



MODEL 2D COHERENS ANGIN TERHADAP POLA ARUS PERMUKAAN DAN DISTRIBUSI SALINITAS DI MUARA SUNGAI PALU

I U Meidji¹, Y Mudin², H Jayadi³, dan M U Botjing⁴

^{1,3,4}*Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, 94111, Palu*

²*Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako, 94111, Palu*

email: ichauntarimeiji10@gmail.com

INFO ARTIKEL

Status artikel:

Diterima: 20 April 2020

Disetujui: 10 Juni 2020

Tersedia online: 30 Juni 2020

Keywords:

wind, salinity,

2D coherens model,

surface current, tidal

ABSTRACT

The pattern of surface currents and salinity distribution at the mouth of the Palu River by using the 2D coherens model to show that the presence of wind factors influences the velocity and direction of the tidal and non-tidal surface flow patterns at the mouth of the Palu River. Using primary and secondary data, the results show that non-tidal currents are more dominant with the direction of spread from the North to the East to the West then turn to the South, with a velocity of 2.57 m/s. The pattern of salinity distribution with tidal and non-tidal flow generators has a different model. Still, it has the same direction, namely the flow from North East to West direction, which is deflected to the South adjacent to the mouth of the Palu River estuary.

1. PENDAHULUAN

Teluk Palu yang berada di Kota Palu provinsi Sulawesi Tengah merupakan salah satu tempat destinasi wisata bagi warga kota Palu dan sekitarnya. Di sekitar perairan Teluk Palu terdapat beberapa sungai yang bermuara, baik itu sungai kecil maupun dalam skala besar, salah satunya Sungai Palu (Rahman dkk., 2017).

Perairan pesisir sekitar muara Sungai Palu merupakan daerah yang potensial bagi pembangunan sosial dan ekonomi masyarakat di sekitarnya (Arianty dkk., 2017). Perairan ini telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk kegiatan transportasi, perikanan, rekreasi dan sebagainya. Perairan ini merupakan daerah peralihan antara wilayah daratan dan laut lepas, sehingga terdapat beberapa interaksi dan kegiatan (Rahman dkk., 2017).

Teluk Palu yang dikelilingi oleh pegunungan tinggi dan berbatasan dengan Selat Makassar menjadikan angin permukaan sangat kuat. Selain itu, di daerah ini juga terdapat pola pergerakan dinamika pasang surut sehingga mengakibatkan adanya kontribusi yang banyak terhadap pola arus yang dibentuknya (Arianty dkk., 2017).

Di daerah penelitian ini, sudah dilakukan studi tentang pengaruh distribusi salinitas dan temperatur muara Sungai Palu yang menyatakan bahwa pola arus di perairan Teluk Palu sangat lemah dengan kecepatan arus maksimum terjadi di mulut Teluk Palu sekitar 0,15 m/s untuk saat perbani dan 0,1 m/s pada saat purnama berkisar antara 6,8%-32,4% (Rahman dkk., 2017). Hal serupa juga dilakukan oleh Arianty dkk., (2017), menegaskan bahwa gelombang laut yang dibangkitkan oleh angin dengan data tahun 2016 secara permodelan menunjukkan pola penjarangan gelombang laut berasal dari barat laut, utara dan utara barat laut.

Oleh karena itu, dengan menganalisis dari penelitian sebelumnya bahwa ada pengaruh angin ini cukup dalam mempengaruhi pola arus di permukaan serta distribusi salinitas terutama di sekitar muara Sungai Palu. Dengan adanya kondisi seperti itu, maka dianggap perlu dilakukan studi mengenai pengaruh angin permukaan terhadap pola arus dan salinitas di muara Sungai Palu.

Dalam hal ini, Luyten dkk., (1999) memperkenalkan suatu metode *Coherens* yang untuk menganalisis secara numerik yang bertujuan untuk menggambarkan fungsi hidrodinamika secara kompleks untuk daerah perairan dan pinggirannya. Metode ini menggunakan ketinggian pasang surut, debit sungai, tegangan permukaan sebagai fungsi kecepatan angin, suhu udara, tegangan permukaan, kelembaban dan indeks penyinaran pada permukaan laut. Analisa numerik yang diberikan mampu menganalisis pengaruh pasang surut, salinitas dan suhu dari pola arus permukaan yang ditimbulkan oleh gaya angin. (Marinov dkk., 2006)

Sisi negatif yang ditimbulkan oleh pengaruh arus permukaan dan gelombang yang terjadi baik pada pantai maupun muara, yaitu menimbulkan adanya proses abrasi di sepanjang pantai dan muara (Arianty dkk., 2017). Selain itu, tingkat sedimentasi dari arus muara juga berpengaruh terhadap salinitas, hal ini dikarenakan muara yang merupakan suatu perairan pantai semi tertutup yang memiliki hubungan langsung dengan sungai. Air laut bercampur dengan air yang datang dari daratan sehingga air laut dengan salinitas tinggi bercampur dengan air tawar. Lingkungan muara merupakan peralihan antara darat dan laut yang sangat dipengaruhi oleh pasang surut, tetapi terlindung dari pengaruh gelombang laut (Hanafi, 2010).

Salinitas merupakan bagian dari sifat fisik-kimia suatu perairan selain suhu, pH, substrat dan lain-lain. Salinitas suatu kawasan menentukan dominasi makhluk hidup pada daerah tersebut. Sebaran salinitas dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan (evaporasi), curah hujan (presipitasi) dan aliran sungai (*run off*) yang ada di sekitarnya (Nybakken, 1992). Salinitas di perairan samudera dapat berubah menjadi rendah jika ada masukan air tawar yang cukup banyak dari sungai-sungai yang besar atau bahkan dapat mencapai nilai yang lebih tinggi bila tidak ada masukan air tawar dari daratan dan penguapan di permukaan sangat tinggi. Perubahan salinitas di perairan bebas (laut lepas) relatif kecil dibandingkan perairan pantai yang memiliki masukan massa air tawar dari sungai. Struktur salinitas yang kompleks terjadi daerah perairan estuari (muara), karena selain merupakan pertemuan antara air tawar yang relatif lebih ringan dan air laut yang lebih berat, pengadukan air juga sangat menentukan (Muhaemin, 2007).

Parameter oseanografi yang banyak mendapat perhatian tidak hanya dalam masalah kelautan saja tetapi juga mendapat perhatian yang besar dalam masalah atmosfer khususnya

yang berkaitan dengan cuaca dan iklim (Pond & Pickard, 1983). Dalam masalah kelautan, arus laut yang merupakan suatu keadaan yang dipengaruhi oleh angin mempunyai peranan penting dalam sistem ekologi laut, pemanfaatan laut sebagai sarana transportasi dan usaha penanggulangan pencemaran laut (Martono, 2008).

Oleh karena itu, bagi dinamika perairan laut terutama di lapisan permukaan, angin merupakan sumber energi utama. Transfer energi dari angin permukaan ke laut akan menyebabkan terjadinya gelombang laut dan arus permukaan laut (Suardi, 2006). Angin merupakan udara yang bergerak karena adanya perbedaan tekanan di permukaan bumi yang bergerak dari suatu daerah yang memiliki tekanan tinggi ke daerah tekanan rendah (Habibie dkk., 2011). Adanya perbedaan penerimaan radiasi surya, sehingga mengakibatkan perbedaan suhu udara. Oleh karena itu terjadi perbedaan tekanan yang akhirnya terjadi gerakan udara. Perubahan panas antara siang dan malam merupakan gaya gerak utama sistem angin, karena beda panas yang kuat antara udara di atas darat dan laut atau antara udara di atas tanah tinggi (pegunungan) dan tanah rendah di lembah (H & Bayong Tjasyono, 2006).

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer meliputi data topografi yang berupa posisi, salinitas, temperatur dan kecepatan aliran sungai. Untuk data sekunder meliputi data batimetri, pasang surut dari Dinas Hidrologi dan Oseanografi (DISHIDROS) Stasiun Pantoloan, serta data angin berasal dari Stasiun Meteorologi Mutiara Palu.

Lokasi penelitian ini berada di muara sungai Palu dengan batas wilayah $119^{\circ}49'40''$ BT – $119^{\circ}52'70''$ BT dan $0^{\circ}51'00''$ LS – $0^{\circ}53'12''$ LS, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Tahap pengambilan data primer dimulai dengan penentuan posisi untuk pembuatan *grid* dan batas lokasi menggunakan GPS (*Global Positioning System*), yang akan digunakan sebagai masukan pada model *Coherens*. Data pasang surut yang sudah diperoleh kemudian dilakukan analisis untuk mendapatkan prediksi pasang surut di daerah penelitian dengan metode *Admiralty*. Untuk data batimetri yang diperoleh dari Dinas Hidrologi dan Oseanografi (DISHIDROS) Stasiun Pantoloan dipakai untuk pemetaan lokasi dan melihat bentuk topografi dari daerah penelitian. Selanjutnya dilakukan pengambilan data salinitas pada daerah penelitian yang sesuai koordinat yang sudah ditetapkan dengan jarak sekitar 50 cm dari permukaan perairan. Selain mengambil data salinitas, diambil pula data temperatur air laut yang hanya diambil pada satu titik saja dengan asumsi bahwa daerah tersebut homogen yang nantinya data tersebut digunakan sebagai pengaturan awal dalam analisis pembuatan model *Coherens* dan pengambilan data sama jaraknya dengan pengambilan data salinitas. Dalam permodelan ini juga digunakan data angin dan kecepatan aliran sungai yang telah didapatkan.



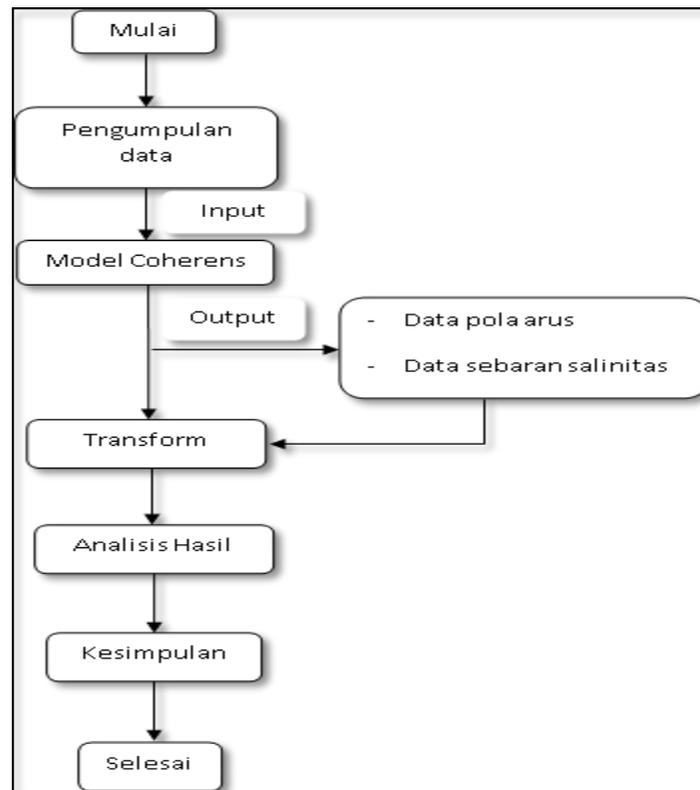
Gambar 1. Letak penelitian yang berada di muara sungai Palu, kotak warna merah adalah batas lokasi penelitian

Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan menyiapkan model numerik, mulai dari syarat batasnya, pengaturan model, sistem *grid* serta parameter-parameter fisiknya. Khusus untuk data angin darat yang merupakan data sekunder, sebelum dimasukkan ke dalam program terlebih dahulu dilakukan konversi menjadi data angin di permukaan laut. Persamaan-persamaan yang digunakan adalah persamaan (1) untuk salinitas, persamaan (2) dan (3) untuk permodelan hidrodinamika 2D (Luyten, Jones, Proctor, Tabor, & Tett, 1999), serta ditambahkan dengan persamaan numerik berdasarkan solusi numerik metode beda hingga dengan mengambil nilai awal di setiap *grid* adalah 0. Nilai syarat batas terbuka diambil dari hasil interpolasi peramalan pasang surut, sedangkan nilai syarat batas tertutup sama dengan 0. Permodelan ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Coherens* yang akan menghasilkan data arus dan data sebaran salinitas. Adapun prosedur dalam penelitian ini dapat dilihat di model prosedur pada Gambar 2.

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial X_1} + v \frac{\partial S}{\partial X_2} = \frac{\partial}{\partial X_1} \left(\lambda_H \frac{\partial S}{\partial X_1} \right) + \frac{\partial}{\partial X_2} \left(\lambda_H \frac{\partial S}{\partial X_2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x_1} + v \frac{\partial u}{\partial x_2} - fu = - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x_1} + \frac{\partial}{\partial x_1} \tau_{11} + \frac{\partial}{\partial x_2} \tau_{21} \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x_1} + v \frac{\partial v}{\partial x_2} - fv = - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x_2} + \frac{\partial}{\partial x_1} \tau_{12} + \frac{\partial}{\partial x_2} \tau_{22} \quad (3)$$



Gambar 2. Model prosedur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data pasang surut yang diperoleh dari DISHIDROS Stasiun Pantoloan dengan menggunakan metode *Admiralty* diperoleh nilai-nilai komponen harmonik pasang surut Teluk Palu, seperti terlihat pada Tabel 1. Dengan menggunakan persamaan (4), diperoleh nilai bilangan Formzal untuk Teluk Palu adalah 1,104 yang mengindikasikan pasang surut daerah penelitian mempunyai tipe campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Di mana dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2} \quad (4)$$

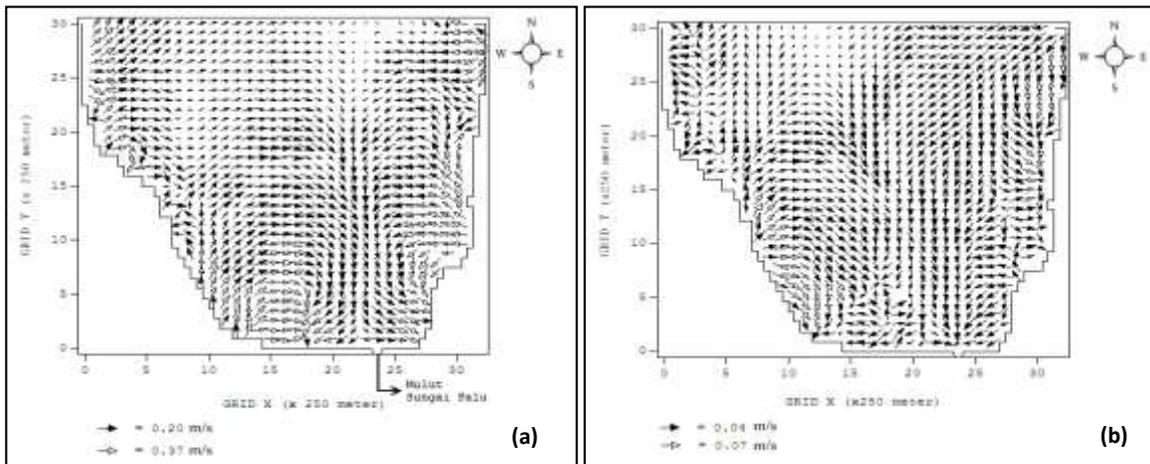
Tabel 1. Nilai-nilai komponen harmonik pasang surut Teluk Palu

	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A (cm)	127,5	49,1	99,7	76,2	22,9	138,8	25,5	45,8	10,7	17,4
g (der)		-24	33	-36	33	-154	-319	-154	-704	-156

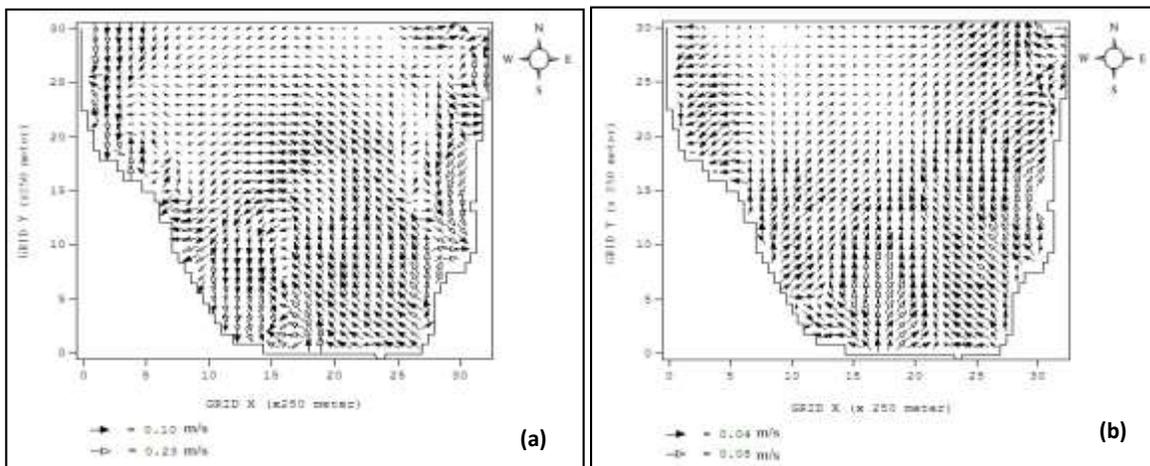
Dari data angin yang diperoleh di Stasiun Meteorologi Mutiara palu diperoleh karakteristik angin pada lokasi penelitian berkisar 24,00 % yang berembus dari arah Utara dengan kecepatan maksimum mencapai 20,00 m/s.

Untuk hasil simulasi model pola arus 2D diberikan dalam dua keadaan yaitu pola arus yang dibangkitkan oleh pasang surut (pola arus pasang surut) dan pola arus yang dibangkitkan oleh angin (pola arus non-pasang surut), digambarkan pada keadaan saat pasang surut perbani dan purnama.

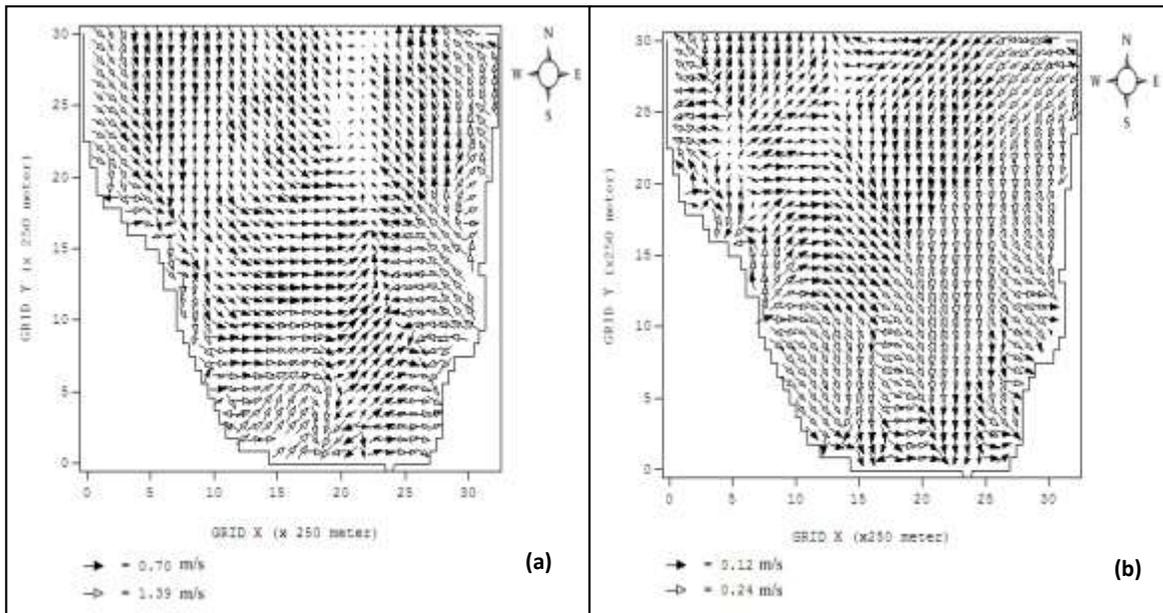
3.1 Pola Arus Pasang Surut 2D



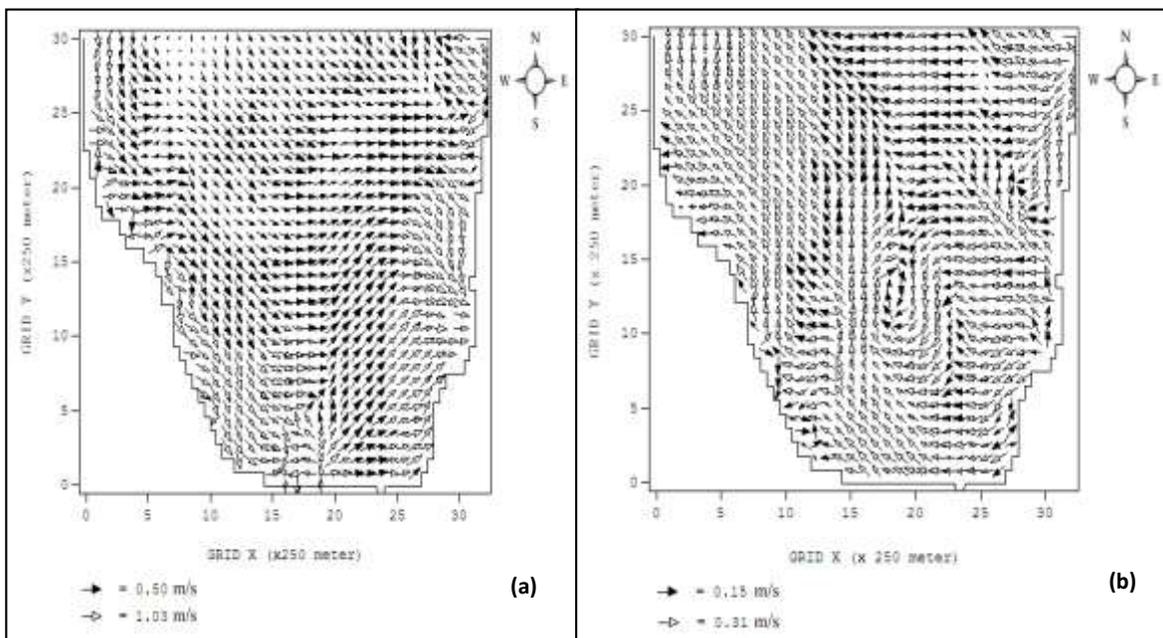
Gambar 3. (a) Pola arus pasang surut saat pasang menuju surut perbani dengan kecepatan arus 0,10 m/s – 0,20 m/s dan (b) Pola arus pasang surut saat surut perbani dengan kecepatan arus mencapai 0,07 m/s



Gambar 4. (a) Pola arus pasang surut saat surut menuju pasang perbani dengan kecepatan arus 0,01 m/s – 0,04 m/s dan (b) Pola arus pasang surut saat pasang perbani dengan kecepatan arus mencapai 0,08 m/s

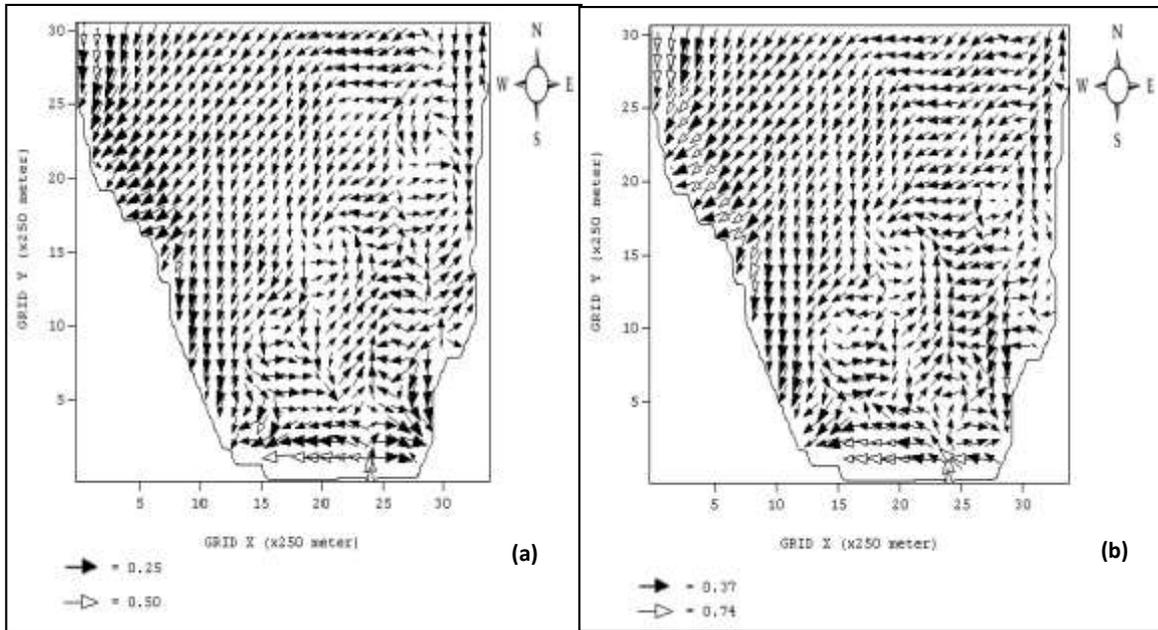


Gambar 5. (a) Pola arus pasang surut saat pasang menuju surut purnama dengan kecepatan arus 0,71 m/s – 1,39 m/s dan (b) Pola arus pasang surut saat surut purnama dengan kecepatan arus mencapai 0,12 m/s – 0,24 m/s

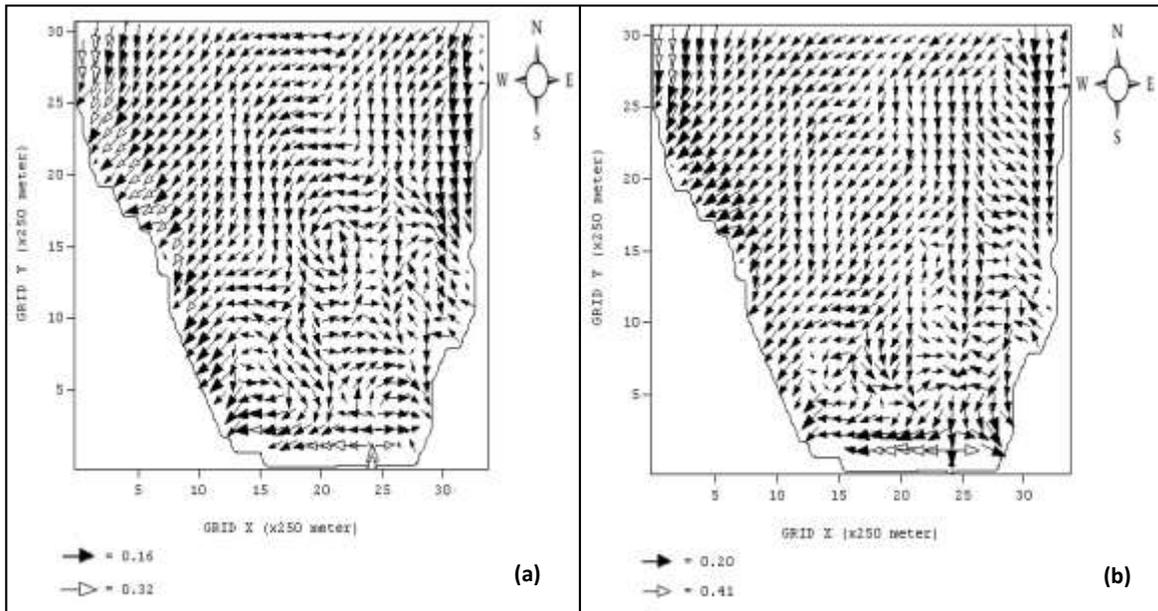


Gambar 6. (a) Pola arus pasang surut saat surut menuju pasang purnama dengan kecepatan arus 0,51 m/s – 1,03 m/s dan (b) Pola arus pasang surut saat surut purnama dengan kecepatan arus mencapai 0,15 m/s – 0,31 m/s

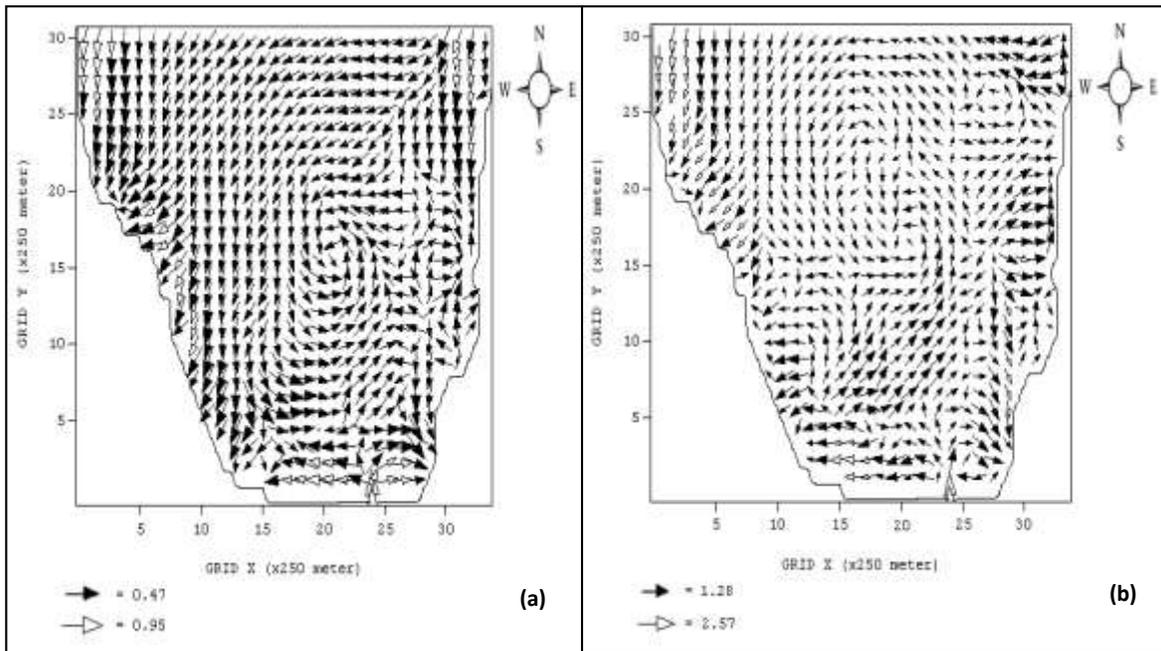
3.2 Pola Arus Non Pasang Surut 2D



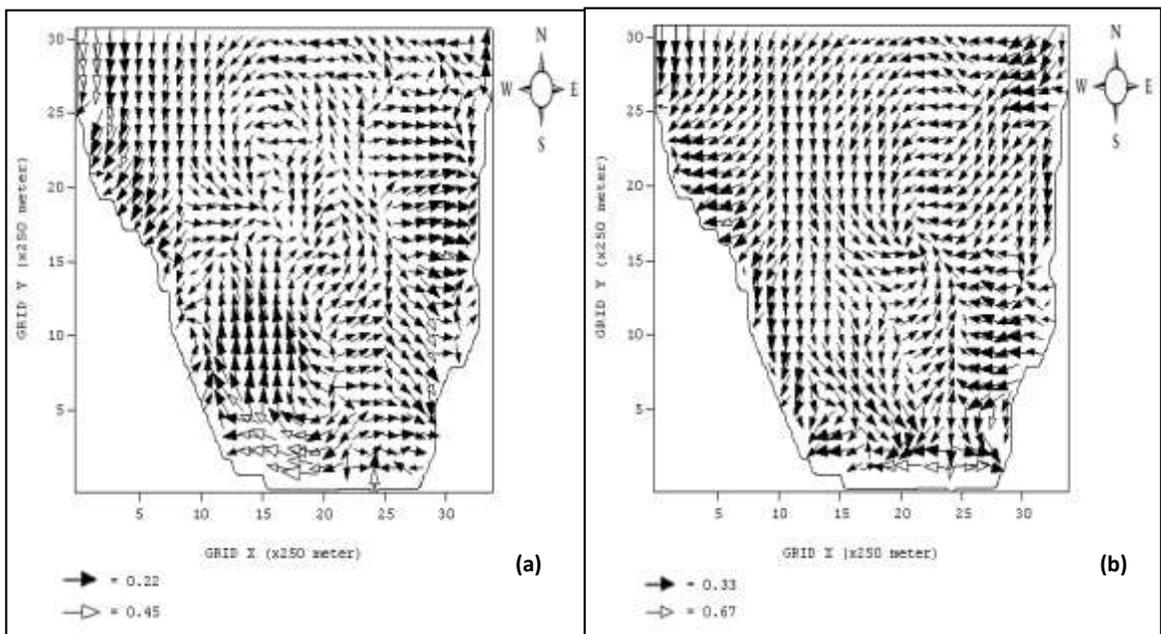
Gambar 7. (a) Pola arus non pasang surut saat pasang menuju surut perbani dengan kecepatan arus 0,01 m/s – 0,19 m/s dan (b) Pola arus non pasang surut saat surut purnama dengan kecepatan arus mencapai 0,01 m/s – 0,16 m/s



Gambar 8. (a) Pola arus non pasang surut saat surut menuju pasang perbani dengan kecepatan arus 0,01 m/s – 0,20 m/s dan (b) Pola arus non pasang surut saat pasang perbani yang tidak mempunyai pola arus pusaran air

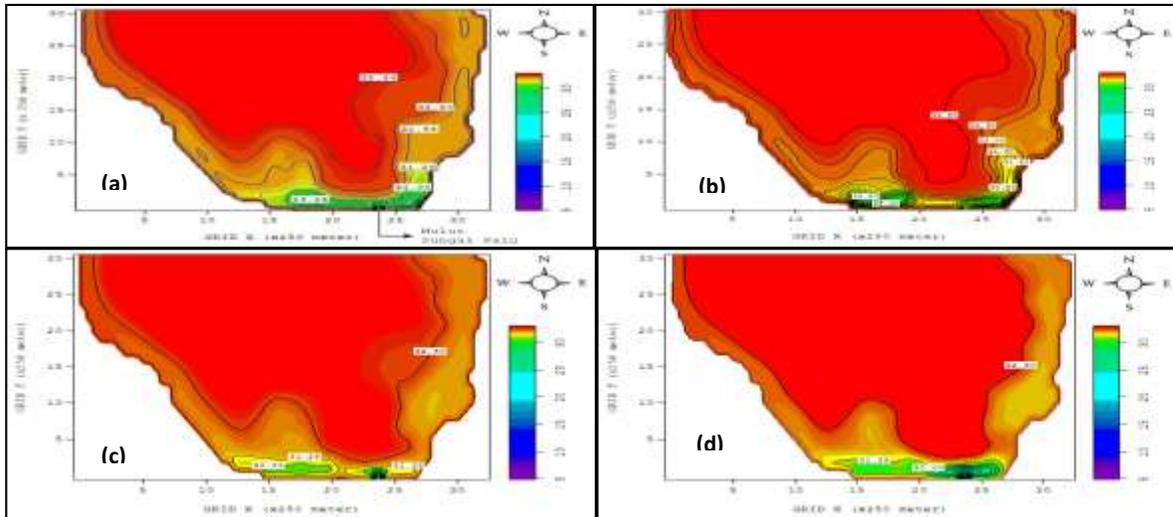


Gambar 9. (a) Pola arus non pasang surut saat pasang menuju surut purnama dengan kecepatan arus 0,01 m/s – 0,24 m/s dan (b) Pola arus non pasang surut saat surut purnama dengan kecepatan arus 0,45 m/s

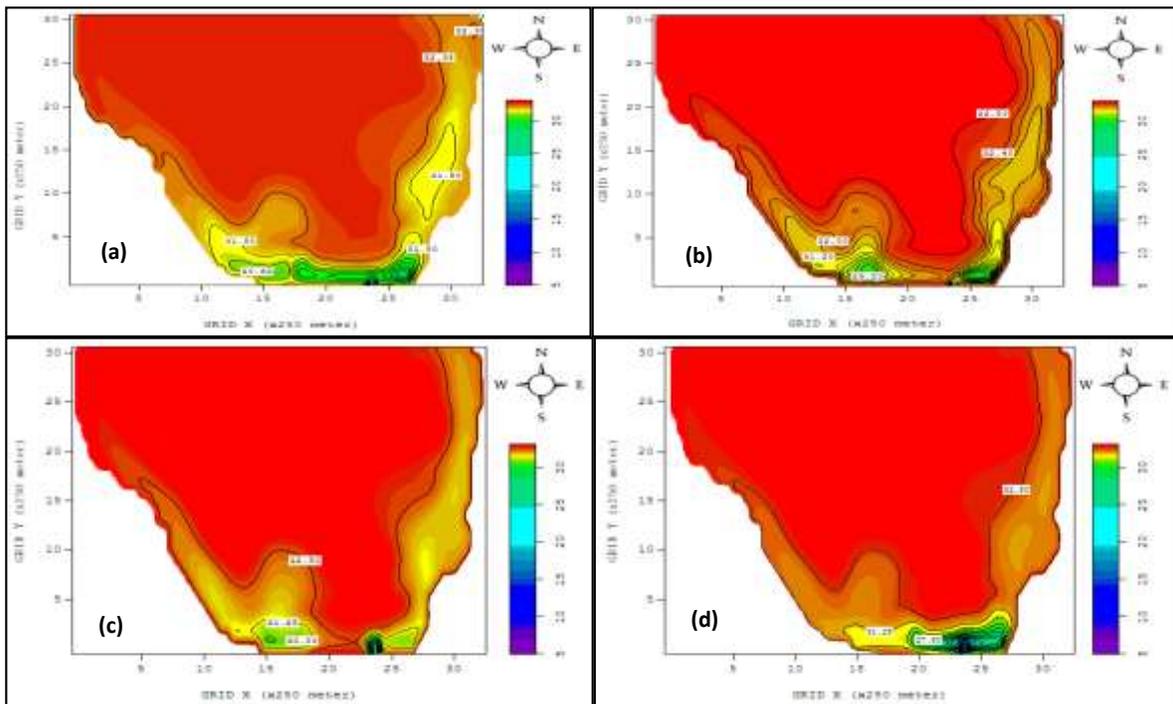


Gambar 10. (a) Pola arus non pasang surut saat surut menuju pasang purnama dengan kecepatan arus 0,01 m/s – 0,34 m/s dan (b) Pola arus non pasang surut saat pasang purnama dengan kecepatan arus 0,67 m/s

3.3 Distribusi Salinitas Pengaruh Arus Pasang Surut

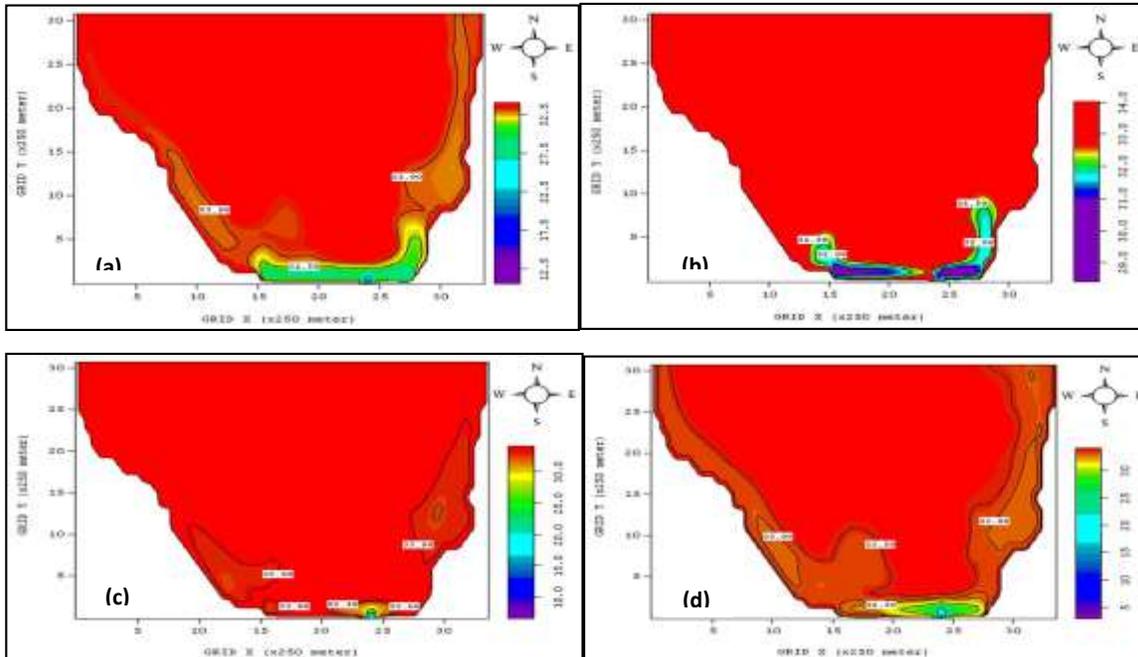


Gambar 11. Distribusi salinitas arus pasang surut, (a) Saat pasang menuju surut perbani, (b) Saat surut perbani, (c) Saat surut menuju pasang perbani dan (d) Saat pasang perbani

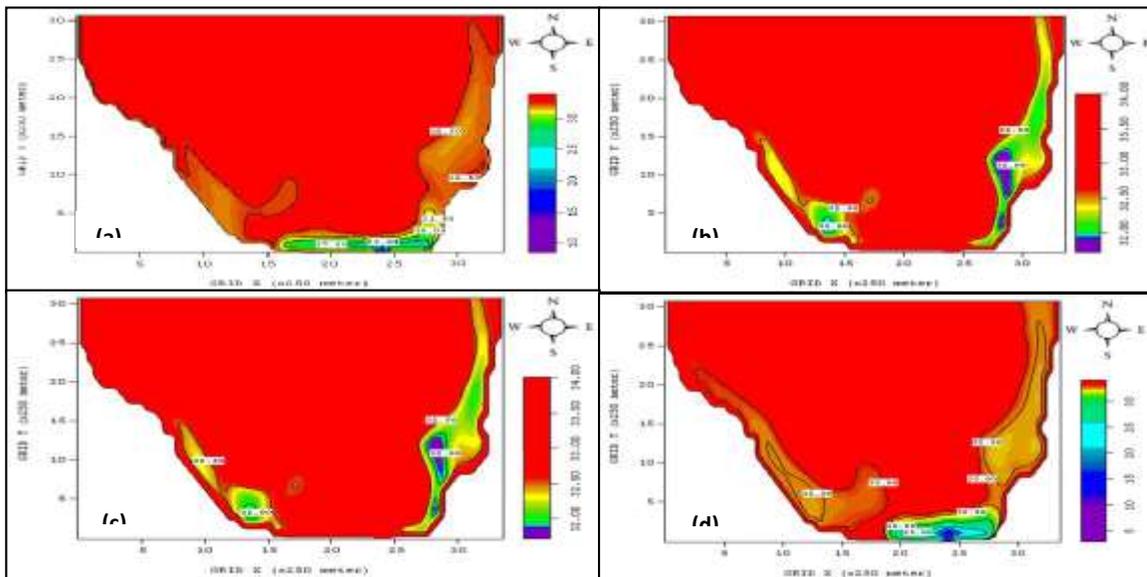


Gambar 12. Distribusi salinitas arus pasang surut, (a) Saat pasang menuju surut purnama, (b) Saat surut purnama, (c) Saat surut menuju pasang purnama dan (d) Saat pasang purnama

3.4 Distribusi Salinitas Pengaruh Arus Angin



Gambar 13. Distribusi salinitas arus non pasang surut (a) Saat pasang menuju surut perbani (b) Saat surut perbani, (c) Saat surut menuju pasang perbani dan (d) Saat pasang perbani



Gambar 14. Distribusi salinitas arus non pasang surut (a) Saat pasang menuju surut purnama (b) Saat surut purnama, (c) Saat surut menuju pasang purnama dan (d) Saat pasang purnama

Sementara kecepatan arus pasang surut yang dibangkitkan oleh angin (Gambar 3-6) mempunyai nilai berkisar antara 0,07 m/s - 1,39 m/s sedangkan kecepatan arus non- pasang surut yang dibangkitkan oleh angin (Gambar 7 – 10), di mulut muara Sungai Palu berkisar antara 0,32 m/s – 2,57 m/s.. Hal ini terjadi karena pada arus non- pasang surut tidak terjadi pengurangan kecepatan arus di mulut sungai yang akibat dari proses pertukaran massa air. Proses pertukaran massa air di daerah mulut sungai pada dasarnya dipengaruhi oleh pasang surut. Pada waktu air pasang, umumnya arus menuju ke arah pantai sehingga aliran sungai akan tertahan oleh air pasang tersebut dan mengakibatkan kecepatan arus di muara sungai berkurang. Hal tersebut tentu saja tidak terjadi pada arus non- pasang surut sehingga mengakibatkan kecepatan arus di mulut sungai relatif lebih besar daripada kecepatan arus pasang surut.

Ditinjau dari arahnya, pola arus non- pasang surut didominasi oleh aliran dari arah Utara sebelah Timur ke arah Barat, kemudian dibelokkan ke arah Selatan. Pola arusnya berubah dan bervariasi di daerah dekat mulut sungai karena bentuk topografi pantai serta pengaruh aliran Sungai Palu. Hal ini akibat dalam jangka waktu 1 bulan, sebanyak 24% angin dominan berembus dari arah Utara. Hal ini serupa dengan hasil penelitian Arianty dkk., (2017). Arus terbesar terjadi di daerah mulut sungai dan sebelah Utara bagian Barat dengan kecepatan berkisar antara 0,32 m/s – 2,57 m/s. Sementara untuk pola arus pasang surut, arus pasang surut saat surut menuju pasang maupun saat pasang, arus mengarah ke pantai (ke dalam teluk), sementara pada saat pasang menuju surut maupun saat surut, arus menjauhi pantai (ke luar teluk). Hal ini terjadi karena ketika pasang surut berada pada posisi pasang menuju surut terjadi pengurasan air laut (waktu kurus) sehingga arah arus terlihat mengarah keluar teluk sedangkan ketika surut menuju pasang terjadi pengisian air laut pada daerah tersebut sehingga arah arus mengarah ke dalam teluk.

Di daerah perairan Teluk Palu, kecepatan arus permukaan berubah terhadap kedalaman. Baik arus pasang surut maupun non-pasang surut, terlihat pola arus yang menunjukkan kecepatan arus lebih kecil pada daerah dengan batimetri yang dalam (bagian tengah teluk), kemudian semakin meningkat ke arah pantai yang batimetrinya lebih dangkal. Topografi dasar perairan juga mempengaruhi variasi kecepatan arus dan pola arus permukaan. Hal ini terlihat pada daerah perairan Kelurahan Kabonena yang mempunyai batimetri yang lebih renggang akibat pendangkalan, terjadi arus yang relatif lebih besar dan menunjukkan pola arus permukaan yang lebih bervariasi.

Sebagai tempat pertemuan air laut dan air tawar, salinitas di muara Sungai Palu sangat bervariasi. Baik menurut lokasinya di muara, ataupun menurut waktu. Faktor utama yang mempengaruhi perubahan salinitas yaitu evaporasi (penguapan) air laut, curah hujan, mencair/membekunya es dan aliran sungai menuju laut. Terlihat variasi distribusi baik saat arus pasang surut maupun non-pasang surut (Gambar 11-14), nilai salinitasnya berkurang di mulut sungai. Namun pada arus non-pasang surut terdapat dua kondisi distribusi salinitas yaitu pada saat surut dan surut menuju pasang purnama, di mana nilai salinitas menunjukkan nilai yang lebih besar di mulut sungai yaitu 33,54% dan 33,63%. Hal ini disebabkan oleh faktor angin yang menjadi pembangkit arusnya. Pengadukan di dalam lapisan permukaan oleh angin memungkinkan salinitas menjadi homogen, di mana terjadinya pengangkatan

massa air dengan nilai salinitas tinggi di lapisan dalam yang mengakibatkan meningkatnya salinitas di permukaan perairan. Hal ini juga terlihat pada daerah sebaran distribusi salinitas, di mana pada arus non- pasang surut kontur sebarannya lebih sempit daripada arus pasang surut yang kontur salinitasnya lebih renggang ke tengah teluk.

4. SIMPULAN

Pengaruh angin terhadap pola arus pada muara Sungai Palu terlihat dari arah dan besar kecepatan arusnya. Arah arus permukaan cenderung mengikuti arah angin yang ada. Kecepatan arus non-pasang surut relatif lebih besar yaitu mencapai 2,57 m/s daripada arus pasang surut yang hanya mencapai 1,39 m/s. Sementara untuk distribusi salinitas, pengadukan di lapisan permukaan oleh angin memungkinkan salinitas menjadi homogen. Sehingga pada arus non-pasang surut kontur sebaran salinitasnya relatif lebih sempit jika dibandingkan dengan kontur salinitas pada arus pasang surut yang lebih renggang ke tengah teluk (batas terbuka sebelah Utara). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh angin terhadap pola arus permukaan dan distribusi salinitas di daerah muara Sungai Palu dengan arah aliran dari Utara sebelah Timur ke arah Barat yang dibelokkan ke arah Selatan berdekatan dengan mulut muara Sungai Palu dengan nilai salinitas berkisar antara 5,00% – 33,95% yang mengalami pengurangan di mulut muara Sungai Palu.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arianty, N., Mudin, Y., & Rahman, A. (2017). Permodelan Refraksi Gelombang dan Analisis Karakteristik Gelombang Laut Di Perairan Teluk Palu. *Jurnal Gravitasi*, 16(2), 23–30.
- H, K., & Bayong Tjasyono. (2006). *Meteorologi Indonesia Volume I*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Habibie, M. N., Sasmito, A., & Kurniawan, R. (2011). Kajian Potensi Energi Angin Di Wilayah Sulawesi Dan Maluku. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12(2), 181-187. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.99>
- Hanafi, M. I. (2010). *Studi Karakteristik Fisik Estuari Sungai Deli*. Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Luyten, P. J., Jones, J. E., Proctor, R., Tabor, A., & Tett, P. (1999). WILD, ALLEN, K., *COHERENS: A Coupled Hydrodynamical-Ecological Model for Regional and Shelf Seas: User Documentation*. MUMM Re Port, Management Unit of the Mathematical Models of the North Sea.
- Marinov, D., Norro, A., & Zaldívar, J.-M. (2006). Application of COHERENS model for hydrodynamic investigation of Sacca di Goro coastal lagoon (Italian Adriatic Sea shore). *Ecological Modelling*, 193(1), 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.07.042>
- Martono. (2008). *Simulasi Pengaruh Angin Terhadap Sirkulasi Permukaan Laut Berbasis Model*. Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional (LAPAN) Yogyakarta.
- Muhaemin, A. F. (2007). *Model Sebaran Temperatur dan Salinitas Di Muara Sungai Teluk Jakarta*. ITB, Bandung.

- Nybakken, J. (1992). *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Pond, S., & Pickard, G. L. (1983). *Introductory dynamical oceanography*. Butterworth Heinemann.
- Rahman, A., Arfiah, & Mudin, Y. (2017). Model Distribusi Salinitas Dan Temperatur Air Laut Dengan Menggunakan Metode Numerik 2D Di Muara Sungai Toaya Dan Muara Sungai Palu. *Jurnal Gravitasi*. 16(2), 8-14.
- Suardi, Y. (2006). *Pola Umum Angin Di Indonesia*. Institut Pertanian Bogor.