.0283	175	-0.2295	-0.8885	0.9424	-0.2441
26	-0.2539	1.0156	1.1475	-0.5957	76	-0.2344	-1.0156	1.0303	0.0391	126	-0.127	0.7715	0.415	-0.9375	176	-0.2539	-0.5078	0.9229	-0.0293
27	-0.2344	1.001	1.1816	0.1367	77	-0.2588	-0.9326	1.0254	0.166	127	0.542	0.6396	1.2549	-0.2686	177	-0.2441	-0.3076	-8.1006	-2.7246
28	-0.1953	0.9473	1.2061	0.376	78	-0.249	-0.835	-2.7344	-1.0156	128	2.0752	0.4736	1.2939	0.0928	178	-0.2539	-0.0879	0.9082	-2.0361
29	0.1514	0.8643	1.2842	0.542	79	-0.2539	-0.6738	0.9717	-0.6055	129	3.2227	0.2979	1.3037	0.3613	179	-0.2539	0.1221	-1.9336	-1.4795
30	1.3818	0.752	-5.3174	-1.377	80	-0.2539	-0.5029	0.9473	-0.1611	130	4.0527	0.1025	1.3379	0.459	180	-0.2637	0.332	0.9082	-0.9619
31	2.7441	0.6104	1.2988	-0.8936	81	-0.249	-0.293	0.9277	0.0439	131	4.0088	-0.0928	-4.3457	-1.167	181	-0.2539	0.5127	0.918	-0.2734
32	3.8184	0.4492	1.3135	0.1367	82	-0.2539	-0.0977	1.0107	0.1514	132	3.1738	-0.2979	1.3037	-0.835	182	-0.2539	0.6787	0.9326	0.0098
33	4.2969	0.2686	1.3135	0.3174	83	-0.249	0.127	-8.6865	-2.7051	133	1.6602	-0.4883	1.2939	0.083	183	-0.2539	0.8008	0.9766	0.1807
34	4.0918	0.0732	1.3477	0.5029	84	-0.2539	0.3174	0.9375	-1.9482	134	0.4639	-0.6641	1.3037	0.21	184	-0.2539	0.9033	-6.377	-1.9629
35	3.1104	-0.1318	1.2939	0.542	85	-0.2588	0.5127	0.2002	-0.7568	135	-0.2051	-0.8154	1.2549	0.3906	185	-0.2295	0.9521	1.0352	-1.377
36	1.8064	-0.332	1.3525	0.6006	86	-0.2441	0.6738	0.9619	-0.3369	136	-0.1758	-0.9424	-10	-3.291	186	-0.1563	0.9814	1.0547	-0.2148
37	0.4053	-0.5225	-4.7559	-1.2793	87	-0.2441	0.8154	1.0156	0.0781	137	-0.2881	-1.0254	1.1768	-1.6455	187	-0.1563	0.9619	1.0938	0.0635
38	-0.2783	-0.6836	1.25	-0.7568	88	-0.2246	0.9033	-10	-3.2813	138	-0.2197	-1.0547	-1.0449	-1.5723	188	-0.1758	0.9229	1.167	0.3467
39	-0.2246	-0.8252	1.2158	-0.0732	89	-0.1807	0.9717	1.0596	-2.2119	139	-0.2393	-1.0547	1.1035	-0.8887	189	-0.1904	0.8398	-9.6289	-2.876
40	-0.3125	-0.9375	1.167	0.1025	90	-0.1611	0.9863	0.4004	-0.835	140	-0.2295	-1.0303	1.0693	-0.3955	190	0.0732	0.7373	-1.25	-1.7236
41	-0.2051	-1.0107	1.1475	0.2246	91	-0.1855	0.9863	1.1328	-0.2441	141	-0.2441	-0.9668	1.0303	-0.1367	191	1.6406	0.5908	1.2793	-0.415
42	-0.249	-1.04	-7.666	-2.4512	92	-0.21	0.9424	1.1719	0.083	142	-0.249	-0.8594	1.0205	0	192	3.1543	0.4443	1.3037	0.0439
43	-0.2734	-1.04	1.0645	-1.7773	93	-0.1855	0.8789	1.2061	0.3516	143	-0.249	-0.7129	-4.0088	-1.4404	193	4.6729	0.2588	1.3477	0.293
44	-0.2588	-1.0059	-0.1807	-0.9277	94	0.3125	0.7617	1.3379	0.4736	144	-0.2637	-0.5322	0.957	-0.9961	194	5.5469	0.083	1.3281	0.4883
45	-0.2686	-0.9326	1.0059	-0.5322	95	1.4746	0.6348	0.3223	0.3125	145	-0.249	-0.3271	0.9375	-0.2734	195	5.4199	-0.1221	1.3525	0.5176
46	-0.2588	-0.8154	0.9863	-0.1318	96	3.0469	0.4688	1.2891	0.3174	146	-0.249	-0.1074	0.9375	-0.0781	196	4.6045	-0.3125	-0.7715	-0.0586
47	-0.2686	-0.6592	-10	-4.1797	97	4.0771	0.293	1.3477	0.6299	147	-0.2539	0.1123	0.9717	0.1416	197	2.7441	-0.5078	1.3086	-0.0439
48	-0.2588	-0.4785	0.9375	-2.8516	98	4.5068	0.0928	1.3135	0.6104	148	-0.2588	0.3223	-10	-3.2861	198	0.9521	-0.6689	1.3037	0.4004
49	-0.2588	-0.2734	-3.1494	-2.3438	99	4.2383	-0.1025	1.3574	0.7031	149	-0.2686	0.5127	0.957	-2.1875	199	-0.1221	-0.8252	1.2451	0.3809
50	-0.2539	-0.0635	0.9375	-1.5674	100	3.0176	-0.3076	-7.1875	-1.9727	150	-0.2539	0.6787	0.6738	-0.8105	200	-0.0977	-0.9326	1.2402	0.4639

RIN209700
 23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 4 cm
 Periode 1.7 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)
1	-0.2393	1.0938	-2.5146	-0.6006	51	-0.293	-1.0596	1.0156	-0.1855	101	-0.1855	0.9961	1.167	0.332	151	-0.2539	-0.918	-0.9277	-1.2646
2	-0.1611	1.0693	1.2305	-0.2148	52	-0.2881	-1.0791	0.9668	0.0195	102	-0.1953	1.0645	-8.2373	-2.4658	152	-0.2441	-1.0107	1.1084	-0.8154
3	0.9082	1.0254	1.2891	0.3857	53	-0.2979	-1.0645	0.9326	0.1123	103	-0.1074	1.0938	1.25	-1.4697	153	-0.2637	-1.0645	1.0645	-0.2588
4	2.8369	0.9229	1.2891	0.5225	54	-0.2832	-1.0303	0.8936	0.0977	104	1.0986	1.0791	1.2646	-0.249	154	-0.2637	-1.0791	1.001	-0.1367
5	4.4434	0.8154	1.3428	0.7275	55	-0.2881	-0.9424	-8.1885	-2.6416	105	3.1006	1.0254	1.3037	0.1465	155	-0.2637	-1.0645	1.001	0.0586
6	5.7471	0.6543	-5.9619	-1.6016	56	-0.2881	-0.8252	0.8545	-1.9629	106	4.9609	0.9326	1.3428	0.4346	156	-0.2686	-1.0156	-8.1494	-2.749
7	5.9473	0.4883	1.3574	-0.5127	57	-0.2979	-0.6641	-0.21	-0.9912	107	6.333	0.8057	1.3525	0.6348	157	-0.2734	-0.918	0.9424	-2.0752
8	5.4785	0.2881	0.9619	-0.1709	58	-0.2979	-0.498	0.8447	-0.6396	108	6.9141	0.6543	1.3623	0.6641	158	-0.2783	-0.7861	-2.5879	-1.7578
9	4.0479	0.0928	1.333	0.1025	59	-0.2979	-0.3076	0.874	-0.1465	109	6.1914	0.4834	-0.9277	0.0488	159	-0.2881	-0.625	0.9229	-1.2549
10	2.0166	-0.127	1.3135	0.3516	60	-0.2979	-0.1172	-10	-4.2529	110	4.8096	0.293	1.3428	0.127	160	-0.2881	-0.4492	0.4541	-0.5762
11	0.542	-0.3174	1.2744	0.4785	61	-0.3027	0.083	0.8936	-2.207	111	2.8076	0.1025	1.3428	0.5322	161	-0.2832	-0.2686	0.9131	-0.3613
12	-0.2295	-0.5176	1.2598	0.4785	62	-0.2979	0.2734	-5.0488	-3.0713	112	0.9668	-0.0977	1.2695	0.5127	162	-0.2734	-0.0879	0.9131	-0.0391
13	-0.1758	-0.6787	-8.0322	-2.3242	63	-0.2979	0.459	0.9375	-2.0508	113	-0.0098	-0.293	1.2793	0.6104	163	-0.2734	0.1074	0.9375	0.1367
14	-0.2979	-0.835	1.1621	-1.4795	64	-0.293	0.6201	0.8301	-0.8105	114	-0.2051	-0.4785	-10	-3.0908	164	-0.2783	0.293	0.9521	0.21
15	-0.2783	-0.9424	-0.3174	-0.9131	65	-0.2539	0.7666	1.0107	-0.293	115	-0.2441	-0.6445	1.1816	-1.499	165	-0.2783	0.4688	-6.6357	-2.0313
16	-0.2637	-1.0352	1.0791	-0.5811	66	-0.2295	0.8838	1.0303	0.0293	116	-0.2295	-0.8008	-1.8066	-1.709	166	-0.2588	0.6299	1.0156	-1.4648
17	-0.2686	-1.0693	1.0596	-0.1221	67	-0.1514	0.9814	1.0693	0.2734	117	-0.249	-0.9229	1.084	-1.0547	167	-0.2441	0.7764	0.0391	-0.5615
18	-0.2686	-1.0889	1.001	-0.0439	68	-0.2002	1.04	1.123	0.3613	118	-0.2441	-1.0156	1.0352	-0.4443	168	-0.1855	0.8984	1.0693	-0.2197
19	-0.3027	-1.0645	1.001	0.1172	69	-0.2441	1.0742	-2.3193	-0.5518	119	-0.2637	-1.0693	0.9961	-0.1563	169	-0.2246	0.9912	1.1377	0.249
20	-0.2783	-1.0303	-7.3193	-2.4561	70	-0.2148	1.0645	1.2109	-0.2246	120	-0.293	-1.0938	0.9961	-0.0342	170	-0.2295	1.0498	1.1377	0.3613
21	-0.2832	-0.9375	0.9424	-1.8896	71	0.7959	1.0205	1.2451	0.3467	121	-0.2881	-1.084	-10	-4.165	171	-0.249	1.0742	1.2109	0.5469
22	-0.2832	-0.8203	-2.2803	-1.5674	72	2.876	0.9326	1.2793	0.4785	122	-0.2783	-1.0449	0.8887	-2.2998	172	0.0439	1.0498	-2.251	-0.4932
23	-0.293	-0.6592	0.918	-1.1133	73	4.6191	0.8203	1.377	0.708	123	-0.2783	-0.957	-4.458	-2.9297	173	1.3623	0.9912	1.2793	-0.1514
24	-0.2832	-0.4932	0.6445	-0.4492	74	6.1279	0.6641	-7.9492	-2.124	124	-0.2881	-0.8252	0.8594	-1.9873	174	2.8076	0.8936	1.3135	0.4004
25	-0.2783	-0.2979	0.918	-0.2539	75	6.5234	0.5029	1.3818	-1.2598	125	-0.2979	-0.6592	0.8594	-0.8691	175	4.2576	0.7666	1.3184	0.6006
26	-0.2832	-0.1074	0.9229	0.0098	76	5.9668	0.3125	1.3574	-0.1172	126	-0.2979	-0.4785	0.8545	-0.5127	176	5.0439	0.6152	1.3525	0.6299
27	-0.2881	0.0977	0.9424	0.1758	77	4.5215	0.1221	1.3672	0.2393	127	-0.293	-0.293	0.8691	-0.1611	177	4.8975	0.4541	1.3281	0.7178
28	-0.293	0.2881	0.957	0.2344	78	2.5195	-0.0879	1.3184	0.3467	128	-0.2783	-0.1025	-10	-3.6523	178	3.9844	0.2734	1.333	0.6885
29	-0.2783	0.4785	-5.918	-1.7822	79	0.8105	-0.2832	1.2842	0.4736	129	-0.2832	0.0928	0.9033	-2.1777	179	2.4707	0.0879	-3.9014	-0.8789
30	-0.2637	0.6348	1.0156	-1.3184	80	-0.1563	-0.4785	1.2451	0.459	130	-0.2881	0.2832	-4.1357	-2.5244	180	1.0596	-0.1025	1.2891	-0.6787
31	-0.2246	0.7861	0.4297	-0.3516	81	-0.2539	-0.6445	-4.8828	-1.377	131	-0.2881	0.459	0.9521	-1.582	181	0.0146	-0.2881	1.2793	0.1953
32	-0.1855	0.8887	1.084	-0.0488	82	-0.1514	-0.8008	1.1621	-1.1279	132	-0.2637	0.625	0.9766	-0.5908	182	-0.3174	-0.4688	1.2207	0.2734
33	-0.2393	0.9863	1.1572	0.332	83	-0.249	-0.9131	1.0352	-1.465	133	-0.2637	0.7715	1.0156	-0.1465	183	-0.127	-0.6299	1.2109	0.415
34	-0.2148	1.0303	1.1523	0.4199	84	-0.2979	-1.0107	1.0742	-0.0684	134	-0.2148	0.8936	1.0498	0.1025	184	-0.2832	-0.7813	1.1377	0.3564
35	-0.1807	1.0596	1.2402	0.6055	85	-0.2881	-1.0645	1.0645	0.1807	135	-0.166	0.9912	-10	-3.2275	185	-0.3027	-0.9082	1.167	0.4053
36	0.9326	1.04	-1.3574	-0.1758	86	-0.2637	-1.0889	0.9961	0.1367	136	-0.2539	1.0547	1.1328	-2.1826	186	-0.2734	-1.001	-3.1592	-1.0059
37	3.1152	0.9961	1.3086	0.0488	87	-0.2783	-1.0742	0.9961	0.2197	137	-0.2197	1.084	-0.7617	-1.1084	187	-0.2734	-1.0596	1.0547	-0.8008
38	5.0439	0.9082	1.3428	0.5469	88	-0.2881	-1.0449	-4.8096	-1.6357	138	-0.2051	1.0693	1.2109	-0.5078	188	-0.2734	-1.0742	0.9814	-0.1416
39	6.6992	0.8008	1.3574	0.7129	89	-0.2832	-0.957	0.9473	-1.2549	139	0.4443	1.0107	1.2793	0.1123	189	-0.3076	-1.0596	0.9766	0.0098
40	7.3242	0.6543	1.377	0.7471	90	-0.2881	-0.835	-0.5811	-0.8105	140	1.8994	0.918	1.2695	0.3223	190	-0.2783	-1.0107	0.9424	0.0879
41	6.8457	0.4932	-4.8628	-1.0938	91	-0.293	-0.6889	0.9229	-0.5615	141	3.6133	0.7861	1.3428	0.5664	191	-0.2832	-0.9082	0.9082	0.1416
42	5.5469	0.3027	1.3477	-0.6787	92	-0.2979	-0.498	0.9033	-0.1318	142	4.624	0.6348	-7.6318	-2.124	192	-0.2979	-0.7764	0.9131	0.1416
43	3.623	0.1123	1.3477	0.1953	93	-0.293	-0.3076	0.9277	0.0293	143	4.9121	0.4688	1.3477	-0.8398	193	-0.293	-0.6152	-8.96	-2.8418
44	1.46	-0.0977	1.2842	0.2539	94	-0.2783	-0.1172	0.9326	0.1611	144	4.292	0.2881	0.6445	-0.4736	194	-0.293	-0.4443	0.8984	-2.1729
45	0.0244	-0.2979	1.2891	0.4688	95	-0.2832	0.083	-10	-3.9404	145	2.998	0.0977	1.3232	-0.1367	195	-0.2881	-0.2588	-3.6182	-2.0215
46	-0.2979	-0.498	1.2061	0.4248	96	-0.2832	0.2734	0.9717	-2.7295	146	1.46	-0.0977	1.2988	0.2295	196	-0.2881	-0.0781	0.9082	-1.499
47	-0.1758	-0.6641	1.1963	0.4834	97	-0.2686	0.459	-1.7139	-1.7236	147	0.3125	-0.2881	1.2744	0.3906	197	-0.293	0.1074	0.2441	-0.6396
48	-0.2979	-0.8154	-5.4443	-1.6406	98	-0.249	0.625	1.0205	-1.1182	148	-0.1807	-0.4785	1.2549	0.4199	198	-0.2881	0.2881	0.9375	-0.3564
49	-0.2881	-0.9277	1.1035	-1.123	99	-0.1904	0.7715	1.0791	-0.2393	149	-0.1318	-0.6445	-8.8037	-2.6074	199	-0.2881	0.459	0.9863	0.0879
50	-0.2734	-1.0156	0.7373	-0.4053	100	-0.2148	0.8936	1.084	0.0195	150	-0.2393	-0.791	1.1621	-1.333	200	-0.2734	0.6104	-10	-4.0527

23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 4 cm
 Periode 1.8 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)
1	-0.3809	-0.9717	1.0986	0.415	51	-0.3857	0.4346	1.1523	-1.4746	101	-0.3516	0.2979	1.2158	-1.5039	151	-0.3955	-0.9326	1.0986	0.1855
2	-0.3906	-1.0303	-2.5732	-0.7422	52	-0.3809	0.6006	-2.8076	-1.8555	102	-0.3564	0.1221	-2.4121	-1.8164	152	-0.3955	-0.8057	1.0645	0.1807
3	-0.3711	-1.084	1.084	-0.5713	53	-0.3809	0.7422	1.1816	-1.2012	103	-0.3613	-0.0684	1.1816	-1.2256	153	-0.3906	-0.6494	1.1084	0.2979
4	-0.3809	-1.084	1.084	0.0049	54	-0.3662	0.8643	1.2207	-0.1514	104	-0.3662	-0.2588	0.9863	-0.3418	154	-0.3809	-0.4688	-1.8311	-0.6348
5	-0.376	-1.0693	1.0742	0.083	55	-0.3418	0.9521	1.2158	0.1611	105	-0.376	-0.4395	1.1523	-0.1221	155	-0.3857	-0.2734	1.1182	-0.293
6	-0.376	-1.0059	1.1035	0.2393	56	-0.3027	1.0156	1.2451	0.4395	106	-0.3809	-0.6104	1.1426	0.1123	156	-0.3857	-0.0781	1.1133	0.0879
7	-0.3711	-0.9277	-8.9014	-2.8369	57	-0.083	1.04	-2.3193	-0.6787	107	-0.376	-0.7568	1.1133	0.2197	157	-0.3955	0.127	1.123	0.2881
8	-0.3809	-0.8008	1.0938	-1.9141	58	0.1611	1.0352	1.2549	-0.0635	108	-0.376	-0.8789	1.1084	0.2344	158	-0.3857	0.3174	1.1328	0.3564
9	-0.3613	-0.6787	0.8594	-0.6982	59	0.3076	0.9961	0.2783	-0.0488	109	-0.3711	-0.9717	-3.0762	-1.0156	159	-0.376	0.498	-6.958	-2.0068
10	-0.3711	-0.5078	1.1719	-0.2441	60	0.1221	0.9326	1.25	0.2051	110	-0.3809	-1.0352	1.084	-0.752	160	-0.3662	0.6592	1.1621	-1.123
11	-0.376	-0.3418	1.1182	0.0391	61	-0.0684	0.835	1.2695	0.459	111	-0.3906	-1.0742	1.0889	-0.1123	161	-0.3662	0.8057	-1.0938	-0.8936
12	-0.376	-0.1416	-10	-3.5791	62	-0.2539	0.7227	1.2305	0.5469	112	-0.3857	-1.084	1.0742	-0.0049	162	-0.3662	0.9131	1.1963	-0.4688
13	-0.3662	0.0439	1.123	-2.4316	63	-0.3027	0.5957	1.2451	0.6006	113	-0.3809	-1.0547	1.1035	0.1709	163	-0.2588	1.0059	1.2549	0.2002
14	-0.3711	0.2393	-0.7861	-1.3232	64	-0.332	0.4541	-2.0898	-0.415	114	-0.3906	-1.001	-9.6484	-3.125	164	-0.0146	1.0596	1.2256	0.3662
15	-0.4004	0.4053	1.1426	-0.8057	65	-0.332	0.293	1.2109	-0.2393	115	-0.3857	-0.9082	1.1035	-2.1533	165	0.5176	1.0889	1.2842	0.5859
16	-0.3955	0.5859	1.1719	-0.0684	66	-0.3564	0.1221	1.1963	0.2881	116	-0.3906	-0.7813	0.3369	-0.9717	166	0.9326	1.0693	-5.4736	-1.4502
17	-0.3711	0.7178	1.1719	0.1563	67	-0.3516	-0.0684	1.1768	0.3223	117	-0.3809	-0.6348	1.1035	-0.4639	167	1.0449	1.0352	1.2842	-0.8594
18	-0.3711	0.8496	1.2109	0.3906	68	-0.3662	-0.2539	1.1719	0.4199	118	-0.3809	-0.4688	1.1133	-0.083	168	0.7227	0.9668	1.2549	0.083
19	-0.3564	0.9277	1.1963	0.4736	69	-0.3613	-0.4443	1.1475	0.4248	119	-0.3809	-0.2832	-10	-3.8916	169	0.3613	0.8789	1.2695	0.3662
20	-0.3174	1.001	1.2354	0.6104	70	-0.3809	-0.6152	1.1572	0.4395	120	-0.3857	-0.0879	1.1133	-2.1533	170	-0.1221	0.7568	1.2549	0.4541
21	-0.1465	1.0205	-1.499	-0.21	71	-0.3662	-0.7715	-6.5479	-1.9482	121	-0.3857	0.1074	-0.6445	-1.5234	171	-0.2979	0.625	1.2451	0.5811
22	0.0684	1.0254	1.25	0.083	72	-0.376	-0.8984	1.1084	-1.3525	122	-0.3857	0.293	1.1279	-0.8984	172	-0.2393	0.4639	1.2207	0.5566
23	0.2051	0.9863	1.2646	0.4492	73	-0.3613	-0.9961	1.0986	-0.3711	123	-0.3809	0.4736	1.167	-0.1807	173	-0.3369	0.3027	-1.4453	-0.2148
24	0.0244	0.9326	1.2402	0.5859	74	-0.376	-1.0645	1.0791	-0.1367	124	-0.4053	0.6299	1.1426	0.0732	174	-0.332	0.1123	1.1816	-0.21
25	-0.1563	0.8398	1.25	0.6299	75	-0.3711	-1.0938	1.0938	0.0781	125	-0.3955	0.7715	1.2012	0.3662	175	-0.3516	-0.0732	1.2061	0.3516
26	-0.2295	0.7422	-3.4717	-0.7715	76	-0.3809	-1.0938	-10	-4.043	126	-0.3809	0.8838	1.1816	0.4346	176	-0.3613	-0.2783	1.1426	0.2734
27	-0.3271	0.6104	1.2256	-0.4297	77	-0.3711	-1.0645	1.0938	-2.1338	127	-0.332	0.9717	1.2793	0.5957	177	-0.3662	-0.459	1.1621	0.4297
28	-0.3271	0.4785	1.2354	0.2393	78	-0.3809	-1.0059	-1.1426	-1.8701	128	-0.2295	1.0254	-1.5283	-0.249	178	-0.3711	-0.6396	1.0986	0.3516
29	-0.3369	0.3125	1.2158	0.3564	79	-0.3906	-0.9131	1.0986	-1.1035	129	0.0439	1.0547	1.2598	0.0732	179	-0.3857	-0.7813	1.1279	0.4053
30	-0.3564	0.1465	1.2061	0.5029	80	-0.3857	-0.791	1.1035	-0.459	130	0.4199	1.0449	1.2646	0.4297	180	-0.3711	-0.9131	-3.6914	-1.1621
31	-0.3516	-0.0488	1.1621	0.4785	81	-0.3711	-0.6445	1.084	-0.1514	131	0.498	1.0107	1.2598	0.6006	181	-0.376	-1.001	1.0889	-0.8398
32	-0.3662	-0.2295	1.1719	0.5225	82	-0.3857	-0.4834	1.1084	0.0391	132	0.3467	0.9424	1.2598	0.6348	182	-0.376	-1.0791	0.9912	-0.1953
33	-0.3662	-0.4199	-7.9004	-2.3145	83	-0.376	-0.3027	-2.3584	-0.8936	133	0.0098	0.8545	-4.6045	-1.084	183	-0.3857	-1.0986	1.0596	-0.0732
34	-0.3711	-0.5859	1.1377	-1.6455	84	-0.3857	-0.1074	1.1182	-0.5273	134	-0.2637	0.7422	1.2354	-0.6543	184	-0.3857	-1.1084	1.0449	0.0781
35	-0.3662	-0.7471	0.5908	-0.5859	85	-0.3711	0.0879	1.1328	0.0342	135	-0.2393	0.6104	1.2549	0.166	185	-0.3857	-1.0742	1.0596	0.1904
36	-0.376	-0.8691	1.1084	-0.2441	86	-0.3857	0.2832	1.123	0.2002	136	-0.3613	0.459	1.2061	0.3027	186	-0.3857	-1.0205	1.0547	0.2051
37	-0.3613	-0.9863	1.1084	0.0293	87	-0.3906	0.4688	1.1914	0.3955	137	-0.3467	0.293	1.2305	0.4883	187	-0.3906	-0.9082	-10	-3.916
38	-0.376	-1.0547	0.9473	0.0928	88	-0.3809	0.6299	-10	-3.3594	138	-0.3516	0.1172	1.1719	0.459	188	-0.3857	-0.7861	1.0596	-2.0996
39	-0.376	-1.1035	1.084	0.1465	89	-0.376	0.7715	1.1865	-1.582	139	-0.3662	-0.0781	1.1914	0.5273	189	-0.3955	-0.6201	-2.8857	-2.2998
40	-0.3857	-1.1035	-2.8174	-1.0059	90	-0.3613	0.8887	-3.3203	-2.0752	140	-0.3711	-0.2686	-6.1279	-1.7773	190	-0.3857	-0.4492	1.0596	-1.499
41	-0.376	-1.084	1.0742	-0.7178	91	-0.3271	0.9717	1.2207	-1.1816	141	-0.376	-0.4541	1.1475	-1.2842	191	-0.3809	-0.2441	1.1133	-0.5176
42	-0.3809	-1.0254	1.0889	-0.1074	92	-0.2832	1.0254	1.2402	-0.2295	142	-0.376	-0.6299	0.6543	-0.3955	192	-0.3857	-0.0537	1.0889	-0.21
43	-0.3711	-0.9326	1.0889	0.0342	93	-0.0244	1.0449	1.2402	0.166	143	-0.3857	-0.7764	1.123	-0.1025	193	-0.3906	0.1611	1.1377	0.1221
44	-0.3857	-0.8057	1.1084	0.1855	94	0.2588	1.0303	1.2695	0.3955	144	-0.3662	-0.8984	1.0938	0.0928	194	-0.4004	0.3418	-6.4453	-2.1045
45	-0.3662	-0.6689	-6.2207	-2.0166	95	0.376	0.9863	-6.4063	-1.7969	145	-0.3662	-0.9912	1.084	0.2002	195	-0.3955	0.5273	1.1621	-1.4697
46	-0.376	-0.5029	1.1084	-1.3281	96	0.1758	0.9277	1.25	-1.1328	146	-0.376	-1.0596	1.0693	0.1855	196	-0.3857	0.6787	-0.6396	-0.7813
47	-0.376	-0.3271	1.1133	-0.3516	97	-0.0439	0.8398	1.2549	-0.0439	147	-0.3857	-1.0938	-3.8818	-1.2842	197	-0.3662	0.8252	1.2061	-0.3418
48	-0.3809	-0.1318	1.1035	-0.0342	98	-0.2832	0.7275	1.2354	0.21	148	-0.3857	-1.0986	1.0596	-1.0254	198	-0.3467	0.9277	1.2207	0.1709
49	-0.3711	0.0635	1.1377	0.1855	99	-0.293	0.6006	1.25	0.4443	149	-0.3955	-1.0791	1.0986	-0.1758	199	-0.1807	1.0254	1.2451	0.4395
50	-0.376	0.2539	-9.8047	-3.0371	100	-0.3467	0.459	-10	-3.1592	150	-0.3906	-1.0254	1.0645	-0.0879	200	0.4688	1.0693	1.3379	0.5615

23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 4 cm
 Periode 1.9 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)
1	-0.3027	-0.8691	-10	-3.1982	51	-0.293	-0.2979	1.1035	0.0635	101	-0.2295	1.0986	1.2354	-0.3076	151	-0.2881	-0.5664	1.0938	0.1074
2	-0.3027	-0.957	1.0791	-1.5967	52	-0.293	-0.1221	1.1914	0.2393	102	-0.2588	1.0596	1.2305	0.1709	152	-0.293	-0.7129	1.0742	0.21
3	-0.3027	-1.0449	-4.9121	-2.7246	53	-0.2979	0.0586	-9.0332	-2.7539	103	-0.2686	1.0205	1.2109	0.415	153	-0.293	-0.8447	1.0596	0.2051
4	-0.3076	-1.0791	1.0742	-1.9385	54	-0.2783	0.2295	1.1377	-1.3574	104	-0.2637	0.918	1.2109	0.5127	154	-0.2979	-0.957	-8.0859	-2.5537
5	-0.2979	-1.1084	-0.5029	-1.1719	55	-0.2734	0.4004	-4.082	-2.1729	105	-0.2832	0.8105	1.1963	0.6055	155	-0.3076	-1.0449	1.0547	-1.3672
6	-0.3125	-1.084	1.084	-0.7588	56	-0.2686	0.5566	1.1768	-1.5674	106	-0.2734	0.6494	1.1914	0.5908	156	-0.3027	-1.0889	-3.1543	-1.9824
7	-0.3027	-1.0645	1.0693	-0.249	57	-0.2783	0.6982	-0.0586	-0.6152	107	-0.2832	0.498	-10	-2.8418	157	-0.2979	-1.1084	1.0596	-1.5039
8	-0.3174	-0.9814	1.0742	-0.0146	58	-0.2588	0.8154	1.2061	-0.293	108	-0.2881	0.3027	1.167	-1.3721	158	-0.293	-1.0889	0.5859	-0.6006
9	-0.3027	-0.9033	1.084	0.1074	59	-0.2246	0.9229	1.2695	0.2686	109	-0.293	0.1318	-5.1074	-2.5049	159	-0.3027	-1.0449	1.0596	-0.4541
10	-0.3125	-0.7666	1.0742	0.2148	60	-0.1807	0.9961	1.2158	0.4004	110	-0.2832	-0.0684	1.1328	-1.748	160	-0.2979	-0.9668	1.0889	-0.0293
11	-0.2979	-0.6396	1.0938	0.2441	61	-0.1855	1.0547	1.2646	0.6006	111	-0.293	-0.2344	0.8838	-0.5762	161	-0.3027	-0.874	1.0596	0.0391
12	-0.3027	-0.4639	-2.8516	-0.8984	62	-0.1611	1.0742	-7.4365	-2.0361	112	-0.2881	-0.415	1.0986	-0.3027	162	-0.3027	-0.752	1.0986	0.2197
13	-0.2881	-0.3125	1.1133	-0.625	63	-0.1953	1.0791	1.25	-1.3525	113	-0.2979	-0.5615	1.0986	0.0146	163	-0.2979	-0.6152	-10	-3.7549
14	-0.3076	-0.1221	1.1328	0.0439	64	-0.2393	1.0449	0.293	-0.3857	114	-0.293	-0.7227	1.0645	0.0879	164	-0.3027	-0.4639	1.1084	-1.9043
15	-0.3027	0.0439	1.1279	0.1758	65	-0.2637	0.9912	1.2256	-0.0586	115	-0.3076	-0.8398	1.1035	0.2197	165	-0.3027	-0.3223	-1.5234	-1.8359
16	-0.3027	0.2344	1.1719	0.3613	66	-0.2734	0.9033	1.2158	0.3076	116	-0.293	-0.9619	-10	-3.916	166	-0.2881	-0.1563	1.1377	-1.0645
17	-0.2832	0.3857	1.1572	0.4199	67	-0.2686	0.791	1.2061	0.4785	117	-0.3125	-1.04	1.0596	-2.0557	167	-0.293	0	1.1328	-0.3662
18	-0.2881	0.5518	1.2109	0.5664	68	-0.2783	0.6494	1.1963	0.5322	118	-0.293	-1.0986	-6.3184	-3.418	168	-0.2979	0.166	1.1523	0.0049
19	-0.2588	0.6885	1.1963	0.5762	69	-0.2832	0.4883	1.2939	0.625	119	-0.3027	-1.1084	1.0645	-2.4707	169	-0.293	0.3174	1.1572	0.1611
20	-0.2344	0.8203	1.2354	0.6641	70	-0.2832	0.3076	1.167	0.5811	120	-0.293	-1.0986	-1.5576	-1.7236	170	-0.2832	0.4736	1.1816	0.3711
21	-0.1367	0.918	-1.7334	-0.249	71	-0.2881	0.127	1.1475	0.5957	121	-0.3125	-1.0498	1.0645	-1.1963	171	-0.2686	0.6104	1.1963	0.4492
22	0.0586	1.0059	1.2402	-0.0049	72	-0.2881	-0.0732	1.1279	0.5127	122	-0.2979	-0.9766	1.0645	-0.4297	172	-0.2783	0.7568	-8.7939	-2.5684
23	0.1465	1.0547	1.2646	0.4639	73	-0.2881	-0.2539	-4.6191	-1.2549	123	-0.3125	-0.874	1.0693	-0.21	173	-0.249	0.8691	1.2109	-1.1865
24	0.0391	1.0938	1.2402	0.6006	74	-0.2881	-0.4346	1.1035	-0.9521	124	-0.293	-0.752	1.0889	0.0146	174	-0.2295	0.9717	-1.7432	-1.2988
25	-0.127	1.0889	1.2549	0.6738	75	-0.2979	-0.5908	1.0938	-0.0928	125	-0.3076	-0.6104	1.0742	0.1318	175	-0.2197	1.0254	1.2109	-0.7373
26	-0.1563	1.0645	-9.0869	-2.4365	76	-0.293	-0.7471	1.0645	-0.0537	126	-0.2979	-0.4639	1.1035	0.2295	176	-0.2344	1.0693	1.2646	0.0635
27	-0.2539	1.0059	1.2305	-1.0596	77	-0.2979	-0.8643	1.0889	0.1855	127	-0.3125	-0.3027	-5.2881	-1.6748	177	-0.249	1.0596	1.2012	0.2588
28	-0.2539	0.9229	-0.9277	-1.0059	78	-0.3027	-0.9766	1.0352	0.1611	128	-0.3125	-0.1367	1.123	-1.1621	178	-0.2588	1.0449	1.2402	0.5176
29	-0.249	0.8057	1.2061	-0.5908	79	-0.3125	-1.0449	1.0791	0.2832	129	-0.3271	0.0342	1.0986	-0.2051	179	-0.2637	0.9912	1.1865	0.5273
30	-0.2686	0.6689	1.2012	0.1074	80	-0.3076	-1.0986	1.04	0.2148	130	-0.3125	0.2002	1.1426	-0.0342	180	-0.2734	0.918	1.2158	0.6396
31	-0.2734	0.498	1.1768	0.1758	81	-0.3027	-1.0986	1.0889	0.2979	131	-0.3174	0.3613	1.1621	0.2734	181	-0.2881	0.791	-7.1777	-1.9629
32	-0.2881	0.3174	1.1719	0.4004	82	-0.2979	-1.0938	-6.167	-1.9971	132	-0.2881	0.5127	1.1719	0.3955	182	-0.2832	0.6641	1.1963	-0.791
33	-0.2686	0.1221	1.1426	0.4395	83	-0.3027	-1.04	1.0889	-1.499	133	-0.2881	0.6543	1.2012	0.5029	183	-0.2832	0.4932	-3.5889	-1.7529
34	-0.293	-0.0732	1.1426	0.498	84	-0.3027	-0.9766	-0.5811	-0.8984	134	-0.2686	0.7861	1.2061	0.5713	184	-0.2881	0.3369	1.1719	-1.2549
35	-0.2881	-0.2734	1.1328	0.4688	85	-0.3027	-0.8691	1.1035	-0.542	135	-0.2637	0.9082	1.2256	0.6299	185	-0.293	0.1514	-0.4004	-0.6641
36	-0.3076	-0.459	1.1133	0.4395	86	-0.3027	-0.7617	1.0791	-0.1172	136	-0.2246	0.9961	-5.459	-1.3623	186	-0.293	-0.0146	1.1426	-0.3613
37	-0.293	-0.625	-3.623	-1.0547	87	-0.3076	-0.6104	1.1035	0.1074	137	-0.2148	1.0596	1.2305	-0.874	187	-0.2881	-0.21	1.1279	0.0488
38	-0.3076	-0.7715	1.0693	-0.8594	88	-0.3076	-0.4688	1.1279	0.2051	138	-0.2148	1.0938	1.2305	0.1221	188	-0.2979	-0.3613	1.1133	0.21
39	-0.293	-0.8984	0.6104	-0.2197	89	-0.2979	-0.3027	-8.3691	-2.5879	139	-0.2393	1.0938	1.2207	0.2979	189	-0.293	-0.5371	1.1182	0.2539
40	-0.3125	-1.001	1.0547	-0.2002	90	-0.2881	-0.1416	1.1133	-1.9141	140	-0.2588	1.0596	1.2451	0.5176	190	-0.2979	-0.6738	-10	-3.1152
41	-0.3027	-1.0693	1.0596	0.1123	91	-0.2881	0.0342	-0.8545	-1.0303	141	-0.2734	1.0059	1.2012	0.5615	191	-0.293	-0.8203	1.0742	-1.8455
42	-0.3076	-1.1084	1.0547	0.1367	92	-0.2881	1.1904	1.1377	-0.7324	142	-0.2734	0.9131	1.2354	0.6641	192	-0.3027	-0.918	-3.1689	-2.1582
43	-0.293	-1.1133	1.084	0.2588	93	-0.293	0.3613	1.1719	0.0488	143	-0.2783	0.7959	-10	-2.9932	193	-0.2979	-1.0156	1.0645	-1.5625
44	-0.3027	-1.0938	1.0498	0.2393	94	-0.2783	0.5029	1.167	0.0928	144	-0.2832	0.6543	1.1963	-1.3623	194	-0.3027	-1.0596	1.0107	-0.5469
45	-0.293	-1.0498	1.0791	0.2881	95	-0.2783	0.6592	1.2402	0.4492	145	-0.2881	0.4834	-6.2744	-2.8809	195	-0.2979	-1.0889	1.0742	-0.3418
46	-0.3027	-0.9717	-8.2715	-2.6074	96	-0.2734	0.7764	1.1963	0.4834	146	-0.2881	0.3076	1.167	-1.4014	196	-0.3076	-1.0596	1.0889	-0.0293
47	-0.2979	-0.874	1.084	-1.9629	97	-0.2393	0.9033	1.25	0.6494	147	-0.293	0.1221	-2.2754	-1.748	197	-0.293	-1.0303	1.0693	0.0488
48	-0.3125	-0.752	-1.2012	-1.2402	98	-0.2051	0.9814	-9.2627	-2.5684	148	-0.293	-0.0586	1.1426	-1.1133	198	-0.3027	-0.9473	1.0938	0.1807
49	-0.2979	-0.6152	1.0938	-0.7471	99	-0.1904	1.0547	1.25	-1.0742	149	-0.293	-0.2344	1.1182	-0.3223	199	-0.2979	-0.8643	-7.5928	-2.4658
50	-0.3027	-0.459	1.1084	-0.1904	100	-0.1953	1.0791	-0.1807	-0.8301	150	-0.2881	-0.4053	1.1084	-0.0293	200	-0.3027	-0.7373	1.0938	-1.7529

Hal - 7

Lampiran D - 1

23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 4 cm
 Periode 2.0 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmeter 1 (Volt)	Trimmeter 2 (Volt)
1	-0.2295	-0.8496	1.0791	0.4004	51	-0.1611	0.8691	1.2158	0.6299	101	-0.21	0.7471	1.1768	0.6592	151	-0.2246	-0.8398	1.0693	0.2344
2	-0.2295	-0.6934	1.0986	0.4248	52	-0.1611	0.9961	-6.5137	-1.6553	102	-0.2246	0.6104	1.1475	0.6494	152	-0.2344	-0.9619	1.0742	0.2441
3	-0.2344	-0.5322	1.1084	0.4199	53	-0.1807	1.0693	1.2256	-1.2207	103	-0.2246	0.4492	1.1816	0.6201	153	-0.2246	-1.0596	1.0938	0.2832
4	-0.2295	-0.3516	1.1426	0.4785	54	-0.1709	1.1328	-0.4443	-0.4395	104	-0.2344	0.2881	-10	-2.9199	154	-0.2393	-1.1279	-10	-3.9746
5	-0.2051	-0.1709	1.1279	0.4443	55	-0.1807	1.1523	1.2354	-0.249	105	-0.2197	0.1123	1.123	-1.4453	155	-0.2344	-1.1621	1.084	-2.0996
6	-0.2246	0.0293	-8.0469	-2.29	56	-0.2002	1.1621	1.2158	0.376	106	-0.2197	-0.0488	-2.1436	-1.6699	156	-0.2295	-1.1719	-7.2412	-3.7109
7	-0.2295	0.21	1.1572	-1.0791	57	-0.2051	1.1182	1.1865	0.3662	107	-0.2148	-0.2246	1.0938	-1.1377	157	-0.2148	-1.167	1.0742	-2.0508
8	-0.2246	0.3955	-5.2441	-2.3096	58	-0.2148	1.0742	1.2793	0.6299	108	-0.2344	-0.3809	1.0742	-0.3027	158	-0.2295	-1.1377	-3.1494	-2.4414
9	-0.1953	0.5566	1.1865	-1.6602	59	-0.2197	0.9863	1.1719	0.5762	109	-0.2246	-0.5469	1.0693	-0.2051	159	-0.2295	-1.0791	1.0693	-1.7822
10	-0.1855	0.7227	-0.7129	-0.835	60	-0.2295	0.8887	1.1914	0.6641	110	-0.2295	-0.6885	1.0596	0.0879	160	-0.2393	-0.9766	0.0537	-0.9473
11	-0.166	0.8496	1.2109	-0.4834	61	-0.2148	0.752	1.1572	0.6006	111	-0.2246	-0.835	1.0498	0.1025	161	-0.2246	-0.8496	1.0791	-0.6494
12	-0.1514	0.9717	1.25	0.2148	62	-0.2295	0.625	1.1719	0.6885	112	-0.2295	-0.957	1.0645	0.2148	162	-0.2246	-0.6982	1.084	-0.1514
13	-0.166	1.0498	1.2061	0.3613	63	-0.2295	0.4541	1.1279	0.5908	113	-0.2246	-1.0693	1.0498	0.2002	163	-0.2197	-0.5322	1.0938	0.0391
14	-0.1514	1.1182	1.25	0.6055	64	-0.2246	0.3027	1.1572	0.6396	114	-0.2393	-1.1328	1.0742	0.2734	164	-0.249	-0.3516	1.1377	0.21
15	-0.1855	1.1426	1.1914	0.6006	65	-0.2148	0.127	-9.5313	-2.7344	115	-0.2246	-1.1719	1.0547	0.2393	165	-0.2295	-1.0611	0.9814	0.2539
16	-0.2051	1.1572	1.2305	0.7227	66	-0.2344	-0.0244	1.1133	-1.4453	116	-0.2295	-1.1768	1.0693	0.2832	166	-0.2344	0.0439	1.1475	0.3467
17	-0.2051	1.1182	-8.5596	-2.3096	67	-0.2295	-0.2002	-1.9824	-1.5625	117	-0.2197	-1.1768	-10	-3.6914	167	-0.2393	0.2441	-8.2861	-2.4609
18	-0.2148	1.0693	1.2158	-0.9326	68	-0.2393	-0.3418	1.084	-1.0596	118	-0.2344	-1.1426	1.0645	-1.9287	168	-0.2295	0.4346	1.1816	-1.1377
19	-0.2051	0.9814	-4.9707	-2.207	69	-0.2197	-0.5127	0.8643	-0.3564	119	-0.2295	-1.0889	-7.0313	-3.5547	169	-0.2051	0.6152	-4.6094	-2.1973
20	-0.2197	0.8789	1.2207	-0.9521	70	-0.2295	-0.6494	1.0596	-0.249	120	-0.2246	-0.9814	1.0693	-2.2607	170	-0.1953	0.7764	1.2158	-1.4746
21	-0.2197	0.7422	-2.9785	-1.6504	71	-0.2295	-0.8008	1.0547	0.0488	121	-0.2246	-0.8594	-2.6611	-2.1436	171	-0.166	0.9131	0.791	-0.3613
22	-0.2295	0.6104	1.1768	-1.2061	72	-0.2344	-0.9131	1.0498	0.0928	122	-0.2344	-0.7031	1.0791	-1.4648	172	-0.1416	1.0205	1.2207	-0.0586
23	-0.2246	0.4443	-1.0498	-0.8008	73	-0.2246	-1.0352	1.0645	0.1758	123	-0.2295	-0.542	1.0938	-0.5078	173	-0.1416	1.0938	1.25	0.3369
24	-0.2197	0.293	1.1572	-0.5127	74	-0.2295	-1.0986	1.0596	0.2344	124	-0.2246	-0.3564	1.1035	-0.1904	174	-0.1465	1.1377	1.2207	0.4688
25	-0.2197	0.1172	1.1084	0.0537	75	-0.2197	-1.1523	1.0693	0.249	125	-0.2002	-0.166	1.1377	0.0635	175	-0.1855	1.1572	1.2305	0.6152
26	-0.2344	-0.0439	1.123	0.2148	76	-0.2295	-1.1572	1.0596	0.2783	126	-0.2393	0.0439	1.1328	0.2344	176	-0.1953	1.1475	1.1914	0.6348
27	-0.2246	-0.21	1.1035	0.3125	77	-0.2295	-1.1621	1.0791	0.2637	127	-0.2197	0.2393	1.1719	0.3662	177	-0.1953	1.1133	1.2402	0.6934
28	-0.2295	-0.3613	1.0938	0.376	78	-0.2344	-1.123	-10	-3.8574	128	-0.2246	0.4395	1.1572	0.4541	178	-0.2197	1.0498	-7.7783	-2.0654
29	-0.2295	-0.5225	1.0693	0.332	79	-0.2197	-1.0791	1.0693	-2.0654	129	-0.1953	0.6152	1.3086	0.5566	179	-0.2197	0.9668	1.1963	-0.8398
30	-0.2344	-0.6641	-9.1748	-2.7832	80	-0.2295	-0.9668	-7.7051	-3.7793	130	-0.1807	0.7813	-8.9209	-2.4805	180	-0.2197	0.8594	-5.0195	-2.1582
31	-0.2295	-0.8105	1.0596	-1.4697	81	-0.2344	-0.8545	0.9668	-2.4121	131	-0.1563	0.9229	1.2305	-1.0986	181	-0.2148	0.7275	1.1768	-0.9717
32	-0.2344	-0.9277	-3.7988	-2.2266	82	-0.2393	-0.6934	-2.1533	-2.0508	132	-0.1514	1.0352	-1.4746	-1.1914	182	-0.2295	0.5811	-3.1299	-1.6943
33	-0.2295	-1.04	1.0645	-1.6797	83	-0.2197	-0.5469	1.0938	-1.377	133	-0.1465	1.1133	1.2305	-0.6641	183	-0.2148	0.4297	1.1523	-1.2354
34	-0.2295	-1.1035	0.2393	-0.7715	84	-0.2295	-0.3613	1.1133	-0.4541	134	-0.1514	1.167	1.2354	0.0928	184	-0.2148	0.2637	0.0146	-0.5225
35	-0.2344	-1.1475	1.0645	-0.5859	85	-0.21	-0.1904	1.1182	-0.1563	135	-0.1758	1.1865	1.2158	0.2979	185	-0.2148	0.0977	1.1182	-0.2832
36	-0.2344	-1.1523	1.0986	-0.0879	86	-0.2393	0.0195	1.1621	0.1709	136	-0.2002	1.1865	1.2207	0.4834	186	-0.2295	-0.0732	1.1133	0.0928
37	-0.2295	-1.1572	1.0596	-0.0146	87	-0.2197	0.2002	1.1475	0.2686	137	-0.2002	1.1426	1.2012	0.5566	187	-0.2295	-0.2393	1.0889	0.2148
38	-0.2246	-1.1182	1.1035	0.1807	88	-0.2246	0.4004	1.1914	0.4492	138	-0.21	1.0889	1.2061	0.6543	188	-0.2246	-0.4053	1.0889	0.2783
39	-0.2344	-1.0693	1.0645	0.1611	89	-0.1953	0.5664	1.1768	0.4785	139	-0.2051	1.001	1.1768	0.6494	189	-0.2246	-0.5566	1.0645	0.3076
40	-0.2393	-0.9619	1.0986	0.2783	90	-0.1953	0.7373	1.2402	0.6055	140	-0.2393	0.8984	1.2109	0.6787	190	-0.2295	-0.7031	1.0645	0.2979
41	-0.2295	-0.8447	-6.6602	-2.1387	91	-0.1758	0.874	-7.7734	-2.1387	141	-0.2295	0.7666	-3.7891	-1.0059	191	-0.2295	-0.835	-9.7949	-3.0322
42	-0.2246	-0.6885	1.1182	-1.5137	92	-0.1709	0.9961	1.2305	-0.8643	142	-0.2197	0.625	1.1621	-0.2832	192	-0.2295	-0.9473	1.0645	-1.5967
43	-0.2197	-0.5371	0.3223	-0.6348	93	-0.1563	1.0742	-0.8496	-0.8936	143	-0.2002	0.4639	-8.6719	-2.959	193	-0.2246	-1.04	-5.415	-2.8271
44	-0.2393	-0.3564	1.1328	-0.3076	94	-0.1563	1.1377	1.2109	-0.4541	144	-0.2246	0.2979	1.1377	-1.4502	194	-0.2295	-1.1084	1.0547	-2.1631
45	-0.2246	-0.1807	1.1426	0.0537	95	-0.1904	1.1523	1.2158	0.1758	145	-0.2197	0.127	-2.6758	-1.8604	195	-0.2246	-1.1426	-1.6943	-1.5527
46	-0.2246	0.0244	1.1572	0.2539	96	-0.2002	1.1572	1.2012	0.3564	146	-0.2295	-0.0488	1.1182	-1.2109	196	-0.2344	-1.1572	1.0645	-1.2012
47	-0.2295	0.21	1.1621	0.332	97	-0.2002	1.1182	1.2158	0.5029	147	-0.21	-0.2197	1.0986	-0.3564	197	-0.2393	-1.1475	0.8545	-0.415
48	-0.2246	0.4053	1.1816	0.4736	98	-0.21	1.0693	1.1865	0.5957	148	-0.2295	-0.3857	1.0791	-0.1465	198	-0.2246	-1.1182	1.0596	-0.3467
49	-0.21	0.5713	1.2061	0.5322	99	-0.2051	0.9766	1.1963	0.6445	149	-0.2246	-0.5469	1.0889	0.0732	199	-0.21	-1.0547	1.084	0.0244
50	-0.1904	0.7373	1.2012	0.6299	100	-0.2246	0.8789	1.1621	0.6641	150	-0.2393	-0.6982	1.0547	0.1514	200	-0.2246	-0.9473	1.0645	0.0732

HSI - 8

Lampiran D - 1

23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 2 cm
 Periode 1.2 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmetter 1 (Volt)	Trimmetter 2 (Volt)
1	-0.1025	0.0391	-3.1641	-0.8301	51	0.0684	-0.1514	1.2549	0.2148	101	-0.083	-0.3125	1.2598	0.5127	151	-0.1172	-0.4053	1.2451	1.2451	201	-0.1172	-0.4053	1.2451	-1.1816
2	0.0342	-0.0439	1.2549	-0.5908	52	0.0098	-0.2344	1.2549	0.376	102	-0.083	-0.3711	1.2354	0.5518	152	-0.0439	-0.415	-0.1514	-0.4834					
3	0.0977	-0.1563	0.8301	0.0684	53	-0.0781	-0.3076	1.25	0.4004	103	-0.1025	-0.4004	1.25	0.5273	153	-0.0732	-0.4004	1.2451	-0.3076					
4	0.0146	-0.2344	1.2451	0.1367	54	-0.0977	-0.3613	1.2402	0.498	104	-0.0488	-0.4053	-5.1416	-1.3818	154	-0.1074	-0.3662	1.2549	0.2148					
5	-0.0732	-0.3223	1.25	0.3955	55	-0.1025	-0.3906	1.25	0.498	105	-0.0488	-0.3955	1.25	-1.123	155	-0.1807	-0.3027	1.2402	0.3076					
6	-0.0977	-0.3662	1.2451	0.4932	56	-0.0488	-0.3955	1.2451	0.5566	106	-0.1074	-0.3564	-0.415	-0.4785	156	-0.2393	-0.2197	1.2549	0.4297					
7	-0.0928	-0.4053	1.25	0.4736	57	-0.0586	-0.3857	1.25	0.5127	107	-0.1709	-0.2979	1.2402	-0.3467	157	-0.2588	-0.1221	1.2354	0.4834					
8	-0.0537	-0.3955	1.2402	0.5489	58	-0.1074	-0.3467	-4.9756	-1.3281	108	-0.2441	-0.2148	1.2451	0.2441	158	-0.293	-0.0244	1.2549	0.5566					
9	-0.0684	-0.3955	1.25	0.5371	59	-0.1807	-0.293	1.2402	-1.1084	109	-0.2637	-0.1221	1.2402	0.293	159	-0.2979	0.0781	1.2305	0.5762					
10	-0.1221	-0.3467	-4.3506	-1.25	60	-0.2441	-0.2051	-0.2979	-0.4053	110	-0.2783	-0.0244	1.2598	0.4785	160	-0.2783	0.166	1.2646	0.6055					
11	-0.166	-0.293	1.2402	-0.4932	61	-0.2441	-0.1123	1.2305	-0.2979	111	-0.2881	0.0732	1.2305	0.4932	161	-0.293	0.2441	-6.0742	-1.6064					
12	-0.2344	-0.1953	-4.6582	-1.8164	62	-0.2783	-0.0146	1.2598	0.2979	112	-0.2832	0.1611	1.2549	0.6006	162	-0.2881	0.2979	1.25	-0.6396					
13	-0.2393	-0.1123	1.2402	-1.3623	63	-0.2734	0.083	1.2402	0.3271	113	-0.2881	0.2344	1.2256	0.5859	163	-0.3271	0.332	-1.0596	-0.8301					
14	-0.2783	0	-0.0732	-0.5078	64	-0.2734	0.1758	1.2646	0.5225	114	-0.293	0.2832	1.25	0.6445	164	-0.3271	0.3271	1.2451	-0.5273					
15	-0.2881	0.0879	1.2354	-0.3418	65	-0.2832	0.2441	1.2256	0.5127	115	-0.3076	0.3125	-6.5479	-1.7578	165	-0.3369	0.3174	1.2451	0.1709					
16	-0.2832	0.1904	1.2695	0.2734	66	-0.2832	0.2979	1.2646	0.6445	116	-0.3076	0.3174	1.2451	-0.6885	166	-0.3223	0.2686	1.2305	0.2588					
17	-0.2783	0.2539	1.2305	0.3271	67	-0.3027	0.3223	1.2207	0.5957	117	-0.3174	0.2979	-1.4014	-0.9912	167	-0.3223	0.2148	1.2549	0.4688					
18	-0.2734	0.3174	1.2646	0.5225	68	-0.3174	0.3271	1.2549	0.6738	118	-0.3223	0.2588	1.2256	-0.6348	168	-0.2637	0.1318	1.2305	0.5078					
19	-0.3174	0.3369	1.2207	0.5176	69	-0.332	0.3076	-6.4258	-1.7188	119	-0.3125	0.2002	1.2451	0.0977	169	-0.1514	0.0439	1.2598	0.5908					
20	-0.3223	0.3516	1.2646	0.6494	70	-0.3369	0.2686	1.2549	-0.6445	120	-0.2588	0.1172	1.2402	0.2197	170	0.0098	-0.0586	1.333	0.6055					
21	-0.3369	0.3271	1.2158	0.5957	71	-0.3076	0.21	-1.3379	-0.9668	121	-0.1221	0.0342	1.2549	0.415	171	0.0635	-0.1465	1.2549	0.6201					
22	-0.3174	0.3027	1.2598	0.6738	72	-0.2344	0.127	1.2451	-0.5859	122	0.0195	-0.0684	1.2402	0.4932	172	0.0146	-0.2393	-7.3193	-0.264					
23	-0.3125	0.2246	-6.25	-1.6699	73	-0.1221	0.0391	1.25	0.0928	123	0.0684	-0.1611	1.2598	0.5469	173	-0.1123	-0.3076	1.2549	-0.8838					
24	-0.2344	0.1563	1.2598	-0.6201	74	-0.0049	-0.0635	1.25	0.2393	124	0.0195	-0.249	1.2354	0.5615	174	-0.0977	-0.3711	-1.9775	-1.3086					
25	-0.127	0.0537	-1.1426	-0.9082	75	0.0537	-0.1611	1.2549	0.3857	125	-0.1025	-0.3223	1.2598	0.5615	175	-0.1123	-0.3955	1.25	-0.8936					
26	0.0195	-0.0439	1.2744	-0.5469	76	0.0049	-0.249	1.2451	0.4932	126	-0.0928	-0.3809	-7.8955	-2.2168	176	-0.0537	-0.4053	1.2402	-0.0586					
27	0.0879	-0.1465	1.2402	0.0977	77	-0.0781	-0.3271	1.2549	0.5127	127	-0.1123	-0.4053	1.25	-1.0205	177	-0.0732	-0.3809	1.2451	0.0732					
28	0.0098	-0.2344	1.2598	0.2441	78	-0.083	-0.3809	1.2402	0.5615	128	-0.0439	-0.4102	-2.4121	-1.499	178	-0.127	-0.3516	1.2549	0.3223					
29	-0.0732	-0.3174	1.2451	0.376	79	-0.1123	-0.4102	1.2549	0.5273	129	-0.0781	-0.3955	1.2451	-1.0498	179	-0.1807	-0.2832	1.2451	0.4248					
30	-0.0977	-0.3662	1.25	0.4834	80	-0.0586	-0.415	-7.8906	-2.207	130	-0.1172	-0.3613	1.1816	-0.1221	180	-0.2344	-0.2002	1.2598	0.5078					
31	-0.0977	-0.4004	1.25	0.498	81	-0.0635	-0.4004	1.2402	-1.04	131	-0.1758	-0.293	1.2402	-0.0195	181	-0.2783	-0.0977	1.2354	0.5469					
32	-0.0439	-0.4004	1.2451	0.5615	82	-0.1074	-0.3662	-2.4805	-1.5039	132	-0.2441	-0.21	1.2598	0.3223	182	-0.2881	-0.0049	1.3623	0.6055					
33	-0.0684	-0.3955	1.2402	0.5273	83	-0.1758	-0.3076	1.2646	-1.0645	133	-0.2588	-0.1123	1.2354	0.4053	183	-0.3027	0.0977	-8.7207	-2.4121					
34	-0.1318	-0.3564	-7.6465	-2.124	84	-0.2393	-0.2197	1.1621	-0.1025	134	-0.2881	-0.0098	1.2549	0.5225	184	-0.2783	0.1807	1.25	-1.0986					
35	-0.1807	-0.3027	1.2354	-0.9961	85	-0.2539	-0.127	1.2402	-0.0244	135	-0.2832	0.0879	1.2256	0.5322	185	-0.2881	0.2588	-2.9736	-1.6748					
36	-0.2441	-0.2197	-2.2559	-1.3965	86	-0.2783	-0.0244	1.2598	0.3613	136	-0.2734	0.1807	1.2793	0.6055	186	-0.2881	0.3076	1.2402	-1.1475					
37	-0.2393	-0.1318	1.2305	-1.001	87	-0.2783	0.0732	1.2305	0.4053	137	-0.2881	0.2539	-9.6094	-2.7002	187	-0.3125	0.3418	0.9326	-0.1953					
38	-0.2881	-0.0293	1.2158	-0.0342	88	-0.2783	0.166	1.2646	0.5469	138	-0.293	0.3027	1.2451	-1.2256	188	-0.3369	0.3369	1.2402	-0.0488					
39	-0.2979	0.0684	1.2256	0.0293	89	-0.2881	0.2441	1.2256	0.5322	139	-0.3174	0.332	-3.5254	-1.9385	189	-0.3418	0.3223	1.25	0.3516					
40	-0.2979	0.166	1.2695	0.4102	90	-0.2979	0.2979	1.2695	0.6396	140	-0.3174	0.3369	1.25	-1.3037	190	-0.3223	0.2783	1.2939	0.4443					
41	-0.2881	0.2344	1.2061	0.4199	91	-0.3125	0.3223	-9.8633	-2.7783	141	-0.332	0.3223	0.625	-0.376	191	-0.3174	0.2197	1.25	0.5273					
42	-0.2881	0.293	1.2695	0.5957	92	-0.3174	0.332	1.25	-1.2354	142	-0.3174	0.2783	1.2402	-0.166	192	-0.2588	0.1367	1.2305	0.5322					
43	-0.3076	0.3174	1.2158	0.5566	93	-0.3271	0.3125	-3.7646	-2.0508	143	-0.3076	0.2197	1.25	0.2734	193	-0.1465	0.0488	1.2598	0.6055					
44	-0.3174	0.3271	1.2744	0.6738	94	-0.332	0.2734	1.25	-1.3623	144	-0.2539	0.1367	1.2402	0.3906	194	-0.0049	-0.0586	-10	-2.8857					
45	-0.3369	0.3076	-9.7559	-2.7344	95	-0.3223	0.21	0.4346	-0.4883	145	-0.1367	0.0439	1.2549	0.4688	195	0.0635	-0.1465	1.2549	-1.3477					
46	-0.3271	0.2734	1.2744	-1.2012	96	-0.2539	0.1367	1.25	-0.2148	146	-0.0049	-0.0537	1.2402	0.5078	196	0.0195	-0.2441	-4.1357	-2.2412					
47	-0.3027	0.2051	-3.5791	-1.9873	97	-0.127	0.0488	1.2549	0.2148	147	0.0586	-0.1465	1.2646	0.5615	197	-0.1025	-0.3174	1.2451	-1.5479					
48	-0.2295	0.1318	1.2598	-1.3037	98	0.0098	-0.0488	1.2451	0.376	148	0.0098	-0.2441	-0.7617	-0.2002	198	-0.1074	-0.3809	0.2588	-0.6494					
49	-0.1221	0.0391	0.5957	-0.4346	99	0.0586	-0.1465	1.2598	0.4199	149	-0.1074	-0.3174	1.25	0.1318	199	-0.127	-0.4004	1.2451	-0.3711					
50	0.0049	-0.0537	1.2598	-0.1709	100	0	-0.2344	1.2402	0.498	150	-0.0977	-0.3809	-4.7754	-1.5381	200	-0.0586	-0.4102	1.2646	0.1172					

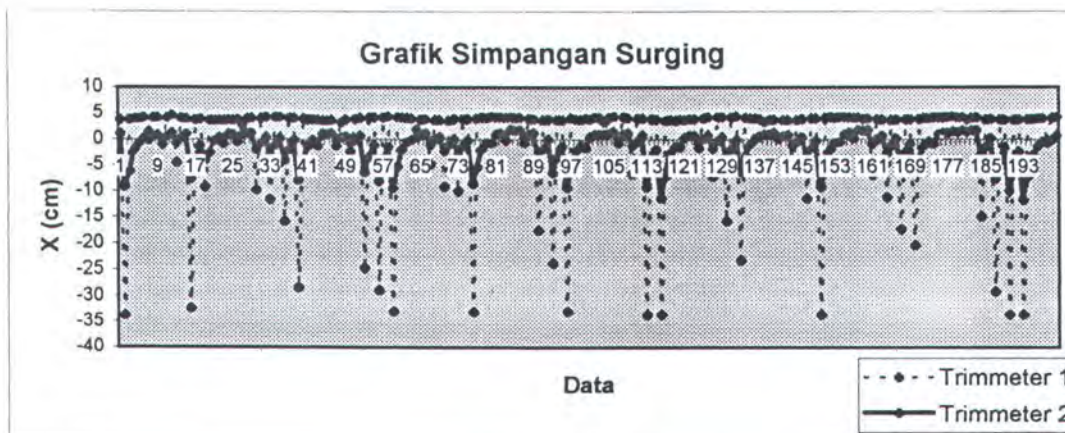
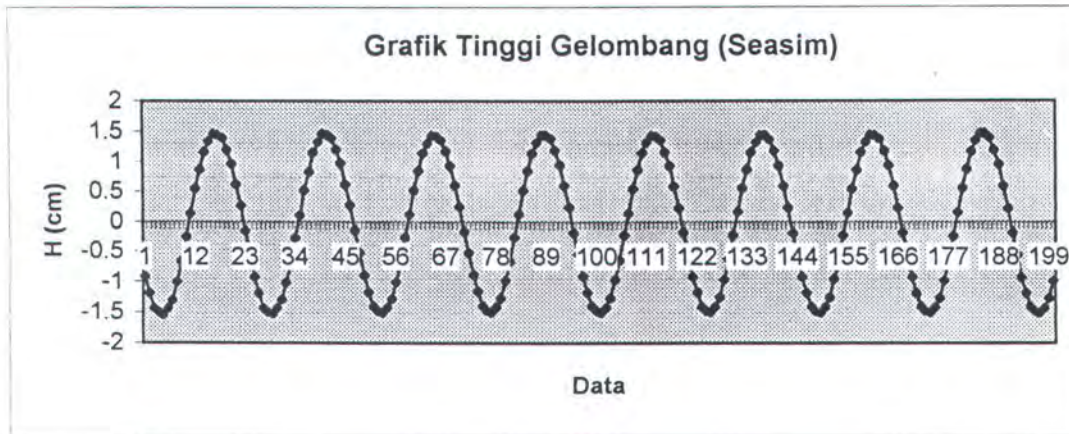
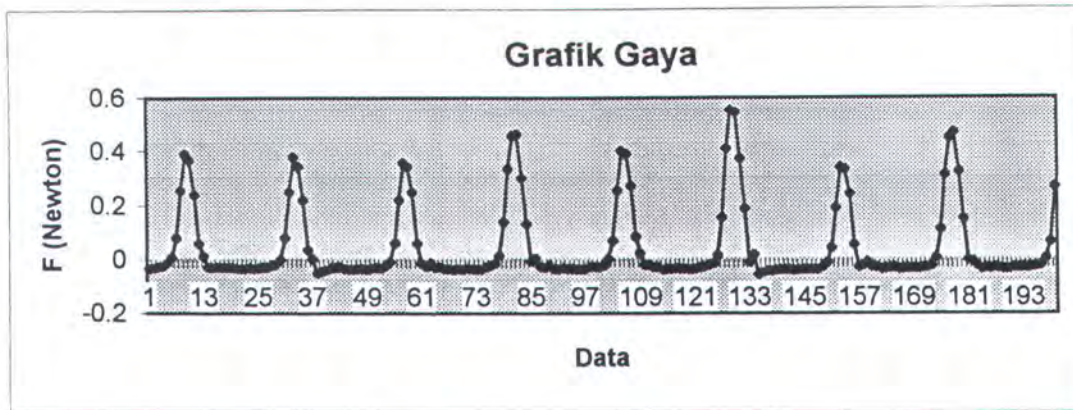
23 Juli 1997
 Jumlah Channel 4
 Jumlah Data 200
 Waktu 20 detik
 Tinggi Gel 2 cm
 Periode 1.3 dt

No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)	No	Load cell (Volt)	Seasim (Volt)	Trimmer 1 (Volt)	Trimmer 2 (Volt)
1	-0.1318	-0.0195	1.2402	0.4443	51	-0.186	-0.127	1.2549	0.5664	101	-0.1074	-0.2051	-2.1826	-1.2354	151	-0.0977	-0.2734	1.2256	0.3369
2	-0.1514	0.0537	1.25	0.5859	52	-0.1709	-0.0635	1.2354	0.6152	102	-0.1221	-0.1611	1.2305	-0.9424	152	-0.1416	-0.2441	1.2695	0.4883
3	-0.1611	0.1123	1.2354	0.625	53	-0.1855	0.0049	1.2402	0.5762	103	-0.1416	-0.0977	0.7666	-0.1074	153	-0.1221	-0.2148	1.2256	0.4639
4	-0.166	0.166	1.2549	0.6006	54	-0.166	0.0635	-6.9629	-1.8652	104	-0.1563	-0.0439	1.2305	-0.0977	154	-0.1416	-0.1514	1.2598	0.5859
5	-0.1367	0.21	1.2305	0.6445	55	-0.2295	0.1221	1.2549	-0.8203	105	-0.1953	0.0244	1.2598	0.3857	155	-0.1758	-0.1074	1.2305	0.5371
6	-0.1074	0.2344	1.25	0.6396	56	-0.2197	0.1758	-2.7979	-1.4307	106	-0.2246	0.0732	1.2207	0.3564	156	-0.2002	-0.0342	1.2793	0.625
7	-0.0391	0.249	1.2354	0.6836	57	-0.1855	0.21	1.2354	-1.0742	107	-0.2148	0.1367	1.2646	0.5469	157	-0.2051	0.0146	-10	-2.9492
8	0.0732	0.2441	1.2451	0.6445	58	-0.1855	0.2393	0.3467	-0.2637	108	-0.21	0.1758	1.2158	0.5225	158	-0.2295	0.0879	1.25	-1.3477
9	0.1953	0.2295	-8.0713	-2.1484	59	-0.1367	0.249	1.2305	-0.1953	109	-0.2002	0.2197	1.2646	0.6543	159	-0.2344	0.1318	-5.3906	-2.6074
10	0.2539	0.1953	1.2451	-0.9717	60	-0.083	0.2539	1.2598	0.3613	110	-0.2051	0.2295	1.2207	0.5957	160	-0.2441	0.1855	1.2402	-1.2256
11	0.1807	0.1465	-3.6963	-1.7822	61	0.0195	0.2295	1.2354	0.3418	111	-0.1367	0.2539	1.2646	0.6836	161	-0.2148	0.21	-1.5137	-1.377
12	0.1074	0.0977	1.2402	-1.3477	62	0.1172	0.21	1.2793	0.5566	112	-0.1221	0.2393	1.0986	0.5811	162	-0.2197	0.2393	1.2402	-0.918
13	0.1025	0.0342	-0.2637	-0.5664	63	0.1465	0.1563	1.2305	0.5273	113	-0.0146	0.2344	1.2842	0.6641	163	-0.166	0.2393	1.0986	-0.0879
14	0.1123	-0.0342	1.2354	-0.4297	64	0.0879	0.1123	1.2744	0.6543	114	0.0879	0.1855	-6.1719	-1.6406	164	-0.127	0.2441	1.2354	0.0244
15	0.166	-0.0977	1.2598	0.2393	65	0.0537	0.0439	1.2256	0.5811	115	0.1123	0.1611	1.2598	-0.625	165	0.0146	0.2197	1.2549	0.3711
16	0.1514	-0.166	1.2354	0.21	66	0.0439	-0.0146	1.2646	0.6641	116	0.1221	0.0977	-2.1143	-1.1816	166	0.1367	0.1953	1.2402	0.4395
17	0.0928	-0.2148	1.2695	0.4785	67	0.0635	-0.0879	1.2256	0.5859	117	0.0293	0.0488	1.25	-0.8154	167	0.1855	0.1465	1.2598	0.5176
18	0.0146	-0.2637	1.2207	0.4541	68	0.0684	-0.1416	1.2646	0.6445	118	0.0586	-0.0244	0.8105	-0.0879	168	0.1318	0.0977	1.2402	0.5518
19	-0.0293	-0.2881	1.2744	0.5469	69	0.0684	-0.2051	-6.8943	-1.8408	119	0.0342	-0.083	1.25	-0.0098	169	0.0586	0.0342	1.2598	0.6055
20	-0.0488	-0.3076	1.2207	0.498	70	-0.0098	-0.2393	1.25	-0.7568	120	0.0732	-0.1465	1.2549	0.3613	170	0.0488	-0.0244	1.2354	0.5908
21	-0.0537	-0.2979	1.2695	0.6006	71	-0.0537	-0.2783	-2.5293	-1.4063	121	0.0342	-0.1953	1.2305	0.4004	171	0.0488	-0.0928	1.2744	0.6201
22	-0.0781	-0.2881	1.2158	0.5322	72	-0.1123	-0.2783	1.25	-0.9912	122	0.0146	-0.2441	1.2549	0.4883	172	0.083	-0.1465	-10	-2.9199
23	-0.1025	-0.2393	1.2598	0.6104	73	-0.1025	-0.2881	0.542	-0.2783	123	-0.0244	-0.2686	1.2354	0.5176	173	0.083	-0.2051	1.2549	-1.3672
24	-0.1025	-0.2002	-7.6221	-2.1436	74	-0.1172	-0.2539	1.25	-0.1465	124	-0.0781	-0.2783	1.2598	0.5762	174	0.0049	-0.2441	-5.293	-2.5977
25	-0.1123	-0.1318	1.2598	-0.9033	75	-0.1123	-0.2295	1.2549	0.2832	125	-0.083	-0.2734	1.2256	0.5615	175	-0.0244	-0.2734	1.25	-1.2549
26	-0.1367	-0.0781	-3.2813	-1.7236	76	-0.1367	-0.1709	1.2402	0.3467	126	-0.1123	-0.249	1.3135	0.6104	176	-0.0879	-0.2783	-1.3232	-1.3623
27	-0.1563	0.0049	1.25	-1.2012	77	-0.1416	-0.1221	1.2549	0.4639	127	-0.1123	-0.21	-8.1445	-2.3633	177	-0.0928	-0.2734	1.25	-0.918
28	-0.1611	0.0586	0	-0.5078	78	-0.1709	-0.0586	1.2402	0.5176	128	-0.1123	-0.1611	1.25	-1.0547	178	-0.127	-0.2441	1.2012	-0.1074
29	-0.1855	0.127	1.25	-0.293	79	-0.1953	0	1.25	0.5859	129	-0.1416	-0.1074	-5.874	-2.5781	179	-0.127	-0.2051	1.2402	0.0146
30	-0.1709	0.1709	1.2451	0.2393	80	-0.2197	0.0684	1.2207	0.5908	130	-0.1611	-0.0439	1.25	-1.2256	180	-0.1318	-0.1563	1.2451	0.3076
31	-0.1563	0.2197	1.2402	0.3174	81	-0.2051	0.127	1.25	0.625	131	-0.1807	0.0244	-1.8701	-1.4844	181	-0.1611	-0.0977	1.2451	0.4199
32	-0.1465	0.2344	1.2549	0.4834	82	-0.2246	0.1758	1.2207	0.6152	132	-0.21	0.083	1.2402	-1.001	182	-0.1855	-0.0391	1.25	0.4541
33	-0.0732	0.2539	1.2354	0.5566	83	-0.21	0.21	1.25	0.6396	133	-0.2246	0.1367	0.9326	-0.1855	183	-0.2197	0.0244	1.2354	0.542
34	0.0098	0.2393	1.2549	0.5713	84	-0.21	0.2393	-6.6504	-1.7773	134	-0.2197	0.1855	1.2402	-0.0439	184	-0.2197	0.083	1.2451	0.5518
35	0.083	0.2295	1.2354	0.6055	85	-0.1416	0.2441	1.2402	-0.708	135	-0.2051	0.2197	1.2451	0.3174	185	-0.2393	0.1367	1.2354	0.6152
36	0.1221	0.1855	1.2598	0.6348	86	-0.1025	0.2441	-2.4805	-1.3281	136	-0.2148	0.2441	1.2451	0.4248	186	-0.2344	0.1855	1.2646	0.5957
37	0.0537	0.1514	1.2256	0.6299	87	0.0195	0.2246	1.2549	-0.9082	137	-0.1514	0.249	1.2451	0.4932	187	-0.2148	0.2148	-10	-2.9053
38	0.0537	0.0928	1.25	0.6348	88	0.1318	0.1953	0.6055	-0.1855	138	-0.1172	0.2441	1.2451	0.5811	188	-0.21	0.2344	1.2354	-1.4014
39	0.0244	0.0391	-7.207	-1.9482	89	0.1758	0.1563	1.25	-0.0586	139	-0.0049	0.2246	1.2549	0.5957	189	-0.1709	0.2441	-5.3662	-2.5488
40	0.0928	-0.0293	1.2549	-0.8252	90	0.1367	0.1074	1.25	0.3418	140	0.083	0.2002	1.2451	0.6445	190	-0.127	0.2344	1.2354	-1.2646
41	0.0879	-0.0928	-2.9785	-1.5576	91	0.0488	0.0488	1.2451	0.415	141	0.1221	0.1563	1.2598	0.6104	191	-0.0146	0.2197	-1.3721	-1.2793
42	0.1025	-0.1563	1.2549	-1.1133	92	0.0586	-0.0146	1.1377	0.4541	142	0.1221	0.1025	-10	-2.7734	192	0.127	0.1807	1.2305	-0.9326
43	0.0146	-0.21	0.2441	-0.4004	93	0.0586	-0.0781	1.2451	0.542	143	0.0342	0.0439	1.2451	-1.3281	193	0.1416	0.1416	1.1963	-0.0146
44	-0.0146	-0.2588	1.2402	-0.2441	94	0.0928	-0.1416	1.2598	0.5615	144	0.0391	-0.0195	-5.5859	-2.5928	194	0.1318	0.083	1.2305	-0.0049
45	-0.0439	-0.2832	1.2549	0.2344	95	0.0586	-0.1953	1.2402	0.6055	145	0.0439	-0.0879	1.2402	-1.2939	195	0.0439	0.0293	1.2695	0.4004
46	-0.0586	-0.3027	1.2451	0.3027	96	0.0146	-0.2344	1.25	0.5762	146	0.0732	-0.1416	-1.5332	-1.3721	196	0.0586	-0.0439	1.2256	0.3857
47	-0.0537	-0.293	1.2549	0.4248	97	-0.0098	-0.2637	1.2549	0.6152	147	0.0488	-0.2002	1.2305	-1.0107	197	0.0488	-0.0977	1.2842	0.5273
48	-0.1123	-0.2686	1.2402	0.5078	98	-0.083	-0.2783	1.2451	0.5566	148	-0.0146	-0.2393	1.1328	-0.0977	198	0.0781	-0.166	1.2256	0.4883
49	-0.127	-0.2344	1.25	0.5225	99	-0.083	-0.2686	-6.3965	-1.7236	149	-0.0293	-0.2734	1.2256	-0.0732	199	0.0732	-0.2051	1.2744	0.6006
50	-0.1318	-0.1807	1.2256	0.5762	100	-0.1025	-0.249	1.2402	-0.7715	150	-0.1074	-0.2783	1.2598	0.3418	200	0.0244	-0.2588	1.2256	0.5322

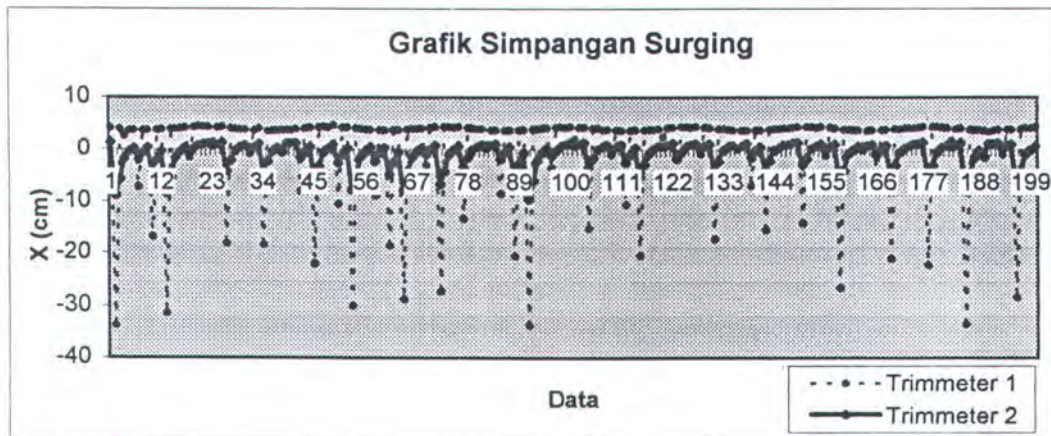
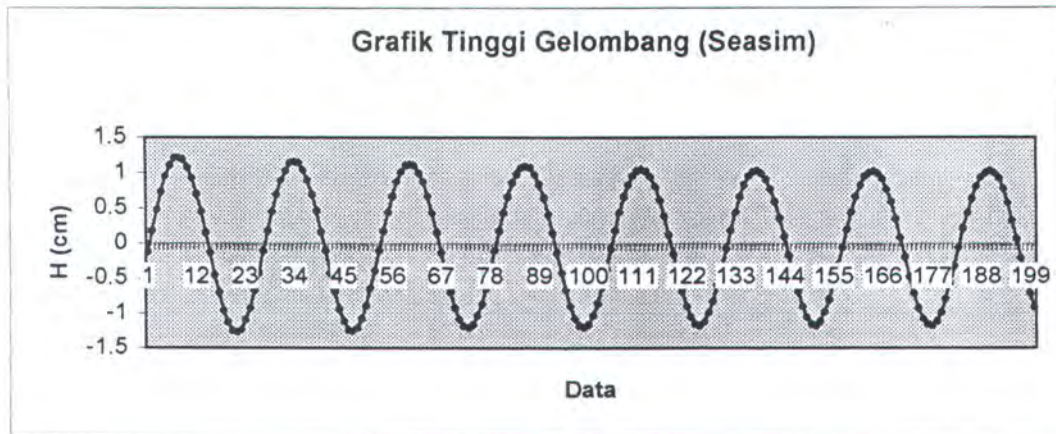
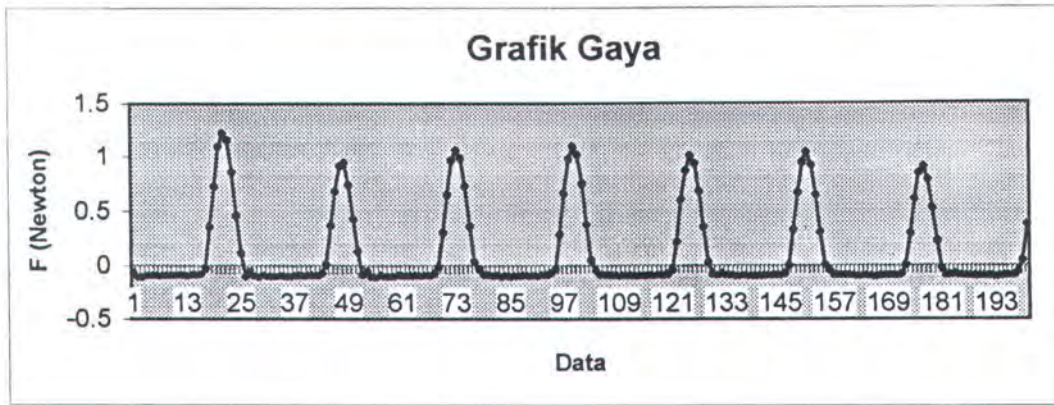
Lampiran D - 1

HAI - 10

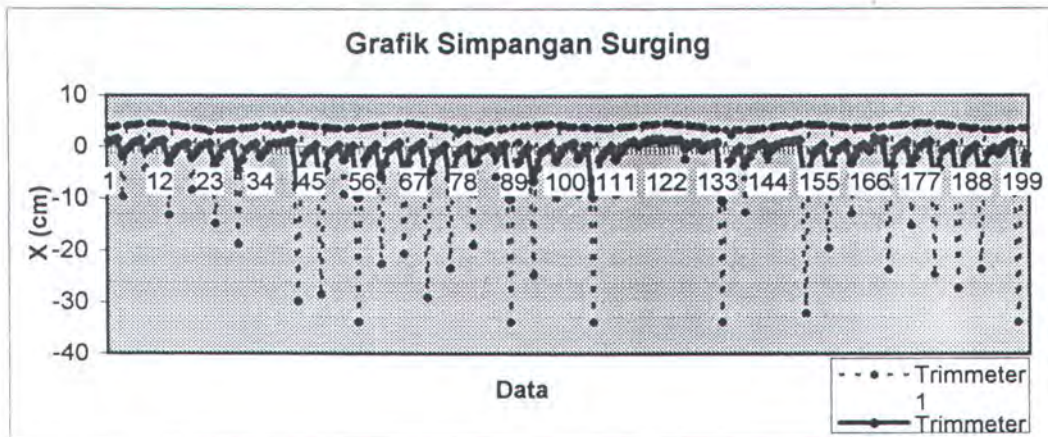
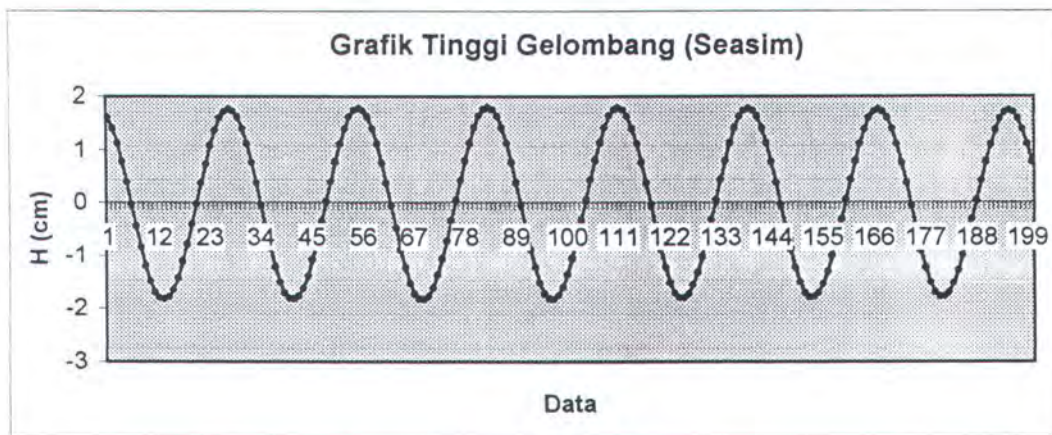
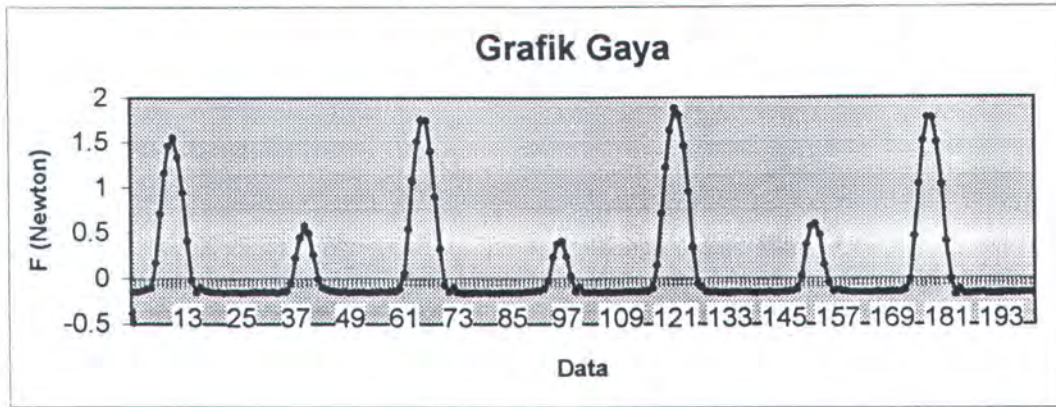
Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 4 cm, Periode 1.2 dt



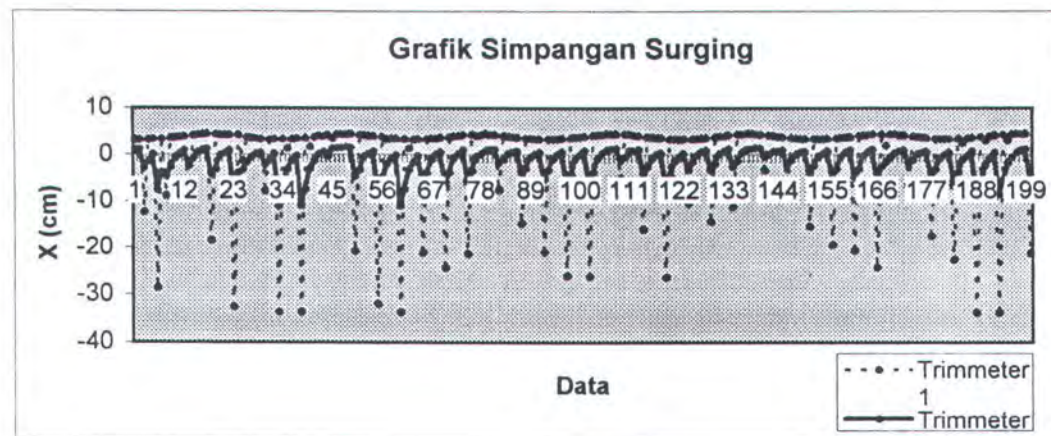
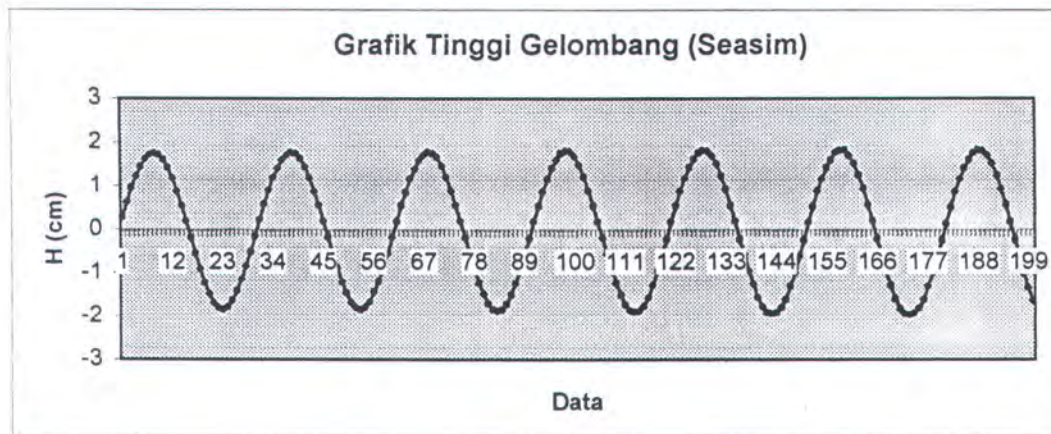
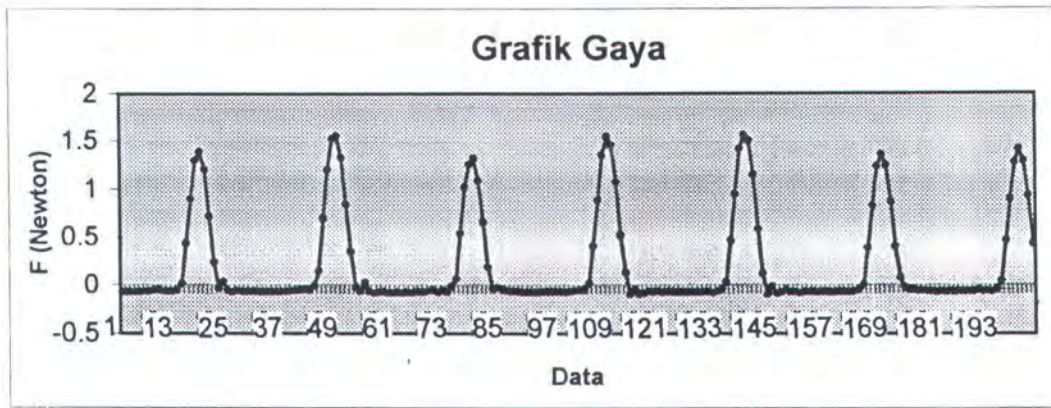
Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 4 cm, Periode 1.3 dt



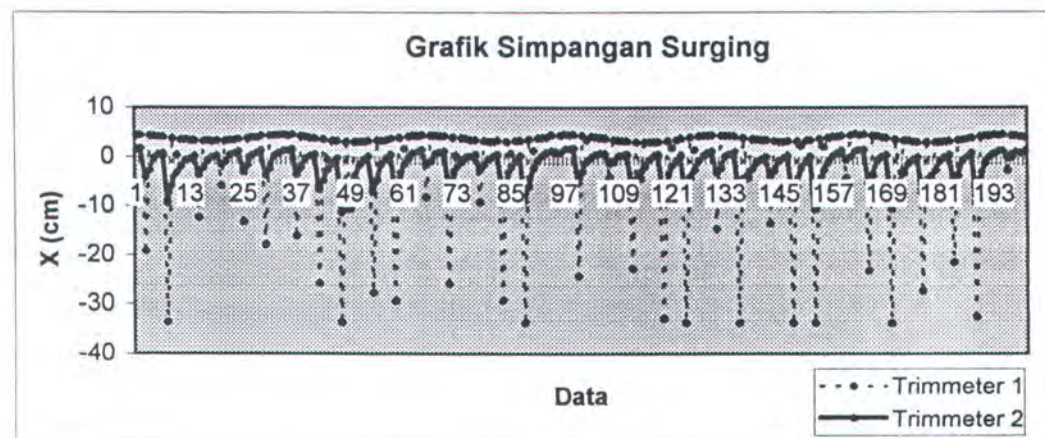
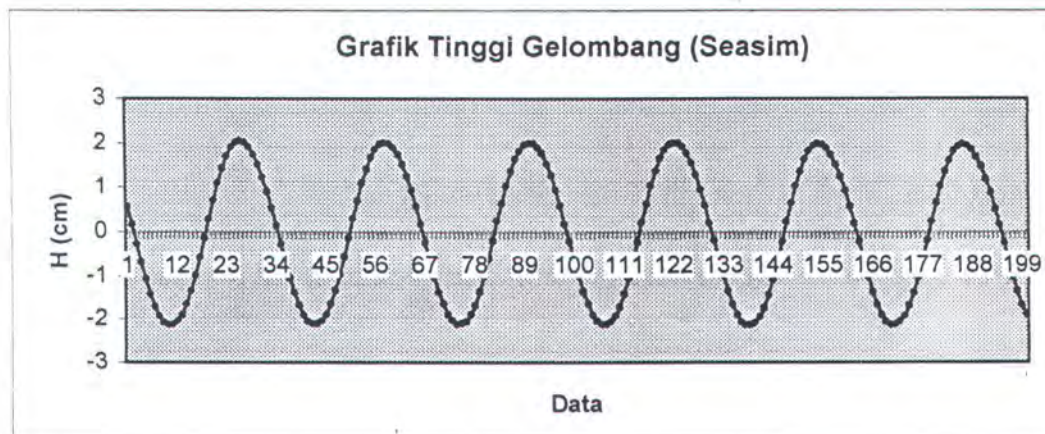
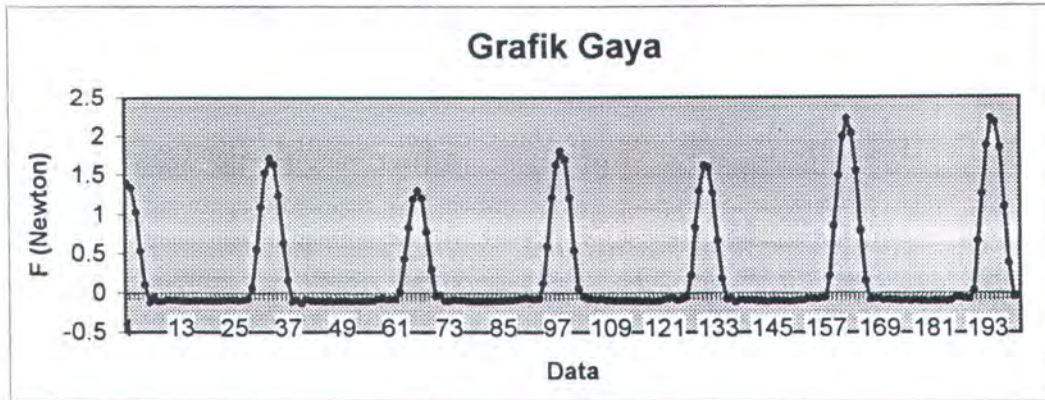
Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 4 cm, Periode 1.4 dt



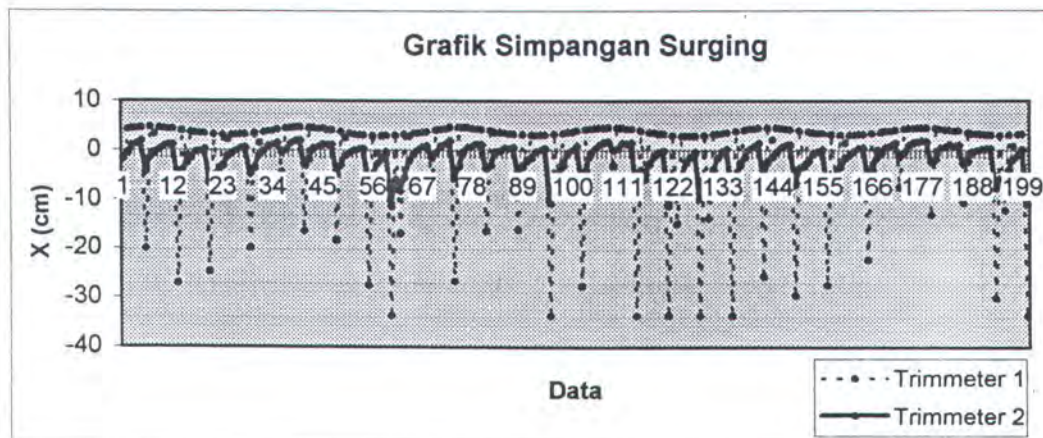
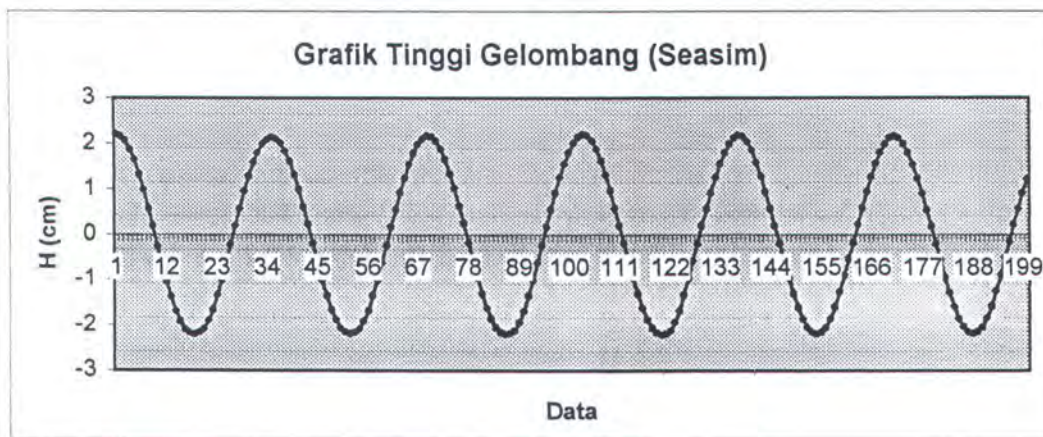
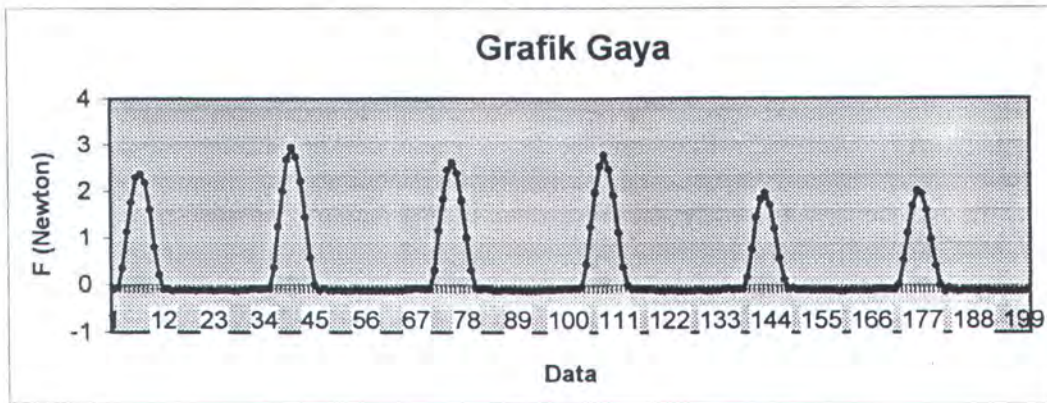
Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 4 cm, Periode 1.5 dt



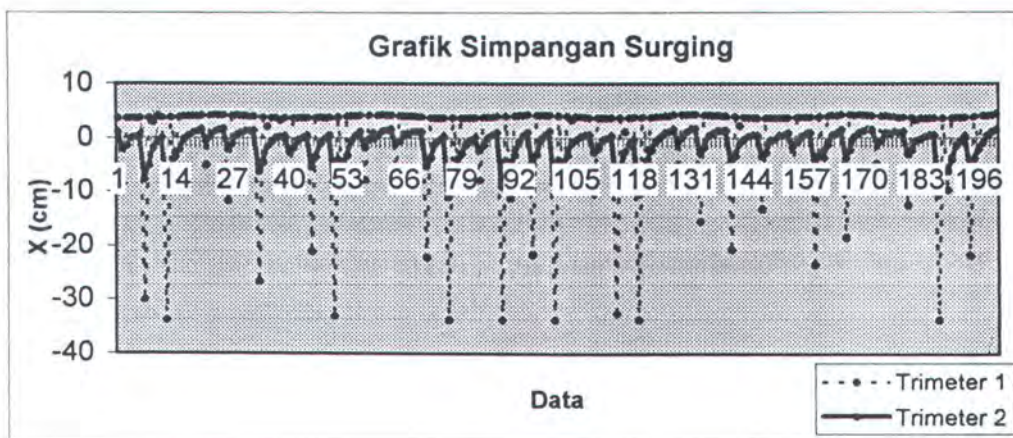
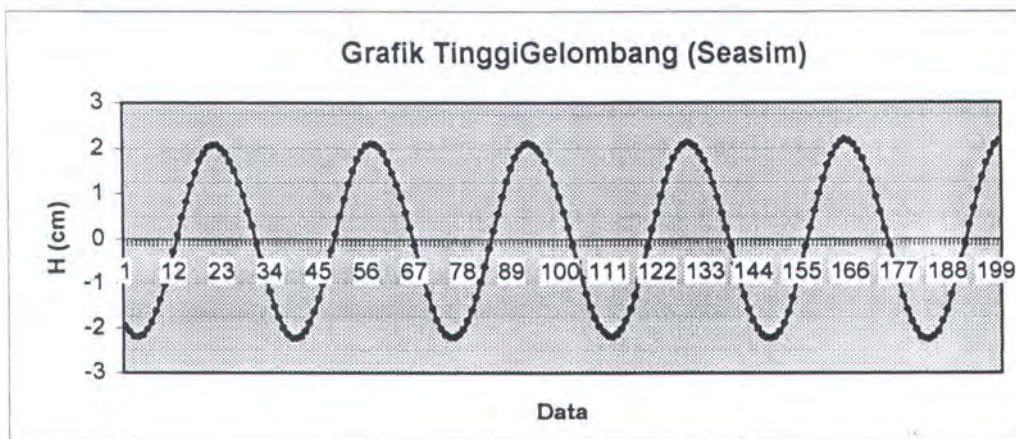
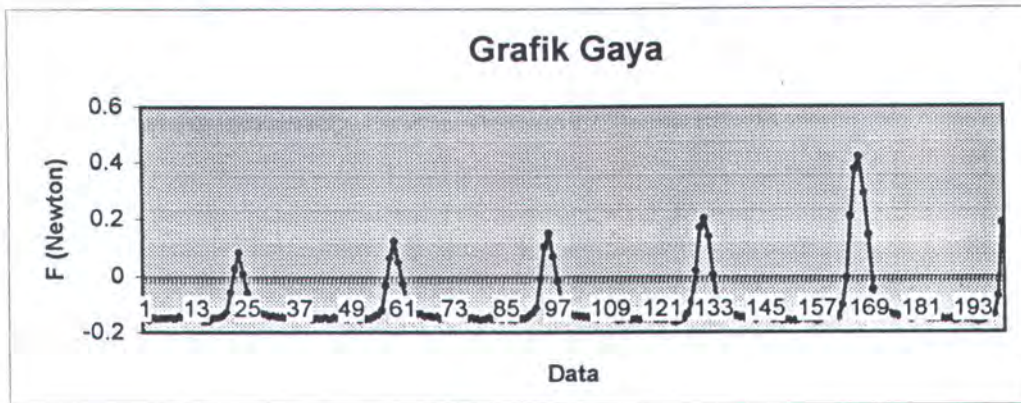
Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 4 cm, Periode 1.6 dt



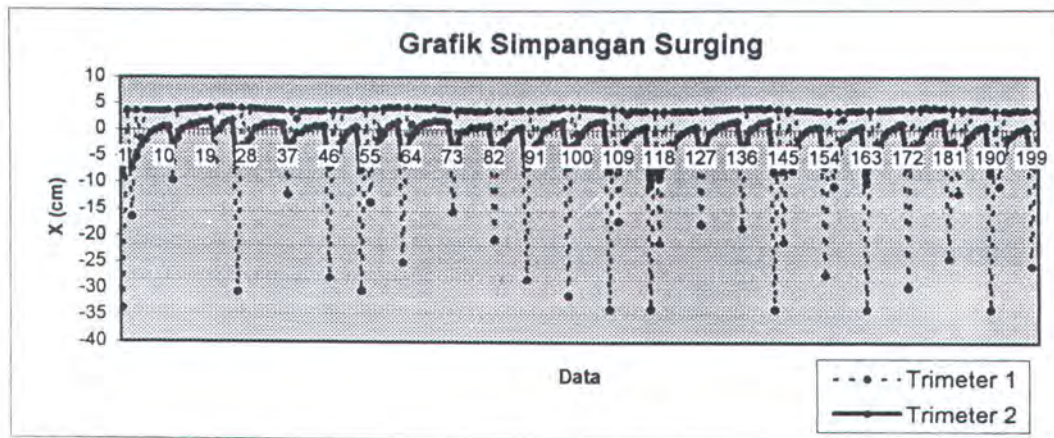
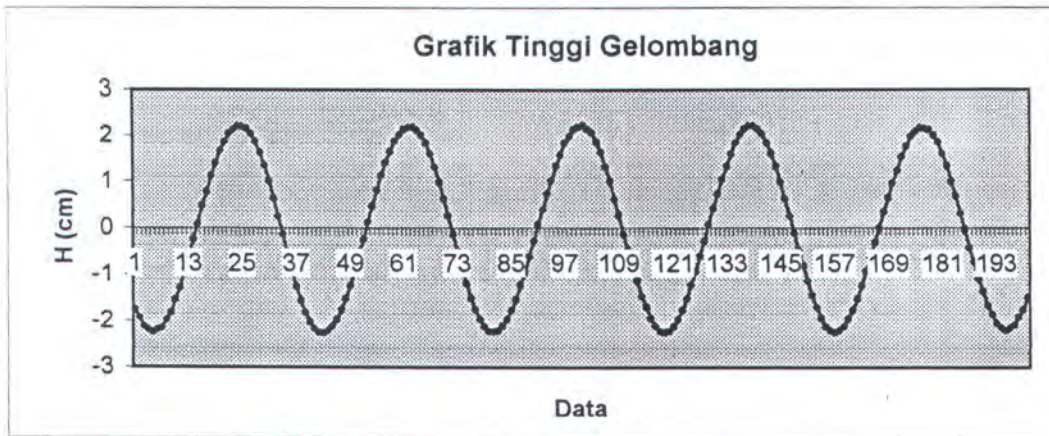
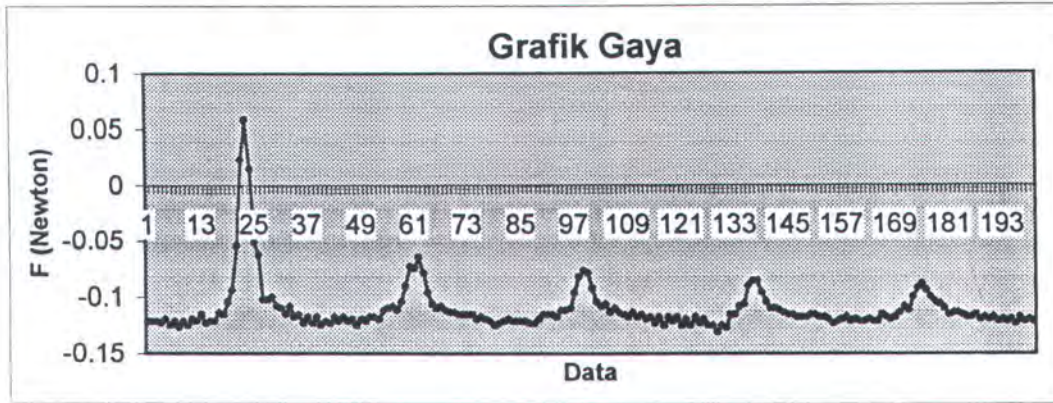
Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 4 cm, Periode 1.7 dt



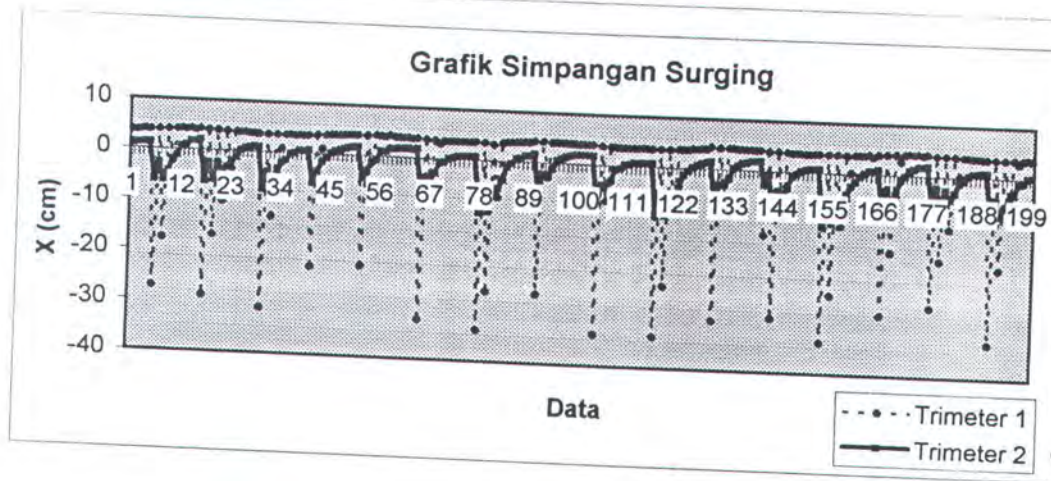
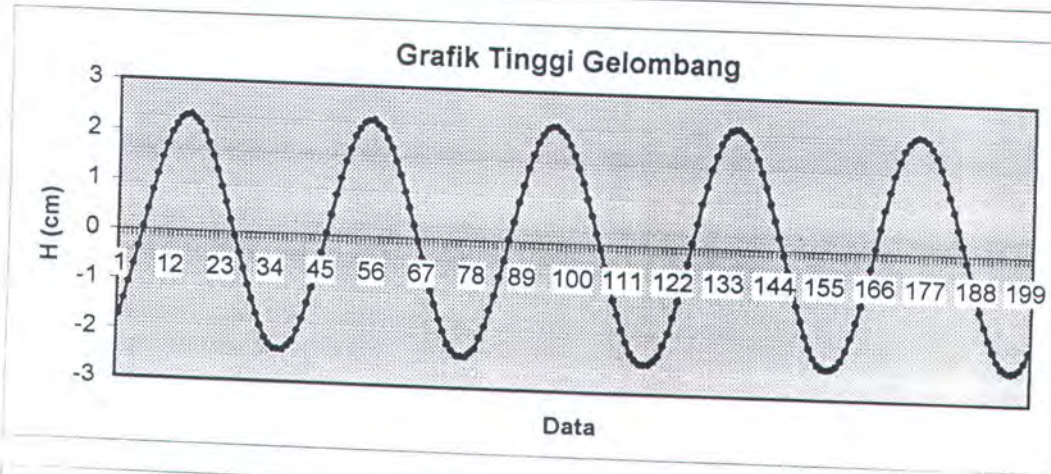
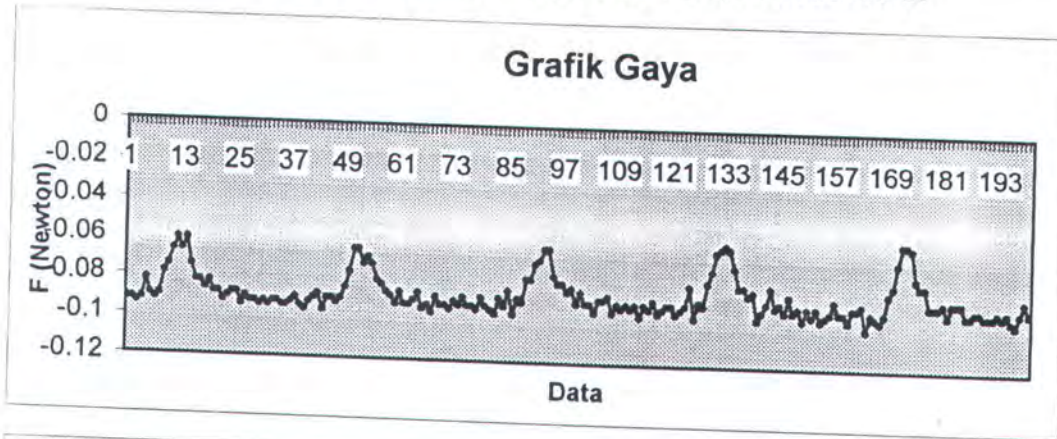
Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 4 cm, Periode 1.8 dt



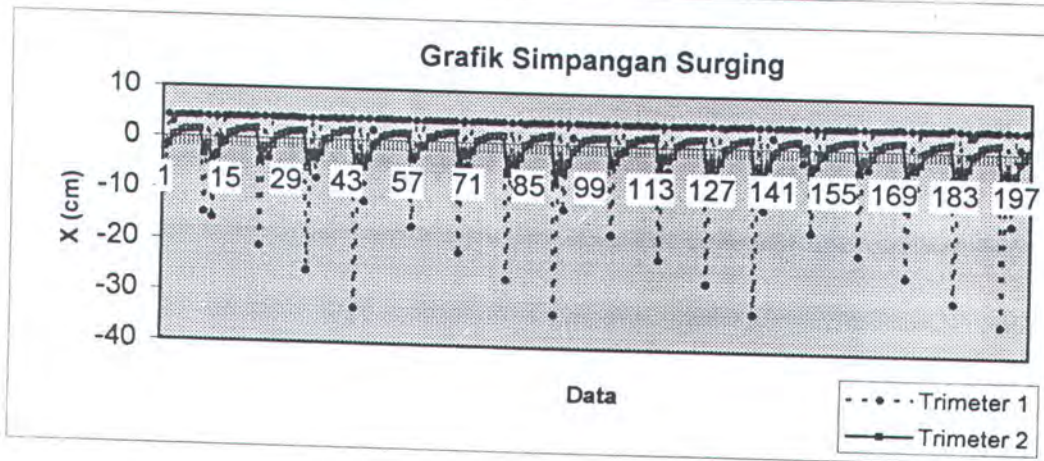
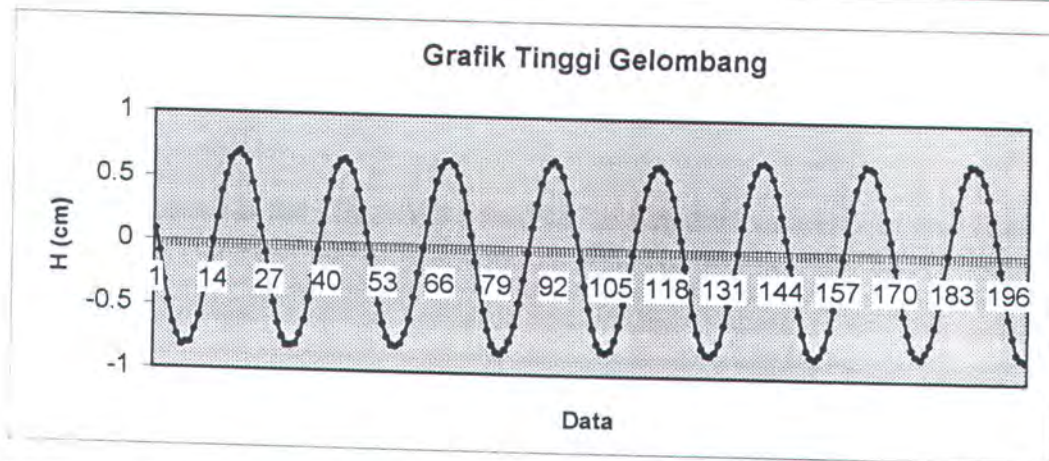
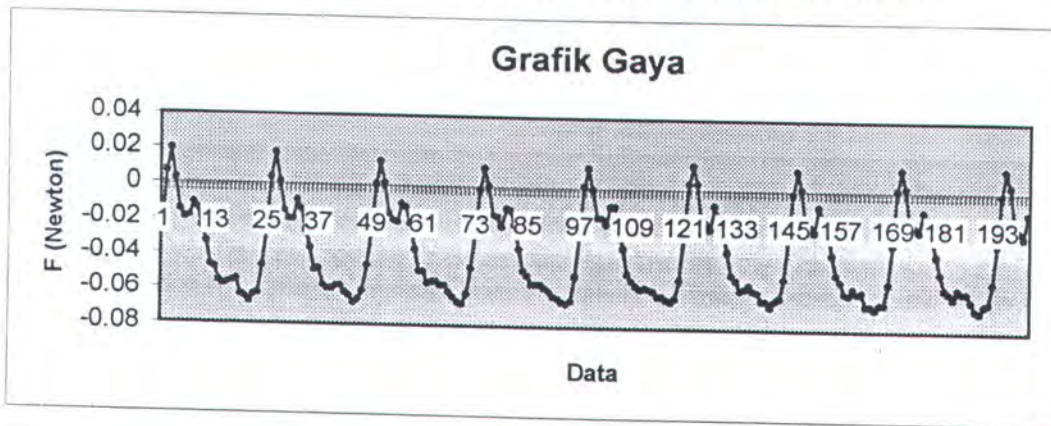
Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 4 cm, Periode 1.9 dt



Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 4 cm, Periode 2.0 dt



Grafik Gaya, Simpangan, dan Tinggi Gelombang
 Kondisi Sarat 6.5 cm, Tinggi Gel. 2 cm, Periode 1.2 dt



Ringkasan hasil eksperimen :

1. Sarat 22.4 cm

T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	F (N)		Xa (cm)		Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m	H = 0.04 m	H = 0.02 m	H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.20	5.2333	1.3401	0.8146	0.1157	9.8481	6.0698	0.0944	0.1046
1.30	4.8308	1.1418	0.9446	0.1301	10.2904	7.4714	0.1091	0.1231
1.40	4.4857	0.9845	1.4541	0.1544	10.4796	6.9285	0.1163	0.1417
1.50	4.1867	0.8576	2.0449	0.1804	9.7724	7.4606	0.1158	0.1622
1.60	3.9250	0.7538	3.0918	0.2850	9.2163	7.2491	0.0957	0.1802
1.70	3.6941	0.6677	3.3783	0.4526	6.7522	7.9314	0.0550	0.1978
1.80	3.4889	0.5956	3.9147	0.8066	7.6619	8.1533	0.0578	0.2066
1.90	3.3053	0.5345	3.9980	1.2344	7.5109	8.2735	0.0558	0.2099
2.00	3.1400	0.4824	3.9980	0.0858	7.4427	7.7967	0.0597	0.2942

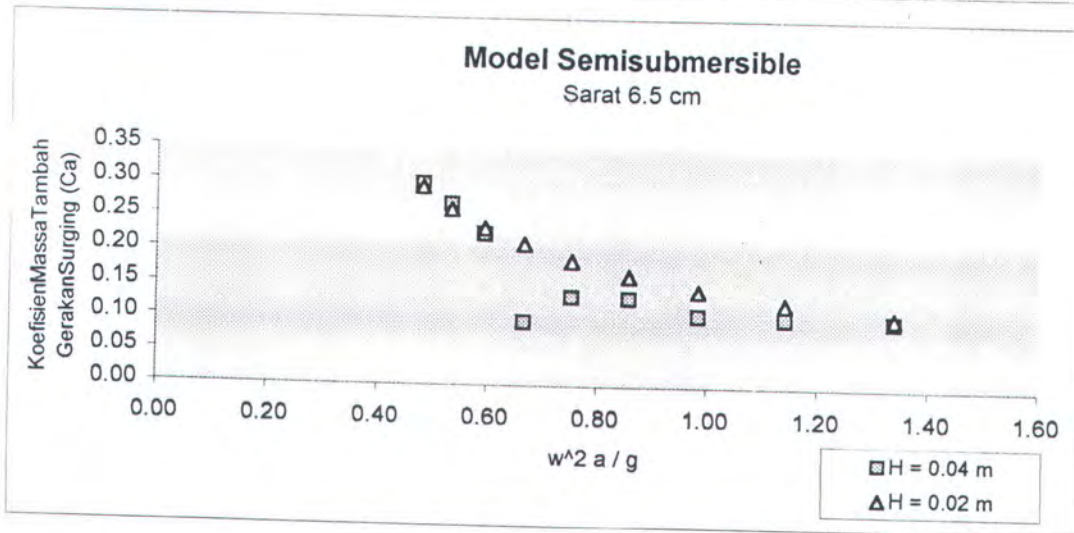
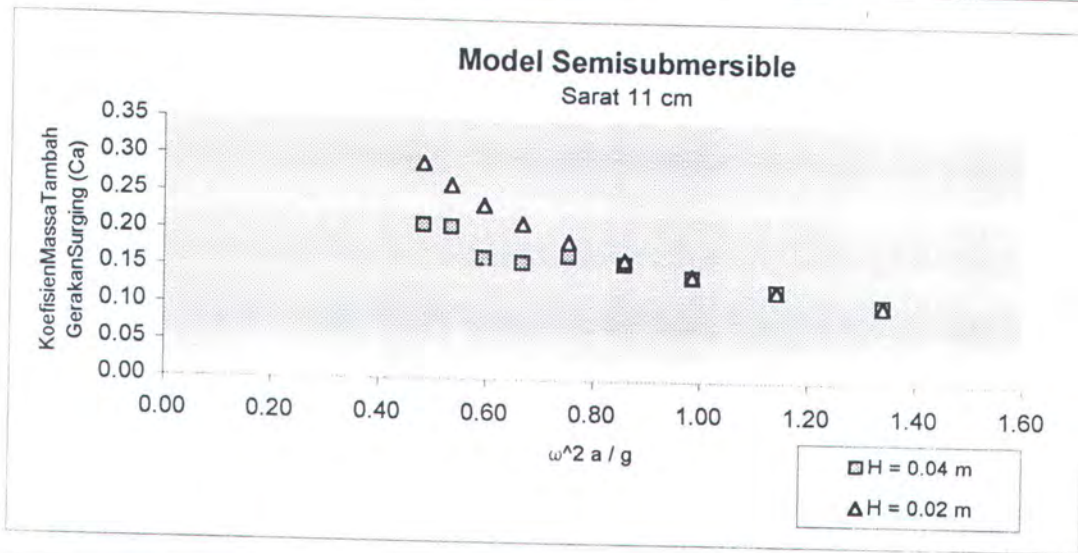
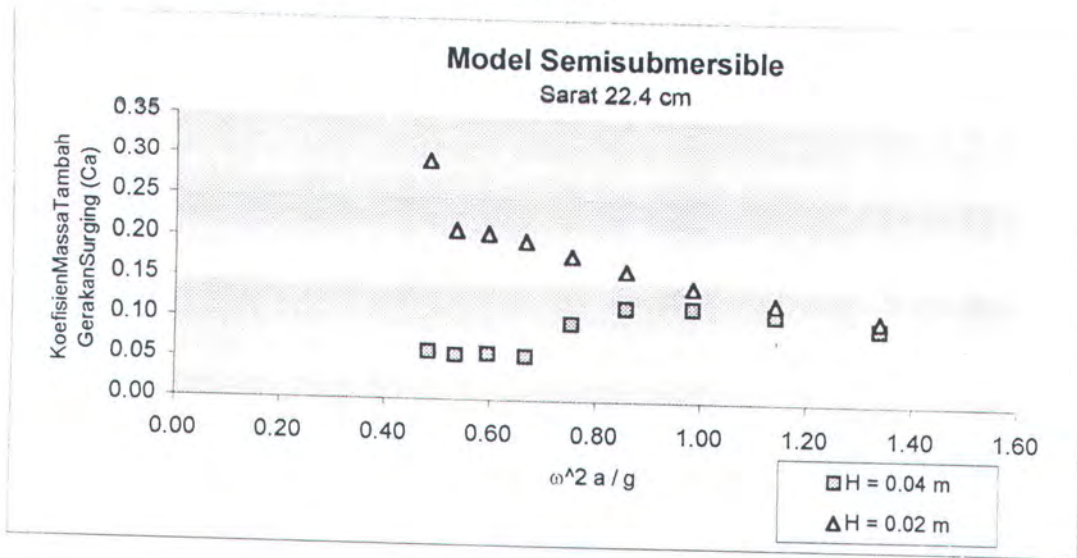
2. Sarat 11 cm

T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	F		Xa		Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m	H = 0.04 m	H = 0.02 m	H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.20	5.2333	1.3401	0.1299	0.0726	10.0650	5.3396	0.1056	0.1055
1.30	4.8308	1.1418	0.1346	0.0770	9.1923	6.3339	0.1236	0.1241
1.40	4.4857	0.9845	0.2109	0.0979	8.6432	6.5496	0.1413	0.1433
1.50	4.1867	0.8576	0.3984	0.1003	9.7855	5.9695	0.1581	0.1641
1.60	3.9250	0.7538	0.7425	0.0972	9.0670	6.8766	0.1681	0.1874
1.70	3.6941	0.6677	1.2858	0.0941	7.2027	6.5239	0.1586	0.2115
1.80	3.4889	0.5956	1.3994	0.1057	6.4875	5.6439	0.1644	0.2355
1.90	3.3053	0.5345	0.9934	0.1086	6.2352	5.3633	0.2059	0.2618
2.00	3.1400	0.4824	1.3203	0.1031	6.4943	5.7654	0.2085	0.2912

3. Sarat 6.5 cm

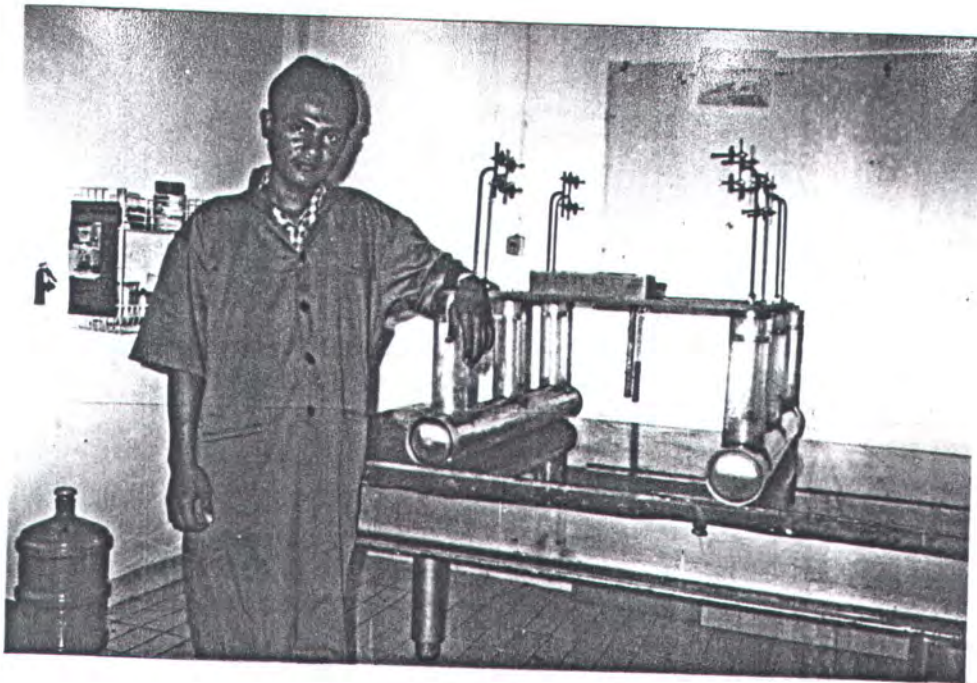
T (dt)	ω (rad/dt)	$\omega^2 a / g$	F		Xa		Ca	
			H = 0.04 m	H = 0.02 m	H = 0.04 m	H = 0.02 m	H = 0.04 m	H = 0.02 m
1.20	5.2333	1.3401	0.4153	0.0787	8.2847	5.0687	0.0996	0.1052
1.30	4.8308	1.1418	1.0399	0.0719	8.5028	5.4770	0.1034	0.1239
1.40	4.4857	0.9845	1.7173	0.1356	9.3306	7.7042	0.1064	0.1427
1.50	4.1867	0.8576	1.4369	0.1032	9.6616	7.4591	0.1310	0.1648
1.60	3.9250	0.7538	1.8024	0.1392	8.7263	6.8766	0.1325	0.1857
1.70	3.6941	0.6677	2.4346	0.1138	6.4618	6.5239	0.0948	0.2105
1.80	3.4889	0.5956	0.3460	0.1424	6.9232	5.6439	0.2243	0.2332
1.90	3.3053	0.5345	0.0438	0.1352	6.9328	5.3633	0.2674	0.2598
2.00	3.1400	0.4824	0.0298	0.1525	6.6735	10.0195	0.2972	0.2924

Grafik Koefisien Massa Tambah Hasil Percobaan

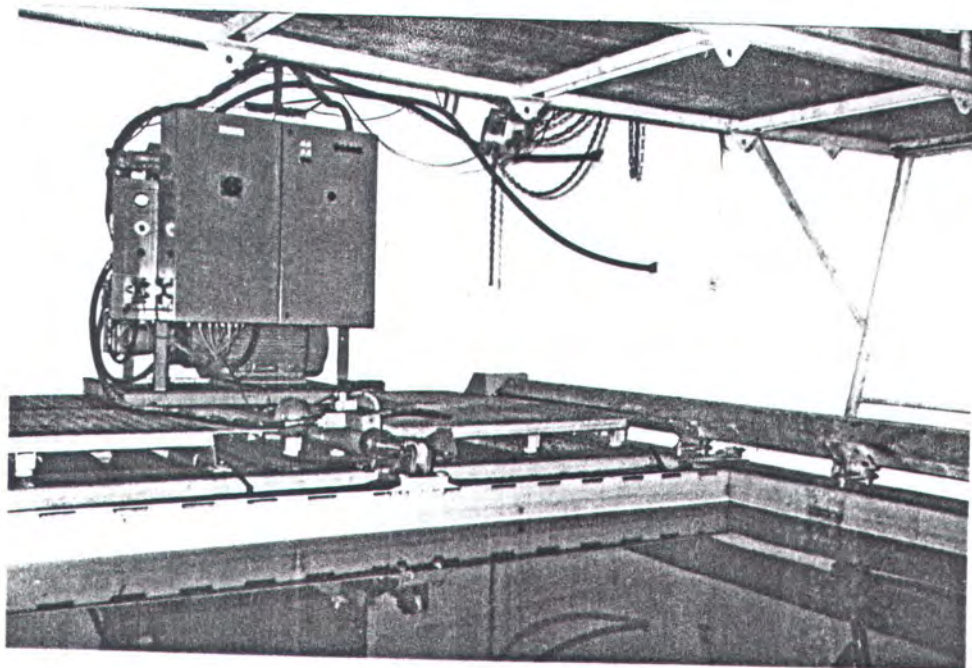




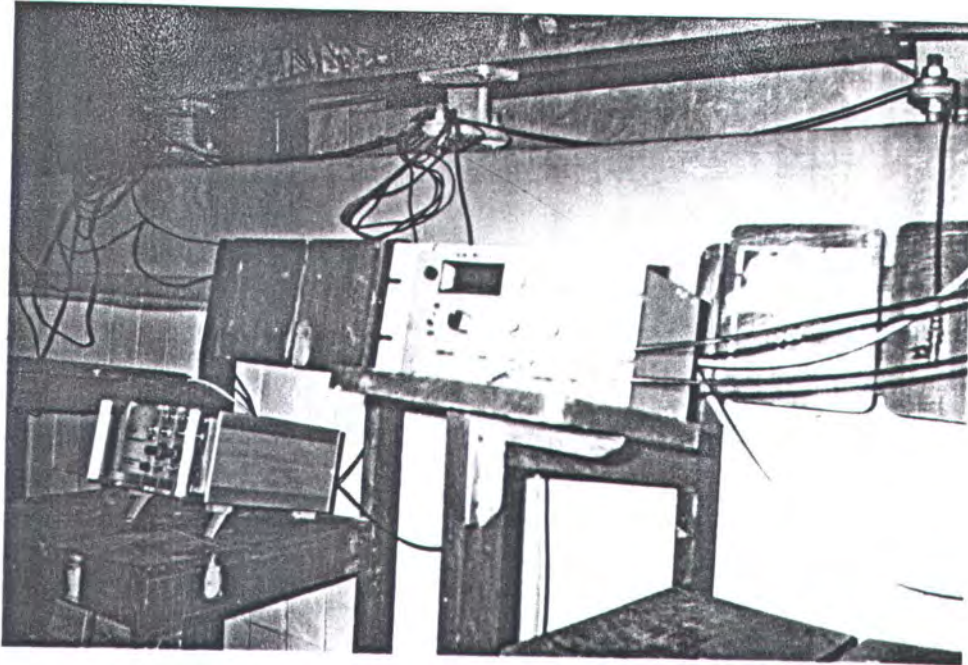
LAMPIRAN E
PHOTO EKSPERIMEN



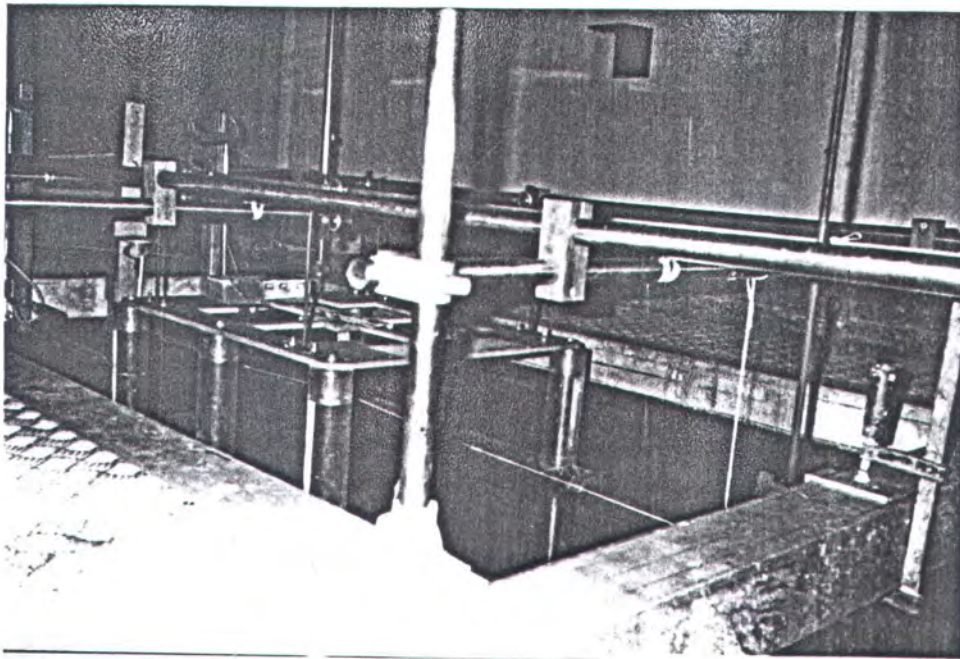
Gambar 1. Model Uji



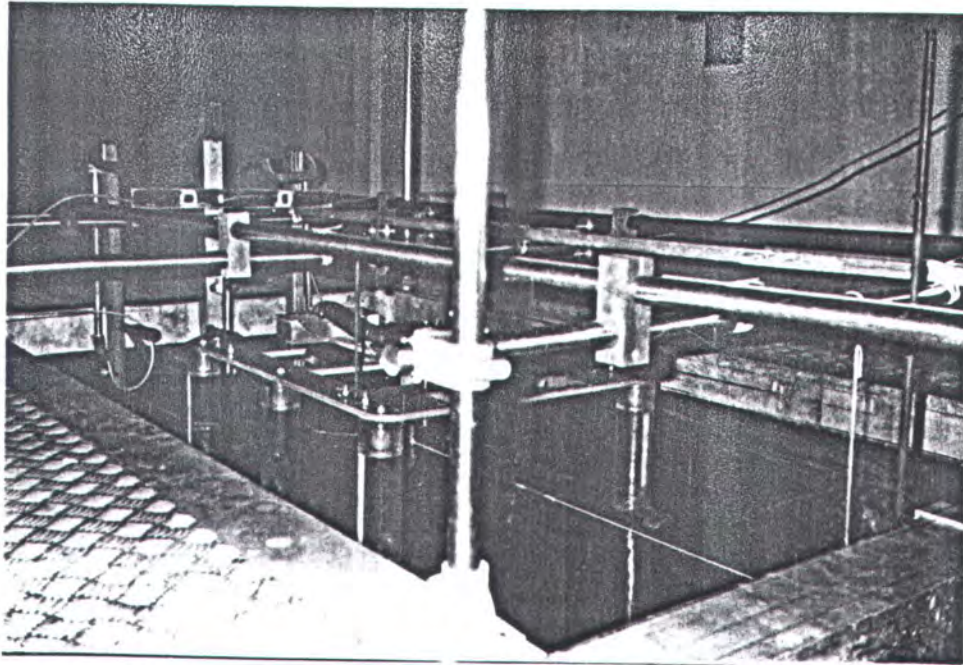
Gambar 2. Peralatan Pembuat Gelombang (Wave Maker)



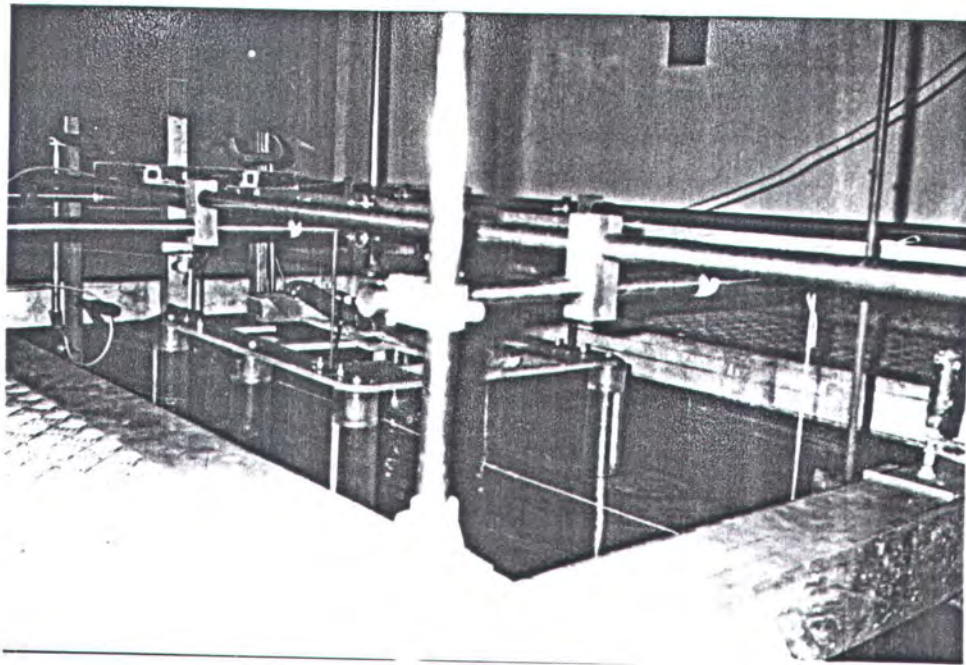
Gambar 3. Peralatan Seasim dan Trimmeter Amplifier



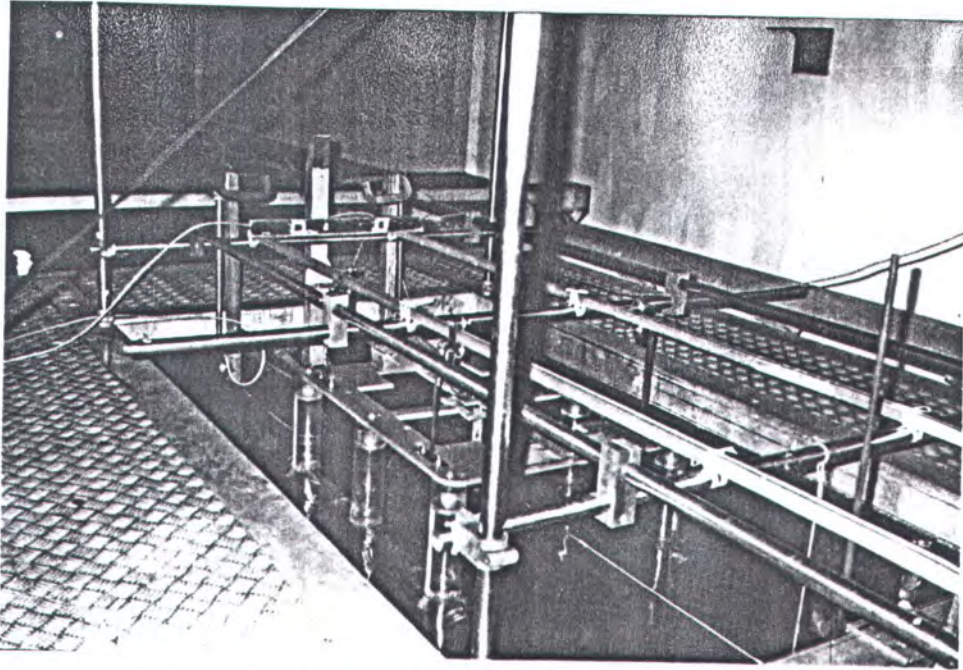
Gambar 4. Percobaan Pada Kondisi Sarat 6.5 cm
Tinggi Gelombang 4 cm Periode 1.3 dt



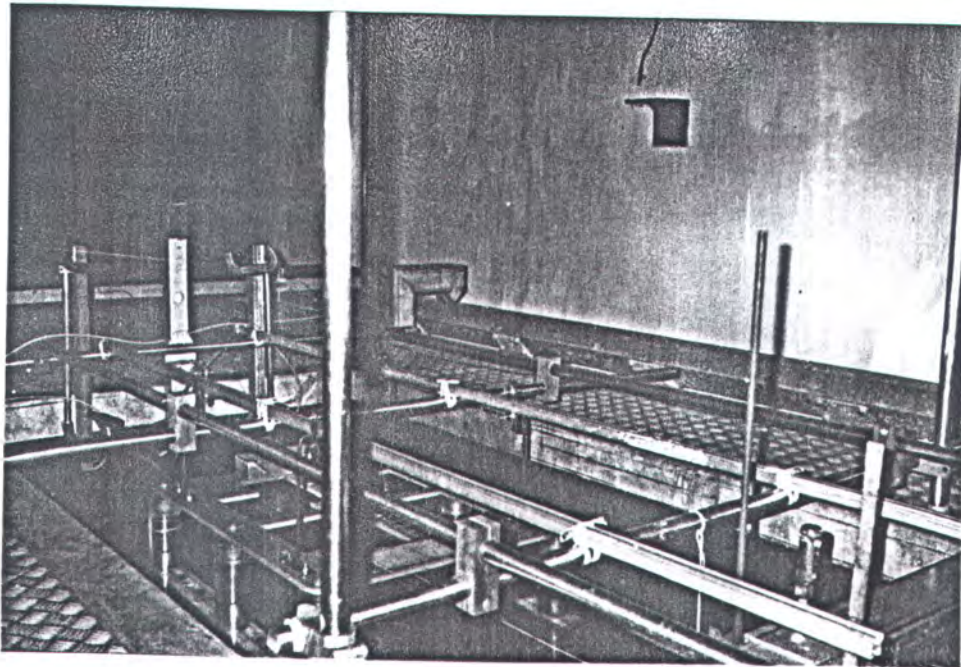
Gambar 5. Percobaan Pada Kondisi Sarat 6.5 cm
Tinggi Gelombang 2 cm Periode 1.4 dt



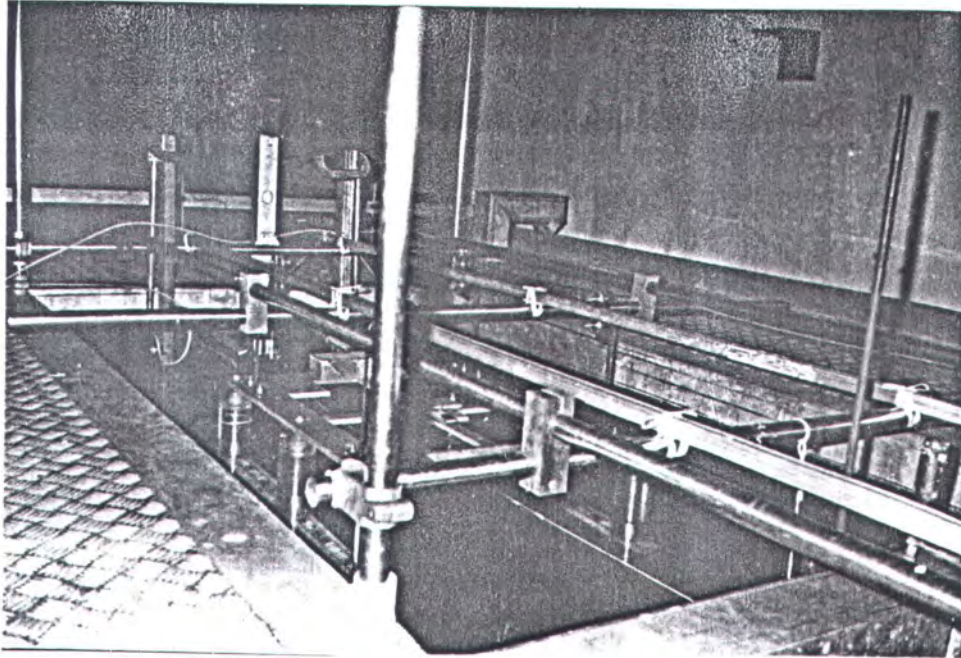
Gambar 6. Percobaan Pada Kondisi Sarat 11 cm
Tinggi Gelombang 4 cm Periode 1.5 dt



Gambar 7. Percobaan Pada Kondisi Sarat 11 cm
Tinggi Gelombang 2 cm Periode 1.2 dt



Gambar 8. Percobaan Pada Kondisi Sarat 22.4 cm
Tinggi Gelombang 4 cm Periode 1.8 dt



Gambar 9. Percobaan Pada Kondisi Sarat 22.4 cm
Tinggi Gelombang 2 cm Periode 1.4 dt



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS - Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5947254, 597274 psw. 144 Telex 34224 Fax 5947254

FORMULIR PENGAJUAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini , saya mahasiswa Jurusan Teknik Kelautan FTK - ITS ,

N a m a : NUR SYAHRONI
Nrp. : 4391 100 010
Jenis Kelamin : Laki-laki / Perempuan
Alamat : JL. RODA 06 GEBANG PUTIH, SUKOLILO
SURABAYA
Judul Tugas Akhir : STUDI EKSPERIMENTAL PENENTUAN
KOEFISIEN MASSA TAMBAH DARI
MODEL SEMISUBMERSIBLE AKIBAT
GERAKAN SURGING

Dengan ini mengajukan untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir Wisuda Periode bulan September 1997, dan bersedia memenuhi segala persyaratan yang ditetapkan oleh Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS.

Demikian pengajuan ini saya sampaikan dan atas segala bantuannya saya ucapkan terima kasih.

Mengetahui
Dosen Pembimbing ;

Surabaya , 1 - ASST 1997
Hormat Kami ;

IR MAS MURTEDJO MSc
NIP.

NUR SYAHRONI
NRP. 4391 100 010



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS - Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5947254, 597274 psw. 144 Telex 34224 Fax 5947254

FORMULIR EVALUASI KEMAJUAN TUGAS AKHIR

Kami, dosen pembimbing Tugas Akhir dari mahasiswa :

Nama : NUR SYAHRONI.....
NRP : 439.1.100.010.....
Judul TA : STUDI EKSPERIMENTAL PENENTUAN.....
KOEFSIEN MASSA TAMBAH DARI MODEL
SEMI-SUBMERSIBLE AKIBAT GERAKAN SURGING

Setelah mempertimbangkan butir-butir berikut :

- Keaktifan mahasiswa dalam mengadakan asistensi.
- Proporsi Materi TA yang telah diselesaikan sampai saat ini.
- Prospek penyelesaian TA dalam jangka waktu yang relevan.
- Masa Studi yang tersisa.

Dengan ini kami mengusulkan agar TA mahasiswa tersebut diputuskan untuk :

- Dibatalkan keseluruhannya dan mengajukan judul baru
- Diperkenankan menyelesaikan tanpa perubahan
- Diperkenankan mengikuti Ujian Tugas Akhir dengan Judul :

STUDI EKSPERIMENTAL PENENTUAN KOEFISIEN
MASSA TAMBAH DARI MODEL SEMI-SUBMERSIBLE
AKIBAT GERAKAN SURGING

Selanjutnya mahasiswa diatas diharuskan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhirnya dan dapat mengikuti ujian Tugas Akhir untuk Wisuda 1997.

Surabaya, 1-8-1997
Dosen Pembimbing ;

(IR M. MURTEDIO M.Eng)

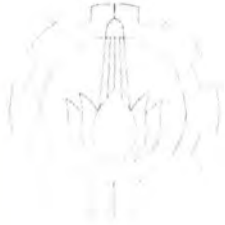
Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan

LEMBAR PRESENTASI KONSULTASI TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : Nur Syahroni
NOMOR POKOK : 4391 100 010
NAMA DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Mas Murtedjo, M. Eng.
2. Dr. Ir. Paulus Indiyono, MSc.
TUGAS DIMULAI : 17 Juli 1996
TUGAS DISELESAIKAN : 1 Agustus 1997
JUDUL TUGAS AKHIR : Studi Eksperimental Penentuan
Koefisien Massa Tambah dari Model
Semisubmersible Akibat Gerakan
Surgung

NO	TANGGAL	KONSULTASI MENGENAI	TANDA TANGAN DOSEN PEMBIMBING
1	25 / 7 / 96	Pendahuluan dan langkah-langkah percobaan	<i>Murtedjo</i>
2	2 / 8 / 96	Konsultasi setting model	<i>Murtedjo</i>
3	14 / 8 / 96	Konsultasi setting model dan Bab I	<i>Murtedjo</i>
4	7 / 9 / 96	Konsultasi dasar teori	<i>Murtedjo</i>
5	10 / 9 / 96	Konsultasi perumusan massa tambah	<i>Murtedjo</i>
6	26 / 5 / 97	Konsultasi setting model dan Bab I, II, dan III	<i>Murtedjo</i>
7	10 / 6 / 97	Konsultasi konstanta pegas	<i>Murtedjo</i>
8	26 / 6 / 97	Persiapan percobaan dan perlengkapan	<i>Murtedjo</i>
9	24 / 7 / 97	Perbaikan Bab I, II, III, IV dan analisa hasil percobaan	<i>Murtedjo</i>
10	25 / 7 / 97	Perbaikan analisa percobaan dan konsultasi Bab V, VI	<i>Murtedjo</i>
11	31 / 7 / 97	Perbaikan Bab V dan VI	<i>Murtedjo</i>
12	1 / 8 / 97	selesai	<i>Murtedjo</i>

Catatan : Lembar Presentasi dan Konsultasi ini harus ditunjukkan pada saat ujian tugas akhir



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS - Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5947254, 597274 psw. 144 Telex 34224 Fax 5947254

LEMBAR PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : NUR SYAHRONI
NOMOR POKOK : 4391 100 010
NAMA DOSEN PEMBIMBING II : DR. IR. PAULUS INDIYONO MSc.
TUGAS DIMULAI : 17 JULI 1996
TUGAS DISELESAIKAN : 1 AGST 1997
JUDUL TUGAS AKHIR : Studi Eksperimental Penentuan Koefisien Massa Tambah Dr. Model Semisubmersible Akibat Gerakan Surging.

No	Tanggal	Konsultasi Mengenai	Tanda -Tangan
1	10 Mei 1997	BAB I, II & III	
2	5 Juni 1997	BAB IV	
3	14 Juli 1997	BAB V	
4	1 Agustus 1997	BAB VI	
5	4 Agustus 1997	Kesimpulan dan	
6			
7			
8			
9			
10			

Catatan : Lembar Presensi ini harus ditunjukkan pada saat Ujian Tugas Akhir.