

SEGI DELAPANDESAIN KONVERTER GELOMBANG BENTUK SEGI DELAPAN SEBAGAI SUMBER PEMBANGKIT LISTRIK DI PERAIRAN LAUT JAWA

Muhammad Sidiq¹, Eko Sasmito Hadi¹, Kiryanto¹

¹Jurusan S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
e-mail : sidiq.naval@yahoo.co.id

ABSTRAK

Ketertarikan manusia terhadap energi untuk memenuhi kebutuhan hidup semakin banyak. Sumber energi yang di hasilkan semakin lama akan berkurang, oleh sebab itu perlu adanya suatu sumber energi alternatif untuk mengatasi kekurangan sumber energi. Indonesiasebagai negara maritim, dimana sebagian besar wilayah berupa perairan, memiliki potensi yang amat besar untuk memanfaatkan wilayah perairannya sebagai sumber energi untuk memenuhi kebutuhan masyarakatnya. Wave Energy Converter adalah alat yang memanfaatkan gelombang laut untuk menghasilkan arus listrik. Wave Energy Converter yang didesain pada penelitian ini adalah tipe heaving device yang menggunakan prinsip gerak osilasi (naik – turun) gelombang untuk menghasilkan energi. Dalam penelitian ini, dilakukan sebuah studi desain konverter gelombang berbentuk segi delapan dengan prinsip heaving device untuk dimanfaatkan di perairan Laut Jawa. Suatu model segi delapan dengan tinggi maksimal 60 cm dan lebar maksimal 50 cm sebagai objek penelitian, dianalisa dengan variabel beban untuk mendapatkan nilai heaving terbesar. Konverter dianalisa dalam keadaan tanpa beban, diisi beban 10 kg, diisi 20 kg, diisi 30 kg. Konverter yang memiliki nilai amplitudo terbesar adalah konverter segi delapan yang diisi dengan beban 30 kg yang beroperasi pada gelombang 0,8 m dengan amplitudo 0,589 m. Konverter yang memiliki nilai kecepatan heaving terbesar adalah konverter segi delapan tanpa beban yang beroperasi pada gelombang 0,8 m dengan kecepatan 0,9486 m/s. Konverter yang memiliki nilai percepatan heaving terbesar adalah konverter segi delapan tanpa beban yang beroperasi pada gelombang 0,8 m dengan nilai percepatan 5,32 m/s². Konverter segi delapan yang memiliki nilai frekuensi heaving terbesar adalah konverter tanpa beban yang beroperasi pada gelombang 0,2 m dengan nilai frekuensi 0,422 Hz. Konverter segi delapan yang memiliki nilai force heaving terbesar adalah konverter dengan beban 30 kg dengan nilai gaya 912.6 N.

Kata kunci : *Wave Energy Converter, Heaving Device, Amplitudo, Frekuensi*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan dan penggunaan energi terbarukan sangat penting. Sumber energi sendiri merupakan sumber daya alam yang diolah menggunakan teknologi tepat guna untuk memenuhi kebutuhan hidup. Pengembangan energi baru dan terbarukan perlu dilakukan seiring sumber energi minyak bumi yang menipis. Indonesia pun memiliki potensi besar mengembangkan energi baru dan terbarukan. Ketersediaan energi termasuk listrik merupakan elemen yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, sekaligus sebagai kebutuhan mutlak untuk menunjang pembangunan nasional yang berkelanjutan. Hal ini menjadi tantangan besar bagi Indonesia ketika

dihadapkan pada kondisi sebagian besar penyediaannya masih bergantung pada energi fosil dan pengembangan sumber-sumber energi terbarukan masih sangat terbatas.

Semakin bertambah manusia semakin banyak pula kebutuhan energi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Tetapi ketertarikan terhadap Sumber Daya Minyak yang semakin lama berkurang menjadikan suatu masalah yang timbul selanjutnya. Perlu adanya suatu energi alternatif untuk mengatasi ketertarikan tersebut.

Sebagai negara maritim terbesar kedua di dunia, Indonesi memiliki potensi untuk menggunakan wilayah laut yang meliputi

Tabel 1. Perbandingan energi gelombang laut, angin dan matahari^[9]

Tipe	Kerapatan Energi	Prediksi	Ketersediaan	Kawasan potensial
Energi gelombang laut	Tinggi	Dapat diprediksikan di banyak tempat	80 – 90 %	Tidak terbatas
Energi angin	Rendah	Tidak dapat diprediksi – kecuali di tempat-tempat terbatas	20 – 30 %	Sangat terbatas
Energi matahari	Rendah	Tidak dapat diprediksi – kecuali di beberapa tempat	20 – 30 %	Di beberapa kawasan

Adapun keuntungan dari memanfaatkan energi yang berasal dari laut (ombak), [2] :

- Ramah lingkungan
- Tersedia di seluruh lautan Indonesia
- Energi gelombang tidak mengenal waktu siang dan malam
- Tidak ada limbah atau polusi
- Sumber energi yang dapat diperbaharui

Sebagaimana yang termaktub dalam Undang-undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi, mengamanatkan bahwa dalam rangka mendukung pembangunan nasional secara berkelanjutan dan meningkatkan ketahanan energi nasional, maka pengelolaan energi ditujukan untuk tercapainya kemandirian pengelolaan energi, terjaminnya ketersediaan energi dalam negeri, terjaminnya pengelolaan sumber daya energi secara optimal, terpadu, dan berkelanjutan, tercapainya peningkatan akses masyarakat, tercapainya pengembangan kemampuan industri energi dan jasa energi dalam negeri, meningkatnya profesionalisme Sumber Daya Manusia, terciptanya lapangan kerja, dan terjaganya kelestarian fungsi lingkungan hidup. Semangat untuk mewujudkan pemanfaatan energi gelombang inilah yang mendorong penulis untuk mengambil Tugas Akhir dengan mengangkat judul “**Desain Konverter Gelombang Bentuk Segi Delapan Sebagai Sumber Pembangkit Listrik di Perairan Laut Jawa**”

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sebuah desain sebuah konverter gelombang dengan bentuk segi delapan sebagai sumber pembangkit listrik?
2. Bagaimana karakteristik gerakan yang dihasilkan dari sebuah konverter gelombang bentuk segi delapan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan desain konverter gelombang bentuk segi delapan sebagai sumber pembangkit listrik.
2. Mendapatkan karakteristik gerak yang dihasilkan oleh konverter gelombang bentuk segi delapan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Terbarukan

Secara sederhana, energi terbarukan didefinisikan sebagai energi yang dapat diperoleh ulang (terbarukan) seperti sinar matahari dan angin. Sumber energi terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global seperti pada sumber-sumber tradisional lain. Ini adalah alasan utama mengapa energi terbarukan sangat terkait dengan masalah lingkungan dan ekologi di mata banyak orang

2.2 Gelombang Air Laut

Gelombang 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 sepoi – sepoi 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.

2.3 Energi Gelombang Laut

Salah satu potensi laut yang belum terlalu banyak diketahui masyarakat umum adalah energi laut untuk menghasilkan listrik. Berbagai neegara yang melakukan penelitian dan pengembangan potensi energi samudra untuk menghasilkan listrik adalah Inggris, Prancis dan Jepang.

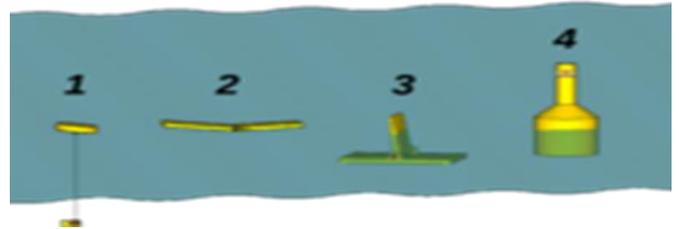
Secara umum, potensi energi laut yang dapat menghasilkan listrik dapat dibagi kedalam 3 jenis potensi energi yaitu energi pasang surut (*tidal power*), energi gelombang laut (*wave energy*) dan energi panas laut (*ocean thermal energy*). Energi pasang surut adalah energi yang dihasilkan dari pergerakan air laut akibat perbedaan pasang surut. Energi gelombang laut adalah energi yang dihasilkan dari pergerakan gelombang laut menuju daratan dan sebaliknya. Sedangkan energi panas laut memanfaatkan perbedaan temperatur air laut di permukaan dan di kedalaman. Meskipun pemanfaatan energi jenis ini di Indonesia masih memerlukan berbagai penelitian mendalam, tetapi secara sederhana dapat dilihat bahwa probabilitas menemukan dan memanfaatkan potensi energi gelombang laut dan energi panas laut lebih besar dari energi pasang surut.

2.4 Wave Energy Converter

Wave Energy Converter merupakan alat yang menghasilkan arus listrik dengan memanfaatkan gelombang air laut. Komponen utama konverter ini terdiri dari apung-apung berkompartemen dan batang magnet. Batang magnet diletakkan di dalam pelampung. Prinsip kerja konverter yakni, pelampung yang terkena gelombang air laut maka akan bergerak naik turun (osilasi), di dalam apung-apung terdapat kumparan. Tetapi batang magnet dirancang dengan cara diikat dengan dasar laut. Gerakan naik turun (isolasi) dari kumparan dengan batang magnet akan menghasilkan arus listrik

Dalam jurnal "*A wave energy converter with an internal water tank*" dikemukakan bahwa pemasangan tangki air internal yang dalam WEC di dapat mengambil listrik dari medan gelombang air yang datang dengan memadukan gerakan resonansi tangki dan WEC. Sebuah analisis lengkap telah dikembangkan berdasarkan teori gelombang air linier dan beberapa perhitungan terbuat dari berbagai koefisien hidrodinamik

diperlukan untuk menghitung daya yang dapat diserap. Ada banyak parameter yang terlibat dan selanjutnya pekerjaan yang diperlukan untuk mengoptimalkan sistem dan meningkatkan prediksi kinerja. Salah satu perkembangan adalah mengubah bentuk tangki internal sehingga untuk menurunkan frekuensi alami bertepatan dengan frekuensi dominan dari gelombang yang terjadi. Ini bisa dilakukan misalnya dengan meningkatkan ukuran dari permukaan internal bebas sementara mempertahankan massa air internal.

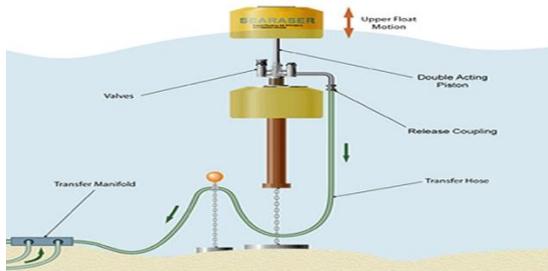


Gambar 1. Berbagai bentuk WEC yang telah ada

Dalam jurnal "*Two-Component Axisymmetric Wave Energy Absorber*" dikemukakan bahwa salah satu penelitian WEC yang dikembangkan di UC Berkeley dimodelkan dalam bentuk silinder yang ditambatkan dan terjadi *heave*, *surge* dan *pitch*. Silinder bagian dalam ditambatkan dan paten tidak bergerak, sementara silinder luar bebas untuk bergerak pada sepanjang silinder dalam. Gerakan naik-turun silinder luar dianalisa dan prosedur yang sistematis dikembangkan untuk menganalisa dampak dari proporsi geometri pada kemampuan untuk menghasilkan energi.

Dengan menggunakan dinamika benda multisegi dan teori gelombang linier, percobaan ini menunjukkan bahwa derajat kebebasan *surge* dan *pitch* dipisahkan dari gerakan *heave*. Kemudian hal ini dipelajari secara mandiri untuk memahami yang pengaruh dari parameter geometri (sarat dan jari-jari silinder luar) pada kinerja ekstraksi energi. Dengan persamaan gabungan untuk *surge* dan *pitch* diturunkan, pertemuan gaya dan momen antara dua silinder dapat dengan mudah dihitung. Ini akan merupakan langkah logis berikutnya sebelum perancangan dan pengujian perangkat. Perbaikan lebih lanjut dari karya ini juga akan mencakup pemodelan efek viskositas yang lebih baik, optimalisasi bentuk bawah

silinder dan analisis dinamika gelombang tidak teratur.



Gambar 2. Simulasi Gerak WEC

Dalam jurnal “*Regular and Irregular Wave Impacts on Floating Body*” dinyatakan bahwa hasil perhitungan dari simulasi gelombang linier, gelombang tidak linier, dan tabrakan gelombang benda yang terapung dibandingkan dengan data teoritis dan ekperimental dan hasil numerik sejalan dengan hasil solusi analisa yang dilakukan dengan pemodelan. Nilai rata rata dan nilai maksimum tubrukan gelombang, termasuk momen rotasi, terhadap benda terapung diperoleh. Pengaruh kedalaman air, tinggi gelombang, dan periode gaya dan momen telah diujicoba dan hasil yang telah dihitung untuk gelombang tidak linier dibandingkan dengan gelombang yang linier. [6]

Dalam paper “*Capture Width for Arrays of Wave Energy Converters*” mendapatkan kesimpulan bahwa

1. Sebuah baris WEC yang tegak lurus dengan arah gelombang adalah bentuk rangkaian WEC yang terbaik
2. Jarak antar WEC sebaiknya $\frac{3}{4}$ kali dari panjang gelombang, sedikit lebih lebar dari spektrum laut, sedangkan jika sama dengan panjang gelombang maka tidak bagus.
3. Dua baris WEC yang sejajar tidak menghasilkan perkembangan yang signifikan. [7]

2.5. Spektrum Gelombang

Pada penelitian ini spektra gelombang yang digunakan adalah spektra gelombang *ITTC* dengan 2 parameter sesuai pada Persamaan 4.1. Tinggi variasi gelombang signifikan (H_s) yang digunakan adalah 0,8 m, 0,6 m, 0,4 m, dan 0,2 m dengan variasi Periode Rata-rata (T_{ave})

$$S_{ITTC\zeta}(\omega) = \frac{A}{\omega^5} \exp\left(\frac{-B}{\omega^4}\right) \quad (1)$$

Dimana:

ω = frekuensi gelombang (rad/det)

$$A = 172,75 \frac{H_s}{T_{ave}^4}$$

$$B = \frac{691}{T_{ave}^4}$$

Spektrum gelombang (S_ω) yang dihasilkan dari persamaan (1) sangat bergantung pada nilai frekuensi gelombang. Akibat pengaruh kecepatan kapal dan sudut datang gelombang, maka frekuensi gelombang insiden (ω_w) akan berubah menjadi frekuensi gelombang papasan atau *encountering wave frequency* (ω_e). Gelombang papasan inilah yang digunakan untuk membuat spektrum gelombang papasan (S_e). Untuk menghitung frekuensi gelombang papasan dapat menggunakan persamaan (2)

$$\omega_e = \omega \left(1 - \frac{\omega V}{g} \cos \mu\right) \quad (2)$$

Dimana:

ω_e = frek. gelombang papasan (rad/det)

ω_w = frek. gelombang (rad/det)

V = kecepatan kapal (m/s)

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Pada kondisi sebenarnya, struktur terapung yang bergerak di laut akan mengalami eksitasi gelombang yang bersifat acak (random), sesuai dengan sifat alami dari gelombang laut. Dalam hal ini, suatu loncatan dalam pemecahan permasalahan gerak kapal di laut telah ditunjukkan oleh St. Denis dan Pierson pada awal tahun 50an. Peneliti tersebut mengungkapkan gerakan struktur terapung di atas gelombang acak dapat dihitung dengan mentransformasikan spectrum gelombang, $S(\omega)$, menjadi spectrum respons gerakan kapal, $S_R(\omega)$. Data yang akan digunakan adalah RAO dan spektra gelombang, sehingga dengan fungsi transfer berikut dapat dihitung spektra respons:

$$S_R(\omega) = RAO^2 \times S_j(\omega) \quad (3)$$

Jika spektra respons telah didapat, maka nilai-nilai statistik gerakan dapat dihitung dengan menerapkan formulasi matematis berikut.

$$m_0 = \int_0^\infty S_j(\omega) d\omega \quad (4)$$

Bila variabel m_0 didefinisikan sebagai luasan di bawah kurva spektra, maka tinggi (*double amplitude*) signifikan dapat dihitung sebagai

$$H_s = 4.0 \sqrt{m_0} \quad (5)$$

dan amplitudo signifikan adalah setengah dari tinggi signifikannya, atau

$$= 2.0 \sqrt{m_0} \quad (6)$$

Sedangkan tinggi rata-rata adalah

$$\frac{H}{2.54} = \sqrt{m_0} \quad (7)$$

Dan amplitudo rata-rata adalah

$$= 1.27 \sqrt{m_0} \quad (8)$$

Disamping luasan di bawah spektra, dalam hal ini dapat juga didefinisikan momen spektra ke 2 dan ke 4, sebagai berikut:

$$m_0 = \int_0^\infty S(\omega) d\omega \quad (9)$$

$$m_4 = \int_0^\infty \omega^4 S(\omega) d\omega \quad (10)$$

Berdasar definisi ini, maka variabel stokastik kecepatan dan percepatan gelombang atau gerakan dapat dihitung, seperti dengan pemakaian untuk displasemen. Misalnya, amplitudo kecepatan rata-rata adalah:

$$= 1.27 \sqrt{m_2} \quad (11)$$

$$= 2.0 \sqrt{m_4} \quad (12)$$

Setelah nilai-nilai stokastik dari spektra respons telah didapatkan, maka selanjutnya dikolerasikan terhadap kriteria operasi .

2.6. RAO (*Response Amplitudo Operator*)

Respon gerakan kapal terhadap gelombang regular dinyatakan dalam RAO (*Response Amplitudo Operator*), dimana RAO adalah rasio antara amplitudo gerakan kapal (baik translasi maupun rotasi) terhadap amplitudo gelombang pada frekuensi tertentu.

Respon gerakan RAO untuk gerakan translasi merupakan perbandingan langsung antara amplitudo gerakan kapal (Z_0) dengan amplitudo gelombang (ζ_0) (keduanya dalam satuan panjang) :

$$RAO = \frac{Z_0}{\zeta_0} \text{ (m/m)} \quad (13)$$

Sedangkan gerakan rotasi merupakan perbandingan amplitudo gerakan rotasi (dalam radian) dengan kemiringan gelombang yang merupakan perkalian angka gelombang, $k_w = \omega^2/g$ dengan amplitudo gelombang :

$$RAO = \frac{\theta_0}{k_w \zeta_0} = \frac{\theta_0}{(\omega^2/g)\zeta_0} \text{ (rad/rad)} \quad (14)$$

Pada kenyataannya, gelombang di laut adalah gelombang acak sehingga respon kapal terhadap gelombang regular yang dinyatakan dalam RAO tidak dapat menggambarkan respon kapal pada keadaan sesungguhnya di laut. Untuk mendapatkan respon gerakan kapal terhadap gelombang acak dapat digambarkan dengan spektrum respon. Spektrum respon didapatkan dengan mengalikan spectrum gelombang (S_ζ) dengan RAO^2 :

$$S_{\zeta_r}(\omega) = RAO^2 \times S_\zeta(\omega) \quad (15)$$

2.7. Software kapal

Dalam dunia ilmu perkapalan banyak hal-hal yang perlu dibutuhkan agar tercipta hasil yang lebih baik, maka oleh karena itu diperlukan bantuan program-program komputer (software) yang lebih khusus menunjang di bidang perkapalan. Berikut ini adalah beberapa program

(software) komputer yang dipergunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2.7.1. *Rhinoceros*

Rhinoceros adalah *software* yang digunakan untuk mendesain sebuah bentuk 3D. Prinsip yang digunakan *Rhinoceros* dalam mendesain tidak jauh beda dengan *software* 3D lainnya. Dia juga memiliki *tools* yang memungkinkan untuk mendesain objek sesuai dengan yang dibutuhkan. Dari *Rhinoceros* sendiri data yang dihasilkan dapat di import ke dalam format lain agar bias di buka dengan *software* 3D lainnya.

2.7.2. ANSYS AQWA

Software ANSYS® AQWA™ adalah sebuah *software* analisa rekayasa untuk menyelidiki efek gelombang, angin dan arus pada mengambang dan tetap lepas pantai dan struktur kemaritiman, termasuk spar, sistem *floating production storage and offloading* (FPSO), semi-submersible, *tension leg platform* (TLP), kapal, sistem energi terbarukan dan desain *breakwater*. Berbagai proyek saat ini membutuhkan desain struktur dan analisis agar dilakukan secara efisien dari segi waktu dan

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pemodelan dan analisis kemampuan yang baik memungkinkan penilaian yang cepat dari banyak alternatif desain, khususnya pada awal proyek, secara signifikan mengurangi biaya proyek secara keseluruhan dan rentang waktu.

3.1 Penelitian

Salah satu media untuk penelitian adalah pendekatan *software*, maka prosedur yang harus dilakukan adalah mempersiapkan data-data teknis untuk kemudian dianalisa. Sebagai langkah awal, untuk pemodelan *wave energy converter*.

3.1.1 Materi Penelitian

Materi penelitian yang dimaksud dalam penelitian ini meliputi data- data yang akan di proses dalam penelitian meliputi data primer yang diperlukan antara lain:

1. Data ukuran konverter gelombang

3.1.2 Studi literatur

Setelah melakukan pengumpulan data, penulis melakukan pengkajian melalui referensi literatur

baik dari buku maupun publikasi di internet antara lain tentang:

1. Buku dan jurnal-jurnal tentang *Wave Energy Converter*
2. Pedoman *FreeCAD*, *Maxsurf* dan *Ansys Aqwa*

3.2 Permodelan

Tahap pendekatan permodelan merupakan pengolahan data, dimulai setelah semua data yang di butuhkan diperoleh, kemudian data tersebut dikumpulkan dan diolah agar dapat mempermudah dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Pengolahan data dimulai dengan tahapan sebagai berikut:

3.2.1 Pembuatan Model

Membuat model dengan memasukkan data-data dimensi ruang sesuai pembagian searah sumbu x, y, z menggunakan program *FreeCAD*

3.2.2 Proses Analisa Model

Proses analisis dari struktur ini menggunakan program bantu *Maxsurf* dan *Ansys Aqwa* yang kemudian dikomparasi hasil dari analisa tersebut.

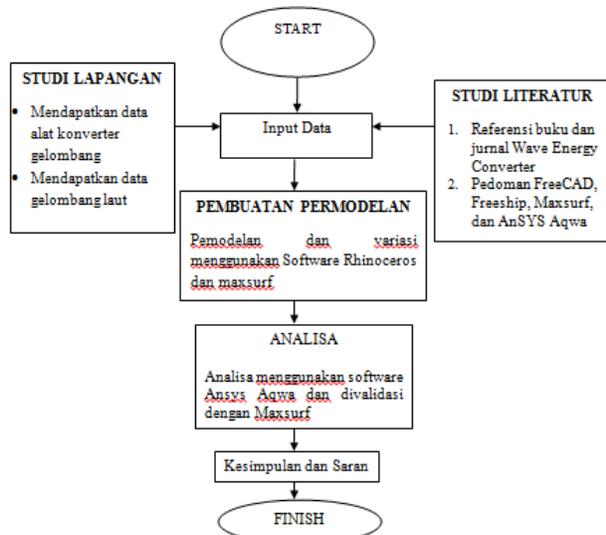
3.3 Analisa Dan Pembahasan

Merupakan bagian akhir untuk mencapai hasil penelitian, yaitu didapatkannya kesimpulan final tugas akhir sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dari semua hasil pengolahan data berupa gambar model, *display* hasil analisis yang diperoleh dan telah dikelompokkan maka kemudian dilakukan proses analisa dan pembahasan yang meliputi karakteristik model. Proses analisa yang dilakukan tetap mengacu pada teori dan literatur (pustaka) yang ada.

3.4 Penarikan Kesimpulan

Dalam tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dari seluruh tahapan di atas sesuai dengan tujuan awal yang ditetapkan pada penelitian serta saran mengenai pengembangan penelitian lanjutan.

3.5 Flowcart



Gambar 3. Flow chart diagram

IV. ANALISA

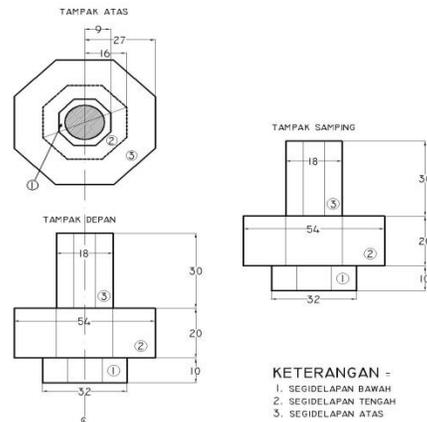
4.1 Pengolahan Data

Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan karakteristik bentuk konverter segi delapan yang memiliki karakteristik gerak yang optimal. Karena nilai-nilai karakteristik inilah yang menjadi sumber gerakan yang nantinya akan digunakan menjadi sumber energi selanjutnya – energi listrik. Dimensi dari konverter berbentuk segi delapan adalah sebagai berikut :

Diameter Bawah	: 32.00 cm
Tinggi Segi Delapan Bawah	: 10.00 cm
Diameter Tengah	: 54.00 cm
Tinggi Segi Delapan Tengah	: 20.00 cm
Diameter Atas	: 18.00 cm
Tinggi Segi Delapan Atas	: 30.00 cm

Secara umum proses modifikasi yang akan dilakukan adalah merubah muatan dari konverter berbentuk segi delapan ini.

Modifikasi yang dilakukan pada konverter berbentuk segi delapan dengan mempertahankan variabel tetap yaitu dimensi dari konverter itu sendiri.



Gambar 4. Desain Konverter

4.2 STUDI GEOGRAFIS

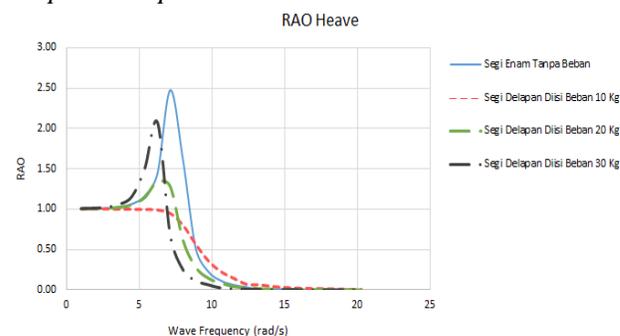
Pada penelitian ini spektra gelombang yang digunakan adalah spektra gelombang ITTC dengan 2 parameter sesuai pada Persamaan 4.1. Tinggi variasi gelombang signifikan (H_s) yang digunakan adalah 0,8 m, 0,6 m, 0,4 m, dan 0,2 m dengan variasi Periode Rata-rata (T_{av}) 1,68 detik, 1,43 detik, 1,14 detik dan 0,81 detik.

4.3 ANALISA

Analisis olah gerak dihitung dengan menggunakan bantuan *Ansys Aqwa* yang menggunakan *Hydrodynamic Diffraction* dan menggunakan *Maxsurf Seakeeper*. Hasil analisa olah gerak kapal dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

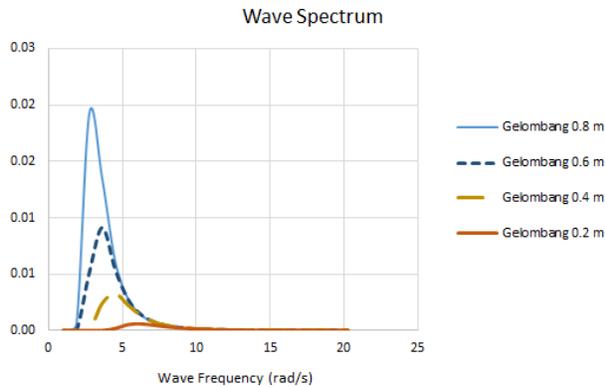
1. RAO (*Response Amplitude Operator*) dari *heave*
2. *Wave spectrum*
3. *Vertical acceleration*

Hasil analisa olah gerak ini berupa *Response Amplitude Operator* untuk *heave*



Gambar 5. RAO (*Response Amplitude Operator*) heaving

Dari hasil analisa perhitungan wave spektra RAO *heaving* menggunakan *Ansys Aqwa dan Maxsurf* diperoleh spektrum respon. Berikut grafik *wave spectrum* dan *spektrum respon*.

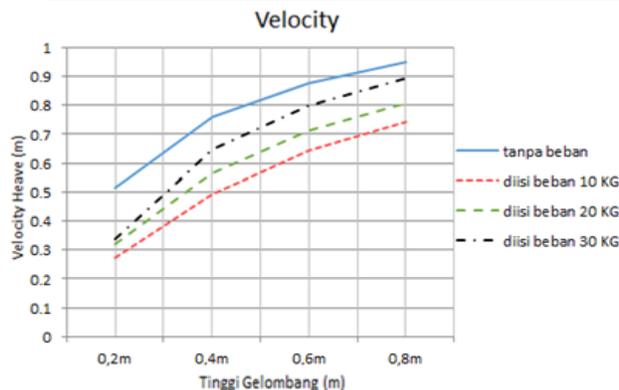


Gambar 6. Wave Spectrum

Luasan dibawah kurva *spektrum respons* tiap gerakan atau disebut m_0 perlu didapatkan untuk nantinya digunakan untuk mencari nilai statistik tiap gerakan. Selanjutnya yaitu nilai amplitudo signifikan dan amplitudo rata-rata bisa didapat. Nilai amplitudo respons gerakan rata-rata di tiap gerakan inilah yang dikorelasikan dengan kriteria operasi, untuk didapatkan operabilitas di tiap periode dan tinggi gelombang signifikan.

Tabel 2. Nilai *velocity* gerakan *heaving*

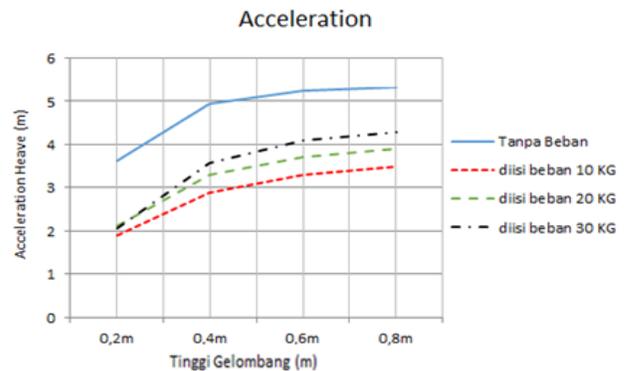
	Velocity (m/s)			
	$\omega^2 * Sr(\omega) * SM$			
	0,8m	0,6m	0,4m	0,2m
Muatan Kosong	0.949	0.875	0.761	0.513
Muatan 10 kg	0.743	0.642	0.493	0.272
Muatan 20 kg	0.805	0.710	0.565	0.319
Muatan 30 kg	0.991	0.799	0.646	0.338



Gambar 7. Grafik Nilai Kecepatan

Tabel 3. Nilai *acceleration* gerakan *heaving*

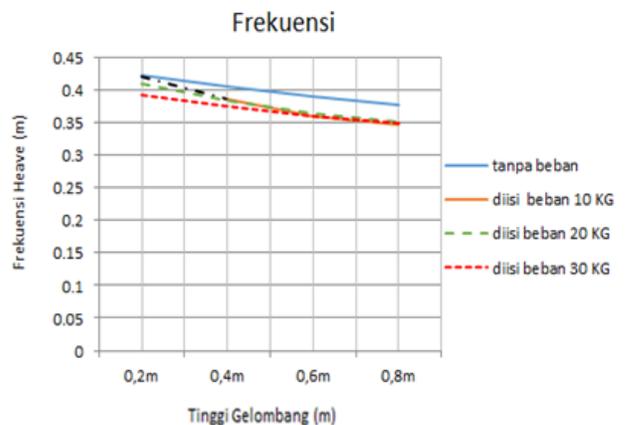
	Acceleration (m/s ²)			
	$\omega^4 * Sr(\omega) * SM$			
	0,8m	0,6m	0,4m	0,2m
Muatan Kosong	5.320	5.234	4.946	3.614
Muatan 10 kg	3.496	3.289	2.876	1.890
Muatan 20 kg	3.899	3.707	3.285	2.109
Muatan 30 kg	4.287	4.081	3.578	2.048



Gambar 8. Grafik Nilai Percepatan

Tabel 4. Nilai *frekuensi* gerakan *heaving*

	Frekuensi (Hz)			
	0,8m	0,6m	0,4m	0,2m
Muatan Kosong	0.371	0.389	0.405	0.422
Muatan 10 kg	0.345	0.360	0.384	0.419
Muatan 20 kg	0.350	0.363	0.384	0.409
Muatan 30 kg	0.349	0.359	0.375	0.391

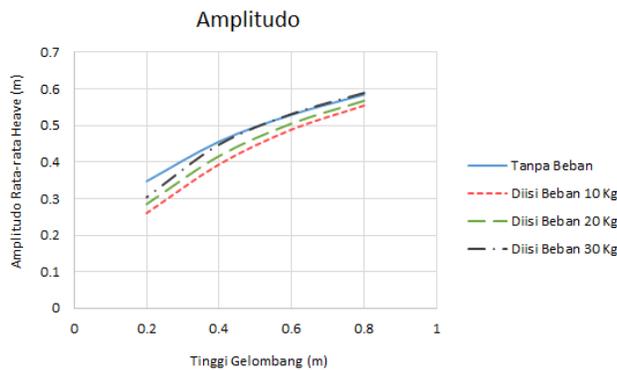


Gambar 9. Grafik Nilai Frekuensi

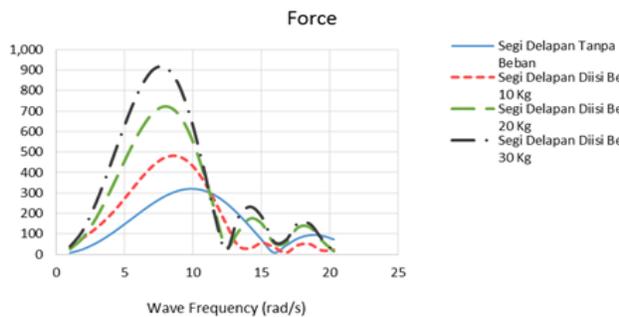
Nilai yang menunjukkan amplitudo yang dialami oleh konverter adalah amplitudo rata – rata .

Tabel 5. Nilai amplitudo gerakan *heaving*

	Amplitudo (Hz)			
	0,8m	0,6m	0,4m	0,2m
Muatan Kosong	0.584	0.529	0.455	0.347
Muatan 10 kg	0.554	0.488	0.393	0.260
Muatan 20 kg	0.567	0.505	0.416	0.284
Muatan 30 kg	0.588	0.531	0.447	0.303



Gambar 10. Grafik *amplitudo* rata-rata



Gambar 11. Grafik Nilai Gaya Eksitasi *Heaving* Tiap Variasi Konverter

Nilai terbaik gaya eksitasi heaving konverter secara berturut-turut adalah :

- Konverter segi delapan dengan beban 30 kg dengan nilai gaya 912.6 N.
- Konverter segi delapan dengan beban 20 kg dengan nilai gaya 722.8 N.
- Konverter segi delapan dengan beban 10 kg dengan nilai gaya 479.6 N.

- Konverter segi delapan tanpa beban dengan nilai gaya 320.8 N.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Didapatkan dimensi dari konverter berbentuk segi delapan adalah sebagai berikut :
 Diameter Bawah : 32.00 cm
 Tinggi Segi Delapan Bawah : 10.00 cm
 Diameter Tengah : 54.00 cm
 Tinggi Segi Delapan Tengah : 20.00 cm
 Diameter Atas : 18.00 cm
 Tinggi Segi Delapan Atas : 30.00 cm

2. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis yaitu judul “Desain Konverter Gelombang Bentuk Segi Delapan Sebagai Sumber Pembangkit Listrik di Perairan Laut Jawa”, adalah mendapat nilai *heaving* dari konverter gelombang berbentuk segi delapan dengan variasi beban. Maka dapat disimpulkan bahwa didapatkan suatu desain konverter gelombang berbentuk segi delapan dengan hasil karakteristik sebagai berikut::

- Konverter yang memiliki nilai amplitudo terbesar adalah konverter segi delapan yang diisi dengan beban 30 kg pada gelombang 0,8 m dengan amplitudo 0,5889 m.
- Konverter yang memiliki nilai kecepatan *heaving* terbesar adalah konverter segi delapan tanpa beban yang beroperasi pada gelombang 0,8 m dengan kecepatan 0,9486 m/s.
- Konverter yang memiliki nilai percepatan *heaving* terbesar adalah konverter segi delapan tanpa beban yang beroperasi pada gelombang 0,8 m dengan nilai percepatan 5,32 m/s².
- Konverter segi delapan yang memiliki nilai frekuensi *heaving* terbesar adalah konverter tanpa beban yang beroperasi pada gelombang 0,2 m dengan nilai frekuensi 0,422 Hz.

5.2. Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih mempunyai keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) antara lain :

- Melakukan penelitian lebih lanjut terkait desain konverter agar menghasilkan olah gerak yang lebih baik dan menghasilkan energi yang baik pula.
- Perlu adanya studi lanjutan untuk teknis pembangkitan listrik melalui konverter yang beroperasi di perairan guna menanggulangi terjadinya krisis energi di masa yang akan datang
- Perlunya perhatian pemerintah ataupun instansi/universitas guna mengembangkan energi terbarukan agar penelitian yang dilakukan dapat benar-benar menghasilkan manfaat dari terciptanya energi yang di hasilkan dari penelitian yang dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

Edition, D., & Pinkster, J. (2002).
INTRODUCTION IN, (April).

Falnes, J., & Kurniawan, A. (2015). Fundamental formulae for wave-energy conversion Subject Category :

Hadi, S., Ningsih, N. S., & Pujiana, K. (2005). Studi Awal Pemodelan Medan Gelombang di Laut Jawa dan Karakteristik Spektrum Energi Gelombang di Teluk Jakarta, *10*(September), 169–176.

Henriques, J. C. C., Lopes, M. F. P., Lopes, M. C., Gato, L. M. C., & Dente, A. (2011). Design and testing of a non-linear power take-off simulator for a bottom-hinged plate wave energy converter. *Ocean Engineering*, *38*(11-12), 1331–1337.
<http://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2011.06.003>

Iqbal, M., Rindo, G., Perkapalan, J. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2015). Optimasi bentuk demihull kapal katamaran untuk meningkatkan kualitas seakeeping, *12*(1), 19–24.

Manik, P., Studi, P., Perkapalan, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2007). Analisa gerakan seakeeping kapal pada gelombang reguler, *4*(1), 1–10.

Pastor, J., & Liu, Y. (2014). Frequency and time domain modeling and power output for a heaving point absorber wave energy converter.
<http://doi.org/10.1007/s40095-014-0101-9>

Pemanfaatan Energi Gelombang Untuk Pembangkit Listrik. (n.d.).

Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) _ Rendy Afriansyah Nawawi. (n.d.).

Vehicles, M. (1978). *Dynamics of Marine Vehicles* by Rameswar Bhattacharya.

Wave power - Wikipedia, the free encyclopedia. (n.d.).