

STUDI PEMANFAATAN ENERGI
GELOMBANG LAUT UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK

Suyadi *)

Abstract

In the case of the exploration on renewal energy sources and non fossil energy sources, the writer has made a concept of development method in using sea wave for electrical plant as an effort to develop the electrical plant system by using renewal energy sources. This system uses pontoon to press the sea water into tanks, then the generated pressure is used to move turbine. Cylinder pontoon may be floated by producing maximum heave at the type weight = 0,65. At this type weight surge and pitching movement can not be reduced until zero, however it may reduces the other movements like rolling and translating, namely by: $D_L < 0,615H$ and $D_L < 0,175\lambda$, the buoyancy value is 75,4% from its diameter sink in the water or the volume buoyancy of the floated part that is 15% from the total volume of cylinder. The energy that may be boosted depends on the pontoon's weight which can be pulled by one way of wave, amplitude, and natural period of the wave. The research gives method of electrical energy and estimation and boosting boosted by one way of wave. The result of energy estimation which can be boosted for wave length is 1,20 m and wave height is 0,50 meter, the energy that can be boosted is 0,02Kw, for wave length 4,00 meter and wave height 2,00 meter, the energy that can be boosted is 23,06Kw for wave length 4,00 meter and wave height 8,00 meter the energy that can be boosted is 737,89Kw.

Key words : sea wave energy, electrical plan system

Pendahuluan

Latar Belakang

Sejalan dengan kemauan teknologi, kebutuhan akan energi demikian halnya dengan energi listrik semakin meningkat dari waktu ke waktu. Sementara persediaan energi sangat terbatas. Berangkat dari hal tersebut penulis berupaya mencari sumber energi listrik yang mungkin nanti bisa diharapkan untuk bisa disumbangkan kepada kepentingan-kepentingan kekurangan energi tersebut, yaitu sumber energi listrik dari daya angkat gelombang air.

Banyak metode pembangkitan yang telah diperkenalkan seperti Dam Atol, Sistem Rakit dan lain sebagainya namun dalam praktek sulit untuk diaplikasikan di Indonesia karena setiap sistem pembangkitan tersebut diilhami oleh kondisi setempat. Penelitian ini merupakan kumpulan dari 4 (empat) penelitian yang dilakukan bersambung yang belum final untuk mendapatkan nilai daya yang sebenarnya terkandung dalam satu gelombang air yang mungkin bisa dimanfaatkan.

Tujuan

Tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Untuk mendapatkan perumusan perkiraan daya listrik yang terkandung dalam satu lintasan gelombang.
2. Untuk mendapatkan sistem pembangkitan yang mudah diterapkan di perairan Indonesia.
3. Untuk mendapatkan nilai daya optimum yang terkandung dalam satu lintasan gelombang.

Studi Mengenai Daya Angkat Gelombang

Untuk mendapatkan heave yang optimum penulis mengadakan penelitian tentang berbagai bentuk ponton dengan berbagai buoyancy. Dari penelitian ini

didapatkan bentuk ponton silinder adalah ponton yang paling optimum untuk mendapatkan gerak heave dibanding dengan bentuk-bentuk ponton yang lain yang dicoba seperti bentuk ellips, bola dan balok.

Untuk mendapatkan gerak heave maksimum pada ponton beton perlu pengaturan gaya apung dan gaya berat benda yaitu dengan mengatur volume dan posisi rongga udara di dalam ponton, sehingga didapat titik tangkap gaya apung segaris dengan titik tangkap gaya berat ponton.

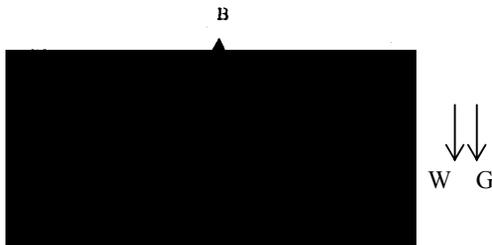
Gambar 1. menunjukkan bahwa W adalah gaya berat ponton, G adalah titik berat ponton dan B adalah gaya apung ponton. Pengaturan posisi dan volume rongga udara di dalam ponton untuk mendapatkan gerak heave yang optimum dan gerak-gerak yang lain bisa di reduksi.

Ponton dibuat dengan pencetak benda uji beton silinder dengan diameter = 0.15 meter, panjang = 0.30 meter. Rongga dalam silinder dibuat dengan memasukkan kaleng yang tertutup kedua sisinya, kemudian dicetak seperti halnya mencetak benda uji beton silinder.

Diameter kaleng untuk membuat rongga dalam ponton bervariasi disesuaikan dengan tingkat keterapungan yang diharapkan, mulai dari 0.05 meter sampai dengan 0,14 meter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Besaran-besaran yang diukur pada model gelombang adalah tinggi dan panjang gelombang. Tinggi gelombang diukur dari titik terendah lembah sampai dengan titik puncak tertinggi. Sedang panjang gelombang adalah jarak antara dua titik puncak tertinggi atau dua titik lembah terendah.

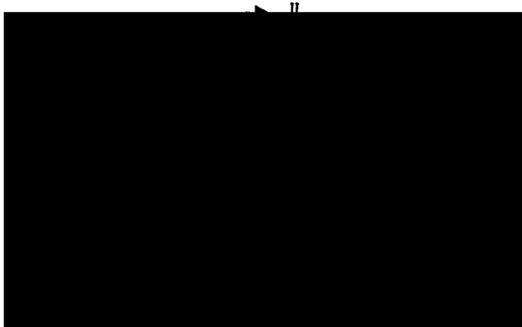
*) Staf Pengajar Jurusan D III Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro



Gambar 1. Posisi gaya apung, gaya berat $D_L =$ diameter luar dan D_D diameter dalam

Atas dasar besaran-besaran tersebut pembuatan model gelombang ini dibuat sedemikian rupa bisa mendapatkan besaran-besaran tersebut.

Pembuatan model gelombang dilakukan di Laboratorium Hydraulic Modelling Teknik Sipil ITS Surabaya di sebuah flume panjang 1470 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 47 cm yang terbuat dari bahan transparan sehingga besaran-besaran gelombang yang akan diukur akan mudah diamati, dilengkapi dengan perangkat alat pembangkit gelombang.



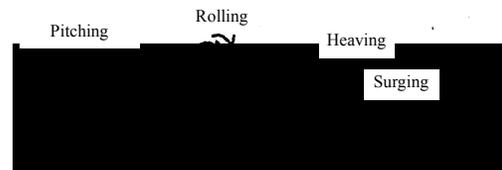
Gambar 2. Model Ponton

Proses Pengumpulan Data

1. Pengukuran Heave, adalah pengukuran gerak ke arah vertikal searah dan berlawanan dengan gaya tarik bumi.
2. Pengukuran Pitching adalah pengukuran gerak angguk, gerak yang terjadi karena adanya gaya apung, gaya gravitasi, gerak gelombang dan bentuk gelombang yang memungkinkan gerak ponton mengikuti gerak partikel air dalam gelombang dan tertahan adanya gaya gravitasi yang juga tergantung dari bentuk dan buoyancy ponton.
3. Pengukuran Surging adalah pengukuran gerak horizontal searah dengan arah rambat gelombang dan yang berlawanan.
4. Pengukuran Rolling adalah pengukuran gerak menggelinding, gerak ini bisa terjadi karena bentuk ponton dan buoyancynya serta dimensi dari gelombang memungkinkan terjadi gerak tersebut, jika perbandingan antara amplitudo vertikal dan horizontal besar maka akan semakin besar kemungkinan untuk menggelinding

5. Pengukuran translating adalah pengukuran gerak menggeser yang memungkinkan gerak bergeser dan jangkauan amplitudo horizontal gelombang.

Kelima gerak tersebut digambarkan secara skematis seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kemungkinan gerak ponton pada gelombang

Hasil pengukuran gerak ponton dibuat Grafik yang mencakup besaran-besaran yang akan diukur yaitu:

1. Model Ponton : volume, berat, dan buoyancy.
2. Model Gelombang : Amplitudo Vertikal (H) dan Horizontal (L) gelombang.
3. Gerak Ponton : Surging, Heaving, Pitching, Rolling dan Translating.

Ponton dengan diameter 12,6 cm, panjang 17 cm, berat 1.613,4 gram, buoyancy 9,50 cm. terendam air atau = 75,4% dari diameternya terendam air, yang diletakkan membujur searah gelombang, dengan tinggi gelombang $H = 5$ cm sampai dengan 25cm dan panjang gelombang $1/2\lambda = 45$ cm sampai dengan 50 cm, gerak yang dihasilkan adalah : Heave 100% dari tinggi gelombang dan surging = 2.00 cm.

Bentuk, volume, berat serta buoyancy ponton yang paling baik agar diperoleh daya angkat gelombang yang optimum telah didapatkan dari *Studi Pengukuran Daya Angkat Gelombang*, yaitu berupa ponton silinder dengan : $D_L < 0,615H$ dan $D_L < 0,175\lambda$, nilai buoyancy/keterapungan 75,4% dari diameternya terendam air atau buoyancy volume bagian yang terapung 15% dari volume total silinder. Untuk mendapatkan buoyancy 75,4% tersebut berat jenis total ponton adalah = 0.65.

Perkiraan Nilai Daya Satu Lintasan Gelombang

Menghitung daya yang terkandung dalam satu lintasan gelombang dengan memasukkan nilai daya angkat gelombang maksimum yaitu nilai gerak heave optimum. Dengan berbagai besaran gelombang dapat ditentukan berat ponton yang bisa terangkat oleh gelombang tersebut.

Yang kemudian dipakai untuk menghitung nilai energi listrik satu lintasan gelombang dengan memisalkan periode alamiah gelombang 60 menit dengan panjang ponton 1 meter, hasil perkiraan daya pada satu lintasan gelombang seperti Tabel 1 :

Tabel 1 : Perkiraan energi listrik dari satu lintasan gelombang.

ξ (m)	H(m)	λ m	$\frac{1}{2} \lambda$ m	D_L (m)	BJ (ton/m ³)	Berat (kg)	A_i (m ²)	A_o (m ²)	N_{pi} (Kw)	N_{p_o} (Kw)
0.50	0.250	1.20	0.60	0.15	0.65	0.29	0.25	0.027	0.02	0.02
1.00	0.500	2.00	1.00	0.31	0.65	4.57	1.25	0.150	0.72	0.72
1.50	0.750	3.00	1.50	0.46	0.65	23.12	2.25	0.242	5.47	5.47
2.00	1.000	4.00	2.00	0.62	0.65	73.06	3.25	0.315	23.06	23.06
2.50	1.250	5.00	2.50	0.77	0.65	178.37	4.25	0.377	70.37	70.37
3.00	1.500		3.00	0.92	0.65	369.87	5.25	0.431	175.11	175.11
3.50	1.750	7.00	3.50	1.08	0.65	685.22	6.25	0.480	378.47	378.47
4.00	2.000	8.00	4.00	1.23	0.65	1168.9	7.25	0.525	737.89	737.89

Kesimpulan

Energi yang bisa dibangkitkan tergantung dari : berat ponton yang bisa terangkat oleh gelombang, besar amplitudo gelombang, dan periode alamiah gelombang.

Dari lima macam gerak ponton (heaving, surging, rolling, pitching dan translating) yang dimanfaatkan hanya satu yaitu gerak heave, sedang gerak-gerak yang lain harus direduksi melalui pengaturan buoyancy.

Untuk mendapatkan daya angkat gelombang optimum digunakan ponton berbentuk silinder dengan pengaturan buoyancy 75,4% atau dengan berat jenis ponton 0,65 ton/m³ dengan syarat diameter luar ponton sekitar : $D_L < 0,615 H$ dan $D_L < 0.175\lambda$. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan efisiensi penekanan air oleh ponton kedalam tangki.

Daftar Kepustakaan

1. Kuntjoro, 1993, *Studi Pemanfaatan Energi Gelombang Laut Untuk Pembangkit Tenaga Listrik*, Lembaga Penelitian ITS.
2. Kuntjoro, 1994, *Decompression Test Pada Bejana Bertekanan*, Lembaga Penelitian ITS.
3. Kuntjoro, 1996, *Studi Pengukuran Daya Angkat Gelombang*, Lembaga Penelitian ITS.
4. Kuntjoro, 1997, *Hubungan antara Orbit Partikel pada Gelombang Model dengan Heave yang terjadi pada Ponton Model*, Lembaga Penelitian ITS.
5. M.M. Dandekar, 1979, *Water Power Engineering*; Vikes Publishing House PULTD, New Delhi.
6. O.F. Patty, 1995, *Tenaga Air*, Penerbit Erlangga.
7. Robert G. Dean, 1984, *Water Wave Mechanics for Engineers and Scientist*, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
8. S.K. Chakrabarti, 1987, *Hydrodynamics of Offshore Structures*, CBI Industries, Inc., USA.