

Pengujian Model Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO) Naga Listrik

Cahyadi Sugeng Jati Mintarso¹

Abstrak

Pelaksanaan kegiatan pengujian model Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO)-Nagalistrik yang dilaksanakan di Manoeuvring and Ocean Engineering Basin (MOB) di harapkan mampu menjadi salah satu energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan akan energi dimasa akan datang. Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO)-Nagalistrik merupakan suatu system terapung yang ditambat, yang terdiri dari beberapa struktur yang bersambungan berbentuk menyerupai silinder yang tersambung dengan sambungan fleksibel. Stuktur PLTO-Nagalistrik akan dipasang searah atau berlawanan arah (head atau following sea) dengan arah gelombang datang yang dominan. Untuk mendapatkan data-data mengenai gaya tarik dan tekan yang nantinya akan disalurkan ke oleh fluida incompressible dengan bantuan motor hidrolik plus dengan penguatan accumulator akan dihubungkan dengan generator elektrik untuk menghasilkan daya listrik, maka hasil pengujian yang dilakukan perlu dianalisa

Kata kunci : PLTO-Nagalistrik, energi alternatif, fluida incompressible

Abstract

Implementation of the model testing activities Power Waves (PLTO)-Nagalistrik held in Manoeuvring and Ocean Engineering Basin (MOB) is expected to become one of alternative energy to meet the demand for energy in the future. Power Plant Waves (PLTO)-Nagalistrik is a system that tethered float, which consists of several continuous structure shaped like a cylinder which is connected with flexible connections. PLTO-Nagalistrik structure will be installed clockwise or counterclockwise direction (head or Following sea) with a dominant wave direction. To obtain data on tensile and compressive forces will be distributed to the incompressible fluid with the aid of hydraulic motors plus the strengthening of accumulator will be connected with an electric generator to produce electrical power, the results of tests performed need to be analyzed.

Keywords : PLTO-Nagalistrik, alternative energy, incompressible fluid

PENDAHULUAN

Krisis energi telah diprediksikan akan melanda dunia pada tahun 2015. Hal ini dikarenakan semakin langkanya minyak bumi dan semakin meningkatnya permintaan energi. Untuk itu diperlukan sebuah terobosan untuk memanfaatkan energi lain, selain energi yang tidak terbarukan. Karena kalau kita tergantung pada energi tidak terbarukan, maka di masa depan kita juga akan kesulitan untuk memanfaatkan energi ini karena keterbatasan energi tersebut.

Energi gelombang dapat dianggap sebagai bentuk konsentrasi dari energi panas matahari dan bumi. Angin terbentuk dan bertiup dibangkitkan oleh perbedaan panas sehingga menimbulkan perbedaan tekanan udara dalam suatu tempat di bumi. Karena gerakan angin ini melalui permukaan air laut, maka energi angin ini akan tertransfer menjadi energi gerak air, yang lazim kita kenal sebagai energi gelombang (Southgate, 1987). Secara garis besar, proses terbentuknya gelombang laut bias dijelaskan sbb :

1. UPT BPPH-BPPT, Surabaya

- Hembusan udara diatas permukaan laut akan membentuk tegangan tangensial di permukaan laut, yang akhirnya menyebabkan terbentuknya gerakan air, membentuk riak riak air.
- Aliran udara turbulen terhadap permukaan laut akan membentuk variasi tegangan geser dan naik turunnya tekanan udara di permukaan. peristiwa diatas yang terjadi berulang ulang, maka lama lama akan terbentuklah gelombang laut.
- Akhirnya, jika gelombang laut sudah terbentuk, maka angin sangat mempengaruhi perkembangan membesarnya gelombang. Proses pembentukan gelombang akan mencapai maksimum jika kecepatan angin dan gelombang adalah sama, sehingga terjadi resonansi.

Energi di salurkan oleh angin ke gelombang. Sehingga besarnya energi yang dihasilkan gelombang bergantung pada kecepatan angin dan lama bertiup dan jarak dari pusat hembusan (fetch).

ANALISA NUMERIC GELOMBANG LAUT

Dalam pengkajian terhadap gelombang laut, dibuat penyederhanaan karakteristik. Untuk teori gelombang laut dalam, gelombang air yang merambat di permukaan laut bisa disederhanakan sebagai bentuk profile seperti bentuk sinusoidal, dimana panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak dan waktu antara dua puncak gelombang disebut periode gelombang (Southgate, 1981). Kedua parameter tersebut mempunyai hubungan sbb :

$$\lambda = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (1)$$

dimana g adalah gravitasi bumi.

Kecepatan gelombang diberikan dengan hubungan sbb :

$$C = \frac{\lambda}{T} \quad (2)$$

Sehingga gelombang panjang bergerak lebih cepat dibanding gelombang pendek.

Power (P) pada gelombang dapat dijelaskan melalui persamaan berikut :

$$P = \frac{\rho g^2 T H^2}{32\pi} \quad (3)$$

dimana ρ adalah densitas dari air laut, dan P mewakili unit per puncak gelombang.

Untuk kondisi gelombang laut pada kondisi laut yang sebenarnya, merupakan superposisi dari kumpulan monochromatic gelombang yang acak

dalam tinggi, periode dan arahnya. Parameter statistik harus digunakan untuk menggambarkan kondisi perairan yang sesuai dengan energi gelombangnya. Tinggi gelombang dan periode gelombang dapat direpresentasikan melalui pengukuran tinggi gelombang dan periode energinya. Salah satu cara yang umum dipakai adalah root square dari tinggi gelombang (H_{rms}), atau tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode energi gelombang (T_e)

Kondisi laut dapat telah diteliti dari hubungan cuaca dan angin yang membentuk gelombang (Hasselman et al, 1976; Darbyshire and Draper, 1963). Salah satu contoh model yang umum dipakai adalah model Pierson and Moskowitz. Distribusi energi bisa diformulasikan sbb :

$$S\{f\} = Af^{-5} \exp(-Bf^{-4}) \quad (4)$$

Dimana A adalah suatu konstanta dan B adalah fungsi dari kecepatan angin. Persamaan diatas di koreksi dan diperhalus dengan memasukkan sebaran dan arah gelombang Θ (Edinburgh, 1979). Pengaruh dari variasi arah gelombang ini umumnya direpresentasikan sebagai "Directional Factor", DF, seperti pada persamaan berikut :

$$DF = \frac{\int P\{\Theta\} \cos\{\Theta\} d\Theta}{\int P\{\Theta\} d\Theta} \quad (5)$$

dimana $P\{\Theta\}$ adalah rata rata power dengan arah gelombang Θ .

Power dari kondisi suatu sea state dapat diestimasi dengan substitusi H_s (atau H_{rms}), dan T_e kedalam suatu persamaan yang sejenis dengan power dari laut monochromatic, sbb :

$$P(kW / m) = S_s H_s^2 T_e \quad (6)$$

dimana S_s merupakan konstanta annual sea state yang tergantung dari lokasi dan type sea state, biasanya konstanta ini merupakan hasil estimasi dari pengukuran suatu sea state untuk periode tertentu.

Kontribusi dari setiap sea state terhadap rata rata annual power di tentukan melalui tingkat power dan factor pembebanan (W), yang merupakan jumlah dari kejadian yang terjadi pertahun. Oleh karena itu rata rata power (P_{ave}) dapat ditentukan dari scatter diagram sbb :

$$P_{ave} = \frac{\sum P_i W_i}{\sum W_i} \quad (7)$$

dimana suatu sea state dengan tingkat power P_i terjadi W_i kali pertahun.

Dari keterangan diatas, variasi yang sangat besar dari tingkatan power dan arah gelombang mungkin masalah yang paling sulit dan menantang yang harus dihadapi dan dipecahkan untuk merancang suatu alat pengubah energi gelombang ke energi listrik. Maka suatu alat harus dirancang pada keadaan rata rata power kira kira yang kecil, sekitar 10kW/m, tetapi harus juga bisa bertahan pada saat power gelombang sampai diatas 1,000 kW/m. Dan tantangan yang paling penting adalah, meneliti dan mengkaji suatu system yang bisa menangkap dan mengkonfersikan energi gelombang yang berdensity rendah, dengan tinggi gelombang yang kecil dan panjang gelombang yang panjang.

Pembangkit energi listrik dari gelombang laut tipe naga listrik (pelamis) diharapkan mampu untuk mencakup permasalahan diatas. Naga laut pengkonversi energi gelombang menjadi energi listrik, merupakan suatu system terapung yang ditambat, yang terdiri dari beberapa struktur yang bersambungan berbentuk menyerupai silinder yang tersambung dengan sambungan fleksibel. Stuktur naga listrik (pelamis) akan dipasang searah atau berlawanan arah (head atau following sea) dengan arah gelombang datang yang dominan. Karena adanya gelombang laut akan menyebabkan struktur terapung tertambat tersebut naik turun mengikuti gerakan gelombang (meskipun kadang kadang mempunyai fase gerakan yang tidak sama dengan gelombang). Karena struktur silinder rigid dihubungkan dengan sambungan melayang fleksibel (hine joint) maka gerakan struktur akan terakumulasi pada bagian sambungan yang fleksibel tersebut. Pada bagian dalam sambungan akan dipasang ram hidrolik yang karena gerakan angguk struktur terapung akan ikut bergerak cuman gerakan tersebut akan dikonfersikan ke gerakan translasi mendatar untuk melakukan gerakan tekan dan tarik pada suatu ruang kedap. Gerakan tarik dan tekan tersebut disalurkan ke oleh fluida incompressible dengan bantuan motor hidrolik plus dengan penguatan accumulator akan dihubungkan dengan generator elektrik untuk menghasilkan daya listrik.

PENGUJIAN MODEL PLTO

Pada pengujian model PLTO naga listrik dilakukan pada gelombang reguler di kolam Maneuvering MOB UPT BPPH, dimana arah gelombang pada waktu diuji adalah head sea condition untuk mendapatkan data untuk analisa maka

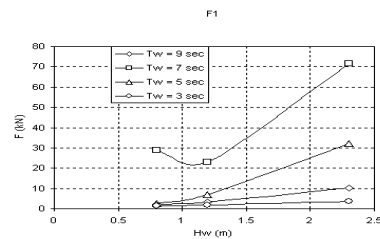
diperlukan sekitar 15 cycle gelombang, untuk mendapatkan hasil tersebut pengujian model PLTO ini pada setiap kali pelaksanaan uji diperlukan waktu sekitar 60 detik.



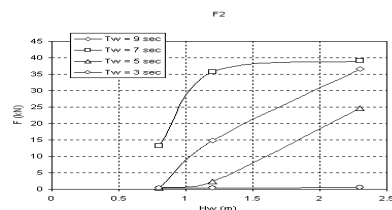
Gbr.1 Uji Model PLTO di MOB

HASIL DAN PEMBAHASAN

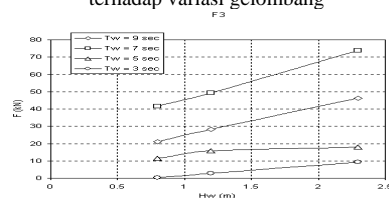
Hasil pengujian ini disajikan pada gambar 2-9. Pada setiap grafik menampilkan gaya yang timbul pada masing-masing sensor F1-F8, untuk sumbu mendatar menjelaskan tentang variasi tinggi gelombang (Hw), sumbu vertikal adalah gaya (F) dengan variasi periode gelombang (Tw).



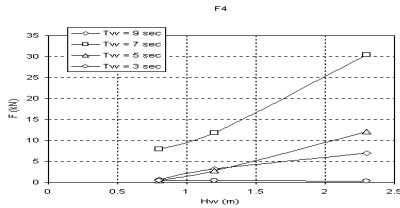
Gbr. 2 Grafik Respon gaya pada sensor F1 terhadap variasi gelombang



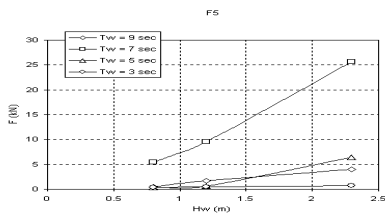
Gbr. 3 Grafik Respon gaya pada sensor F2 terhadap variasi gelombang



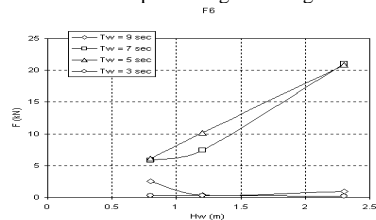
Gbr. 4 Grafik Respon gaya pada sensor F3 terhadap variasi gelombang



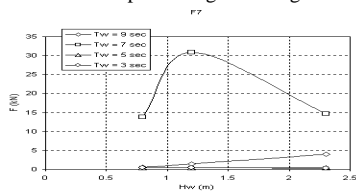
Gbr. 5 Grafik Respon gaya pada sensor F4 terhadap variasi gelombang



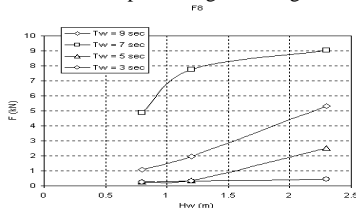
Gbr. 6 Grafik Respon gaya pada sensor F5 terhadap variasi gelombang



Gbr. 7 Grafik Respon gaya pada sensor F6 terhadap variasi gelombang



Gbr. 8 Grafik Respon gaya pada sensor F7 terhadap variasi gelombang



Gbr. 9 Grafik Respon gaya pada sensor F8 terhadap variasi gelombang

Dari hasil pengujian diketahui bahwa secara umum semakin tinggi gelombang maka semakin besar pula respon gaya yang terjadi. Namun hal ini masih dipengaruhi oleh periode gelombang, terlihat bahwa periode gelombang $T_w = 7$ sec, sangat dominan pengaruhnya terhadap gaya yang ditimbulkan pada semua kondisi tinggi gelombang dan semua sensor.

Hal ini membuktikan bahwa profil gelombang sangat berpengaruh pada gaya yang ditimbulkan. Hasil pengujian membuktikan bahwa asumsi dalam penentuan panjang ponton tergantung pada periode gelombang lokasi perairan adalah ada benarnya, dimana : Panjang Ponton = $(1/2 \cdot [g/2\pi \cdot T^2])$ - panjang generator). Sehingga dalam penentuan dimensi ponton pengaruh kondisi perairan sangat berpengaruh.

Gaya maksimum yang ditimbulkan gelombang terlihat pada Gbr.4, dimana gaya yang timbul sekitar 74 kN atau 7.4 ton pada kondisi tinggi gelombang $H_w = 2.3$ m, dan periode gelombang $T_w = 7$ sec.

Dari hasil ini didapatkan gambaran gaya-gaya yang timbul pada simpul generator akibat gelombang serta pengaruh variabel gelombang terhadap gaya yang ditimbulkan. Untuk kelengkapan penelitian PLTO naga listrik masih perlu dilakukan kajian tentang sistim mooring, yang mana hal ini belum dilakukan kajian pada kegiatan kali ini.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian Model pembangkit Listrik Tenaga Ombak yang telah dilakukan di kolam Maneuvering (MOB) di UPT BPPH dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Informasi karakteristik perairan sangat dibutuhkan dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO)-Nagalistrik
- Panjang gelombang berpengaruh signifikan pada perencanaan dimensi ponton Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO)-Nagalistrik
- Semakin tinggi gelombang maka gaya yang dihasilkan model Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO)-Nagalistrik semakin besar
- Panjang ponton Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO)-Nagalistrik yang mendekati panjang gelombang menghasilkan gaya yang lebih besar

DAFTAR PUSTAKA

- Pemanfaatan Energi Ombak Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Oleh: *Ifitah Nafika FMIPA Universitas Negeri Malang (UM)*
- “Dynamic of Marine Vehicles”, Rameswar Bhattacharyya Directure of Naval Architecture U.S Naval Academy Annapolis Maryland.
- Proceedings Volume II, Seminar Fungsi dan Penerapan Pengujian Hidrodinamika, ITS-BPP Teknologi Surabaya, September 1992.