

Kondisi arus pasang surut di perairan pesisir kota Makassar , Sulawesi Selatan

Tidal currents condition in Makassar waters, South Sulawesi

Taslim Arifin¹, Yulius¹ dan M. Furqon Azis Ismail²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir, Balitbang KP, Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta;

²Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Jakarta. Email korespondensi: taslim@kkp.go.id

Abstract. Numerical hydrodynamics model MOHID based on General Ocean Turbulence Model formula was used to study the tidal current in Makassar waters. The data used in this model are tidal elevation and bathymetry data from GEBCO. The tidal current simulation was conducted for 30 days. Model simulation results show that the tidal current velocity ranged between 0,001 m/s – 0,012 m/s. The current velocity during neap tide is smaller than the velocity during spring tide. The pattern of tidal current in Makassar waters is dominantly flows towards westward and then turned heading northward direction. The simulation result of tide-induced residual current in verification point shows that the flows is ebb-dominant at a rate of 0,005 m/s heading westward direction.

Keywords: Numerical model, Tidal current, Makassar waters.

Abstrak. Model numerik hidrodinamika MOHID yang menggunakan formula dari GOTM (*General Ocean Turbulence Model*) digunakan untuk mempelajari arus pasang surut di perairan Pantai Makassar. Data input yang digunakan adalah elevasi pasang surut dan batimetri dari GEBCO. Simulasi arus dijalankan selama 30 hari. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kecepatan arus berkisar antara 0,001 m/det – 0,012 m/det. Kecepatan arus pada saat pasang surut perbani lebih kecil dibandingkan pada saat pasang surut purnama. Pola arus pasang surut di perairan Pantai Makassar didominasi oleh aliran yang bergerak ke arah barat yang kemudian berbelok ke arah utara. Hasil perhitungan aliran residual dari pasang surut pada titik verifikasi didapatkan bahwa alirannya didominasi oleh aliran surut (ebb-dominant) dengan laju sebesar 0,005 m/det menuju ke arah barat.

Kata kunci: Model numerik, arus, pasang surut, Perairan pantai.

Pendahuluan

Kota Makassar terletak pada posisi 119,24° bujur timur dan 5,8° lintang selatan dengan luas wilayah daratan kurang lebih 175,77 km² ditambah luas wilayah perairan sekitar 100 km² (Anonim, 2011). Kota Makassar merupakan salah satu kota pesisir dengan garis pantai sepanjang ±32 km. Fakta tersebut menjadikan Pemerintah Daerah Kota Makassar memfokuskan pembangunan daerahnya di daerah pesisir untuk mewujudkan visi Makassar sebagai kota maritim yang berorientasi global dan berwawasan lingkungan. Saat ini, pengembangan daerah pesisir melalui reklamasi pantai di Kota Makassar sangat gencar dilakukan (Suriamihardja, 2005). Reklamasi pantai dapat memberikan keuntungan dalam penyediaan lahan baru untuk pemekaran kota, penataan kawasan niaga, pengembangan wisata bahari, dan lain-lain. Kegiatan reklamasi pantai dikhawatirkan dapat melahirkan perubahan ekosistem seperti perubahan pola arus laut, erosi dan sedimentasi pesisir yang berpotensi mengganggu lingkungan pesisir (Mann dan Lazier, 2006).

Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pasang surut dan arus yang dibangkitkan pasang surut sangat dominan dalam proses sirkulasi massa air di perairan pesisir (Duxbury *et al.*, 2002). Pengetahuan mengenai pasang surut dan pola sirkulasi arus pasang surut di perairan pesisir dapat memberikan indikasi tentang pergerakan massa air serta kaitannya sebagai faktor yang dapat mempengaruhi distribusi suatu material di dalam kolom air (Mann dan Lazier, 2006).

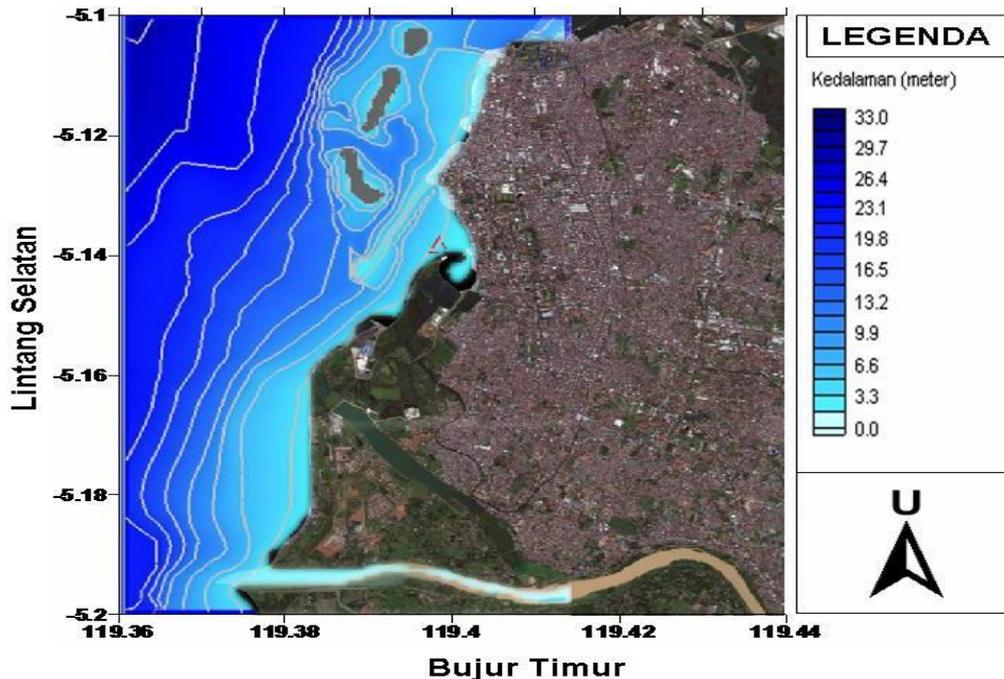
Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah tersedianya informasi pasang surut dan arus pasang surut di perairan Pesisir Kota Makassar dengan menggunakan pemodelan numerik hidrodinamika. Model hidrodinamika dipilih karena dapat memberikan data pasang surut dan arus pasang surut secara komprehensif dan simultan dengan tingkat akurasi yang tinggi (Ramming dan Kowalik, 1980). Dalam tulisan ini dibahas pola sirkulasi arus pasang surut di perairan pesisir Makassar, hasil dari simulasi numerik menggunakan model hidrodinamika MOHID yang merupakan program terbuka (*open source*) dan dapat digunakan sebagai studi pendahuluan dalam perencanaan reklamasi di perairan pesisir Makassar.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada April 2012 di perairan pesisir Kota Makassar (Gambar 1). Pengambilan data dilakukan secara kontinyu selama 15 hari pengamatan dengan menggunakan alat *automatic tide gauge*. Simulasi arus pasang surut dalam studi ini menggunakan program terbuka (*open source*) dengan nama MOHID (Modelo Hidrodinamico). Model MOHID merupakan sebuah program numerik terintegrasi berorientasi objek (*Integrated Object Oriented Model*) yang dikembangkan oleh Miranda *et al.* (2000). MOHID menggunakan metode pendekatan Boussinesq (*Boussinesq approaches*) dan formula dari GOTM (*General Ocean Turbulence Model*) (Alexandre *et al.*, 2009). MOHID memiliki kemampuan proses awal dan akhir (*pre-processor and post-processor*) untuk pemodelan hidrodinamika (Vaz *et al.*, 2009). Proses awal pemodelan numerik adalah pembangunan grid pada daerah yang akan dimodelkan serta penentuan parameter masukan. Proses akhir pemodelan adalah kegiatan menyajikan data hasil pemodelan yang dilakukan. MOHID menyediakan perangkat GIS dan

GUI sebagai perangkat proses awal untuk mengatur, mengedit, dan memvisualisasikan data geometri dalam sebuah grid yang akan digunakan dalam pemodelan numerik. Perangkat proses akhir dari MOHID adalah perangkat post-processor yang dapat menyajikan hasil model secara grafik dan visualisasi data hasil pemodelan pada setiap grid dalam domain model (Vaz *et al.*, 2011).

Daerah model pada studi ini adalah perairan Pesisir Makassar seperti yang terlihat pada Gambar 1. Daerah model dibuat dengan ukuran grid $\Delta x = \Delta y = 50$ meter, sehingga terbentuk menjadi 200 sel baris dan 125 sel kolom. Total sel daerah model sebesar 25.000 sel yang meliputi seluruh area studi. Faktor pembangkit arus dalam simulasi numeris ini berupa elevasi pasang surut hasil pengukuran selama 15 hari yang diinterpolasi dengan langkah waktu $\Delta t = 3600$ detik. Simulasi model hidrodinamika dijalankan selama 30 hari atau 720 jam. Pada simulasi numerik ini menggunakan data input batimetri yang diperoleh dari data GEBCO. Kedalaman maksimum daerah model mencapai 30 meter dengan batas daerah model $119^{\circ} 21' \text{ BT} - 119^{\circ} 25' \text{ BT}$ dan $5^{\circ} 6' \text{ LS} - 5^{\circ} 11' \text{ LS}$. Untuk verifikasi, hasil simulasi akan dibandingkan dengan data hasil pengukuran tinggi muka air laut pada posisi $119^{\circ} 24,17' \text{ BT}$ dan $5^{\circ} 8,59' \text{ LS}$.



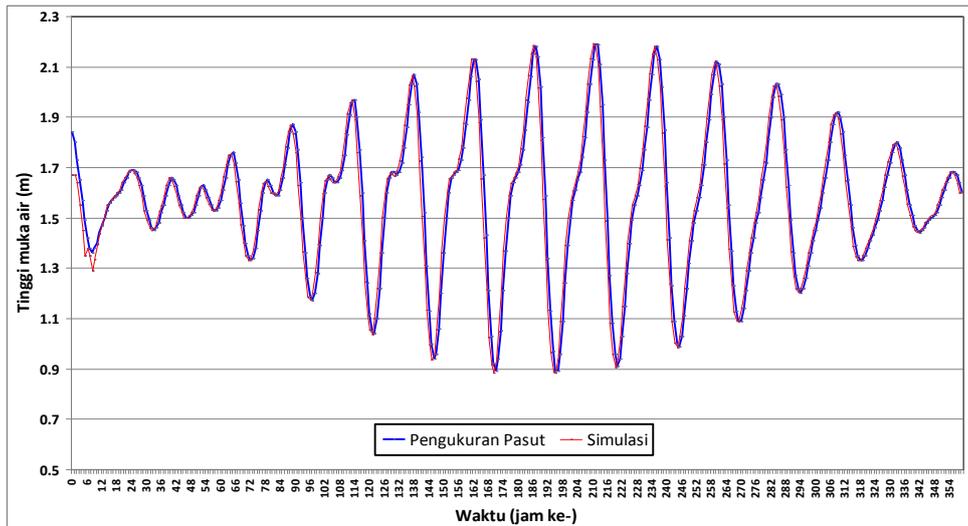
Gambar 1. Lokasi simulasi model arus pasang surut di perairan pesisir Makassar. Segitiga warna merah merupakan lokasi dari titik verifikasi model.

Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi model hidrodinamika yang berupa elevasi (tinggi muka) air laut pada posisi $119^{\circ} 24,17' \text{ BT}$ dan $5^{\circ} 8,59' \text{ LS}$ dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan pada hasil visualisasi gambar tersebut, tipe pasang surut perairan Pantai Makassar adalah tipe campuran yang cenderung diurnal (harian tunggal) dengan amplitudo sebesar 0,88 – 2,18 meter dari muka laut rata-rata (MSL). Tipe pasang surut dan elevasi air laut hasil simulasi tersebut sesuai dengan hasil yang didapatkan oleh Nurfaida (2009). Adanya fluktuasi muka air laut hasil simulasi tersebut akan diikuti oleh gerakan massa air yang periodik (Hatayama *et al.*, 1996) seperti yang terlihat pada Gambar 3 - 10. Verifikasi tinggi muka air (elevasi) hasil simulasi dilakukan dengan membandingkannya dengan hasil pengukuran dari data lapangan. Secara umum, hasil simulasi model dapat merepresentasikan dengan cukup baik pola elevasi muka air di perairan Pantai Makassar (Gambar 2). Hal ini terlihat dengan adanya kesesuaian elevasi muka air dan amplitudo elevasi hasil simulasi dengan selisih sebesar 7%.

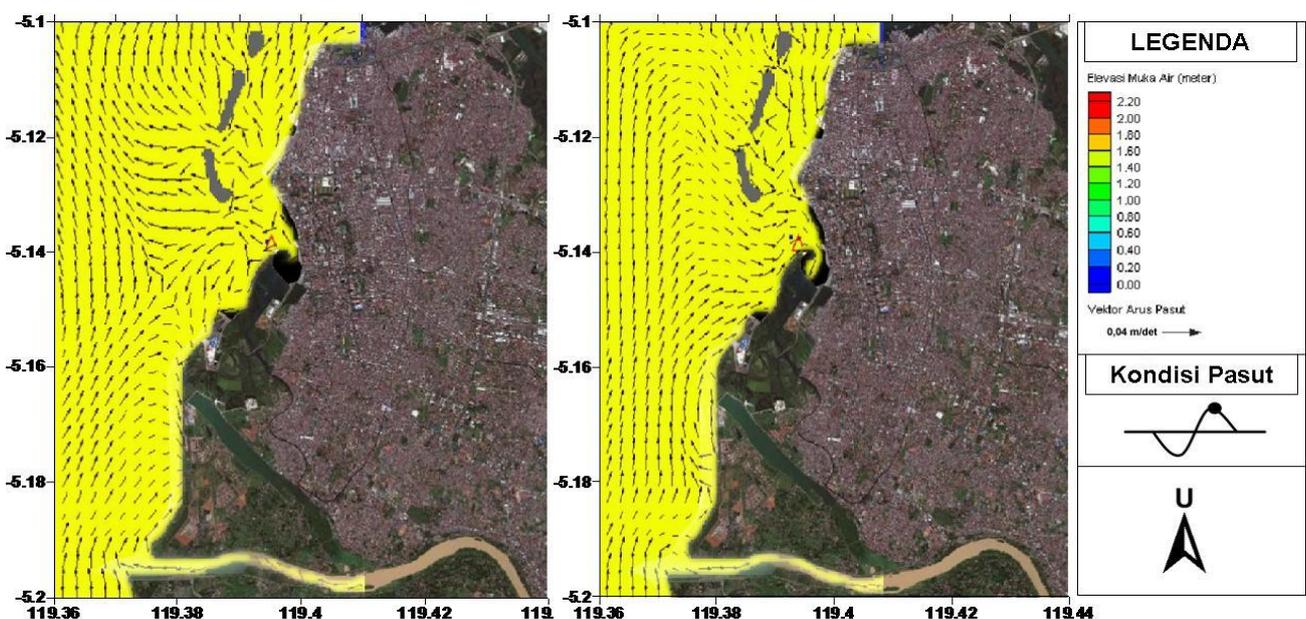
Secara umum pola arus pasang surut rata-rata hasil simulasi model hidrodinamika di titik verifikasi sekitar Pesisir Makassar pada kondisi pasang surut menuju surut perbani menunjukkan bahwa arus pasang surut bergerak ke arah barat menjauhi perairan Pesisir Makassar yang kemudian berbelok secara dominan ke arah utara dengan kecepatan maksimum yang mencapai 0,002 m/detik (Gambar 3). Ketika elevasi air mencapai air terendah pada kondisi surut perbani, pola arus pasang surut hampir sama dengan pola aliran arus pada saat menuju surut perbani yang didominasi oleh aliran ke arah barat dan berbelok menuju ke arah utara dengan kecepatan maksimum mencapai 0,005 m/detik (Gambar 4). Pola arus pada kondisi pasang surut menuju pasang perbani relatif tidak terlalu berbeda dengan pola arus pada saat menuju surut perbani serta pada saat surut perbani dimana pola arusnya masih didominasi oleh aliran yang bergerak ke arah barat dan utara dengan kecepatan arus maksimumnya mencapai 0,001 m/detik (Gambar 5). Pola arus pada saat elevasi air mencapai air tertinggi pada pasang perbani masih menunjukkan pergerakan arus yang didominasi oleh aliran ke arah utara yang kemudian berbelok menuju perairan Pesisir Makassar dengan kecepatan maksimum mencapai 0,008 m/detik (Gambar 6).

Pola arus pasang surut pada kondisi pasang surut menuju surut purnama menunjukkan aliran yang didominasi oleh pergerakan ke arah barat menjauhi perairan Pesisir Makassar dengan kecepatan maksimum mencapai 0,003 m/detik (Gambar 7). Pola arus ketika elevasi air mencapai air terendah pada surut purnama masih didominasi oleh arus yang menuju ke arah barat menjauhi perairan Pesisir Makassar dengan kecepatannya mencapai 0,012 m/detik (Gambar 8). Pola aliran massa air pada kondisi pasang surut menuju pasang purnama didominasi oleh aliran yang bergerak ke arah timur kemudian alirannya berbelok menyusuri Pesisir Makassar dengan kecepatan aliran maksimum mencapai 0,002 m/detik (Gambar 9). Pola arus pada saat elevasi air mencapai air tertinggi pada pasang purnama pola arusnya masih didominasi oleh aliran yang bergerak ke arah timur mendekati Pesisir Makassar dengan kecepatan maksimum mencapai 0,009 m/detik (Gambar 10). Pola arus pasang surut hasil simulasi numerik pada studi ini yang didominasi oleh aliran yang menuju ke barat dan utara memiliki kesesuaian dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Nurfaida (2009) di perairan Pesisir Makassar.



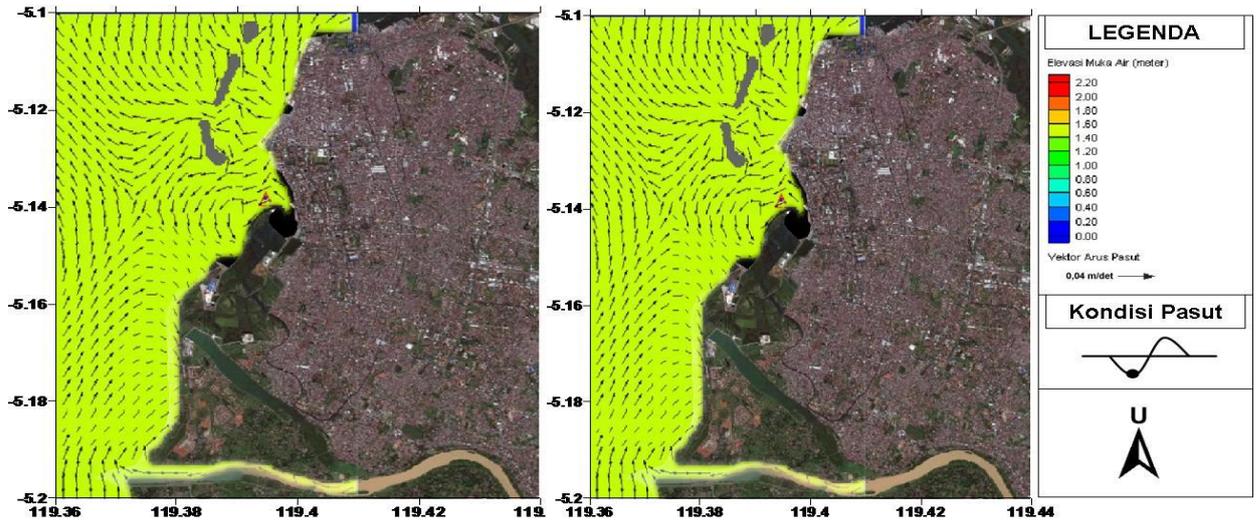
Gambar 2. Perbandingan tinggi muka air hasil simulasi selama 15 hari dengan pengukuran di perairan Pantai Makassar pada posisi 119° 21' 49,50"BT dan 5° 11' 56,35"LS.

Aliran residual dari pasang surut (*tide-induced residual flow*) yang didefinisikan sebagai aliran rata-rata massa air dalam satu siklus pasang surut, memiliki peranan yang sangat penting dalam proses dinamika estuari dan pesisir (Van Manh dan Yanagi, 2000; Widodo *et al.*, 2003). Salah satu contohnya adalah besar dan arah dari aliran residual akan menentukan proses penyebaran dan pengendapan dari berbagai komposisi sedimen dan polutan di pesisir. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa aliran residual di titik verifikasi didominasi oleh aliran surut (*ebb-dominant*) dengan laju sebesar 0,005 m/det menuju ke arah barat atau menuju ke Laut Makassar.



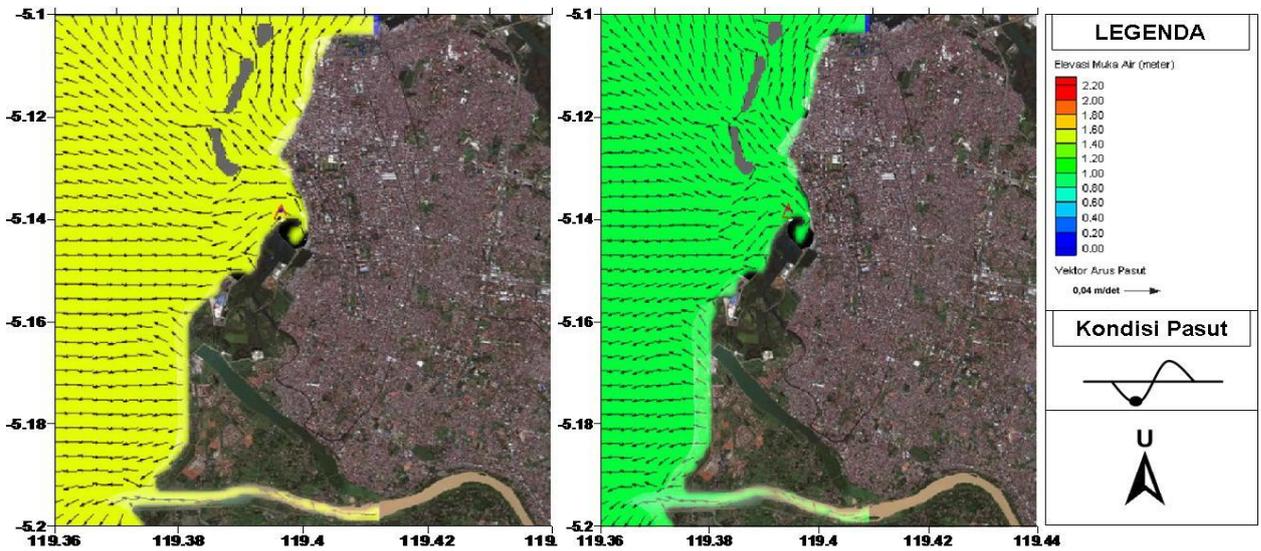
Gambar 3. Pola arus pasang surut rata-rata pada saat kondisi pasang menuju surut perbani di perairan pesisir Makassar

Gambar 4. Pola arus pasang surut rata-rata pada saat surut perbani di perairan pesisir Makassar



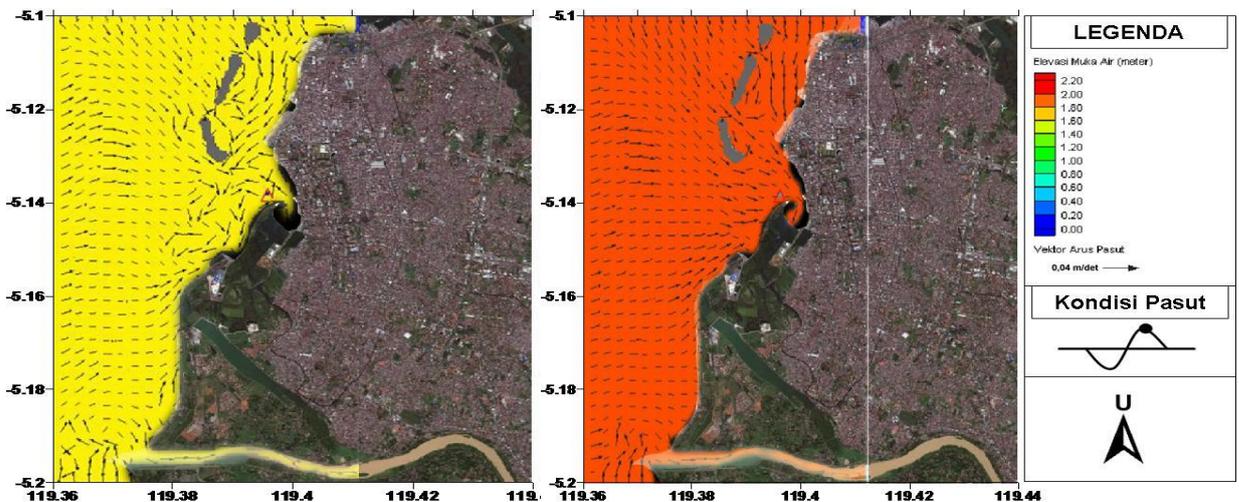
Gambar 5. Pola arus pasang surut rata-rata pada saat kondisi pasang menuju pasang perbani di perairan pesisir Makassar.

Gambar 6. Pola arus pasang surut rata-rata pada saat pasang perbani di perairan pesisir Makassar.



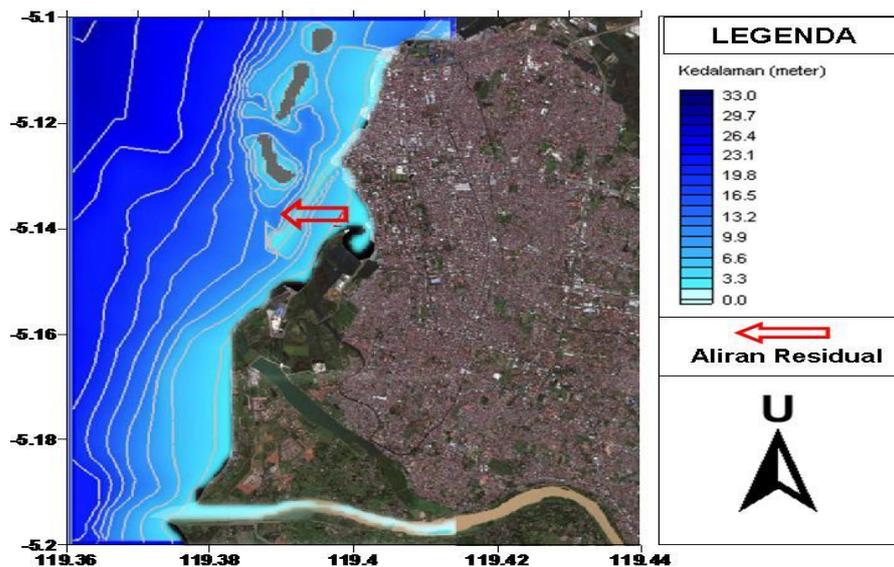
Gambar 7. Pola arus pasang surut rata-rata pada saat kondisi pasang menuju surut purnama di perairan pesisir Makassar.

Gambar 8. Pola arus pasang surut rata-rata pada saat surut purnama di perairan pesisir Makassar.



Gambar 9. Pola arus pasang surut rata-rata pada saat kondisi pasang menuju pasang purnama di perairan pesisir Makassar.

Gambar 10. Pola arus pasang surut rata-rata pada saat pasang purnama di perairan pesisir Makassar.



Gambar 11. Arah aliran residual dari satu siklus pasang surut pada titik verifikasi di perairan pesisir Makassar.

Kesimpulan

Dari hasil simulasi model hidrodinamika arus pasang surut diperairan Pesisir Kota Makassar dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah bahwa tipe pasang surut di perairan Pesisir Kota Makassar adalah tipe campuran yang cenderung diurnal (harian tunggal) dengan amplitudo sebesar 0,88 – 2,18 meter dari muka laut rata-rata. Elevasi muka air laut hasil simulasi model hidrodinamika yang divalidasi terhadap data lapangan memiliki kesesuaian yang cukup baik dengan standar error sebesar 7%. Kecepatan arus pasang surut rata-rata di titik validasi di sekitar perairan Pesisir Makassar pada kondisi pasang surut perbani berada dalam kisaran 0,001 m/detik – 0,008 m/detik, sedangkan untuk kondisi pasang surut purnama berada dalam kisaran 0,002 m/det – 0,012 m/det. Aliran arus pasang surut di sekitar perairan Pesisir Makassar pada kondisi pasang surut perbani dan pasang surut purnama didominasi oleh aliran yang bergerak menuju ke arah barat dan utara dengan aliran residual didominasi oleh aliran surut (*ebb-dominant*) dengan laju sebesar 0,005 m/detik menuju ke arah barat.

Ucapan Terima kasih

Tulisan ini merupakan kontribusi dari riset dengan judul Analisis karakteristik sumberdaya pesisir Kota Makassar, Tahun Anggaran 2010 pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir, Badan Litbang Kelautan dan Perikanan. Ucapan terima kasih diperuntukkan bagi Misbah Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA UNHAS atas bantuan dalam pengambilan data dan Dr. Syafri Burhanuddin, DEA selaku nara sumber pada kegiatan riset di Makassar.

Daftar Pustaka

- Alexandre, N., D. Miguel, P. Chambel. 2009. Three-dimensional modelling of a tidal channel: The espinheiro channel (Portugal). *Continental Shelf Research*, 29: 29-41.
- Anonim. 2011. Makassar dalam angka tahun 2011. Badan Pusat Statistik Kota Makassar, Makassar.
- Duxbury, A.B., A.C. Duxbury, K.A. Sverdrup. 2002. *Fundamentals of oceanography*. McGraw Hill Companies, New York.
- Hatayama, T., T. Awaji, K. Akitomo. 1996. Tidal currents in the Indonesian seas and their effect on transport and mixing. *Journal of Geophysical Research*, 101: 12353-12373.
- Mann, K.H., J.R.N Lazier. 2006. *Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the ocean*. Bedford Institute of Oceanography, Canada.
- Miranda, R., F. Braunsweig, P. Leitao, R. Neves, F. Martins, A. Santos. 2000. MOHID 2000, a coastal integrated object oriented model. *Hydraulic Engineering Software*, 8I: 391-401.
- Nurfaida. 2009. Pengembangan dan rencana pengelolaan lanskap pesisir Kota Makassar sebagai waterfront city. Tesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pranowo, S.P., N.S. Ningsih, A. Supangat. 2003. Kajian arus pasut di perairan pantai Jepara. *Prosiding Seminar Riptek Kelautan Nasional* halaman 111-117.
- Ramming, H.G., Z. Kowalik. 1980. *Numerical modelling of marine hydrodynamics*. Elsevier Scientific Publishing Company, 112-164 pp.
- Suriamihardja, D.A. 2005. *Compromise management in the Jeneberang Delta and Losari Bay, Makassar*. Department of Geography. Publication Series Number 61 University of Waterloo.

- Van Manh, D., T. Yanagi. 2000. A study on residual flow in the Gulf of Tongking. *Journal of Oceanography*, 56: 59-68.
- Vaz, N.A., J.M. Dias, P.C. Leitaó. 2009. Three-dimensiona modelling of a tidal channel: The espinheiro channel Portugal. *Continental Shelf Research*, 29: 29-41.
- Vaz, N.A., J.M. Dias, M. Mateus. 2011. Semidiurnal and spring-neap variations in the Tagus Estuary: Application of a process-oriented hidrodynamic model. *Journal of Coastal Research*, 64: 1619-1623.