

KAJIAN MODEL HIDRODINAMIKA SEBARAN POLA ARUS PERMUKAAN DI TELUK PALU

Icha Untari Meidji¹, Meilan Demulawa², Rusni R. Rifai³

¹²Universitas Negeri Gorontalo

ichauntarimeiji10@ung.ac.id¹, meilan.demulawa@ung.ac.id²

³STKIP Kie raha

rubalqisbintang@gmail.com³

ABSTRAK

Penelitian mengenai pola arus di Teluk Palu sangat jarang dilakukan, padahal perairan ini merupakan daerah potensi strategis secara ekonomi. Studi mengenai pola arus Teluk Palu dilakukan dengan memanfaatkan model Coherens menggunakan Bahasa pemrograman fortran dengan mengabaikan gaya pembangkit angin sebagai pembangkit arus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus pada Teluk Palu bervariasi baik arah maupun kecepatannya. Besar kecepatan arusnya berkisar antara 0,01 m/s hingga 0,33 m/s. Kondisi ini sangat dipengaruhi oleh pergerakan pasang surut baik saat purnama maupun perbani. Model pola arus laut permukaan di Teluk Palu ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pembangunan dan pengembangan sekitar area teluk, bagi masyarakat dan juga bermanfaat bagi penelitian-penelitian selanjutnya

Kata Kunci : *pola arus, teluk palu, model hidrodinamika*

PENDAHULUAN

Salah satu negara dengan predikat kepulauan terbesar di dunia adalah Indonesia dengan Panjang garis pantai sebesar 95.180,8 km. oleh karena itu Indonesia disebut memiliki pantai terpanjang di dunia pada posisi kedua setelah Canada (Yusuf dkk., 2012). 63% total wilayah keseluruhan milik Indonesia adalah laut territorial yaitu seluas kurang lebih 5,1 juta km² ditambah 2,7 juta km² yang merupakan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE). Berdasarkan fakta ini, Indonesia berpotensi mengolah sumberdaya pesisir dan lautan yang melimpah dan beranekaragam (Widyastuti & Handoko, 2010). Fakta mengenai potensi perairan yang sangat besar, tidak diimbangi dengan penelitian yang memadai mengenai kondisi perairan negara ini sehingga potensinya belum maksimal dimanfaatkan.

Teluk Palu merupakan perairan di Indonesia yang unik karena menjadi Arlindo atau Arus Lintas Indonesia yang mengalir dengan kecepatan tinggi dan mengakibatkan adanya tekanan rendah di Selat Makassar. Perilaku perairan ini membuat massa air tersebut memiliki mekanisme serupa dengan “penyemprot serangga” (Gordon dkk., 2008; Sabhan dkk., 2020). Kondisi ini menyebabkan Teluk Palu menarik untuk diteliti secara komprehensif termasuk pola arusnya. Arus sendiri merupakan pengaruh yang paling dominan terhadap transport sedimen yang berfungsi sebagai agen pengerosi. Pemanfaatan area sekitar teluk palu sebagai tempat pariwisata, perhotelan, pusat kuliner dan rencana reklamasi membuat informasi mengenai sedimentasi pantai yang tentu saja dipengaruhi oleh pola arus menjadi penting. Penelitian ini bisa digunakan untuk analisis sebaran sedimen ataupun kualitas perairan sekitar pantai Teluk Palu. Selain itu pemodelan pola arus bermanfaat menjadi data awal untuk mengetahui sebaran polutan ataupun sampah rumah tangga yang biasanya dibuang di laut oleh masyarakat sekitar.

Faktor pembangkit arus yang ditinjau pada penelitian ini antara lain massa air laut, gaya gravitasi dan gaya pasang surut tanpa mempertimbangkan faktor pengaruh angin. Penelitian serupa pernah dilakukan oleh (Meidji dkk., 2020), dengan memasukkan pengaruh angin sebagai tinjauan utama, sehingga analisisnya hanya arus bagian permukaan saja. Selain itu penelitian tersebut hanya menganalisis lokaksi di sekitar muara sungai palu, sedangkan penelitian ini menganalisis pola arus seluruh teluk palu hingga batas terbuka di utara kota palu.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian yaitu meliputi seluruh Teluk Palu dengan batas tertutup sepanjang pantai dan batas terbuka di Selat Makassar dengan pembagian grid dibagi menjadi grid horizontal dan vertikal serta jarak untuk setiap gridnya adalah 250 m. Data masukan pada penelitian antara lain data Pasang Surut, Batimetri, Temperatur, Kecepatan Aliran Sungai, sedangkan data gravitasi, massa air maupun gaya Coriolis menggunakan data default model coherens. Tahapan analisis data dimulai dengan Penyiapan model dan parameter-parameter fisis. Pada tahap ini dilakukan penyiapan model numerik yang digunakan dalam penelitian seperti mengidentifikasi syarat batas yang digunakan dalam simulasi, Melakukan setting model untuk penerapan syarat batas, sistem grid serta parameter-parameter fisis yang

digunakan dan melakukan modifikasi model untuk input pembangkit serta output data yang dibutuhkan.

Tahapan pengolahan data menggunakan model coheren melalui bahasa pemrograman fortran dilakukan dengan memasukkan parameter input yang ada, kemudian untuk memodelkan pola arus digunakan persamaan 1 dan 2 (Luyten dkk.,1999)ditambahkan dengan persamaan numerik berdasarkan solusi numerik metode beda hingga dengan mengambil nilai awal di setiap grid adalah nol dan syarat batas terbuka dari hasil interpolasi peramalan pasang surut, sedangkan syarat batas tertutup sama dengan nol. Hasil simulasi model 2D diskenariokan pada keadaan pasang surut purnama dan perbani. Kedua skenario tersebut memiliki perbedaan arus yang sangat signifikan. Setiap skenario telah menghasilkan pola arus pada keadaan pasang maksimum, surut minimum, pasang menuju surut dan surut menuju pasang.

Persamaan gerak(momentum) dalam arah-x :

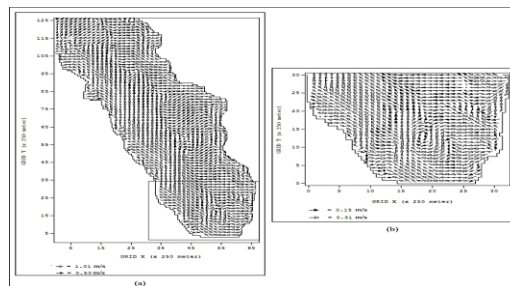
$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x_1} + v \frac{\partial u}{\partial x_2} - f u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x_1} + \frac{\partial}{\partial x_1} \tau_{11} + \frac{\partial}{\partial x_2} \tau_{21} \quad (1)$$

Persamaan gerak(momentum) dalam arah-y :

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x_1} + v \frac{\partial v}{\partial x_2} - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x_2} + \frac{\partial}{\partial x_1} \tau_{12} + \frac{\partial}{\partial x_2} \tau_{22} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola arus pasang surut saat purnama

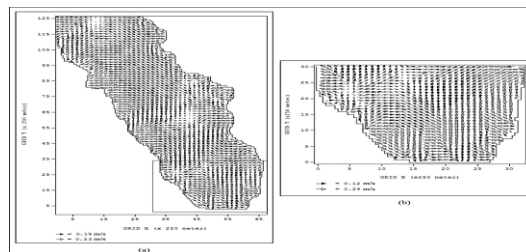


Gambar 1. Pola arus saat pasang purnama (a) teluk (b) muara.

Pola arus saat pasang purnama tergambarkan sebagai anak panah kecil di gambar 1. Pada sebelah barat teluk, arus dominan bergerak ke arah utara dan pada daerah pantai

mengarah ke barat laut. Sedangkan sebelah timur teluk arus bergerak ke arah barat, barat laut, dan barat daya. Sehingga pada daerah tengah sepanjang teluk arus mengalami pertemuan yang kemudian mengarah keluar Teluk Palu. Arus pada daerah mendekati batas terbuka mengalami perbedaan arah dimana arus tersebut bergerak dari barat ke timur laut. Kecepatan arus pada saat pasang purnama berkisar antara 0,01 – 1,01 m/s. Nilai kisaran kecepatan arus ini dapat dilihat secara detail pada data hasil keluaran program. Kecepatan arus terbesar berada di sekitar muara teluk dan hampir di seluruh bagian pinggir teluk. Pada bagian muara saat pasang purnama, dari arah timur pola arus bergerak ke arah barat menuju utara dan sebagian ke arah barat laut di sekitar batas terbuka. Di bagian mulut muara sebagian pola arus bergerak ke arah barat. Kecepatan arus di daerah muara berkisar antara 0,01 – 0,31 m/s. kecepatan arus terbesar berada di sekitar mulut dan sebelah barat muara.

Ketika surut purnama pergerakan arus di Teluk Palu dapat dilihat pada Gambar 2 (a) bertolak belakang dengan saat pasang purnama dimana dari batas terbuka arah barat laut arus ke masuk dalam teluk, di bagian tengah teluk arus berbelok ke arah tenggara dan barat daya. Kemudian terdapat arus yang berlawanan arah menuju utara sehingga dibagian ini terdapat arus yang bertabrakan. Selanjutnya masuk daerah muara, arus berbelok lagi ke arah selatan teluk.

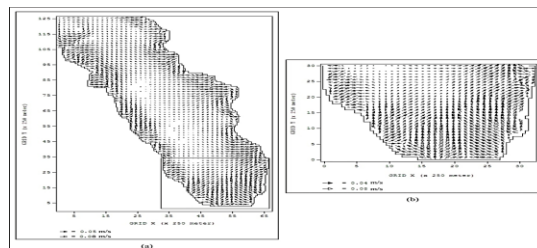


Gambar 2. Pola arus saat surut purnama (a) teluk (b) muara.

Pada saat surut purnama, kecepatan arus Teluk Palu lebih kecil dibandingkan saat pasang, yaitu berkisar 0,01 – 0,33 m/s. Pola arus daerah muara saat surut purnama juga memiliki pergerakan yang bertolak belakang dengan pergerakan arus pada saat pasang purnama. Sedangkan untuk kecepatan arusnya, bagian selatan dan timur muara memiliki kecepatan arus yang lebih besar berkisar 0,15 – 0,24 m/s dibandingkan bagian timur dan batas terbuka muara yang memiliki kecepatan arus sangat kecil yang hanya berkisar 0,01 – 0,15 m/s.

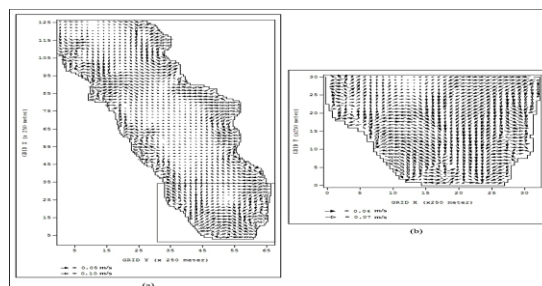
Pola arus pasang surut saat perbani

Pergerakan arus saat pasang perbani berkebalikan dengan pada saat surut purnama, begitupun dengan kecepatan arusnya yang sangat kecil dibandingkan dengan kecepatan arus saat purnama baik pada Teluk Palu maupun pada daerah muara. Pola arus pada Teluk Palu di bagian utara mengarah keluar menuju batas terbuka, pada bagian tengah arus berbalik arah masuk ke teluk dan kemudian pada bagian selatan teluk arus berbalik kembali ke arah utara. Kecepatan arus yang bergerak saat pasang perbani di Teluk Palu berkisar antara 0,01 – 0,08 m/s.



Gambar 3. Pola arus saat pasang perbani (a) teluk (b) muara.

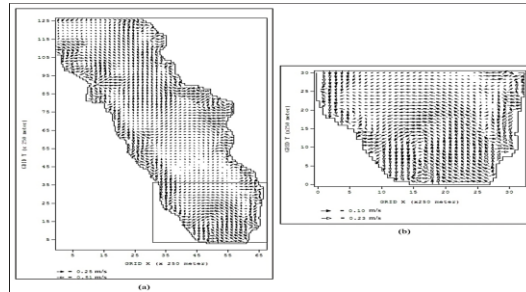
Sedangkan pada daerah muara saat pasang perbani arus lemah pada batas terbuka bergerak ke arah timur dan barat, dari arah mulut muara arus sebagian besar bergerak dari selatan ke arah utara dengan kecepatan yang lebih besar. Kecepatan arus di muara Sungai Palu berkisar antara 0,01 sampai 0,08 m/s.



Gambar 4. Pola arus saat surut perbani (a) teluk (b) muara.

Berbeda dengan pola arus saat pasang perbani pada Teluk Palu yang pergerakan arusnya berkebalikan dengan surut purnama, pergerakan arus surut perbani memiliki pola yang hampir sama dengan surut purnama, tetapi memiliki kecepatan arus yang relatif lebih kecil terutama pada bagian tengah teluk. Kecepatan arus Teluk Palu saat surut perbani hanya berkisar 0,01 – 0,10 m/s. Kecepatan arus di bagian muara saat surut perbani lebih kecil lagi,

yaitu berkisar 0,01 – 0,07 m/s dengan pola arus yang mengarah ke barat tepat pada bagian muara. Arah arus pada daerah ini dominan menuju ke timur berbelok ke tenggara, beberapa arus menuju ke utara muara.



Gambar 5. Pola arus saat pasang menuju surut perbani (a) teluk (b) muara.

Kecepatan arus pasang menuju surut saat perbani cukup kecil, hanya berkisar 0,01 – 0,51 m/s. Kecepatan arus membesar di daerah tengah teluk yang memiliki batimetri lebih dalam kemudian mengecil di dekat muara. Saat pasang menuju surut pola arus bergerak ke luar teluk ke arah utara maupun barat laut. Kecepatan arus yang sangat kecil berada di tengah muara yang hanya bernilai sekitar 0,01 m/s sampai 0,02 m/s. Jika dibandingkan dengan teluk, kecepatan arus semakin berkurang ke arah muara yaitu hanya berkisar 0,01 – 0,37 m/s. Terlihat pada Gambar 5 (b) arus sebagian besar bergerak dari arah tenggara menuju barat laut kemudian berbelok ke arah barat. Tepat pada mulut muara, arus bergerak dari arah selatan menuju utara.

Analisis dinamika arus 2D

Pengaruh batimetri terhadap pola arus pasang surut permukaan perairan dapat dilihat dari kecepatan arus permukaan, dimana kecepatan arus yang lebih besar terjadi pada batimetri yang lebih dangkal sedangkan untuk daerah batimetri yang lebih dalam kecepatan arusnya relatif lebih kecil. Pengaruh ini sangat terlihat pada pinggir Teluk Palu maupun muara Sungai Palu yang tentunya memiliki batimetri lebih kecil, memiliki kecepatan arus yang lebih besar dibandingkan di bagian tengahnya. Selain itu pendangkalan pada bagian barat teluk di perairan Kelurahan Lere juga memperlihatkan pengaruh batimetri terhadap kecepatan arus yang mengakibatkan arus pada daerah ini lebih cepat di banding perairan yang memiliki batimetri lebih dalam lainnya. Sedangkan untuk arah arus permukaan, batimetri perairan tidak terlalu berpengaruh sebab arah arus untuk beberapa waktu mengalami perbedaan arah. Seperti pola arus pada muara Sungai Palu saat surut purnama yang arah arusnya bergerak dominan dari timur ke barat sedangkan pada saat pasang purnama arah arus

bergerak dominan dari barat ke timur. Jika batimetri berpengaruh terhadap arah arus, maka seharusnya arah arus dari waktu ke waktu tidak memiliki perbedaan. Arah arus permukaan lebih dipengaruhi oleh pasang surut perairan. Topografi daerah juga turut mempengaruhi pembelokan-pembelokan arah yang terjadi baik di Teluk Palu maupun muara Sungai Palu. Teluk Palu yang berhubungan langsung dengan Selat Makassar yang kemudian mengalami penyempitan perairan saat masuk ke Teluk dan sempitnya Teluk Palu sangat berpengaruh terhadap pembelokan-pembelokan arah arus. Pembelokan-pembelokan arus ini terutama terjadi pada pinggir hampir seluruh Teluk Palu dan arus yang bergerak di sekitar muara yang mendapat pengaruh dari menyempit dan tertutupnya daerah tersebut.

Perbedaan elevasi permukaan laut mengakibatkan timbulnya perbedaan tekanan vertikal air laut, sehingga mengakibatkan arus. Dalam pergerakannya, arah arus dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk diakibatkan oleh pengaruh pasang surut. Pada daerah teluk, pergerakan arus lebih dominan dipengaruhi oleh pembangkit pasang surut. Hal ini terlihat dari arah arus yang saling bertolak belakang. Pada perairan sempit seperti muara dan teluk, ketika pasang surut berada pada posisi pasang menuju surut terjadi pengurasan air laut (waktu kurus) sehingga arah arus terlihat masuk ke dalam teluk. Sedangkan ketika surut menuju pasang terjadi pengisian air laut pada daerah tersebut sehingga arah arus mengarah ke dalam teluk. Di perairan muara Sungai Palu, arus sangat bervariasi dengan aliran yang relatif beragam. Arah aliran maupun kekuatan arus terutama berubah sesuai dengan perubahan keadaan baik purnama maupun perbani. Arah arus muara Sungai Palu sebagian besar bergerak dari arah barat ke timur yaitu saat pasang purnama, pasang perbani, surut menuju pasang purnama, pasang menuju surut perbani dan surut menuju pasang perbani sedangkan pada saat surut purnama, surut perbani dan pasang menuju surut purnama arus bergerak dari arah timur ke barat. Secara umum kecepatan arus di muara Sungai Palu berkisar 0,01 – 1,39 m/s. Kecepatan arus muara Sungai Palu masih relatif lemah dan masih dalam batas normal arus perairan pantai. Hal ini dikarenakan oleh kondisi perairan yang relatif dangkal dimana nilai kedalaman terbesar tidak lebih dari 200 m sehingga faktor gesekan dasar laut juga ikut berperan meredam kekuatan arus. Kecepatan arus sangat berpengaruh terhadap pasang surut, terlihat jelas bahwa saat purnama kecepatan arus muara Sungai Palu lebih besar dibandingkan kecepatan arus saat perbani dan saat pasang arus bergerak lebih cepat dibandingkan saat surut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil simulasi model yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pola arus di muara Sungai Palu sangat bervariasi dengan aliran yang relatif beragam. Pola pergerakan maupun kecepatan arus berubah sesuai dengan perubahan waktu (purnama atau perbani). Kecepatan maupun arah arus ini sangat dipengaruhi oleh pasang surut. Terlihat bahwa kecepatan dan arah arus muara Sungai Palu saat purnama lebih besar dibandingkan kecepatan arus saat perbani. Kecepatan arus yang bergerak di muara Sungai Palu berkisar 0,01 m/s sampai 1,39 m/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Anne Katherin, Sudarno.. 2016. *Perancangan pengendalian bising dengan pemasangan rock wool pada ruang pegawai di dipo lokomotif semarang poncol*. Semarang. Jurnal Teknik Lingkungan. Vol 5 No 2
- Doelle, Leslie E. 1990. *Akustik Lingkungan*. Jakarta : Erlangga
- Ehs.yale.edu. 2010. *Decibel (dB) Standard Level of Comparison Chart*.
<https://ehs.yale.edu/sites/default/files/files/decibel-level-chart.pdf>. Diakses pada tanggal 10 Februari 2021
- Egan, M. D. 1988. *Architectural Acoustics*. New York. Gordon, A. L.,
- Susanto, R. D., Ffield, A., Huber, B. A., Pranowo, W., & Wirasantosa, S. (2008). Makassar Strait throughflow, 2004 to 2006. *Geophysical Research Letters*, 35(24), L24605.
<https://doi.org/10.1029/2008GL036372>
- Luyten, J. P., Jones, J. E., Proctor, R., Tabor, A., Wild, P. T. K., & Alle. (1999). *Coherens*.
- Meidji, I. U., Mudin, Y., & Jayadi, H. (2020). Model 2D Coherens Angin Terhadap Pola Arus Permukaan dan Distribusi Salinitas di Muara Sungai Palu. *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 7(1), 1–10.
- Sabhan, S., Pranowo, W. S., Purba, M., & Koropitan, A. F. (2020). Model Perpindahan Vertikal Massa Air Oleh Interaksi Arus Dan Topografi Di Teluk Palu. *POSITRON*, 10(1), 42. <https://doi.org/10.26418/positron.v10i1.37263>
- Widyastuti, R., & Handoko, E. Y. (2010). Pemodelan Pola Arus Laut Permukaan di Perairan Indonesia Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-1 (DYAS). *GEOID*, 06(01), 6.
- Yusuf, M., Handoyo, G., & Wulandari, S. Y. (2012). Karakteristik Pola Arus Dalam Kaitannya dengan Kondisi Kualitas Perairan dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*, 1, 63–74.