

ANALISIS TRANSFORMASI DAN SPEKTRUM GELOMBANG DI PERAIRAN BALONGAN, INDRAMAYU, JAWA BARAT

Denny Nugroho Sugianto, Aris Ismanto, Astuti Ferawati *)

Program Studi Oseanografi, 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; aris.ismanto@gmail.com; astutiferawati3@gmail.com

ABSTRAK

Perairan Balongan merupakan salah satu daerah di Indramayu yang strategis. Pemanfaatan wilayah Balongan membutuhkan informasi akurat mengenai karakteristik, penjalaran gelombang, dan spektrum gelombang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik gelombang, pola transformasi gelombang, dan spektrum gelombang berarah di Perairan Balongan, Indramayu, Jawa Barat. Berdasarkan Hasil Pemodelan diketahui bahwa energi gelombang terbesar terjadi pada Musim Barat yaitu sebesar $0,36 \text{ m}^2/\text{Hz}$ dengan arah distribusi energi dari Timur Laut. Pada Musim Timur penjalaran energi gelombang berasal dari Timur dengan energi maksimum $0,25 \text{ m}^2/\text{Hz}$. Gelombang pada Musim Peralihan I dan II memiliki arah penjalaran energi gelombang dari Timur. Berdasarkan hasil pemodelan gelombang diketahui bahwa untuk setiap musimnya di Perairan Balongan ketika gelombang menjaral dari perairan dalam ke perairan dangkal mengalami transformasi gelombang. Pada Musim Barat nilai koefisien refraksi yaitu 0,40-0,58 dan koefisien shoaling 0,91-1,1 sedangkan koefisien difraksi pada kolam pelabuhan yaitu 0,74-0,64 dan pada jetty yaitu 0,32-0,54. Pada Musim Peralihan I nilai koefisien refraksi yaitu 0,99-1,00 dan koefisien shoaling 0,92-1,1 sedangkan koefisien difraksi pada kolam pelabuhan yaitu 0,64-0,80 dan pada jetty yaitu 0,63-1,1. Nilai koefisien refraksi pada Musim Timur yaitu 0,99-1,1 dan koefisien shoaling 0,95-1,32 sedangkan koefisien difraksi pada kolam pelabuhan yaitu 0,64-0,72 dan pada jetty yaitu 0,63-1,1. Pada Musim Peralihan II nilai koefisien refraksi yaitu 0,98-1,00 dan koefisien shoaling 0,91-1,1 sedangkan koefisien difraksi pada kolam pelabuhan yaitu 0,79-0,87 dan pada jetty yaitu 0,63-1,10.

Kata kunci: Spektrum dan Transformasi Gelombang, ST Wave, Perairan Balongan

PENDAHULUAN

Pesisir Indramayu merupakan salah satu daerah pantai utara Jawa Barat yang strategis dan berkembang sebagai daerah penyangga kawasan industri (Hanafi, 2010). Kawasan pantai yang berbatasan dengan Laut Jawa ini memiliki kegiatan ekonomi yang cukup tinggi dengan panorama yang indah dan menarik. Balongan merupakan salah satu perairan yang terletak di Kabupaten Indramayu yang terkena dampak abrasi terparah. Salah satu faktor penyebab terjadinya abrasi di Indramayu ialah gelombang (Suara Karya, 1990 dalam Hadikusumah, 2009).

Menurut Haryo (1997), pengaruh dari gaya gelombang secara eksak perlu diketahui untuk menentukan detail struktur bangunan pantai sebagai pelindung pantai dari dampak erosi. Analisis karakteristik gelombang dan transformasi gelombang juga diperlukan sebagai salah satu faktor penyebab terjadinya erosi pantai. Analisis spektrum gelombang yang

meliputi tinggi signifikan, periode signifikan, dan penjalaran gelombang merupakan salah satu cara untuk mengetahui kondisi gelombang di suatu perairan.

Hadi *et al.* (2005) menyatakan bahwa dalam pemanfaatan pesisir laut maka informasi akurat mengenai karakteristik gelombang dan spektrum gelombang sangat dibutuhkan. Informasi tersebut dapat diperoleh dengan pengukuran langsung ke lapangan tetapi karena keterbatasan biaya yang cukup besar jika dilakukan dalam jangka waktu yang cukup panjang dan memerlukan penguasaan teknologi instrumen gelombang yang tidak mudah. Cara lain untuk memperoleh informasi tersebut yang umumnya digunakan ialah melalui simulasi model numerik. Melihat permasalahan tersebut maka penelitian tentang analisis spektrum dan transformasi gelombang di Perairan Balongan sangat diperlukan. Oleh karena itu diperlukan penelitian ini yang bertujuan mengetahui karakteristik gelombang, pola transformasi gelombang, dan spektrum gelombang berarah di Perairan Balongan, Indramayu, Jawa Barat.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer yaitu antara lain data tinggi dan periode gelombang Perairan Balongan. Sedangkan data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data angin selama 10 tahun (2005 - 2014) data *download* ECMWF, data arus, data batimetri, gelombang selama 10 tahun (2005 - 2014) data *download* ECMWF, Peta Rupa Bumi Indonesia (Skala 1:25.000, Tahun 1999, BAKOSURTANAL), Peta Batimetri Tanjung Priok hingga Cirebon (Skala 1:200.000, tahun 2013, DISHIDROS TNI-AL).

B. Metode Penelitian, Pengolahan dan Analisis Data

Metode Penentuan Lokasi Sampling

Penentuan lokasi pengambilan data gelombang menggunakan metode *purposive sampling* yaitu menentukan lokasi pengukuran menentukan lokasi sampel berdasarkan beberapa pertimbangan (Hadi, 1997). Pertimbangan yang digunakan seperti gelombang bebas halangan dan lokasi tersebut dapat mewakili kondisi gelombang di Perairan Balongan, Indramayu.

Pengumpulan Data Angin

Data arah dan kecepatan angin diperoleh dari data pengukuran ECMWF yang di akses melalui www.ecmwf.int. Data angin tersebut merupakan data angin per 3 jam mulai pukul 00.00, 03.00, 06.00, 09.00, 12.00, 15.00, 18.00 dan 21.00 selama 10 tahun (2005-2014). Data angin

ini diperlukan untuk mengetahui arah dominan angin dan sebagai data inputan pemodelan.

Pengumpulan Data Gelombang ECMWF

Data gelombang yang digunakan berasal dari *European Center for Medium range Weather Forecasting* (ECMWF) berupa data gelombang per enam jam mulai pukul 00.00, 06.00, 12.00, dan 18.00. Data gelombang ini diperlukan dalam menentukan arah dominan gelombang dan nilai Hs dan Ts digunakan sebagai inputan pemodelan *ST Wave*.

Pengukuran Data Gelombang Lapangan

Pengamatan gelombang dilakukan dengan menggunakan palem gelombang dan stopwatch. Pada palem bagian bawah dibuat suatu pemberat agar tidak berpindah tempat akibat pergerakan gelombang. Pengukuran dilakukan selama 3 jam berdasarkan pada jam-jam munculnya atau pembangkitan gelombang laut dalam periode selama 24 jam yaitu dari jam 11.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB setiap harinya selama 3 hari. Nilai pengukuran yang diperoleh adalah berupa data gelombang (H) dan periode (T). Periode gelombang diukur dengan menggunakan stopwatch. Ketinggian gelombang diukur dari selisih antara nilai puncak gelombang dengan lembah gelombang.

Pengambilan Data Arus

Pengambilan data arus di lapangan dilakukan dengan menggunakan metode Lagrange. Menurut Lanuru dan Suwarni (2011) metode Lagrangian umumnya dilakukan dengan melakukan pengamatan gerakan permukaan massa air laut dalam rentang waktu tertentu yang melibatkan pelampung. Alat yang digunakan ialah *current drouge* (bola duga), stopwatch dan kompas. Arus diukur selama 3 x 24 jam dengan interval pengambilan data selama 30 menit. Pengukuran arah arus dilakukan dengan menggunakan kompas yang diarahkan pada arah pelampung bergerak.

Pengolahan Data Angin

Data angin dari ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecasting*) berupa *file NetCDF* (.nc) yang merekam data angin di seluruh wilayah Indonesia diolah dengan menggunakan *software ODV 4* sehingga memperoleh hasil pada 1 titik koordinat dalam bentuk *Text* (.txt). Data tersebut kemudian ditampilkan di *Ms. Excel* dan dikelompokkan berdasarkan musim. Hasil data yang telah dikelompokkan permusim dari tahun 2005-2014 kemudian diolah menggunakan *Wrplot View* untuk memperoleh kondisi dominan angin yang disajikan dalam bentuk *windrose*.

Pengolahan Data Arus

Data arus lapangan yang diperoleh yaitu jarak yang ditempuh bola duga (m) serta waktu atau periode yang dibutuhkan bola duga mencapai jarak tersebut (s). Data jarak dan periode diolah sehingga mendapatkan data kecepatan arus permukaan. Hasil data arus lapangan meliputi kecepatan dan arah.

Menurut Sudarto *et al.*, (2013) kecepatan arus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$V = s/t$$

dengan V = kecepatan arus (m/det), s = jarak perpindahan bola duga (m) dan t = waktu (det).

Pengolahan Data Gelombang

Menurut Triatmodjo (1999), penentuan gelombang representatif dapat digunakan untuk menganalisa data karakteristik gelombang seperti tinggi dan periode gelombang. Data gelombang berupa tinggi dan periode gelombang diurutkan dari nilai yang tertinggi sampai dengan yang terendah. Nilai H_s dihitung dari 33,3% tinggi gelombang tertinggi dan T_s dihitung dari 33,3% periode gelombang terbesar.

Analisa Spektrum Gelombang

Spektrum gelombang berarah disimulasikan dengan menggunakan SMS versi 10.0 modul *ST Wave*. Inputan data dalam pemodelan ini ialah hasil model arus dengan modul ADCIRC (*Advanced Circulation Multi Dimensional Hydrodynamic Model*) serta tinggi gelombang, periode gelombang dan arah penjalaran gelombang dari hasil pengolahan data gelombang *time series* ECMWF. Hasil pemodelan berupa grafik distribusi energi gelombang, grafik polar, dan arah penjalaran gelombang. Metode spektrum yang digunakan pada penelitian ini ialah menggunakan metode Bretschneider. Metode ini digunakan karena Perairan Balongan merupakan perairan terbuka. Menurut Carter (1992) metode ini digunakan untuk perairan terbuka.

Pemodelan Penjalaran Gelombang

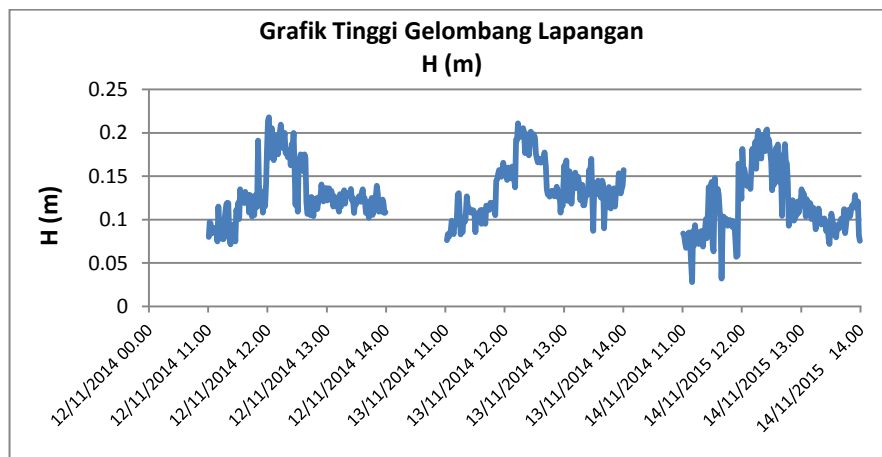
Pola spektrum dan transformasi gelombang dimodelkan dengan menggunakan *Software SMS (Surface water Modelling System)* versi 10.0 dalam 2 tahap yang pertama memodelkan arus menggunakan modul ADCIRC (*Advanced Circulation Multi Dimensional Hydrodynamic Model*) dan tahap kedua memodelkan gelombang dengan menggunakan modul

ST Wave. Pemodelan arus menggunakan modul ADCIRC (*Advanced Circulation Multi Dimensional Hydrodynamic Model*) inputan datanya adalah peta batimetri dan pasut (file legi dari *software SMS 10.0*). Pemodelan gelombang menggunakan data inputan berupa data hasil dari pemodelan arus, arah dominan angin, nilai gelombang signifikan, sudut datang gelombang dan periode gelombang.

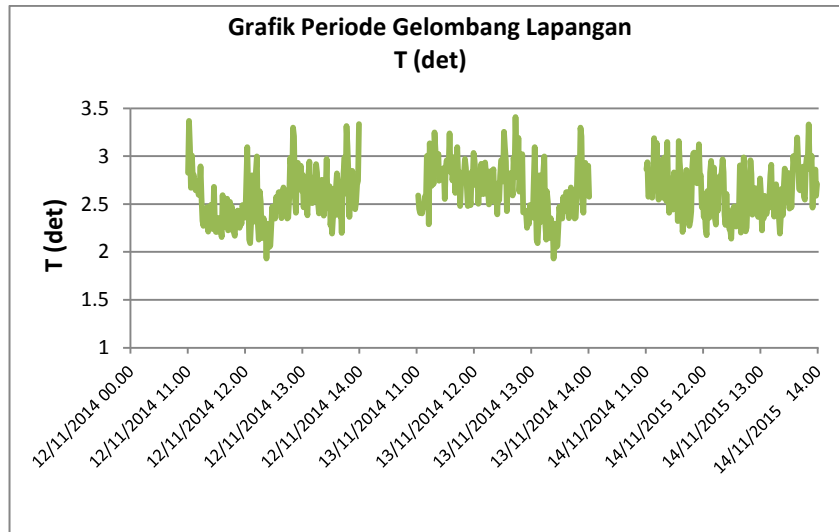
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gelombang Lapangan

Hasil pengukuran gelombang lapangan yang dilakukan pada tanggal 12 – 14 November 2014 diperoleh nilai tinggi gelombang representatif (H_s) sebesar 0,17 m, nilai tinggi gelombang maksimum (H_{max}) yaitu 0,22 m dan tinggi gelombang minimum (H_{min}). Sedangkan untuk hasil periode gelombang diperoleh nilai periode gelombang signifikan (T_s) sebesar 2,93 det, periode gelombang maksimal (T_{max}) 3,41 det dan periode minimum (T_{min}) 1,93 det. Hasil secara lengkap tersaji pada Tabel 1.



Gambar 1. Grafik Tinggi Gelombang Pengukuran Lapangan



Gambar 2. Grafik Periode Gelombang Pengukuran Lapangan

Tabel 1. Data Gelombang Representatif Pengukuran Lapangan

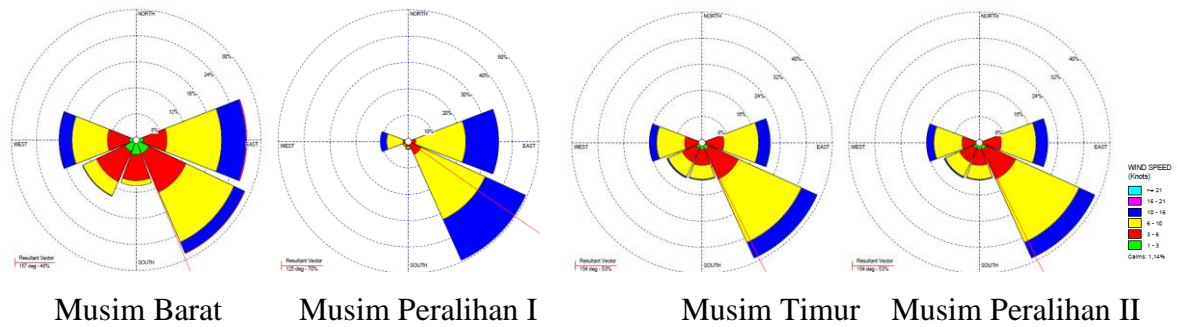
T (detik)				H (meter)			
T	T	T	T	H	H	H	H
max	min	signifikan	rata-rata	max	min	signifikan	rata-rata
3.41	1.93	2.93	2.62	0.22	0.03	0.17	0.13

Hasil pengukuran gelombang lapangan menunjukkan bahwa periode gelombang bernilai kurang dari 3,41 det maka gelombang di Perairan Balongan dapat dikelompokkan sebagai gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Menurut Sulaiman dan Soehardi (2008) gelombang yang memiliki periode kurang dari 15 diklasifikasikan sebagai gelombang angin. Gaya mekanik yang bekerja pada gelombang ini ialah angin dan gravitasi.

Gelombang di Perairan Balongan memiliki nilai d/L berkisar antara 0,05-0,5 yaitu sebesar 0,15. Menurut Kramadibrata (2002) dan Triatmodjo (2008) berdasarkan nilai batas klasifikasi gelombang maka gelombang yang memiliki nilai d/L lebih besar dari 0,05 dan kurang dari 0,5 diklasifikasikan sebagai gelombang pada perairan antara atau perairan transisi.

Data Angin ECMWF

Data angin ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecasting*) diperoleh berupa data kecepatan dan arah angin selama 10 tahun (2005 – 2014). Data kecepatan dan arah angin disajikan dalam bentuk diagram mawar angin. Berikut adalah mawar angin hasil pengolahan data sekunder yang diperoleh setiap musim yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Mawar Angin Tiap Musim Periode 2005 – 2014

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa dari keseluruhan musim diketahui bahwa hampir seluruh musim arah dominan angin berasal dari tenggara. Angin pada Musim Barat dan Musim Timur memiliki kecepatan angin rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan Musim Peralihan I dan II. Pada Musim Barat kecepatan angin rata-rata maksimum sebesar 8,76 knot. Kecepatan angin rata-rata pada Musim Timur sebesar 8,72 knot. Musim Peralihan I dan II memiliki kecepatan angin rata-rata yaitu 6,31 knot dan 6,73 knot.

Pada Musim Barat diketahui bahwa frekuensi angin kuat berjumlah 22 sedangkan pada Musim Timur, Musim Peralihan I dan II tidak terjadi angin kuat. Jumlah angin agak kuat paling banyak terjadi pada Musim Barat dan paling sedikit terjadi pada Musim Peralihan II. Berdasarkan distribusi kecepatan dari keseluruhan musim diketahui distribusi kecepatan yang paling dominan ialah angin dengan kecepatan 7-16 knot. Hal ini menunjukkan bahwa angin lemah dan sedang sangat berperan dalam pembentukan gelombang di Perairan Balongan sesuai Sutirto dan Trisnoyuwono (2004) bahwa angin merupakan salah satu pembangkit terjadinya gelombang laut.

Gelombang ECMWF

Data gelombang ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecasting*) dianalisa untuk mengetahui karakteristik gelombang. Data gelombang laut ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecasting*) tahun 2005-2014 berupa tinggi maksimum, tinggi minimum, tinggi rata-rata serta periode maksimum, periode minimum dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Karakteristik Gelombang ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecasting*)

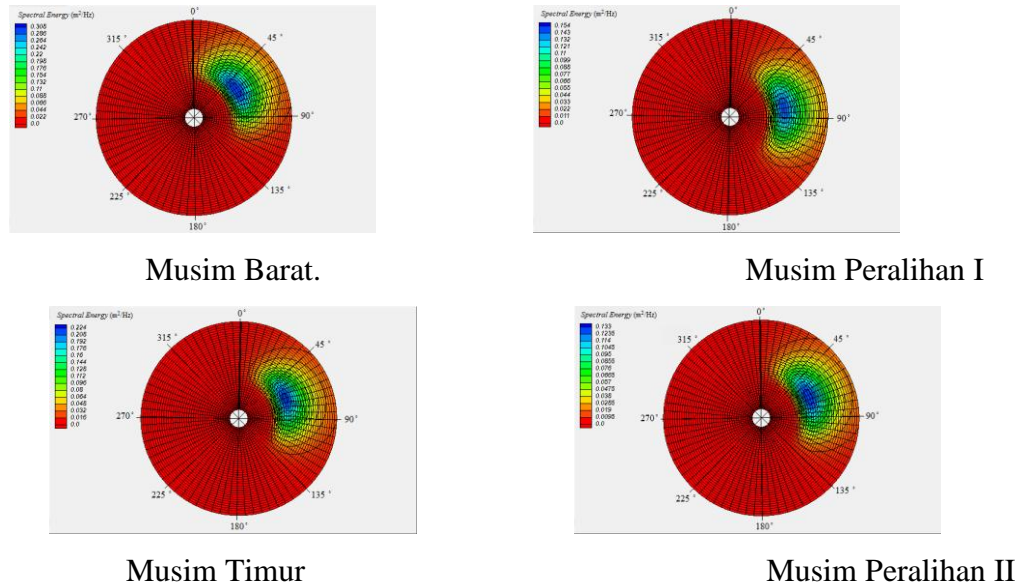
Musim	Tinggi Gelombang (m)			Periode Gelombang (det)		
	H	H	H	T	T	T
	max	min	rata-rata	max	min	rata-rata
Barat	1,76	0,08	0,55	6,00	2,25	3,99
Peralihan I	1,6	0,06	0,39	6,94	2,05	3,89
Timur	1,33	0,15	0,56	6,84	2,72	4,39
Peralihan II	1,17	0,09	0,42	6,05	2,2	4,13

Tinggi Gelombang pada Musim Barat dan Timur memiliki nilai yang paling besar. Hal ini juga sesuai dengan data angin ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecasting*) yang menunjukkan bahwa kecepatan angin terbesar terjadi paling banyak pada Musim Barat dan Timur. Hal ini menunjukkan bahwa angin sangat berperan dalam terbentuknya gelombang laut. Menurut Kramadibrata (2002) semakin besar kecepatan angin maka semakin tinggi gelombang yang terbentuk.

Spektrum Gelombang

Pemodelan spektrum gelombang dilakukan pada empat kondisi. Data yang digunakan sebagai data inputan ialah data hasil pemodelan arus, data angin dan data gelombang dari ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecasting*). Data hasil pemodelan menggunakan SMS meliputi tinggi gelombang, periode gelombang dan grafik spektrum gelombang.

Hasil spektrum gelombang ditampilkan berupa grafik spektrum polar dan grafik satu dimensi. Grafik-grafik yang ditampilkan menunjukkan hubungan antara energi gelombang terhadap frekuensi dan hubungan antara energi gelombang dengan arah distribusinya. Pada grafik spektrum polar arah penjarannya ditampilkan dengan sudut antara 0° - 360° sesuai dengan arah mata angin yang berputar searah jarum jam.

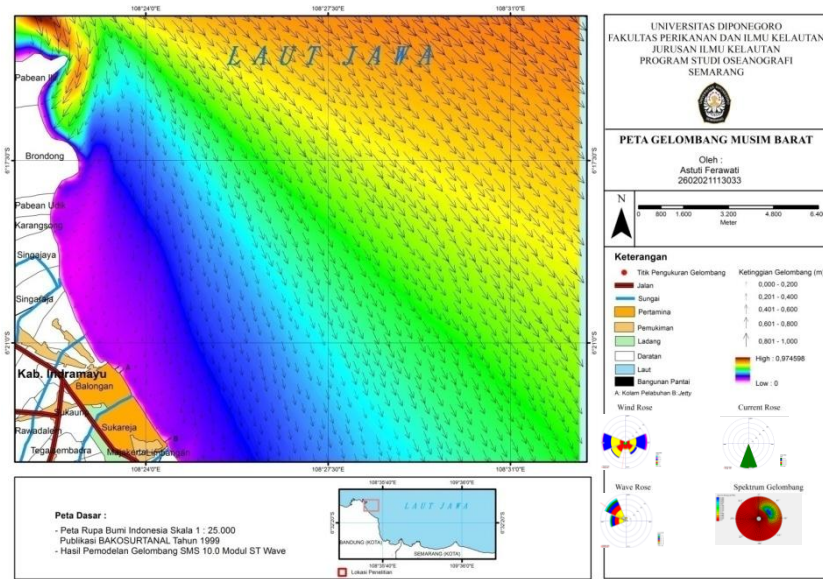


Gambar 4. Spektrum Polar Tiap Musim.

Energi gelombang laut tertinggi bernilai 0,36 m²/Hz terjadi pada Musim Barat, sedangkan pada Musim Timur, Peralihan I, dan Peralihan II energi gelombang maksimum yang terjadi di setiap musimnya diketahui sebesar 0,25; 0,17 dan 0,15 m²/Hz. Tinggi gelombang yang tertinggi terjadi pada Musim Barat yaitu sebesar 0,36 m. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa tinggi gelombang dan energi gelombang laut saling keterkaitan, yaitu semakin tinggi gelombang yang terbentuk maka energi yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Wahyudi *et al.* (2005) yang menyatakan semakin besar tinggi gelombang maka nilai energi gelombang akan semakin besar begitupun sebaliknya.

Transformasi Gelombang Laut

Hasil pemodelan penjalaran gelombang menggunakan SMS 10.0 ditampilkan dalam nilai tinggi gelombang berupa gradasi warna serta arah penjalaran gelombang yang di representasikan oleh vector. Berdasarkan hasil simulasi yang diperoleh diketahui bahwa gelombang akan mengalami transformasi gelombang ketika menjalar dari perairan dalam menuju ke perairan dangkal. Adanya variasi kedalaman selama arah penjalaran gelombang menuju pantai menyebabkan terjadinya pembelokan arah penjalaran gelombang (refraksi). Difraksi juga terjadi akibat adanya bangunan pantai di Perairan Balongan berupa *jetty* dan kolam pelabuhan. Hasil Pemodelan Gelombang ditampilkan pada Gambar 5-8.



Gambar 5. Peta Gelombang Musim Barat.

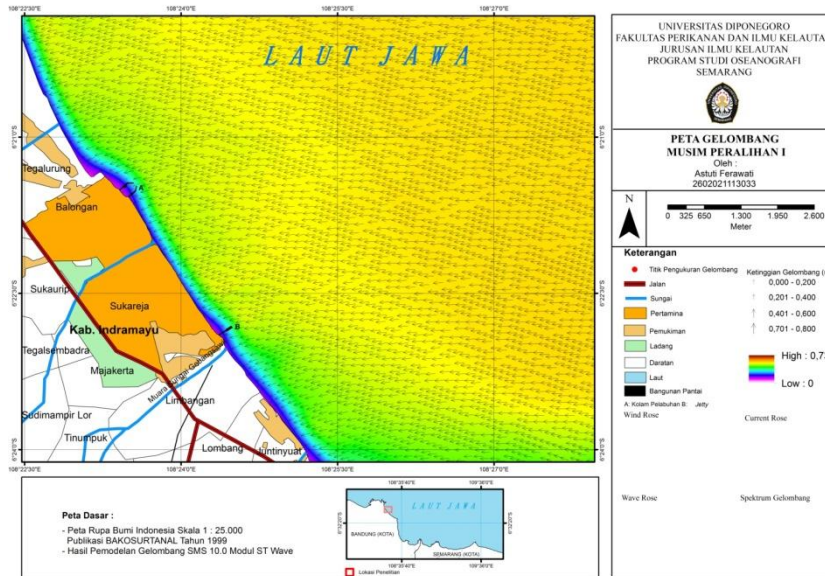
Perhitungan gelombang akibat refraksi, difraksi dan shoaling ditampilkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang Akibat Refraksi pada Musim Barat

H_o	T_o	d	α_0	$\sin \alpha$	A	K_r	K_s	H
0.19	4.4	4.7	265	-0.996	236	0.396	0.913	0.069
0.18	4.8	3.7	263	-0.992	226	0.418	0.929	0.07
0.16	5	1.5	252	-0.951	203	0.579	1.072	0.099

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang Akibat Difraksi di Kolam Pelabuhan pada Musim Barat

H_p	T	d	β	θ	R	r/L	B	B/L	K'	H_A
0.12	5	5	30	45	200	6.988	60	2.096	0.743	0.089
0.12	5	5	30	45	250	8.736	60	2.096	0.644	0.079



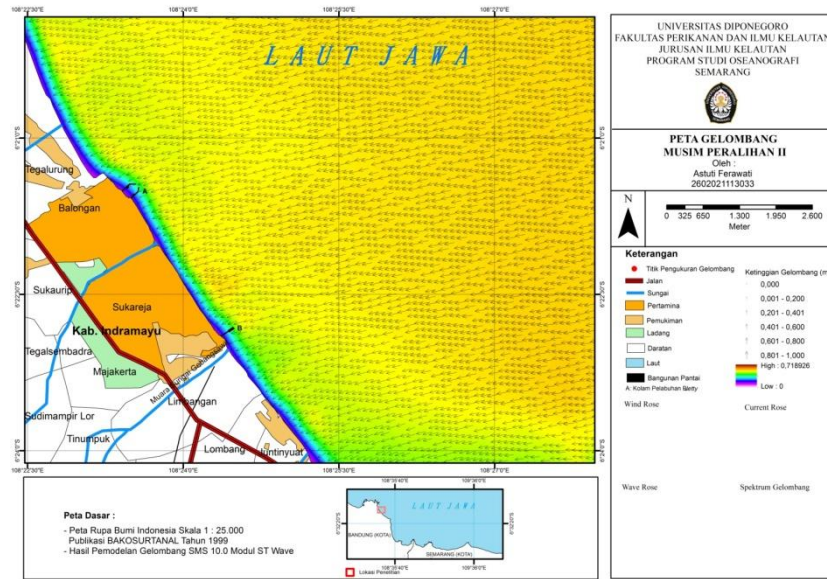
Gambar 6. Peta Gelombang Musim Peralihan I.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang Akibat Refraksi pada Musim Peralihan I

H_o	T_o	d	α_0	A	K_r	K_s	H
0.45	4.17	3.8	186	184.8	0.999	0.915	0.411
0.44	4.17	2.39	188	185.4	0.997	0.944	0.414
0.43	4.2	0.96	191	184.9	0.993	1.088	0.463

Tabel 6. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang Akibat Difraksi di Kolam Pelabuhan pada Musim Peralihan I

H_p	T	d	β	θ	r	r/L	B	B/L	K'	H_A
0.25	4	5	15	30	200	9.016	60	2.705	0.8	0.2
0.25	4	5	30	30	250	11.27	60	2.705	0.644	0.087



Gambar 8. Peta Gelombang Musim Peralihan II.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang Akibat Refraksi pada Musim Peralihan II

Hs	Ts	d	α_0	α	Kr	Ks	H
0.51	4.35	4.81	192.3	190.3	0.996	0.913	0.46
0.50	4.55	2.99	195.0	190.3	0.991	0.939	0.47
0.49	4.50	1.09	198.6	188.1	0.979	1.100	0.53

Tabel 10. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang Akibat Difraksi di Kolam Pelabuhan pada Musim Peralihan II

H _p	T	d	β	θ	r	r/L	B	B/L	K'	H _A
0.38	4.5	5	30	45	200	7.608	60	2.282	0.871	0.33
0.38	4.5	5	30	45	250	9.510	60	2.282	0.79	0.30

Pemodelan spektrum gelombang Musim Barat menunjukkan bahwa gelombang laut merambat dari Barat laut. Arah gelombang tidak sesuai dengan arah dominan *wind rose* ECMWF pada Musim Barat yang menunjukkan dominan arah angin dari Barat, hal ini dikarenakan topografi Balongan yang tidak memungkinkan gelombang datang dari arah Barat karena Barat merupakan daratan. Perbedaan arah ini diduga karena inputan pada pemodelan untuk arah grid dan arah spektrum yang berbeda serta adanya pengaruh arus yang membuat arah penjarangannya berbeda. Tetapi arah dominan gelombang model sama dengan arah *wave*

rose yaitu dari Barat Laut. Selain itu arah penjalaran Energi gelombang bergerak dari arah Timur Laut hal ini disebabkan adanya refraksi gelombang dimana gelombang datang yang awalnya berasal dari Barat Laut dibelokkan menjadi Timur Laut dimana gelombang membelok dan menjadi tegak lurus pantai. Hal ini sesuai dengan Triatmodjo (2012) penjalaran arah gelombang akan membelok dan berusaha untuk menuju tegak lurus dengan garis kontur dasar laut diakibatkan perubahan kedalaman. Gelombang pada Musim Timur, Musim Peralihan I dan II menunjukkan penjalaran gelombang berasal timur sesuai dengan arah gelombang *wave rose* ECMWF. Hasil penjalaran gelombang tidak sama dengan arah dominan angin yang umumnya dari tenggara tetapi selain dari tenggara, arah angin yang juga memiliki presentase kejadian yang cukup besar ialah dari timur untuk setiap musimnya sehingga hal ini diduga masih memungkinkan karena selain pengaruh angin ada pengaruh arus yang juga diperhitungkan. Selain itu hal ini juga dimungkinkan gelombang mengalami pembelokan dari Tenggara dan ketika mendekati pantai akan berusaha tegak lurus pantai sehingga arahnya menjadi Timur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Triatmodjo (2012), yaitu salah satu parameter pembentuk gelombang ialah arah angin. Sehingga arah penjalaran tidak berbeda jauh dengan arah angin

Validasi Data Gelombang

Kriteria kecocokan antara data pengukuran lapangan dan hasil model berdasarkan perhitungan nilai CF (*Cost Function*) untuk tinggi gelombang diketahui sebesar 0.302, sedangkan untuk periode gelombang memiliki CF sebesar 0.833. Data yang dibandingkan merupakan data pada Musim Peralihan II dikarenakan pengukuran lapangan dilaksanakan pada Bulan November yang termasuk pada Musim Peralihan II.

Tabel 16. Validasi Tinggi dan Periode Signifikan Gelombang Data Lapangan dengan Hasil Model

Gelombang	Hs (m)	Ts (det)
Data Lapangan	0.17	2.93
Hasil Model	0.51	4.54
CF	0.302	0.833

Berdasarkan nilai CF maka kriteria kecocokan antara data lapangan dengan hasil model dikategorikan sangat baik. Hal ini karena nilai CF (*Cost Function*) < 1.

KESIMPULAN

Gelombang di Perairan Balongan memiliki tinggi gelombang antara 0,03-0,22 m dan periode gelombang antara 1,93-3,41 det. Berdasarkan periodenya termasuk gelombang angin dan berdasarkan nilai d/L diklasifikasikan sebagai gelombang pada perairan transisi. Pemodelan gelombang menunjukkan bahwa energi gelombang maksimum yang terjadi pada Musim Barat yaitu sebesar $0,36 \text{ m}^2/\text{Hz}$ (Timur Laut). Pada Musim Timur penjalaran berasal dari Timur dengan energi maksimum $0,25 \text{ m}^2/\text{Hz}$. Gelombang pada Musim Peralihan I dan II memiliki gelombang maksimum masing-masing $0,17$ dan $0,15 \text{ m}^2/\text{Hz}$ dengan arah penjalaran energi gelombang dari Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Carter, D. J. T. 1982. Estimation of Wave Spectra from Wave Height and Period. Institute of Oceanographic sciences.
- Hadi, A. R. 1997. Mikro zoning Untuk Pengkajian Resiko dan Mitigasi Bencana. Jakarta: BPPT.
- Hadikusumah. 2009. Karakteristik Gelombang Dan Arus Di Eretan Indramayu. Makara, Sains., 13(2): 163-172.
- Haryo, D. A. 1997. Metode Karakteristik untuk Pemodelan Gelombang dan Arus di Selat Madura. Lembaga Penelitian ITS.
- Kramadibrata, S. 2002. Perencanaan Pelabuhan. ITB. Bandung.
- Lanuru, M dan Suwarni. 2011. Pengantar Oseanografi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Sudarto., W. Patty., dan A. A. Tarumingkeng. 2013. Kondisi Arus Permukaan di Perairan Pantai: Pengamatan dengan Metode Lagrangian. Jurnal Ilmu dan Teknologi Tangkap, 1(3):98-102.
- Sulaiman, A. dan Soehardi. 2008. Pendahuluan Geomorfologi Pantai Kuantitatif. BPPT. Jakarta
- Sutirto dan D. Trisnoyuwono. 2014. Gelombang dan Arus Laut Lepas. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Tarigan, A. P. M., dan A. S. Zein. 2005. Analisa Refraksi Gelombang Pada Pantai. Jurnal Teknik SIMETRIKA., 4(2): 345-351.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- _____. 2008. Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wahyudi., Sholihin dan F. Setiawan. 2005. Pengaruh Spektrum Gelombang Terhadap Stabilitas Batu Pecah Pada Permukaan *Cellular Cofferdam* Akibat Gelombang *Overtopping*. Jurnal Teknologi Kelautan., 9(1): 9-17.