



## Model sebaran nutrisi dan pola arus di Perairan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Kota Tanjungpinang, Indonesia



### Nutrient distribution models and flow patterns in Coastal Waters and Small Islands, Tanjungpinang City, Indonesia

Febrianti Lestari  

Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jl. Politeknik Senggarang, Tanjung Pinang, Kepulauan Riau 29111, Indonesia

#### Info Artikel:

Diterima: 11 Februari 2020

Disetujui: 27 Mei 2020

Dipublikasi: 31 Mei 2020

#### Keyword:

*Model; Nutrient distribution; Flow patterns; Coastal waters; Small Islands; Tanjungpinang City*

#### Korespondensi:

Febrianti Lestari

Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jl. Politeknik Senggarang, Tanjung Pinang, Kepulauan Riau 29111, Indonesia

Email: [febi\\_lestary@umrah.ac.id](mailto:febi_lestary@umrah.ac.id)

**ABSTRAK.** Telah dilakukan penelitian tentang model sebaran nutrisi dan pola arus di perairan pesisir Kota Tanjungpinang. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang model sebaran nutrisi dan pola arus di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil sebagai suatu bentuk upaya pengelolaan tingkat kesuburan perairan pesisir dan pulau-pulau kecil di daerah kepulauan. Penentuan lokasi pengamatan dilakukan secara purposive sampling pada saat pasang dan surut di beberapa stasiun penelitian yang sudah ditetapkan secara sengaja. Hasil penelitian menunjukkan model sebaran nutrisi pada perairan Teluk Tanjungpinang menunjukkan pola sebaran yang berbeda dibandingkan perairan Selat Dompok, dengan sebaran nutrisi dari hasil model pada saat surut maupun waktu pasang menunjukkan pola yang sama, yaitu cenderung berkurang ke arah lepas pantai dan tinggi di beberapa lokasi pengamatan disekitar perairan estuary Sei. Carang yang berdekatan dengan kawasan perairan Teluk Tanjungpinang. Pola arus saat pasang tertinggi perbani dan purnama di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil wilayah Kota Tanjungpinang memperlihatkan bahwa arus masuk dari arah Barat perairan, lalu keluar menuju arah Utara ke perairan terbuka. Namun sebagian massa air dengan keberadaan pulau-pulau kecil disekitarnya menjadi terpecah sehingga terjadi pembelokan menuju ke arah Selatan perairan pesisir kota Tanjungpinang, dengan kecepatan arus maksimum 1,1 m/s.

**ABSTRACT.** Research has been done on the model of nutrient distribution and current pattern in coastal water of Tanjungpinang City. The research objective was to develop a model of nutrient distribution and current patterns in coastal waters and small islands as an effort to manage the eutrofication of coastal waters and small islands in the archipelago. Determining the location of the observations was done by purposive sampling at high tide and low tide at several predetermined research stations. The results showed the nutrient distribution model in the waters of Tanjungpinang Bay, a different distribution pattern compared to the waters of the Dompok Strait, with the distribution of nutrients from the yield model at low tide and at high tide shows the same pattern, which tends to decrease offshore and high in some coastal locations. around the waters of the Sei. Carang estuary which is connected to the waters of Tanjungpinang Bay. The pattern of currents during the highest tide is bandage and full moon in coastal waters and small islands in the area of Tanjungpinang City, which shows that the inlet flows from the west of the waters, then exits towards the north into open water. However, part of the water mass in the presence of small islands around it becomes fragmented causing a turn to the south of the coastal waters of the city of Tanjungpinang, with a maximum current speed of 1.1 m/s.

Copyright© May 2020 Lestari, F.

*Under Licence a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License*

## 1. Pendahuluan

Lajunya tingkat pembangunan di Kota Tanjungpinang sebagai Ibu kota Provinsi Kepulauan Riau, mengakibatkan terjadinya peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas penduduk. Hal ini pada akhirnya akan berdampak terhadap peningkatan buangan bahan pencemar yang masuk ke lingkungan perairan, baik berupa bahan organik maupun anorganik. Semakin besar populasi penduduk maka semakin banyak volume limbah yang akan dibuang ke lingkungan perairan yang nantinya dapat menyebabkan tekanan pada perairan pesisir. Dikatakan kontribusi bahan pencemar organik dalam limbah cair yang berasal dari aktivitas

manusia mencapai 75% dari limbah cair total (Putnam *et al.*, 2017).

Peningkatan beban limbah organik yang berasal dari antropogenik di daratan, yang berpotensi masuk ke dalam sistem perairan pesisir dan laut di daerah tropis terus berlangsung. Menurut Wilkinson & Salvat (2012) senyawa nitrogen yang merupakan salah satu unsur nutrisi di perairan yang berasal dari penguraian bahan organik yang dilepaskan dari sungai sebesar 65% masuk ke sekitar perairan pesisir. Pembuangan limbah organik ke lingkungan perairan pesisir akan terurai sebagai penyumbang nutrisi terbesar yang akan menyebabkan terjadinya penyuburan perairan

atau *eutrofikasi*, sehingga mengakibatkan terganggunya keseimbangan sistem perairan pesisir dan berdampak negatif terhadap ekosistem perairan pesisir. Adapun dampak negatif penurunan kualitas lingkungan perairan akibat eutrofikasi dapat menimbulkan penurunan produktivitas hayati perairan, kerusakan ekosistem perairan dan penurunan nilai estetika (Duda, 2016).

Terganggunya keseimbangan sistem perairan akibat keberadaan nutrient yang berlebihan, diduga dapat mengalami perubahan komponen biologis perairan tersebut, bahkan terganggu dan mengancam fungsi ekologi ekosistem perairan pesisir lainnya. Masalah tersebut akan semakin kompleks bila ditemukan di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pulau-pulau kecil yang sangat rentan dalam menerima beban limbah.

Mengingat besarnya dampak yang ditimbulkan oleh buangan limbah organik dari lahan darat yang berpotensi menjadi masukan nutrient di lingkungan perairan pesisir dan pulau-pulau kecil yang akan berdampak terhadap terganggunya keseimbangan ekosistem perairan, bahkan mengalami pencemaran dan kerusakan. Dengan demikian, maka diperlukan upaya pengendalian nutrient di lingkungan perairan pesisir dan pulau-pulau kecil dengan mengetahui lebih awal sebaran nutrient yang terjadi di perairan tersebut berkaitan dengan pola arus sebagai penggerak unsur nutrient di perairan. Oleh karena itu, ditetapkan tujuan penelitian ini adalah menemukan model sebaran nutrient dan pola arus di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil wilayah Kota Tanjungpinang.

## 2. Metode

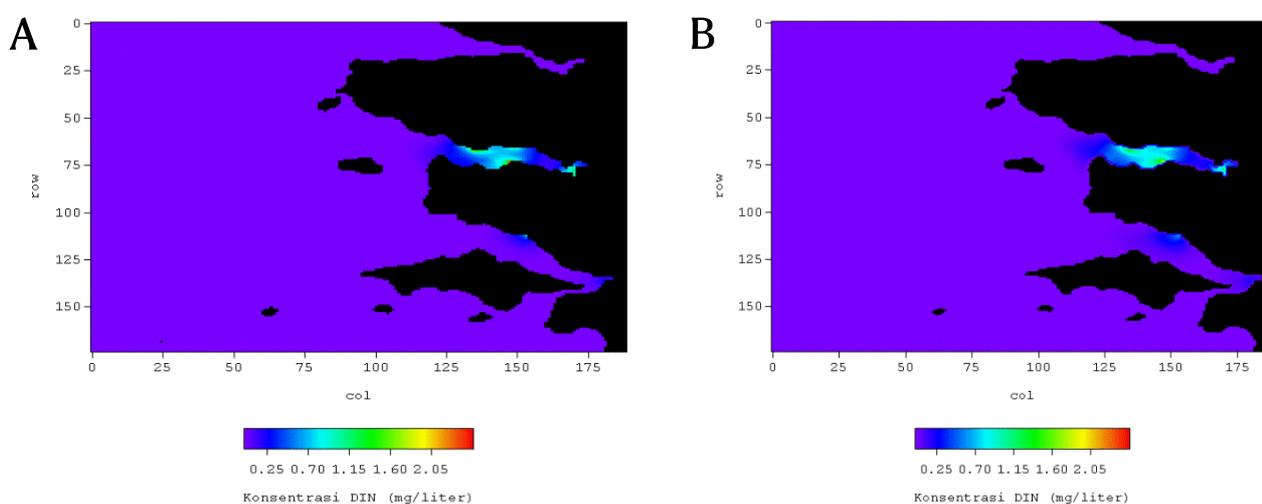
Penelitian dilakukan di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil wilayah Kota Tanjungpinang. Penentuan sample dilakukan secara purposive sampling. Untuk mengetahui sebaran nutrient di perairan dilakukan pengamatan parameter nutrient dan fisika oseanografi perairan secara in situ. Pasang surut diukur dengan alat bantu papan pembaca yang dipasang di lokasi penelitian. Pembacaan tinggi permukaan air dilakukan selama 3 x 24 jam pada saat pasang purnama dan surut terendah yang bertujuan untuk mengetahui volume perairan baik pada saat pasang maupun surut.

Hasil pengamatan dievaluasi dengan pendekatan harmonik air laut untuk mendapatkan konstanta harmonik berupa amplitudo (A) dan beda fase ( $\phi_0$ ). Kemudian dianalisis untuk mendapatkan tipe pasang surut, kedudukan air laut terendah dan tertinggi yang mungkin terjadi, besar mean sea level (S<sub>0</sub>), besar amplitudo dan beda fase setiap konstanta harmonik pasang surut yang merupakan sifat-sifat dari suatu perairan. Termasuk juga komponen pasang surut yang terbesar dan terkecil, tunggang air rata-rata dan waktu pasang surut purnama. Hasil pengamatan pasang surut diklarifikasi dengan data pasang surut yang dikeluarkan oleh dehidros Angkatan Laut Lantamal IV Tanjungpinang. Disamping itu juga dilakukan pengukuran kecepatan arus, arah arus dan kedalaman perairan baik dari data primer maupun data sekunder hasil pengamatan dari instansi terkait.

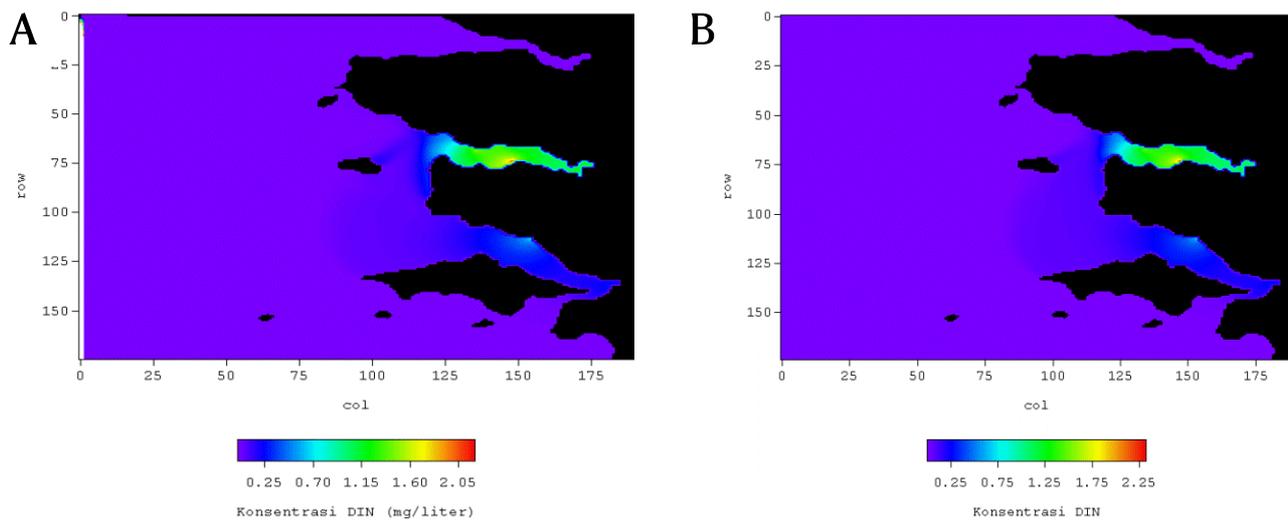
## 3. Hasil dan Pembahasan

Model penyebaran unsur hara atau nutrient di perairan Tanjungpinang diselesaikan dengan pendekatan numerik yaitu metode beda hingga. Pembangunan model dijalankan untuk kasus yang dibangkitkan oleh daya pasang-surut (pasut) dengan memasukkan juga pengaruh faktor angin pada daerah pengamatan. Simulasi model sebaran nutrient dilakukan guna memberikan gambaran yang mendekati kondisi lapangan, dengan asumsi konsentrasi dari point source adalah konstan. Daerah model meliputi muara sungai Carang yang mengarah ke perairan pesisir laut Tanjungpinang.

Secara umum sebaran senyawa unsur hara (nutrient) dari hasil model pada saat surut maupun waktu pasang menunjukkan pola yang sama, yaitu cenderung berkurang ke arah lepas pantai dan cenderung tinggi di beberapa titik dekat muara sungai di sekitar perairan pesisir yaitu di kawasan perairan Teluk Tanjungpinang (Gambar 1). Konsentrasi nilai nutrient yang cenderung lebih tinggi di perairan muara sungai Carang menunjukkan bahwa perairan estuary Sei. Carang adalah sumber utama penyuplai nutrient dan juga disebabkan karena dalam penelitian ini sumber limbah organik lebih banyak adalah berasal dari muara sungai tersebut.



**Gambar 1.** Sebaran nutrient di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil, Kota Tanjungpinang pada saat Perbani Pasang Tertinggi (A), dan Surut Terendah (B).



**Gambar 2.** Sebaran nutrisi di perairan Tanjungpinang saat Purnama Pasang Tertinggi (A), dan Surut Terendah (B).

Sebaran senyawa nutrisi yang merupakan unsur hara diperairan terlihat pada saat surut dan saat pasang menunjukkan pola penyebaran yang cenderung berkurang ke arah lepas pantai dan cenderung memiliki nilai kandungan yang lebih tinggi di beberapa titik dekat muara sungai di sekitar perairan Teluk Tanjungpinang, terutama disekitar muara sungai Tanjung Unggat.

Sebaran konsentrasi nutrisi pada saat purnama baik ketika pasang tertinggi maupun waktu pasang terendah terlihat menyebar secara merata disekitar kawasan perairan Teluk Tanjungpinang. Namun di perairan pantai sekitar perairan Dompok cenderung tidak terlihat. Lebih jelasnya penyebaran nutrisi di perairan pesisir dan plau-pulau kecil Kota Tanjungpinang (Gambar 2).

Konsentrasi nutrisi cenderung lebih tinggi di muara sungai Carang dan perairan kanal Tanjung Unggat menunjukkan bahwa muara sungai dan kanal adalah sumber utama penyuplai nutrisi dan juga karena dalam penelitian ini sumber bahan organik adalah berasal dari muara sungai dan perairan kanal. Sebaran nutrisi lebih luas terjadi pada saat kondisi purnama baik pada saat pasang maupun surut, hal ini disebabkan karena waktu simulasi pada saat purnama lebih lama dari saat perbani, namun demikian konsentrasi maksimal unsur hara atau nutrisi hanya sebesar 0,63 mg/L terjadi di sekitar perairan kanal Tanjung Unggat terjadi pada saat pasang dan surut pada waktu perbani maupun purnama.

### 3.1. Pola Arus

Pola arus pada lokasi pengamatan yang merupakan perairan dangkal dan bersifat semi tertutup, maka arus hanya dibangkitkan oleh energi pasang surut. Pola arus yang diamati dalam penelitian ini hanya terbatas pada pola arus yang terjadi pada saat musim barat, sedangkan untuk pola arus pada saat musim timur pada penelitian ini dianggap sama disebabkan karena perairan yang diamati bukan perairan laut yang berbentuk terbuka melainkan perairan dangkal yang jauh dari pengaruh laut bebas dan terlindung oleh beberapa gugusan pulau-pulau kecil.

Secara umum pola arus pada saat pasang tertinggi perbani dan purnama terlihat masuk dari arah Barat kemudian keluar pada batas laut terbuka Utara atau di bagian Selatan dan ke arah perairan pesisir kota Tanjungpinang.

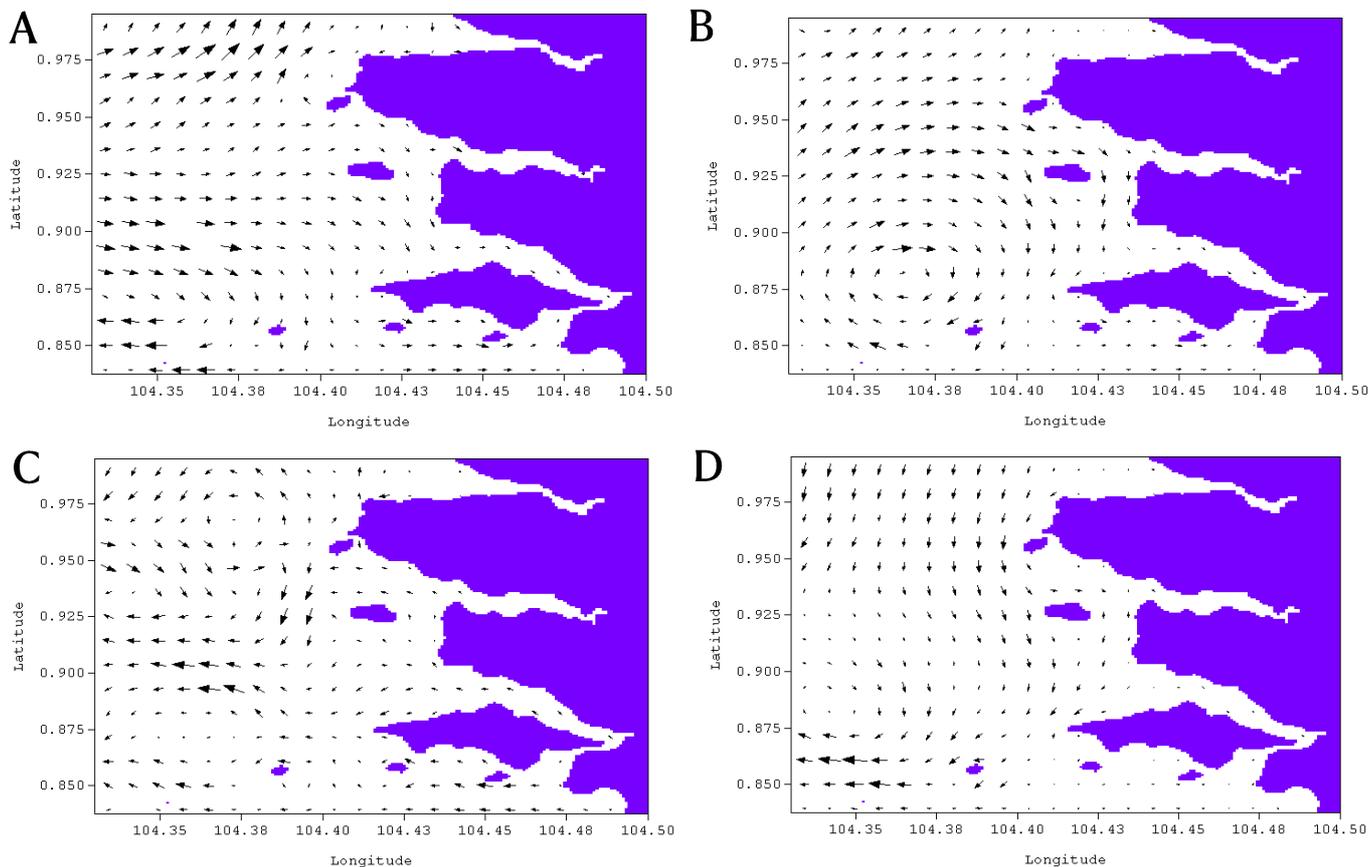
Kecepatan arus relatif lebih besar (lebih cepat) saat pasang tertinggi perbani terjadi pada batas laut terbuka bagian Barat dan bagian utara perairan tersebut dengan kecepatan maksimum 1,1 m/s. Kemudian cenderung mengecil (lebih lambat) di dekat pesisir sekitar Teluk Tanjungpinang (Gambar 3A).

Sedangkan pada saat pasang tertinggi purnama, di bagian tengah perairan Tanjungpinang dan berbelok ke arah selatan terjadi kecepatan arus relatif lebih besar atau lebih cepat dengan kecepatan maksimum 0,55 m/s. Kemudian cenderung mengecil atau lebih lambat di batas utara dan selatan serta di sekitar perairan Teluk Tanjungpinang (Gambar 3B).

Secara umum pola arus pada saat surut terendah perbani terlihat masuk dari arah perairan pesisir kota Tanjungpinang kemudian keluar pada batas laut terbuka bagian barat (Gambar 3C), sedangkan saat surut terendah purnama arus terlihat berasal dari batas utara dan sebagian dari perairan pesisir kota Tanjungpinang dan sama-sama bergerak menuju bagian barat perairan tersebut (Gambar 3D). Kecepatan arus relatif lebih kecil (lebih lambat) saat surut terendah perbani yang terjadi di perairan pesisir Kota Tanjungpinang dan cenderung membesar (lebih cepat) pada bagian tengah perairan tersebut dengan kecepatan maksimum 0,45 m/s. Sama halnya dengan saat kondisi purnama, pada saat surut terendah purnama, kecepatan arus relatif lebih kecil (lebih lambat) juga terjadi di perairan pesisir Kota Tanjungpinang, sedangkan kecepatan maksimum terjadi di bagian barat perairan tersebut dengan kecepatan tertinggi berkisar sebesar 0,55 m/s.

Pola arus laut di perairan pesisir Tanjungpinang pada musim barat umumnya mengikuti arah angin, dimana pada musim tersebut arus laut akan bergerak dari selat Riau. Berdasarkan pengamatan menunjukkan bahwa arus pasang surut secara umum yang memasuki perairan pesisir Tanjungpinang berasal dari Selat Riau yang terletak di sebelah barat Pulau Bintan. Massa air tersebut mengalir melewati perairan selat Singapore dan selanjutnya masuk ke perairan pesisir dan pulau-pulau kecil wilayah Kota Tanjungpinang yang terletak pada bagian barat Pulau Bintan.

Arus laut disekitar perairan pesisir dan plau-pulau kecil Tanjungpinang terlihat bergerak mengalir dari Selat Riau



**Gambar 3.** Pola Arus Perairan Tanjungpinang saat Pasang Tertinggi Perbani (A), Pola Arus saat Pasang Tertinggi Purnama (B), Pola Arus saat Surut Terendah Perbani (C), dan Pola Arus saat Surut Terendah Purnama (D).

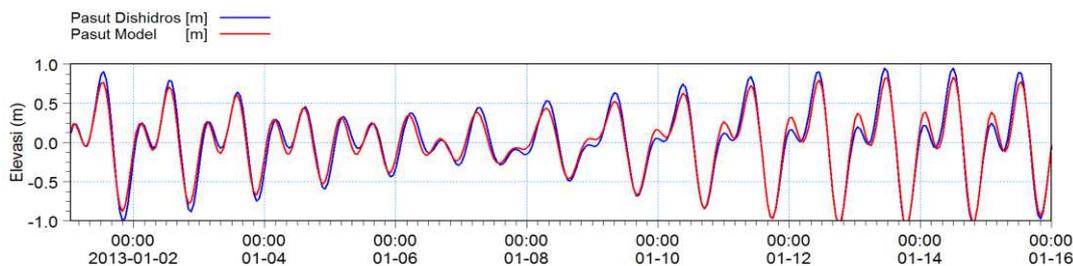
menuju Selat Singapore (sebelah utara Pulau Bintan) yang bersifat lebih dominan. Hal ini terjadi karena batimetri perairan di Selat Riau lebih dalam, sedangkan batimetri perairan di Selat Singapore jauh lebih landai. Pertemuan dua arus utama yang berasal dari kedua selat tersebut mengakibatkan terbentuknya beberapa arus memutar (eddy) yang terkonsentrasi di bagian utara perairan, sehingga mengakibatkan perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Tanjungpinang bagian utara jauh lebih dinamis dibandingkan bagian selatan perairan.

**3.2. Validasi Model Pola Arus dan Penyebaran Polutan**

Guna mengetahui sejauh mana model yang telah disimulasikan dapat dipercaya kebenarannya, maka dilakukan verifikasi model, yakni dengan membandingkan

data hasil observasi lapangan dan data keluaran model. Komponen data yang diverifikasi adalah komponen pasang surut. Data pasang surut yang digunakan untuk verifikasi model adalah data pasang surut sekunder yang diperoleh dari DISHIDROS TNI-AL stasiun Tanjungpinang. Validasi model dalam penelitian ini menggunakan metode grafik perbandingan dan analisis kuantitatif Root mean square error (RMSE).

Hasil validasi model ditampilkan dalam grafik yang disajikan dalam Gambar 4. terlihat dengan sangat jelas pola pasang surut antara hasil model dan data pasang surut hasil pengukuran DISHIDROS TNI-AL menunjukkan pola yang sama. Selanjutnya hasil perhitungan nilai RMSE antara pasang surut hasil model dan pasang surut dari hasil pengukuran DISHIDROS TNI-AL diperoleh nilai 0.08. Menurut nilai RMSE, dijelaskan bahwa semakin kecil nilai yang



**Gambar 4.** Perbandingan elevasi pasut hasil model dan pasut DISHIDROS TNI-AL wilayah IV Tanjungpinang.

diperoleh maka semakin besar keakuratan atau kemiripan dari kedua data tersebut. Dengan demikian, maka model yang telah disimulasikan dalam penelitian ini ditinjau dari data pasang surut sudah mendekati kondisi yang sebenarnya di alam.

#### 4. Simpulan

Model sebaran nutrisi pada perairan Teluk Tanjungpinang menunjukkan pola sebaran yang berbeda dibandingkan dengan perairan Selat Dompok, dengan sebaran nutrisi dari hasil model pada saat surut maupun waktu pasang menunjukkan pola yang sama, yaitu cenderung berkurang ke arah lepas pantai dan tinggi di beberapa lokasi pengamatan disekitar perairan estuary Sei. Carang yang berdekatan dengan kawasan perairan Teluk Tanjungpinang. Nilai rata-rata yang ditemukan di perairan estuary Sei. Carang dan perairan Kanal Tanjung ungat memiliki konsentrasi jauh lebih besar dibandingkan nilai kandungan rata-rata nutrisi di perairan pantai.

Pola Arus saat pasang tertinggi perbani dan purnama di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil wilayah Kota Tanjungpinang memperlihatkan bahwa arus masuk dari arah Barat perairan, lalu keluar menuju arah Utara ke perairan terbuka. Namun sebagian massa air dengan keberadaan pulau-pulau kecil disekitarnya menjadi terpecah sehingga terjadi pembelokan menuju ke arah Selatan perairan pesisir kota Tanjungpinang, dengan kecepatan arus maksimum 1,1 m/s.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan fasilitas sehingga penelitian ini berjalan dengan yang diharapkan.

#### Referensi

- APHA. 2017. Standard Method for The Examination of Water and Wastewater. 22nd Ed. American Public Health Association Inc. New York.
- Damar, A., Colijn, F., Hesse, K. J., & Wardiatno, Y. 2012. The eutrophication states of Jakarta, Lampung and Semangka Bays: Nutrient and phytoplankton dynamics in Indonesian tropical waters. *Journal of Tropical Biology & Conservation*, 9(1): 61-81.

- Duda, A.M., 2016. Policy, Legal and Institutional reform for Public Partnerships Needed to Sustain Large Marine Ecosystems of East Asia. *Ocean and Coastal Management*, 49: 461-469.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Humborg, C., Danielsson, A., Sjoberg, B., & Green, M. 2003. Nutrient lan-sea fluxes in oligotrophic and Pristine estuaries of the Gulf of Bothnia, Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 781-793.
- Islam, M.S. 2005. Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development. *Marine Pollution Bulletin*, 50: 48-61.
- Isnaeni, N., Suryanti., & Purnomo, P.W. 2015. Kesuburan Perairan Berdasarkan Nitrat, Fosfat, dan Klorofil-a di Perairan Ekosistem Terumbu Karang Pulau Karimunjawa. Diponegoro *Journal of Maquares*, 4(2): 75-81.
- Lee, D. I., Choi, J. M., Lee, Y. G., Lee, M. O., Lee, W. C., & Kim, J. K. 2008. Coastal environmental assessment and management by ecological simulation in Yeosu Bay, Korea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80(4): 495-508.
- Mann, K.H., & Lazier, J.R.N. 1991. Dynamic of Marine Ecosystem. Biological-Physical Interaction in The Oceans. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Millero, F.S. & Sohn, M.L. 1992. Chemical Oceanography. CRC Press. London
- Mustofa, A. 2015. Kandungan Nitrat dan Fosfat sebagai Faktor Tingkat Kesuburan Pantai. *Jurnal Disprotek*, 6(1): 13-19
- Putnam, L.A., Gambrell, R.P., & Rusch, K.A. 2016. CBOD5 treatment using the marshland upwelling sistem. *Ecological Engineering*, 36: 548-559.
- Syakti, A.D., Idris, F., Koenawan, C.J., Asyhar, R., & Apriadi, T. 2019. Biological pollution potential in the water of Bintan-Riau Islands Province, Indonesia: First appearance of harmful algal bloom species. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45: 117-122
- Ulqodry, T. Z., Yulisman, Y., Syahdan, M., & Santoso, S. 2010. Karakteristik dan sebaran nitrat, fosfat, dan oksigen terlarut di perairan Karimunjawa Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains*, 13(1): 35-41.
- Wilkinson, C., & Salvat, B. 2012. Coastal Resource Degradation in the tropics: Does the tragedy of the commons apply for coral reefs, mangrove forest and seagrass beds. *Marine Pollution Bulletin*, 64: 1096-1105.

**Febrianti Lestari**, Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jl. Politeknik Senggarang, Tanjung Pinang, Kepulauan Riau 29111, Indonesia. Email: [febi\\_lestary@umrah.ac.id](mailto:febi_lestary@umrah.ac.id)  
 URL Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-4361-7038>  
 URL Google Scholar: <https://scholar.google.co.id/citations?hl=id&user=ltDRKugAAAAJ>  
 URL Sinta: <http://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail/?id=6002698&view=overview>

#### How to cite this article:

Lestari, F. 2020. Nutrient distribution models and flow patterns in Coastal Waters and Small Islands, Tanjungpinang City, Indonesia. *Akuatikisle: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 4(1): 36-40. <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisle.4.1.36-40>