

Kajian Ovetopping akibat run-up gelombang pada breakwater di perairan balongan indramayu, jawa barat

Hafist fahmi¹⁾, Denny Nugroho S^{*)} dan Purwanto^{*)}

^{1*)} Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang, 50275 Telp/Fax (024) 7474698
Email : dennysugianto@yahoo.com; purwanto_irh@yahoo.co.id

Abstrak

Breakwater merupakan infrastruktur penting di daerah pantai yang berfungsi sebagai pelindung pantai dari berbagai faktor fisis laut yang bersifat merusak, salah satunya gelombang laut. Breakwater yang berada di PT. Pertamina RU VI balongan yang biasa disebut Jetty Cargo, berfungsi sebagai sarana jasa angkut dan perlindungan kapal-kapal tunda milik PT. Pertamina RU IV balongan. Overtopping akibat run-up gelombang merupakan masalah terjadi akibat kurang efektifitasnya breakwater yang berdampak merusak daerah belakang perlindungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji overtopping akibat run-up gelombang yang terjadi pada breakwater sambung pantai milik PT. Pertamina RU VI Balongan Indramayu, Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan diperairan balongan yang lokasinya berada pada area PT. Pertamina RU VI Balongan Indramayu, Jawa Barat. Penelitian ini menggunakan metode Kuantitatif dengan lokasi pengambilan data gelombang disebelah timur Jetty Cargo. Hasil perhitungan run-up gelombang diperoleh tiap musim yang digunakan sebagai masukan perhitungan overtopping yang menyimpulkan bahwa breakwater tersebut cukup efektif karena tidak terjadi overtopping di setiap musimnya, berdasarkan persamaan $(H-ds) \geq R$ yaitu, musim barat 3,45 meter, peralihan I 3,16 meter, timur 3,07 meter, peralihan II 3,15 meter dan gelombang ulang 100 Tahun yaitu 3,5 meter. Syarat ini memenuhi karena nilai tersebut lebih besar dari run-up gelombang.

Kata Kunci: Gelombang; Run-up; Overtopping; Breakwater PT. Pertamina RU VI Balongan Indramayu

Abstract

Breakwater is a critical infrastructure in the coastal area that serves as a protective coastal sea from various destructive physical factors, which one of them is the ocean waves. Breakwater which located at PT. Pertamina (Persero) RU VI Balongan commonly called Jetty Cargo, serves as a means of transport services and protection to tug boats owned by PT. Pertamina RU IV Balongan. Overtopping due to wave run-up is a problem caused by lack of effectiveness breakwater disruptive effect on rear area protection. This study aims to assess the result of the run-up overtopping waves that occur on the beach belonging PT. Pertamina continued breakwater RU VI Balongan Indramayu, West Java. The research was conducted in waters Balongan which was located in the area of PT. Pertamina RU VI Balongan Indramayu, West Java. This research used quantitative method with capture location on the east side waveform data Jetty Cargo. The calculation result obtained by wave run-up of each season are used as input overtopping calculations which conclude that the breakwater is quite effective because it does not happen overtopping in every season. Based equation $(H-ds) \geq R$, 3,45 meters west season, the first transition of 3,16 meters, 3,07 meters east, intermediate II of 3,15 meters and waves over 100 years 3,5 meters. This requirement meets the stretcher greater because the value of the run-up waves.

Key word: Wave; Run-up; Overtopping; Breakwater PT. Pertamina RU VI Balongan Indramayu

1. Pendahuluan

Salah satu faktor dan fenomena dari laut yang sangat mempengaruhi stabilitas pantai adalah gelombang. Menurut Setiyono (1996), gelombang merupakan pergerakan naik turunnya tubuh air yang diinterpretasikan dengan naik turunnya permukaan laut secara bergantian dan terus menerus. Fenomena ini banyak terjadi didaerah pantai terutama daerah pelabuhan yang memiliki banyak struktur pelindung pantai yaiturun-up gelombang. Run-up didefinisikan sebagai tingkat tertinggi yang dicapai oleh gelombang laut pada sebuah bangunan pemecah gelombang yang mempunyai permukaan miring, yang diukur secara vertical mulai dari air diam (*still water level, SWL*) (CERC, 1984).

Akibat terjadinya run-up gelombang menimbulkan limpasan gelombang (*overtopping*) pada elevasi puncak bangunan pantai. Ketinggian dari elevasi puncak bangunan pelindung pantai yang salah satunya merupakan bangunan pemecah gelombang (*breakwater*) yang lebih rendah dibandingkan dengan ketinggian run-up gelombang menyebabkan terjadinya limpasan gelombang (*overtopping*).

Pemecah gelombang (*breakwater*) merupakan bangunan pelindung yang melindungi daerah perairan pelabuhan dari gangguan gelombang. Bangunan pemecah gelombang pada dasarnya sebagai pemisah antara perairan pelabuhan dengan lautan lepas. Daerah perairan pelabuhan yang berhubungan dengan laut lepas hanya dihubungkan oleh mulut pelabuhan yang memiliki lebar tertentu (Kramadibrata, 1985). Namun, keefektifitasan bangunan pemecah gelombang (*breakwater*) secara perlahan berkurang dikarenakan keberadaannya sudah lama dan juga dikarenakan oleh sifat fisik suatu perairan seperti gelombang serta kurangnya perawatan dan pemeliharaan. Sehingga dilakukannya penelitian ini untuk mengkaji overtopping akibat run-up gelombang pada breakwater di perairan Balongan, Indramayu, Jawa Barat.

2. Materidan Metode Penelitian

a. Materi Penelitian

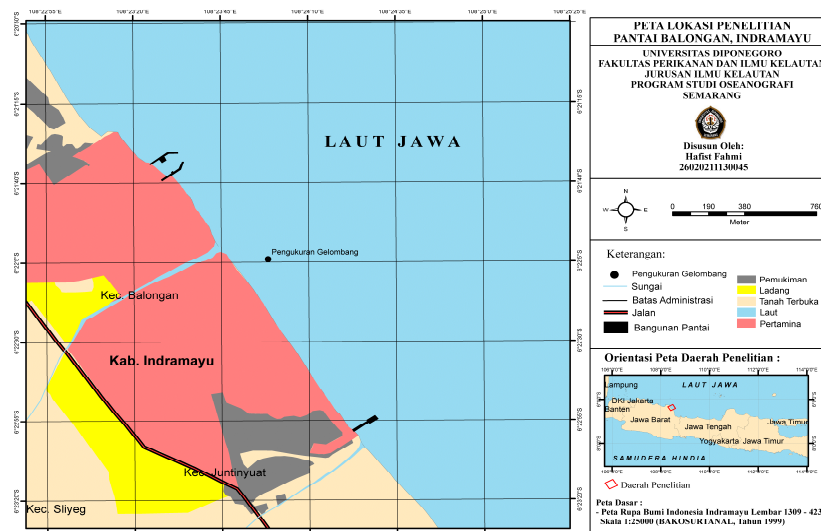
Materi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua data yaitu data primer dan sekunder. Data primer berupa data gelombang, data *layout breakwater*, dan data kelerengan pantai, sedangkan untuk data skunder berupa datangin ECMWV (2005-2014), data pasang suruh november 2014, dan peta rupa bumi skala 1:25.000 tahun 1999.

b. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanggal 12 – 14 November 2014 di perairan Balongan Indramayu, Jawa Barat. Lokasi penelitian masuk dalam area PT. Pertamina RU VI Balongan Indramayu. Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode kuantitatif yaitu metode penelitian yang berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik, dengan teknik pengambilan data dilakukan secara random (secara acak) dan pengumpulan data menggunakan alat penelitian (Sugiono, 2009).

- **Metode Penentuan Titik Pengukuran Gelombang**

Penentuan lokasi sampling dilakukan dengan menggunakan GPS (*global positioning system*) dimana titik yang diamati terletak pada E: 108°23'58,491" dan S: 6°22'3,759". Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Penelitian

- Metode Pengukuran Ggelombang**

Pengukuran gelombang dilakukan dengan menggunakan palem gelombang yang diletakaan pada titik pengamatan. Pencatatan waktu menggunakan *stopwatch* ketika puncak gelombang melewati palem gelombang sampai puncak berikutnya. Hasil pengamatan yang dilakukan yaitu berupa nilai tinggi gelombang (H) dan nilai periode gelombang (T), Untuk arah datang gelombang didasarkan pada pengolahan data sekunder (angin) dengan menggunakan WRplot.
- Metode pengambilan data angin**

Data angin yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari web www.ecmwf.infyang merupakan data pengukuran ECMWF.
- Metode Pengukuran Data Breakwater**

Pengambilan data *layout breakwater* dilakukan langsung pada *breakwater* yang ada dilokasi penelitian dengan megggunakan alat seperti roll meter dan tongkat ukur. Pengukuran dilakukan pada beberapa bagian *breakwater* yang terdiri dari panjang kedua sisi miring, ketinggian dari dasar hingga puncak, lebar elevasi permukaan, dan lebar keseluruhan *breakwater*.
- Metode Pengukuran Data Kelerengan Pantai**

Pengambilan data kelerengan pantai dilakukan dengan menggunakan selang sepanjang 25 meter yang telah diisi air dan tongkat ukur sepanjang 2 meter. Pengukuran dilakukan sebanyak 4 titik dengan jarak antar titik adalah 250 meter yang dianggap dapat mewakili pengukuran kemiringan dilokasi penelitian.
- Metode Pengolahan Data**

Data yang akan diolah yaitu berupa data gelombang, data angin, verifikasi data, pasang surut, run-up gelombang, dan overtopping. Adapun metode pengolahan di uraikan sebagai berikut:

Pengolahan Data Gelombang

Data gelombang yang diperoleh kemudian dianalisis untuk memperoleh data gelombang dan periode representatif Hs dan Ts dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 1999):

$$n = 33,33\% \times \text{jumlah data} \tag{1}$$

$$H_s = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n} \tag{2}$$

$$T_s = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{n} \tag{3}$$

Pengolahan peramalan gelombang dari data angin

Peramalan gelombang dari data angin dimaksudkan untuk mendapatkan informasi kondisi gelombang dominan pada daerah penelitian. Metode peramalan gelombang menggunakan

metode Svedrup-Munk-Bretcheider(SMB) (CERC,1984). Langkah-langkah dalam peramalan gelombang metode SMB adalah sebagai berikut :

1. Menghitung panjang fetch dengan menggunakan Autocad
2. Menghitung nilai kecepatan angin pada ketinggian 10 m (U_{10}) kecepatan angin di laut (U_w), menghitung koefisien gesek (U_A)
3. Menghitung durasi kecepatan angin (U_A)
4. Menghitung fetch maksimum dan fetch minimum
5. Menghitung nilai H_s dan T_s

Verifikasi data

Verifikasi data dilakukan untuk membandingkan dua buah data. Dimana pada penelitian ini verifikasi data pada hasil peramalan yang terdiri dari tinggi gelombang (H), dan periode gelombang (T) dengan data pengukuran di lapangan. Menurut Diposaptono dan Budiman (2006) dalam Ariani (2013), koreksi kesalahan relative dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang sudah ditetapkan.

$$RE = \frac{|X-C|}{C} \times 100\% \quad (4)$$

$$MRE = \sum_0^n \frac{|RE|}{|n|} \quad (5)$$

Keterangan:

- RE : kesalahan relative (*Relative Error*)
 MRE : Rata-rata kesalahan relative (*Mean Relative Error*)
 X : Data lapangan
 C : Data hasil simulasi
 N : Jumlah data

Pengolahan data pasang surut

Pengolahan data pasang surut menggunakan metode Admiralty untuk memperoleh konstanta harmonic pasang surut yang meliputi amplitudo (A), M_2 , S_2 , K_1 , O_1 , N_2 , K_2 , P_1 , M_4 . Metode Admiralty merupakan metode perhitungan data pasang surut 15 atau 29 piantan (Ongkosongo *et. al.*, 1989).

Perhitungan *run-up* gelombang

Data gelombang hasil peramalan digunakan sebagai data *inputan* untuk perhitungan *run-up* gelombang. Kurva diberikan dalam bentuk tak berdimensi untuk *run up* relative (R/H^*_0) sebagai fungsi dari kedalaman perairan, kelerengan dan kemiringan struktur bangunan, dimana R adalah tinggi *run-up* yang diukur dari MSL (*Mean sea Level*). Tahapan perhitungan sebagai berikut:

1. Data tinggi gelombang H dan periode gelombang T digunakan perhitungan penentuan kondisi dilokasi pemecah gelombang, seperti perhitungan nilai koefisien Refraksi, koefisien pendangkalan, kondisi gelombang pecah.
2. Perhitungan tinggi gelombang dilokasi bangunan
3. Perhitungan bilangan *irribaren*
4. Menghitung nilai *run-up* dengan tabel *run-up*
5. *Run-up* diukur dari MSL pada *layout breakwater*

Perhitungan *overtopping*

Hasil perhitunga *run-up*, digunakan untuk perhitungan nilai *overtopping* dengan langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan nilai *run-up*
2. Perhitungan *overtopping* dengan persamaan sebagai berikut:

$$0 \leq (h-d_s) < R \quad (6)$$

Dengan:

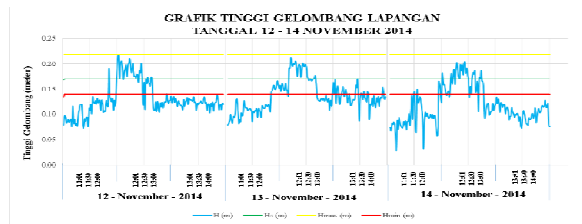
- H : tinggi bangunan pemecah gelombang

- d_s : kedalaman dasar kaki bangunan pemecah gelombang
 R : *run-up* gelombang
3. Penentuan katagori *overtopping* atau *non overtopping*, dengan syarat jika nilai $(h-d_s)$ lebih besar daripada nilai *run-up* (R), maka dapat dikatagorikan dalam *non overtopping breakwater* dan sebaliknya jika nilai $(h-d_s)$ lebih kecil daripada nilai *run-up* (R) maka *overtopping*.

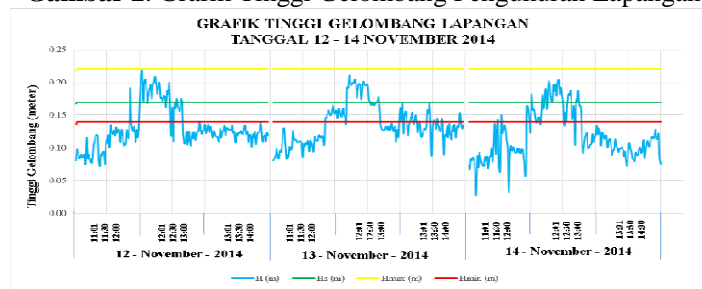
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran gelombang lapangan

Hasil pengukuran gelombang lapangan yaitu tinggi gelombang dan periode gelombang yang disajikan pada grafik dalam gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Grafik Tinggi Gelombang Pengukuran Lapangan

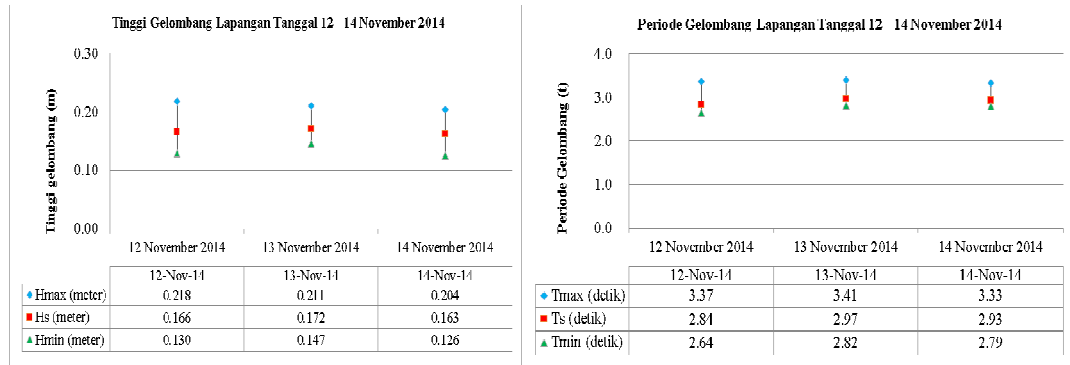


Gambar 3. Grafik Periode Gelombang Pengukuran Lapangan

Dari hasil pengukuran data lapangan, diperoleh hasil tinggi dan periode gelombang maksimum 0,22 meter dan 3,41 detik, tinggi dan periode gelombang rata-rata diperoleh 0,17 meter dan 2,9 detik, serta tinggi dan periode gelombang minimum diperoleh 0,14 meter dan 2,77 detik. Hasil pengukuran tinggi dan periode gelombang tersebut disajikan dalam tabel 1, serta gambar tinggi dan periode gelombang ditunjukkan pada gambar 4.

Tabel 1. Tinggi dan Periode Gelombang Lapangan

Keterangan	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (d)
Maksimum	0,22	3,41
Signifikan	0,17	2,93
Minimum	0,14	2,77



Gambar 4. Gambar tinggi dan periode gelombang lapangan

Peramalan Gelombang

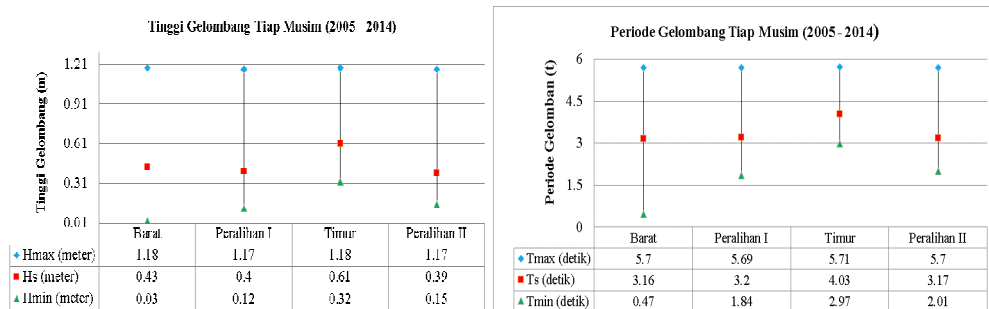
Pengolahan data angin ECMWV menjadi data gelombang menggunakan metode *Sverdrup Munk Bretschneider (SMB)*, dimana hasilnya berupa tinggi gelombang H dan periode gelombang T . berikut ini disajikan hasil pengolahan data peramalan gelombang pada tabel 2 dan 3, serta gambar 5.

Tabel 2. Tinggi Gelombang Peramalan 10 Tahun

	Hmax (meter)	Hs (meter)	Hmin(meter)
Barat	1,18	0,43	0,03
Peralihan I	1,17	0,40	0,12
Timur	1,18	0,61	0,32
Peralihan II	1,17	0,39	0,15

Tabel 3. Periode Gelombang Peramalan 10 Tahun

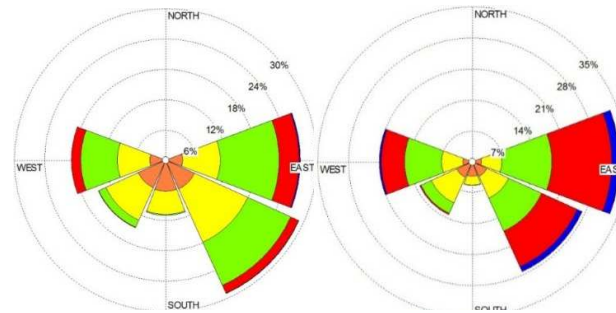
Musim	Tmax (detik)	Ts (detik)	Tmin(detik)
Barat	5,70	3,16	0,47
Peralihan I	5,56	3,20	1,82
Timur	5,71	4,03	2,97
Peralihan II	5,70	3,17	2,01



Gambar 5. Tinggi dan Periode Gelombang Peramalan

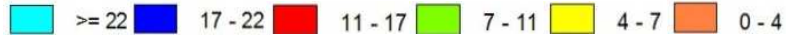
Windrose

Windrose atau mawar angin merupakan diagram yang berfungsi menampilkan kondisi angin dalam bentuk distribusi arah dan kecepatan angin disekitar lokasi penelitian dalam jangka waktu 10 tahun (2005-2014). Hasil windrose yang diperoleh dikelompokkan dalam 4 musim dan windrose pada bulan November 2014 yang disajikan pada gambar 6, 7, dan 8.

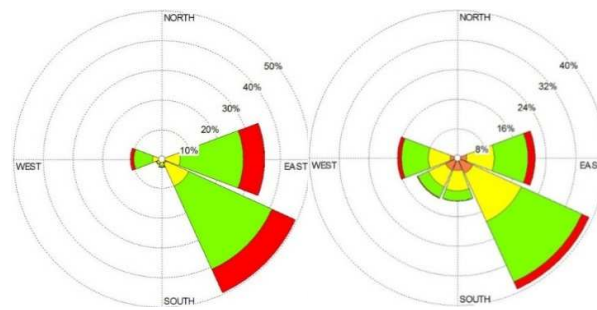


Musim Barat

Musim Peralihan I



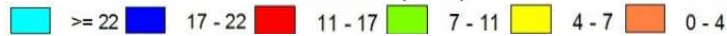
Gambar 6. Mawar Angin Musim Barat dan Peralihan I Periode 2005 – 2014



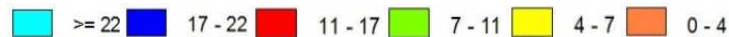
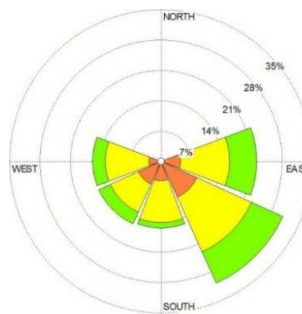
Musim Timur

Musim Peralihan II

WIND SPEED (Knots)



Gambar 7. Mawar Angin Musim Timur dan Peralihan II Periode 2005 – 2014



Gambar 8. Mawar Angin November 2014

Verifikasi Data

Hasil verifikasi data yang dilakukan antara data gelombang lapangan dan data gelombang hasil peramalan disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Tinggi dan periode gelombang hasil perhitungan MRE

Gelombang	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (d)
Lapangan	0,16	2,93
Peramalan	0,15	2,01
MRE	3,91%	15,33%

Kemiringan Pantai

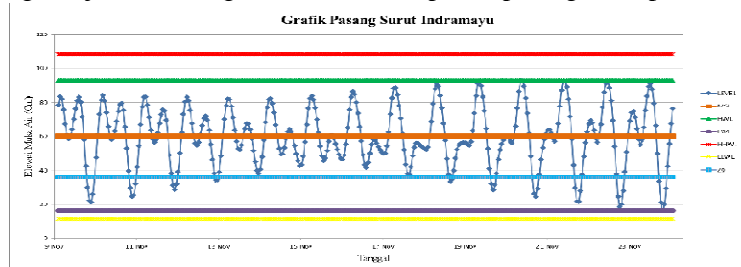
Hasil pengolahan data kemiringan pantai yang digunakan untuk mendapatkan profil kemiringan pantai dibagi menjadi 4 segmen yang disajikan dalam tabel 5.

Tabel 5. Pengolahan Nilai *Slope m* berdasarkan Pengukuran Kemiringan Pantai

No. Stasiun	Segmen	d1 (m)	d2 (m)	Δd (m)	Kelerengan %	Rata-rata per stasiun (%)	Rata-rata <i>m</i> total			
1	1	0,77	0,87	0,1	0,0040	0,01	0,02			
	2	0,4	1,23	0,83	0,0332					
	3	0,75	0,92	0,17	0,0068					
	4	0,71	0,93	0,22	0,0088					
2	1	0,27	1,38	1,11	0,0444	0,02		0,02		
	2	0,72	0,92	0,2	0,0080					
	3	0,71	0,97	0,26	0,0104					
	4	0,72	0,88	0,16	0,0064					
3	1	0,27	1,37	1,1	0,0440	0,02			0,02	
	2	0,45	1,14	0,69	0,0276					
	3	0,76	0,92	0,16	0,0064					
	4	0,73	0,98	0,25	0,0100					
4	1	0,6	1,02	0,42	0,0168	0,02				0,02
	2	0,34	1,3	0,96	0,0384					
	3	0,63	1,07	0,44	0,0176					
	4	0,82	0,87	0,05	0,0020					

Pasang Surut

Berdasarkan perhitungan pengolahan data pasang surut perairan Balongan Indramayu selama 15 hari, yang dimulai dari tanggal 10 – 24 November 2014, diperoleh hasil berupa grafik pasang surut yang disajikan dalam gambar 9 dan komponen pasang surut pada tabel 6.



Gambar 9. Grafik pasang surut

Tabel 6. Komponen Pasang Surut di Perairan Balongan, Indramayu

Konstanta	Amplitudo (Cm)	Beda Fase (g°)
So	60,01	
O1	6,86	343
P1	4,68	102
K1	14,18	102
M2	19,15	3
S2	2,79	41
N2	8,55	62
K2	0,75	41
M4	0,95	179

MS4

1,22

34

Gelombang Periode Ulang

Gelombang periode ulang atau gelombang tahunan yang merupakan data gelombang representatif yang tercatat setiap tahun. Dari data representatif untuk beberapa tahun diharapkan dapat disamai atau dilampaui satu kali dalam N tahun ulangan (Triadmodjo, 2008). Hasil perhitungan disajikan dalam tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan Gelombang dengan Periode Ulang

Periode ulang (tahun)	Yr	Hsr (m)	σ_r	σ	Hs-1.28 σ (m)	Hs+1.28 σ (m)
2	0,37	1,17	0,34	0,00127	1,1699	1,1731
5	1,50	1,18	0,57	0,00216	1,1720	1,1775
10	2,25	1,18	0,78	0,00295	1,1731	1,1807
25	3,20	1,18	1,06	0,00402	1,1745	1,1848
50	3,90	1,18	1,28	0,00483	1,1755	1,1878
100	4,60	1,19	1,49	0,00564	1,1765	1,1909

Run-up

Berdasarkan perhitungan *run-up* yang telah dilakukan dengan pengeplotan grafik gambar 5 pada material tetrapod dan batu pecah diperoleh hasil permusim dan gelombang periode ulang 100 tahunan yang ditampilkan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan *Run-up*

Keterangan	Nilai <i>Run-up</i> (meter)	
	Tetrapod	Batu Pecah
Barat	0,74	1,18
Peralihan I	1,01	1,49
Timur	1,08	1,64
Peralihan II	1,07	1,47
Gelombang periode ulang 100 tahun	1,09	1,66

Overtopping

Nilai *overtopping* yang berguna dalam perhitungan penentuan elevasi bangunan diperoleh dari nilai masukan run-up gelombang dengan memenuhi syarat persamaan 10 yang hasilnya ditampilkan dalam tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Overtopping* pada *Breakwater*

Musim	Keterangan	$0 \leq (h-ds) < R$
-------	------------	---------------------

Barat	Tidak terjadi <i>overtopping</i>	$0 \leq (3,53)$, $R < (3,53)$
Peralihan I	Tidak terjadi <i>overtopping</i>	$0 \leq (3,16)$, $R < (3,16)$
Timur	Tidak terjadi <i>overtopping</i>	$0 \leq (3,07)$, $R < (3,07)$
Peralihan II	Tidak terjadi <i>overtopping</i>	$0 \leq (3,15)$, $R < (3,15)$
Periode 100 tahun	Tidak terjadi <i>overtopping</i>	$0 \leq (3,06)$, $R < (3,06)$

Pembahasan

Pengukuran gelombang lapangan yang telah dilakukan di perairan Balongan diperoleh tinggi gelombang berkisar antara 0,14 – 0,22 meter, dengan periode gelombang berkisar antara 2,77 – 3,41 detik. Berdasarkan perhitungan gelombang tersebut merupakan gelombang perairan transisi hal ini didukung oleh pernyataan Triadmodjo (1998) bahwa gelombang transisi memiliki nilai perbandingan antara kedalaman perairan d dan panjang gelombang L yaitu $0,05 < d/L < 0,5$, sedangkan peramalan gelombang dengan menggunakan data angin ECMWF (2005-2014) diperoleh hasil yang dibagi menjadi 4 musim yaitu musim barat, peralihan I, timur, dan peralihan II. Hasil peramalan yang diperoleh tinggi gelombang berkisar antara 1,17-1,18 meter dan periode gelombang berkisar 5,56-5,71 detik.

Pengolahan data angin ECMWF dilakukan dengan menyajikannya dalam sebuah diagram yang disebut mawar angin (*windrose*). Diagram mawar angin dikelompokkan menjadi 4 musim dan mawar angin pada bulan oktober 2014, dengan hasil berkisar antara 11-17 knot dan 17-22 knot pada setiap musimnya.

Perhitungan gelombang periode ulang dilakukan pada beberapa tahun tertentu antara lain 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Hasil yang diperoleh yaitu pada gelombang periode ulang 2 tahunan nilai Hsr 1,17 meter dengan batas interval 1,1699– 1,1731 meter, gelombang periode ulang 5 tahunan nilai Hsr 1,18 meter dengan batas interval 1,1720 – 1,1775 meter, gelombang periode ulang 10 tahunan nilai Hsr 1,18 meter dengan batas interval 1,1731 – 1,1807 meter, gelombang periode ulang 25 tahunan nilai Hsr 1,18 meter dengan batas interval 1,1745 – 1,1848 meter, gelombang periode ulang 50 tahunan nilai Hsr 1,18 meter dengan batas interval 1,1755 – 1,1878 meter. Sedangkan untuk gelombang periode ulang 100 tahunan diperoleh nilai Hsr 1,18 meter dengan batas interval 1,1765 – 1,1909 meter. Perhitungan gelombang periode ulang ini diharapkan dapat menyamai atau melampaui satu kali dalam x tahun dengan gelombang hasil pencatatan setiap tahun (Triadmodjo, 1999).

Dari hasil pengolahan gelombang peramalan dan gelombang periode ulang 100 tahun digunakan untuk menghitung nilai *run-up* gelombang dengan menggunakan bilangan *irribaren* yang diplotkan dalam grafik *run-up* gelombang. Nilai *run-up* gelombang dikelompokkan menjadi 4 musim dan gelombang periode ulang 100 tahun dengan 2 material penyusun breakwater yaitu tetrapod dan batu pecah. Hasil perhitungan nilai *run-up* gelombang pada musim barat nilai *run-up* gelombang 0,74 meter dan 1,18 meter, musim peralihan I nilai *run-up* gelombang 1,01 meter dan 1,5 meter, musim Timur nilai *run-up* gelombang 1,08 meter dan 1,64 meter, pada musim peralihan II nilai *run-up* gelombang 1,07 meter dan pada batu pecah 1,47 meter untuk material tetrapod dan batu pecah. Sedangkan, nilai *run-up* gelombang pada gelombang 100 tahunan diperoleh untuk material tetrapod 1,09 meter dan pada batu pecah 1,66 meter. Nilai *run-up* gelombang diplotkan pada layout *breakwater* dengan diukur secara vertikal dengan titik awal muka air diam (*still water level, SWL*) (CERC Vol. II, 1984).

Perhitungan *overtopping* dilakukan untuk menentukan desain elevasi bangunan terhadap limpasan gelombang yang diizinkan dengan data masukan yaitu nilai *run-up* gelombang, diperoleh nilai $h-ds$ pada setiap musim yaitu pada musim barat 3,53 meter, musim peralihan I 3,16 meter, musim timur 3,07 meter, musim peralihan II 3,15 meter dan gelombang periode ulang 100 tahun yaitu 3,5 meter. Dari hasil tersebut berdasarkan syarat dimana nilai $h-ds$ yaitu tinggi bangunan pantai dikurangi kedalaman air dikaki bangunan yang lebih besar dibandingkan nilai *run-up* gelombang menunjukkan tidak terjadi *overtopping*, sesuai dengan

CECR (1984), bahwa apabila nilai *h-ds* lebih besar dari nilai *run-up* gelombang dan lebih besar dari 0 atau sama dengan 0 maka tidak terjadi *overtopping* gelombang dan sebaiknya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan yang diperoleh Hmax yaitu 0,22 meter dan Tmax yaitu 3,41 detik. Sedangkan pengolahan data peramalan menggunakan data angin ECMWF (2005-2014) diperoleh Hmax yaitu 1,18 meter dan Tmax yaitu 2,97 detik. Hasil perhitungan run-up gelombang pada musim barat yaitu 0,74 meter dan 1,18 meter, pada musim peralihan I yaitu 1,01 meter dan 1,50 meter, pada musim timur yaitu 1,08 meter dan 1,64 meter dan pada musim peralihan II yaitu 1,07 meter dan 1,47 meter untuk material tetrapod dan batu pecah, sedangkan untuk gelombang rencana 10 tahun diperoleh 1,09 meter pada tetrapod dan 1,66 meter pada batu pecah. Hasil perhitungan diatas menunjukkan tidak terjadi *overtopping*.

Daftar Pustaka

- Ariani, F.W., M. Zainuri dan G. Handoyo. 2013. Studi Run-up Gelombang pada Offshore Breakwater di Pantai Slamar Pekalongan. Jurnal Oseanografi, Universitas Diponegoro, Semarang, Volume 2 Nomor 1, 1-8hlm.
- CERC. 1984. Shore Protection Manual Volume I. US Army Corps of Engineer Wahington D.C. Chapter 3, 53 pp.
- .Shore Protection Manual Volume II. US army Corps of Engineer Wahington D.C. Chapter 7, 61 pp.
- Kramadibrata, S. 1985. Perencanaan Pelabuhan Ganesha Exact. Bandung.
- Sugiono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R dan D. Alfabeta, Bandung.
- Triatmodjo, B . 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.