

ANALISIS JUMLAH HARI AMAN KAPAL KARGO DAN PENUMPANG UNTUK MELAKUKAN BONGKAR MUAT DI PELABUHAN BANTAENG

Chairul Paotonan¹⁾ dan Muhamad Arafah²⁾

¹⁾Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin

²⁾Dinas Transportasi Provinsi Sulawesi Selatan

Email: paotonan_ch@yahoo.com

Abstrak

Aktivitas bongkar muat barang dan penumpang di pelabuhan harus dijamin aman. Secara geografis, lokasi Pelabuhan Bantaeng berpotensi mendapatkan gangguan gelombang tinggi. Akibatnya, kapal-kapal kecil sulit untuk melakukan proses bongkar muat. Oleh karena itu, harus diketahui berapa hari kapal dapat melakukan proses bongkar muat dengan aman di pelabuhan setiap tahun.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah hari yang aman bagi kapal untuk melakukan proses bongkar muat di Pelabuhan Bantaeng berdasarkan ukuran kapal. Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data gelombang. Data gelombang yang digunakan adalah ketinggian gelombang signifikan yang bersumber dari *European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)* dari 2009 hingga 2018. Hasil analisis data menunjukkan bahwa untuk kapal dengan ukuran kurang dari 500 GT, jumlah operasi yang aman hari adalah 57 hari. Untuk kapal menengah (500 hingga 50.000 GT) jumlah hari aman adalah 257 hari sedangkan untuk kapal yang lebih dari 50.000 GT jumlah hari aman adalah 329 hari.

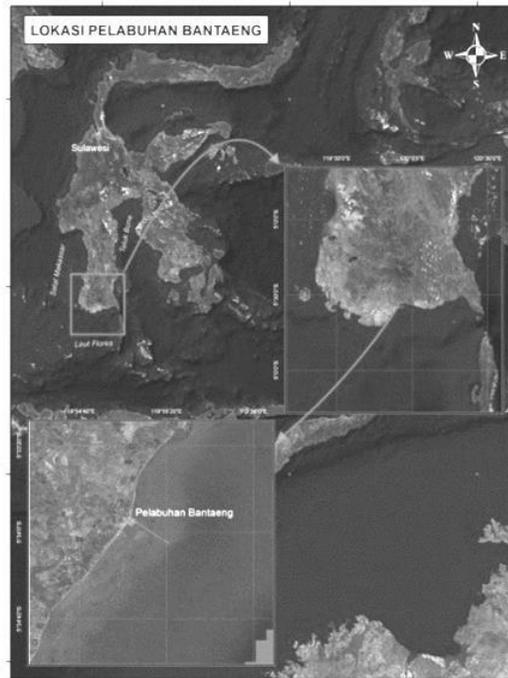
Kata kunci : *Pelabuhan, kapal, gelombang, hari aman, bongkar muat.*

PENDAHULUAN

Pengoperasian pelabuhan harus dapat dijamin keamanannya. Aman dalam artian operasional kapal, peralatan dan manusia yang melakukan aktivitas pelabuhan. Salah satu kegiatan di pelabuhan yang harus terjamin keamanannya adalah proses bongkar dan muat kapal serta turun dan naik penumpang. Biasanya proses bongkar muat dan naik turun penumpang terganggu di dermaga apabila tinggi gelombang yang sampai ke dermaga besar. Besarnya tinggi gelombang di pelabuhan akan menyulitkan kapal untuk bersandar di dermaga sehingga aktivitas bongkar-muat barang dan naik-turun penumpang menjadi terganggu bahkan terhenti sama sekali. Untuk pelabuhan yang relatif terlindung dari gelombang, biasanya permasalahan ini tidak terjadi. Akan tetapi untuk pelabuhan yang relatif terbuka ke laut lepas, gangguan gelombang cukup besar terutama pada saat gelombang besar. Secara geografis, pelabuhan Bantaeng yang terletak di Kecamatan Bissappu Kabupaten Bantaeng menghadap langsung ke laut Flores dan tepat berada di ujung selatan pulau Sulawesi. Adapun lokasi pelabuhan Bantaeng dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa lokasi pelabuhan Bantaeng terbuka ke laut Flores sehingga baik pada musim timur maupun musim barat tinggi gelombang di pelabuhan Bantaeng masih relatif tinggi. Hal ini menyebabkan kegiatan pelayanan kapal di pelabuhan Bantaeng hingga saat ini masih minim. Hal ini menyebabkan investasi yang telah digunakan untuk membangun pelabuhan Bantaeng tidak akan pernah kembali. Saat ini, secara deyure pelabuhan Bantaeng terjadi aktivitas di pelabuhan yang dibuktikan dengan adanya data bongkar muat dan kunjungan kapal, namun secara defacto pelabuhan Bantaeng tidak ada aktivitas. Hal ini dikarenakan data yang tercatat di pelabuhan Bantaeng akhir-akhir ini pencatatannya bukan di Pelabuhan Bantaeng akan tetapi pencatatan dilakukan di pelabuhan ikan. Nahkoda kapal lebih memilih untuk melakukan bongkar muat kapal di pelabuhan ikan dikarenakan pada pelabuhan Bantaeng, gelombang relatif besar sedangkan pada pelabuhan ikan gelombang kecil bahkan pelabuhan telah terlindung oleh pemecah gelombang.





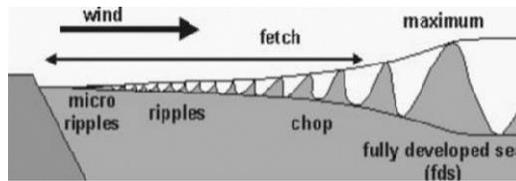
Gambar 1. Lokasi pelabuhan Bantaeng

Selain permasalahan gelombang, permasalahan lain yang menyebabkan tidak adanya aktivitas di pelabuhan Bantaeng adalah adanya ekspansi petani rumput laut ke area dermaga. Disamping itu berdasarkan informasi dari Nahkoda kapal Pelra bahwa dermaga yang ada di pelabuhan Bantaeng terlalu tinggi elevasinya sehingga menyulitkan proses bongkar muat untuk kapal-kapal kecil. Dengan demikian perlu dilakukan kajian seberapa besar pengaruh tinggi gelombang terhadap ketidak optimalan pelabuhan Bantaeng dalam melayani kapal.

TIJAUAN PUSTAKA

Pembangkitan Gelombang

Angin adalah massa udara yang bergerak. Angin dapat bergerak secara horizontal maupun secara vertikal dengan kecepatan bervariasi dan berfluktuasi secara dinamis. Faktor pendorong Bergeraknya massa udara adalah perbedaan tekanan udara antara satu tempat dengan tempat yang lain. Angin selalu bertiup dari tempat dengan tekanan udara tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang lebih rendah. Jika tidak ada gaya lain yang mempengaruhi, maka angin akan bergerak secara langsung dari udara bertekanan tinggi ke udara bertekanan rendah. Akan tetapi, perputaran bumi pada sumbunya, akan menimbulkan gaya yang akan mempengaruhi arah pergerakan angin. Angin yang bertiup di atas permukaan air laut menyebabkan terjadinya transfer energi dari pergerakan angin ke fluida di permukaan laut. Pada daerah pembangkitan gelombang, tinggi gelombang relatif kecil dan hanya berupa rippel kecil. Seiring perambatannya gelombang berubah menjadi rippel dengan tinggi dan panjang gelombang lebih besar. Setelah gelombang telah melewati daerah pembangkitan yang dinamakan fetch, maka gelombang akan terbangkitkan secara sempurna yang dinamakan *fully developed sea* (fds). Gelombang inilah yang akan menjangar ke pantai. Dalam proses penjalarnya dipengaruhi oleh proses-proses hidrodinamik seperti refraksi, shoaling, refleksi, difraksi, gelombang pecah, wave set up, wave set down, dan proses-proses lainnya yang terjadi di pantai. Adapun proses pembangkitan gelombang oleh angin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi pembangkitan gelombang oleh angin

Pada Gambar 2 di atas, akibat adanya transfer energi menyebabkan permukaan air laut mulai bergerak sampai akhirnya terbentuk gelombang. Semakin cepat angin bertiup, semakin besar tegangan gesek yang ditimbulkan oleh angin terhadap fluida. Adapun besarnya tegangan gesek angin U_A sebagai fungsi dari kecepatan angin di atas permukaan air laut dirumuskan seperti berikut (Triatmodjo, 1999) :

$$U_A = 0.71 U_w^{1.23} \quad (1)$$

Semakin besar nilai kecepatan angin U_w , semakin besar tegangan gesek angin terhadap fluida dan potensi gelombang tinggi juga menjadi besar. Namun demikian peningkatan nilai kecepatan angin yang terus menerus belum tentu akan mengakibatkan peningkatan tinggi gelombang. Hal ini dikarenakan adanya variabel lain yang berpengaruh dalam pembangkitan gelombang selain kecepatan angin. Pada Gambar 2 diperlihatkan bahwa salah satu parameter yang berpengaruh dalam pembangkitan gelombang adalah jarak pembangkitan gelombang atau fetch. Idealnya, semakin panjang jarak pembangkitan gelombang, semakin besar pula parameter gelombang yang dibangkitkan. Namun hal ini juga tidak sepenuhnya benar karena selain kecepatan angin dan panjang fetch yang berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang terdapat parameter lain yaitu lama hembusan angin atau durasi angin. Sama halnya dengan kecepatan dan fetch, idealnya juga semakin lama angin berhembus seharusnya semakin besar parameter gelombang yang dibangkitkan. Namun ternyata tidaklah demikian. Hal ini dikarenakan pembangkitan gelombang yang dipengaruhi oleh kecepatan angin, fetch dan durasi angin antara fetch dan durasi terdapat dua kondisi yang mungkin terjadi, yaitu :

1. Pembangkitan gelombang yang dibatasi fetch. Artinya, meskipun kecepatan angin cukup tinggi dan durasi hembusan angin juga lama, akan tetapi jarak pembangkitan gelombang cukup pendek (tidak jauh), maka tidak akan mungkin terbangkitkan gelombang yang besar. Contoh kejadian ini adalah gelombang yang terjadi di danau..
2. Pembangkitan yang dibatasi oleh durasi. Artinya, meskipun kecepatan angin cukup tinggi dan jarak pembangkitan gelombang cukup jauh namun durasi hembusan angin sangat singkat, maka potensi terbentuk gelombang besar juga sangat kecil. Contoh kejadian ini adalah pada daerah samudra dan laut bebas lainnya. Hal inilah yang menyebabkan sehingga tidak pernah terjadi gelombang pembangkitan angin di samudera sekalipun yang tingginya mencapai puluhan meter.

Sebagai kesimpulan bahwa pembangkitan gelombang sangat ditentukan oleh kondisi geografis dan meteorologis. Kondisi geografis diwakili oleh fetch dan kondisi meteorologis diwakili oleh kecepatan angin dan durasinya. Apabila tegangan gesek angin adalah U_A , panjang fetch adalah F dan durasi hembusan angin adalah t , maka secara umum pembangkitan gelombang yang diwakili oleh tinggi gelombang H dan periode T secara matematis dapat ditulis seperti berikut :

$$H \text{ \& } T = f[U_A, F, t] \quad (2)$$

Persyaratan Tinggi Gelombang Signifikan di Dermaga

Berdasarkan *Standar Teknis Untuk Sarana Pelabuhan di Jepang*, diberikan persyaratan tinggi gelombang di dermaga berdasarkan ukuran kapal yang bersandar seperti yang diperlihatkan pada Table 1.

Tabel 1. Persyaratan tinggi gelombang di dermaga berdasarkan ukuran kapal

Jenis Kapal	GT	Tinggi Gelombang
-------------	----	------------------



Kapal Kecil	GT < 500	0-0.3 m
Kapal Menengah & Besar	500 < GT < 50.000	0.3-0.7 m
Kapal Sangat Besar	GT > 50.000	0.7-1.5 m

(Sumber: Overseas Coastal Area Development Institute Of Japan, 2002)

Tabel 1 memperlihatkan bahwa untuk kapal kecil tinggi gelombang maksimum yang dipersyaratkan terjadi di dermaga adalah maksimal 0.3 m. Untuk kapal menengah dan besar, tinggi gelombang maksimal yang dipersyaratkan maksimal adalah 0.70 m. Sedangkan untuk kapal sangat besar tinggi gelombang maksimal yang dipersyaratkan di dermaga adalah 1.5 m.

METODE PENELITIAN

Obyek penelitian ini adalah kejadian gelombang di pelabuhan Bantaeng. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data kejadian gelombang yang bersumber dari <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/>. Rentang waktu data yang dikumpulkan adalah 10 tahun dengan jenis data adalah data harian. Setiap hari atau 24 data terdapat 3 data atau pencatatan dilakukan setiap 6 jam. Lokasi pengambilan data gelombang adalah di laut dalam. Data gelombang yang diperoleh terdiri dari tinggi, periode dan arah datang gelombang. Berdasarkan data yang diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis data gelombang tersebut untuk mendapatkan peluang kejadian gelombang berdasarkan arah, peluang kejadian gelombang berdasarkan interval kecepatan dan peluang kejadian gelombang yang aman untuk kapal tertentu pada saat bertambat di dermaga.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan data gelombang selama 10 tahun terakhir yang diperoleh dari <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/>, selanjutnya dilakukan analisis untuk mendapatkan gambaran peluang kejadian gelombang berdasarkan arah datang gelombang di lokasi studi dan disajikan pada Table 2.

Tabel 2. Persentase kejadian gelombang berdasarkan arah datang gelombang di pelabuhan Bantaeng

Arah	Data	Persentase
Utara	12	0.08
Timur Laut	11	0.07
Timur	5764	35.86
Tenggara	3831	23.84
Selatan	647	4.03
Barat Daya	620	3.86
Barat	5015	31.20
Barat Laut	172	1.07
Jumlah	16072	100

(Sumber: Hasil analisa data)

Tabel 2 memperlihatkan bahwa kejadian gelombang yang dominan adalah dari arah Timur(35.86%), disusul dari arah Barat (31.20%), arah Tenggara (23.84%), arah Selatan (4.03 %), arah Barat Daya (3.86%), Barat Laut (1.07%), arah Utara (0.08%), dan Timur Laut (0.07%). Gelombang dari arah utara, timur laut dan barat laut tidak berpengaruh di pelabuhan Bantaeng dikarenakan arahnya dari daratan. Tabel 2 hanya mengakomodir kejadian gelombang berdasarkan arah. Table 3 berikut ini diberikan persentasi kejadian gelombang berdasarkan interval tinggi gelombang.

Tabel 3. Persentase kejadian gelombang berdasarkan interval tinggi gelombang

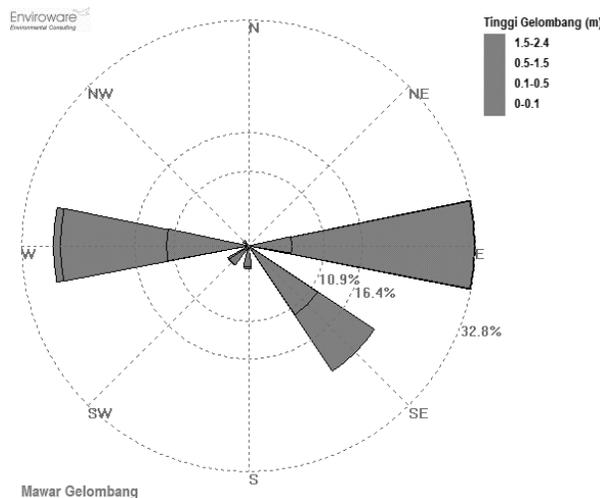
Interval (m)	Data	Persentase
---------------------	-------------	-------------------



0.0 s/d 0.30	2399	14.93
0.30 s/d 0.70	8912	55.45
0.70 s/d 1.50	3192	19.86
>1.50	1569	9.76
Jumlah	16072	100

(Sumber: Hasil Analisa Tim)

Tabel 3 memperlihatkan bahwa gelombang yang dominan di lokasi studi adalah gelombang dengan interval tinggi gelombang 0.30-0.70 m (55.45%), disusul gelombang dengan interval 0.70-1.50 m (19.86%), kemudian gelombang dengan interval 0.0-0.30 m (14.93%) dan gelombang dengan tinggi >1.50 m (9.76%). Selain penyajian presentasi kejadian gelombang dalam bentuk tabulasi, juga disajikan dalam bentuk mawar gelombang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Mawar Gelombang di Lokasi Studi (Sumber : Hasil analisis data)

Dengan melakukan modifikasi Tabel 4 dengan cara menyajikan data kejadian gelombang dalam berbagai arah dan interval tinggi gelombang, maka diperoleh jumlah data pada masing-masing arah datang gelombang dan interval tinggi gelombang seperti yang diperlihatkan pada Table 4.

Table 4. Jumlah data tinggi gelombang tiap arah sebagai fungsi interval tinggi gelombang

Interval Tinggi (m)	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	Jumlah
0-0.5	11	11	1,009	1,921	492	545	1,903	103	5,995
0.5-1	1	-	3,866	1,588	45	10	2,009	45	7,564
1-1.5	-	-	385	13	-	-	465	16	879
1.5-2	-	-	10	-	-	-	138	-	148
2-2.5	-	-	-	-	-	-	24	2	26
Jumlah kejadian tinggi gelombang di pelabuhan Bantaeng									14,612

Sumber : Hasil analisis data

Dengan membagi setiap data dengan jumlah total data secara keseluruhan, maka diperoleh peluang kejadian tinggi gelombang pada setiap arah dan interval tingi gelombang dan disajikan seperti pada Table 5.

Table 5. Persentasi tinggi gelombang tiap arah sebagai fungsi interval tinggi gelombang (%)

Interval Tinggi (m)	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	Jumlah
---------------------	---	----	---	----	---	----	---	----	--------



0-0.5	0.08	0.08	6.91	13.15	3.37	3.73	13.02	0.70	41
0.5-1	0.01	0.00	26.46	10.87	0.31	0.07	13.75	0.31	52
1-1.5	0.00	0.00	2.63	0.09	0.00	0.00	3.18	0.11	6
1.5-2	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	1
2-2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.01	0

Sumber : Hasil analisis data

Dengan menggunakan persyaratan tinggi gelombang di dermaga untuk berbagai ukuran kapal, maka hari aman kapal di pelabuhan dapat diestimasi dan hasilnya seperti disajikan pada Tabel 6.

Table 6. Jumlah hari aman kapal di dermaga

Jenis Kapal	GT	Hari
Kapal Kecil	GT < 500	57
Kapal Menengah & Besar	500 < GT < 50.000	257
Kapal Sangat Besar	GT > 50.000	329

Sumber: Hasil analisis tim

Tabel 6 memperlihatkan bahwa untuk kapal kecil (GT < 500 ton), maka jumlah hari tambat yang aman di pelabuhan Bantaeng adalah 57 hari atau kurang lebih 2 bulan. Artinya, praktis 10 bulan lamanya tidak dapat melakukan aktivitas di dermaga dalam satu tahun. Padahal, kapal yang banyak memanfaatkan pelabuhan Bantaeng adalah kapal rakyat. Dengan alasan inilah sehingga kapal Pelra yang seharusnya tambat di pelabuhan Bantaeng, justru mengalihkannya ke pelabuhan ikan. Untuk kapal menengah dan besar (500 ton <= GT <50.000 ton), jumlah hari aman di pelabuhan adalah sekitar 257 hari atau sekitar 8.6 bulan. Sisanya sekitar 1.4 bulan kapal menengah dan besarpun tidak dapat melakukan aktivitas di pelabuhan Bantaeng. Sedangkan untuk kapal yang sangat besar jumlah hari aman untuk bongkar muat di dermaga adalah sekitar 329 hari atau sekitar 11 bulan dan 1 bulan sisanya kapal sangat besarpun tidak dapat melakukan aktivitas di dermaga. Dengan demikian, terdapat sekitar 1 bulan dimana kapal dengan ukuran berapapun tidak diperkenankan untuk melakukan kegiatan di dermaga.

KESIMPULAN

Bedasarkan hasil analisis data, maka berikut ini disampaikan kesimpulan:

1. Kejadian gelombang yang dominan adalah dari arah Timur(35.86%), disusul dari arah Barat (31.20%), arah Tenggara (23.84%), arah Selatan (4.03 %), arah Barat Daya (3.86%), Barat Laut (1.07%), arah Utara (0.08%), dan Timur Laut (0.07%).
2. Gelombang dari arah utara, timur laut dan barat laut relatif tidak berpengaruh di pelabuhan Bantaeng.
3. Jumlah hari aman untuk kapal kecil (GT < 500 ton) adalah 57 hari, untuk kapal menengah dan besar (500 ton <= GT <= 50.000 ton) adalah 257 hari dan untuk kapal sangat besar (GT > 50.000 ton) adalah 329 hari.
4. Terdapat sebanyak 36 hari kapal sama sekali tidak aman untuk melakukan aktivitas di dermaga pelabuhan Bantaeng.

DAFTAR PUSTAKA

- Bretschneider, C. L. 1957. Revisions in Wave Forecasting: Deep and Shallow Water. Proceeding of the 6 th Conference on Coastal Engineering, Council on Wave Research. p:1-18.
- Munk, W. H. 1944. Proposed Uniform Procedure for Observing Waves and Interpreting Instrument Records. Scripps Institute of Oceanography. California.
- Satriadi A. 2017. Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Di Perairan Dangkal (Studi Kasus Perairan Semarang). Buletin Oseanografi Marina April 2017 Vol 6 No 1:17–23.
- Smith, T. L. dan T. Waseda. 2008. Wind Wave Growth at Short Fetch. Journal of Physical Oceanography. 38:1597-1606.



Sverdrup, H. U. dan Munk, W. H. 1947. Wind, Sea, and Swell: Theory of Relations for Forecasting. U.S. Navy Department, Hydrographic Office. 44 hlm.
U. S. Army. 1984. Shore Protection Manual. U. S. Government Printing Office. 1.088 hlm.
U. S. Army. 2008. Coastal Engineering Manual. U. S. Government Printing Office. Washington D.C.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).