



Pengaruh Tinggi Gelombang Terhadap Tekanan Pada Pompa Gelombang Tipe Pelampung

Hamzah Al Imran¹, M. Arsyad Thaha², Mukhsan P Hatta³, Bambang Bakri⁴, Nenny⁵, Kasmawati⁶

^(1,5,6) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

^(2,3,4) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar

Abstrak

Pompa merupakan peralatan mekanis yang mengubah kerja mekanis poros menjadi energi mekanis fluida, energi yang diterima oleh fluida ini digunakan untuk menaikkan tekanan dari fluida tersebut serta untuk melawan tahanan yang terdapat pada saluran, sehingga fungsi dari pompa ialah memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan fluida tersebut. Penangkap energi gelombang salah satunya ialah dengan menggunakan pelampung yang bergerak secara vertikal. Pelampung didesain sedemikian rupa sehingga dapat bergerak secara kontinyu mengikuti gerakan gelombang naik turun yang datang. Maka dengan cara ini energi gelombang ditangkap melalui tabung pompa yang mempunyai lobang inlet pada bagian atas dan bawah dari tabung pompa tersebut, untuk menggerakkan piston. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tinggi gelombang (H) terhadap tekanan (Pa) dan pengaruh periode gelombang (T) terhadap debit (Q) yang dihasilkan pada pompa gelombang tipe pelampung. Pada penelitian ini akan disimulasikan metode pompa gelombang tipe pelampung dengan arah gerakan vertikal dalam skala laboratorium. Model ini diletakkan di tengah kolam simulasi gelombang dengan frekuensi dan amplitudo tertentu. Selanjutnya gerakan naik-turun pelampung akan menggerakkan poros dan akan memutar generator. Besarnya gerakan naik turun pelampung akan ditentukan oleh massa lengan dan panjang lengan. Hasil yang dicapai adalah hubungan antara tinggi gelombang (H) terhadap tekanan (Pa) pompa gelombang tipe pelampung untuk outlet bawah dan outlet atas, semakin tinggi gelombang maka tekanan pompa gelombang yang dihasilkan cukup besar.

Keywords : Gelombang, Tekanan, Pompa

1. Pendahuluan

Energi alternatif merupakan sumber energi terbarukan yang akan selalu tersedia, contohnya seperti matahari, angin, air, biomasa, dan panas bumi. Tidak seperti minyak bumi atau batubara merupakan energi fosil yang bisa habis. Selain itu dalam jangka waktu panjang, energi alternatif tidak menghasilkan limbah yang akan membahayakan lingkungan. Apabila biaya produksi tidak menjadi prioritas, maka energi ini tidak perlu dibeli, karena hanya membutuhkan biaya untuk instalasi, yang kemudian dapat dioperasikan tanpa menggunakan bahan bakar. Hal ini tentu saja berbeda dengan pembangkit berbahan bakar fosil dalam pengoperasiannya memerlukan biaya yang cukup besar. Energi air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat. Energi listrik dan mekanis merupakan wujud pemanfaatan energi air. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik.

Energi yang masuk dalam kategori energi air adalah energi sungai, energi ombak, energi panas laut (OTEC), energi pasang surut air laut, dan energi arus laut. Tenaga air sungai memanfaatkan energi air yang bergerak dari tingkat tinggi ke tingkat rendah.

Besarnya listrik yang dapat dihasilkan bergantung dari besar jatuhnya air dan kecepatan aliran air, sistem hidro kecil menangkap energi sungai tanpa mengambil banyak air dari aliran alamnya, sehingga pemanfaatan energi ini menjadi ramah lingkungan.

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan antara lain : Dwiyono Teguh, (2006), judul penelitian Pengaruh Variasi Besar, Tinggi Gaya Tekan dan Kemiringan Pipa *Output* terhadap *Head* pada Alat Peraga Hukum *Pascal* untuk Menaikkan Elevasi Muka Air. Hasil penelitian adalah Gaya tekan berpengaruh pada *Head*. Makin besar gaya tekan, maka *Head* akan makin tinggi. Variabel gaya tekan, berpengaruh signifikan terhadap variabel *Head*.

Abdullah Al Mahfazur Rahman, Md. Moniruzzaman, M. Al Mamun, (2017), Judul penelitian *Estimation of Energy Potential of Point Absorber Buoy type Wave Energy Converter*. Hasil penelitian adalah Energi gelombang menghasilkan penemuan alternatif sumber energi yang memiliki potensi tinggi dibandingkan dengan sumber energi lainnya, yang menjadi perhatian adalah distribusi energi gelombang yang berfungsi sebagai alat konversi energi gelombang yang sangat sederhana.

Muhammad Naquib, M. Arsyad Thaha, Farouk Maricar, (2015). Judul penelitian Kajian Refleksi Gelombang Pada Bangunan Multi Fungsi Pelindung Pantai Dan Pembangkit Listrik. Hasil penelitian adalah diperoleh hubungan, dimana nilai Koefisien refleksi semakin besar diikuti dengan semakin besar nilai Irribaren. Untuk pengaruh kemiringan model terhadap nilai Irribaren, Nilai Kr bertambah besar dengan semakin kecilnya sudut (θ) model.

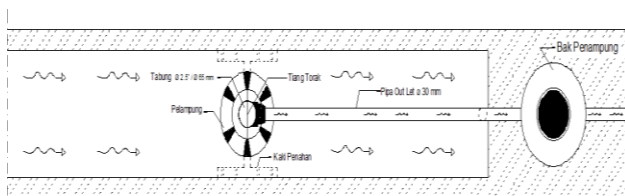
Almaarif Fahrey Nuh, Wiwiek Hendrowati. (2016), Judul penelitian Studi Eksperimental Energi Listrik yang Dihasilkan oleh Mekanisme *Ocean Wave Energy Harvester* Tipe Pelampung Bola dengan Metode *Cantilever Piezoelectric*. Hasil penelitian semakin tinggi amplitudo gelombang, semakin tinggi pula nilai voltase bangkitannya dan nilai arus yang dibangkitkan, sehingga semakin tinggi pula nilai daya bangkitannya

Pada penelitian ini akan disimulasikan metode pompa gelombang tipe pelampung dengan arah gerakan vertikal dalam skala laboratorium. Model ini diletakkan di tengah kolam simulasi gelombang dengan frekuensi dan amplitudo tertentu. Selanjutnya gerakan naik-turun pelampung akan menggerakkan poros dan akan memutar generator. Besarnya gerakan naik turun pelampung akan ditentukan oleh massa lengan dan panjang lengan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tinggi gelombang (H) terhadap tekanan (Pa) dan pengaruh periode gelombang (T) terhadap debit (Q) yang dihasilkan pada pompa gelombang tipe pelampung.

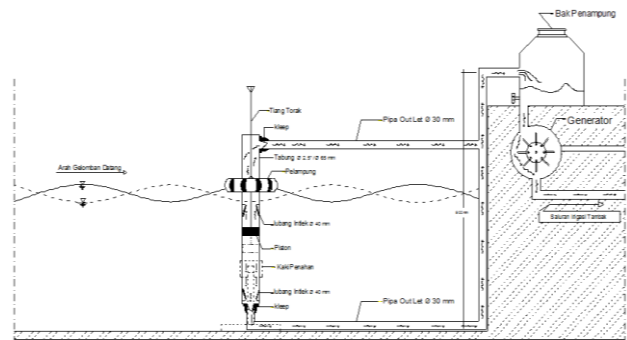
2. Metode

2.1. Model Pompa Gelombang Tipe Pelampung

Model terbuat dari tabung acrylic transparan yang dirakit dilengkapi pelampung dan piston dengan ukuran diameter, tinggi dan jumlah lubang inlek dan outlet yang bervariasi. Ukuran diameter tabung $\varnothing 2,5'' = 65 \text{ mm}$ ($6,5 \text{ cm}$) dan $\varnothing 3,0'' = 75 \text{ mm}$ ($7,5 \text{ cm}$) dan tinggi tabung 60 cm dan 70 cm . Jumlah lobang inlek adalah 4 disisi atas tabung dan 4 disisi bawah tabung dengan diameter lobang 4 cm dan 5 cm dan jumlah lobang outlek yaitu 1 dibagian atas tabung dan 1 dibagian bawah tabung dengan diameter lobang dan pipa penyalurnya $\varnothing 3 \text{ cm}$.



Gambar 1. Tampak atas penempatan model pompa gelombang dalam Saluran



Gambar 2. Tampak samping model pompa gelombang dalam saluran

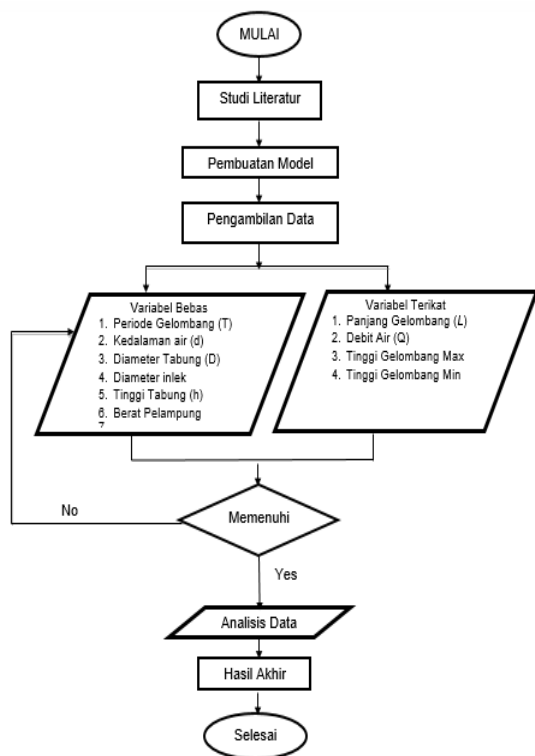
2.2. Pelaksanaan Simulasi

Persiapan untuk running awal pada flume (tanpa model pompa gelombang), untuk mendapatkan data-data awal yaitu :

1. Dengan stroke/pembangkit gelombang 4, 5, dan 6, untuk mendapatkan Tinggi Gelombang (H).
2. Periode (T) 1,0 = 10 dtk, 1,1 = 11 dtk, 1,2 = 12 dtk, untuk mendapatkan Panjang Gelombang (L), setiap 10 kali putaran = 10 dtk.
3. Memulai simulasi gelombang tanpa model dengan membangkitkan gelombang dengan menekan tombol start pada panel kontrol. Simulasi ini dilakukan untuk memastikan tinggi dan periode gelombang di dalam wave flume telah sesuai dengan variasi yang telah ditentukan dalam penelitian ini.
4. Menghentikan simulasi tanpa model dengan menekan tombol *stop* pada panel kontrol.
5. Meletakkan model uji di tengah-tengah *wave flume*.
6. Setelah semua komponen siap, simulasi gelombang dimulai dengan membangkitkan gelombang di dalam *wave flume* seperti pada prosedur no. 2.
7. Mengukur dan mencatat tinggi gelombang di depan dan di belakang model uji.
8. Mengulangi prosedur 1 sampai 7 sesuai dengan variasi tinggi dan periode gelombang .
9. Dimensi model dan parameter gelombang diperoleh dengan mengganti posisi stroke & variator.

2.3. Flow Chart Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian adapun variabel yang diteliti adalah mendapatkan Tinggi Gelombang (H), Periode Gelombang (T), Panjang Gelombang (L) dan lamanya waktu pengisian tabung pompa gelombang (t). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram alur penelitian pada gambar.



Gambar 3. Flow Chart Pelaksanaan Penelitian

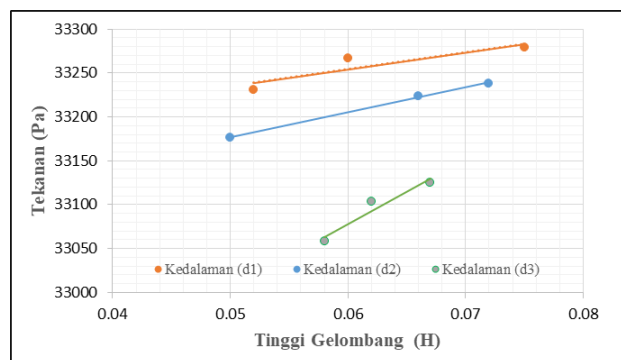
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Tinggi Gelombang (H) terhadap Tekanan (Pa) pada Pompa Gelombang Tipe Pelampung

Penelitian ini menggunakan tiga variasi kedalaman (d) yang akan diamati yaitu kedalaman (d1) : 29 cm, kedalaman (d2) :27 cm dan kedalaman (d3) : 25 cm, dengan diameter tabung (Ø) 2.0 cm. Menggunakan tiga periode waktu (T), yaitu periode (T₁) : 1.3 detik, periode (T₂) :1.4 detik dan periode detik dan periode (T₃) : 1.5 detik dengan

menggunakan stroke 8 serta berat pelampung (Wb) : 9.81 N.

Dari hasil perhitungan tekanan (Pa) pompa gelombang tipe pelampung maka dapat dibuatkan grafik hubungan antara tinggi gelombang (H) terhadap tekanan (Pa) sebagai berikut.



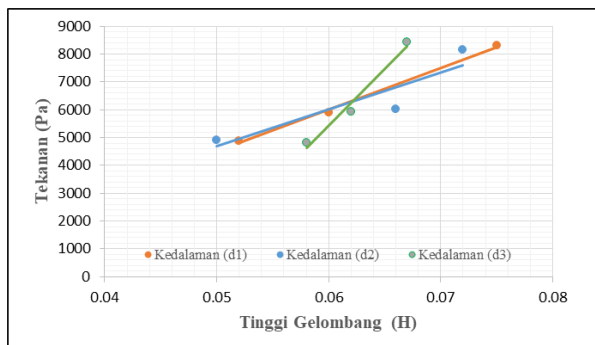
Gambar 4. Grafik hubungan antara Tinggi Gelombang (H) terhadap Tekanan (Pa) Pompa Gelombang Outlet Bawah

Berdasarkan gambar 4 hubungan antara tinggi gelombang (H) terhadap tekanan (Pa) pompa gelombang untuk outlet bawah menunjukkan bahwa semakin tinggi gelombang maka tekanan pompa gelombang yang dihasilkan cukup besar, untuk kedalaman d1 dan d2 sangat signifikan menghasilkan tekanan pompa gelombang yang cukup besar dibandingkan dengan kedalaman d3, tinggi gelombang tidak begitu besar sehingga tekanan pompa gelombang yang dihasilkan cenderung tidak terlalu besar.

Tabel 1. Perhitungan Tekanan (Pa) Pompa Gelombang Tipe Pelampung

Diameter (Ø)	Periode (T)	Kedalaman (d) (m)	Berat pelampung (N)	Tinggi Gelombang (H) (m)	Tekanan (Pa) bawah	Tekanan (Pa) atas
	1.3			0.075	33278.594	8298.076
2	1.4	0.29	9.81	0.060	33266.822	5884.340
	1.5			0.052	33230.525	4887.142
	1.3			0.072	33238.373	8159.791
2	1.4	0.27	9.81	0.066	33223.658	6032.104
	1.5			0.050	33176.570	4904.206
	1.3			0.067	33125.558	8421.968
2	1.4	0.25	9.81	0.062	33102.995	5928.118
	1.5			0.058	33057.869	4814.935

Sumber data diolah dari hasil uji laboratorium



Gambar 5. Grafik hubungan antara Tinggi Gelombang (H) terhadap Tekanan (Pa) Pompa Gelombang Outlet Atas

Berdasarkan gambar 5 hubungan antara tinggi gelombang (H) terhadap tekanan (Pa) pompa gelombang untuk outlet atas menunjukkan bahwa semakin tinggi gelombang maka tekanan pompa gelombang yang dihasilkan cukup besar, untuk kedalaman d1 dan d2 cenderung menghasilkan tekanan pompa gelombang yang sama, untuk kedalaman d3, sangat ideal menghasilkan tekanan yang lebih besar pada pompa gelombang.

3.2. Pengaruh Periode Gelombang (T) terhadap Debit (Q) yang dihasilkan

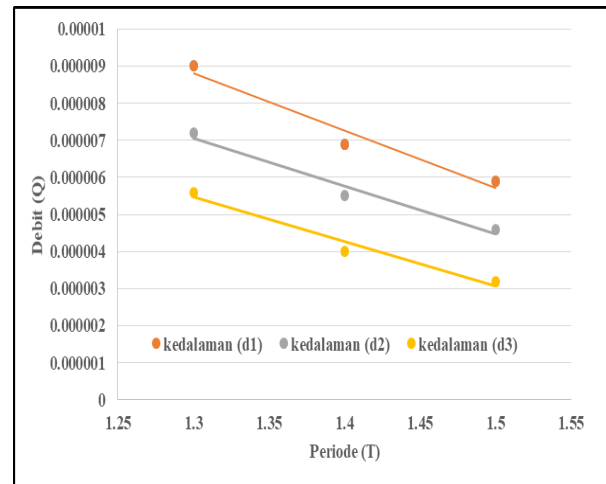
Selain tinggi gelombang (H), periode gelombang (T), panjang gelombang (L), dan tinggi tekanan (P), parameter yang sangat berpengaruh pada pompa gelombang tipe pelampung adalah debit (Q). Seperti tabel 2 dibawah ini

Tabel 2. Perhitungan debit (Q)

kedalaman (d) m	Periode (T) detik	Debit (Q) $m^3/dtk.$
0.29	1.3	$0.90 \cdot 10^{-5}$
	1.4	$0.69 \cdot 10^{-5}$
	1.5	$0.59 \cdot 10^{-5}$
0.27	1.3	$0.72 \cdot 10^{-5}$
	1.4	$0.55 \cdot 10^{-5}$
	1.5	$0.46 \cdot 10^{-5}$
0.25	1.3	$0.56 \cdot 10^{-5}$
	1.4	$0.4 \cdot 10^{-5}$
	1.5	$0.32 \cdot 10^{-5}$

Sumber data diolah dari hasil uji laboratorium

Dari hasil perhitungan debit (Q) dapat dibuatkan grafik hubungan periode gelombang (T) terhadap debit (Q) yang dihasilkan seperti pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Grafik hubungan antara periode (T) terhadap debit (Q) yang dihasilkan

Berdasarkan gambar 6 hubungan antara periode (T) terhadap debit (Q) yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin rendah periode (T) maka debit (Q) yang dihasilkan semakin besar. Debit (Q) tertinggi yang dihasilkan yaitu pada periode (T_3), yaitu 1,3 dt. pada kedalaman (d_1): 0.29 m dengan debit (Q) yang dihasilkan adalah $0.90 \cdot 10^{-5} m^3/dt.$

4. Kesimpulan

Hubungan antara tinggi gelombang (H) terhadap tekanan (Pa) pompa gelombang tipe pelampung untuk outlet bawah dan outlet atas semakin tinggi gelombang maka tekanan pompa gelombang yang dihasilkan cukup besar.

Hubungan antara periode (T) terhadap debit (Q) yang dihasilkan bahwa semakin kecil periode gelombang (T) maka debit (Q) yang dihasilkan semakin besar, dan semakin besar periode gelombang maka debit yang dihasilkan semakin semakin kecil

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terlaksana atas bantuan Perguruan Tinggi Universitas Muhammadiyah Makassar dan Lembaga Penelitian Pengembangan dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP3M) melalui Penelitian Internal dengan skema Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT-Internal)

DAFTAR PUSTAKA

- A Thahaa, F. Maricara, A. F. Aboea, A.I.Dwipuspita, "The Breakwater, From Wave Breaker To Wave Catcher" 8th International Conference on Asian and Pacific Coasts (APAC 2015) Published by Elsevier.
<https://cyberleninka.org/article/n/561817/viewer>
- Almaarif Fahrey Nuh, Wiwiek Hendrowati, "Studi Eksperimental Energi Listrik yang Dihasilkan oleh Mekanisme Ocean Wave Energy Harvester Tipe Pelampung Bola dengan Metode Cantilever Piezoelectric", JURNAL TEKNIK ITS Vol. 5 No. 2 (2016) ISSN: 2337-3539.
<http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/articel/view/20433>
- Dwiyono Teguh, Pengaruh Variasi Besar, Tinggi Gaya Tekan dan Kemiringan Pipa Output terhadap Head pada Alat Peraga Hukum Pascal untuk Menaikkan Elevasi Muka Air. Under Graduates thesis, Universitas Negeri Semarang.
<http://lib.unnes.ac.id/id/eprint/3908>
- Abdullah Al Mahfazur Rahman, Md. Moniruzzaman, M. Al Mamun.2017, Judul penelitian Estimation of Energy Potential of Point Absorber Buoy type Wave Energy Converter. 3rd International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT). DOI: 10.1109/EICT.2017.8275223
- Azhar dkk 2004, Pompa Tekanan Tinggi Tenaga Gelombang Laut Kerangka Dinamis.
https://www.researchgate.net/publication/322392456_PEMERATAAN_ENERGI_GELOMBANG_LAUT_DENGAN_SISTEM_BERPISTON_AKSI_GANDA
- Budi Haryanto, Radiana Triatmadja, Nizam, "Optimasi Pompa Air Laut Energi Gelombang" TEKNOSAINS 16(B), Mei 2003.
https://repository.ugm.ac.id/32725/1/04_-_Analisis_Kontingensi_untuk_Perhitungan_Aliran_Daya_pada_Sistem_Interkoneksi_Tenaga_Listrik.pdf
- Diego Vicinanza, Fabio Dentale, Daniela Salerno, Mariano Buccino, "Structural Response of Seawave Slot-cone Generator (SSG) from Random Wave CFD Simulations", Proceedings of the Twenty-fifth (2015) International Ocean and Polar Engineering Conference Kona, Big Island, Hawaii, USA, June 21-26, 2015.
https://www.researchgate.net/publication/279212413_Structural_Response_of_Seawave_Slot-cone_Generator_SSG_from_Random_Wave_CFD_Simulations
- Haryanto, B., Triatmadja, R., & Nizam. "Optimasi Pompa Air Laut Energi Gelombang", Teknosains; Volume XVI(2) 2003.
<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?page=11&id=6010112&view=documentsgs>
- I Putu Samskerta, Juventus W.R. Ginting, Sudarta. "Pemanfaatan Energi Gelombang Laut Dengan Pompa Gelombang Flap Horizontal", Balai Pantai-Puslitbang Sumber Daya Air. 2014.
<https://www.scribd.com/document/373501264/Putu-Samskerta-Pantai-Makalah-Pompa-Gelombang-pdf>
- Muhammad Naquib, M. Arsyad Thaha, Farouk Maricar, 2015. Judul penelitian Kajian Refleksi Gelombang Pada Bangunan Multi Fungsi Pelindung Pantai Dan Pembangkit Listrik. <https://docplayer.info/31378036-Kajian-refleksi-gelombang-pada-bangunan-multi-fungsi-pelindung-pantai-dan-pembangkit-listrik.html>
- Masjono Muchtar, Salama Manjang, Dadang A Suriamiharja, M. Arsyad Thaha, "Kinerja Model Fisik Konverter Energi Ombak Rangkaian Gear Searah pada Periode Ombak yang Bervariasi", JURNAL MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL VOLUME 22, NO. 2, DESEMBER 2016.
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/mkts/article/viewFile/12871/10228>
- Triatmodjo, B., 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Yogyakarta: Beta Offset
- Yuwono, Nur. 1996. Perencanaan Model Hidrolik (Hydraulic Modelling).Laboratorium Hidrolik dan Hidrologi, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik-UGM. Yogyakarta