

# Pengaruh Perbandingan Rasio Inlet Dan Outlet Pada Tabung Reservoir *Oscillating Water Column* (Owc) Menggunakan Fluida Cair

Mochammad Abdul Aziz, Toni Bambang Musriyadi, Irfan Syarif Arief  
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
Email: [tobal@its.ac.id](mailto:tobal@its.ac.id), [irfansya@its.ac.id](mailto:irfansya@its.ac.id)

**Abstrak** – Untuk menjaga ketersediaan energi listrik maka diperlukan suatu alternatif pembangkit listrik yang menggunakan energi yang ramah lingkungan dan bisa diperbarui. Salah satu tenaga alternative adalah tenaga air. Salah satunya menggunakan sistem *Oscillating Water Column* (OWC). Komponen utama yang menggerakkan generator karena terkena energi potensial air laut yang tersimpan di reservoir dan mendapatkan supply atau asupan akibat energi kinetik gelombang yang kemudian diarahkan untuk mengisi reservoir pada *Oscillating Water Column* (OWC). Metode pengerjaan yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan video perlambatan 250 fps dengan tujuan membantu penulis dalam analisa. Berdasarkan hasil perhitungan data menunjukkan ketika rasio antara diameter pipa inlet dan outlet serta ditunjukkan dalam grafik bahwa semakin besar rasio maka akan semakin tinggi juga kecepatan yang di hasilkan. Daya yang di dapat juga membuktikan bahwa semakin besar kecepatan yang di dapat maka semakin besar juga daya yang di hasilkan.

**Kata Kunci:** *Oscillating Water Collumn* (OWC), Rasio inlet dan outlet Fluida,,Reservoir, Tabung.

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi pengembangan ilmu pengetahuan tidak pernah lepas dari *inovasi* pada dasarnya mereka ingin mengembangkan dan mencari alternatif untuk memudahkan dan mensejahterakan peradaban. Pembahasan tentang teknologi, maka tidak akan lepas dengan yang namanya energi baik energi yang dapat diperbaharui maupun energi yang tidak dapat diperbaharui. Dewasa ini kebutuhan akan pemenuhan energi listrik dan bahan bakar dunia dipenuhi oleh sumber daya alam tak terbaharui seperti minyak bumi dan batu bara. Akan tetapi dengan laju pertumbuhan dan konsumsi yang secara eksploitasi tak terkendalikan cadangan energi yang tersimpan pada perut bumi akan menipis bahkan habis pada waktu tertentu. Oleh

sebab itu dibutuhkan studi dan analisa perihal penggunaan energi alternatif yang dapat diperbaharui untuk menjawab *problematika* kehidupan saat ini. Selain dari pada itu juga dibutuhkan energi alternatif yang bersifat ramah lingkungan dan pastinya hemat biaya.

Negara Kepulauan Indonesia yang mempunyai ribuan pulau dan kesemua pulau terpisahkan dengan laut. Dengan kondisi seperti itu luas dari pada laut Indonesia yang mencapai 5,8 juta km<sup>2</sup> atau 70% dari wilayah keseluruhan negara Indonesia. Dengan kondisi seperti ini pemanfaatan potensi energi laut masih optimum, terutama potensi energi gelombang laut yang dapat menghasilkan energi listrik belum banyak yang terealisasi, dengan tujuan dapat memenuhi kebutuhan listrik nasional.

PLTGL merupakan salah satu pembangkit Energi terbarukan, kami melihat bahwa potensi gelombang laut di Indonesia sangat menjanjikan, dengan begitu jika pembangkit listrik tenaga gelombang laut di realisasikan secara tidak langsung pemerintah Indonesia telah menemukan jalan keluar dari tingginya tuntutan pasokan listrik yang diminta sekaligus mendukung program “*Clean Energy*”. [1]

Disini kami mengangkat tema *Oscillating Water Column* (OWC) sebagai alternatif pembangkit listrik dimana analisa yang dilakukan adalah kecepatan aliran fluida yang nantinya akan memutar blade turbin, blade yang berputar ini karena terkena energi potensial air laut yang tersimpan di reservoir yang mendapatkan supply atau asupan akibat energi kinetik gelombang yang kemudian diarahkan untuk mengisi reservoir pada *Oscillating Water Column* (OWC).

## II. DASAR TEORI

Energi dalam pengetahuan teknologi dan fisika dapat diartikan sebagai kemampuan melakukan kerja. Energi di dalam alam adalah suatu besaran yang kekal (hukum termodinamika pertama). Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat dikonversikan/berubah dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain, misalnya pada kompor di dapur, energi yang tersimpan dalam minyak tanah diubah menjadi api. Selanjutnya jika api digunakan untuk memanaskan air dalam panci, energi berubah bentuk lagi menjadi gerak molekul-molekul air. Perubahan bentuk energi ini disebut konversi. Sedangkan

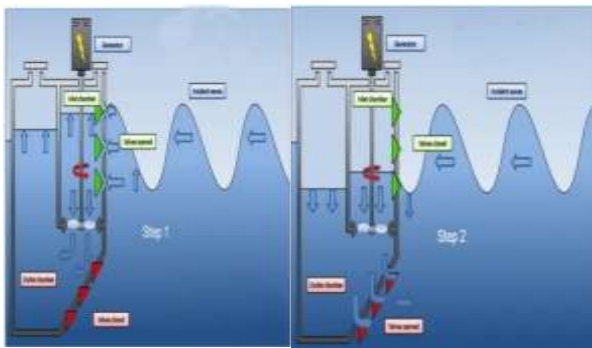
perpindahan energi disebabkan adanya perbedaan temperatur yang disebut kalor. Energi juga dapat dipindahkan dari suatu sistem ke sistem yang lain melalui gaya yang mengakibatkan pergeseran posisi benda. Transfer energi ini adalah kemampuan suatu sistem untuk menghasilkan suatu kerja yang pengaruh/berguna bagi kebutuhan manusia secara positif. Jadi energi adalah suatu kuantitas yang kekal, dapat berubah bentuk, dan dapat pindah dari satu sistem ke sistem yang lain, akan tetapi jumlah keseluruhannya adalah tetap. Gelombang laut merupakan energi dari lautan yang bergerak.

Gelombang laut berupa pergerakan naik turunnya air pada arah yang tegak lurus dengan permukaan laut sehingga membentuk kurva sinusoidal. Terbentuknya energi gelombang laut yang disebabkan oleh benda yang bergerak pada permukaan laut, angin, gangguan seismik, serta medan gravitasi bumi dan bulan penyebab gelombang-gelombang besar, terutama menyebabkan gelombang pasang yang tinggi.

Sumber utama terjadinya gelombang di lautan adalah angin. Oleh karena itu, tinggi gelombang, periode gelombang dan arah gelombang dipengaruhi oleh kecepatan dan arah angin. Angin memberikan pengaruh besar terhadap terjadinya gelombang laut sehingga efisiensi hampir semua pesawa konversi energi gelombang laut dipengaruhi oleh frekuensi angin yang terjadi sepanjang tahun pada suatu zona lautan tertentu. [2]

*Oscillating Water Column (OWC)* adalah teknologi pembangkit listrik yang menggunakan ombak laut sebagai sumbernya.

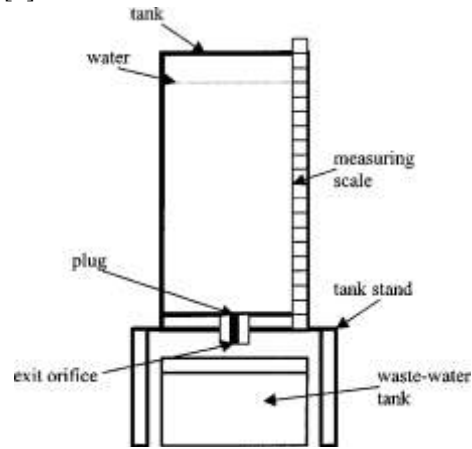
Dalam perencanaan ini ketika gelombang laut naik air laut masuk kedalam OWC mendorong valve atas dan menutup valve bawah sehingga gelombang laut masuk kedalam reservoir supaya back pressure tidak terjadi dari masuknya gelombang laut kedalam maka digunakan outlet chamber untuk menampung keluarnya fluida sehingga tidak terjadi back pressure, ketika gelombang laut turun maka valve atas menutup dan valve bawah membuka untuk jalan keluarnya air laut, naik atau turunnya air yang terdapat pada reservoir mengikuti gelombang laut, dapat dilihat pada gambar 2.2. [3]



Gambar 2.2 Konsep Perencanaan OWC

Pada proses pengurasan tanki (draining tank) yang dijelaskan pada gambar dibawah, fluida pada tanki mengalami percepatan tertentu yang sebanding dengan

ketinggiannya, semakin ke dasar maka fluida mengalami percepatan sampai fluida yang ada dalam tanki tersebut terkuras habis Rumus yang di gunakan untuk menghitung kecepatan yang ada dalam tabung menggunakan persamaan berikut :[4]



Gambar 2.5. Drain Tank

$$h \left( g + \frac{d^2h}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{dh}{dt} \right)^2 \left[ \left( \frac{At}{Ao} \right)^2 - 1 \right] \quad (2.1)$$

$$hg = \frac{1}{2} \left( \frac{dh}{dt} \right)^2 \left[ \left( \frac{At}{Ao} \right)^2 - 1 \right] \quad (2.2)$$

$$\frac{h}{ho} = \left( 1 - \frac{t}{td} \right)^2 \quad (2.3)$$

$$\frac{dh}{dt} = - \frac{2ho}{td} \left( 1 - \frac{t}{td} \right) \quad (2.4)$$

$$td = \left( \frac{2ho}{g} \right)^{1/2} \left[ \left( \frac{At}{Ao} \right)^2 - 1 \right]^{1/2} \quad (2.5)$$

Di dapat persamaan kecepatan aliran sebagai berikut :

$$\frac{dh}{dt} = - \frac{2ho}{\left( \frac{2ho}{g} \right)^{1/2} \left[ \left( \frac{At}{Ao} \right)^2 - 1 \right]^{1/2}} \left( 1 - \frac{t}{\left( \frac{2ho}{g} \right)^{1/2} \left[ \left( \frac{At}{Ao} \right)^2 - 1 \right]^{1/2}} \right) \quad (2.6)$$

Sedangkan Untuk rumus yang di gunakan untuk menghitung daya yang di dapat pada aliran fluida menggunakan persamaan berikut:

$$P = \tau x \omega \quad (2.7)$$

$$P = \frac{E}{t} \quad (2.8)$$

$$\frac{Ek}{t} = \frac{1}{2} \frac{m v^2}{t} \quad (2.9)$$

$$P = \frac{1}{2} M v^2 \quad (2.10)$$

$$P = \frac{1}{2} \rho Q v^2 \tag{2.11}$$

$$Q = A \cdot V \tag{2.12}$$

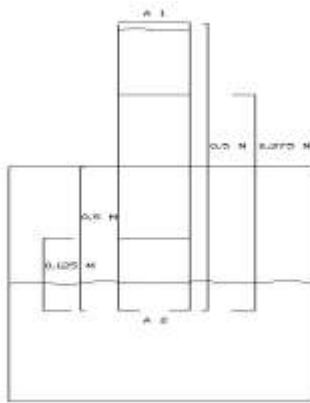
Didapat persamaan daya sebagai berikut :

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3 \tag{2.13}$$

### III. METODOLOGI

Dalam melakukan penelitian ini penulis menggunakan Eksperimen (Percobaan dengan menggunakan prototype) dalam pengambilan data.

### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN



Gambar 4.8. Sketsa *prototype Oscilating Water Column*

Untuk menghitung kecepatan aliran pada tabung dengan variasi diameter inlet dan outlet adalah menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V = \frac{S}{t}$$

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$$

$$V_2 = \frac{A_1}{A_2} V_1$$

$$\frac{\frac{1}{4} \pi D_1^2}{\frac{1}{4} \pi D_2^2}$$

$$V_2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 V_1$$

Tabel 4.7 Hasil perhitungan kecepatan untuk Pipa input 40 mm output 16 mm

16/40				
H	Waktu Video	Waktu Real	V1(m/s)	V2(m/s)
0,5	1,58	0,316	1,582	9,889
0,375	3,44	0,688	0,727	4,542
0,25	6,06	1,212	0,413	2,578
0,125	9,66	1,932	0,259	1,617

Tabel 4.8 Hasil perhitungan kecepatan untuk Pipa input 40 mm output 20 mm

20/40				
H	Waktu Video	Waktu Real	V1(m/s)	V2(m/s)
0,5	0,92	0,184	2,717	10,870
0,375	2,12	0,424	1,179	4,717
0,25	3,70	0,740	0,676	2,703
0,125	6,14	1,228	0,407	1,629

Tabel 4.9 Hasil perhitungan kecepatan untuk Pipa input 40 mm output 24 mm

24/40				
H	Waktu Video	Waktu Real	V1(m/s)	V2(m/s)
0,5	0,62	0,124	4,032	11,201
0,375	1,48	0,296	1,689	4,692
0,25	2,24	0,448	1,116	3,100
0,125	3,90	0,780	0,641	1,781

Tabel 4.10 Hasil perhitungan kecepatan untuk Pipa input 50 mm output 20 mm

20/50				
H	Waktu Video	Waktu Real	V1(m/s)	V2(m/s)
0,5	1,48	0,296	1,689	10,557
0,375	3,42	0,684	0,731	4,569
0,25	5,62	1,124	0,445	2,780
0,125	9,32	1,864	0,268	1,677

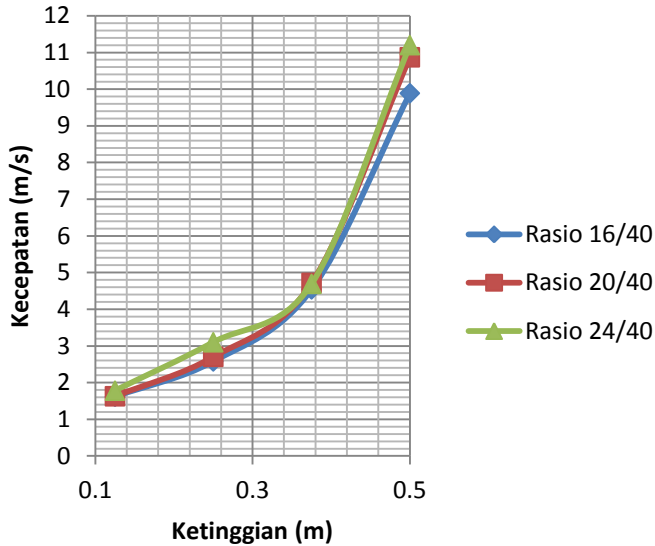
Tabel 4.11 Hasil perhitungan kecepatan untuk Pipa input 50 mm output 25 mm

25/50				
H	Waktu Video	Waktu Real	V1(m/s)	V2(m/s)
0,5	0,82	0,164	3,049	12,195
0,375	1,94	0,388	1,289	5,155
0,25	3,60	0,720	0,694	2,778
0,125	5,78	1,156	0,433	1,730

Tabel 4.12 Hasil perhitungan kecepatan untuk Pipa input 50 mm output 30 mm

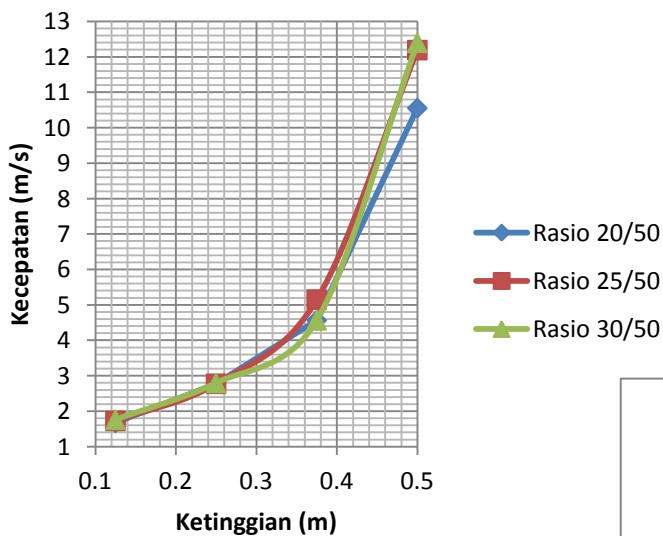
30/50				
H	Waktu Video	Waktu Real	V1(m/s)	V2(m/s)
0,5	0,56	0,112	4,464	12,401
0,375	1,52	0,304	1,645	4,569
0,25	2,48	0,496	1,008	2,800
0,125	3,94	0,788	0,635	1,763

### Grafik Perbandingan Rasio Inlet dan Outlet Pipa Diameter 0.4 m



Gambar 4.9. Grafik Perbandingan Rasio Inlet dan Outlet Pipa Diameter 0,4 m

### Grafik Perbandingan Rasio Inlet dan Outlet Pipa Diameter 0.5 m



Gambar 4.10. Grafik Perbandingan Rasio Inlet dan Outlet Pipa Diameter 0,5 m

Pada percobaan prototype *Oscillating Water Column* (OWC) variabel diatas yang di variasikan adalah diameter pipa outlet. Berdasarkan grafik di atas menunjukkan pada waktu ketinggian awal kecepatan tinggi akan tetapi ketika semakin ke bawah kecepatan akan turun ini di karenakan aliran yang semakin ke bawah akan di pengaruhi nozzle maka dari itu kecepatan yang dihasilkan akan turun karena penyempitan diameter outlet. Dan di tunjukkan pada grafik di atas semakin besar rasio diameter inlet dan outlet maka kecepatan yang di hasilkan akan bertambah besar.

Perhitungan daya yang dihasilkan pada aliran fluida *Oscillating Water Column* (OWC) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

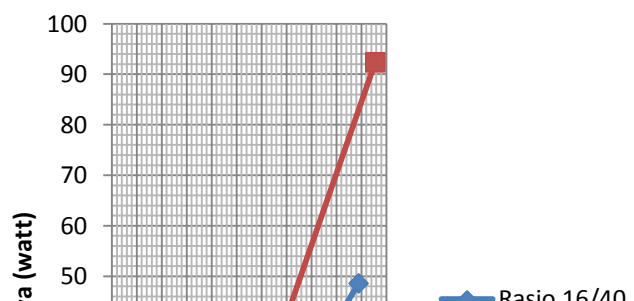
Tabel 4.13. Daya pada pipa diameter input 40 mm

output diameter (mm)					
16		20		24	
V <sub>t</sub> (m/s)	Daya (watt)	V <sub>t</sub> (m/s)	Daya (watt)	V <sub>t</sub> (m/s)	Daya (watt)
9,89	48,59	10,87	100,81	11,20	158,84
4,54	4,71	4,72	8,24	4,69	11,68
2,58	0,86	2,70	1,55	3,10	3,37
1,62	0,21	1,63	0,34	1,78	0,64

Tabel 4.14. Daya pada pipa diameter input 50 mm

output diameter (mm)					
20		25		30	
V <sub>t</sub> (m/s)	Daya (watt)	V <sub>t</sub> (m/s)	Daya (watt)	V <sub>t</sub> (m/s)	Daya (watt)
10,56	92,37	12,20	222,46	12,40	336,82
4,57	7,49	5,15	16,80	4,57	16,84
2,78	1,69	2,78	2,63	2,80	3,88
1,68	0,37	1,73	0,64	1,76	0,97

### Grafik Daya Rasio 0.4

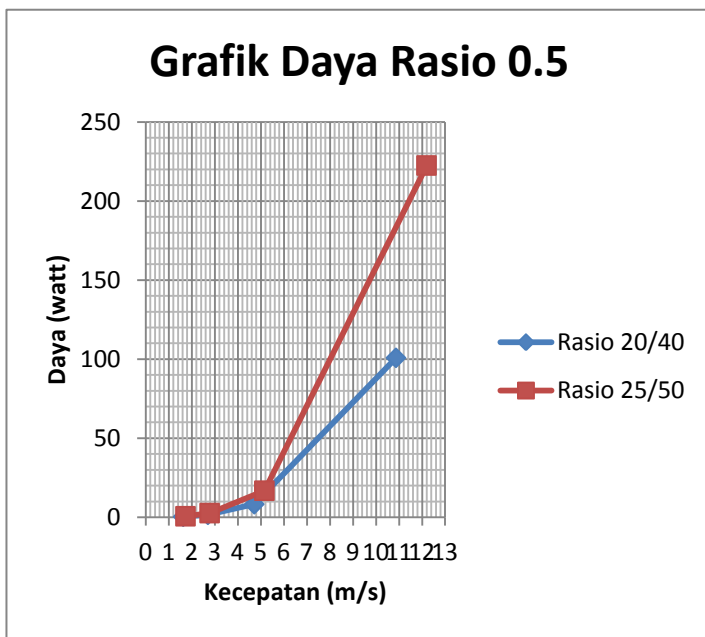


Gambar 4.13. Grafik Daya Rasio 0,6

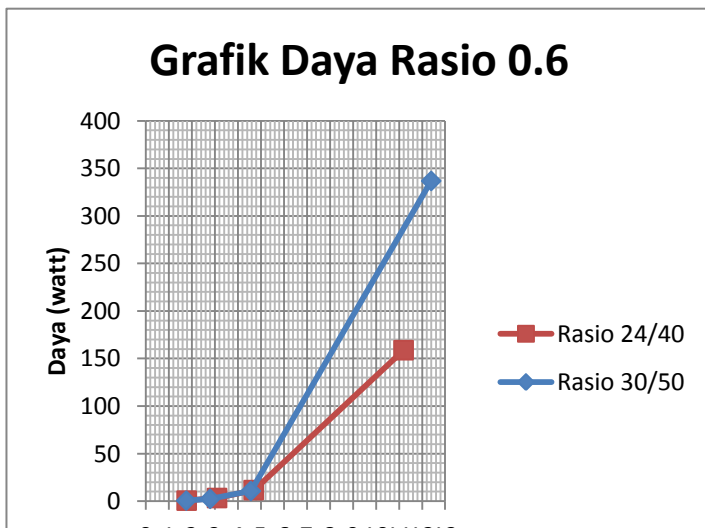
Sesuai data hasil percobaan prototype *Oscillating Water Column* (OWC), yang di tunjukkan pada grafik diatas bahwa ketika rasio antara diameter pipa inlet dan outlet semakin besar dan semakin tinggi kecepatan maka daya yang dihasilkan berbanding lurus juga semakin besar.

Gambar 4.11. Grafik Daya Rasio 0,4

V. KESIMPULAN



Gambar 4.12. Grafik Daya Rasio 0,5



1. Pada percobaan yang telah dilakukan terbukti bahwa semakin besar perbandingan rasio diameter inlet dan diameter outlet maka kecepatan yang diperoleh juga semakin besar. Dibuktikan dalam perhitungan berikut salah satu *sample* dari pipa diameter 0,04. Pada diameter pipa inlet 0,04 m dengan diameter pipa outlet 0,016 m menghasilkan kecepatan 9,889 m/s. Selanjutnya ketika diameter pipa inlet 0,04 m dengan diameter pipa outlet 0,02 m menghasilkan kecepatan 10,870 m/s. Analisa data yang ketiga juga membuktikan demikian ketika diameter pipa inlet 0,04 m dengan diameter pipa outlet 0,024 m menghasilkan kecepatan 11,801 m/s.
2. Pada percobaan dibuktikan bahwa saat mendekati nozzle akan terjadi perlambatan kecepatan dibuktikan pada pipa diameter *inlet* 0,05 dan diameter *outlet* 0,02 didapat pada ketinggian 0,5 sampai dengan 0,375 kecepatan yang dihasilkan 4,032 m/s, pada ketinggian 0,375 sampai dengan 0,25 kecepatan yang dihasilkan 1,689 m/s, pada ketinggian 0,25 sampai dengan 0,125 kecepatan yang dihasilkan 1,116 m/s, pada ketinggian 0,125 sampai dengan 0 kecepatan yang dihasilkan 0,641 m/s.
3. Dari hasil percobaan yang di lakukan juga dapat diambil berapa daya yang dihasilkan pada *prototype oscillating water column* semakin besar kecepatan yang di hasilkan akan menghasilkan daya yang besar pula seperti pada percobaan pipa diameter 0,04. Pada diameter pipa inlet 0,04 m dengan diameter pipa outlet 0,016 dengan kecepatan 9,889 m/s dapat menghasilkan daya 48,59 watt. Pada diameter pipa inlet 0,04 m dengan diameter pipa outlet 0,02 dengan kecepatan 10,870 m/s dapat menghasilkan daya

100,81 watt. Dan pada diameter pipa inlet 0,04 m dengan diameter pipa outlet 0,024 dengan kecepatan 11,801 m/s dapat menghasilkan daya 158,84 watt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pengertian Konversi Energi,2011. Website ini dapat diakses dari <http://mjpcenter.blogspot.com/2011/02/pengertian-konversi-energi.html> Diakses pada Maret 2015
- [2] Iyta 2014. Pemanfaatan Gelombang Laut diakses dari <http://lperwitasari.blogspot.com/2014/07/pemanfaatan-gelombang-laut-sebagai.html> Diakses pada April 2015
- [3] Furqon,Ahmad Faizul.2013. Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut, diakses dari <http://rekanfurqon.blogspot.com/2013/05/pembangkit-listrik-tenaga-gelombang-laut.html#gsc.tab=0>. Diakses pada April 2015
- [4] Septiawan Endrik Hartanto 2015. Perencanaan Oscillating Wave Column (OWC) menggunakan fluida cair. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.