

**ANALISA GELOMBANG MENGGUNAKAN PEMODELAN STWave
(Steady State Wave) STUDI KASUS PERAIRAN MANOKWARI**

Yoyok Triono¹, Hendrawan Setiadi², Wahyu Widodo Pandoe³, M.Firdaus Yusuf⁴

¹Mahasiswa Program Studi S1 Hidrografi, STTAL

²Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

³Peneliti dari Balai Teknologi Survei Kelautan, BPPT

⁴Peneliti dari Pusat Pendidikan Hidro-Oseanografi TNI AL

ABSTRAK

Dalam mendukung operasi militer sangat dibutuhkan fasilitas labuh yang dilengkapi dengan fasilitas pemeliharaan dan perbaikan. Maka dibutuhkan tempat yang strategis untuk membangun atau mengembangkan yang sudah ada diseluruh Indonesia, khususnya fasharkan (fasilitas pemeliharaan dan perbaikan) Manokwari. Dalam perencanaan pembangunan dermaga diperlukan data-data Hidro-Oseanografi, antara lain data gelombang, kecepatan angin dan data batimetri. Data-data tersebut diperlukan untuk mengetahui tinggi gelombang di area dermaga. Informasi tentang tinggi gelombang diperoleh dengan melakukan simulasi model gelombang menggunakan pemodelan *STWave (Steady State Wave)*.

Penelitian ini membuat simulasi model gelombang dengan menggunakan perangkat lunak *STWave*. Pemodelan dilaksanakan untuk mendapatkan hasil gelombang signifikan dengan memasukan input berupa tiga nilai rentan kecepatan angin (3, 6, 9 m/s), parameter- parameter tersebut yang akan di masukan kedalam perangkat lunak *STWave*.

Pemodelan gelombang dengan penggunaan metode *STWave* akan diperoleh hasil simulasi tinggi gelombang signifikan di perairan Manokwari. Dengan data kecepatan angin 9 (m/s) didapat tinggi gelombang kurang atau sama dengan 1,5 m. Data tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam perencanaan pembangunan dermaga.

Kata kunci : gelombang, Manokwari, Stwave, Simulasi model.

ABSTRACT

*In the dock construction planning, it is absolutely required the supportive anchoring dock facilities. Therefore, it is required Hydro-oceanography data, such as, wave, wind speed, bathymetric data. Such data are required to determine the height of the wave on the dock area, while information regarding on the height of wave can be obtained through making the simulation of wave model using the *STWave (Steady State Wave)* numerical model.*

In this research, it is applied 2 (two) simulation models. The first simulation model is carried out to validate the height of wave of which is the result of the model and the height of wave which is the result of field measurement data conducted by the Dishidros. the second simulation model is carried out as on-site modeling implementation to obtain the wave type on the Manokwari's wind. In the modeling, it is required the input of speed and direction data, as well the wave period, height and direction on the offshore. In the implementation method, the required input data are the average of wind speed and direction as well the wave period, height, and direction.

*Through the application of *STWave* method, it will be obtained the simulation result of both wave height on the Manokwari's waters. Such data can be applied as the consideration in the construction planning of the dock.*

Key word : Wave, Manokwari, Stwave, Simulation Model.

Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara Kepulauan dengan lintang horisontal dari 6° LU sampai dengan 11° LS serta bujur 96° BT-141° BT dan terdiri dari 17.499 buah pulau besar dan kecil, dengan wilayah laut yang dapat dimanfaatkan kurang lebih 5,8 juta kilometer persegi perairan Indonesia dan 2,7 juta persegi ZEE, dengan panjang garis pantai 80,791 kilometer dan total luas laut dangkal adalah 15 % serta mempunyai variasi kedalaman hingga 200 meter dari keseluruhan luas perairan Indonesia. (Dinas Hidro-oseanografi TNI – AL Jakarta, 2012).

Dalam menjaga kedaulatan dan yuridiksi dilaut diperlukan suatu kekuatan TNI–Angkatan Laut yang memadai yang ditunjukkan dalam bentuk Sistem Senjata Armada Terpadu (SSAT) yang meliputi komponen kapal perang, pesawat udara, marinir, dan pangkalan. Keempat komponen itu saling mendukung dan terkait satu dengan lainnya di dalam suatu penggelaran kekuatan dan untuk kemampuan di antara komponen tersebut harus dimodernisasi dan dikembangkan.

Dihadapkan dengan perkembangan lingkungan strategis aspek maritim di kawasan global, regional, dan nasional, dibutuhkan kesiapan dan kewaspadaan nasional untuk menghadapi ancaman terhadap kedaulatan NKRI dan kepentingan nasional di laut. Indonesia memerlukan Angkatan Laut yang mampu menjaga kedaulatan di laut dan kepentingan nasional secara maksimal.

Di TNI-AL terdapat 2 (dua) armada yaitu Komando Armada RI Kawasan Timur (KOARMATIM) dan Komando Armada RI Kawasan Barat (KOARMABAR) serta beberapa jenis pangkalan yang berfungsi sebagai pendukung satuan operasi yaitu Pangkalan TNI-AL (Lanal), Pangkalan Udara TNI-AL (Lanudal) dan Pangkalan Marinir (Lanmar). Lanal dibentuk dan digelar untuk melaksanakan fungsi dukungan 4 R (*Repair, Replenishment, Rest and Recreation*) terhadap satuan operasi. (Rencana Strategis Bidang Hanneg TNI AL Tahun 2010 s.d. 2014). Dengan adanya pangkalan yang memadai maka diperlukan berbagai fasilitas seperti fasilitas labuh, fasilitas pengisian bahan bakar dan air (logistik cair), fasilitas pemeliharaan dan perbaikan, fasilitas kesehatan, fasilitas perumahan dan berbagai fasilitas lainnya. Salah satu fasilitas yang terpenting adalah fasilitas labuh yang dalam hal ini berwujud suatu dermaga yang berguna untuk tempat sandarnya kapal-kapal perang, bongkar muat material untuk keperluan operasi militer maupun kemanusiaan, embarkasi dan debarkasi pasukan, persenjataan, dan kendaraan tempur.

Berdasarkan Undang-Undang RI Nomor 45 Tahun 1999, Papua Barat ditetapkan sebagai daerah otonomi sendiri yang terpisah dari Propinsi Papua. Dengan berubahnya status administratif pemerintahan menjadi sebuah propinsi mengakibatkan pertumbuhan ekonomi di wilayah Papua Barat berkembang pesat termasuk diantaranya Kotamadya Manokwari dan Kabupaten Manokwari. Kotamadya Manokwari dan Kabupaten Manokwari yang berada diujung barat Pulau Papua merupakan pintu gerbang dan menjadi salah satu tujuan perdagangan antar lintas propinsi terutama aktifitas ekonomi yang melalui jalur laut.

Daerah tersebut sangat mendukung operasi militer yaitu adanya Rencana Strategis TNI AL untuk membentuk suatu Armada di Wilayah Timur Indonesia khususnya di Perairan Fasharkan (Fasilitas Pemeliharaan dan Perbaikan) Manokwari sebagai rencana lokasi dermaga Armada RI Kawasan Timur. Oleh karena itu sangat dibutuhkan suatu fasilitas labuh dermaga yang sangat mendukung. Untuk itu diperlukan suatu kajian dan analisa yang akurat mengenai kondisi fisis dan dinamika laut di Perairan Manokwari seperti arus, pasut, angin dan gelombang.

Salah satu upaya untuk mengetahui kondisi tersebut dapat dilakukan dengan pengamatan langsung, akan tetapi membutuhkan biaya besar dan waktu yang lama. Alternatif lain yang secara ekonomis dan lebih efisien adalah dengan menggunakan model matematik untuk mensimulasikan kondisi dinamika laut. Secara numerik dengan bantuan komputer. Model yang telah diuji validitasnya dapat dijadikan alat bantu bagi kita dalam mempelajari dinamika perairan yang sesuai untuk menentukan arah dan posisi dari dermaga yang direncanakan.

Pemodelan gelombang dengan perangkat lunak *STWave* (*Steady State Wave*) yang ada di dalam SMS (*Surface Water Modelling System*) versi 8.1 dapat menganalisa transformasi gelombang dari laut lepas ke daerah pantai. Hasil pemodelan tersebut diharapkan memberikan gambaran arah, ruang dan waktu tinggi gelombang signifikan.

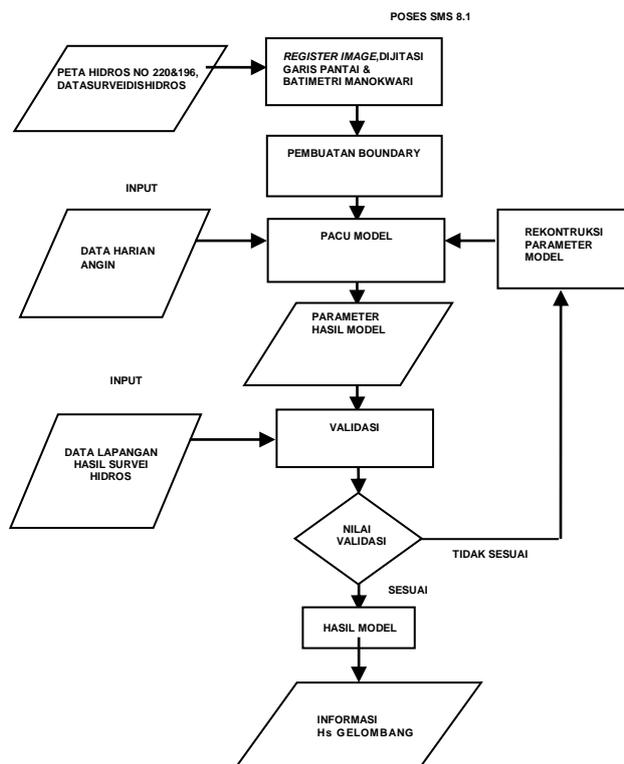
Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah untuk memperoleh dan mengetahui gambaran kondisi gelombang di Perairan Manokwari dengan cara melakukan analisa proses transformasi gelombang laut dari laut lepas menuju pantai menggunakan program pemodelan *STWave* yang merupakan bagian dari perangkat lunak SMS 8.1 di Perairan Manokwari

Ruang Lingkup

Penelitian gelombang menggunakan perangkat lunak SMS dengan data yang didapatkan dari hasil survei Dishidros tanggal 25 Agustus s/d 24 September 2012 dengan menggunakan alat perekam data gelombang (*wave Recorder*) secara otomatis, pada posisi stasiun 00°52'25,40"S-134°03'37,60"T Lokasi pemodelan di perairan Manokwari mencakup posisi stasiun tersebut. Penelitian dibatasi untuk mengkaji parameter-parameter gelombang untuk mendapatkan tinggi gelombang signifikan.

Diagram Alir Penelitian

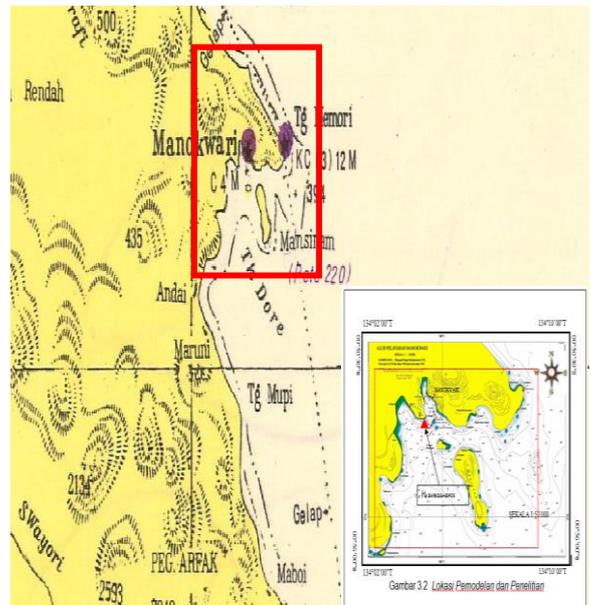


Metodologi

Desain Pemodelan

Lokasi pemodelan meliputi perairan Manokwari dimana lokasi tersebut memiliki data angin yang berpengaruh di perairan Manokwari.

Lokasi Penelitian dan pemodelan dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Lokasi Pemodelan dan Penelitian

Data Input Pemodelan

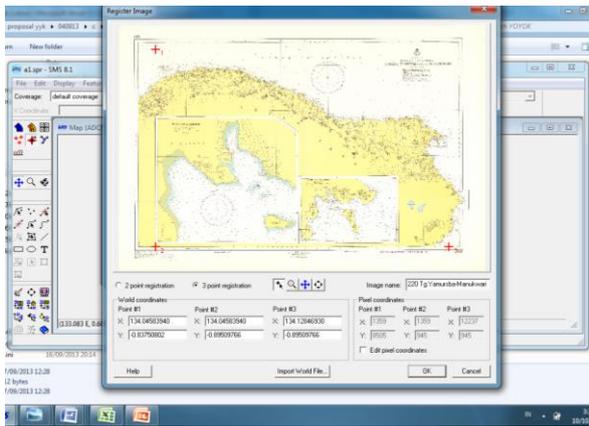
Pada program *STWave* data yang digunakan sebagai input utama adalah data batimetri, data arah dan kecepatan angin serta data arah, tinggi dan periode gelombang. Data batimetri diperoleh dari peta laut no.220 Irianjaya – alur pelayaran manokwari skala 1:50.000 dan peta laut no.196 Irianjaya – pantai utara teluk irian perairan (bagian barat) Manokwari sampai Mioswaar 1:250.000 Untuk daerah Perairan Manokwari data batimetri yang digunakan yaitu data hasil survei Dishidros dan dari peta laut sehingga diperoleh data batimetri yang lebih rapat.

Desain Model

Desain model ini terdiri dari 2 desain, yaitu desain model menggunakan Peta Laut No 220 untuk mendapatkan garis pantai yang detail serta nilai kedalaman yang rapat dan desain model menggunakan Peta Laut No 196 untuk mendapatkan lokasi pemodelan yang lebih luas.

Registrasi Peta

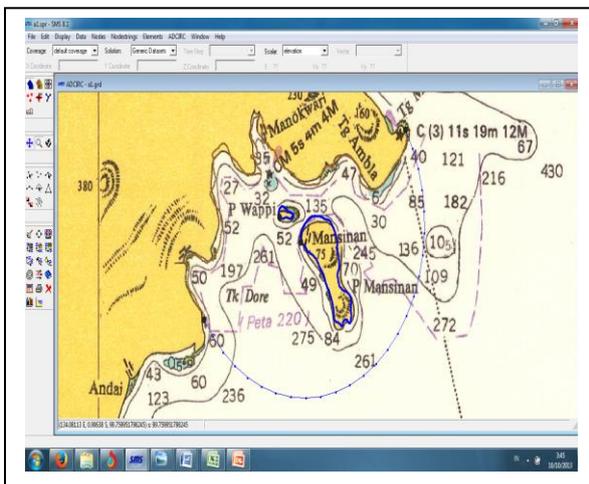
Dalam pemodelan ini menggunakan perangkat lunak SMS 8.1 sebelum pacu model pada program *STWave* terlebih dahulu dilaksanakan registrasi peta pada program *Adcirc* (*Advance Circulation*) yang oleh program yang akan disesuaikan secara otomatis dengan koordinat geografis, datum WGS 84. Proses peta ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Register Peta

Pembuatan *Boundary Area Model*

Dalam program SMS, area pemodelan dibuat dalam dua tahap. Tahap pertama, pembuatan area model dilaksanakan dalam program *Arcirc2Dmesh*, dalam hal ini dilakukan untuk menggabungkan atau memasukkan data *batimetri* dan garis pantai kedalam *grid* yang berada pada area model untuk pacu model arus. Tahap kedua, area model gelombang dibuat pada program *STwave2Dcartesian grid*, padacartesian *grid* transformasi gelombang diproses dalam sumbu x (subskrip i = mengarah ke pantai) dan sumbu y (subskrip j = arah sejajar garis pantai).

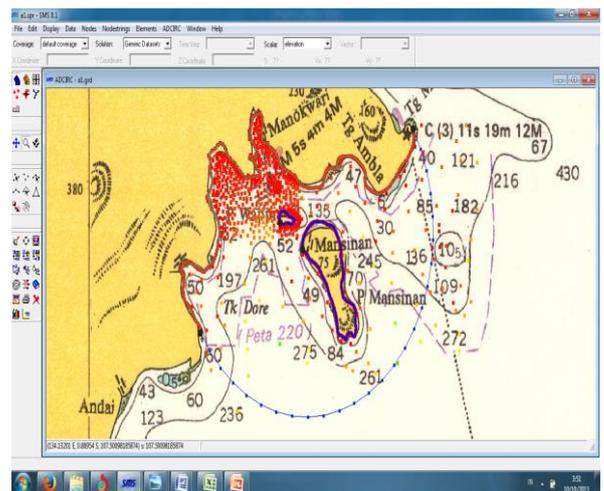


Gambar 3.3 Boundary Area Model

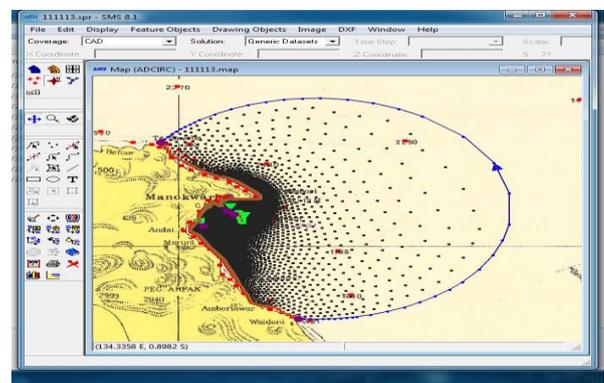
3.3.3 *Input Data Batimetri*

Data batimetri untuk pemodelan diperoleh dari gabungan hasil survei Dishidros di perairan Manokwari dan *digitasi* nilai-nilai kedalaman yang ada di dalam peta laut no 220 dan 196. Adapun *input data batimetri* hasil survei Dishidros dan

hasil *digitasi batimetri* dapat dilihat pada gambar 3.4 dan 3.5.



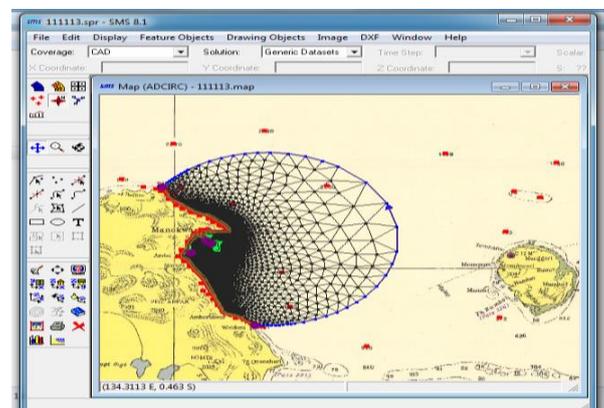
Gambar 3.4 Input data *Batimetri* peta laut 220



Gambar 3.5 Input data *Batimetri* peta laut 196

Pembuatan Grid Mesh

Grid Mesh dibuat setelah didapatkan input data batimetri yang selanjutnya akan digunakan dalam melakukan pemodelan agar tidak ada angka kedalaman yang kosong.



Gambar 3.6 *grid mesh* peta laut 196

Pelaksanaan Pemodelan STWave

Sebelum *Pacu model*, terlebih dahulu menyiapkan data *batimetri* dan data garis pantai kemudian pada syarat batas terbuka model diberikan input data tinggi dan arah gelombang signifikan, periode gelombang serta arah dan kecepatan angin, diberikan di seluruh grid model. Untuk validasi hasil pemodelan yang dijadikan sebagai input data yaitu data rata-rata harian, i Tabel

Skenario Pemodelan

Dalam pemodelan gelombang dengan *software STWave, Pacu model* pemodelan dilaksanakan sebanyak satu kali yaitu *Pacu Model* untuk mendapatkan hasil gelombang dengan menggunakan input berupa tiga nilai rentang kecepatan angin (3, 6, dan 9 Knots) yang direkam selama periode survei oleh AWS pada 4 (empat) arah mata angin.

Analisa Hasil Pemodelan

Pemodelan Gelombang di Perairan Manokwari.

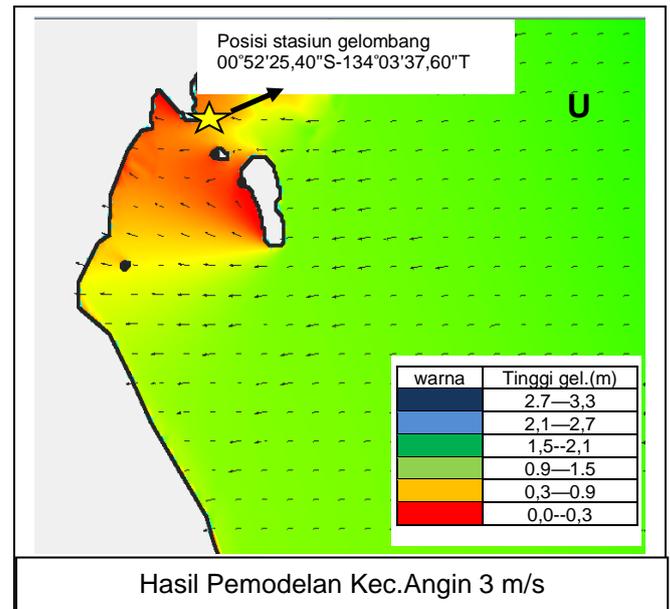
Tujuan menerapkan model transformasi gelombang dari lepas pantai (*offshore*) ke pantai di sekitar perairan Manokwari adalah untuk menggambarkan perubahan parameter gelombang dari perairan dalam ke perairan dangkal. Di perairan dalam, medan gelombang biasanya cenderung homogen pada skala kilometer, tetapi di dekat pantai, di mana gelombang secara kuat dipengaruhi oleh variasi batimetri, elevasi muka air dan arus.

Pada penelitian ini dilakukan analisa tinggi gelombang signifikan tiap arah dari tiga penjurur mata angin di Perairan Manokwari sehingga diperoleh gambaran tinggi gelombang yang terjadi dari daerah lepas pantai sampai gambaran gelombang di sekitar perairan Manokwari. Dalam program *STWave* sebagai input model adalah kecepatan dan arah angin permukaan rata-rata tiap arah dan maksimal tiap arah di lepas pantai, sedangkan output dari pemodelan ini berupa tinggi gelombang signifikan.

Hasil Pemodelan Gelombang

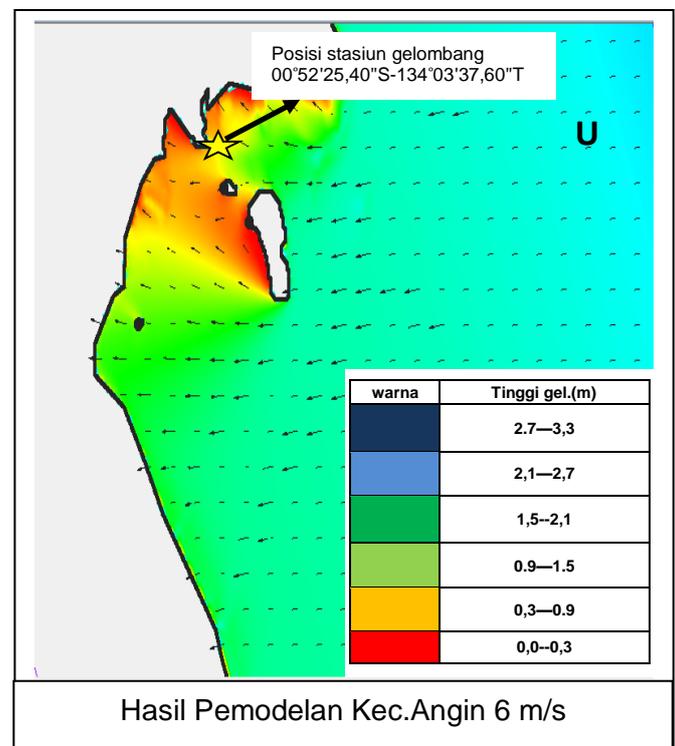
Hasil pemodelan dari tiga arah dengan memasukan rentan kecepatan angin (3, 6, 9 m/s)

Pemodelan Dari Arah Timur



Gambar 4.1. Pemodelan gelombang dari timur

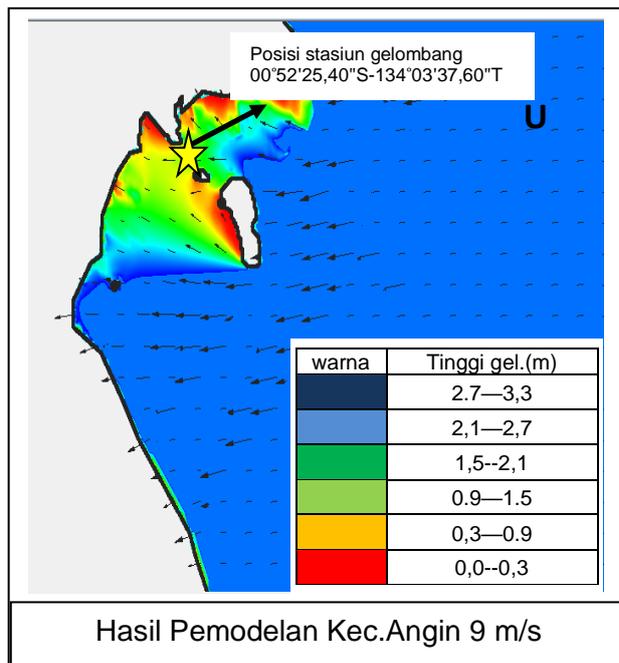
Pemodelan gelombang dari arah timur laut dengan kecepatan angin 3 m/s di dapatkan tipe gelombang seperti pada gambar 4.1 dengan ketinggian gelombang 0,0 m sampai dengan 0,3 m.



Gambar 4.2. Pemodelan gelombang dari timur

Pemodelan gelombang dari arah timur laut dengan kecepatan angin 6 m/s di dapatkan tipe gelombang seperti pada gambar 4.2 dengan

ketinggian gelombang 0,0 m sampai dengan 0,9 m.



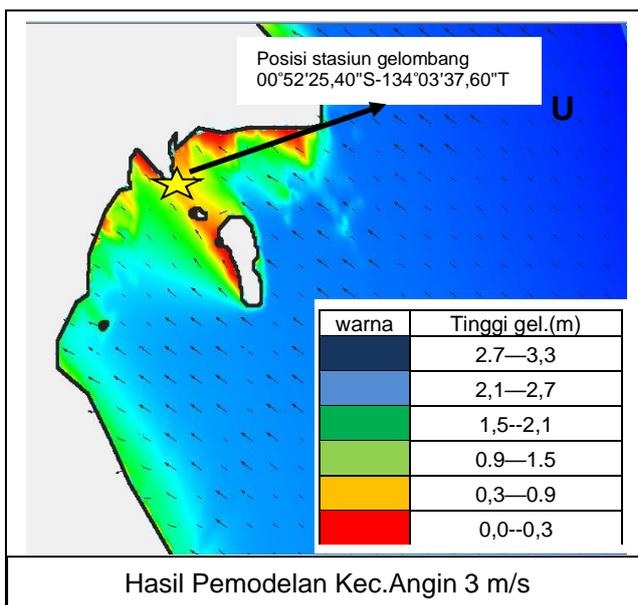
Gambar 4.3. Pemodelan gelombang dari timur

Pemodelan gelombang dari arah timur laut dengan kecepatan angin 9 m/s di dapatkan tipe gelombang seperti pada gambar 4.3 dengan ketinggian gelombang 0,3 m sampai dengan 1.5 m.

Hasil Pengamatan Gelombang SBE Arah Timur

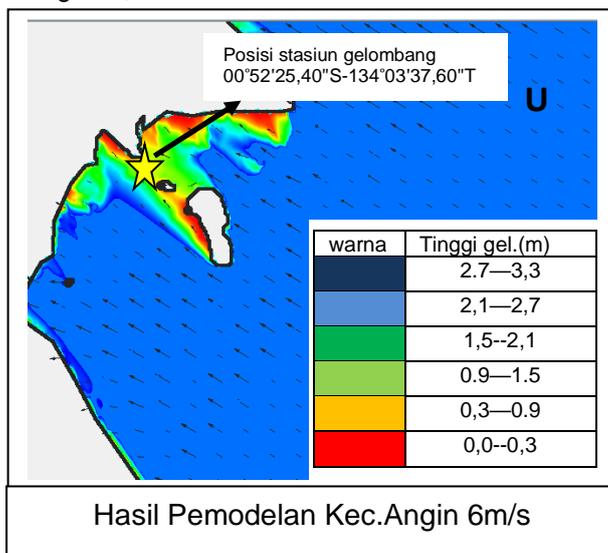
	Rata-rata Tinggi Gelombang Signifikan (cm) Arah Timur Pada Kecepatan Angin (m/s)		
Kec.angin	1-3	4-6	7-9
Data SBE	5,7	37,5	

Pemodelan Dari Arah Tenggara



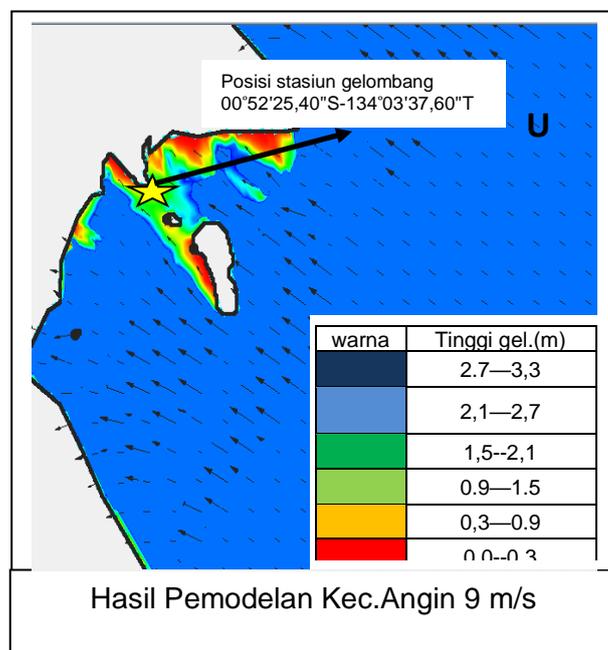
Gambar 4.4. Pemodelan gelombang dari tenggara

Pemodelan gelombang dari arah tenggara dengan kecepatan angin 3 m/s di dapatkan tipe gelombang seperti pada gambar 4.4 dengan ketinggian gelombang 0,0 m sampai dengan 0,3 m.



Gambar 4.5. Pemodelan gelombang dari tenggara

Pemodelan gelombang dari arah tenggara dengan kecepatan angin 6 m/s di dapatkan tipe gelombang seperti pada gambar 4.5 dengan ketinggian gelombang 0,3 m sampai dengan 0,9 m.



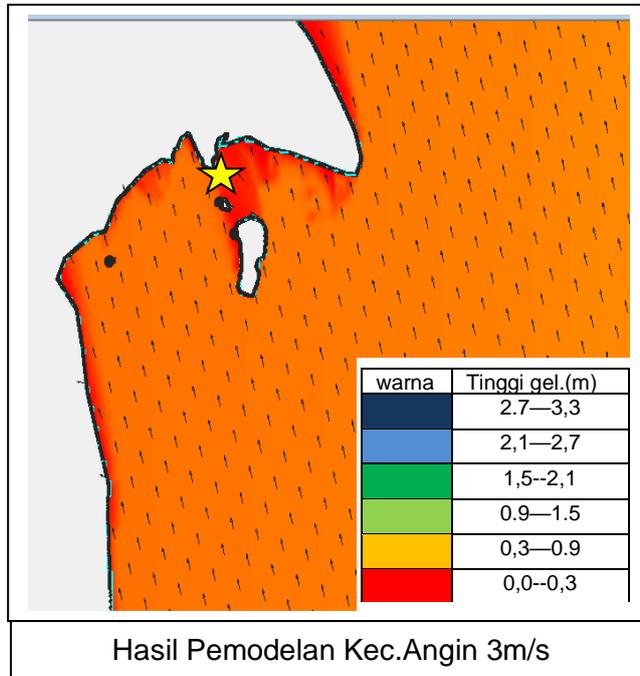
Gambar 4.6. Pemodelan gelombang dari tenggara

Pemodelan gelombang dari arah tenggara dengan kecepatan angin 9 m/s di dapatkan tipe gelombang seperti pada gambar 4.6 dengan ketinggian gelombang 0,3 m sampai dengan 1,5 m.

Hasil Pengamatan Gelombang SBE Arah Tenggara

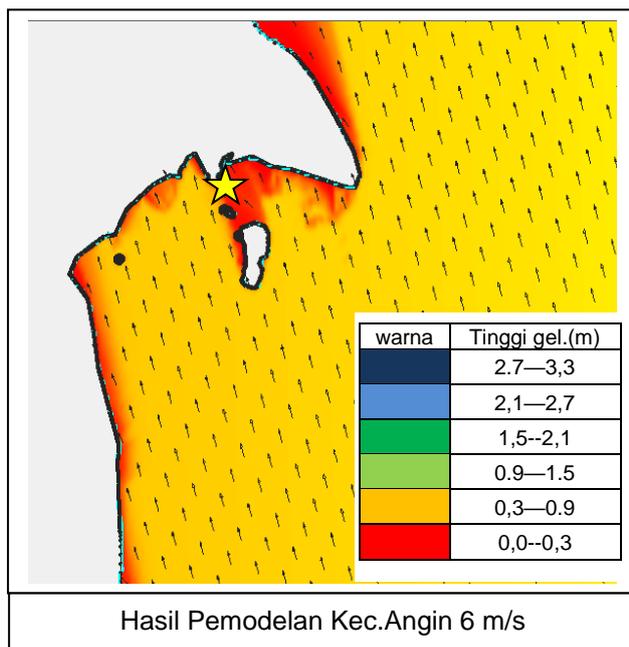
	Rata-rata Tinggi Gelombang Signifikan (cm) Arah Tenggara Pada Kecepatan Angin (m/s)		
Kec.angin	1-3	4-6	7-10
Data SBE	11,9	8,1	49,9

4.2.2 Pemodelan Dari Arah SELATAN



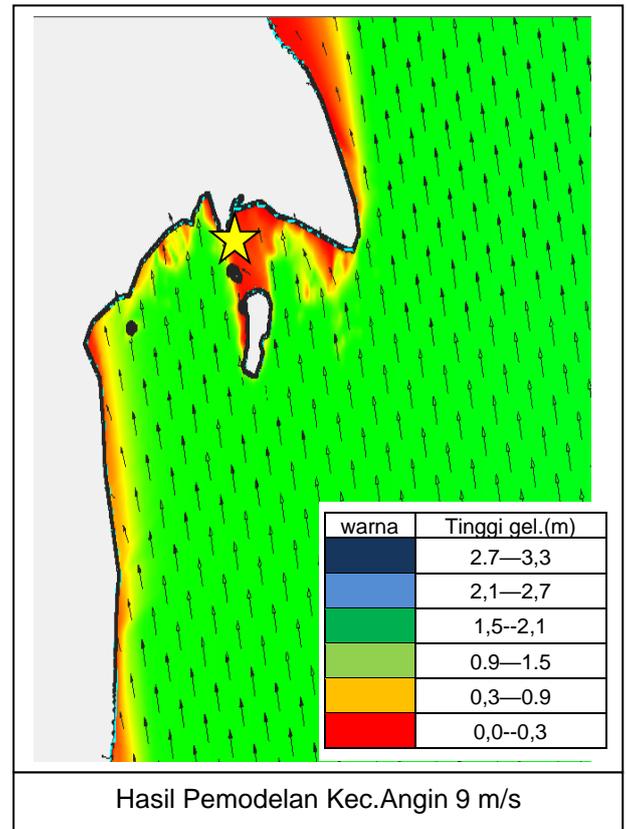
Gambar 4.7. Pemodelan gelombang dari selatan

Pemodelan gelombang dari arah selatan dengan kecepatan angin 3 m/s di dapatkan tipe gelombang seperti pada gambar 4.7 dengan ketinggian gelombang kurang dari 0,3 m.



Gambar 4.8. Pemodelan gelombang dari selatan

Pemodelan gelombang dari arah selatan dengan kecepatan angin 6 m/s di dapatkan tipe gelombang seperti pada gambar 4.8 dengan ketinggian gelombang 0,0 m sampai dengan 0,3 m.



Gambar 4.9. Pemodelan gelombang dari selatan

Pemodelan gelombang dari arah selatan dengan kecepatan angin 9 m/s di dapatkan tipe gelombang seperti pada gambar 4.8 dengan ketinggian gelombang 0,0 m sampai dengan 0,3 m.

Hasil Pengamatan Gelombang SBE Arah Selatan

	Rata-rata Tinggi Gelombang Signifikan (m) Arah Selatan Pada Kecepatan Angin(m/s)		
Kec.angin	1-3	4-6	7-10
Data SBE	3,5	3,6	0,5

Analisa Hasil Pemodelan

Analisa Umum

Berdasarkan hasil pemodelan, didapatkan arah angin dominan yang berpengaruh terhadap ketinggian gelombang sebagian besar berasal dari Timur dan Tenggara, dibandingkan dengan dari arah Selatan yang

memiliki panjang fetch lebih pendek dari kedua arah tersebut.

Untuk keperluan pembangunan dermaga berdasarkan arah gelombang yang dominan dari Timur dan Tenggara, maka arah dermaga disarankan untuk sejajar pantai dan menjorok kearah tersebut untuk menghindari kerusakan dari dermaga, atau dibangun breakwater yang sejajar dermaga dan mengarah ke Timur dan Tenggara sehingga dapat melindungi kapal-kapal yang sedang bersandar di dermaga.

Dari hasil model didapatkan bahwa terdapat perbedaan antara nilai gelombang permodelan SMS dengan nilai gelombang hasil pengamatan SBE, hal ini disebabkan karena hasil pengamatan SBE merekam kejadian gelombang dari pengaruh kegiatan manusia seperti lalu-lintas kapal di daerah dermaga, sedangkan hasil permodelan SMS merupakan perhitungan dari masukan indeks pada perangkat lunak.

Analisa Fetch

Untuk fetch dari Timur, pada kecepatan angin 3, 6, dan 9 m/s, kondisi gelombang bervariasi dari 0.0 – 0,3 m, karena sebagian gelombang masih terhalang Tanjung Memori, Pulau Masinam dan Pulau Lemon, sehingga kondisi perairan di Teluk Dore cenderung tenang.

Untuk fetch dari Tenggara, pada kecepatan angin 3, 6, dan 9 m/s, kondisi gelombang bervariasi dari 0.0 – 1.5 m, namun sebagian besar gelombang masih terhalang oleh Pulau Masinam.

Untuk fetch dari Selatan, pada kecepatan angin 3, 6, dan 9 m/s, kondisi gelombang bervariasi dari 0.0 – 0.3 cm.

Kesimpulan

a. Angin merupakan pembangkit gelombang yang paling dominan di *offshore* daerah penelitian, gelombang merupakan satu faktor utama yang menentukan dalam perencanaan dan pembangunan dermaga.

b. Hasil permodelan maksimal tiap arah dari tiga penjuruan mata angin selama survei tahun 2012, dengan kecepatan angin 9 m/s diperoleh tinggi gelombang dari arah Timur sebesar 1,5 m dan dari arah Tenggara juga didapatkan tinggi gelombang yang sama yaitu sebesar 1,5 m.

c. STWave model numerik dapat digunakan untuk memprediksi perambatan gelombang dari laut lepas menuju pantai yang

dapat digunakan sebagai acuan penentuan elevasi lantai dermaga.

Saran

a. Perlu adanya pengukuran gelombang laut yang secara kontinyu untuk mendapatkan karakteristik gelombang.

b. Diperlukan data gelombang yang spesifik di setiap perairan Indonesia untuk mendapatkan karakteristik nilai gelombang yang akurat.

c. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan memasukkan parameter angin (secara heterogen), dari hasil pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

Amirudin, (2008), *Dinamika Lautan*, Modul Kuliah Jurusan Fisika Fakultas MIPA, UNHAS Makassar.
Dean & Dalrymple, (2002) *coastal processes with engineering application*.

Dishidros TNI AL, (2012), *Laporan Survei dan Pemetaan Perairan manokwari* Jakarta: Dishidros TNI AL.

Dishidros, 1995. Peta Laut No. 220 Dinas Hidro-oseonografi TNI Angkatan Laut.

Dishidros, 1977. Peta Laut No. 196 Dinas Hidro-oseonografi TNI Angkatan Laut.

Jatmiko, E.B dan Sujantoko, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

(2003) *Investigasi Gelombang Laut Perairan Indonesia Untuk*

Kepentingan Strategis Nasional.

JONSWAP Spektrum Dalam Domain Frekuensi Gelombang

<http://www.codecogs.com>

Mihardja, D.K (1994), *Gelombang Laut*, Diktat kursus Oseanografi Perwira TNI AL, ITB, Bandung.

Ningsih, N.S. (2002), *Gelombang Laut*, Diktat Kuliah Program Studi Oseanografi Departemen Geofisika dan Meteorologi, ITB, Bandung.

Pandoe,W.W(2010),Teori Gelombang,BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi),Jakarta.

Sea-Bird Electronics, INC, (2003), *SBE 26 Seagauge Wave and Tide*

Triatmodjo,B.(1996), *Pelabuhan*, Beta Offset, Yogyakarta.

US. Army Corps of Engineering (2002),*Shore Protection Manual*.

UU RI No.45 Th 1999. Tentang Otonomi daerah

Wamdi Group (1988)*The WAM Model – A third Generatiom Ocean Wave*

Prediction Model" *Journal of Physical Oceanography*, Vol 18.

William J Emery dan Richard E Thomson (2001), *Data analysis Methods In Physical Oceanography*, *University of Colorado, USA*.

