

STUDI NUMERIK *TIDAL FRONT* DI PERAIRAN TELUK BALIKPAPAN MENGGUNAKAN MODEL HIDRODINAMIKA

Muhammad Fauzi Ramadhani¹, Mustaid Yusuf², Saat Mubarrok³

¹Laboratorium Fisika Komputasi dan Permodelan, Program Studi Fisika, FMIPA,
Universitas Mulawarman

²Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Mulawarman

³Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Mulawarman

*Corresponding Author: Ramadhani5094@gmail.com

ABSTRAK

Model hidrodinamika dua dimensi COHERENS (*Coupled Hydrodynamical Ecological Model for Regional and Shelf Seas*) telah diaplikasikan untuk mengetahui pola *tidal front* di perairan sekitar Teluk Balikpapan. Simulasi dilakukan pada bulan Juli 2014 dengan menggunakan delapan komponen pasang surut utama sebagai gaya pembangkit. Konstanta harmonik dari komponen pasang surut yang diterapkan pada batas terbuka tersebut diperoleh dari NAO99b. Hasil simulasi model diverifikasi dengan membandingkan antara data elevasi pasang surut dan data DISHIDROS yang diindikasikan dengan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) sebesar 0,15 meter. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa hasil simulasi model memiliki kesesuaian yang cukup baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *critical* dari $\log(H/U^3)$ di perairan Teluk Balikpapan adalah sekitar 3 yang mana nilai tersebut diindikasikan sebagai garis *tidal front*.

Keywords: Model Hidrodinamika, Pasang Surut, *Tidal Front*, Teluk Balikpapan

1. PENDAHULUAN

Salah satu fenomena di laut yang dapat dianalisa dengan menghubungkan beberapa aspek fisis adalah keberadaan *front*. *Front* merupakan daerah yang berbeda karakteristik fisisnya dibandingkan dengan daerah sekitarnya, misal salinitas dan temperatur, yang diakibatkan masuknya air sungai atau karena percampuran pasang surut. *Front* memiliki peran yang sangat penting dalam kegiatan perekonomian. Salah satu contohnya adalah peranan dalam sektor perikanan, dimana salah satu manfaat pengetahuan tentang *front* adalah untuk menganalisis *fishing ground* karena daerah *front* dikenal sebagai daerah yang memiliki nilai produktivitas yang tinggi yang mengakibatkan berkumpulnya ikan di daerah tersebut karena banyaknya sumber makanan di daerah *front*.

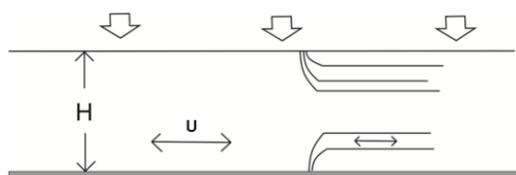
Studi numerik tentang *tidal front* telah banyak dilakukan, antara lain oleh Mukas (2006) yang melakukan studi numerik *tidal front* di Selat Malaka. Yusuf dan Yanagi (2013) juga telah melakukan studi numerik *tidal front* di perairan Laut Jawa, yang memperlihatkan keberadaan *tidal front* di bagian utara Laut Jawa.

Khusus untuk di perairan sekitar Teluk Balikpapan, penelitian yang berkaitan dengan keberadaan *tidal front*, belum pernah dilakukan. Sehingga tidak ada informasi ataupun pengetahuan tentang *tidal front* di perairan sekitar Teluk Balikpapan.

2. TEORI

Dalam beberapa literatur telah disebutkan bahwa *front* adalah daerah yang berbeda karakteristiknya baik dari salinitas, suhu dan lainnya, salah satunya dapat diakibatkan oleh masuknya air sungai atau

karena pencampuran pasut sedangkan lainnya terstratifikasi (Mann dan Lazier, 1991). *Tidal front* merupakan front yang terbentuk di daerah transisi di antara pencampuran air vertikal yang disebabkan oleh *tidal stirring* dan perairan terstratifikasi yang disebabkan oleh pemanasan pada permukaan laut pada musim panas. Lokasi tidal front dikontrol oleh variasi *tidal mixing* utama yang disebabkan oleh perubahan spasial dari arus pasang surut yang memiliki amplitudo U dan kedalaman perairan H . Menggunakan pendekatan parameter $\log(H/U^3)$ (Simpson dan Hunter, 1974).



Gambar 1: *Tidal front*. H adalah kedalaman perairan dan U adalah Amplitudo arus pasang surut

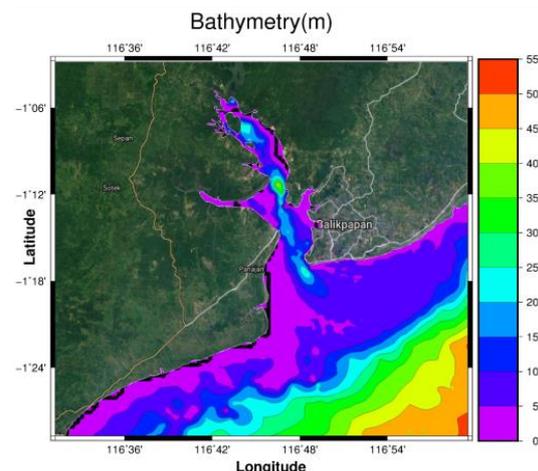
Yusuf dan Yanagi (2013) menerangkan nilai $\log(H/U^3)$ dapat dihitung menggunakan komponen kecepatan M_2+K_1 yang diidentifikasi sebagai *tidal front* di Laut Jawa. Kecepatan komponen M_2+K_1 dipilih berdasarkan distribusi horisontal amplitudo arus pasang surut.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi Perairan Teluk Balikpapan dan secara geografis terletak pada koordinat $1^\circ 28' 48''$ Lintang Selatan hingga $1^\circ 2' 45.6''$ Lintang Selatan dan $116^\circ 31' 12''$ Bujur Timur hingga $116^\circ 59' 20''$ Bujur Timur. Dengan lokasi penelitian terletak pada koordinat $1^\circ 20' 38''$ Lintang Selatan hingga $1^\circ 05' 35''$ Lintang Selatan dan $116^\circ 36' 36''$ Bujur Timur hingga $116^\circ 55' 58''$ Bujur Timur (Gambar 3).

Data betimetri untuk regional Teluk Balikpapan diperoleh dari data satelit SRTM30 PLUS (*Shuttle Radar Topography Mission 30 Plus*) yang memiliki resolusi hingga 30 detik (1 km) dengan spasi grid

horizontal $\Delta x = \Delta y = 460$ m (Gambar 3)

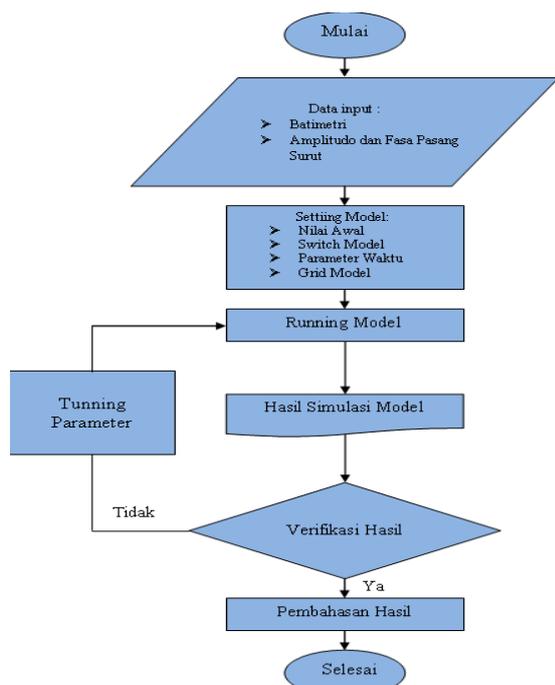


Gambar 3: Lokasi Penelitian dan Overlay Peta Kedalaman Perairan Teluk Balikpapan

Data pasang surut yang diambil dari NAO99b yang merupakan model untuk memprediksi pasang surut (Matsumoto, dkk. 2000). Data pasang surut yang dihasilkan dari NAO99b ini digunakan untuk menentukan konstanta harmonik dari delapan komponen utama pasang surut, diantaranya adalah $M_2, S_2, K_2, N_2, K_1, O_1, P_1$ dan Q_1 .

Model hidrodinamika yang digunakan dalam penelitian ini adalah model COHERENS (Coupled Hydrodynamical-Ecological Model for Regional and Shelf Seas) dari Management Unit of the North Sea Mathematical Models (MUMM), a department of the Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS). COHERENS adalah model hidrodinamik 3D yang dirancang khusus untuk aplikasi di pesisir, estuari dan paparan laut. (Luyten, 2011).

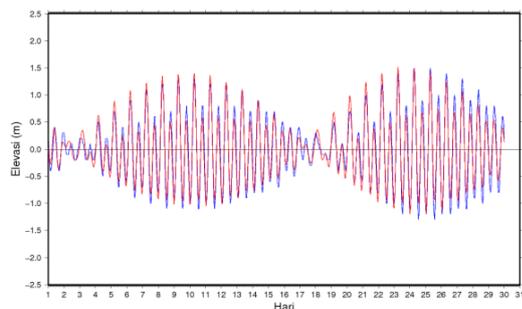
Secara umum Gambar 4 menunjukkan diagram alur yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4: Diagram Alur Penelitian

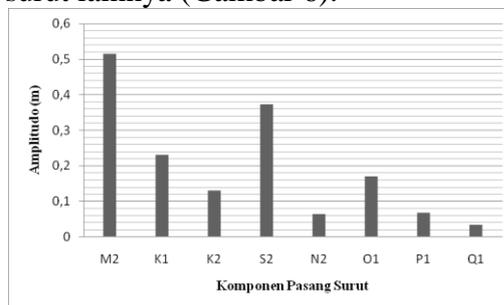
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, verifikasi elevasi pasut dilakukan dengan cara membandingkan data elevasi pasut dari hasil simulasi model terhadap data observasi elevasi pasut DISHIDROS pada koordinat 116°48'10" Bujur Timur dan 01°16'00" Lintang Selatan selama periode 01 hingga 30 Juni 2014. Hasil simulasi terlihat memiliki pola yang sama dengan data observasi dengan nilai error RMS sebesar 0,15. Hal ini terlihat dengan adanya kesesuaian pada gambar, namun terdapat sedikit perbedaan pada besar amplitudo (Gambar 6).



Gambar 5: Verifikasi elevasi dari hasil simulasi (merah) dengan data observasi (biru) pada bulan Juni 2014

Gambar 5: menunjukkan bahwa karakteristik pasang surut di perairan Teluk Balikpapan adalah tipe pasang surut campuran yang condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Hal ini sesuai dengan pernyataan Triatmodjo (1999) dimana pasang surut ini terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari, namun berbeda dalam tinggi dan periodenya. Dengan menganalisa data elevasi pasang surut di suatu tempat, amplitudo dan fasa dari bermacam-macam komponen harmonik pasut dapat ditentukan. Komponen M_2 dan S_2 yang dipilih untuk dianalisis lebih lanjut, karena kedua komponen ini yang paling mendominasi diantara komponen pasang surut lainnya (Gambar 6).



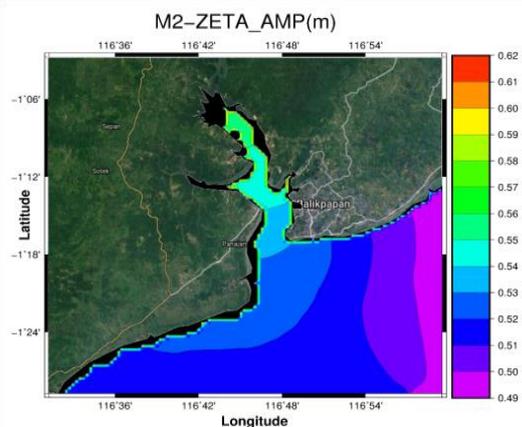
Gambar 6: Spektrum Amplitudo dari Delapan Komponen Pasang Surut

Perambatan gelombang pasang surut pada Teluk Balikpapan dilakukan dengan menggambarkan grafik *co-range* (amplitudo) dan *co-tidal* (fasa) dari komponen harmonik semidiurnal M_2 dan S_2 , sehingga dapat diketahui pola perambatannya.

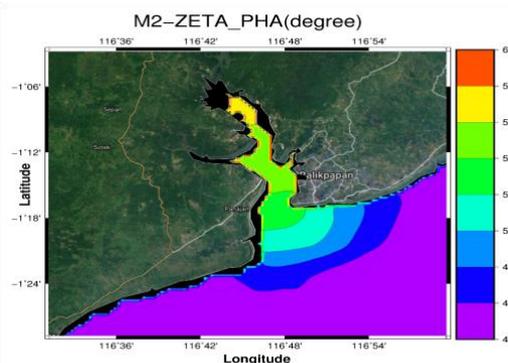
Pola perambatan amplitudo gelombang pasang surut M_2 pada Gambar 7(a) menunjukkan pola yang teratur, dimana amplitudo gelombang pasang surut masuk ke dalam Teluk (Selat Makasar). Nilai amplitudo yang mengarah masuk dari nilai yang rendah dibagian luar Teluk dan sedikit mengalami perambatan di dalam Teluk. Dimana nilai pada batas terbuka Teluk yakni sebesar 0,49 m untuk komponen harmonik pasang surut M_2 dan nilai tertinggi pada bagian dalam Teluk adalah sebesar 0,54 m. Pada Gambar 7(b) menunjukkan bahwa perambatan fasa gelombang pasang surut M_2

berasal dari Selat Makassar bagian selatan dan merambat masuk ke dalam Teluk Balikpapan mengalami perubahan fasa di posisi 1°24' LS sampai 1°18' LS dan memiliki nilai berkisar 204°- 214° dari yang sebelumnya bernilai 154°.

Pada amplitudo gelombang pasang surut S_2 pola perambatan yang ditunjukkan pada Gambar 8(a) menunjukkan bahwa nilai amplitudo yang paling kecil berada di daerah batas terbuka. Pola perambatan tersebut juga menunjukkan pola yang teratur, dimana amplitudo gelombang pasang surut bergerak masuk ke dalam Teluk Balikpapan dari daerah batas terbuka Teluk (Selat Makassar). Nilai amplitudo terendah berada pada bagian dalam Teluk yakni sebesar 0,36 m dan nilai amplitudo tertinggi berada pada bagian luar Teluk sebesar 0,39 m. Pada Gambar 8(b) menunjukkan bahwa perambatan fasa gelombang pasang surut S_2 berasal dari Selat Makassar bagian timur dan merambat masuk ke dalam Teluk Balikpapan. Nilai amplitudo S_2 yang bergerak di perairan Indonesia, memiliki kisaran nilai amplitudo yang tidak begitu besar antara 10-45 cm dan perbedaan nilai amplitudonya juga tidak begitu besar (Oonishi, 2012).

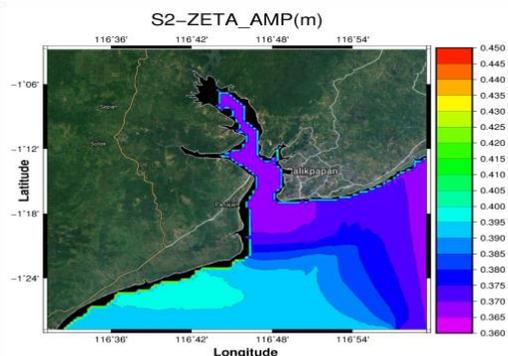


(a) *Co-range* (amplitudo)

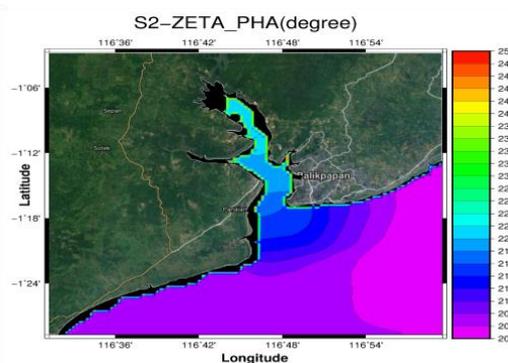


(b) *Co-tidal* (fasa)

Gambar 7 Pola Perambatan Pasang Surut M_2 di Teluk Balikpapan



(a) *Co-range* (amplitudo)

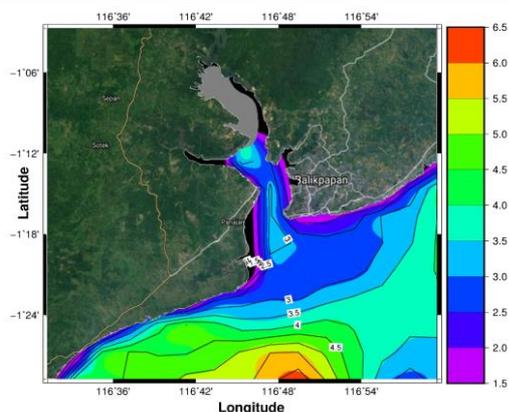


(b) *Co-tidal* (fasa)

Gambar 8 Pola Perambatan Pasang Surut S_2 di Teluk Balikpapan

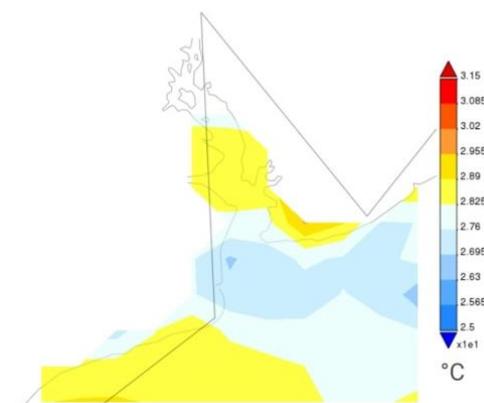
Dalam Penelitian ini diperoleh nilai isolines $\log(H/U^3)$ menggunakan komponen pasang surut dari M_2+S_2 untuk mengidentifikasi *tidal front* pada Teluk Balikpapan. Komponen kecepatan dari M_2 dan S_2 dipilih berdasarkan pada distribusi

horizontal dari amplitudo arus pasang surut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7(a dan b) dan Gambar 8(a dan b). Dengan demikian, berdasarkan data hasil simulasi model nilai *front* di perairan Teluk Balikpapan yang diperoleh berdasarkan nilai $\log(H/U^3)$ adalah 3 (Gambar 9).



Gambar 9 *Front* yang dibangkitkan oleh pasang surut M_2 dan S_2

Distribusi suhu permukaan di perairan sekitar Delta Mahakam berkisar antara $25^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C}$ (Gambar 10), suhu yang lebih dingin menandakan *mixing* secara vertikal sedangkan suhu permukaan laut yang lebih panas menandakan wilayah yang terstratifikasi. MODIS data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data satelit MODIS-aqua 4km (4 *micron night*) pada bulan Juni 2014 yang dikembangkan dan dikelola oleh NASA GES DISC (Acker dan Leptoukh, 2007).



Gambar 10 Distribusi suhu permukaan di perairan Teluk Balikpapan menggunakan

data satelit MODIS-Aqua 4km (4 *micron night*)

5. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dengan menggunakan komponen pasang surut M_2+S_2 , disimpulkan bahwa tidal front pada Teluk Balikpapan memiliki nilai isolines kurang lebih 3. Nilai tersebut menunjukkan daerah transisi antara perairan terstratifikasi dengan mixed water.

karakteristik pasang surut di perairan Teluk Balikpapan adalah tipe pasang surut campuran yang condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) karena pasang surut terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari, namun berbeda dalam tinggi dan periodenya.

6. SARAN

Sebaiknya pada penelitian selanjutnya, keluaran model untuk *tidal front* yang dibangkitkan oleh pasang surut dikeluarkan berdasarkan gaya pembangkit angin.

7. REFERENSI

- Acker, J. G. dan Leptoukh (2007), Online Analysis Enhances Use of NASA Earth science Data, Eos, Trans. AGU 88:14-17.
- Triatmodjo, B. (1999), "Teknik Pantai". Yogyakarta: Beta Offset.
- Luyten, P. (2011), COHERENS –A Coupled Hydroynamical-Ecological Model for Regional and Shelf Seas: User Documentation, Version 2.0, Royal Belgian Institute of Natural Science (RBINS-MUMM), Gulledele 100, 1200 brussels, Belgium
- Mann, K.H dan Lazier, J.R.N. (1991), *Dynamics of Marine Ecosystem*, Berlin
- Mukas, K. (2006), Prediksi Tidal Front di Selat Malaka, Tesis Magister Program Studi Sains dan Kebumihan, Bidang Khusus Oseanografi, Fakultas Ilmu

Kebumihan dan Teknologi Mineral.
Institut Teknologi Bandung

Oonishi, Y. (1977), A Numerical Study on the Tidal Residual Flow. *Journal of the Oceanographical Society of Japan* 33: 207-218

Simpson, J. H., dan J. R. Hunter (1974), Fronts In Irish Sea. *Nature*, 250: 404-406

Yanagi, T. dan T. Koike (1987), Seasonal variation in thermohaline and tidal fronts, Seto inland Sea, Japan. *Continental Shelf Res.* 7: 149-160

Yusuf, M dan Yanagi., T. (2013), Numerical Modelling of Tidal Dynamics in the Java Sea. *Coastal Marine Science* 36(1): 1-12