

Run-up dan Overtopping Gelombang Pada Off-shore Breakwater di Pantai Tirtamaya, Indramayu

Agung Windadi*, Heryoso Setiyono*, Sugeng Widada*)

*) Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Email: agungwindadi@gmail.com

Abstrak

Pantai Tirtamaya yang berada di Indramayu, Jawa Barat, memiliki potensi yang sangat baik di bidang pariwisata laut. Sebagai upaya melindungi pantai dari pengaruh gelombang dan erosi, maka dibangunlah sepasang off-shore breakwater. Gelombang yang menjalar dari arah laut menuju pantai dan menghantam struktur pemecah gelombang akan mengalami *run-up* dan *overtopping* gelombang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *run-up* dan *overtopping* gelombang yang terjadi pada off-shore breakwater di Pantai Tirtamaya. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan metode pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Analisis data gelombang menggunakan metode *SMB* untuk mendapatkan nilai tinggi dan periode gelombang signifikan. Analisis harmonik pasang surut menggunakan metode Admiralty untuk mengetahui elevasi muka air laut. Analisis nilai *run-up* dan *overtopping* didapatkan melalui pendekatan Saville. Tinggi dari *run-up* gelombang pada *section 1* dan *section 2* adalah 1,57 meter. Dengan tinggi dari *run-up* gelombang yang demikian, maka dapat terjadi fenomena *overtopping* pada *section 1* yaitu sebesar $0,0085 \text{ m}^3/\text{m}/\text{s}$ dan *section 2* yaitu sebesar $0,0197 \text{ m}^3/\text{m}/\text{s}$, perbedaan nilai dari *overtopping* ini dikarenakan pengaruh dari perbedaan tinggi elevasi pada kedua bangunan tersebut yang mana pada *section 1* memiliki tinggi 2 meter dan pada *section 2* setinggi 1,5 meter

Kata Kunci : Gelombang, *Run-up*, *Overtopping*, Pantai Tirtamaya

Abstract

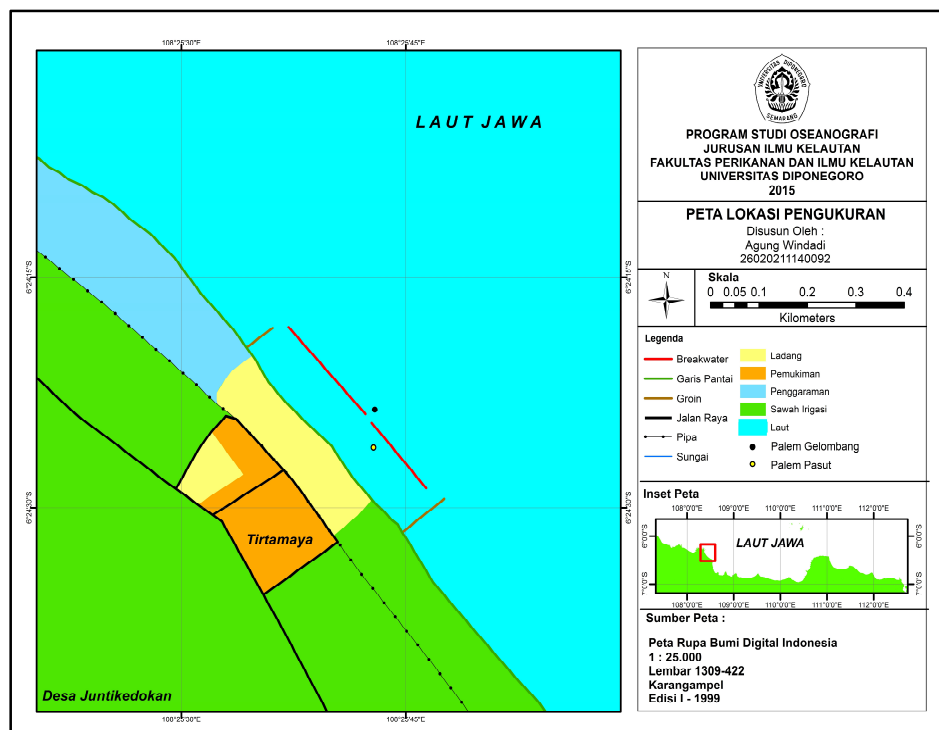
Tirtamaya Coast, located in Indramayu, West Java, possesses a good potential for its ocean tourism. As an effort to protect the beach from waves and erosion, a couple of off-shore breakwater are built. The waves coming from the sea towards the beach and hitting the breakwater structure will undergo a run-up and overtopping waves. This research is aimed to estimate the run-up and overtopping waves occurring on Off-shore Breakwater at Tirtamaya Coast. The researches using quantitative method with sampling method use purposive sampling method. Waves analysis data using SMB method to get waves height and period significant. Tidal Harmonic analysis is done using the Admiralty method to get sea elevation. Analysis value of run-up and overtopping are using Saville's approach. The level of run-up waves in section 1 and section 2 is 1,57 meters. With that run-up level, the possibility of an overtopping phenomenon in section 1 is $0.0085 \text{ m}^3/\text{m}/\text{s}$ and section 2 is $0.0197 \text{ m}^3/\text{m}/\text{s}$, the different overtopping values occurs due to different elevation levels in both structures, section 1 with 2 meters, and section 2 with 1.5 meters.

Keywords : Waves, *Run-up*, *Overtopping*, Tirtamaya Coast

I. Pendahuluan

Pantai Tirtamaya yang terdapat di Indramayu, Jawa Barat memiliki potensi yang sangat baik di bidang pariwisata lautnya dan juga menjadi salah satu pantai yang menjadi penunjang aktivitas warga beserta aktivitas industri di sekitarnya. Oleh karena itu, pemerintah Indramayu membangun dua buah groin dan sepasang pemecah gelombang seri lepas pantai yang berada di antaranya untuk melindungi Pantai Tirtamaya. Tetapi kondisi bangunan pemecah gelombang saat ini dapat terbilang cukup memperhatikan karena sudah terdapat kerusakan pada beberapa bagian bangunan seperti runtuhnya tumpukan-tumpukan kubus beton. Akibatnya, secara langsung dapat terlihat bahwa bangunan sudah tidak dapat begitu mampu menahan energi gelombang yang datang dan menjadikannya fenomena *run-up* dan *overtopping* saat terjadi gelombang besar pada saat surut. Sedangkan pada saat air pasang hampir seluruh bagian dari bangunan mengalami *overtopping* gelombang. Sehubungan dengan fenomena tersebut, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui tinggi dari run up gelombang dengan kaitannya sebagai efektivitas bangunan pemecah gelombang lepas pantai di Pantai Tirtamaya Indramayu.

Perhitungan nilai *run-up* beserta *overtopping* gelombang menggunakan pendekatan metode Saville dikarenakan metode ini sesuai digunakan pada berbagai tipe morfologi laut dan juga struktur bangunan berupa tumpukan kubus beton (CERC, 1984). Penelitian terdahulu tentang *run-up* dan *overtopping* dilakukan oleh Wijaya (2013) di Pantai Limbangan, dengan hasil yaitu desain pemecah gelombang yang ideal untuk perlindungan jalur pipa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai tinggi *run-up* dan besar kecepatan *overtopping* pada *off-shore breakwater* di Pantai Tirtamaya, Indramayu. Peta lokasi pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengukuran

II. Materi dan Metode

Penelitian ini menggunakan data pengukuran lapangan (data primer) yaitu gelombang laut. Selain itu juga menggunakan data pengolahan tambahan (data sekunder) yaitu data angin, peta RBI dan juga data pasang surut.

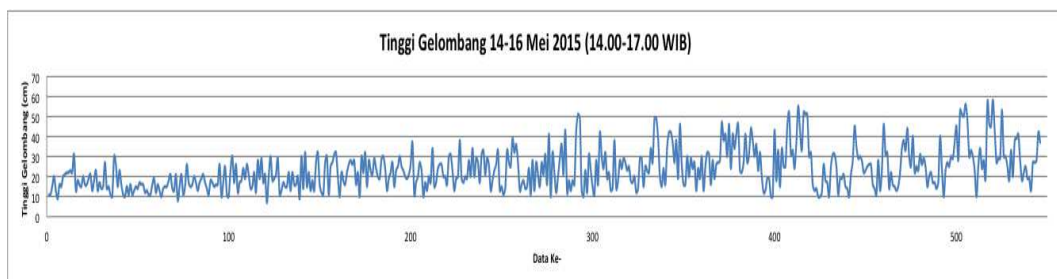
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif. Menurut Hadi (2004), Metode kuantitatif adalah metode penelitian yang meliputi pengukuran. Dimana pengukuran yang didapat berupa data-data numerik dan bersifat sistematis. Hal ini disebabkan karena pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data numerik dan menghasilkan output berupa angka. Data numerik yang dimaksud untuk masukan analisis adalah data tinggi dan periode gelombang laut, dan nilai elevasi muka air, sedangkan hasil keluarannya berupa tinggi *run-up* dan kecepatan *overtopping*.

Penelitian ini dilakukan melalui tahap *survey* lapangan terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data gelombang pada tanggal 14-16 Mei 2015, dan juga pasang surut selama 15 hari. Teknik dalam pengambilan data gelombang lapangan adalah dengan memperkirakan waktu dimana angin yang berhembus cukup besar hingga mengakibatkan terbentuknya gelombang. Dengan mengukur ketinggian muka air saat tinggi dan saat rendah menggunakan palem gelombang dan juga selisih waktunya menggunakan *stopwatch*, maka didapatkan nilai tinggi dan periode gelombang. Pengukuran ini dilakukan selama 3 jam dalam interval 1 menit pada jam 14.00 WIB hingga 17.00 WIB pada koordinat 6°24'25.34"S dan 108°25'36.08"T.

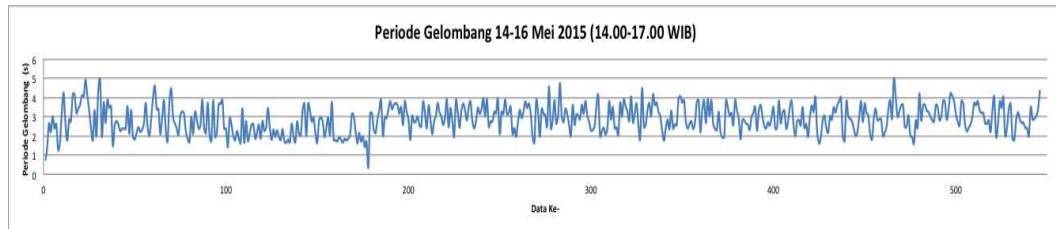
Data yang diolah berupa data tinggi dan periode gelombang signifikan 10%, data arah dan kecepatan angin selama 10 tahun, dan juga data tinggi elevasi muka air laut. Hasil yang didapatkan dari pengolahan tersebut merupakan tinggi *run-up* dan juga kecepatan *overtopping* pada struktur *off-shore breakwater*. Metode analisa angin menggunakan metode *SMB*, metode analisa pasang surut menggunakan metode Admiralty, dan analisis *run-up* dan juga *overtopping* menggunakan metode Saville.

III. Hasil dan Pembahasan Gelombang

Grafik pengolahan data gelombang lapangan selama 3 hari yaitu pada tanggal 14-16 Mei 2015 dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 dimana tinggi maksimal (H_{max}) adalah sebesar 0,58 m dan tinggi minimal (H_{min}) adalah sebesar 0,07 m dengan periode maksimal (T_{max}) adalah selama 5 detik dan periode minimalnya (T_{min}) adalah 0,36 detik. Data gelombang ini kemudian dihitung kembali untuk mendapatkan nilai representatif 10%. Nilai dari gelombang representatif 10% selama 3 hari disajikan pada Tabel 1 dan nilai dari gelombang representatif harian disajikan pada Tabel 2.



Gambar 2. Tinggi Gelombang 14-16 Mei 2015



Gambar 3. Periode Gelombang 14-16 Mei 2015

Tabel 1. Hasil Pengolahan Gelombang Representatif 10% Selama 3 Hari

No.	Gelombang	$H(m)$	$T(s)$
1.	Signifikan	0,45	4,08
2.	Rata-Rata	0,23	2,86
3.	Maksimum	0,58	5
4.	Minimum	0,07	0,36

Tabel 2. Hasil Pengolahan Gelombang Representatif 10% Harian

No.	Tanggal	H_s (m)	T_s (s)	$H_{rata-rata}$ (m)	$T_{rata-rata}$ (s)	H_{max} (m)	T_{max} (s)	H_{min} (m)	T_{min} (m)
1.	14/05/2015	0,3	4,1	0,18	2,58	0,32	4,94	0,07	0,36
2.	15/05/2015	0,42	3,8	0,24	3,05	0,51	4,7	0,1	1,66
3.	16/05/2015	0,51	4,02	0,29	2,95	0,58	5	0,1	1,6

Gelombang di perairan Pantai Tirtamaya merupakan gelombang perairan laut transisi dimana gelombang yang terbentuk disebabkan oleh angin. Penelitian ini dilaksanakan pada musim Peralihan 1 (Bulan Maret-April-Mei) dimana gelombang yang terbentuk relatif lebih kecil dibandingkan gelombang yang terjadi pada musim Barat atau musim Timur. Hasil dari peramalan gelombang menggunakan metode SMB menghasilkan tinggi dan juga periode gelombang signifikan pada setiap musimnya. Pada gelombang representatif 33% didapatkan nilai tinggi gelombang maksimal berada pada musim Timur dengan tinggi 0,73 m dan periode 4,48 detik, sedangkan gelombang representatif 10% didapatkan nilai tinggi gelombang maksimal yang juga berada pada musim Timur dengan tinggi 0,91 m dan periode 5 detik. Hasil dari peramalan gelombang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Peramalan Gelombang 33% Setiap Musim Selama 10 Tahun

No.	Musim	H_s (m)	T_s (s)	H_{max} (m)	T_{max} (s)	H_{min} (m)	T_{min} (m)
1.	Barat	0,49	3,62	1,38	6,19	0,29	2,82
2.	Peralihan I	0,38	3,18	1,07	5,47	0,22	2,47
3.	Timur	0,73	4,48	1,27	5,94	0,54	3,9
4.	Peralihan II	0,62	4,09	1,31	6,03	0,41	3,35

Tabel 4. Hasil Peramalan Gelombang 10% Setiap Musim Selama 10 Tahun

No.	Musim	H_s (m)	T_s (s)	H_{max} (m)	T_{max} (s)	H_{min} (m)	T_{min} (m)
1.	Barat	0,73	4,47	1,38	6,19	0,29	2,82
2.	Peralihan I	0,55	3,9	1,07	5,47	0,22	2,47
3.	Timur	0,91	5	1,27	5,94	0,54	3,9
4.	Peralihan II	0,83	6,03	1,31	6,03	0,41	3,35

Hasil verifikasi antara gelombang representatif 10% pengukuran lapangan dengan gelombang representatif 10% peramalan menghasilkan nilai *RME* 28,3% untuk tinggi gelombang dan 24,1% untuk periode gelombang. Tingkat validitas data gelombang tersebut menunjukkan bahwa hasil peramalan gelombang belum dapat menggambarkan kondisi yang sebenarnya terdapat dilapangan, akan tetapi masih dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya yang dibutuhkan. Hal ini dikarenakan pada metode SMB mengabaikan faktor dari topografi, meskipun topografi di daerah pantai mempengaruhi penjalaran gelombang menuju pantai (Sugianto. 2010).

Tabel 5. Verifikasi Tinggi Gelombang Representatif 10%

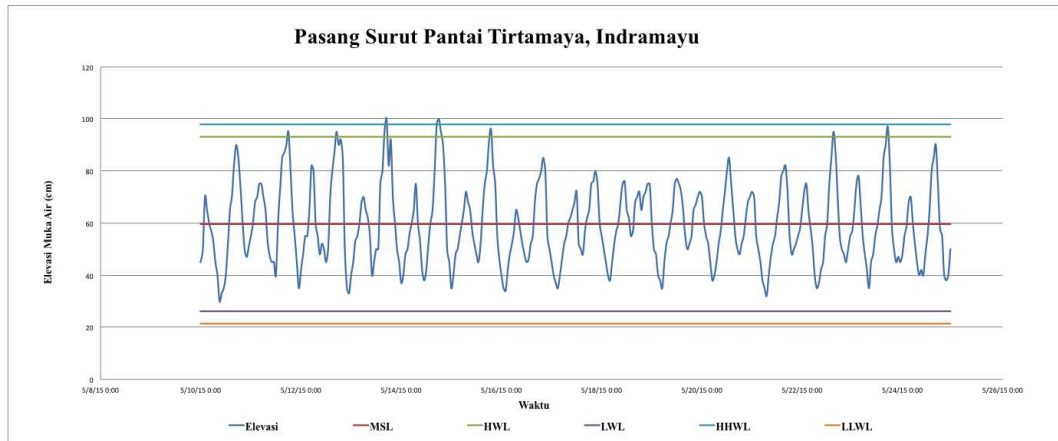
No.	Tanggal	$H_{Lapangan}$	$H_{Peramalan}$	<i>RE</i>	<i>RME</i>
1.	14/05/2015	0,3	0,37	22,8	
2.	15/05/2015	0,42	0,23	46,4	28,3
3.	16/05/2015	0,51	0,43	15,5	

Tabel 6. Verifikasi Periode Gelombang Representatif 10%

No.	Tanggal	$T_{Lapangan}$	$T_{Peramalan}$	<i>RE</i>	<i>RME</i>
1.	14/05/2015	4,17	3,19	23,4	
2.	15/05/2015	3,84	2,51	34,7	24,1
3.	16/05/2015	4,02	3,45	14,2	

Pasang Surut

Hasil dari pengamatan pasang surut selama 15 hari (10-24 Mei 2015) di Pantai Tirtamaya dengan menggunakan metode Admiralty menghasilkan nilai Formzahl (*F*) yaitu 0,476 sedangkan nilai *HHWL*, *HWL*, *MSL*, *LWL*, dan *LLWL* seperti yang tersaji pada Tabel 7. Pantai Tirtamaya mempunyai nilai Formzahl sebesar 0,476 yang mana nilai tersebut adalah berada di antara 0,25 hingga 1,50 sehingga dapat diketahui tipe pasang surut untuk pantai Tirtamaya adalah pasang surut campuran condong harian ganda. Pasang surut campuran condong harian ganda maknanya adalah terjadinya dua kali air pasang dan dua kali air surut dalam satu hari tetapi tinggi dan periodenya berbeda (Triatmodjo, 1999).



Gambar 4. Elevasi Pasang Surut

Tabel 7. Hasil Pengolahan Metode Admiralty

No.	Pasang Surut	Nilai (m)
1.	HHWL	0,98
2.	HWL	0,93
3.	MSL	0,59
4.	LWL	0,26
5.	LLWL	0,21

Run-up dan Overtopping Gelombang

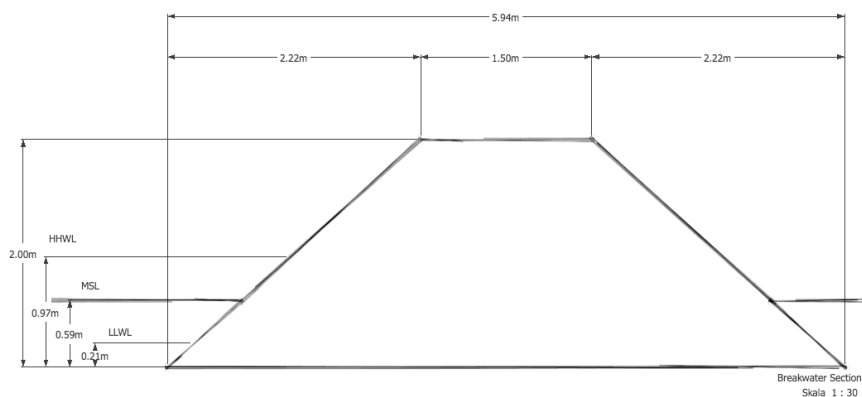
Pantai Tirtamaya memiliki sepasang *breakwater* yang mana dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 macam yaitu *section 1* yang berada di sebelah kiri dan *section 2* yang berada di sebelah kanan, kedua dari *breakwater* tersebut terbuat dari tumpukan kubus-kubus beton dengan ukuran 0,4 x 0,4 x 0,4 m yang ditumpuk sedemikian rupa sehingga material kubus tersebut tidak mudah runtuh di hampas gelombang. Desain *breakwater* dengan tumpukan dari kubus beton ini membuat struktur menjadi sedikit bercelah dan memungkinkan air dapat keluar dan masuk melalui celah-celah dari pada struktur sehingga pada perhitungan nilai *run-up* dan *overtopping* nanti bangunan ini dikategorikan sebagai bangunan yang kasar dan meskipun memungkinkan ditembusnya bangunan oleh air, tetapi pada klasifikasinya termasuk dalam bangunan yang *impermeable* karena air yang menembus melalui celah bangunan masih terbilang kecil. Saville (1955) dalam Nobuhisa Kobayashi (1997) berpendapat bahwa bangunan dengan struktur kubus beton dikategorikan pada struktur *impermeable*. Dimensi dari *breakwater* dapat dilihat pada Gambar 5.

Hasil dari perhitungan *run-up* gelombang menggunakan metode Saville pada *off-shore breakwater* di Pantai Tirtamaya menunjukkan bahwa air yang merayap naik pada struktur bangunan (*run-up*) adalah sebesar 1,57 m baik di *section 1* dan juga *section 2*. Hasil *run-up* ini menandakan bahwa pada kedua struktur memiliki nilai *run-up* yang sama dikarenakan perbedaan dari kedua struktur ini adalah pada tingginya sedangkan jika dilihat dari kedalaman kaki bangunan (d_s), kedua struktur mempunyai nilai yang sama. Selain itu faktor dari struktur bangunan yang sama, yaitu terbuat dari tumpukan batu beton memungkinkan nilai kekasaran permukaan yang dapat menyebabkan naiknya air di struktur juga nilainya menjadi sama. Perhitungan nilai jangkauan *run-up* gelombang ini dihitung dari nilai rata-rata muka air laut tenang (SWL) yang berdasarkan pada *Shore Protection Manual Vol. II* (1984) bahwa

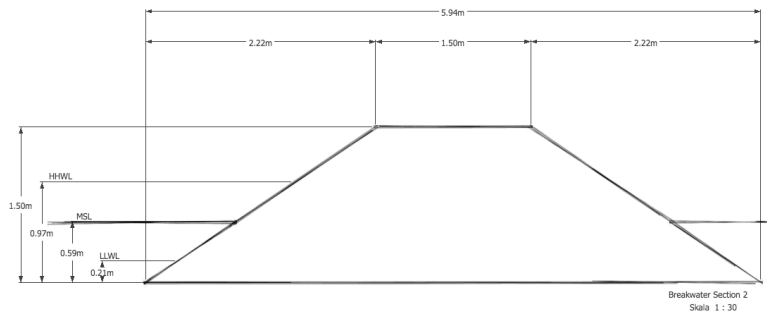
jangkauan *run-up* diukur dari muka air rerata. Telah diketahui bahwa *off-shore breakwater* di Pantai Tirtamaya ini memiliki struktur yang memiliki kemiringan sebesar 42° dan 34° , kemiringan ini masih dikatakan landau dengan slope 1:1,1 sehingga tinggi dari rayapan air pada struktur menjadi lebih rendah dibandingkan pada struktur yang memiliki kemiringan yang lebih curam, hal ini dikarenakan luasan bidang gesek yang terbentuk dari rayapan air dengan struktur menjadi lebih luas sehingga gesekan diantaranya juga menjadi semakin besar dan menghambat air untuk merayap lebih tinggi terhadap bangunan. Tinggi *run-up* pada struktur ini kemudian digunakan untuk mengetahui nilai dari *overtopping* pada struktur.

Perhitungan nilai rasio dari tinggi bangunan yang dikurangi kedalaman kaki dengan nilai *run-up* gelombang menghasilkan nilai dimana nilai dari *run-up* lebih besar sehingga bangunan dikategorikan pada *overtopping breakwater* (Saville, 1995 dalam SPM Vol. II, 1984), sehingga diperlukan perhitungan nilai dari *overtopping* pada struktur. Hasil perhitungan kecepatan *overtopping* menunjukkan bahwa pada *section 2* nilainya lebih tinggi dibandingkan pada *section 1*. Pada *section 1* adalah sebesar $0,0085 \text{ m}^3/\text{m/s}$ dan *section 2* adalah $0,0197 \text{ m}^3/\text{m/s}$. Hal ini dikarenakan pada bangunan *section 2* hanya memiliki tinggi 1,5 m yang mana 0,5 m lebih rendah dari pada *section 1*. Pada perhitungan nilai kecepatan *overtopping* gelombang, selain dari nilai *run-up*, tinggi bangunan juga menentukan karena dimasukan dalam perhitungan rumus. Apabila pada suatu bangunan yang dikategorikan *overtopping breakwater* memiliki tinggi bangunan yang rendah atau nilainya jauh lebih kecil dari nilai *run-up*, maka kecepatan *overtopping* akan bertambah besar pula. Nilai kecepatan *overtopping* ini juga mengindikasikan bahwa struktur akan rentan mengalami kerusakan. Saville (1958) dalam CERC (1984) menyatakan bahwa nilai dari *overtopping* akan semakin besar apabila tinggi dari breakwater lebih kecil dengan jangkauan dari *run-up* gelombang.

Perhitungan dari *run-up*, *overtopping*, dan elevasi puncak bangunan yang baik sudah banyak dilakukan oleh insinyur-insinyur di Indonesia untuk membuat breakwater yang baik dan benar serta evaluasinya. Salah satunya yang dilakukan oleh Ariani (2013) di Pantai Slamaran, Pekalongan. Nilai dari *run-up* gelombang di bangunan pantai Pantai Slamaran ini mencapai 1.09 m dan *overtopping* $0,05 \text{ m}^3/\text{s-m-1}$. Sedangkan untuk elevasi puncak yang disarankan adalah setinggi 2,7 m.



(a)



(b)

Gambar 5. a) Layout Breakwater Section 1, (b) Layout Breakwater Section 2

Tabel 8. Hasil Pengukuran Dimensi *Offshore Breakwater* Pantai Tirtamaya

No.	Breakwater	Panjang	Lebar	Tinggi	Kedalaman	Lebar
		(m)	(m)	(m)	Kaki (m)	Puncak (m)
1.	Section 1	231	5,94	2	0,58	1,5
2.	Section 2	175	5,94	1,5	0,58	1,5

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Run-up* dan *Overtopping* yang telah dikoreksi

No.	Breakwater	Run-up (m)	Overtopping (m ³ /ms ⁻¹)
1	Section 1	1,57	0,0085
2	Section 2	1,57	0,0197

IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Nilai dari tinggi *run-up* gelombang pada *off-shore breakwater* dengan kemiringan 42° dan 34° di Pantai Tirtamaya Indramayu adalah sebesar 1,57 meter dari muka air rerata pada *section 1* dan juga *section 2*. Struktur *off-shore breakwater* di Pantai Tirtamaya ini termasuk dalam kategori *overtopped/low-crested breakwater* yang mempunyai nilai dari kecepatan *overtopping* adalah 0,0085 m³/m/spada *section 1* dan sebesar 0,0197 m³/m/spada *section 2*.

DAFTAR PUSTAKA

- CERC. 1984. Shore Protection Manual Volume I. US Army Corps of Engineer., Washington, 222 hlm.
- _____. 1984. Shore Protection Manual Volume II. US Army Corps of Engineer., Washington, 639 hlm.
- Hadi, S. 2004. Methodology Research. Ed 1., Yogyakarta, 150 hlm.
- Kobayashi, N. 1997. Wave Run-up and Overtopping On Beaches and Coastal Structures. University of Delaware, Delaware, 19971203-052.
- Sugianto, D. N. 2010. “Model Distribusi Data Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Perairan Laut Pacitan, Jawa Timur”. Jurnal Ilmu kelautan, 15 (3) 143-152.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta, 362 hlm.

Wijaya, G. H., dan W. Suntoyo. 2013. Studi Perlindungan Pipeline PT. Pertamina Gas di Pesisir Indramayu. Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, ITS, Surabaya, 5 hlm.