

Analisis Efisiensi Sistem Osilator Kolom Air sebagai Pembangkit Daya Tenaga Gelombang Laut

¹⁾Joy Ferdinand Ludji, ²⁾Verdy A. Koehuan, ³⁾Nurhayati,
^{1,2,3)}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang NTT
Email: verdy_koehuan@yahoo.com

ABSTRAK

Energi ombak sebagai salah satu sumber daya bahari merupakan sumber energi alternatif yang berkelanjutan, terbarukan dan tidak berdampak pencemaran terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi sistem osilator kolom air sebagai pembangkit daya tenaga gelombang laut dengan menggunakan turbin angin Maglev sebagai pembangkit daya. Osilator dibuat dalam skala laboratorium menggunakan aquarium dengan ukuran panjang 0,75 m, lebar 0,5 m, tinggi 0,7 m dan tinggi air 0,5 m, dimensi ruang untuk kolom air panjang 0,6 m dan lebar 0,5 m, saluran udara berbentuk kubus dengan ukuran lebar 0,08 m. Turbin angin poros vertikal Maglev yang digunakan dengan ukuran tinggi 7,5 cm, diameter 7,5 cm, dan jumlah baling-baling 8 buah. Variasi tinggi gelombang yang digunakan adalah 10, 15, dan 20 cm untuk waktu operasi dimulai dari 0–20 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi gelombang yang terjadi maka daya angin dan daya mekanik yang dihasilkan oleh turbin angin semakin besar sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk satu periode semakin singkat. Pada tinggi gelombang 10 cm daya angin maksimum yang dihasilkan adalah 13,539 W, daya mekanik maksimum adalah 2,031 W, dan efisiensi maksimum sistem osilator adalah 83,743%. Untuk tinggi gelombang 15 cm daya angin maksimum yang dihasilkan adalah 24,098 W, daya mekanik maksimum adalah 3,615 W, dan efisiensi maksimum sistem osilator adalah 66,247%. Sedangkan tinggi gelombang 20 cm daya angin maksimum yang dihasilkan adalah 38,092 W, daya mekanik maksimum adalah 5,714 W, dan efisiensi maksimum sistem osilator adalah 58,905%.

Kata kunci: Pembangkit daya, gelombang laut, osilasi kolom air, turbin Maglev.

ABSTRACT

Wave energy as one of the marine resources is a sustainable alternative energy sources, renewable and pollution impact on the environment. This study aims to analyze the efficiency of the water column oscillator system as ocean wave energy power generation using wind turbines to generate power Maglev. The oscillator is made in a laboratory scale using a tank with a length of 0.75 m, width 0.5 m, height 0.7 m and 0.5 m high water, the dimensions of the room to the water column 0.6 m long and 0.5 m wide, the channel cuboids air with a width of 0.08 m. Maglev vertical axis wind turbine that is used to measure height 7.5 cm, diameter 7.5 cm, and the number of blades 8 pieces. Variations in wave height used was 10, 15, and 20 cm for the operation starting time of 0-20 seconds. The results showed that the higher waves occur then wind power and mechanical power generated by the wind turbines while the greater the time required for a shorter period. In the wave height of 10 cm maximum wind power generated is 13.539 W, maximum mechanical power is 2,031 W, and the maximum efficiency oscillator system is 83.743%. For the wave height of 15 cm maximum wind power generated is 24.098 W, maximum mechanical power is 3,615 W, and the maximum efficiency of the system oscillator is 66.247%. While the wave height of 20 cm maximum wind power generated is 38.092 W, maximum mechanical power is 5.714 W, and maximum efficiency oscillator system is 58.905%.

Keywords: power plant, sea waves, oscillating water column, turbines Maglev.

PENDAHULUAN

Kebutuhan untuk pemenuhan energi dan juga bahan bakar semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi. Selama ini kebutuhan

energi dipenuhi oleh sumber daya tak terbarukan seperti minyak bumi dan batu bara. Namun kenyataannya tidak selamanya energi tersebut bisa mencukupi seluruh kebutuhan manusia dalam jangka waktu yang panjang mengingat cadangan energi yang

semakin lama semakin menipis dan juga proses produksinya yang membutuhkan waktu jutaan tahun. Ketergantungan yang berlebihan, terhadap sumber energi fosil akan menimbulkan beberapa masalah yang harus dihadapi diantaranya menipisnya cadangan minyak bumi, semakin meningkatnya harga akibat permintaan yang lebih besar dari pada produksi minyak bumi. Banyak masalah lingkungan yang ditimbulkan oleh pembakaran minyak bumi seperti peningkatan efek rumah kaca atau pemanasan global. Sementara pemanfaatan sumber energi yang terbarukan seperti tenaga surya, angin, air, biomassa, panas bumi dan nuklir masih jarang digunakan.

Untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan tersebut, maka dibutuhkan suatu pengembangan sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah terhadap lingkungan dan dengan biaya murah. Salah satu sumber energi yang dapat diperbaharui yang dapat dikembangkan adalah energi angin yang jumlahnya berlimpah di Indonesia dan memiliki potensi untuk dijadikan solusi atas ketergantungan akan sumber energi fosil, tetapi sayangnya masih belum dimanfaatkan secara optimal. Pengembangan energi alternatif baru dan terbarukan sedang digalakkan melalui kebijakan-kebijakan pemerintah untuk mendorong dan memfasilitasi pemanfaatan sumber-sumber energi terbarukan (hydro, matahari, panas bumi, biomassa dan juga angin). Energi angin merupakan energi terbarukan yang sangat fleksibel. Lain halnya dengan energi air, pemanfaatan energi angin dapat dilakukan dimana-mana, baik di daerah landai maupun dataran tinggi, bahkan dapat diterapkan di laut. Pemanfaatan sumber energi angin di Indonesia masih langka, hal tersebut dimungkinkan teknologi atau pengetahuan yang belum populer, arah angin di daerah Indonesia mudah berubah-ubah dan kecepatannya berfluktuasi, kurang ekonomis, bahkan selama ini angin dipandang sebagai proses alami yang kurang memiliki nilai ekonomis bagi kegiatan produktif masyarakat.

Tenaga ombak sebagai salah satu sumber daya bahari merupakan sumber energi alternatif yang berkelanjutan, terbarukan dan tidak berdampak pencemaran terhadap

lingkungan. Untuk itu terdapat berbagai penelitian serta teknologi yang dibuat dalam usaha menangkap serta memperoleh energi yang terkandung di dalam gelombang atau ombak pada permukaan air laut, yang ditengah laut maupun yang datang ke pantai. Pada dasarnya prinsip kerja teknologi yang mengkonversi energi gelombang laut menjadi energi listrik adalah mengakumulasi energi gelombang laut untuk memutar turbin generator. Karena itu sangat penting memilih lokasi yang secara topografi memungkinkan akumulasi energi (Pudjanarsa, 2006).

Diperkirakan potensi energi kelautan mampu memenuhi empat kali kebutuhan listrik dunia. Penelitian untuk mempelajari kemungkinan pemanfaatan energi yang tersimpan dalam gelombang laut sudah mulai banyak dilakukan. Salah satu negara yang sudah banyak meneliti hal ini adalah Inggris. Berdasarkan hasil pengamatan yang ada, deretan gelombang yang ada di Selandia Baru dengan tinggi rata-rata 1 m dan periode 9 detik mempunyai daya sebesar 4,3 kW per meter panjang gelombang. Sedangkan deretan gelombang serupa dengan tinggi 2 m dan 3 m dayanya sebesar 39 kW per meter panjang gelombang. Untuk gelombang dengan ketinggian 100 m dan periode 12 detik menghasilkan daya 600 kW per meter (David Ross, 1980). Meskipun penelitian untuk mendapatkan teknologi yang optimal dalam mengkonversi energi gelombang laut masih terus dilakukan, saat ini ada beberapa alternatif teknologi yang dapat dipilih. Salah satu alternatif teknologi itu adalah dengan menggunakan sistem kolom air berosilasi atau biasa disebut *Oscillating Water Column* (OWC).

Di Indonesia sendiri, berdasarkan data dari BPPT banyak terdapat ombak yang ketinggiannya di atas 5 m sehingga potensi energi gelombangnya dapat diteliti lebih jauh. Balai Pengkajian Dinamika Pantai, sebagai bagian dari BPPT yang mempunyai kompetensi di bidang teknologi pantai, menjawab tantangan tersebut dengan mengembangkan rancang bangun dan prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan sistem OWC (*Oscillating Water*

Column) yang di kembangkan di Pantai Baron – Propinsi Yogyakarta (Budi Murdani, 2008).

Pada tahun 2010 di Bali telah dilakukan penelitian tentang pembangkit listrik tenaga gelombang laut teknologi Osilasi Kolom Air (*Oscillating Water Column/OWC*) oleh I Wayan Arta Wijaya, mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana. Dalam penelitian tersebut dianalisis mengenai besarnya energi yang dihasilkan gelombang laut dengan menggunakan teknologi Osilasi Kolom Air di laut Kawasan Jimbaran, dan diperoleh energi yang tertinggi adalah 16,478.982,17 Joule dan yang terendah adalah 92,5897 Joule. Sedangkan untuk daya listrik yang mampu dihasilkan di lokasi tersebut yang tertinggi adalah 4.174.007,641 Watt dan yang terendah adalah sebesar 175,892 Watt

(ojs.unud.ac.id/index.php/JTE/article/download/3153/pdf).

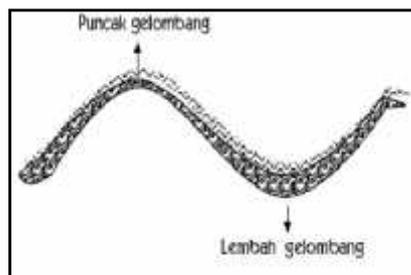
Salah satu lokasi di NTT yang berpotensi untuk untuk didirikan pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan teknologi *Oscillating Water Column* ini adalah di kawasan pantai selatan pulau Timor, hal ini dikarenakan laut yang ada di kawasan pantai selatan Pulau Timor berhadapan langsung dengan laut lepas (Samudera Hindia) sehingga ketinggian gelombang lautnya cukup besar dan konstan (Utami, 2010). Sayangnya hingga saat ini, pemanfaatan teknologi pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan teknologi *Oscillating Water Column* ini masih belum diterapkan di NTT, karena berbagai alasan; Salah satu alasannya yaitu karena kurangnya pemahaman akan model dan prinsip kerja dari teknologi ini. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis Efisiensi Sistem Osilator Kolom Air sebagai Pembangkit Daya Tenaga Gelombang Laut menggunakan turbin angin Maglev sebagai pembangkit daya.

TEORI DASAR

Energi Gelombang Laut

Gelombang laut merupakan pergerakan naik turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva atau

grafik sinusoidal. Angin di atas lautan memindahkan tenaganya ke permukaan perairan, menyebabkan riak-riak, alunan atau bukit, dan berubah menjadi apa yang disebut sebagai gelombang atau ombak. Prinsip dasar terjadinya gelombang laut adalah jika dua massa yang berbeda kerapatannya (densitasnya) bergesekan satu sama lain, maka pada bidang gerakanya akan terbentuk gelombang (Waldopo, 2008).



Gambar 1. Gambar pergerakan air laut (sumber : Waldopo, 2008)

Gelombang yang terjadi di lautan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis tergantung dari daya yang menyebabkannya. Gelombang laut dapat disebabkan oleh angin (gelombang angin), daya tarikan bumi-bulan-matahari (gelombang pasang surut), gempa (vulkanik dan tektonik) di dasar laut (gelombang tsunami) ataupun gelombang yang disebabkan oleh gerakan kapal.

Energi gelombang yang dapat dibangkitkan oleh pembangkit listrik gelombang laut sistem *Oscillating Water Column* (OWC) dapat dihitung melalui energi total dari sebuah gelombang yang merupakan hasil penjumlahan dari energi potensial dan energi kinetik yang terdapat pada gelombang itu.

Teknik konversi energi gelombang menjadi energi listrik dapat dilakukan dengan 3 (tiga) cara, yaitu:

Energi Gelombang

Energi yang terkandung pada gelombang laut digunakan untuk menggerakkan turbin. Ombak naik ke dalam ruang generator, lalu air yang naik menekan udara keluar dari ruang generator dan menyebabkan turbin berputar ketika air turun, udara bertiup dari luar

ke dalam ruang generator dan memutar turbin kembali.

Pasang surut air laut

Bentuk lain dari pemanfaatan energi laut dinamakan energi pasang surut. Ketika air pasang datang ke pantai, maka air pasang tersebut akan ditampung di dalam reservoir. Kemudian ketika air surut, air di belakang reservoir dapat dialirkan seperti pada PLTA biasa.

Pemanfaatan perbedaan Temperatur Air Laut (Ocean Thermal energi)

Cara lain untuk membangkitkan listrik dengan tenaga ombak adalah dengan memanfaatkan perbedaan suhu di laut.

Untuk memanfaatkan gelombang laut sebagai penghasil energi listrik ada beberapa metode atau cara, yaitu Permanent Magnet Linear Buoy, Sistem Pelamis, Sistem sirip ikan hiu buatan, Sistem Osilasi Kolom Air dan Sistem Kanal

Komponen peralatan yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut sistem OWC antara lain adalah turbin. Turbin adalah mesin penggerak awal, yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Berdasarkan arah sumbu, turbin angin dibagi menjadi 2 (dua) kelompok utama, yaitu Turbin angin dengan sumbu horizontal dan Turbin angin dengan sumbu vertikal.

Turbin angin sumbu vertikal dibagi menjadi dua jenis, yaitu Darrieus, Savonius, Turbin Maglev

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Besarnya energi potensial dari gelombang laut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P.E. = mg \frac{y(x,t)}{2} \quad (J) \quad (1)$$

Dimana:

$m = w y$: Massa Gelombang (kg)
: massa jenis air (kg/m^3)

w : Lebar Gelombang (m) diasumsikan sama dengan luas *chamber* pada OWC

$Y = y(x,t) = A \sin(kx - t)$ (m)

Persamaan Gelombang (diasumsikan gelombang sinusoidal).

$A = H/2$: Amplitudo Gelombang

H : Tinggi Gelombang (m)

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$: Konstanta Gelombang

: Panjang gelombang (m)

$= \frac{2\pi}{T}$ (rad/sec) : Frekuensi Gelombang

T : Periode Gelombang (sec)

Maka persamaan energi potensial ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$P.E. = w g \frac{y^2}{2} = w g \frac{A^2}{2} \sin^2(kx - t) \quad (2)$$

Selanjutnya dihitung besarnya energi potensial gelombang lebih dari satu periode, diasumsikan bahwa gelombang hanya merupakan fungsi dari x terhadap waktu, sehingga didapatkan persamaan $y(x,t) = y(x)$. jadi didapatkan :

$$dP.E. = 0.5w g A^2 \sin^2(kx - t) dx \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ dan $= \frac{2\pi}{T}$, maka didapatkan persamaan :

$$P.E. = \frac{1}{4} w g A^2 \quad (4)$$

Besarnya energi kinetik lebih dari 1 periode adalah sebanding dengan besarnya energi potensial yang dihasilkan.

$$K.E. = \frac{1}{4} w g A^2 \quad (5)$$

Dimana energi kinetik adalah bagian energi yang berhubungan dengan gerakan dari gelombang laut. Setelah besarnya energi potensial dan energi kinetik diketahui, maka dapat dihitung total energi yang dihasilkan selama lebih dari 1 periode dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} EW &= PE + KE \\ EW &= \frac{1}{4} \rho A^2 \lambda L \frac{g}{g_c} + \frac{1}{4} \rho A^2 \lambda L \frac{g}{g_c} \\ EW &= \frac{1}{2} \rho A^2 \lambda L \frac{g}{g_c} \quad (6) \end{aligned}$$

Total energi yang dimaksud disini adalah jumlah besarnya energi yang dihasilkan gelombang laut yang didapatkan melalui penjumlahan energi potensial dan energi kinetik yang dimilikinya. Melalui persamaan diatas, maka dapat dihitung besarnya *energy density* (E_{WD}), daya listrik (P_w), dan *power density* (P_{WD}) yang dihasilkan gelombang laut. Untuk menentukan besarnya *energy density* (E_{WD}) yang dihasilkan gelombang laut digunakan persamaan berikut ini.

$$E_{WD} = \frac{E_w}{\lambda_w} = \frac{1}{2} w g A^2 \quad (J/m^2) \quad (7)$$

Untuk menentukan besarnya daya listrik (P_w) yang dihasilkan gelombang laut digunakan persamaan berikut ini :

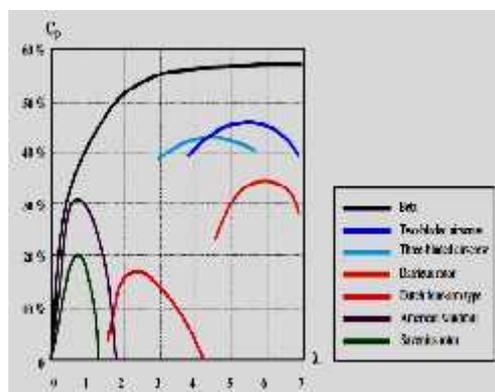
$$P = \frac{EW}{T} \quad (8)$$

Untuk menentukan besarnya *power density* (P_{WD}) yang dihasilkan gelombang laut digunakan persamaan berikut ini.....

$$P_{WD} = \frac{P_w}{A_w} = \frac{1}{2T} gA^2 \quad (W/m^2) \quad (9)$$

Daya angin yang dibangkitkan turbin angin, persamaan yang dipakai adalah :

$$P_a = \frac{1}{2} \rho AV^3 \quad (10)$$



Gambar 2. Grafik Koefisien Daya Turbin (Sumber: Budi Sulaiman, dkk, 2013)

Sedangkan daya mekanik yang dibangkitkan oleh turbin angin Maglev,

$$P_m = P_a \cdot C_p \quad (11)$$

Dimana :

C_p : koefisiensi daya turbin (nilainya dapat dilihat pada Gambar 2)

Efisiensi sistem osilator adalah perbandingan antara daya angin dengan daya potensial yang dihasilkan dalam osilator, digunakan persamaan:

$$f = \frac{P_a}{P_w} \quad (12)$$

METODE PENELITIAN

Lokasi Dan Waktu Penelitian

Perancangan dan pembuatan prototipe pembangkit daya energi gelombang laut teknologi osilasi kolom air (*Oscillating Water Column* /OWC) skala kecil dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Sains

dan Teknik Undana Kupang, selama dua bulan (2 bulan).

Tahap Perencanaan

Adapun tahap-tahap dalam perancangan prototipe PLTGL - OWC yaitu:

Penulis mencari dan mempelajari referensi serta data-data yang berkaitan dengan judul tugas akhir.

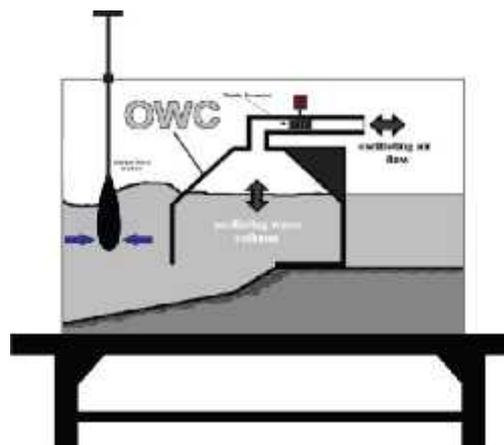
Penentuan dimensi prototipe PLTGL - OWC.

Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan sesuai dengan dimensi yang sudah ditetapkan dalam pembuatan prototipe PLTGL - OWC.

Pembuatan bagian-bagian prototipe PLTGL - OWC

Perakitan prototipe PLTGL - OWC

Evaluasi

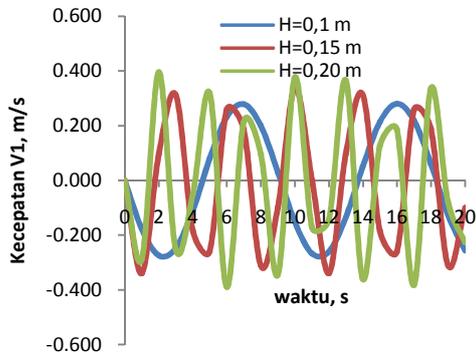


Gambar 3. Skema prototipe PLTGL teknologi osilasi kolom air

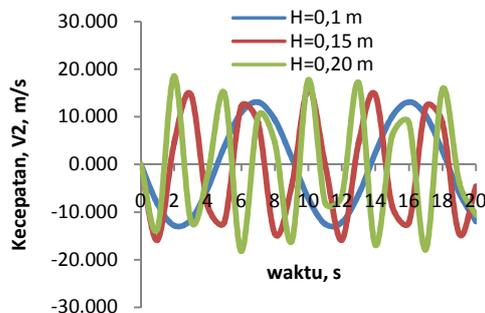
PEMBAHASAN

Dari Gambar 4 Hubungan Kecepatan udara dalam osilator kolom air, V_1 terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang, diperoleh bahwa tinggi gelombang berbanding lurus terhadap kecepatan udara dan membentuk fungsi sinus terhadap waktu, dimana semakin tinggi gelombang maka kecepatan udara yang dihasilkan dalam osilator akan bertambah tetapi waktu yang dibutuhkan untuk satu periode lebih singkat. Nilai maksimum kecepatan V_1 dan V_2 menunjukkan peningkatan kecepatan

sementara waktu satu periodenya makin cepat.



Gambar 4. Grafik Hubungan Kecepatan udara dalam osilator kolom air, V_1 terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang

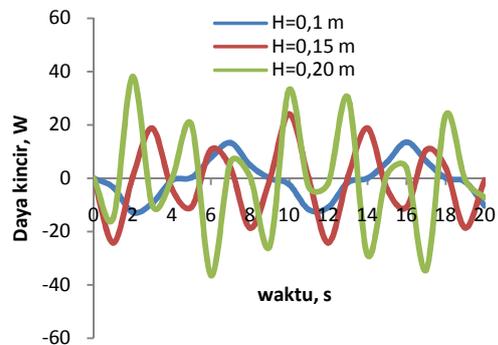


Gambar 5. Grafik Hubungan Kecepatan udara masuk turbin, V_2 terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang

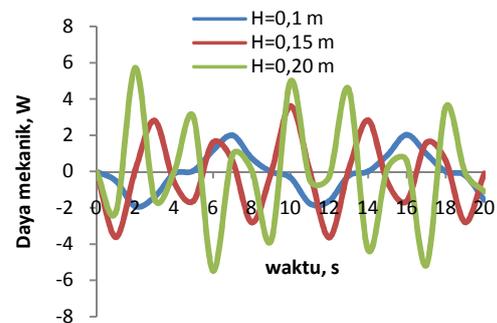
Gambar 5 grafik Hubungan Kecepatan udara masuk turbin V_2 terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang memiliki kecenderungan yang sama dengan grafik hubungan kecepatan udara dalam osilator kolom air V_1 terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang dimana tinggi gelombang berbanding lurus terhadap kecepatan dan membentuk fungsi sinus terhadap waktu, dimana semakin tinggi gelombang maka kecepatan yang dihasilkan akan bertambah tetapi waktu yang dibutuhkan untuk satu periode lebih singkat. Hal ini disebabkan oleh tinggi gelombang yang semakin meningkat akan menimbulkan energi potensial yang semakin meningkat pula sehingga kecepatan udara semakin meningkat dan waktu yang

dibutuhkan untuk melakukan satu periode lebih singkat untuk tinggi gelombang yang makin besar.

Kecepatan udara pada Gambar 5 grafik Hubungan Kecepatan udara masuk turbin V_2 terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang memiliki kecepatan yang lebih besar dari grafik hubungan kecepatan udara dalam osilator kolom air V_1 terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang. Hal ini disebabkan oleh perbedaan luas penampang antara saluran udara (A_2) dan permukaan kolom air (A_1), dimana A_2 memiliki luas penampang yang lebih kecil dari A_1 sehingga udara dari A_1 yang masuk ke A_2 akan mengalami peningkatan kecepatan.



Gambar 6. Grafik Hubungan Daya angin terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang

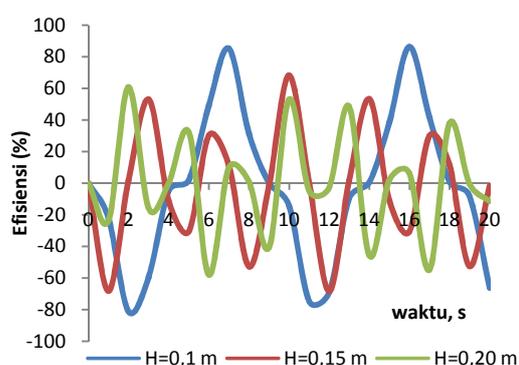


Gambar 7. Grafik Hubungan Daya Mekanik turbin terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang

Gambar 6 dan Gambar 7 grafik hubungan daya angin terhadap waktu dan grafik hubungan daya mekanik turbin terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang diperoleh bahwa tinggi gelombang berpengaruh terhadap daya angin dan daya mekanik, dimana semakin

tinggi gelombang yang terjadi maka daya angin dan daya mekanik yang dihasilkan juga semakin besar tetapi waktu yang dibutuhkan untuk satu periode semakin singkat. Hal ini disebabkan oleh karena gelombang yang semakin tinggi akan menimbulkan energi potensial yang semakin besar sehingga menimbulkan kecepatan udara meningkat, maka daya angin dan daya mekanik juga meningkat. Selain itu daya angin dan daya mekanik sangat dipengaruhi oleh luas penampang saluran udara, semakin kecil luas penampang saluran udara maka kecepatan aliran udara yang mengenai rotor kincir makin besar sehingga daya yang dibangkitkan makin besar pula.

Pada tinggi gelombang 10 cm daya angin maksimum yang dihasilkan adalah 13,539 W, daya mekanik maksimum adalah 2,031 W, dan efisiensi maksimum sistem osilator kolom air adalah 83,743%. Untuk tinggi gelombang 15 cm daya angin maksimum yang dihasilkan adalah 24,098 W, daya mekanik maksimum adalah 3,615 W, dan efisiensi maksimum sistem osilator kolom air adalah 66,247%. Sedangkan tinggi gelombang 20 cm daya angin maksimum yang dihasilkan adalah 38,092 W, daya mekanik maksimum adalah 5,714 W, dan efisiensi maksimum sistem osilator kolom air adalah 58,905%.



Gambar 8. Grafik hubungan Efisiensi sistem osilator kolom air terhadap waktu untuk variasi tinggi gelombang

Efisiensi sistem osilator kolom air merupakan perbandingan antara daya angin dengan daya akibat gelombang dalam osilator kolom air, dimana semakin tinggi gelombang

akan semakin singkat waktu yang dibutuhkan dalam satu periode gelombang, lihat Gambar 8. Selain itu efisiensi sistem osilator kolom air juga sangat dipengaruhi oleh luas penampang kolom air dan luas penampang saluran udara, semakin tinggi luasan penampang osilator kolom air maka semakin besar tinggi gelombang maka efisiensinya naik, sebaliknya luasan udara semakin kecil maka kecepatan aliran udara yang mengenai rotor kincir makin besar sehingga daya yang dibangkitkan makin besar pula. Semakin tinggi gelombang dan periode gelombang maka nilai kecepatan udara maksimum dalam osilator kolom air, kecepatan udara maksimum saat masuk turbin, daya angin maksimum, dan daya mekanik maksimum semakin meningkat sementara waktu yang dibutuhkan dalam 1(satu) periode semakin cepat. Sedangkan pada efisiensi maksimum sistem osilator kolom air menunjukkan tren sebaliknya, karena faktor luas penampang kolom air dan saluran udara dalam penelitian ini dirancang dalam skala laboratorium dimana luasan dibuat konstan, sehingga efisiensi maksimumnya cenderung turun.

PENUTUP

Kesimpulan

Model Pembangkit Daya Energi Gelombang Laut dengan Menggunakan Teknologi Osilasi Kolom Air (*Oscillating Water Column /OWC*) menggunakan turbin angin Maglev pada skala kecil mampu membangkitkan daya.

Semakin tinggi gelombang dan periode maka nilai pada kecepatan udara maksimum dalam osilator kolom air, kecepatan udara maksimum saat masuk turbin, daya angin maksimum, dan daya mekanik maksimum semakin naik, dan waktu yang dibutuhkan dalam 1(satu) periode semakin singkat, hanya berbeda pada efisiensi sistem osilator kolom air, karena faktor luas penampang kolom air dan saluran udara tidak berubah.

Pada tinggi gelombang 10 cm daya angin maksimum yang dihasilkan adalah 13,539 W, daya mekanik maksimum adalah 2,031 W, dan efisiensi maksimum sistem osilator kolom air

adalah 83,743%. Untuk tinggi gelombang 15 cm daya angin maksimum yang dihasilkan adalah 24,098 W, daya mekanik maksimum adalah 3,615 W, dan efisiensi maksimum sistem osilator kolom air adalah 66,247%. Sedangkan tinggi gelombang 20 cm daya angin maksimum yang dihasilkan adalah 38,092 W, daya mekanik maksimum adalah 5,714 W, dan efisiensi maksimum sistem osilator kolom air adalah 58,905%.

Saran

Dalam pengembangan Pembangkit Daya Energi Gelombang Laut Dengan Menggunakan Teknologi Osilasi Kolom Air (*Oscillating Water Column /OWC*) menggunakan turbin angin Maglev sebagai pembangkit daya perlu diperhatikan luas penampang saluran udara dan efisiensi turbin angin yang digunakan agar daya output yang diinginkan dapat maksimal.

Untuk skala kecil, perlu diperhatikan posisi osilator terhadap arah datangnya gelombang, luas penampang kolom air agar bisa memberikan tinggi dan periode gelombang yang cukup untuk menghasilkan tekanan udara yang cukup untuk memutar turbin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi Murdani, 2008. Analisa Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan Sistem *Oscillating Water Column* di Pantai Baron, Yogyakarta. Jakarta
- [2] Budi Sulaiman, Muhammad Fajar B. P, dan Riki M, 2013. Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLT Angin Air-X marine), Konsentrasi Kendali Jurusan Teknik Elektro Universitas Pancasila
- [3] Dan, "Shark & Tuna Inspired Power Generation." <http://www.envirogadget.com/alternative-energy/shark-tuna-inspired-power-generation/>, Juli, 2008
- [4] Daryanto Y, 2007. "Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu". Balai PPTAGG-UPT-LAGG, Yogyakarta
- [5] David Ross, 1980. Energi From The Waves. 2nd Edition Revised & Enlarged. Pergamon Press
- [6] <http://www.alpensteel.com/article/52-106-energi-laut>
- [7] ojs.unud.ac.id/index/php/JTE/article/download/3153/pdf, 2010
- [8] Pudjanarsa, A. 2006. Mesin Konversi Energi. Yogyakarta : ANDI.
- [9] Rodrigues Leão, 2005. Wave Power conversion systems for electrical energy production, Department of Electrical Engineering Faculty of Science and Technology Noova University of Lisbon, Portugal.
- [10] Siti Rahma Utami, 2010. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Dengan Menggunakan Sistem *Oscillating Water Column* (OWC) Di Tiga Puluh Wilayah Kelautan Indonesia, Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sitikus_ayang@yahoo.com.