



SKRIPSI – ME141501

**ANALISA PERFORMA SALTER DUCK TERHADAP PERUBAHAN
PARAMETER GELOMANG LAUT**

Muhammad Fazar
NRP. 4213 100 113

Dosen Pembimbing
Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD., M.MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER
SURABAYA
2017

[Halaman sengaja dikosongkan]



SKRIPSI – ME141501

**ANALYSIS OF SALTER DUCK PERFORMANCE AGAINST SEA WAVE
PARAMETER CHANGES**

Muhammad Fazar
NRP. 4213 100 113

Supervisor :
Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD., M.MT.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
TECHNOLOGY OF SEPULUH NOVEMBER
SURABAYA
2017

[Halaman sengaja dikosongkan]

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PERFORMA SALTER DUCK TERHADAP PERUBAHAN
PARAMETER GELOMBANG LAUT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknik Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MUHAMMAD FAZAR

NRP : 4213100113

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, M.MT ()

NIP: 1959 0410 1987 01 1001

SURABAYA

JULI, 2017

[Halaman sengaja dikosongkan]

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERFORMA SALTER DUCK TERHADAP PERUBAHAN PARAMETER GELOMBANG LAUT

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD FAZAR
NRP. 4213 100 113

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



SURABAYA,
JULI 2017

[Halaman sengaja dikosongkan]

ANALISA PERFORMA SALTER DUCK TERHADAP PERUBAHAN PARAMETER GELOMBANG LAUT

Nama Mahasiswa : Muhammad Fazar
NRP : 4213 100 113
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, M.MT

ABSTRAK

Indonesia adalah negara maritim dengan panjang garis pantai lebih dari 81.000 km serta lebih dari 17.508 pulau dan luas laut sekitar 3,1 juta km² termasuk wilayah pesisir dan lautan Indonesia, dengan luas wilayah kelautan sebesar tiga kali lipat daripada luas daratannya. Oleh karena itu, wilayah laut Indonesia memiliki banyak potensi laut untuk dimanfaatkan. Salah satu wujud pemanfaatan lautnya yaitu pengembangan potensi energi laut di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang (PLTGL). Alat yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga gelombang pada penelitian ini adalah Salter Duck. Dimana amplitudo dan frekuensi gelombang air yang mengenai bentuk Salter Duck akan menyebabkan gerakan naik turun (pitching). Pembahasan dari penelitian ini di titik beratkan pada arah gelombang laut yang berbeda terhadap energi listrik yang dihasilkan. Dari penelitian ini didapatkan daya terbesar yaitu : pada ketinggian sarat 3.5 meter dengan arah gelombang 0-derajat didapatkan daya sebesar 38454.87 watt pada periode 6s.

Kata Kunci: Energi gelombang laut, Salter Duck, PLTGL, Arah Gelombang

,

[Halaman sengaja dikosongkan]

PERFORMANCE ANALYSIS OF DUCK SALTER AGAINST SEA WAVE CHANGE

Name : **Muhammad Fazar**
NRP : **4213 100 113**
Major : **Teknik Sistem Perkapalan**
Advisor : **Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, M.MT**

ABSTRACT

Indonesia is a maritime country with a coastline of approximately 81,000 km in length and more than 17,508 islands and an area of about 3.1 million km² including Indonesia's coastal and marine areas, with an area of maritime three times greater than its land area. Therefore, Indonesia's marine areas have a lot of potential to be utilized. One example of sea utilization in Indonesia is the development of the Sea Wave Power Plant. The tool used for wave power generation in this research is Salter Duck. The amplitude and frequency of water waves on the shape of Salter Duck will cause the movement up and down (pitching). The study of this research is focus on the direction of different ocean waves against electrical energy that is generated. From this research, the biggest power is obtained which are: at 3.5 meters height with 0-degree wave direction, obtained power is 38454.87 watts with period 6s.

Keyword : Sea Wave energy, Salter duck, PLTGL, Wave Angle

[Halaman sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta sholawat dan salam kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Melalui lembar ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghormatan yang sebesar-besarnya atas dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, yaitu:

1. Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan masukan, dukungan, dan nasehat sehingga penulis dapat melewati tahap sarjana ini.
2. Segenap saudara – saudara kandung dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan dan semangat selama pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, M.MT. yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis menyelesaikan penelitian ini.
4. Seluruh Dosen Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan ilmu beserta pengalamannya selama penulis menempuh tahap Sarjana.
5. Kepada sahabat terbaik penulis Nurina Fadiah yang selalu memberikan dukungan dan semangat sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
6. Kepada teman – teman BARAKUDA'13 yang selalu memberikan motivasi, dukungannya selama mengerjakan skripsi ini.
7. Kepada teman teman saya Muhammad Hilman R, Suryo Abi Suroso, Denny Pramana P, Fariz Abyan H, Adhitya WP yang selalu memberikan semangat, masukan dan dukungan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada teman – teman di LABKOM yang selalu menyediakan tempat yang nyaman untuk mengerjakan skripsi ini.
9. Serta semua pihak yang telah membantu saya yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu -persatu.

Penulis berharap semoga untuk kedepannya akan ada usaha untuk penyempurnaan skripsi ini karena penulis sadar masih jauh dari kesempurnaan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Amiin

Surabaya, Juni 2017

Penulis

[Halaman sengaja dikosongkan]

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	1
1.4. Tujuan Skripsi	2
1.5. Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Tinjauan Pustaka	3
2.1.1. Penelitian Terdahulu Tentang Salter Duck oleh Mahasiswa ITS	3
2.2. Gelombang Air Laut.....	4
2.2.1. Definisi	4
2.2.2. Bagian-bagian gelombang	4
2.2.3. Proses Terjadinya Geombang.....	5
2.2.4. Amplitudo.....	8
2.2.5. Frekuensi	8
2.3. Gelombang Reguler.....	8
2.3.1. Teori Gelombang Reguler menurut Airy.....	10
2.4. Salter Duck.....	11
2.4.1. Definisi	11
2.4.2. Desain Salter Duck.....	12
2.4.3. Diameter Salter Duck	12
2.4.4. Momen Inersia.....	13
2.5. MOSES.....	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Identifikasi Perumusan Masalah.....	15
3.2. Studi Literatur.....	15
3.3. Pengumpulan Data	15
3.4. Pembuatan Model.....	15
3.5. Verifikasi	17
3.6. Kesimpulan dan Saran.....	17
3.7. Flowchart Metodologi Penelitian	18
BAB VI ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Umum.....	19
4.2 Geometri dan Dimensi Objek.....	19
4.2.1 Menghitung Jari-Jari Stern (R_2).....	20
4.2.2 Menghitung Jari-Jari Paunch (R_0).....	21
4.2.3 Menghitung Jari-Jari Ideal Paunch (R_0')	21
4.2.4 Menghitung Panjang Garis Permukaan Air (LD).	22
4.2.5 Menghitung Lebar Salter Duck (B).....	22
4.2.6 Menghitung Displacement Salter Duck (M)	22
4.2.7 Menghitung Momen Inersia (I)	22
4.3 Pemodelan Salter Duck	23
4.3.1 Pemodelan dengan AutoCAD	23
4.4 Simulasi Dengan MOSES	25
4.4.1 Meletakkan Koordinat	25
4.4.2 Modelling Salter Duck	25
4.4.3 Modelling Data.....	25
4.4.4. Input Parameter	26
4.4.5. Hasil Simulasi.....	28
4.5 Potensi energi listrik yang terdapat pada Salter Duck.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33

DAFTAR PUSTAKA.....35

[Halaman sengaja dikosongkan]

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 3-Dimensi Terdahulu.....	3
Gambar 2. 2 Multi Salter Duck	3
Gambar 2. 3 Susunan Gelombang Laut.....	4
Gambar 2. 4 Proses Pembentukan Gelombang Laut Akibat Angin	5
Gambar 2. 5 Karakteristik Ombak	6
Gambar 2. 6 Gerakan Periode Bandul.....	8
Gambar 2. 7 Gelombang Reguler.....	9
Gambar 2 . 8 Gelombang Laut Linear.....	10
Gambar 2 . 9 (a) Salter Duck, (b) Multi Salter Duck	11
Gambar 3. 10 Salter Duck	16
Gambar 4. 11 Dimensi Salter Duck.....	19
Gambar 4. 12 (BMKG Stasiun Maritim Perak Surabaya).....	20
Gambar 4. 13 3D Saletr Duck dengan AutoCAD	23
Gambar 4. 14 Mass Properties Salter Duck.....	24
Gambar 4. 15 model 3D dengan MAXSURF	24
Gambar 4. 16 Salter Duck difraksi STRIP dengan sarat 3.5m.....	25
Gambar 4. 17 Input parameter.....	26
Gambar 4. 18 Input parameter 2.....	27
Gambar 4. 19 Animasi yang di simulasikan pada sarat 3.5 m.....	27
Gambar 4. 20 RAO Pitch Hasil Simulasi	29
Gambar 4. 21 Hasil Analisa sarat 3.5 m.....	30
Gambar 4. 22 Grafik Daya Listrik yang dihasilkan tiap periode dan arah gelombang ..	32

[Halaman sengaja dikosongkan]

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data panjang dan periode gelombang laut selatan Jawa Timur	20
Tabel 4. 2 Jarak Lengkungan Profil Paunch (Ro)	21
Tabel 4. 3 Displacement salter duck (M)	22
Tabel 4. 4 Parameter yang akan di masukkan pada MOSES.	26
Tabel 4. 5 RAO Pitch hasil Simulasi.....	28
Tabel 4. 6 Hasil perhitungan respon Salter Duck	30
Tabel 4. 7 Daya yang dihasilkan Salter Duck	31

[Halaman sengaja dikosongkan]

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara maritim dengan panjang garis pantai lebih dari 81.000 km serta lebih dari 17.508 pulau dan luas laut sekitar 3,1 juta km² termasuk wilayah pesisir dan lautan Indonesia, dengan luas wilayah kelautan sebesar tiga kali lipat daripada luas daratannya. Oleh karena itu, wilayah laut Indonesia sangat berpotensi untuk dimanfaatkan. Salah satu potensi laut yang belum diketahui oleh masyarakat adalah energi laut itu sendiri. Salah satu energi laut yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga gelombang laut. Keuntungan pemanfaatan gelombang laut sebagai pembangkit listrik di Indonesia antara lain:

1. Ramah Lingkungan
2. Tersedia di seluruh lautan Indonesia
3. Energi ombak tidak mengenal waktu siang dan malam

Gelombang Laut/Ombak adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/grafik sinusoidal. Gelombang laut disebabkan oleh angin. Ada dua jenis gelombang laut yaitu gelombang reguler dan gelombang ireguler. Angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan, menyebabkan riak-riak, alun/bukit, dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang. Energi gelombang laut adalah energi kinetik yang ada pada gelombang laut digunakan untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan energi listrik.

Namun dalam memanfaatkan energi gelombang laut tersebut mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya sangat tergantung dengan karakteristik gelombang yang kadang-kadang bisa menghasilkan energi yang besar terkadang tidak, sehingga pemilihan lokasi harus diperhitungkan dengan tepat. Lokasi yang ideal adalah yang memiliki gelombang konsisten besar dan selanjutnya dilengkapi dengan peralatan yang tahan terhadap cuaca yang buruk. Jika dibandingkan dengan teknologi hijau lainnya seperti matahari dan angin, energi gelombang laut ini memberikan ketersediaan hingga mencapai 90% dengan kawasan tidak terbatas. Selama ada ombak, maka energi listrik bisa didapat.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di sampaikan permasalahan yang akan dibahas di tugas akhir ini adalah;

1. Bagaimana besarnya energi anggukan (Pitching) dari salter duck terhadap perubahan parameter gelombang laut ?

1.3. Batasan Masalah

Dari permasalahan yang akan diselesaikan, maka perlu adanya batasan masalah agar pembahasan tidak melebar dan mempermudah dalam hal analisa. Batasan yang diberikan sebagai berikut;

1. Analisa hanya di fokuskan pada besarnya energi anggukan dari salter duck
2. Variasi dimensi tidak dengan mendesain Salter Duck, melainkan menggunakan desain yang sudah ada dengan sedikit penambahan modifikasi pada bagian tertentu
3. Analisa salter duck tidak menggunakan mooring atau ponton
4. Data gelombang laut yang digunakan berasal dari data gelombang laut di samudra Hindia sebelah selatan Jawa Timur tepatnya di Kabupaten Malang, Kecamatan Roworante sekitar Pulau Sempu.
5. Analisis menggunakan MOSES Ultarmarine.

1.4. Tujuan Skripsi

Tujuan yang ingin dicapai dari skripsi ini adalah;

1. Untuk mengetahui besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh dari salter duck terhadap perubahan parameter gelombang laut

1.5. Manfaat

Manfaat penelitian yang akan didapatkan setelah penulisan skripsi ini adalah;

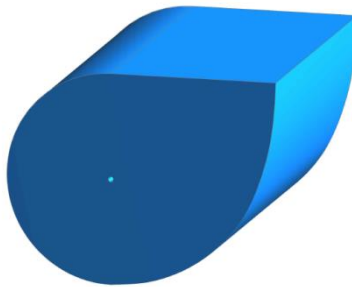
1. Dapat menjadi salah satu alternatif dalam memanfaatkan sumber energi gelombang laut, khususnya di Indonesia
2. Dapat menjadi referensi untuk pengembangan sumber energi gelombang laut
3. Dapat mengetahui daya listrik yang dihasilkan oleh Salter Duck

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu Tentang Salter Duck oleh Mahasiswa ITS

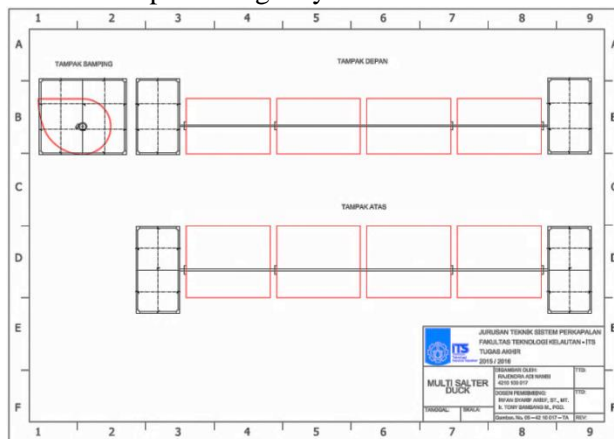
Rajendra Adi Nambi (2016) melakukan perancangan pembangkit listrik tenaga gelombang laut tipe *Multi Salter Duck*. Dalam penelitiannya, Ia merancang *Multi Salter Duck* yang ditempatkan pada laut samudera hindia sebelah selatan Jawa Timur tepatnya dikabupaten Malang, Kecamatan Roworante sekitar Pulau Sempu. Desain dari *Salter Duck* penelitiannya dirancang menggunakan software AutoCAD.



Gambar 2.1 3-Dimensi Terdahulu

Adi Nambi,Rajendra (2016)

Penelitian yang dia lakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil perancangan *Multi Shalter Duck* yang sederhana pada bangunan apung tipe ponton dan mengetahui desain *salter duck*, desain ponton, desain poros dan desain roda gigi. Berikut adalah hasil perancangannya :



Gambar 2. 2 Multi Salter Duck

Adi Nambi,Rajendra (2016)

2.2. Gelombang Air Laut

2.2.1. Definisi

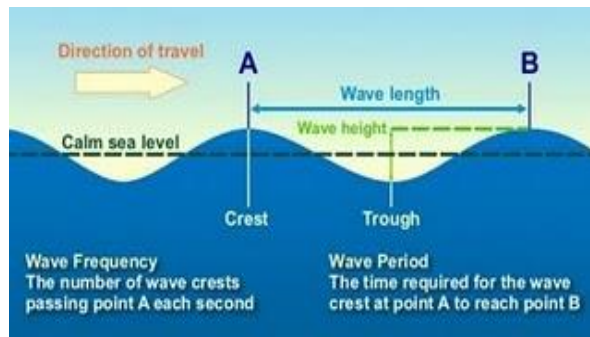
Gelombang air laut adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/grafik *sinusoidal*. Gelombang selalu menimbulkan sebuah ayunan air yang bergerak tanpa henti – hentinya pada lapisan permukaan laut dan jarang dalam keadaan sama sekali diam. Hembusan angin pada cuaca yang tenang sekalipun sudah cukup menimbulkan riak gelombang. Sebaiknya dalam keadaan dimana terjadi badai yang besar dapat menimbulkan suatu gelombang besar yang dapat mengakibatkan suatu kerusakan hebat pada kapal – kapal atau daerah – daerah pantai.

Gelombang / ombak yang terjadi di lautan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam tergantung kepada gaya pembangkitnya. Pembangkit gelombang laut dapat disebabkan oleh: angin (gelombang angin), gaya tarik menarik bumi-bulan-matahari (gelombang pasang-surut), gempa (vulkanik atau tektonik) di dasar laut (gelombang *tsunami*), ataupun gelombang yang disebabkan oleh gerakan kapal.

2.2.2. Bagian-bagian gelombang

Susunan gelombang dilautan baik bentuk maupun macamnya sangat bervariasi dan kompleks. Untuk itu para ahli mendesain sebuah model gelombang buatan untuk memudahkan dalam mempelajarinya, walaupun bentuk gelombang ini kemungkinan tidak akan dijumpai sama seperti gelombang laut yang sebenarnya. Bagian-bagian gelombang ideal adalah :

- *Crest* : merupakan titik tertinggi atau puncak sebuah gelombang
- *Trough* : merupakan titik terendah atau lembah sebuah gelombang
- *Wave height* : merupakan jarak vertikal antara crest dan trough atau disebut juga tinggi gelombang
- *Wave length* : merupakan jarak berturut-turut antara dua buah crest atau dua buah trough, disebut juga satu panjang gelombang
- *Wave period* : waktu yang dibutuhkan crest untuk kembali pada titik semula secara berturut-turut, disebut juga periode gelombang
- *Wave steepness* : perbandingan antara panjang gelombang dengan tinggi gelombang, disebut juga kemiringan gelombang.



Gambar 2. 3 Susunan Gelombang Laut

2.2.3. Proses Terjadinya Geombang

Proses terbentuknya pembangkitan gelombang di laut oleh gerakan angin belum sepenuhnya dapat dimengerti, atau dapat dijelaskan secara terperinci. Tetapi menurut perkiraan, gelombang terjadi karena hembusan angin secara teratur, terus-menerus, di atas permukaan air laut. Hembusan angin yang demikian akan membentuk riak permukaan, yang bergerak kira-kira searah dengan hembusan angin (lihat Gambar).



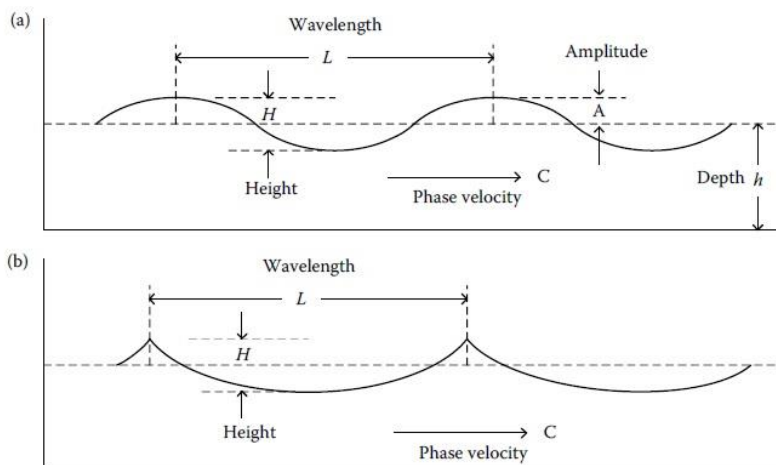
Gambar 2. 4 Proses Pembentukan Gelombang Laut Akibat Angin

Bila angin masih terus berhembus dalam waktu yang cukup panjang dan meliputi jarak permukaan laut (*fetch*) yang cukup besar, maka riak air akan tumbuh menjadi gelombang. Pada saat yang bersamaan, riak permukaan baru akan terbentuk di atas gelombang yang terbentuk, dan selanjutnya akan berkembang menjadi gelombang – gelombang baru tersendiri. Proses yang demikian tentunya akan berjalan terus menerus (kontinyu), dan bila gelombang diamati pada waktu dan tempat tertentu, akan terlihat sebagai kombinasi perubahan-perubahan panjang gelombang dan tinggi gelombang yang saling bertautan. Komponen gelombang secara individu masih akan mempunyai sifat-sifat seperti gelombang pada kondisi ideal, yang tidak terpengaruh oleh gelombang-gelombang lain. Sedang dalam kenyataannya, sebagai contoh, gelombang-gelombang yang bergerak secara cepat akan melewati gelombang-gelombang lain yang lebih pendek (lamban), yang selanjutnya mengakibatkan terjadinya perubahan yang terus-menerus bersamaan dengan gerakan gelombang-gelombang yang saling melampaui.

Bhat (1978), Garisson (1993), dan Gross (1993) mengemukakan bahwa ada 4 bentuk besaran yang berkaitan dengan gelombang. Yakni :

- a. Amplitudo gelombang (A) adalah jarak antara puncak gelombang dengan permukaan rata-rata air.
- b. Frekuensi gelombang (f) adalah sejumlah besar gelombang yang melintasi suatu titik dalam suatu waktu tertentu (biasanya didefinisikan dalam satuan detik).
- c. Kecepatan gelombang (C) adalah jarak yang ditempuh gelombang dalam satu satuan waktu tertentu.
- d. Kemiringan gelombang (H/L) adalah perbandingan antara tinggi gelombang dengan panjang gelombang.

Bentuk fisik dari gelombang laut telah dijelaskan oleh Van Dorn In. Karakteristik terdapat dua karakteristik dari ombak yang dibedakan atas periodenya. pada gambar 2.5 dijelaskan dua tipe dari gelombang.



Gambar 2. 5 Karakteristik Ombak

(Alireza K, 2010)

Untuk pertama harus mengemukakan energi gelombang yang terdapat. Energi gelombang total adalah jumlah dari energi kinetic dan energi potensial. Total energi potensial dan energi kinetic dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$E = \frac{1}{2} \rho g A^2 \quad \dots(2.1)$$

Dengan : g = percepatan grafitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

ρ = densitas air (1000 kg/m^3)

A = amplitudo gelombang (m)

Untuk mendapatkan rata – rata energi atau daya dari periode ombak, energi E dikalikan dengan kecepatan rambat gelombang, v_g .

$$v_g = \frac{L}{2T} \quad \dots(2.2)$$

Dengan keterangan T adalah periode gelombang (s) dan L adalah panjang gelombang (m)

$$P_w = \frac{1}{2} \rho g A^2 \frac{L}{2T} \quad \dots(2.3)$$

Jika periode gelombang dan panjang dihubungkan, sehingga

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \quad \dots(2.4)$$

Sehingga didapatkan :

$$P_w = \frac{\rho g A^2 T}{8\pi} \quad \dots(2.5)$$

Dengan menggunakan amplitudo gelombang, daya ombak dapat juga dituliskan sebagai fungsi tinggi gelombang, H, sehingga persamaannya menjadi

$$P_w = \frac{\rho g^2 H^2 T}{32\pi} \quad \dots(2.6)$$

Dari persamaan 2.6 diatas, dapat diketahui gaya ombak yang dikonversikan oleh mekanisme salter duck dengan rumusan sebagai berikut.

$$F \text{ wave} = \frac{P_{\text{wave}}}{v} = \frac{\rho g H^2}{16} \quad \dots(2.7)$$

Dimana c_g merupakan setengah kecepatan rambat suatu gelombang (c). Dengan persamaan

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \dots(2.8)$$

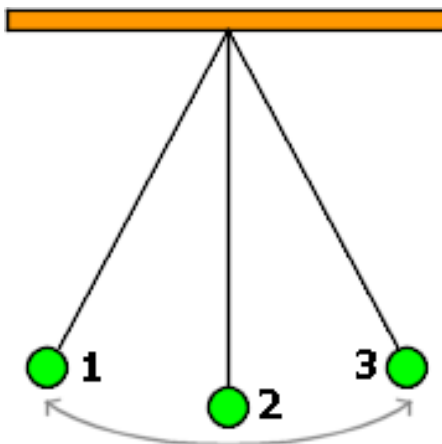
Keterangan :

λ : panjang gelombang (m)

T : periode gelombang (s)

2.2.4. Amplitudo

Amplitudo adalah pengukuran skalar yang nonnegatif dari besar osilasi suatu gelombang. Amplitudo juga dapat didefinisikan sebagai jarak terjauh dari garis kesetimbangan dalam gelombang sinusoide dihitung dari kedudukan seimbang.



Gambar 2. 6 Gerakan Periode Bandul

3 titik setimbang ; 1 dan 3 = titik terjauh (amplitudo)

2.2.5. Frekuensi

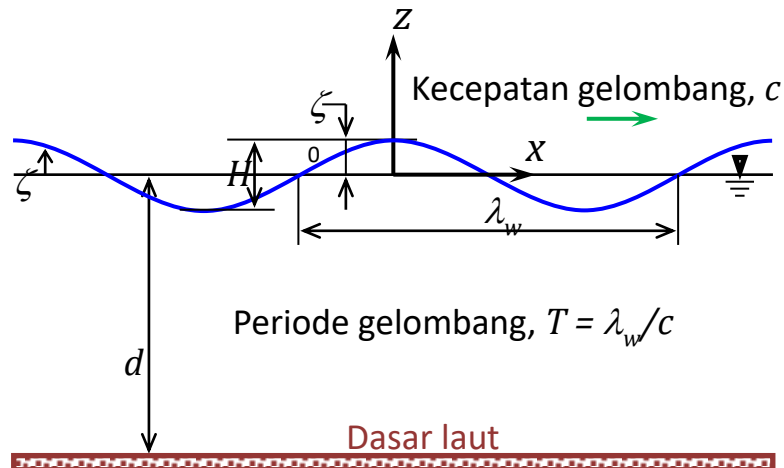
Frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam satuan waktu yang diberikan. Secara alternatif, seseorang bisa mengukur waktu antara dua buah kejadian / peristiwa (dan menyebutnya sebagai periode), lalu memperhitungkan frekuensi (f) sebagai hasil kebalikan dari periode (T), seperti nampak dari rumus di bawah ini :

$$f = \frac{1}{T} \quad \dots(2.10)$$

dengan f adalah frekuensi (hertz) dan T periode (sekon atau detik).

2.3. Gelombang Reguler

Gelombang reguler adalah gelombang yang berpropagasi dengan bentuk tetap dan dapat didefinisikan dengan parameter deterministik. Gelombang ini belum dapat secara langsung mempresentasikan kondisi gelombang laut riil yang bersifat acak. Gelombang yang terjadi pada perairan dengan dasar rata, bukan pada dasar perairan miring seperti pantai (bentuk gelombang propagasi berubah).



Gambar 2. 7 Gelombang Reguler

(Eko B Djatmiko, Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut Di Atas Gelombang Acak)

Definisi dan asumsi gelombang Reguler yang berpropagasi seperti berikut;

- Gelombang dalam koordinat Cartesius (x, y, z)
- Gelombang di asumsikan 2-dimensi berada pada bidang $x-z$
- Gelombang berpropagasi pada arah sumbu $-x$
- Elevasi gelombang positif ke arah sumbu- z diatas datum
- Sumbu y tegak lurus bidang $x-z$
- Gelombang berpropagasi diatas dasar laut yang diasumsikan datar pada kedalaman tetap d dari permukaan air
- Bentuk gelombang diasumsikan tetap, tidak ada arus, dan permukaan gelombang tidak terganggu atau terkontaminasi
- Fluida (air laut) diasumsikan *incompressible*, *inviscid*, *irrotational*

Dengan keterangan sebagai berikut;

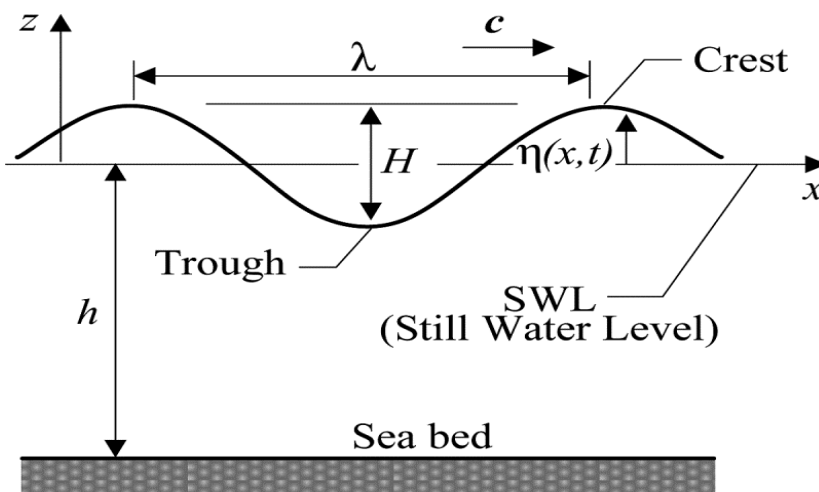
- H adalah tinggi gelombang, yi jarak vertikal dari lembah ke puncak gelombang,
- z_0 adalah amplitudo gelombang, yi jarak vertikal dari lembah atau puncak gelombang ke datum, atau sama dengan $\frac{1}{2}H$
- z adalah elevasi gelombang, yi jarak vertikal permukaan gelombang ke datum, positif bila di atas datum dan negatif bila di bawah datum,
- λ_w adalah panjang gelombang, yi jarak antara dua puncak gelombang yang berturutan,
- T adalah periode gelombang, yi interval waktu antara dua puncak gelombang yang berturutan,
- $c = \lambda_w / T$ adalah kecepatan gelombang atau wave celerity,
- $\omega = 2\pi / T$ adalah frekuensi (sudut) gelombang,

- $k\omega = 2\pi / \lambda$ adalah angka gelombang atau jumlah gelombang per satuan panjang \rightarrow jadi $c = \omega/k$

2.3.1. Teori Gelombang Reguler menurut Airy

Teori gelombang Reguler, sering disebut sebagai gelombang Airy, awalnya dirancang oleh ahli matematika Inggris dan astronom George Airy (1801-1892). Seorang pria dari kepentingan yang sangat luas dalam sains dan teknik, ia mendirikan meridian utama bujur di Greenwich di London, beliau sangat aktif dalam penelitian astronomi, dan membuat kontribusi besar mekanika struktural dan dinamika fluida - termasuk model linier untuk menjelaskan bentuk dan propagasi gelombang permukaan lautan di dunia.

Gelombang laut yang dihasilkan angin di perairan dijelaskan oleh teori Airy, terutama ketika terbentuk secara bertahap mulai dari gelombang dengan amplitude rendah, hingga gelombang dengan amplitude tinggi (swell) yang menghasilkan sinusoidal dalam bentuk amplitudo (A), tinggi (H) antara puncak dan palung dan panjang gelombang (λ). Meskipun tidak ada model matematika menggambarkan gelombang laut persis, pendekatan sinusoidal bekerja dengan baik ketika ketinggian swell jauh lebih kecil dari panjang gelombang.



Gambar 2. 8 Gelombang Laut Linear

(Lynn, Paul A. 2014. Electricity from Wave and Tide (An Introduction to Marine Energy).)

Jika sebuah gelombang yang melintasi permukaan laut dan melewati point particular, kita dapat mengukur interval waktu antara puncak gelombang (crest) dikenal sebagai periode (T). Kebalikan dari periode adalah frekuensi (f), dan kecepatan gelombang (c) kita dapat menulis:

$$T = 1/f = \lambda/c \quad \dots (2.11)$$

Teori Airy memprediksi bahwa periode, panjang gelombang dan kecepatan linier Gelombang di perairan dalam yang saling terkait oleh dua persamaan lanjut:

$$\lambda = gT^2/2\pi \quad \dots (2.12)$$

dan

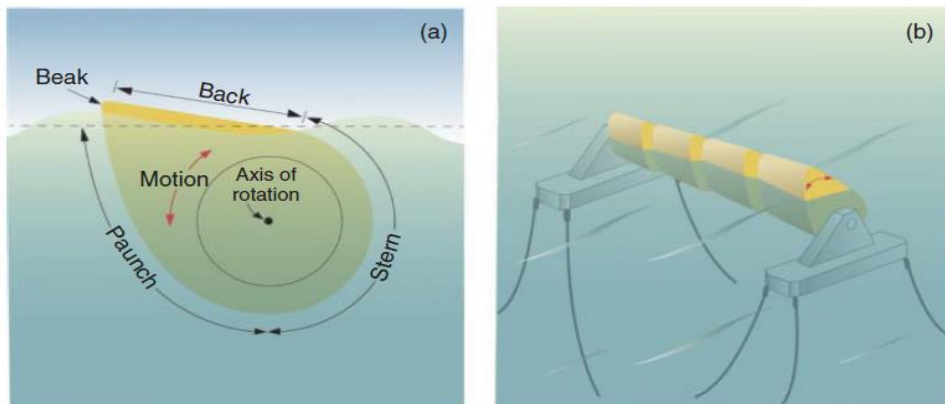
$$c = gT/2\pi \quad \dots (2.13)$$

2.4. Salter Duck

2.4.1. Definisi

Salter Duck adalah salah satu dari banyak konsep untuk *Wave Energy Converter* (WEC), yang berpotensi dapat mengkonversi tenaga gelombang laut/ombak menjadi energi yang dapat digunakan.

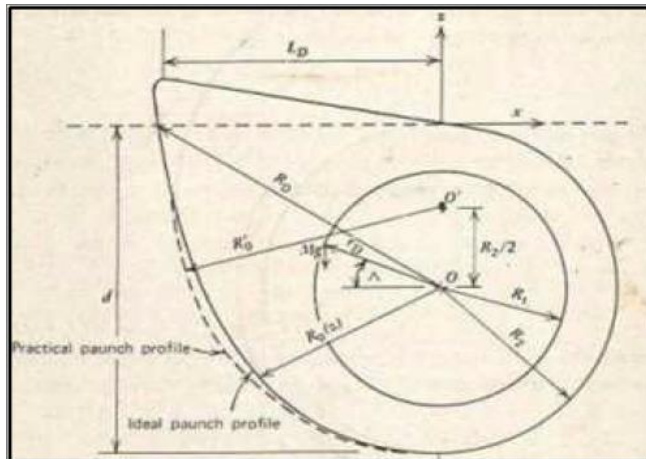
Pada tahun 1974 Salter memperkenalkan suatu konsep pengkonversi energi yang cukup unik yang mampu menghasilkan efisiensi sebesar 90% pada gelombang sinusoidal 2 dimensi. Dia menyebutnya dengan “*nodding duck*” berdasarkan bentuknya maupun operasinya



Gambar 2.9 (a) *Salter Duck*, (b) *Multi Salter Duck*
(Lynn, Paul A. 2014. *Electricity from Wave and Tide (An Introduction to Marine Energy)*)

Paunch dari “*duck*” tersebut dibentuk seperti itu dalam memanfaatkan tekanan dinamik yang disebabkan oleh gelombang yang akan mempengaruhi gerakan partikel dari air yang secara efisien akan memaksa “*duck*” tersebut untuk berotasi pada sumbu O. Sebagai tambahan, perubahan tekanan hidrostatik akan memberikan kontribusi untuk rotasinya dengan menyebabkan *bouyant forebody* dekat beak menjadi naik turun. Ketika kedua tekanan ini mempengaruhi pergerakan dari tiap fase, *nodding duck* mengkonversi dari energi kinetik dan potensial dari gelombang menjadi energi mekanik rotasi. Energi mekanik rotasi ini lalu di konversi menjadi energi listrik dengan menggunakan *hydraulic – electric subsystem*.

2.4.2. Desain Salter Duck



Gambar 2. 1 Dimensi Salter Duck

(McCormick, Michael. 1981., *Ocean Wave Energy Conversion.*)

Dengan keterangan gambar sebagai berikut :

- R_2 = Jari-jari Stern
- R_0 = Jari-jari Paunch
- R_0' = Jari-jari Practical Paunch
- L_D = Panjang garis air
- α = Sudut dari sumbu poros untuk R_0
- r_D = Letak titik berat objek dari sumbu poros

2.4.3. Diameter Salter Duck

Sebagai bagian dari kebanyakan perangkat pengkonversi energi lainnya, analisis tentang perangkat ini dimulai dengan menetapkan desain dari gelombang yang mempengaruhi frekwensi natural dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f_D = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\text{stiffnes}}{\text{inertia}}} \quad \dots(2.14)$$

Dimana *stiffness* dan *inertia* dari system tersebut dapat ditentukan dengan mengasumsikan;

$$f_D = f$$

$$f_D = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda} \tanh\left(\frac{2\pi g}{\lambda}\right)} \quad \dots(2.15)$$

Untuk mempermudah analisis, asumsikan bahwa perangkat tersebut beroperasi di air dalam, sehingga persamaan diatas menjadi;

$$f_D = \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda}} \quad \dots(2.16)$$

Dimana λ adalah panjang gelombang.

Rata – rata panjang gelombang air dalam diketahui dari pengukuran *in situ* yang dibuat selama lebih dari satu tahun. Dari informasi ini, Salter lalu menspesifikasikan bahwa radius dari *paunch* tersebut (R_0) adalah sebagai berikut :

$$R_0 = K_D e^{2\pi z/\lambda} \quad \dots(2.17)$$

Dimana K_D adalah desain konstan yang ditentukan pada saat $z = -2R_2$ untuk nilai yang diasumsikan λ/R_2 . Untuk hasil yang dihasilkan oleh *salter* $\lambda/R_2 = 20$ adalah asumsi. Dengan kondisi ini, persamaan diatas menjadi :

$$\begin{aligned} R_{0|z} = -2R_2 &= K_D e^{-\pi/5} \\ &= 0,533 K_D = \lambda/20 \end{aligned}$$

Oleh karena itu, nilai dari desain yang konstan adalah

$$K_D = 0,0937\lambda \quad \dots(2.18)$$

2.4.4. Momen Inersia

Momen inersia adalah hasil kali massa sebuah partikel (m) dengan kuadrat jarak partikel dari titik rotasinya (r). secara sederhana momen inersia dapat ditulis kedalam persamaan berikut ini;

$$I = m \times r^2 \quad \dots(2.19)$$

Jarak setiap partikel yang menyusun benda tegar berbeda – beda jika diukur dari sumbu rotasi. Ada yang berada di tepi ada yang dekat dengan sumbu rotasinya dan lain- lainnya. Berikut ini adalah beberapa persamaan momen inersia untuk benda tegar.

Salter duck dikategorikan sebagai sebuah benda silinder berongga, dan Salter (1976), secara pendekatan mendapatkan persamaan untuk inersia *salter duck* adalah sebagai berikut :

$$inertia = 2 \left\{ \frac{1}{32} \pi \rho B \left[\left(\frac{L_D}{\cos \alpha} \right)^2 - R_2 \right]^2 \right\} \quad \dots(2.20)$$

Dimana momen inersia pada sumbu rotasi bergantung kepada distribusi massa dari keseluruhan benda termasuk mekanisme konversi energi yang ada didalamnya. Sehingga persamaan (2.4) diatas menjadi sebagai berikut :

$$f_D = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\frac{1}{3} \rho g L_D^3 B - M g r_D \sin \alpha}{2 \left\{ \frac{1}{32} \pi \rho B \left[\left(\frac{L_D}{\cos \alpha} \right)^2 - R_2 \right]^2 \right\}}} \quad \dots(2.21)$$

2.5. MOSES

MOSES, software ini digunakan dalam proses perancangan struktur lepas pantai terapung, penentuan kemampuan kerja struktur dipengaruhi oleh beban yang bekerja pada struktur tersebut. Selain itu salah satu faktor paling penting adalah dengan mengetahui karakteristik gerakan struktur terapung tersebut akibat beban lingkungan yang berpengaruh kepadanya. Untuk mengetahui karakteristik gerakan struktur terapung, kita dapat menggunakan bantuan software. Salah satu software yang sering digunakan adalah MOSES yang diproduksi oleh Ultramarine I

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penulisan skripsi ini mencakup semua kegiatan yang akan dilakukan untuk memecahkan masalah atau melakukan analisa performa salter duck. Variasi yang digunakan dalam analisa ini adalah sarat sari Salter Duck yaitu 3.5m dengan sudut dari gelombang diantaranya (0° , 30° , 45° , dan 90°). Untuk lebih jelasnya akan dijabarkan sebagai berikut:

3.1. Identifikasi Perumusan Masalah

Pada proses ini dilakukan identifikasi dan perumusan masalah untuk melakukan analisa salter duck . permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana menganalisa salter duck terhadap arah gelombang dan perbedaan arah gelombang.

Selain itu, ditentukan batasan-batasan dalam proses analisa tersebut seperti data yang digunakan, software dan salter duck yang digunakan.

3.2. Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan studi literatur yaitu merangkum teori-teori dasar, tutorial software serta informasi tambahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

Dari studi literatur maka didapatkan poin-poin sebagai berikut;

- Teori tentang energi gelombang laut
- Teori terjadinya gelombang laut
- Teori Salter duck dan perhitungannya

Studi literatur dapat diperoleh dari jurnal, skripsi, tesis, buku-buku atau penelitian yang telah dilakukan. Selain itu untuk lebih memahami dalam menjalankan software maka perlu mengikuti pelatihan software MOSES.

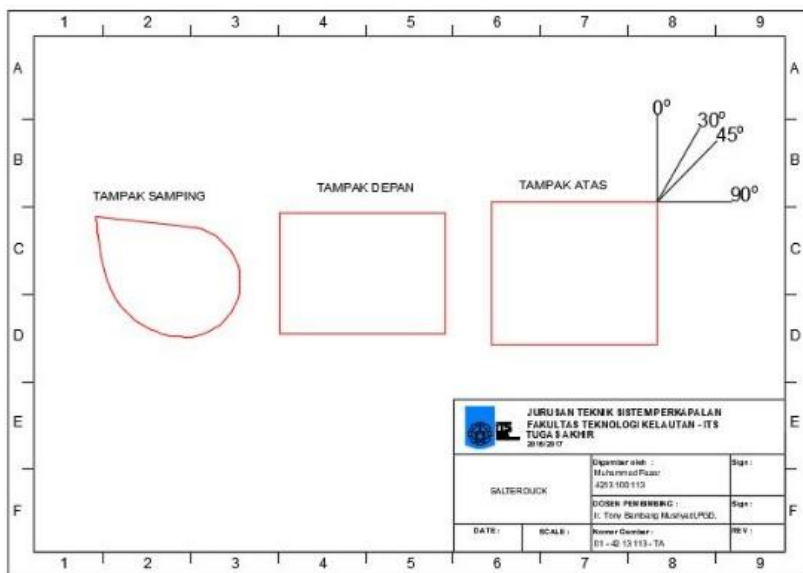
3.3. Pengumpulan Data

Tahapan ini ialah proses pengumpulan data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan skripsi ini. Data yang diperlukan adalah data ukuran salter duck Rajendra (2016) dan data tinggi, panjang, dan periode gelombang laut di sekitar bangunan lepas pantai.

3.4. Pembuatan Model

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, langkah yang dilakukan selanjutnya adalah memodelkan kembali (redrawing) agar dapat di analisa dalam program MOSES. Objek yang akan dibuat adalah model dari salter duck itu sendiri serta boundary condition yang diusahakan sama dengan kondisi alam yang sebenarnya serta sedikit modifikasi pada bentuk salter duck tersebut. Dalam proses permodelan ini, software yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

- **AutoCAD**
Program AutoCAD digunakan untuk pemodelan awal dari *salter duck* yang akan di analisa pada program lebih lanjut. Model Salter Duck di buat 3D. Program ini juga bertujuan untuk mengkonversi tipe file menjadi tipe yang dapat digunakan di program selanjutnya.
- **MAXSURF**
Program MAXSURF digunakan mengkonversi file dari model yang ada di AutoCAD sebelum masuk ke program MOSES.
- **MOSES**
Program MOSES digunakan untuk mencari Pitching dari model untuk mendapatkan hasil performa salter duck terhadap perubahan parameter gelombang laut. Dengan menggunakan software MOSES, struktur Salter Duck di modelkan tanpa mooring. Pemodelan hanya berupa Salter Duck saja. Pemodelan diawali dengan membuat surface di MAXSURF sesuai geometri. Pemodelan Salter Duck di program MOSES memasukkan parameter berikut ;
 - Tinggi Gelombang
 - Periode Gelombang
 - Kecepatan Gelombang
 - Sarat Air
 - Arah Gelombang (0° , 30° , 45° , dan 90°)



Gambar 3. 10 Salter Duck

3.5. Verifikasi

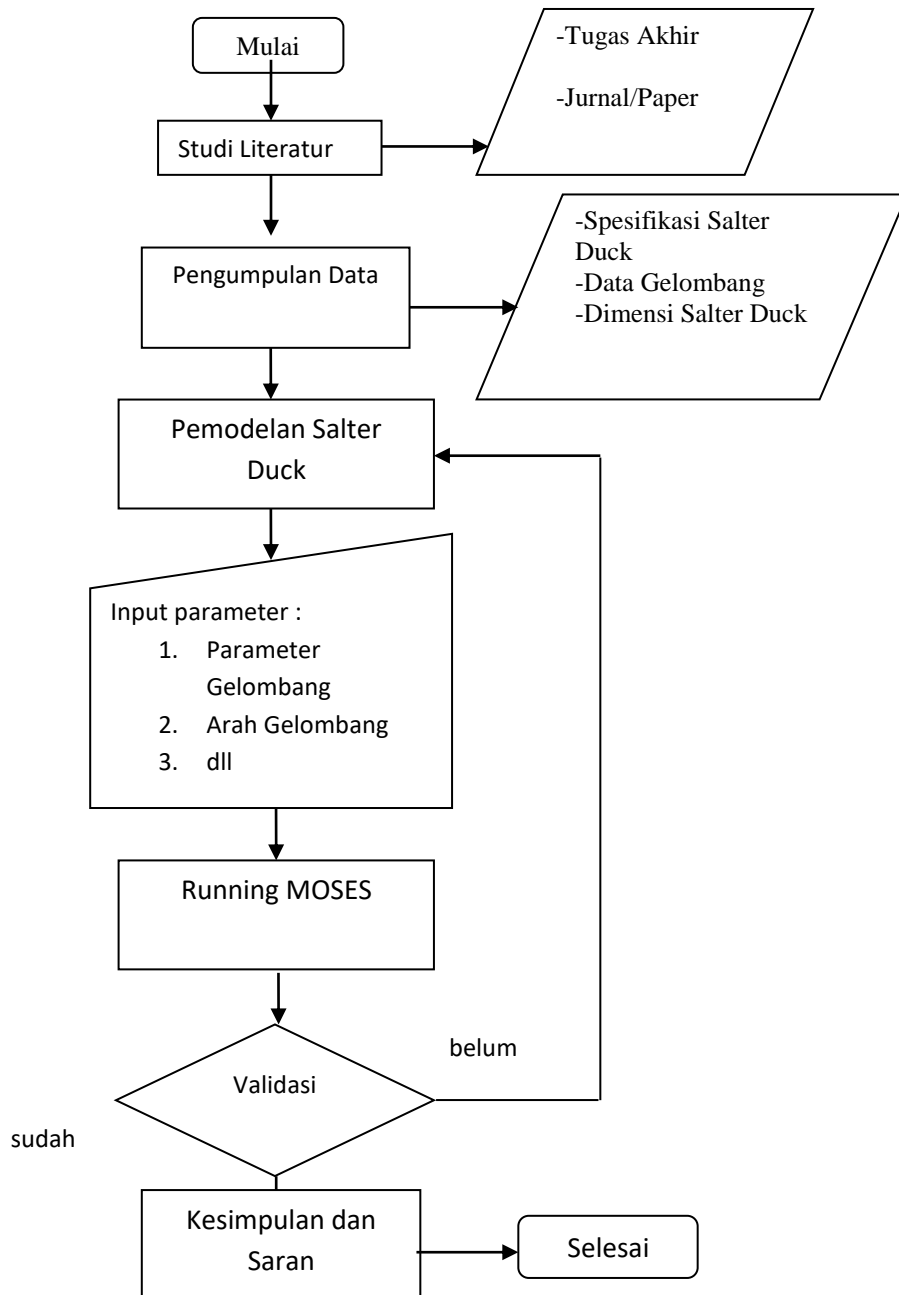
Setelah melakukan simulasi dan analisa terhadap model maka kemudian dilanjutkan dengan proses verifikasi. Tahapan ini akan mengecek kembali secara keseluruhan mulai dari pembuatan model hingga hasil analisa. Hasil analisa akan dibandingkan dengan grafik yang ada di buku *McCormick, Michael. 1981., Ocean Wave Energy Conversion.*

3.6. Kesimpulan dan Saran

Proses selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari analisa data yang sudah dilakukan. Kesimpulan yang dihasilkan merupakan jawaban dari permasalahan yang dibahas dalam pengerjaan skripsi ini. Selain itu merupakan rangkuman dari proses penelitian pengolahan data yang dilakukan dan dapat menghasilkan analisa performa salter duck terhadap perubahan parameter gelombang laut.

Selain itu memberikan saran-saran atau rekomendasi untuk pengembangan penelitian kedepannya yang bersangkutan dengan skripsi ini.

3.7. Flowchart Metodologi Penelitian



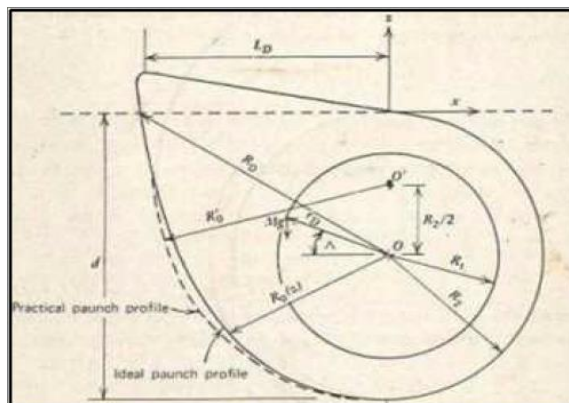
BAB VI ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pada bab analisa data ini akan diuraikan tahapan pembuatan objek yang akan dilanjutkan dengan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak Bentley MOSES. Perencanaan model didasarkan pada apa yang telah diuraikan di bab dasar teori, sehingga ada beberapa tahanan sebelum model disimulasikan. Pada simulasi ini salter duck tidak diberi pengikat atau mooring. Pergerakan yang diambil hanya gerak dari pitch saja.

4.2 Geometri dan Dimensi Objek

Untuk melakukan simulasi dan bentuk salter duck, maka terlebih dahulu membuat bentuk geometri serta dimensi yang akan di uji. Untuk membentuk model dari salter duck maka harus mengikuti ketentuan bentuk dan objek seperti berikut :



Gambar 4. 11 Dimensi Salter Duck

(McCormick, Michael. 1981., *Ocean Wave Energy Conversion.*)

Dengan keterangan gambar sebagai berikut :

- R_2 = Jari-jari Stern
- R_0 = Jari-jari Paunch
- R_0' = Jari-jari Practical Paunch
- L_D = Panjang garis air
- α = Sudut dari sumbu poros untuk R_0
- r_D = Letak titik berat objek dari sumbu poros

Pada simulasi dan permodelan salter duck, data tinggi gelombang dan kecepatan gelombang laut dibutuhkan untuk menentukan desain salter duck yang mengacu pada panjang gelombang dan periode gelombang. Karena panjang gelombang, tinggi gelombang dan kecepatan gelombang sangat berpengaruh pada

model salter duck yang akan dibuat.

Data tinggi gelombang dan kecepatan gelombang diambil dengan menggunakan metode *sampling random* dimana data tersebut merupakan jenis data yang terus menerus tak terhingga akibat adanya hubungan dengan waktu. Oleh karena itu diambil sample dalam periode satu tahun antara Oktober 2014 – September 2015 yang diharapkan mewakili karakteristik tinggi dan panjang gelombang setiap bulannya.



Gambar 4. 12 (BMKG Stasiun Maritim Perak Surabaya)

Data tinggi gelombang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Stasiun Tanjung Perak Surabaya. Dimana data gelombang yang diambil merupakan data tinggi gelombang laut di samudra Hindia sebelah selatan Jawa Timur tepatnya di Kabupaten Malang, Kecamatan Roworante sekitar Pulau Sempu.

Oktober 2014 - September 2015	Tinggi (H) (m)	Kecepatan (c) (m/s)	Periode (T) (s)	Panjang (λ) (m)
Nilai minimal	0.28	0.4	0.26	0.11
Nilai rata-rata	0.91	8.95	5.74	51.34
Nilai maksimal	1.97	33.8	21.66	732.24

Tabel 4. 1 Data panjang dan periode gelombang laut selatan Jawa Timur

4.2.1 Menghitung Jari-Jari Stern (R_2)

Jari-jari stern merupakan jari dari poros ke profil lingkaran *salter duck*. Untuk menghitung nilai jari-jari tersebut, menggunakan persamaan $R_2 = 0,533 K_D = \lambda/20$. Dimana nilai λ adalah nilai rata-rata panjang gelombang yang didapatkan dari data di atas.

$$R_2 = \lambda/20$$

$$= \frac{51.34}{20} = 2.57 \text{ meter}$$

4.2.2 Menghitung Jari-Jari Paunch (R0)

Jari-jari paunch merupakan jarak dari poros ke paunch profil dari *salter duck*. Paunch dari objek adalah sebuah kurva melengkung yang mana merupakan sebuah kombinasi sederhana dari busur dan tangen yang dapat digunakan sebagai letak deviasi maksimum dari bentuk profil paunch.

Besarnya nilai R0 didapatkan dengan menggunakan persamaan (2.18).

$$R_0 = K_D e^{2\pi z/\lambda}$$

Dimana KD adalah desain konstan yang didefinisikan dengan persamaan $KD = 0.0937\lambda$ pada saat $z = -2R_2$ dari poros ke permukaan air. Sementara itu nilai e merupakan bilangan *euler* yang konstanta nilainya sebesar 2.718.

$$R_0 = 0.09378 \times 51.34 e^{0.428}$$

z	e	$e^{2\pi z/\lambda}$	R0
-5.13	2.178	0.61	2.95
-4.62	2.178	0.64	3.10
-4.11	2.178	0.68	3.25
-3.59	2.178	0.71	3.42
-3.08	2.178	0.75	3.59
-2.57	2.178	0.78	3.77
-2.05	2.178	0.82	3.96
-1.54	2.178	0.86	4.15
-1.03	2.178	0.91	4.36
-0.51	2.178	0.95	4.58
0.00	2.178	1.00	4.81

Tabel 4. 2 Jarak Lengkungan Profil Paunch (R0)

4.2.3 Menghitung Jari-Jari Ideal Paunch (R0')

Jari-jari ideal paunch (R0') merupakan jarak dari poros 0' ke profil paunch, sehingga membentuk profil paunch berupa garis imajiner. Dengan adanya nilai R0' maka kita lebih mudah menghitung luasannya dan membantu menghitung nilai dari displasemen dari *salter duck*.

Sehingga untuk menemukan nilai R0' menggunakan persamaan ;

$$R_0' = 1,5 \times R_2$$

$$R_0' = 1,5 \times 2,57$$

$$= 3,85 \text{ meter}$$

4.2.4 Menghitung Panjang Garis Permukaan Air (L_D).

Untuk menghitung panjang garis permukaan air dari *salter duck* menggunakan persamaan;

$$LD = \sqrt{R_{D^2} - R_2^2}$$

Dimana R_D adalah nilai R_0 pada saat $z = 0$ dan nilai R_2 adalah jari-jari stern. Sehingga nilai L_D adalah;

$$\begin{aligned} LD &= \sqrt{4.81^2 - 2.57^2} \\ &= 4,07 \text{ meter} \end{aligned}$$

4.2.5 Menghitung Lebar Salter Duck (B)

Besarnya lebar dari salter duck nantinya akan berbanding lurus dengan besarnya konversi energy yang dihasilkan. Sehingga nilai lebar dari salter duck dapat kita tentukan berdasarkan perbandingan dengan *stern* dari *salter duck* sehingga membentuk dimensi yang ideal.

Besarnya lebar dari dimensi salter duck dihitung dengan persamaan berikut;

$$\begin{aligned} B &= 3 \times R_2 \\ &= 7,7 \text{ meter} \end{aligned}$$

4.2.6 Menghitung Displacement Salter Duck (M)

Dengan mengetahui lebar dari salter duck maka dapat dihitung nilai displacement dari objek, yaitu;

Lebar	Sarat Air (m)	Luas Area	ρ air laut (kg/m ³)	Displacement (Ton)
7,7	4	27,24	1025	215019,62

Tabel 4. 3 Displacement salter duck (M)

4.2.7 Mengitung Momen Inersia (I)

Karena *salter duck* dikategorikan sebagai sebuah benda silinder berongga, pendekatan persamaan untuk mendapatkan momen inersia *salter duck* adalah sebagai berikut :

$$inertia = 2 \left\{ \frac{1}{32} \pi \rho B \left[\left(\frac{L_D}{\cos \alpha} \right)^2 - R_2 \right]^2 \right\}$$

Sehingga momen inersia dari *salter duck* yang dirancang adalah sebagai berikut;

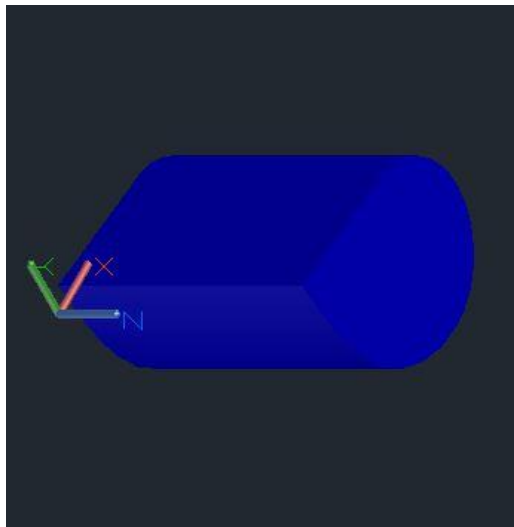
$$inertia = 2 \left\{ \frac{1}{32} 3,14 \cdot 1025 \cdot 7,7 \left[\left(\frac{4,07}{\cos 32,27} \right)^2 - 2,57 \right]^2 \right\}$$

$$I = 657412,02 \text{ kg.m}^2$$

4.3 Pemodelan Salter Duck

4.3.1 Pemodelan dengan AutoCAD

Sebelum melakukan simulasi pada perangkat lunak MOSES, hal yang akan dilakukan adalah membuat model dari Salter Duck. Pembuatan model dibuat dengan program AutoCAD. Model dibuat dalam bentuk 3 dimensi. Selain membuat model pada AutoCAD, program ini juga digunakan untuk menemukan sudut girasi yang akan digunakan pada proses solver MOSES. MassProperties dapat di cari apabila model sudah Solid atau tidak ada kebocoran pada line.



Gambar 4. 13 3D Saletr Duck dengan AutoCAD

Setelah model sudah dibentuk 3D, selanjutnya mencari Mass Properties dari model untuk parameter yang akan dimasukkan di Bentley Moses. Hasil Mass Properties tersebut seperti pada gambar (4.14). Mass Properties dapat dimunculkan dengan cara menulis MassProperties dalam command di AutoCAD.

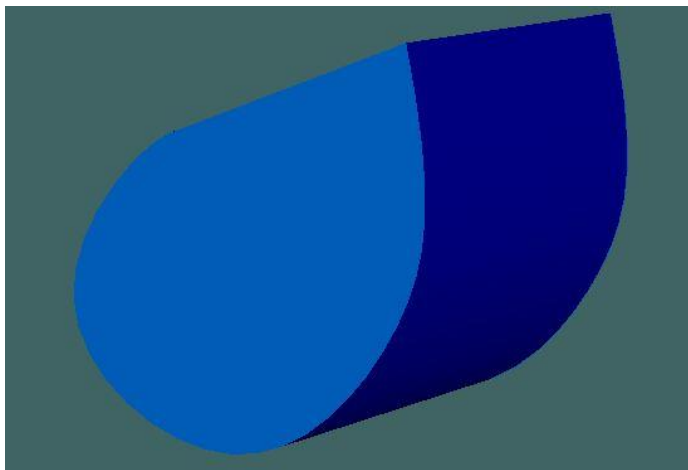
```

----- SOLIDS -----
Mass:                217.72763
Volume:              217.72763
Bounding box:        X: -4.17114  --  2.57230
                    Y: -3.85000  --  3.85000
                    Z:  0.00000  --  5.62922
Centroid:            X: -0.74856
                    Y:  0.00000
                    Z:  2.88202
Moments of inertia:  X: 3312.32251
                    Y: 2991.88491
                    Z: 1831.07425
Products of inertia: XY: -0.00002
                    YZ:  0.00005
                    ZX:  613.71794
Radii of gyration:   X:  3.90040
                    Y:  3.70694
                    Z:  2.89999
Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

```

Gambar 4. 14 Mass Properties Salter Duck

Gambar diatas adalah hasil dari mass properties yang di lakukan. Hasil tersebut berupa mass,volume,centeroid,moments of inertia and radii of gyration. Selanjutnya gambar 3 dimensi yang telah dibuat dikonversi ke file MAXSURF, agar selanjutnya dapat melakukan simulasi di program MOSES.



Gambar 4. 15 model 3D dengan MAXSURF

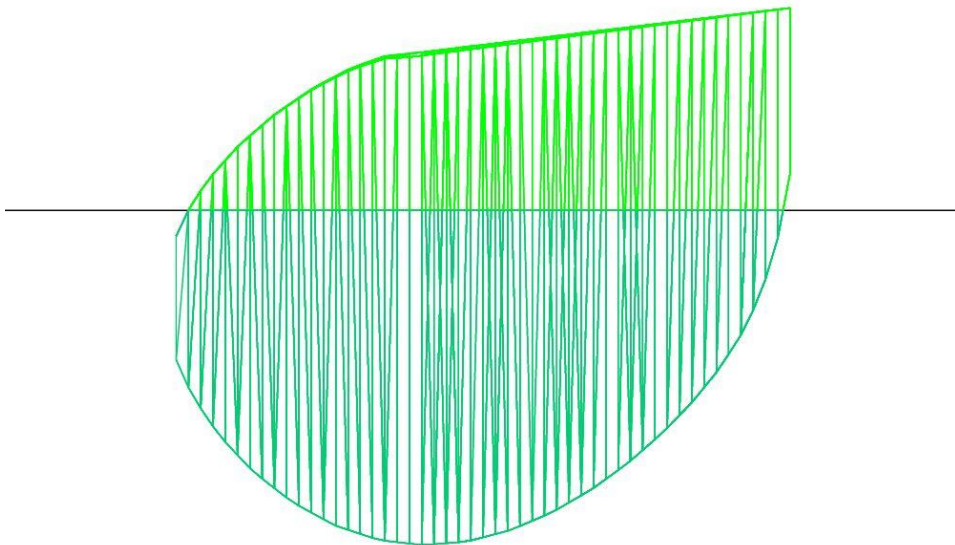
4.4 Simulasi Dengan MOSES

4.4.1 Meletakkan Koordinat

Pada proses simulasi diperangkat lunak ini, hal yang dilakukan pertama adalah meletakkan koordinat pada model. Koordinat y pada model harus berada pada titik 0 dan z ditetapkan di sisi vertikal dari model. Titik koordinat diisi dengan nilai centeroid yang ada di Gambar 4.14 Setelah itu memberikan perintah nama yang akan digunakan pada simulasi ini. Nama yang digunakan pada simulasi ini yaitu “DUCK”.

4.4.2 Modelling Salter Duck

Ada dua jenis difraksi pada perangkat lunak MOSES, yaitu difraksi STRIP dan difraksi 3DDIF (3D Diffraction). Difraksi ini adalah memberikan wall pada masing masing bagian. Difraksi yang digunakan pada simulasi ini yaitu tipe STRIP. Bentuk dari difraksi STRIP yaitu garis garis. Garis Garis pada difraksi ini bertujuan untuk menganalisis tiap-tiap bagiannya yang akan disimulasikan.



Gambar 4. 16 Salter Duck difraksi STRIP dengan sarat 3.5m

4.4.3 Modelling Data

Selanjutnya memasukkan parameter yang digunakan untuk simulasi salter duck. Parameter yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.4.

Parameter yang di masukkan		
Center of Gravity	x = -0.7	
	y = 0	
	z = 2.89	
Jari Jari Girasi	x = 3.9	
	y = 2.9	
	z = 3.7	
sarat	3.5	m
massa jenis air	1025	ton/m3
Arah gelombang	0	derajat
	30	derajat
	45	derajat
	90	derajat
kedalaman laut	20	m
Periode Gelombang	4	detik
	6	detik
	8	detik

Tabel 4. 4 Parameter yang akan di masukkan pada MOSES.

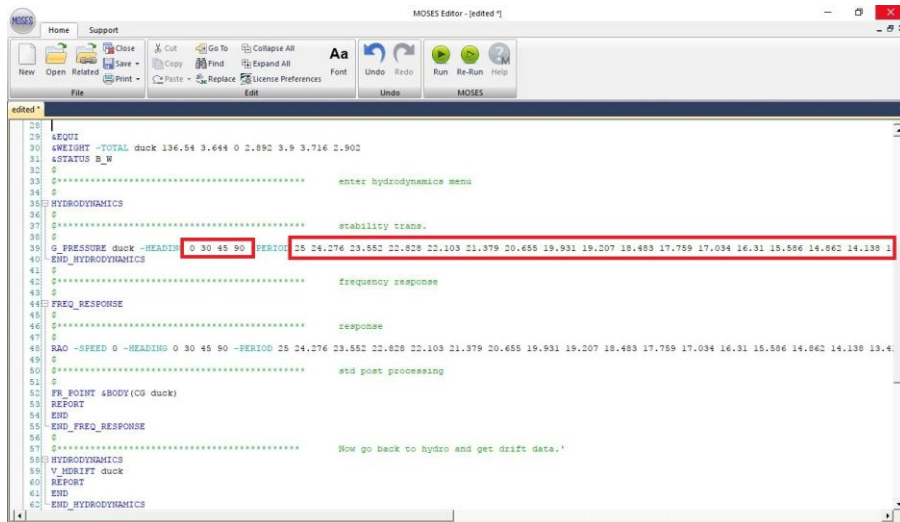
4.4.4. Input Parameter

```

1 $ 07.10.01 build 11 $*****
2 $
3 $
4 $ -----MOTIONS STUDY----- $
5 $
6 $
7 $*****
8 $
9 $***** SETUP OUTPUT AND MODEL
10 $
11 $TITLE Seakeeping analysis from Motions
12 $DEVICE -OCHO NO -G_DEFAULT FILE
13 $DIMEN -SAWM -DOWN METERS -M-TONS
14 $ENV -SPGWATER 1.025 -DEPTH 20
15 $
16 $
17 $***** IMPORT MODEL DATA FROM .DAT FILE
18 $
19 INMODEL
20 $
21 $***** set transit condition
22 $
23 $INSTATE -CONDITION duck 3.5 0 0
24 $DESCRIBE PIECE duck -TANNER 1
25 $picture lea
26 $picture top
27 $picture side
28 $
29 $EQUI
30 $WEIGHT -TOTAL duck 136.50 3.644 0 2.892 3.9 3.716 2.802
31 $STATUS B_W
32 $
33 $***** enter hydrodynamics menu
34 $
35 $ HYDRODYNAMICS
  
```

Gambar 4. 17 Input parameter

Gambar 4.17, Memasukkan parameter yang akan digunakan dalam simulasi, parameter yang di masukkan pada gambar 4.17. Ini adalah masa jenis air, kedalaman laut, sarat air, center of gravity dan jari jari girasi. Jari jari girasi ialah Jari jari girasi adalah jarak yang menunjukkan distribusi massa (atau area) dari model.



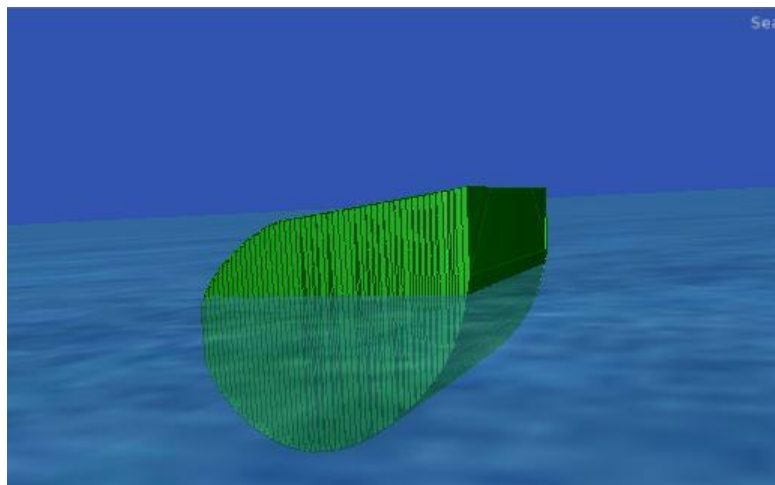
```

24 |
25 | &EQUI
30 | &WEIGHT -TOTAL duck 136.54 3.644 0 2.892 3.9 3.716 2.902
31 | &STATUS B_W
32 |
33 | ***** enter hydrodynamics menu
34 |
35 | HYDRODYNAMICS
36 |
37 | ***** stability trans.
38 |
39 | G_PRESSURE duck -HEADING 0 30 45 90 -PERIOD 25 24.276 23.552 22.828 22.103 21.379 20.655 19.931 19.207 18.483 17.759 17.034 16.31 15.586 14.862 14.138 13.4
40 | -END_HYDRODYNAMICS
41 |
42 | ***** frequency response
43 |
44 | FREQ_RESPONSE
45 |
46 | ***** response
47 |
48 | RAO -SPEED 0 -HEADING 0 30 45 90 -PERIOD 25 24.276 23.552 22.828 22.103 21.379 20.655 19.931 19.207 18.483 17.759 17.034 16.31 15.586 14.862 14.138 13.4
49 |
50 | ***** std post processing
51 |
52 | FR_POINT &BODY (CG duck)
53 | REPORT
54 | END
55 | -END_FREQ_RESPONSE
56 |
57 | ***** Now go back to hydro and get drift data.
58 | HYDRODYNAMICS
59 | V_MDRIFT duck
60 | REPORT
61 | END
62 | -END_HYDRODYNAMICS

```

Gambar 4. 18 Input parameter 2

Pada gambar 4.18, memasukkan input parameter berupa arah gelombang dan periode gelombang. Periode yang dimasukkan minimal berjumlah 20 periode.



Gambar 4. 19 Animasi yang di simulasikan pada sarat 3.5 m

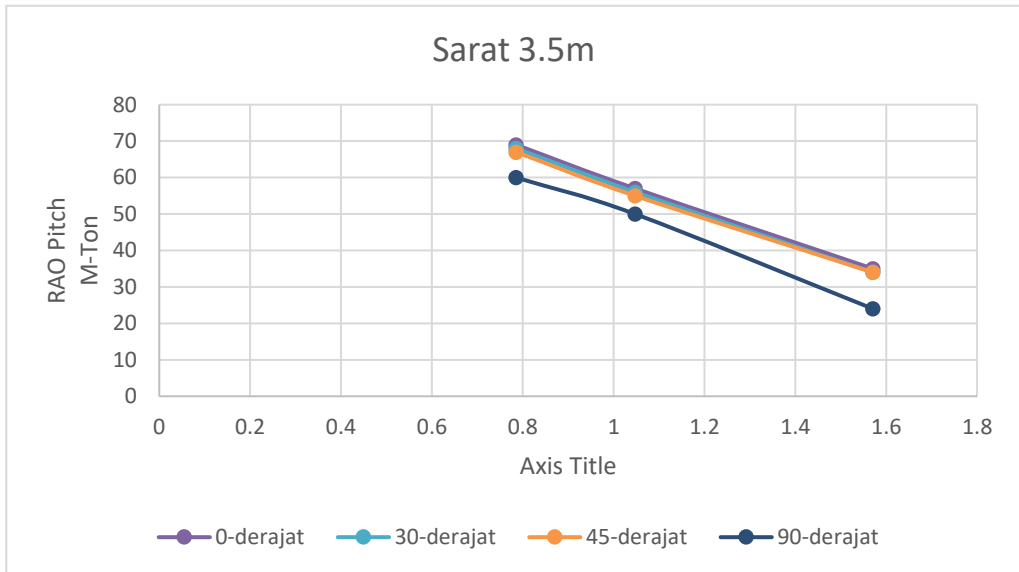
Pada gambar 4.17 memperlihatkan Salter Duk yang akan dilakukan simulasi pada sarat 3.5 meter. Moese Ultramarine tidak dapat memperlihatkan olah gerak yang terjadi pada saat simulasi.

4.4.5. Hasil Simulasi

Setelah dimasukan semua input parameter,selanjutnya melakukan proses simulasi yang akan menghasilkan RAO moment pada pitch.Hasil analisa yang akan digunakan hanya hasil dari pitch saja. Hasil dari tiap periode adalah hasil terbaik atau moment terbaik yang dilakukan oleh salter duck. Hasil analisa respon moment Saler Duck dengan membandingkan respon moment yang terjadi pada beberapa kondisi pembebanan. Di analisa ini menggunakan gelombang reguler. Analisa respon gerakan hanya gerakan pitch. Ada 4 kondisi pembebanan pada Salter Duck ini, kondisi pertama Salter Duck dengan sarat air 3.5 m dengan arah gelombang (0 °), kondisi kedua Salter Duck dengan sarat air 3.5 m dengan arah gelombang (30 °), kondisi ketiga kondisi ketiga Salter Duck dengan sarat air 3.5 m dengan arah gelombang (45 °). kondisi keempat Salter Duck dengan sarat air 3.5 m dengan arah gelombang (90 °).

Arah gelombang 0-derajat			
No	Periode (s)	Frequency (rad/sec)	RAO (Ton)
1	8	0.7854	69
2	6	1.0472	57
3	4	1.5708	35
Arah gelombang 30-derajat			
No	Periode	Frequency	RAO (Ton)
1	8	0.7854	68
2	6	1.0472	56
3	4	1.5708	34
Arah gelombang 45-derajat			
No	Periode	Frequency	RAO (Ton)
1	8	0.7854	67
2	6	1.0472	55
3	4	1.5708	34
Arah gelombang 90-derajat			
No	Periode	Frequency	RAO (Ton)
1	8	0.7854	60
2	6	1.0472	50
3	4	1.5708	24

Tabel 4. 5 RAO Pitch hasil Simulasi



Gambar 4. 20 RAO Pitch Hasil Simulasi

Gambar 4.20 hasil dari RAO ini adalah hasil terbaik pada setiap periode. Salter Duck pada sarat 3.5 meter dengan arah gelombang 0-derajat mempunyai moment pitch maksimal 69 ton pada frekuensi 0.7845 rad/s. Salter Duck pada sarat 3.5 meter dengan arah gelombang 30-derajat mempunyai moment pitch maksimal 68 ton pada periode 0.7854 rad/s. Salter Duck pada sarat 3.5 meter dengan arah gelombang 45-derajat mempunyai moment pitch maksimal 67 ton pada periode 0.7854 rad/s. Salter Duck pada sarat 3.5 meter dengan arah gelombang 90-derajat mempunyai moment pitch maksimal 60 ton pada periode 0.7854 rad/s.

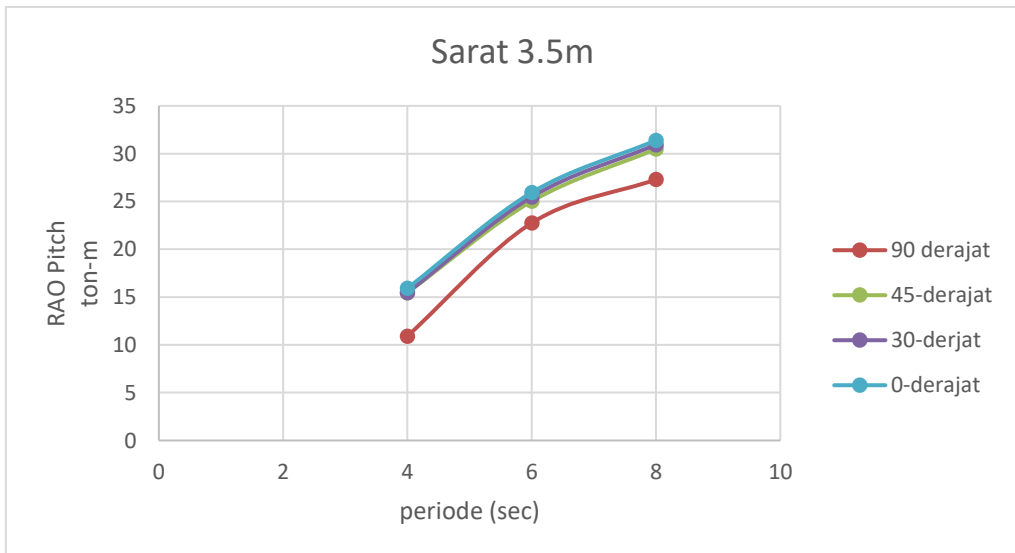
Hasil analisa berupa RAO moment (Ton). Untuk mendapatkan moment dari Respon Moment Pitch, maka akan digunakan kalkulasi seperti berikut;

$$\mathbf{z}_{\text{Respon}} = \mathbf{RAO} \times \mathbf{z}_{\text{Amplitudo}}$$

sehingga didapatkan $\mathbf{z}_{\text{Respon}}$ seperti pada tabel 4.6.

Arah gelombang 0-derajat			
No	Periode (s)	RAO (Ton)	Respon Pitch (Ton.m)
1	8	69	31.395
2	6	57	25.935
3	4	35	15.925
Arah gelombang 30-derajat			
No	Periode	RAO (Ton)	Respon Pitch (Ton.m)
1	8	68	30.94
2	6	56	25.48
3	4	34	15.47
Arah gelombang 45-derajat			
No	Periode	RAO (Ton)	Respon Pitch (Ton.m)
1	8	67	30.485
2	6	55	25.025
3	4	34	15.47
Arah gelombang 90-derajat			
No	Periode	RAO (Ton)	Respon Pitch (Ton.m)
1	8	60	27.3
2	6	50	22.75
3	4	24	10.92

Tabel 4. 6 Hasil perhitungan respon Salter Duck



Gambar 4. 21 Hasil Analisa sarat 3.5 m

Gambar 4.21 hasil dari Respon Pitch ini adalah hasil terbaik pada periode 4s, 6s dan 8s Salter Duck pada sarat 3.5 meter dengan arah gelombang 0-derajat mempunyai moment pitch maksimal 31.395 ton-m pada periode 8s. Salter Duck pada sarat 3.5 meter dengan arah gelombang 30-derajat mempunyai moment pitch maksimal 30.94 ton-m pada periode 8s. Salter Duck pada sarat 3.5 meter dengan arah gelombang 45-derajat mempunyai moment pitch maksimal 30.48 ton-m pada periode 8s. Salter Duck pada sarat 3.5 meter dengan arah gelombang 90-derajat mempunyai moment pitch maksimal 27.3 ton-m pada periode 8s.

4.5 Potensi energi listrik yang terdapat pada Salter Duck

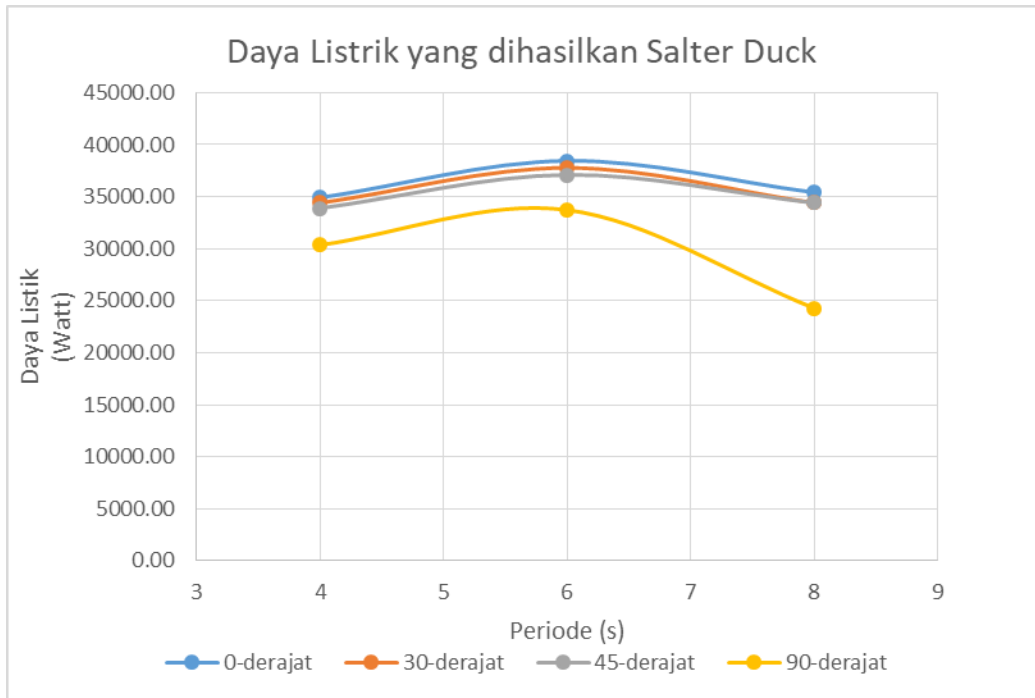
Jika sebuah usaha di definisikan sebagai jumlah energi yang dilakukan tiap detik dimana satuannya adalah watt. Maka 1 watt adalah newton meter/detik. Dan secara matematis dapat di gunakan kalkulasi sebagai berikut;

$$1 \text{ Watt} = \frac{Nm}{s}$$

Sehingga besar potensi energi listrik yang dihasilkan oleh anggukan salter duck dapat dilihat pada tabel 4.7

Sarat Air (m)	Periode (s)	sudut Gelomba	Daya (Watt)
3.5	4	0	35418.96
		30	34406.99
		45	34406.99
		90	24287.29
	6	0	38454.88
		30	37780.23
		45	37105.58
		90	33732.35
	8	0	34912.98
		30	34406.99
		45	33901.01
		90	30359.11

Tabel 4. 7 Daya yang dihasilkan Salter Duck



Gambar 4. 22 Grafik Daya Listrik yang dihasilkan tiap periode dan arah gelombang

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan awal dari penulisan ini, yaitu untuk mengetahui energi terbesar dari anggukan (pitch) Salter Duck yang dihasilkan, dan disimulasikan dengan menggunakan arah gelombang (0-derajat,30-derajat,45-derajat, dan 90-derajat) sebagai variasinya, maka analisa yang dilakukan dapat menghasilkan kesimpulan sebagai berikut;

1. Dibutuhkan parameter gelombang seperti tinggi gelombang, kecepatan gelombang dan periode gelombang untuk melakukan analisa performa dari Salter Duck.
2. Energi listrik yang dihasilkan oleh salter duck tergantung pada periode gelombang laut.
3. Untuk mendapatkan energi gerak anggukan (Pitch) Salter Duck yang sempurna , maka Salter Duck dapat ditempatkan pada arah gelombang (0°) terhadap Salter Duck
4. Salter Duck yang menghasilkan daya listrik terbesar dapat ditempatkan pada gelombang dengan periode 6s.
5. Untuk mendapatkan gerakan pitching yang bagus, Salter Duck dapat ditempatkan di arah gelombang 0 derajat pada pada periode 6s dengan daya listrik yang dihasilkan sebesar 38454.88 Watt.

5.2 Saran

Dari hasil analisa Salter Duck dapat dilakukan pengembangan pada analisa selanjutnya yaitu sebagai berikut;

1. Analisa Salter Duck dapat dianalisa menggunakan mooring dan ponton terhadap arah gelombang, tinggi gelombang, kecepatan gelombang yang akan mengenai paunch dari Salter Duck. Hasil analisa akan jauh lebih baik.

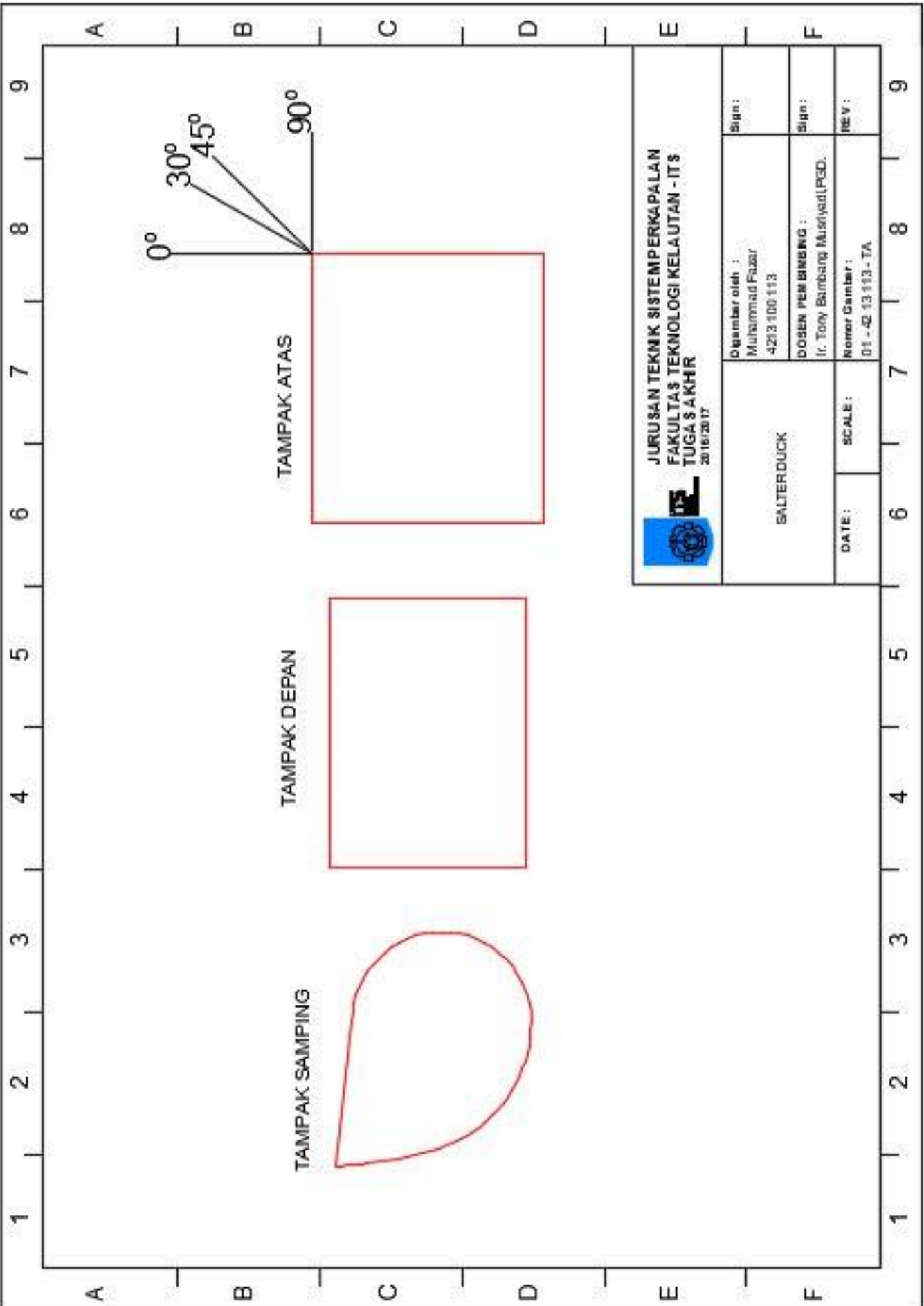
[Halaman sengaja dikosongkan]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wicaksono, Desiary Eka. 2012. “*Studi Penerapan Multi Salter Duck di Laut Jawa Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik*”. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. FTK-ITS. Surabaya.
- [2] Negara, Redatu Keris. 2013. “*Studi Perancangan Salter Duck di Pantai Bandalit Jember Jawa Timur*”. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. FTK-ITS. Surabaya.
- [3] Nambi, Adi Rajendra. 2016. “*Studi Perancangan Multi Salter Duck Pada Bangunan Apung Tipe Ponton*”. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. FTK-ITS. Surabaya.
- [4] Syafril Riza, “*Studi Penerapan Salter Duck di Laut Jawa Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik*”, Jurusan Sistem Perkapalan FTK ITS, Surabaya, 2011.
- [5] McCormick, Michael E. 1981. “*Ocean Wave Energy Conversion*”. Dover Publication. United States.
- [6] Lynn, Paul A. 2014. “*Electricity from Wave and Tide (An Introduction to Marine Energy)*”. Wiley. United Kingdom.
- [7] <http://www.alpensteel.com/article/119-106-energi-laut-ombakgelombangarus/2145-energi-gelombang-laut-selama-ada-ombak-energi-akan-didapat->
- [8] DJatmiko, Eko Budi .2012. “*Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut Diatas Gelombang Acak*”. ITS-Press, Surabaya. Indonesia.

[Halaman sengaja dikosongkan]

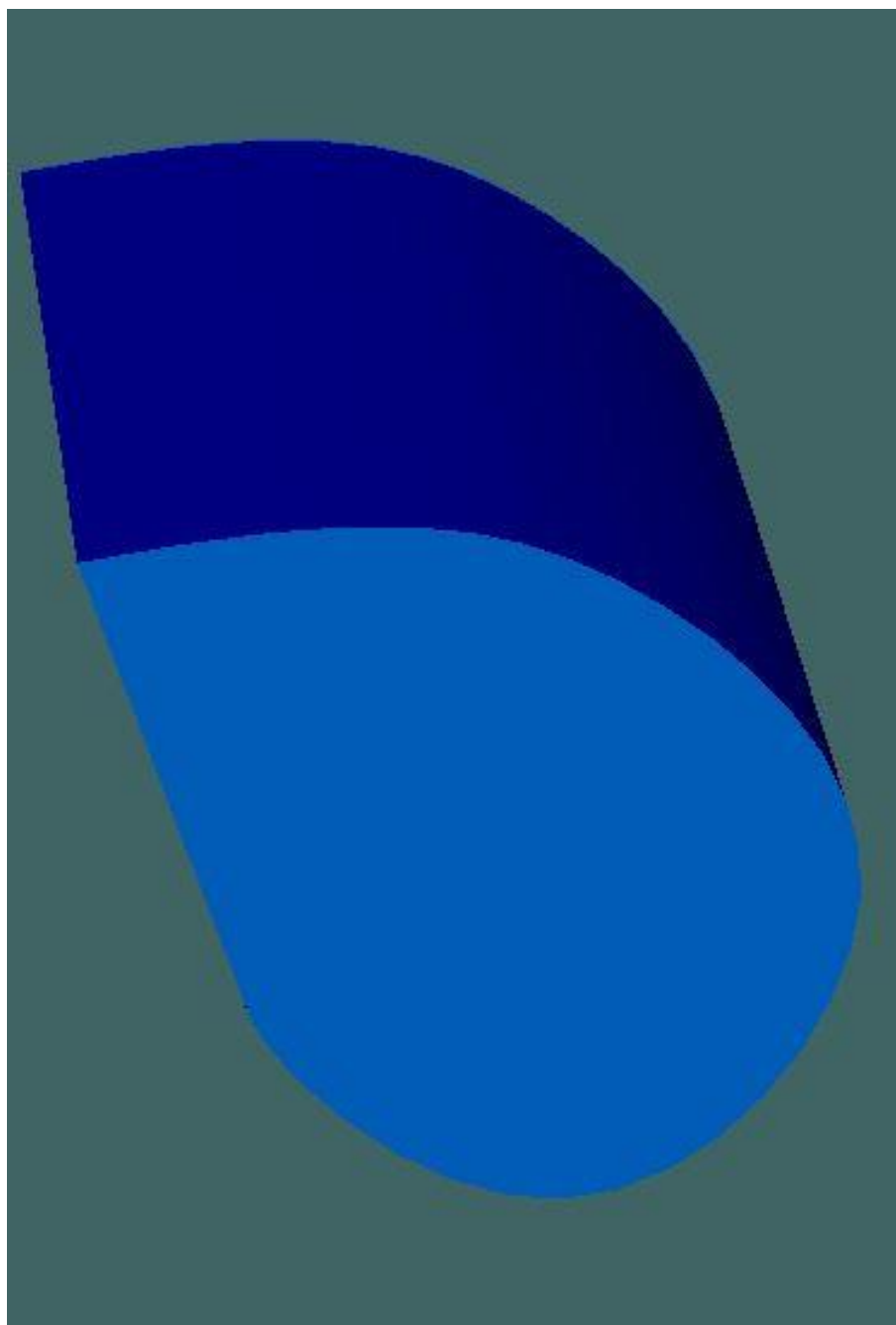
LAMPIRAN



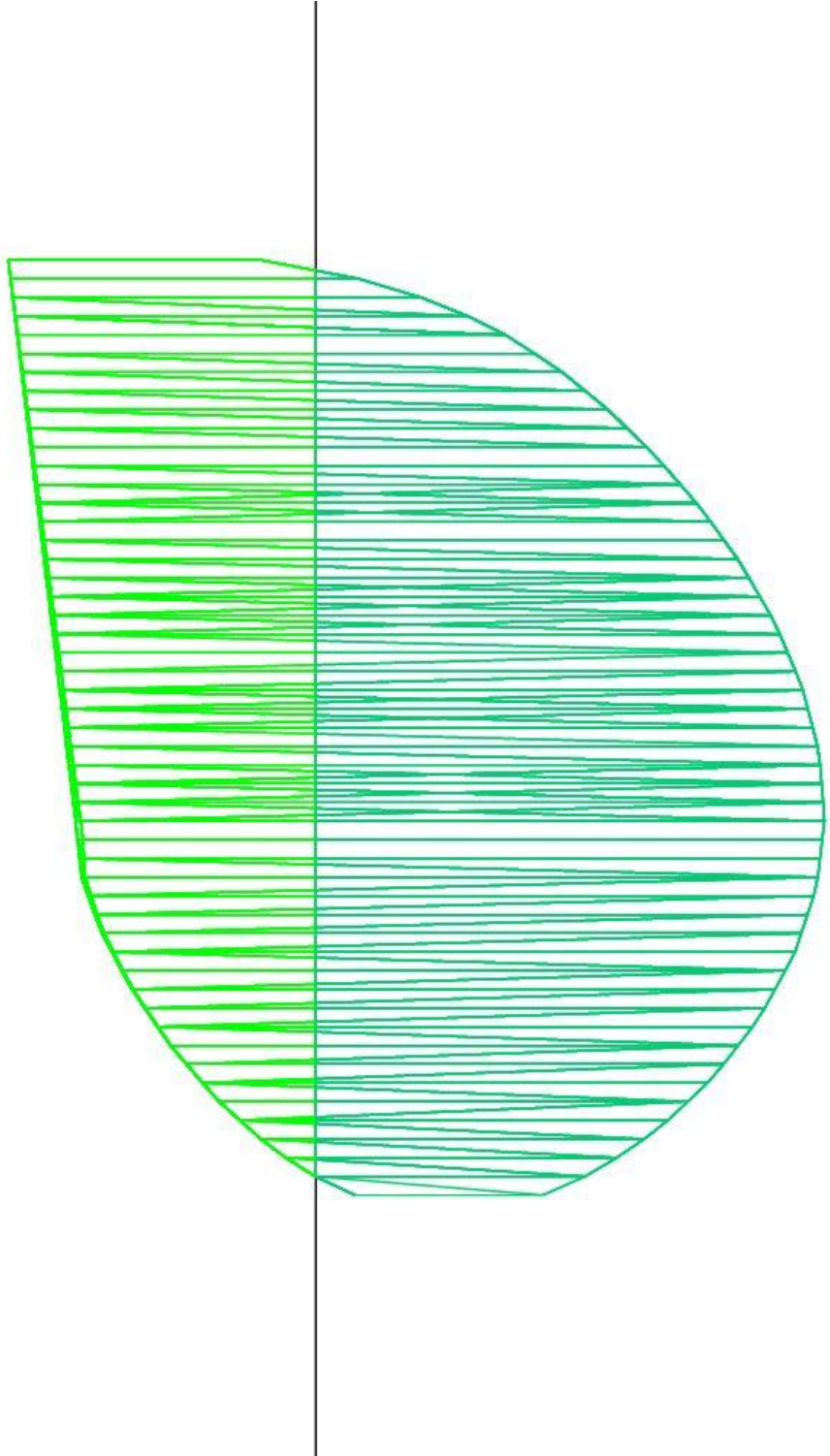

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN - ITS
TUGAS SAKHR
 2016/2017

SALTERDUCK	Digambar oleh :	Sign :
	Muhammad Fazar 4213100113	
DATE :	DOSEN PEMBIMBING :	Sign :
SCALE :	Ir. Tony Bambang Muryadi, PGD.	
	Nomor Gambar :	REV :
	01 - 4213113 - TA	

3D MAXSURF



DIFRAKSI STRIP

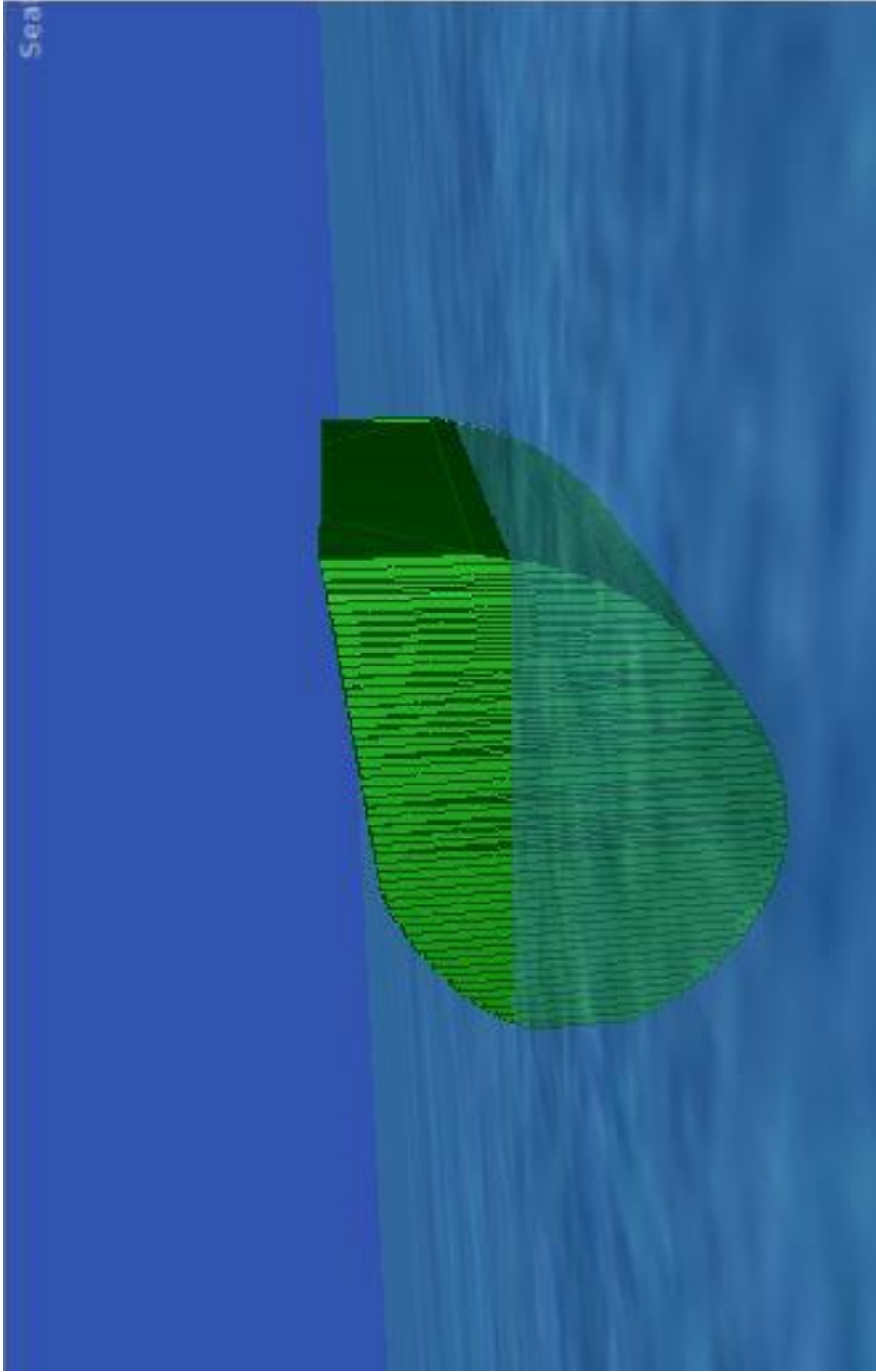


MASS PROPERTIES

```
----- SOLIDS -----
Mass: 217.72738
Volume: 217.72738
Bounding box: X: 0.48740 -- 7.23290
               Y: -5.07422 -- 0.55638
               Z: 0.00000 -- 7.70000
Centroid: X: 3.90998
           Y: -2.19082
           Z: 3.85000
Moments of inertia: X: 5776.15706
                   Y: 8264.94565
                   Z: 5435.06507
Products of inertia: XY: 2009.06764
                   YZ: 1836.45539
                   ZX: -3277.54558
Radii of gyration: X: 5.15066
                  Y: 6.16117
                  Z: 4.99627
Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:
```

 MASSPROP Press ENTER to continue: |

3D ANIMASI PADA SIMULASI



INPUT PARAMETER

```

11 /TITLE
12 /WEIGHT -TOTAL dwt 134.54 3.484 0 1.892 3.9 3.714 2.902
13 /STAT 0_W
14 /
15 /HYDRODYN
16 /
17 /RESPONSE dwt -HEAD1 0 00 45 90 HEAD2 25 24.274 22.882 22.829 22.109 21.978 22.459 24.991 24.207 24.493 17.789 17.008 16.31 16.594 14.942 14.136 1
18 /END_HYDRODYN
19 /
20 /FREQ_RESPONSE
21 /
22 /VIBRATIONS
23 /REPORT
24 /END_FREQ_RESPONSE
25 /
26 /HYDRODYN
27 /VIBRATIONS
28 /REPORT
29 /END_HYDRODYN

```

```

1 /TITLE
2 /WEIGHT -TOTAL dwt 134.54 1.644 0 1.892 0.4 3.714 2.902
3 /STAT 0_W
4 /
5 /HYDRODYN
6 /
7 /RESPONSE dwt -HEAD1 0 00 45 90 HEAD2 25 24.274 22.882 22.829 22.109 21.978 22.459 24.991 24.207 24.493 17.789 17.008 16.31 16.594 14.942 14.136 1
8 /END_HYDRODYN
9 /
10 /FREQ_RESPONSE
11 /
12 /VIBRATIONS
13 /REPORT
14 /END_FREQ_RESPONSE
15 /
16 /HYDRODYN
17 /VIBRATIONS
18 /REPORT
19 /END_HYDRODYN

```

Hasil Simulasi Arah Gelombang 0-derajat

Pressure Name = DUCK Heading = 0.00

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge Force /		Sway Force /		Heave Force /		Roll Moment /		Pitch Moment /		Yaw Moment /	
Frequency	Period	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.
0.2513	25.00	1	-88	0	0	36	4	0	0	92	-174	0	0
0.2588	24.28	1	-87	0	0	36	4	0	0	92	-174	0	0
0.2668	23.55	1	-87	0	0	36	4	0	0	92	-174	0	0
0.2752	22.83	1	-87	0	0	36	4	0	0	91	-173	0	0
0.2843	22.10	1	-87	0	0	36	4	0	0	91	-173	0	0
0.2939	21.38	1	-87	0	0	36	5	0	0	90	-173	0	0
0.3042	20.66	1	-87	0	0	35	5	0	0	90	-172	0	0
0.3152	19.93	1	-87	0	0	35	5	0	0	90	-172	0	0
0.3271	19.21	2	-87	0	0	35	6	0	0	89	-171	0	0
0.3399	18.48	2	-86	0	0	35	6	0	0	88	-171	0	0
0.3538	17.76	2	-86	0	0	35	7	0	0	88	-170	0	0
0.3689	17.03	2	-86	0	0	34	7	0	0	87	-169	0	0
0.3852	16.31	2	-86	0	0	34	8	0	0	86	-168	0	0
0.4031	15.59	2	-85	0	0	34	8	0	0	86	-167	0	0
0.4228	14.86	3	-85	0	0	33	9	0	0	85	-166	0	0
0.4444	14.14	3	-85	0	0	33	10	0	0	84	-165	0	0
0.4684	13.41	3	-84	0	0	32	11	0	0	83	-164	0	0
0.4951	12.69	3	-84	0	0	32	12	0	0	81	-162	0	0
0.5251	11.97	4	-83	0	0	31	13	0	0	80	-160	0	0
0.5590	11.24	4	-82	0	0	31	15	0	0	79	-158	0	0
0.6283	10.00	5	-80	0	0	29	18	0	0	76	-153	0	0
0.7854	8.00	8	-75	0	0	26	25	0	0	69	-141	0	0
1.0472	6.00	13	-64	0	0	20	37	0	0	57	-117	0	0
1.0946	5.74	14	-62	0	0	19	39	0	0	54	-112	0	0
1.2566	5.00	17	-54	0	0	14	46	0	0	47	-93	0	0
1.5708	4.00	22	-34	0	0	5	65	0	0	38	-45	0	0

Hasil Simulasi Arah Gelombang 30-derajat

Pressure Name = DUCK

Heading = 30.00

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

F R E Q U E N C Y		P E R I O D		S U R G E F O R C E		S W A Y F O R C E		H E A V E F O R C E		R O L L M O M E N T		P I T C H M O M E N T		Y A W M O M E N T	
Rad/Sec	(Sec)	Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase
0.2513	25.00	1	-88	1	-88	36	3	2	91	92	-175	2	-88		
0.2588	24.28	1	-88	1	-88	36	4	2	91	92	-174	3	-88		
0.2668	23.55	1	-88	1	-88	36	4	3	91	92	-174	3	-88		
0.2752	22.83	1	-88	1	-88	36	4	3	91	91	-174	3	-88		
0.2843	22.10	1	-87	1	-88	36	4	3	91	91	-173	3	-88		
0.2939	21.38	1	-87	1	-88	36	5	3	91	90	-173	3	-88		
0.3042	20.66	1	-87	1	-88	35	5	3	91	90	-173	3	-88		
0.3152	19.93	1	-87	1	-88	35	5	4	91	89	-172	4	-87		
0.3271	19.21	1	-87	1	-88	35	6	4	91	89	-172	4	-87		
0.3399	18.48	1	-87	1	-88	35	6	4	91	88	-171	4	-87		
0.3538	17.76	2	-87	2	-87	35	6	5	91	88	-170	5	-87		
0.3689	17.03	2	-86	2	-87	34	7	5	92	87	-170	5	-87		
0.3852	16.31	2	-86	2	-87	34	8	6	92	86	-169	6	-87		
0.4031	15.59	2	-86	2	-87	34	8	6	92	85	-168	6	-87		
0.4228	14.86	2	-86	2	-87	33	9	7	92	85	-167	7	-87		
0.4444	14.14	2	-85	2	-87	33	10	7	92	84	-166	8	-86		
0.4684	13.41	3	-85	3	-87	32	11	8	92	82	-165	8	-86		
0.4951	12.69	3	-84	3	-87	32	12	9	92	81	-163	9	-86		
0.5251	11.97	3	-84	3	-87	31	13	10	92	80	-161	11	-86		
0.5590	11.24	4	-83	4	-87	31	14	12	92	78	-159	12	-86		
0.6283	10.00	5	-81	5	-87	29	17	15	92	75	-155	16	-86		
0.7854	8.00	7	-77	8	-89	26	25	23	90	68	-143	24	-87		
1.0472	6.00	11	-68	12	-94	20	37	35	85	56	-120	37	-91		
1.0946	5.74	12	-66	12	-94	19	40	36	84	54	-116	39	-91		
1.2566	5.00	15	-58	13	-93	15	49	39	85	48	-98	41	-89		
1.5708	4.00	19	-41	14	-79	7	73	38	96	34	-56	40	-70		

Hasil Simulasi Arah Gelombang 90-derajat

Pressure Name = DUCK

Heading = 45.00

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge Force /		Sway Force /		Heave Force /		Roll Moment /		Pitch Moment /		Yaw Moment /	
Frequency	Period	Wave	Phase	Wave	Phase	Wave	Phase	Wave	Phase	Wave	Phase	Wave	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.
0.2513	25.00	1	-88	1	-88	36	3	3	91	92	-175	3	-88
0.2588	24.28	1	-88	1	-88	36	3	4	91	92	-175	4	-88
0.2668	23.55	1	-88	1	-88	36	4	4	91	92	-174	4	-88
0.2752	22.83	1	-88	1	-88	36	4	4	91	91	-174	4	-88
0.2843	22.10	1	-88	1	-88	36	4	4	91	91	-174	4	-88
0.2939	21.38	1	-88	1	-88	36	4	5	91	90	-173	5	-88
0.3042	20.66	1	-88	2	-88	35	5	5	91	90	-173	5	-88
0.3152	19.93	1	-87	2	-88	35	5	5	91	89	-173	5	-88
0.3271	19.21	1	-87	2	-88	35	5	6	91	89	-172	6	-88
0.3399	18.48	1	-87	2	-88	35	6	6	91	88	-172	6	-88
0.3538	17.76	1	-87	2	-88	34	6	7	91	88	-171	7	-88
0.3689	17.03	1	-87	2	-88	34	7	7	91	87	-170	7	-87
0.3852	16.31	2	-87	3	-88	34	7	8	91	86	-170	8	-87
0.4031	15.59	2	-86	3	-88	34	8	9	91	85	-169	9	-87
0.4228	14.86	2	-86	3	-88	33	9	9	91	84	-168	10	-87
0.4444	14.14	2	-86	3	-87	33	9	11	91	83	-167	11	-87
0.4684	13.41	2	-86	4	-87	32	10	12	91	82	-166	12	-87
0.4951	12.69	2	-85	4	-87	32	11	13	91	81	-164	13	-87
0.5251	11.97	3	-85	5	-87	31	13	15	91	80	-162	15	-87
0.5590	11.24	3	-84	5	-88	31	14	17	91	78	-161	17	-87
0.6283	10.00	4	-83	7	-88	29	17	21	91	75	-156	22	-87
0.7854	8.00	6	-79	11	-90	26	24	33	88	67	-146	34	-89
1.0472	6.00	9	-72	17	-97	20	37	49	82	55	-124	52	-95
1.0946	5.74	10	-70	17	-97	19	40	51	81	54	-120	54	-95
1.2566	5.00	12	-64	18	-97	15	50	53	81	48	-104	56	-93
1.5708	4.00	16	-50	18	-83	9	76	51	93	34	-68	54	-76

Hasil Simulasi Arah Gelombang 45-derajat

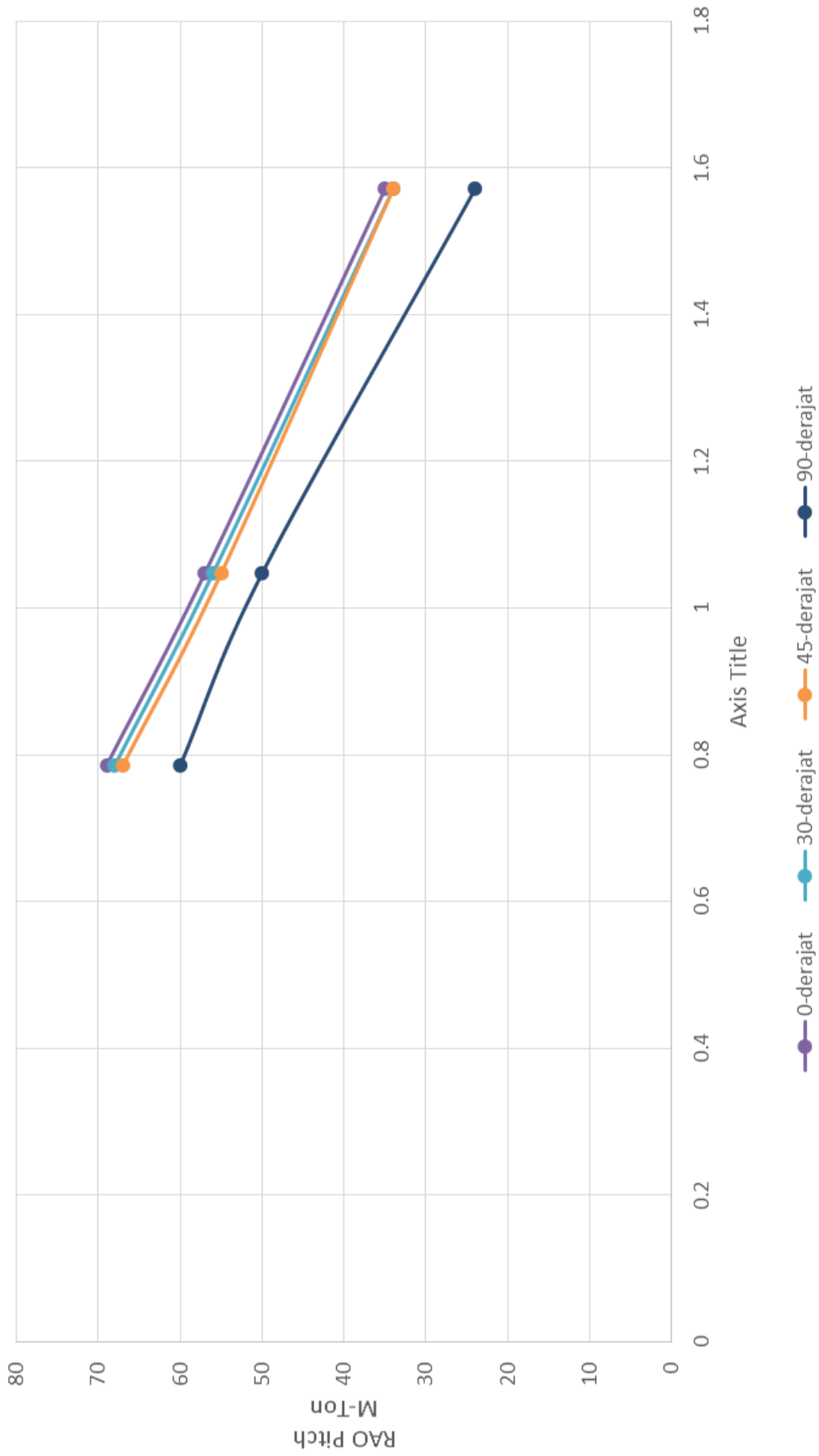
Pressure Name = DUCK Heading = 90.00

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

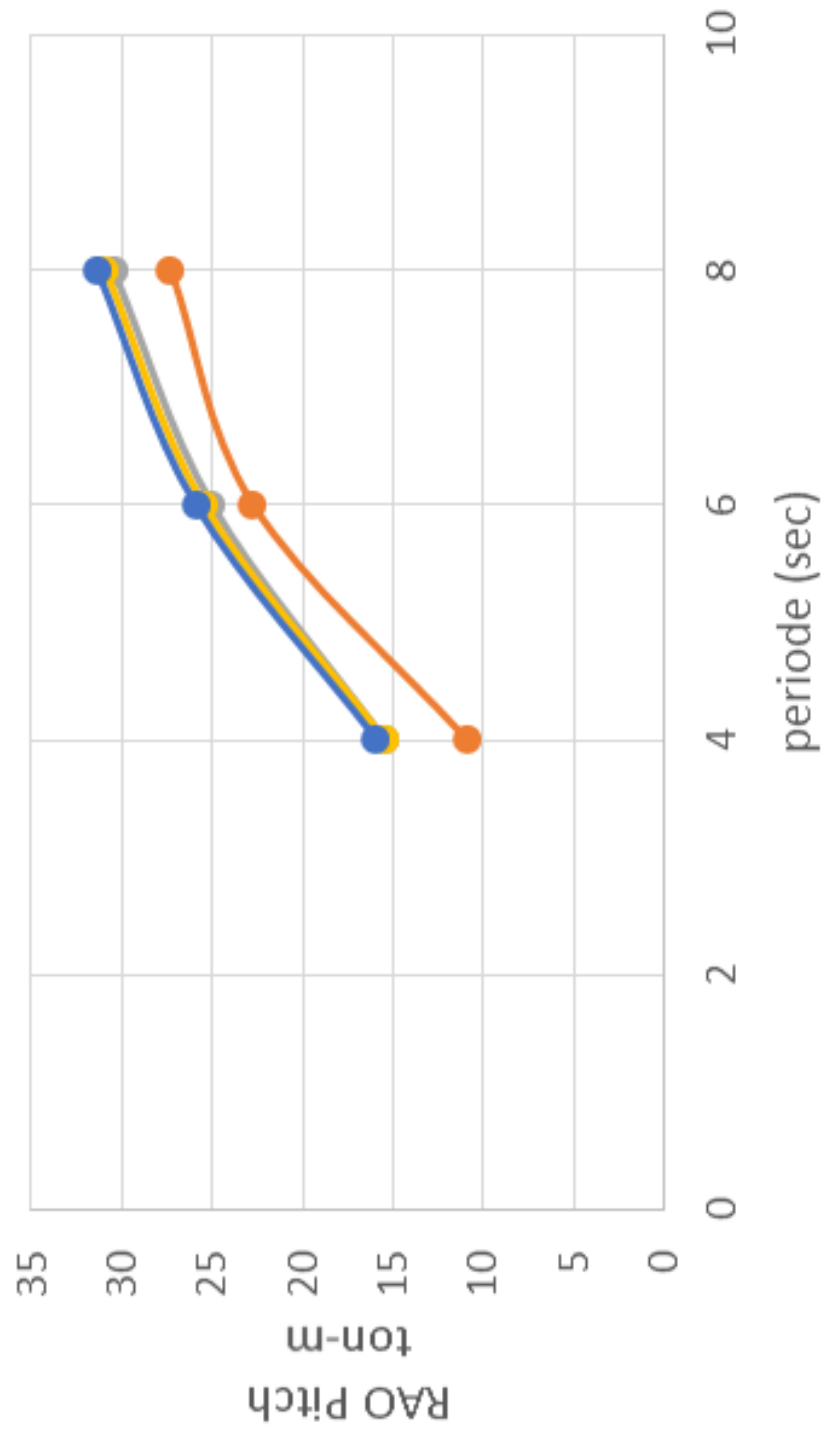
E N C O U N T E R		Surge Force /		Sway Force /		Heave Force /		Roll Moment /		Pitch Moment /		Yaw Moment /	
Frequency	Period	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.
0.2513	25.00	0	0	2	-89	36	3	5	90	92	-176	5	-89
0.2588	24.28	0	0	2	-89	36	3	5	90	92	-176	5	-89
0.2668	23.55	0	0	2	-89	36	3	5	90	91	-176	5	-89
0.2752	22.83	0	0	2	-89	36	3	6	90	91	-176	6	-89
0.2843	22.10	0	0	2	-89	36	3	6	90	91	-176	6	-89
0.2939	21.38	0	0	2	-89	36	4	6	90	90	-175	7	-89
0.3042	20.66	0	0	2	-89	35	4	7	90	90	-175	7	-89
0.3152	19.93	0	0	2	-89	35	4	7	90	89	-175	8	-89
0.3271	19.21	0	0	3	-89	35	4	8	90	89	-175	8	-89
0.3399	18.48	0	0	3	-89	35	5	9	90	88	-174	9	-89
0.3538	17.76	0	0	3	-89	34	5	9	90	87	-174	10	-89
0.3689	17.03	0	0	3	-90	34	5	10	90	87	-174	10	-90
0.3852	16.31	0	0	4	-90	34	6	11	89	86	-173	11	-90
0.4031	15.59	0	0	4	-90	34	6	12	89	85	-173	12	-90
0.4228	14.86	0	0	4	-90	33	7	13	89	84	-172	14	-90
0.4444	14.14	0	0	5	-90	33	8	15	89	83	-171	15	-90
0.4684	13.41	0	0	5	-90	32	8	17	89	81	-171	17	-90
0.4951	12.69	0	0	6	-91	32	9	18	88	80	-170	19	-91
0.5251	11.97	0	0	7	-91	31	10	21	88	78	-169	21	-91
0.5590	11.24	0	0	8	-92	31	11	24	87	77	-168	24	-92
0.6283	10.00	0	0	10	-93	29	14	30	86	73	-165	31	-93
0.7854	8.00	0	0	15	-98	26	20	46	81	60	-159	48	-99
1.0472	6.00	0	0	23	-110	21	31	67	69	50	-148	72	-111
1.0946	5.74	0	0	24	-112	20	34	69	68	48	-146	74	-113
1.2566	5.00	0	0	24	-115	17	42	70	64	39	-138	76	-116
1.5708	4.00	0	0	22	-109	12	60	63	70	24	-121	70	-109

Sarat 3.5 meter , 0-Derajat						
No	Periode (s)	Frequency (rad/sec)	Amplitudo Respon (Ton)	RAO (Ton.m)	Daya (Watt)	
1	8	0.7854	69	31.395	34912.98	
2	6	1.0472	57	25.935	38454.88	
3	4	1.5708	35	15.925	35418.96	
Sarat 3.5 meter , 30-Derajat						
No	Periode	Frequency	Amplitudo Respon Bangunan	RAO	Daya (Watt)	
1	8	0.7854	68	30.94	34406.99	
2	6	1.0472	56	25.48	37780.23	
3	4	1.5708	34	15.47	34406.99	
Sarat 3.5 meter , 45-Derajat						
No	Periode	Frequency	Amplitudo Respon Bangunan	RAO	Daya (Watt)	
1	8	0.7854	67	30.485	33901.01	
2	6	1.0472	55	25.025	37105.58	
3	4	1.5708	34	15.47	34406.99	
Sarat 3.5 meter , 90-Derajat						
No	Periode	Frequency	Amplitudo Respon Bangunan	RAO	Daya (Watt)	
1	8	0.7854	60	27.3	30359.11	
2	6	1.0472	50	22.75	33732.35	
3	4	1.5708	24	10.92	24287.29	

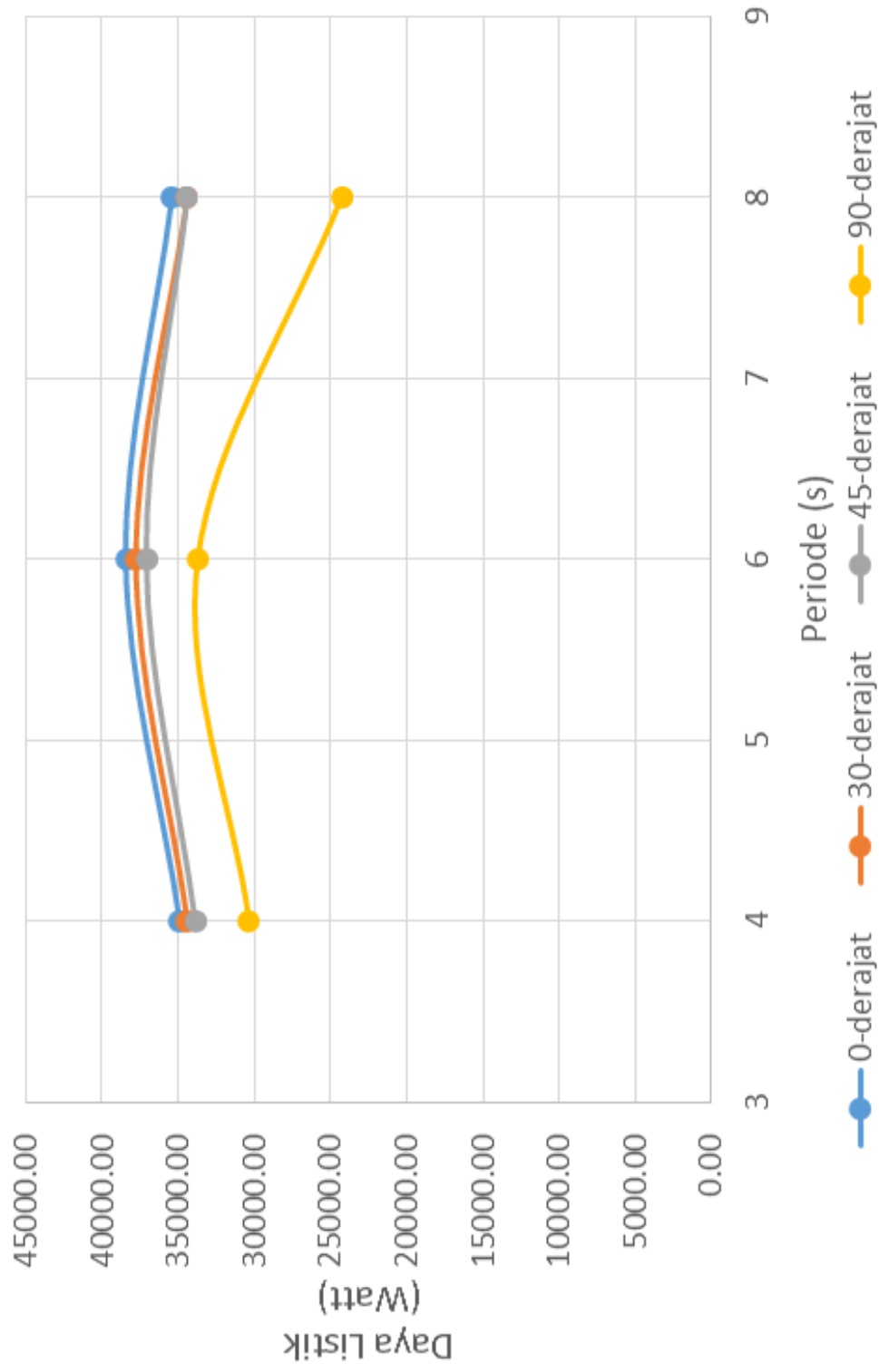
Sarat 3.5m



Sarat 3.5m



Daya Listrik yang dihasilkan Salter Duck



[Halaman sengaja dikosongkan]

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Kota Banjarmasin pada tanggal 25 April 1995, anak dari pasangan Bapak Bulhadi dan ibu Gusti Rusliawati. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Jenjang pendidikan formal yang pernah ditempuh TK Islam Sabilal Muhtadin Banjarmasin, SD Islam Sabilal Muhtadin Banjarmasin, SMP Islam Sabilal Muhtadin Banjarmasin dan SMAN 3 Banjarmasin. Pada tahun 2013 penulis diterima sebagai mahasiswa melalui jalur Mandiri di Departemen Teknik Sistem Perkapala, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Penulis mengambil bidang keahlian Marine Manufacture and Design (MMD) sesuai dengan bidang penelitian yang dikerjakan pada skripsi ini.

Email : emfazar@gmail.com

[Halaman sengaja dikosongkan]