ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG LAUT DI PANTAI KUTA, BALI

ARTIKEL SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAURAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Oleh:

MUHAMMAD RAMADHANI MARFATAH

NIM. 125080600111060

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG LAUT DI PANTAI KUTA, BALI

ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAURAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh:
MUHAMMAD RAMADHANI MARFATAH
NIM. 125080600111060

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ARTIKEL SKRIPSI

ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG LAUT DI PANTAI KUTA, BALI

Oleh:

MUHAMMAD RAMADHANI MARFATAH

NIM. 125080600111060

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D.)	(Andik Isdianto, S.T., M.T)
NIP. 19680901 199403 2 001	NIK. 201309 820928 1 001
Tanggal: 18 AUG 2016	Tanggal: 18 AUG 2016

Mengetahui,

Ketua Jurusan PSPK

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP)

NIP. 19680901 199403 2 001

Tanggal: 18 AUG 2016

ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG LAUT DI PANTAU KUTA, BALI

Muhammad Ramadhani Marfatah[1], Aida Sartimbul[2], Andik Isdianto[2]

Abstrak

Gelombang laut merupakan salah satu parameter oseanografi yang sangat penting, sering lebih dipertimbangkan penggunaannya daripada parameter lingkungan lainnya yang mempengaruhi bangunan pantai dan laut. Penelitian ini mengambil daerah kajian di Pantai Kuta. Pantai Kuta menyimpan permasalahan terutama masalah erosi. Berbatasan langsung dengan Samudera Hindia yang memiliki gelombang tinggi menyebabkan Pantai Kuta rawan erosi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi arah dan kecepatan angin secara musiman di Pantai Kuta, mengetahui tinggi gelombang yang telah mengalami transformasi gelombang secara musiman di Pantai Kuta, mengetahui transformasi tinggi gelombang pada peramalan gelombang dengan tinggi gelombang periode ulang di Pantai Kuta. Kegiatan penelitian terdiri dari survei lokasi, pengukuran data, dan pengolahan data. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2016 di Pantai Kuta, Bali. Hasil dari penelitian ini adalah arah dan kecepatan angin pada musim barat memiliki dominasi angin berhembus ke arah Timur berbeda dengan musim peralihan 1, musim barat, dan musim peralihan 2 yang memiliki kecenderungan berhembus ke arah barat laut, perhitungan transformasi gelombang didapatkan hasil tinggi gelombang yang memiliki nilai maksimal pada musim peralihan 2 yaitu 1,61 m, tinggi gelombang periode ulang selama 100 tahun dengan metode *Fisher Tippet Type-1* yang telah dilakukan transformasi gelombang menunjukkan nilai berkisar antara 1,89-2,20 m.

Kata kunci: Transformasi, Gelombang, *Fisher Tippet Type-1*, Angin

[1] Mahasiswa Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya
[2] Dosen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

ANALYSIS THE CHARACTERISTIC OF SEA WAVE IN KUTA BEACH, BALI

Muhammad Ramadhani Marfatah[1], Aida Sartimbul[2], Andik Isdianto[2]

Abstract

The ocean wave is often considered as one of the most important oceanographic parameter, often more considered used than other environmental parameters that affected the coastal protection building. This research took the study areas of Kuta Beach. This Beach have some problems, mainly on erosion activity. Situated directly adjacent to the Indian Ocean, which has high seas, caused Kuta Beach more prone to erosion. The aim of this study was to determine the distribution of the wind's speed and direction on a seasonal basis in Kuta Beach. Another aim is to identify the height of a transformed wave seasonally in Kuta Beach, to identify the transformation of wave height in forecasting wave data with the returned period of wave height in Kuta Beach. The research activity consisted of location surveys, data measurements and data processing. This research was conducted on March 2016 in Kuta Beach, Bali. The results from this research are the direction and speed of wind on western season has a predominance of winds blowing towards to the east and differs from the 1st season transition, the eastern sseason, and the 2nd season transition, which has a tendency to blow northwestward. The calculation of wave height transformation resulted in a wave that has a maximum value on the 2nd season yransition as high as 1.61 meters, the returned period of wave height for a hundred years calculated with FisherTippet Type-1 method showed the waveform transformation values ranging between 1.89-2.20 meters.

***Key words**: Transformation, Wave, Fisher Tippet Type-1,Wind*

[1] Student of The Faculty of Fisheries and Marine Science, Brawijaya University
[2]Lecturer of The Faculty of Fisheries and Marine Science, Brawijaya University

1. PENDAHULUAN

Gelombang laut merupakan salah satu parameter oseanografi yang sangat penting, sering lebih dipertimbangkan daripada parameter lingkungan lainnya yang mempengaruhi bangunan pantai dan laut. Gelombang tersebut telah dijadikan prosedur standar dalam perencanaan bangunan pantai,

berbeda dengan prosedur perencanaan untuk bangunan darat (Sulaiman, 1993; Triana, 2008). Gelombang laut terjadi akibat adanya gejala alam yang terjadi di laut seperti angin, gempa bumi, gaya gravitasi bumi, gaya coriolis, dan tegangan permukaan (Koutita,1988; Agustino,2014).

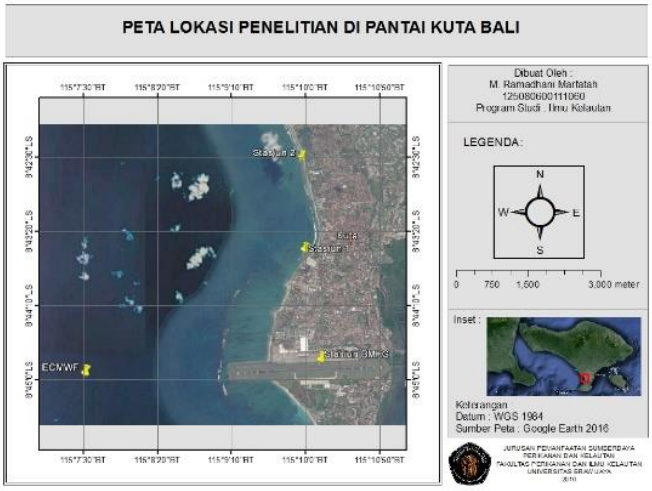
Gelombang laut sangat dipengaruhi oleh gaya tekanan atmosfer khususnya angin. Ada tiga faktor yang menentukan karakteristik gelombang yang dibangkitkan oleh angin menurut Hutabarat dan Evans (1985) yaitu: (1) kecepatan angin (2) lamanya angin bertiup (3) jarak tanpa rintangan dimana angin sedang bertiup (*fetch*). Semakin lama angin bertiup, semakin besar jumlah energi yang dapat dihasilkan dalam pembangkitan gelombang. Demikian halnya dengan *fetch*, gelombang yang bergerak keluar dari daerah pembangkitan gelombang hanya memperoleh sedikit tambahan energi.

Pantai Kuta terletak di sebelah barat Pulau Bali tepatnya di Kecamatan Kuta, Kelurahan Kuta dengan batas-batas administrasi dan batas alam, yaitu sebelah utara Desa Adat Legian, sebelah barat Samudra Hindia, sebelah selatan Desa Adat Tuban, sebelah timur Desa Adat Pemongan, sedangkan batas alam sebelah utara Pantai Legian, sebelah barat Samudra Hindia, sebelah selatan Pantai Tuban, sebelah timur jalan raya dan permukiman penduduk. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui distribusi arah dan kecepatan angin secara musiman di Pantai Kuta, mengetahui karakteristik gelombang yang telah mengalami transformasi gelombang secara musiman di Pantai Kuta, dan mengetahui transformsai tinggi gelombang pada peramalan gelombang dengan tinggi gelombang periode ulang di Pantai Kuta.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2016. Data pengukuran secara langsung di lapangan dilakukan pada tanggal 17 dan 18 Maret 2016 Berlokasi di Pantai Kuta, Bali (Gambar 1).



Gambar 1. Peta titik lokasi penelitian di Pantai Kuta

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pada dasarnya teknik pengumpulan data yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ada dua macam, yaitu data primer dan data sekunder. Pada penelitian ini, pengumpulan data primer berupa posisi koordinat stasiun dan data gelombang selama dua hari. Pengambilan sampel dilakukan dengan bantuan alat berupa tongkat skala, stopwatch, kompas, *Global Positioning Sytems Maps* (*GPS Maps*) dan dicatat manual pada buka catatan. Sedangkan data sekunder pada penelitian ini terdiri dari dua macam data *ex situ*, yaitu data angin selama 10 tahun (2006-2015) yang didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kuta dan data periode gelombang, tinggi gelombang, serta arah dan kecepatan angin selama 10 tahun (2006-2015) yang didapat dari ECMWF.

2.3 Proses Pengolahan Data Angin

Data yang digunakan dalam proses pengolahan adalah data angin perairan Kuta tahun 2006-2015 yang didapatkan dari ECMWF. Penentuan arah dan kecepatan angin diolah menggunakan *software* WRPLOT *View*.

2.4 Penentuan Arah Angin Dominan Berdasarkan Musim

Pengolahan data angin untuk menentukkan arah angin dominan berdasarkan musim dibagi menjadi empat yang meliputi musim barat (Desember, Januari, Februari), musim peralihan I (Maret, April, Mei), musim timur (Juni, Juli, Agustus), dan musim peralihan II (September, Oktober, November).

2.5 Pengolahan Data Gelombang Berdasarkan Data Angin

Langkah-langkah pengolahan data gelombang berdasarkan angin sebagai berikut:

- Penentuan arah angin dominan
- Penentuan panjang *fetch* efektif

  Panjang *fetch* efektif diukur berdasarkan arah angin yang berhadapan dengan lokasi penelitian. Penentuan panjang *fetch* efektif ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *google earth*, fungsinya agar dapat terlihat pulau-pulau atau daratan yang membatasi terbentuknya gelombang di lokasi yang akan diramalkan, hal ini karena pembentukan *fetch* dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut (Triatmodjo, 1999) yang dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$F_{eff} = \frac{\Sigma Xi \cos \alpha}{\Sigma \cos \alpha}$$

Keterangan:

F_{eff} = *Fetch* rerata efektif

Xi = Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang keujung akhir *fetch*

α = Sudut deviasi pada kedua sisi dari arah angin

- Penentuan *Wind Stress Factor*

  Koreksi terhadap data angin yang harus dilakukan sebelum melakukan peramalan gelombang adalah sebagai berikut:

  – Elevasi

  Konversi data angin pada z meter menjadi data angin pada ketinggian 10 meter dari muka air laut menggunakan persamaan:

$$U_{10} = U_{(z)} \left(\frac{10}{z}\right)^{\frac{1}{7}}$$

Keterangan:

U_{10} = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m (m/s)

$U_{(Z)}$ = Kecepatan angin pada ketinggian pengukuran (m/s)

z = Ketinggian pengukuran (m)

  – Koreksi lokasi pengamatan

  Apabila data kecepatan angin merupakan data yang dilakukan di laut, faktor koreksi RL diabaikan atau dianggap faktor koreksi R_L=1

  – Kecepatan rata-rata

  Kecepatan rata-rata didapatkan dari data angin maksimum dengan durasi tertentu karena kecepatan maksimum mungkin terjadi hanya beberapa menit saja, sehingga kecepatan sisanya perlu ditentukan. Namun, apabila data tersebut merupakan kecepatan maksimum, tetapi data kecepatan rata-rata harian, maka koreksi kecepatan rata-rata sudah tidak diperlukan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

– Koreksi stabilitas

Koreksi stabilitas perlu dilakukan karena adanya perbedaan suhu udara tempat bertiupnya angin dengan tempat terbentuknya gelombang. Persamaan yang digunakan dalam koreksi stabilitas yaitu:

$$U = R_T(U_{10})\ m/s$$

Keterangan:

U = Kecepatan angin setelah dikoreksi (m/s)

R_T = Koefisien stabilitas

U_{10}= Kecepatan angin sebelum dikoreksi (m/s)

– Tegangan angin (U_A)

Nilai tegangan angin didapatkan setelah data angin dikonversi dengan koreksi di atas, maka dihitung dengan persamaan:

$$U_A = 0.71\ (U)^{1,23}\ m/s$$

Keterangan:

U_A = *Wind stress factor* (m/s)

U = Kecepatan angin (m/s)

– Untuk kondisi *fetch limited*:

$$\frac{gH_{mo}}{U_A^2} = 1.6 \text{ x } 10^{-3} \text{x } (\frac{g * F}{Ua^2})^{1/2}$$

$$\frac{g * Tm}{U_A^2} = 2.857 \text{ x } 10^{-1} \text{x } (\frac{g * F}{Ua^2})^{1/3}$$

– Untuk kondisi *fully developed*:

$$\frac{g * H_{mo}}{U_A^2} = 2.433 \text{ x } 10^{-1}$$

$$\frac{g * Tm}{U_A} = 8.134$$

$$\frac{g * t}{U_A} = 7.15 \text{ x } 10^4$$

2.6 Penentuan Karakteristik Gelombang Laut

- Tinggi gelombang signifikan (H_s)

n = 33% x N

$H_s = \frac{\sum_n^i H_{mo}}{n}$

- Tinggi gelombang maksimum (H_{max})

H_{max} = gelombang tertinggi yang diurutkan

- Tinggi gelombang rata-rata (H_{100})

$H_{100} = \frac{\sum_n^i H_{mo}}{N}$

Keterangan:

H_{mo} = Tinggi gelombang prediksi yang telah diurutkan (terbesar ke terkecil)

N = Jumlah gelombang prediksi

n = Jumlah 33% data

2.7 Tranformasi Gelombang

Perhitungan koefisien refraksi dengan cara menentukan sudut datang gelombang (α), kemudian menentukan kedalaman untuk mengetahui perubahan tinggi gelombang. Selanjutnya menentukan tinggi dan periode gelombang rencana. Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman, maka dibuat hubungan tinggi gelombang maksimum dan periode gelombang maksimum yang telah dihitung dengan metode *hindcasting* untuk mendapatkan persamaan dari grafik hubungan. Selanjutnya, menghitung panjang gelombang laut dengan rumus di bawah ini

$$L_0 = 1.56T^2$$

– Kemudian dihitung nilai α dengan rumus sebagai berikut:

$$\alpha = d/L_0$$

dan hasilnya dilihat berdasarkan nilai d/L dan n yang telah ditentukan dan diperoleh nilai L. Selanjutnya dihitung nilai cepat rambat gelombang dengan rumus:

$$C_0 = L_0/T \text{ dan } C = L/T$$

– Sehingga didapatkan nilai sudut datang gelombang dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0}\ Sin\ \alpha_0$$

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

– Kemudian menentukan nilai Koefisien Refraksi (K_r) dengan rumus:

$$Kr=\sqrt{\frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha}}$$

– Selanjutnya menghitung nilai Koefisien Shoaling (K_s) dengan rumus:

$$Ks=\sqrt{\frac{n_0L_0}{nL}}$$

– Setelah perhitungan tersebut akan didapatkan nilai tinggi gelombang yang baru dengan rumus:

$H= H_0.K_r.K_s$

– Selanjutnya dihitung nilai gelombang pecah dengan menggunakan grafik yang tersedia yaitu grafik hubungan antara dengan rumus:

$$\frac{H'_0}{gT^2} \text{ dan } \frac{H_b}{gT^2}$$

Dimana:

$$H'0=\frac{H_0}{Ks}$$

– Nilai Hb didapatkan dari hasil plot antara nilai $\frac{H'_0}{gT^2}$ dan kemiringan pantai (m). Selanjutnya, ditentukan nilai gelombang pecah

2.8 *Mean Relative Error* (MRE)

Mean Relative Error (MRE) merupakan metode untuk menentukan seberapa besar data yang tidak benar dari suatu pengukuran. Berbeda halnya dengan *absolute error* yang ditentukan dengan deviasi dari nilai kebenaran data, MRE menunjukan rasio presentase dari eror absolut. Perhitungan MRE biasa digunakan untuk suatu pengukuran ataupun peramalan (Hanke dan Reitsch, 1992). Menurut pernyataan (Sugiyono, 2011; Leksono *et al.,* 2013) bahwa verifikasi model yang masih dapat diterima jika masih berada dalam batas 40%. Perhitungan MRE tersebut dirumuskan sebagai berikut:

- Perhitungan *Mean Relative Error* (MRE)

$\Delta x = x - x_0$

$MRE=\frac{\Delta x}{x}x100\%$

Keterangan :

Δx = nilai deviasi absolut

x = nilai data sebenarnya

x_0 = nilai estimasi data peramalan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengukuran Gelombang Lapangan

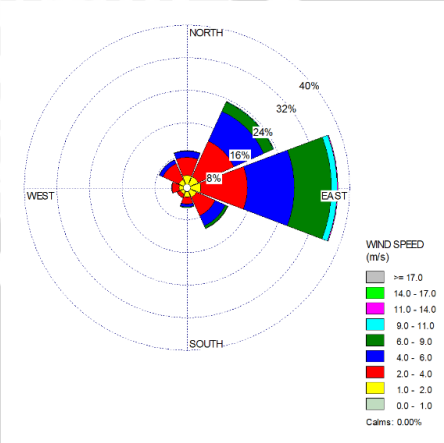
Data gelombang yang diukur di lapangan terdiri dari puncak, lembah, periode dan arah datang gelombang. Pengukuran data gelombang terdiri dari 2 titik stasiun dengan masing-masing pengulangan sebanyak dua kali. Pengukuran data gelombang dilakukan selama 2 hari pada tanggal 17 dan 18 Maret 2016.

Dari hasil pengukuran didapatkan nilai tinggi gelombang maksimal sebesar 1,99 m, nilai tinggi gelombang signifikan sebesar 1,66 m, tinggi gelombang minimal dengan tinggi 1,00 m, dan rata-rata pengukuran nilai tinggi gelombang sebesar 1,40 m. Selain itu dilakukan juga pengukuran periode gelombang. Dari hasil pengukuran didapat nilai periode maksimal sebesar 15,65 detik, periode signifikan sebesar 13,74 detik, periode minimal 4,30 detik, dan dari keseluruhan, rata-rata nilai periode hasil pengukuran sebesar 11,57 detik

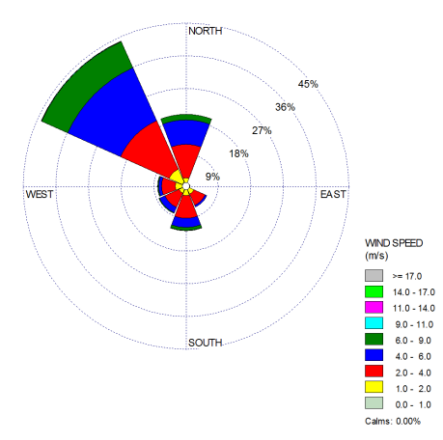
3.2 Arah dan Kecepatan Angin Berdasarkan Musim

Nilai arah dan kecepatan angin selama 10 tahun (2006-2015) didapat dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Angin merupakan salah satu penggerak gelombang di lapangan. Angin berpengaruh pada terjadinya gelombang yang dapat digunakan untuk mempekirakan tinggi dan arah gelombang sesuai dengan daerah yang dikaji. Pengolahan data angin ini dibantu

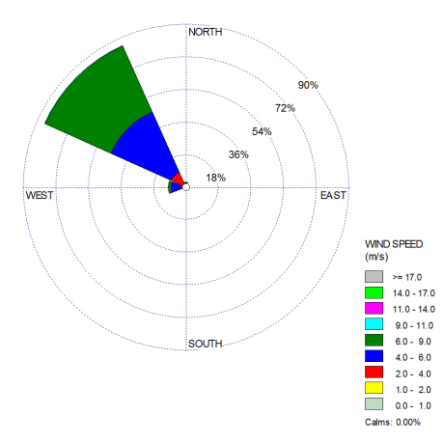
dengan software *Microsoft excel* untuk mengkonversi data ECMWF menjadi data dengan arah dan kecepatan angin, kemudian dari hasil konversi ini divisualisasikan dengan menggunakan software *WRPlot View* untuk mengetahui distribusi arah dan kecepatan pada tiap musim yang disajikan dalam bentuk diagram gambar angin. Diagram mawar angin bisa dilihat pada Gambar 2-5.



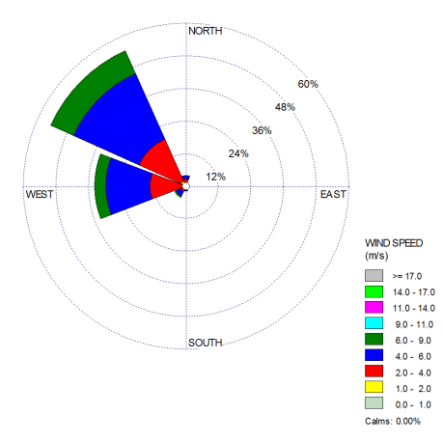
Gambar 2. Diagram mawar angin musim barat memiliki arah hembusan dominan ke arah timur



Gambar 3. Diagram mawar angin musim peralihan 1 menampilkan arah hembusan angin dominan ke arah barat laut



Gambar 4. Diagram mawar angin musim timur didapatkan arah dominan hembusan angin ke arah barat laut



Gambar 5. Diagram mawar angin musim peralihan 2 didapatkan arah dominan hembusan angin ke arah barat laut dan ke arah barat

Pada musim barat arah dominan angin berhembus ke arah timur dari arah barat dengan didominasi kecepatan 2-4 m/s. Namun, hembusan angin pada musim barat cukup merata ke beberapa arah mata angin. Seperti dari arah barat laut ke arah timur laut, dan hembusan juga mengarah ke utara, tenggara, barat daya, dan selatan namun tidak dominan (Gambar 2). Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada musim peralihan 1 arah dominan angin ke arah barat laut, kemudian arah dominan kedua arah angin menuju ke utara, nilai kecepatan dominan di

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Pantai Kuta pada musim peralihan 1 diperoleh nilai sebesar 2-4 m/s. Pada musim timur arah angin dominan menuju ke arah barat laut dari arah tenggara dengan kecepatan dominan antara 4-9 m/s (Gambar 4). Sedangkan arah dominan pada musim peralihan 2 bisa dilihat pada Gambar 5, angin cenderung ke arah barat laut, kemudian arah dominan yang kedua cenderung ke arah barat dengan kecepatan dominan antara 4-6 m/s.

3.3 Gelombang Representatif

Hasil pengolahan tinggi gelombang representatif musiman selama 10 tahun dengan menggunakan data ECMWF menunjukkan bahwa nilai tertinggi rata-rata didapat pada musim timur dengan nilai tinggi gelombang signifikan sebesar 2,44 m/s, nilai tinggi gelombang minimal sebesar 1,05 m, dan nilai tinggi gelombang maksimal sebesar 3,44 m, yang merupakan nilai tinggi gelombang tertinggi kedua setelah musim peralihan 2 dengan nilai tinggi gelombang sebesar 3,59 m.

Sedangkan nilai tinggi gelombang representatif musiman selama 10 tahun, terendah terdapat pada musim barat dengan nilai tinggi gelombang signifikan sebesar 2,05 m, nilai tinggi gelombang minimal 0,64 m dan nilai tinggi gelombang maksimal sebesar 3,28 m merupakan nilai terendah kedua setelah musim peralihan 1. Tabel 1 menunjukkan tinggi gelombang representatif musiman selama 10 tahun dari tahun 2006 sampai 2015.

Tabel 1. Tinggi gelombang representatif (Tahun 2006-2015)

Tinggi Gelombang Representatif (Tahun 2006-2015)			
Musim	**H_s (m)**	**H_{max} (m)**	**H_{100} (m)**
Barat	2,05	3,28	1,61
Peralihan 1	2,08	3,21	1,68
Timur	2,44	3,44	2,00
Peralihan 2	2,27	3,60	1,77
10 Tahun	2,24	3,60	1,76

Hasil periode gelombang representatif selama 10 tahun (2006-2015) yang dikelompokkan berdasarkan musim barat, musim peralihan 1, musim timur dan musim peralihan 2 didapat bahwa nilai periode tertinggi didapat pada musim peralihan 1 dengan nilai periode gelombang maksimal sebesar 16,45 detik, sedangkan nilai periode signifikan terbesar berada di musim peralihan 2 dengan nilai 12,25 detik. Di antara semua musim, musim barat memiliki periode gelombang yang paling rendah dengan nilai periode minimal 6,5 detik. Periode gelombang representatif musiman selama 10 tahun dari tahun 2006 sampai 2015 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Periode gelombang representatif (Tahun 2006-2015)

Periode Gelombang Representatif (Tahun 2006-2015)			
Musim	**T_s (detik)**	**T_{max} (detik)**	**T_{100} (detik)**
Barat	10,55	14,14	10,38
Peralihan 1	11,96	16,45	11,31
Timur	11,94	15,42	10,90
Peralihan 2	12,25	15,88	11,03
10 Tahun	12,44	16,45	10,90

3.4 Transformasi Tinggi Gelombang

Pada tinggi gelombang ECMWF perlu dilakukan transformasi gelombang, karena suatu deretan gelombang yang menuju pantai akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh refraksi dan pendangkalan gelombang. Sehingga, akan didapatkan nilai tinggi gelombang yang disebut gelombang laut dalam ekivalen. Berikut, nilai tinggi gelombang setelah dilakukan transformasi gelombang dengan dua stasiun masing-masing pada kedalaman 0,8 m dan 0,7 m yang disajikan pada Tabel 3.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 3. Transformasi tinggi gelombang ECMWF

Musim	Transformasi Gelombang Stasiun 1 (m)	Transformasi Gelombang Stasiun 2 (m)	Tinggi Gelombang ECMWF (m)
Barat	1,25	1,25	1,61
Peralihan 1	1,52	1,52	1,68
Timur	1,55	1,55	2
Peralihan 2	1,61	1,61	1,77

Berdasarkan perhitungan transformasi gelombang didapatkan hasil tinggi gelombang yang memiliki nilai hampir sama pada kedalaman 0,8 dan 0,7 m. Pada musim barat didapat nilai tinggi gelombang 1,25 m, musim peralihan 1 1,52 m, musim timur 1,55 m, dan pada musim peralihan 2 didapatkan nilai setinggi 1,61 m.

3.5 Perkiraan Tinggi Gelombang Periode Ulang

3.5.1 Metode *Fisher Tippet Type-1*

Hasil perhitungan tinggi gelombang periode ulang Metode *Fisher Tippet Type-1* pada Tabel 4 menunjukkan bahwa tinggi gelombang semakin meningkat berdasarkan pertambahan tahun. Hal ini terlihat pada periode ulang 2 tahun menunjukkan nilai tinggi gelombang 3,31 m, 5 tahun= 3,46, 10 tahun= 3,55 m, 25 tahun= 3,67 m, 50 tahun= 3,76 m, dan pada 100 tahun nilai tinggi gelombang periode ulang menunjukkan angka 3,85 m.

Tabel 4. Tinggi gelombang dengan periode ulang 100 tahunan (2006-2106) dengan metode *Fisher Tippet Type-1*

Periode ulang (tahun)	H_{sr}(m)
2	3,31
5	3,46
10	3,55
25	3,67
50	3,76
100	3,85

3.5.2 Metode *Weibull*

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai tinggi gelombang semakin meningkat sering pertambahan waktu, misalnya pada periode ulang 2 tahun nilai tinggi gelombang sebesar 3,31 m, 5 tahun= 3,37 m, 10 tahun, 3,43 m, 25 tahun= 3,52, 50 tahun= 3,60 m, dan pada 100 tahun periode ulang nilai tinggi gelombang mencapai 3,68 m. Hal ini terjadi karena semakin lama periode ulang tahunan, maka seamkin banyak tinggi gelombang maksismum yang terjadi. tren periode ulang ini memiliki rata-rata pertumbuhan nilai tinggi gelombang sebesar 0,17 m. Nilai tinggi gelombang periode ulang metode *Weibull* bisa dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tinggi gelombang dengan periode ulang 100 tahunan (2006-2106) dengan metode *Weibull*

Periode ulang (tahun)	H_{sr} (m)
2	3,31
5	3,37
10	3,43
25	3,52
50	3,60
100	3,68

3.5.3 Transformasi Tinggi Gelombang Periode Ulang Metode *Fisher Tippet Type-1*

Pada tinggi gelombang periode ulang, metode *Fisher Tippet Type-1* dipilih berdasarkan nilai ketinggian dalam 100 tahun lebih tinggi dibanding metode *Weibull*, sehingga untuk transformasi tinggi gelombang dipilih yang memiliki tinggi gelombang paling tinggi. Hal ini dikarenakan untuk perencanaan bangunan pelindung pantai harus dipilih metode yang menghasilkan gelombang lebih tinggi. Berikut hasil transformasi tinggi gelombang dilihat pada Tabel 6.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 6. Transformasi tinggi gelombang periode ulang

Tahun	Transformasi Gelombang *Fisher Tippet Type-1* (m)	Tinggi Periode Ulang *Fisher Tippet Type-1* *(m)*
2	1,89	3,31
5	1,98	3,46
10	2,03	3,55
25	2,10	3,67
50	2,15	3,76
100	2,20	3,85

Transformasi gelombang menunjukkan nilai 1,89 m pada analisis periode ulang 2 tahunan, nilai 1,98 untuk periode 5 tahunan, dan nilai 2,03 m, 2,10 m, 2,15 m, dan 2,20 m untuk periode ulang 10, 25, 50, dan 100 tahun secara berurutan.

3.6 Validasi Data

3.6.1 Validasi Data Lapangan dengan Data Transformasi Gelombang ECMWF

Validasi data dilakukan uuntuk mengetahui keakuratan data transformasi gelombang ECMWF perlu dilakukan validasi data pengukuran lapangan secara langsung. Pada pengukuran lapangan dilakukan pada tanggal 17 dan 18 Maret 2016, untuk keakuratan data maka data ECMWF juga menggunakan tanggal 17 dan 18 Maret 2016. Pada Tabel 7 menunjukkan validasi data menggunakan nilai MRE. Nilai MRE hasil validasi lapangan didapat nilai yaitu 24.14 %.

Tabel 7. Validasi data transformasi gelombang ECMWF dengan data lapangan pada tanggal 17-18 Maret 2016

	Data ECMWF (m)	Data Lapangan (m)
	1,13	1,4
MRE (%)	24,14	

3.6.2 Validasi Data BMKG dengan Data ECMWF

Verifikasi waktu merupakan pembandingan antara data ECMWF dan data BMKG yang dilakukan pada waktu sama yaitu pada tahun 2006 sampai 2015 yang dilakukan berdasarkan musim, yaitu musim barat, musim peralihan 1, musim timur, dan musim peralihan 2. Verifikasi ini dilakukan untuk melihat keakuratan data ECMWF yang menjadi sumber data utama. Data tersebut dianalisis menggunakan nilai MRE untuk mengetahui prosentase MRE galat antara tinggi gelombang menggunakan data ECMWF dengan data konversi angin BMKG ke tinggi gelombang. Hasil perhitungan MRE untuk verifikasi data ECMWF dan BMKG dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Validasi tinggi gelombang ECMWF dengan data BMKG berdasarkan nilai MRE

Musim	Data BMKG (m)	Data ECMWF (m)
Barat	1,17	1,25
MRE (%)	**7,46**	
Peralihan 1	0,89	1,52
MRE (%)	**63,77**	
Timur	1,24	1,55
MRE (%)	**31,23**	
Peralihan 2	1,24	1,61
MRE (%)	**34,86**	

Hasil perhitungan nilai MRE didapatkan hasil masing-masing prosentase pada musim barat= 7,46 %, musim peralihan 1= 63,77 %, tusim timur= 31,23 %, dan musim peralihan 2= 34,86 %. Nilai yang paling mendekati data BMKG ada pada musim barat dengan prosentasi galat sebesar 7,46 %, sedangkan nilai MRE yang paling jauh dari data BMKG ada pada musim peralihan 1 dengan nilai MRE sebesar 63,77 %. Namun, rata-rata keseluruhan musim memiliki nilai MRE sebesar 34,86 %.

3.7 Keterkaitan antara Gelombang dengan Angin

Pada musim timur di Pantai Kuta kecepatan angin paling cepat dibanding dengan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

musim lainnya, sejalan dengan tinggi gelombang rata-rata yang paling tinggi dibanding musim lainnya. Kecepatan angin ini didapat paling tinggi dari arah timur. Sedangkan, kecepatan angin terendah kedua setelah musim peralihan 1 terdapat pada musim barat, namun dengan tinggi gelombang rata-rata terendah dibanding dengan musim lainnya. Tingginya hal ini berkaitan juga dengan *fetch*. Angin berhembus pada perairan mengubah permukaan menjadi riak dan gelombang kecil. Sejalan dengan tumbuhnya tinggi gelombang, angin mendorong gelombang semakin tinggi. riak gelombang, terbentuk pada kecepatan angin 0,23 m/s, dan menjadi gelombang kecil sejalan dengan arah angin. Namun, sejalan dengan kecepatan angin yang meningkat, gelombang kecil di permukaan menjadi semakin tinggi. Saat angin berturbulensi dengan permukaan perairan dan mulai memindahkan energinya ke angin (Anthoni, 2000). Pembentukan gelombang yang sempurna juga bergantung pada durasi dan *fetch*. Pada beberapa musim tidak selalu mengalami gelombang tinggi, meskipun gelombang rendah, banyak gelombang yang memiliki tinggi tertentu dan terkadang gelombang terjadi jauh lebih tinggi. Ketika angin berhembus secara terus-menerus dari arah yang sama, gelombang yang terbentuk akan mencapai maksimum tinggi, kecepatan dan periodenya melebihi jarak *fetch* tertentu dari pantai. Tinggi gelombang juga bergantung pada periode dan kemiringan pantai di suatu wilayah.

Angin mulai bertiup sampai bertiup kencang untuk beberapa waktu. Petumbuhan gelombang yang tidak signifikan terjadi jika kecepatan angin melebihi 1 m/s. kemudian gelombang curam yang kecil akan terbentuk dengan meningkatnya kecepatan angin. Bahkan sampai angin mencapai kecepatan yang konstan, gelombang terus tumbuh dengan kenaikan yang cepat sampai mencapai ukuran dan panjang gelombang (dan kemudian kecepatan) yang sebanding dengan 1/3 kecepatan angin. Di bawah posisi ini, gelombang terus meningkat ukurannya, panjang gelombang dan kecepatannya, tetapi dengan laju yang berkurang. Selanjutnya gelombang tumbuh terus sampai kecepatan yang sama dengan kecepatan angin, namun dalam prakteknya pertumbuhan gelombang berhenti pada saat kecepatan gelombang masih di bawah kecepatan angin.

Angin yang bertiup di atas permukaan laut merupakan pembangkit utama gelombang. Bentuk gelombang yang dihasilkan cenderung tidak menentu dan bergantung pada beberapa sifat gelombang periode dan tinggi dimana gelombang dibentuk. Tinggi gelombang rata-rata yang dihasilkan oleh angin merupakan fungsi dari kecepatan angin, waktu dimana angin bertiup, dan jarak dimana angin bertiup tanpa rintangan. Umumnya semakin kencang angin bertiup semakin besar gelombang yang terbentuk dan pergerakan gelombang mempunyai kecepatan yang tinggi sesuai dengan panjang gelombang yang besar (Hutabarat dan Evans, 1985).

Tinggi gelombang ini memang tidak selalu oleh kecepatan angin, atau bisa dikatakan tidak linear. Banyak hal yang menyebabkan sulitnya memaksimalkan penelitian mengenai gelombang ini. Perlu pertimbangan lain seperti tekanan angin, topografi, dan pergerakan angin. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hokimoto (2012) bahwa sulitnya untuk memprediksi fenomena yang berkaitan dengan laut adalah karena kompleksitas mekanisme fisik pembentukan gelombang. Ketika laut menjadi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

tinggi karena angin, pergerakan permukaan air laut disebabkan oleh interaksi dari faktor meteorologikal, seperti pergerakan angin, tekanan atmosfir dan faktor topografi yang berbeda di tiap wilayah.

4 PENUTUP

4.6 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Arah dan kecepatan angin musim barat memiliki dominasi angin berhembus kecepatan dominan sebesar 2-4 m/s, pada musim peralihan 1 angin berhembus ke arah barat laut secara dominan dengan kecepatan 2-4 m/s, pada musim timur hembusan angin mengarah ke barat laut dengan nilai kecepatan dominan 4-6 m/s, dan musim peralihan 2 angin secara dominan berhembus ke arah barat daya dengan dominasi nilai kecepatan ada pada rentang 4-6 m/s
2. Transformasi gelombang didapatkan hasil tinggi gelombang yang memiliki nilai hampir sama pada kedalaman 0,8 dan 0,7 m. Pada musim barat didapat nilai tinggi gelombang 1,25 m, musim peralihan 1 1,52 m, musim timur 1,55 m, dan pada peralihan 2 didapatkan nilai setinggi 1,61 m
3. Tinggi gelombang periode ulang selama 100 tahun dengan metode *Fisher-Tippet Type-1* yang telah dilakukan transformasi gelombang menunjukkan nilai 1,89 m pada analisis periode ulang 2 tahunan, nilai 1,98 untuk periode 5 tahunan, dan nilai 2,03 m, 2,10 m, 2,15 m, dan 2,20 m untuk periode ulang 10, 25, 50, dan 100 tahun secara berurutan.

4.7 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut adalah diperlukan penelitian tentang studi bangunan pelindung pantai yang tepat guna mengetahui bangunan pelindung pantai yang cocok sebagai bangunan pelindung pantai di Pantai Kuta yang diakibatkan oleh gelombang. Selain itu penelitian kenaikan muka air laut dan pasang surut juga diperlukan guna mengetahui ketepatan penempatan bangunan pelindung pantai di lingkungan Pantai Kuta. Hal yang lebih penting yang harus diperhatikan adalah dalam pengambilan data di lapangan. Pengambilan data perlu dilakukan sebanyak-banyaknya agar hasil yang diharapkan bisa sesuai dengan kondisi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Agustino, O., I.B Prasetyawan, dan A. Ismanto. 2014. Kajian Penjalaran dan Transformasi Gelombang Di Perairan Tanjung Kelian Kabupaten Bangka Barat. Jurnal Oseanografi. Volume 3, Nomor 2, Tahun 2014, Halaman 236 – 245

Anthoni, J.F. 2000. Oceanography: WavesTheory and Principles of waves, How They Work and What Causes Them. www.seafriends.org.nz/oceano/waves.htm diakses pada tanggal 12 Juli s2016

Hanke, J.E. dan A.G.Reitsch. 1992. Business Forecasting, 4th Edition, Allyn and Bacon

Hokimoto, T. 2012. Prediction of Wave Height Based on the Monitoring of Surface Wind. ISBN: 978-953-51-0301-1

Hutabarat, S dan S.M. Evans. 1985.Pengantar Oseanografi. Jakarta :UI Press

Leksono, A., W. Atmodjo, dan L. Maslukah. 2013. Studi Arus Laut pada Musim Barat di Perairan Cirebon. Jurnal Oseanografi Volume 2, Nomor 3, Tahun 2013

Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Betta Offset.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA