Peramalan Gelombang dengan Metode SPM dan Darbyshire di Perairan Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat

NELLA EVELYN ENJELINA[1], YATI MULIATI[2]

1. Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Dosen Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: nellaevelyn15@gmail.com

ABSTRAK

Kepulauan Mentawai merupakan gugusan pulau-pulau yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia sehingga mengakibatkan potensi terjadinya gelombang tinggi cukup sering terjadi. Oleh sebab itu, dibutuhkan penelitian untuk menganalisis karakteristik gelombang dengan cara melakukan peramalan gelombang menggunakan metode Shore Protection Manual (SPM) dan metode Darbyshire. Hasil peramalan menggunakan kedua metode tersebut divalidasi dengan data pengukuran dan dibandingkan dengan data altimetri. Peramalan gelombang dengan metode SPM selama 10 tahun menghasilkan tinggi gelombang signifikan (H_s) 0,862 m (T=4,489 s) dan H_s maksimum 2,589 m (T=6,734 s). Peramalan gelombang metode SPM tahun 2016 menghasilkan H_s 1,160 m (T=5,104 s) dan H_s maksimum 2,275 m (T=6,448 s) sedangkan metode Darbyshire menghasilkan H_s 0,807 m (T=4,501 s) dan H_s maksimum 1,672 m (T= 5,983 s). Hasil validasi terhadap data pengukuran dan data altimetri menunjukkan faktor pengali metode SPM (1,613 dan 2,363) lebih kecil dari metode Darbyshire (2,271 dan 3,151), sehingga metode SPM lebih sesuai digunakan pada lokasi studi.

Kata kunci: *SPM, Darbyshire, altimetri*

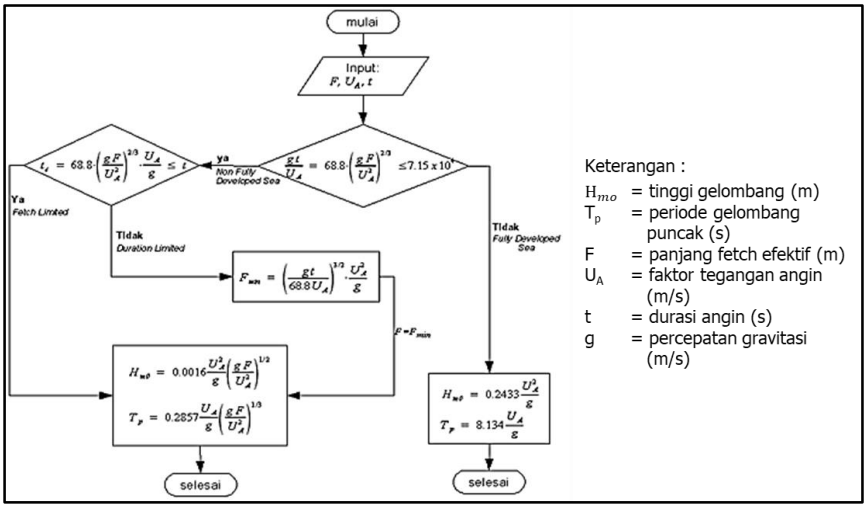
1. PENDAHULUAN

Informasi tentang gelombang dibutuhkan untuk berbagai kegiatan dilaut. Kepulauan Mentawai merupakan gugusan pulau-pulau yang terletak di pantai barat Sumatera dan berhadapan langsung dengan Samudera Hindia yang mengakibatkan potensi kejadian gelombang tinggi cukup sering terjadi. Oleh sebab itu, dibutuhkan penelitian untuk mengetahui karakteristik gelombang di perairan Mentawai dengan cara melakukan peramalan gelombang menggunakan metode SPM dan metode Darbyshire yang kemudian divalidasi dengan data hasil pengukuran di lapangan serta dibandingkan dengan data satelit altimetri sehingga dapat diketahui metode mana yang hasilnya paling mendekati dengan hasil pengukuran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peramalan Gelombang Menggunakan Metode *Shore Protection Manual* (SPM)

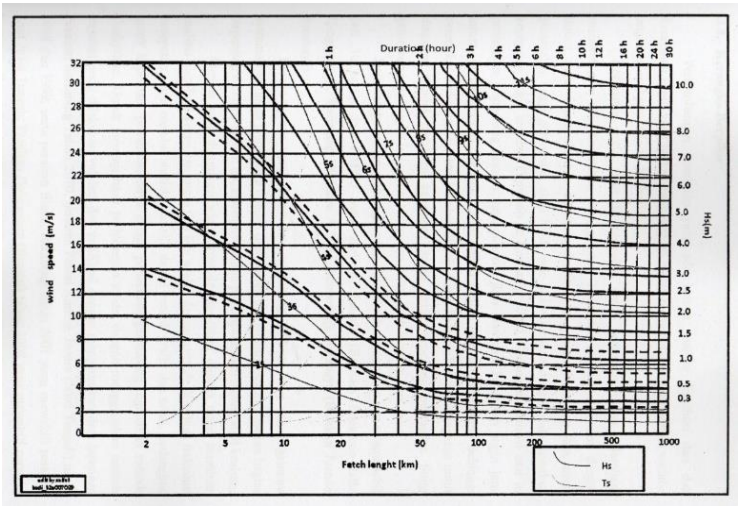
Metode *Shore Protection Manual* (SPM) merupakan salah satu metode peramalan gelombang yang dikeluarkan *US A Army Corps of Engineer*. Pada peramalan ini dibutuhkan data faktor tegangan angin (U_A), lamanya angin bertiup (t) dan *fetch* (f). Adapun prosedur dalam melakukan menggunakan metode SPM dapat dilihat pada bagan alir **Gambar 1.**



Gambar 1. Bagan Alir Metode SPM
(Sumber: Muliati, Y., 2020)

2.2 Peramalan Gelombang Menggunakan Metode Darbyshire

Metode Darbyshire merupakan metode peramalan tinggi gelombang dengan menggunakan grafik oleh Darbyshire and Draper pada tahun 1963 dalam *Coastal Engineering Research Center (CERC)* 1984 seperti yang terlihat pada **Gambar 2.**



Gambar 2. Grafik Peramalan Gelombang oleh Darbyshire-Draper, 1963
(Sumber: CERC,1984)

2.3 Berbagai Pemodelan di Lokasi Studi

Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan penelitian di lokasi studi seperti pemodelan Wavewatch III dan Windwave. Model Wavewatch-III merupakan model yang dapat memprakirakan angin dan tinggi gelombang laut sehingga dapat meningkatkan kualitas prakiraan dan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan keselamatan transportasi perairan. Ramdhani (2015) telah melakukan pemodelan gelombang untuk wilayah Indonesia menggunakan Wavewatch-III pada tahun 1988-2011. Model Windwave merupakan model yang dikembangkan untuk membuat analisis dan prakiraan gelombang yang didesain untuk keperluan operasional dalam menyediakan informasi meteorologi kelautan BMKG. Marelsa dan Oktaviandra (2019) telah melakukan analisis karakteristik gelombang menggunakan Windwave-12 di Kepulauan Mentawai.

2.4 Validasi Gelombang Hasil Peramalan Terhadap Pengukuran

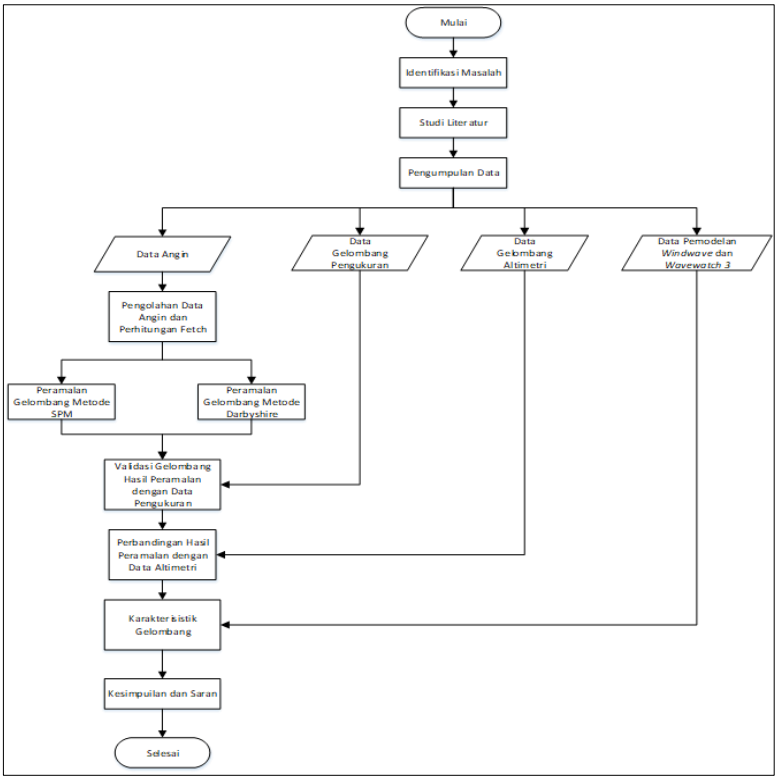
Validasi dilakukan untuk mengetahui metode peramalan mana yang paling mendekati dengan data pengukuran gelombang di lapangan dengan cara menghitung faktor pengali. Faktor pengali dapat dihitung menggunakan **Persamaan 1**.

$$Faktor\ pengali = \frac{H\ Pengukuran}{H\ Peramalan} \quad (1)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Metode penelitian dibuat dalam bagan alir yang dapat dilihat pada **Gambar 3.**



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Data angin yang digunakan didapatkan dari situs NOAA. Data gelombang pengukuran diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL). Data gelombang altimetri didapatkan dari situs Aviso yang berupa data tinggi gelombang signifikan harian (H_s). Data gelombang hasil model Wavewatch III diperoleh dari penelitian Ramdhani (2015) dan Windwave diperoleh dari penelitian Marelsa dan Oktaviandra (2019) di Kepulauan Mentawai.

3.3 Pengolahan Data

Data angin yang didapatkan perlu dikoreksi dan konversi sesuai dengan kondisi pengambilan datanya kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *fetch.* Setelah itu dilakukan peramalan gelombang menggunakan metode SPM dan metode Darbyshire. Hasil peramalan metode SPM dan Darbyshire divalidasi dengan data pengukuran dan dibandingkan dengan data altimetri.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Perhitungan Panjang *Fetch*

Hasil perhitungan panjang *fetch* efektif pada masing masing arah dapat dilihat pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Hasil Fetch Efektif

Arah	Utara (N)	Timur Laut (NE)	Timur (E)	Tenggara (SE)	Selatan (S)	Barat Daya (SW)	Barat (W)	Barat Laut (NW)
Panjang (m)	44,273.55	61,823.55	183,782.64	200,000.00	26,003.48	1,875.74	2,840.00	877.22

1.2 Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang Menggunakan Metode SPM

Perhitungan tinggi dan periode gelombang menggunakan metode SPM dilakukan menggunakan data angin selama 10 tahun dengan memasukkan nilai kecepatan angin (U_A), durasi angin (t), dan *fetch* efektif (f). Contoh hasil peramalan gelombang metode SPM pada tanggal 29 Januari dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Contoh Hasil Peramalan Gelombang Metode SPM

Waktu	Ua (m/s)	Fetch (m)	t (s)	Fully Non Fully	Cek	tmin (s)	Limiter	Fetch Min	Hmo (m)	Tp (s)
29-01-16 0:00	4.369	61823.551	21600	69022.920	Nonfully	30738.462	Durasi Ltd	36417.605	0.426	3.378
29-01-16 6:00	3.924	183782.636	21600	164657.744	Fully	-	-	-	0.382	3.254
29-01-16 12:00	6.198	44273.546	21600	34655.494	Nonfully	21896.364	Durasi Ltd	43377.741	0.659	4.024
29-01-16 18:00	6.739	183782.636	21600	80066.797	Fully	-	-	-	1.126	5.588

Setelah dilakukan perhitungan peramalan gelombang menggunakan metode SPM selama 10 tahun diperoleh H_s maksimum sebesar 2,589 m dengan T sebesar 6,734 s serta nilai H_s 10 tahun 0,862 m dengan T sebesar 4,489 s.

1.3 Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang Menggunakan Metode Darbyshire

Perhitungan tinggi dan periode gelombang metode Darbyshire dilakukan pada tahun 2016 dan pada tanggal 12 November 2020 s.d. November 2020 yang dibagi menjadi tiga kombinasi yaitu kombinasi I (U & t) kombinasi II (U & F), serta kombinasi III (F & t). Dari ketiga kombinasi tersebut dipilih satu kombinasi yang memenuhi syarat perhitungan. Setelah dilakukan peramalan gelombang menggunakan metode Darbyshire selama 1 tahun diperoleh H_s maksimum 1,672 m dengan T sebesar 5,983 s serta nilai H_s 10 tahun 0,807 m dengan T sebesar 4,501 s.

1.4 Tinggi Gelombang Hasil Wavewatch III dan Windwave

Hasil data tinggi gelombang Wavewatch III dan Windwave pada titik pengamatan dapat dilihat pada **Tabel 3** dan **Tabel 4.**

Tabel 3. Tinggi Gelombang Wavewatch III

Bulan	Hs (m)
Januari	0.4-0.6
Februari	0.4-0.6
Maret	0.4-0.6
April	0.4-0.6
Mei	0.6-0.8
Juni	0.6-0.8
Juli	0.6-0.8
Agustus	0.6-0.8
September	0.6-0.8
Oktober	0.6-0.8
November	0.4-0.6
Desember	0.4-0.6

Tabel 4. Tinggi Gelombang Windwave

Bulan	Hs (m)
Desember	1.25-1.5
Januari	1.25-1.5
Februari	0.75-1.25
Maret	0.75-1.25
April	0.75-1.25
Mei	0.75-1.25
Juni	0.75-1.25
Juli	0.75-1.25
Agustus	1.25-1.5
September	1.5-2
Oktober	0.75-1.25
November	1.25-1.5

1.5 Validasi Hasil Peramalan dengan Data Pengukuran

Hasil validasi peramalan pada tanggal 12 November 2020 sampai dengan 17 November 2020 dapat dilihat pada **Tabel 5.** dan **Tabel 6**.

Tabel 5. Validasi H Pengukuran dan SPM

Tanggal	Jam	Hmo (m)	
		Pengukuran	SPM
12-11-20	18:00	0.820	0.906
13-11-20	0:00	0.811	0.599
	6:00	0.805	0.379
	12:00	0.818	0.747
	1800	0.849	0.873
14-11-20	0:00	0.888	0.347
	6:00	0.809	0.127
	12:00	0.732	0.667
	18:00	0.662	1.321
15-11-20	0:00	0.639	0.238
	6:00	0.680	0.133
	12:00	0.773	0.246
	18:00	0.888	0.409
16-11-20	0:00	0.862	0.353
	6:00	0.947	0.142
	12:00	0.790	0.119
	1800	0.805	0.664
17-11-20	0:00	0.670	0.578
	6:00	0.628	0.376
Rata-rata		0.783	0.485
Faktor pengali		1.613	

Tabel 6. Validasi H Pengukuran dan Darbyshire

Tanggal	Jam	Hs (m)	
		Pengukuran	Darbyshire
12-11-20	18:00	0.754	0.477
13-11-20	0:00	0.741	0.368
	6:00	0.739	0.276
	12:00	0.755	0.427
	1800	0.785	0.687
14-11-20	0:00	0.825	0.200
	6:00	0.748	0.000
	12:00	0.671	0.356
	18:00	0.598	0.622
15-11-20	0:00	0.584	0.147
	6:00	0.626	0.159
	12:00	0.690	0.221
	18:00	0.818	0.286
16-11-20	0:00	0.812	0.266
	6:00	0.868	0.165
	12:00	0.737	0.000
	1800	0.680	0.396
17-11-20	0:00	0.598	0.358
	6:00	0.596	0.274
Rata-rata		0.717	0.316
Faktor pengali		2.271	

Berdasarkan **Tabel 5.** dan **Tabel 6.** hasil yang mendekati dengan data pengukuran adalah peramalan SPM dengan faktor pengali 1,613 sedangkan Darbyshire 2,271

1.6 Perbandingan Hasil Peramalan dengan Satelit Altimetri

Hasil perbandingan tinggi gelombang peramalan dan altimetri dapat dilihat pada **Tabel 7.**

Tabel 7. Tinggi Gelombang Rata-Rata Tahun 2016

Jenis Gelombang	Hs Rata-Rata (m)	Faktor Pengali
SPM	0.596	2.363
Darbyshire	0.447	3.151
Altimetri	1.408	

Berdasarkan **Tabel 7**. hasil yang mendekati dengan data altimetri adalah hasil peramalan SPM dengan faktor pengali 2,363 sedangkan Darbyshire 3,151.

1.7 Karakteristik Gelombang Secara Umum

Secara umum karakteristik gelombang dari hasil peramalan dan pemodelan yang sebelumnya telah dilakukan di Kepulauan Mentawai mendapatkan rentang tinggi gelombang signifikan 0,011–2,589 m dan periode gelombang 0,249-6,734 seperti yang dilihat pada **Tabel 8.**

Tabel 8. Karakteristik Gelombang Secara Umum

Jenis Gelombang	Tinggi Gelombang Signifikan (m)	Periode Gelombang (s)
SPM	0.011-2.589	0.541-6.734
Darbyshire	0.029-1.672	0.249-5.983
Wavewatch III	0.4-0.8	-
Windwave	0.75-1.5	-

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil peramalan gelombang di Kepulauan Mentawai diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil peramalan metode SPM selama 10 tahun menghasilkan nilai tinggi dan periode gelombang signifikan terbesar 2,589 m dan 6,734 s. Nilai tinggi dan periode gelombang signifikan 10 tahun 0,862 m dan 4,489 s
2. Hasil peramalan metode SPM pada tahun 2016 menghasilkan nilai tinggi dan periode gelombang signifikan terbesar 2,275 m dan 6,448. Nilai tinggi dan periode gelombang signifikan 1 tahun 1,160 m dan 5,104 s
3. Hasil peramalan metode Darbyshire pada tahun 2016 menghasilkan nilai tinggi dan periode gelombang signifikan terbesar 1,672 m dan 5,983 s. Nilai tinggi dan periode gelombang signifikan 1 tahun 0,807 m dan 4,501 s.
4. Validasi tinggi gelombang yang mendekati dengan data pengukuran adalah hasil peramalan metode SPM dengan faktor pengali 1,613 sedangkan metode Darbyshire 2,271.
5. Hasil perbandingan yang mendekati dengan data altimetri adalah hasil peramalan metode SPM dengan faktor pengali 2,363 sedangkan metode Darbyshire 3,151.
6. Metode peramalan gelombang yang sesuai dilakukan di lokasi studi adalah metode SPM karena faktor pengali SPM lebih kecil dari metode Darbyshire yang berarti bahwa data yang didapatkan dari hasil peramalan metode SPM lebih mendekati dengan data pengukuran dan altimetri.
7. Karakteristik gelombang secara umum di Kepulauan Mentawai terjadi pada rentang tinggi gelombang signifikan 0,011–2,589 m dan periode gelombang 0,249-6,734 s.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat Rahmat-Nya penelitian ini dapat diselesaikan dan juga terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan moril maupun materil dalam proses penyusunan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

Abidin, H.Z. 2001. Geodesi Satelit. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Coastal Engineering Research Center. (1984). *Shore Protection Manual.* Washington D. C.: US *Army Corps of Engineer.*

Muliati, Y. (2020). Rekayasa Pantai. Bandung: Itenas. Dikutip dari http://ebook.itenas.ac.id/index.php?p=show_detail&id=39

Marelsa, N. F & Oktaviandra, Y. (2019). Analisis Karakteristik Gelombang Laut Menggunakan Software Windwave-12 (Studi Kasus : Kepulauan Mentawai). *Jurnal Oseana*,44,10-24

Ramdhani, A. (2015). Pengaruh *Siklon Tropis dan Madden-Julian Oscillation (MJO)* Terhadap Kejadian Gelombang Tinggi di Perairan Indonesia Bagian Dalam. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Sugianto, D. N. (2013). Model Disribusi Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Laut Jawa. Semarang: Disertasi Program Doktor Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Triatmodjo, B. (1999). Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Ofset.

Yuwono, N. (1982). *Buku Teknik Pantai Volume 1*. Yogyakarta : Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.