
STUDI POLA ARUS LAUT DI PERAIRAN TAPAKTUAN, ACEH SELATAN

Mutiara Nur Anisa, Purwanto^[1], dan Indra Budi Prasetyawan^[2]

Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,
Semarang

Jalan Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Telp/Fax (024)7474698 Semarang 50275

Email : mutiara1501@gmail.com; purwantoirh@yahoo.co.id;

indrabudiprasetyawan2016@gmail.com

Abstrak

Perairan Tapaktuan terletak di kota Tapaktuan, Aceh Selatan. Pada perairan tersebut terdapat sebuah pelabuhan perintis. Faktor-faktor oseanografi sangat penting dalam kajian pengembangan pelabuhan. Salah satunya adalah kondisi arus laut. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pola arus pada saat sebelum adanya *breakwater* dan sesudah adanya *breakwater*. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan metode purposive sampling untuk penentuan lokasi penelitian. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pengukuran lapangan dan pemodelan numerik dengan menggunakan *MIKE 21 Flow Model FM*. Simulasi pemodelan dilakukan dengan dua skenario, yaitu simulasi pada saat sebelum adanya *breakwater* dan sesudah adanya *breakwater*. Pengukuran lapangan untuk parameter arus dilakukan pada tanggal 4 November – 2 Desember 2015 dengan menggunakan alat current meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan arus maksimum adalah 0.288 m/det pada kondisi surut menuju pasang purnama. Pergerakan arah arus dominan ke arah barat laut. Pada skenario adanya bangunan pantai kecepatan maksimum sebesar 0,4052 m/det dengan arah dominan ke barat daya-timur. *Breakwater* memiliki pengaruh dalam perubahan kecepatan dan arah arus. Perubahan kondisi arus laut dipengaruhi oleh pasang surut, angin, bangunan pantai dan kondisi batimetri.

Kata kunci : Arus Laut, Perairan Tapaktuan, Pasang Surut, Mike 21, Breakwater

Abstract

Tapaktuan waters is located in Tapaktuan district, South Aceh. In these waters there is a pioneer port. Oceanography factors are very important to study of port development. One of them is sea currents condition. The aim of this research is to know currents pattern before there is breakwater condition and after there is breakwater condition. This research used descriptive quantitative method and purposive sampling method to determination of the location. The research was divided into two phases, i.e. field measurement and numerical modeling by *MIKE 21 Flow Model FM*. The modeling simulation was done with two scenarios which are simulation before breakwater condition and simulation after breakwater condition. The field measurement of sea currents was done on November 4th 2015– December 2nd 2015 by current meter. The result indicated that type the maximum currents speed is 0.288 m/sec in ebb to tide condition in spring tide. The dominant direction of current speed is northwest. The scenario of breakwater condition has a maximum currents speed, 0,4052 m/sec with dominant direction to southwest and east. The breakwater has impacts in changing of currents speed and currents direction. Changing condition of sea currents is influenced by tidal, wind, and bathimetri condition.

Keyword : Sea Currents, Tapaktuan Waters, Tidal, MIKE 21, Breakwater

PENDAHULUAN

Pelabuhan Tapaktuan merupakan pelabuhan perintis di Kota Tapaktuan, Aceh Selatan. Pelabuhan Tapaktuan merupakan salah satu pelabuhan yang akan dikaji dalam perencanaan pekerjaan Rencana Induk Pelabuhan Aceh pada tahun 2013–2033. Pelabuhan perintis memiliki peran penting untuk melayani rute pelayaran antardaerah dan bermaksud untuk membuka kegiatan ekonomi di daerah terpencil. Seluruh pelabuhan perintis di Indonesia akan ditingkatkan fungsinya dalam memberikan pelayanan terhadap seluruh pengguna jasa transportasi perintis (Dinas Perhubungan, 2011). Peningkatan fungsi pelayanan pelabuhan akan mendorong adanya pengembangan pelabuhan.

Faktor-faktor hidro-oseanografi seperti gelombang, arus laut dan pasang surut berpengaruh terhadap kondisi suatu perairan. Salah satu faktor oseanografi tersebut yaitu arus laut. Menurut Hutabarat dan Evans (1986) arus laut adalah gerakan massa air dari suatu tempat ke tempat yang lain. Arus laut dapat terjadi di seluruh bagian laut. Gerakan air yang terdapat dipermukaan tidak hanya dipengaruhi oleh angin, namun dipengaruhi oleh adanya gaya gaya lain yang dapat berupa gradien tekanan, perbedaan densitas dan pasang surut. Pola arus terdiri dari kecepatan dan arah arus pada daerah penelitian. Arus laut memiliki peran dalam pembangunan atau pun pengembangan bangunan pantai/pelabuhan. Arus laut dapat berguna sebagai data dasar dalam perencanaan untuk kepentingan *engineering* seperti pembangunan *breakwater*, pengembangan pelabuhan, pengerukan dan lainnya.

Kondisi arus laut di suatu perairan sangat rumit untuk dipelajari secara langsung, untuk memudahkan diperlukan bantuan pemodelan hidrodinamika. Pemodelan hidrodinamika dapat melakukan simulasi pergerakan pola arus sehingga dapat mempermudah dalam menganalisis suatu kondisi perairan. Pemodelan hidrodinamika memiliki kelebihan yaitu dapat meramalkan pola arus sesuai waktu dan luasan yang dibutuhkan sehingga tidak harus mengambil data arus sepanjang waktu dan penempatan titik pengamatan yang banyak sehingga akan menghemat waktu, tenaga, alat dan biaya dari penelitian tersebut.

Penelitian mengenai arus laut dilakukan untuk mengetahui arah dan besaran kecepatan arus laut sebelum dan sesudah adanya *breakwater* pada dua kondisi yaitu saat pasang surut purnama dan perbani, sehingga dapat menyajikan data sebagai rekomendasi pengembangan pelabuhan. Penelitian terdahulu mengenai pola arus pada daerah perairan yang terdapat *breakwater* telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Leksono, dkk (2013) yang mengkaji pola arus laut di Perairan Cirebon, Tarhadi, dkk (2014) yang mengkaji pola arus laut di Perairan Kaliwungu, Kendal, Pratama, dkk (2014) yang mengkaji pola arus di perairan khusus Pertamina PT. Arun Lhokseumawe, Aceh dan Permadi, dkk (2015) yang mengkaji pola arus laut di di sekitar PLTU Sumuradem, Indramayu. Penelitian-penelitian tersebut mengemukakan bahwa adanya *breakwater* mempengaruhi pembelokan arah arus dan perubahan besaran kecepatan. Informasi mengenai kondisi arus di Perairan Tapaktuan belum tersedia. Sehubungan dengan perubahan pola arus akibat adanya *breakwater*, maka perlu dilakukan kajian tentang pola arus di Perairan Tapaktuan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di sekitar pelabuhan Tapaktuan, Aceh Selatan (Gambar 1). Untuk mengetahui pola arus laut di Perairan Tapaktuan, maka materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data primer (data utama) dan data sekunder (data pendukung). Data primer berupa data pengukuran arus laut. Sedangkan data sekunder berupa peta alur laut Perairan Tapaktuan skala 1 : 30.000 DISHIDROS TNI – AL, peta RBI Skala 1:25.000 yang diperoleh dari Instansi Badan Informasi Geospasial (BIG), data angin Perairan Tapaktuan (14 – 28 November 2015) yang diperoleh dari Instansi DISHIDROS – TNI AL, dan data pasang surut perairan Tapaktuan (14 – 28 November 2015) yang diperoleh dari Instansi DISHIDROS – TNI AL.

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif, metode yang menggunakan data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistika atau model (Sugiyono, 2009). Penentuan lokasi untuk pengambilan data menggunakan metode *sampling purposive* (Hadi, 2004).

Pengukuran arus laut dilakukan dengan menggunakan *Current Meter Valeport Type 106*. Alat ini dapat merekam kecepatan dan arah arus. Pengukuran arus dilakukan pada satu titik dengan koordinat $3^{\circ} 15' 10.05''$ LU - $97^{\circ} 10' 57.83''$ BT. Pengamatan dilakukan pada kedalaman 0,4d, yaitu d adalah kedalaman total perairan, pada titik pengukuran kedalaman total perairan adalah 10 meter dan dilakukan selama 15 x 24 jam berturut turut (14 – 28 November 2015). Pengolahan data disajikan dalam bentuk grafik *time series*, *scatter plot* serta *currentrose* menggunakan *software worldcurrent* dan MIKE DHI

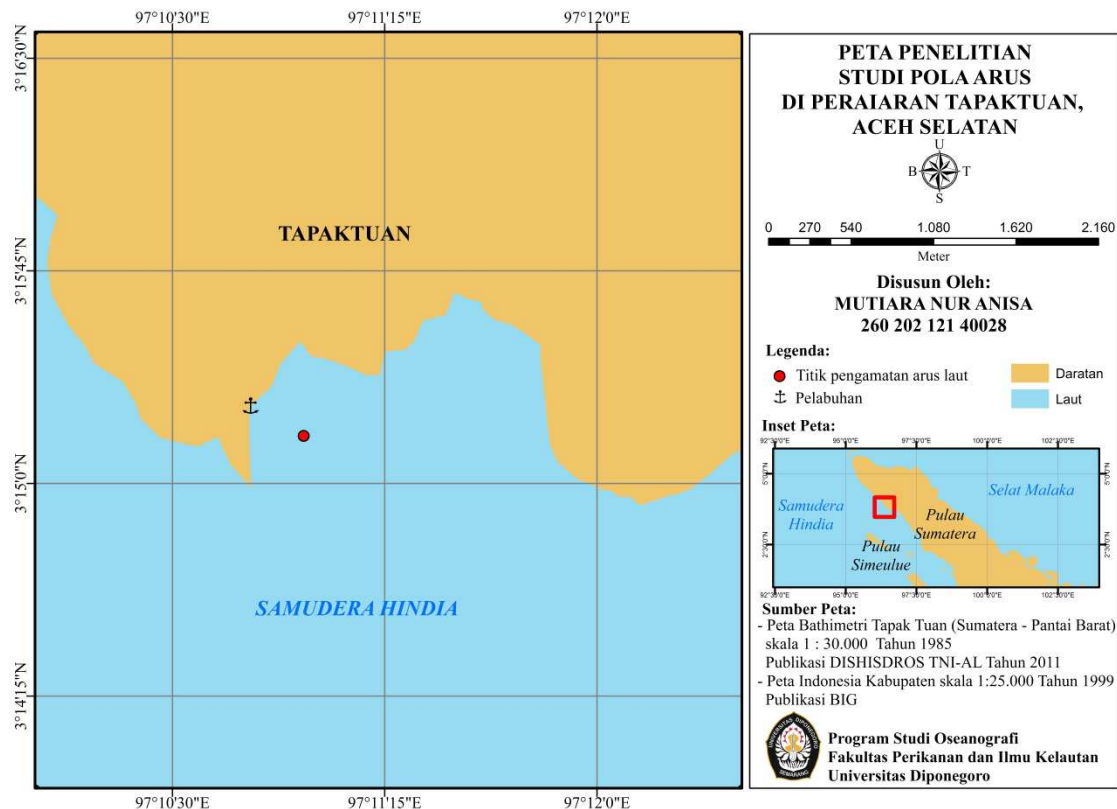
Pemodelan matematik yang digunakan adalah model 2 dimensi horizontal dengan penerapan model MIKE 21 *Flow Model FM, Hydrodynamic Module*. Persamaan matematik berdasarkan integrasi persamaan kontinuitas dan persamaan momentum yang dirata ratakan terhadap kedalaman. Pemodelan dilakukan selama 15 hari yang dimaksudkan dapat mewakili kondisi pasang surut purnama dan perbani yang akan di cuplik masing masing menjadi 4 kondisi, yaitu pada saat kondisi pasang tertinggi, surut terendah, pasang menuju surut dan surut menuju pasang.

Verifikasi hasil model dilakukan dengan membandingkan nilai model dengan nilai pengukuran yang bertujuan mengetahui besar kesalahan model. Pada penelitian ini verifikasi model menggunakan *Root Mean Square Error (RMSE) observations standard deviation ratio (RSR)* dengan persamaan berikut :

$$RSR = \left[\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i^{obs} - y_i^{sim})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i^{obs} - y_i^{mean})^2}} \right] \quad (1)$$

(Moriassi *et al.*, 2007)

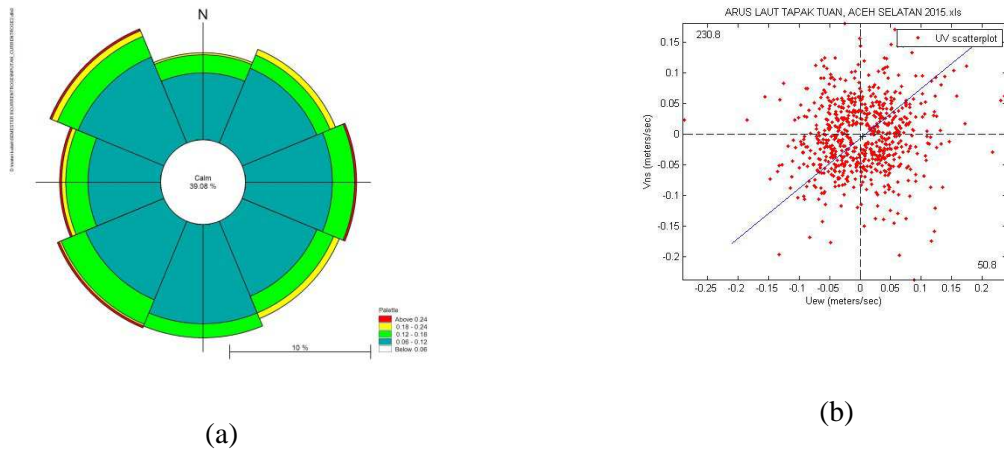
dengan y_i^{obs} adalah data hasil pengukuran, y_i^{sim} adalah data hasil simulasi dan y_i^{mean} adalah nilai rata rata hasil pengukuran. Perhitungan RSR memiliki klasifikasi seperti Sangat Baik jika bernilai 0 – 0,5; Baik jika bernilai 0,5 – 0,6; Cukup jika bernilai 0,6 – 0,7 dan Tidak baik jika bernilai > 0,7



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

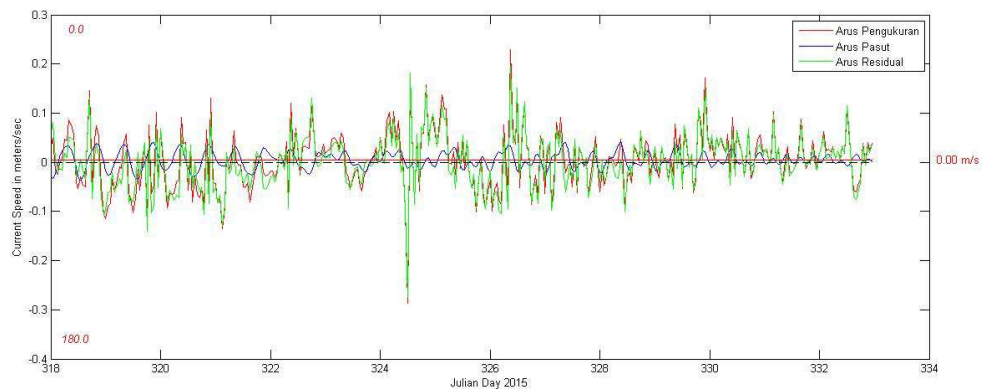
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran arus permukaan di Perairan Tapaktuan, Aceh Selatan, kecepatan arus minimum sebesar 0,017 dengan arah 1° (Utara), kecepatan arus maksimum sebesar 0,288 m/det dengan mengarah ke 275° (Barat – Barat Laut). Nilai arus pengukuran lapangan digunakan untuk melihat arah dan kecepatan dominan dengan membuat *current rose* (Gambar 2a), dimana *current rose* menunjukkan bahwa pergerakan arus permukaan laut dominan bergerak ke barat laut. Sedangkan *Scatter plot* digunakan untuk mempresentasikan sebaran kecepatan dan arah arus laut melalui kecepatan arus pada arah timur – barat (komponen U) dan kecepatan arus pada arah utara-selatan (komponen V). Terlihat pergerakan arus menyebar ke segala arah (Gambar 2b).



Gambar 2. *Current rose* (a) dan *Scatter plot* (b)

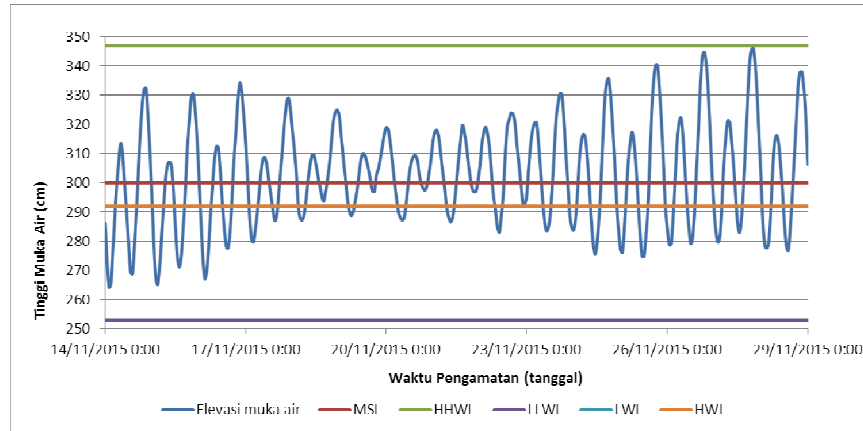
Karakteristik arus di Perairan Tapaktuan (Gambar 3) bertujuan untuk mengetahui jenis arus pada suatu kondisi perairan. Grafik karakteristik arus terdiri dari arus pengukuran (grafik merah), arus astronomi (grafik biru) dan arus residu (grafik hijau). Hasil menunjukkan bahwa grafik arus pengukuran (grafik merah) memiliki pola yang hampir sama dengan grafik arus residual (grafik hijau) dan memiliki pola yang berbeda dengan grafik arus pasut (grafik biru) sehingga dapat dikatakan bahwa karakteristik arus di Perairan Tapaktuan di dominasi oleh arus residual.



Gambar 3. Grafik Karakteristik Arus Laut Tapaktuan, Aceh Selatan

Analisis harmonik komponen pasang surut dilakukan dengan metode *admilarty* untuk mendapatkan nilai amplitudo dan fase dari komponen pasang surut. Pengolahan data pasang surut dilakukan dengan menggunakan metode *admilarty* dan didapatkan nilai *Formzahl* sebesar 0,509 (Gambar 4). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Perairan Tapaktuan adalah campuran condong ke harian ganda. Nilai elevasi muka air tertinggi, *Highest High Water*

Level (HHWL) adalah 347 cm, muka air terendah, *Lowest Low Water Level* (LLWL) adalah 253 cm dan tinggi muka air rata rata, *Mean Sea Level* (MSL) sebesar 300 cm.

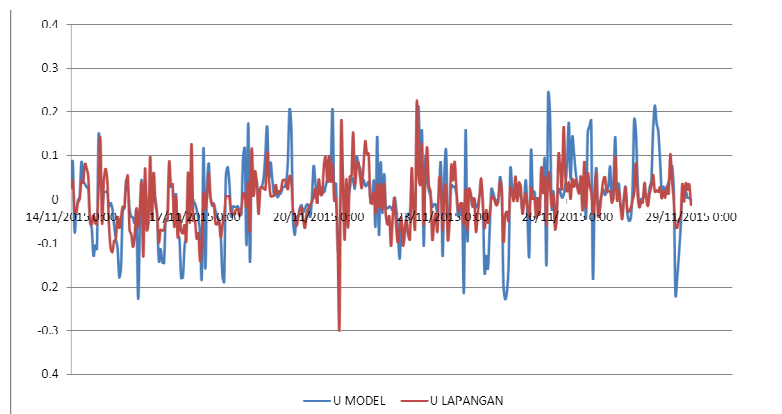


Gambar 4. Grafik Pasang Surut Perairan Tapaktuan, Aceh Selatan

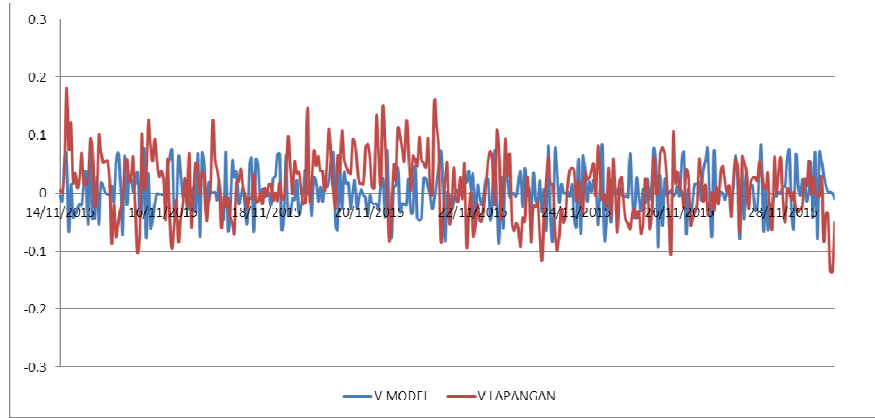
Berdasarkan hasil simulasi model numerik (Tabel 1) dengan menambahkan desain *breakwater* ataupun tanpa *breakwater*, didapatkan besar kecepatan arus laut dengan berbagai kondisi pasang surut. Hasil verifikasi arus laut dilakukan dengan menghitung nilai kesalahan pada kecepatan arus pada arah timur–barat dan kecepatan arus pada arah utara–selatan. Pengukuran dengan arus laut hasil simulasi model didapatkan RSR sebesar 0,263 untuk komponen U (Gambar 5) dan 0,016 untuk komponen V (Gambar 6).

Tabel 1. Kecepatan Arus Laut Hasil Simulasi Model Numerik

Kondisi Pasut	Kecepatan Arus (m/det)			
	Sebelum <i>Breakwater</i>		Sesudah <i>Breakwater</i>	
Purnama	Mak	Rata rata	Mak	Rata rata
Pasang menuju surut	0.5802	0.1629	0.4053	0.0746
Pasang tertinggi	0.2001	0.0440	0.1708	0.0358
Surut menuju pasang	0.2115	0.0390	0.1126	0.0365
Surut terendah	0.2042	0.0717	0.1251	0.0163
Perbani				
Pasang menuju surut	0.1864	0.0556	0.0915	0.0165
Pasang tertinggi	0.1855	0.0540	0.0919	0.0187
Surut menuju pasang	0.1877	0.0640	0.0977	0.0316
Surut terendah	0.1626	0.0500	0.0409	0.0131

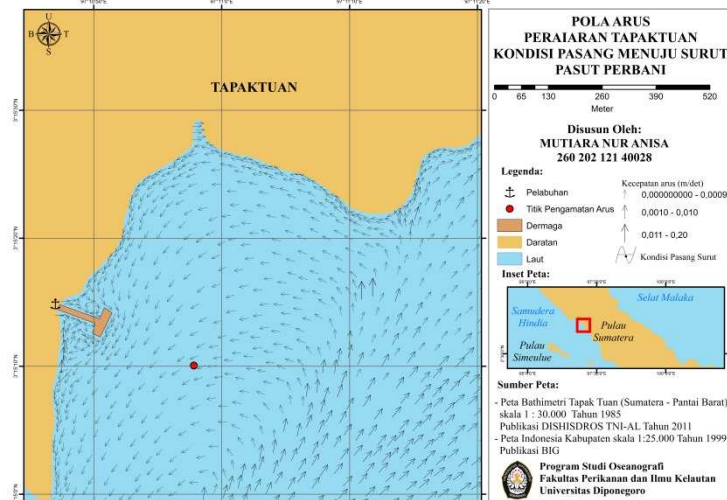


Gambar 5. Grafik Verifikasi Komponen U

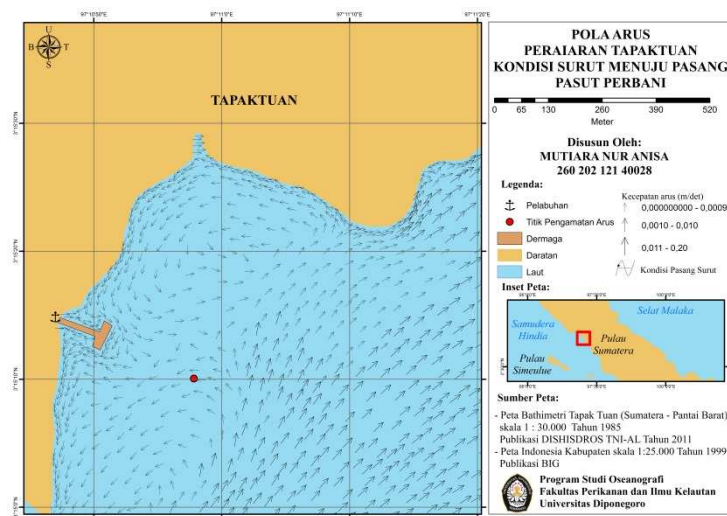


Gambar 6. Grafik Verifikasi Komponen V model terhadap V pengukuran.

Pada kondisi pasut perbani ini terlihat bahwa kecepatan arus tertinggi terjadi pada saat kondisi surut menuju pasang dan kecepatan arus terendah terjadi pada saat surut terendah. Sesuai dengan pendapat Poerbandono (2005) yang menyatakan bahwa gerakan arus maksimum terjadi antara pergerakan air meninggi atau merendahnya permukaan air. Sedangkan kecepatan air minimum atau efektif nol terjadi pada saat air tinggi dan air rendah (*slack waters*).

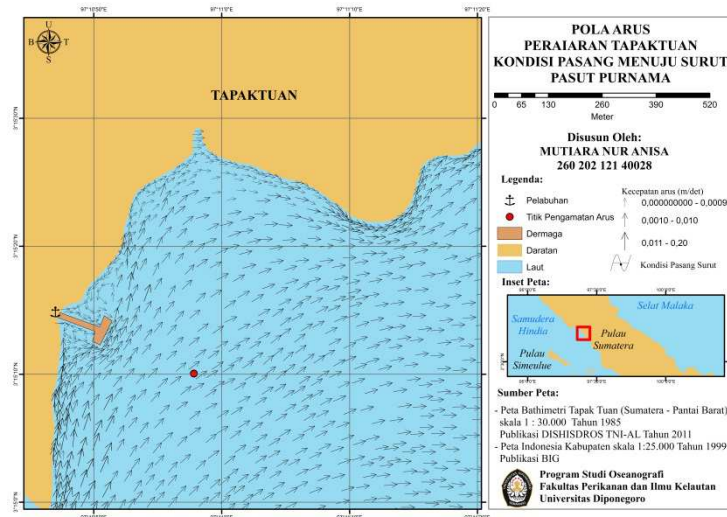


Gambar 5. Pola Arus Kondisi Pasut Perbani Pada Saat Pasang Menuju Surut Sebelum Adanya *Breakwater*

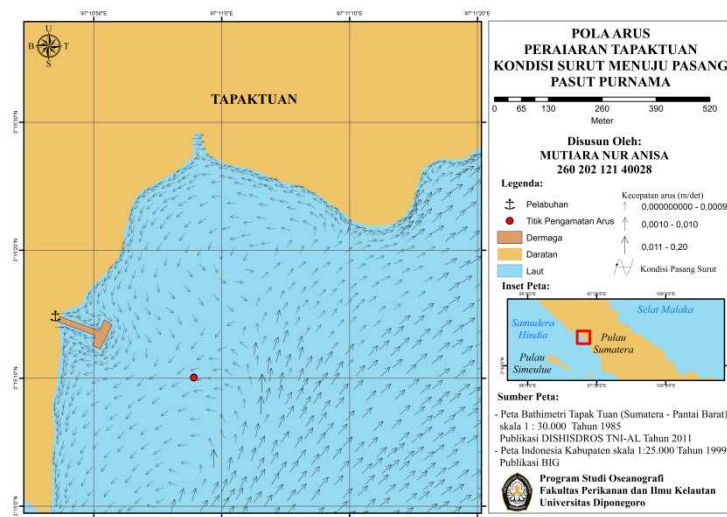


Gambar 6. Pola Arus Kondisi Pasut Perbani Pada Saat Surut Menuju Pasang Sebelum Adanya *Breakwater*

Kondisi pasut purnama memiliki kecepatan arus laut yang lebih besar dibandingkan pada saat pasut perbani. Hal ini disebabkan oleh perbedaan interval pasang surut yang besar yang terjadi pada kondisi purnama maupun perbani, dimanan interval elevasi besar menciptakan arus yang lebih kuat dibandingkan kondisi sebaliknya. Seperti pernyataan Hadi dan Radjawane (2009) yang megatakan bahwa kemunculan arus kuat terjadi pada saat keadaan purnama sedangkan pada saat keadaan perbani terjadi arus yang lemah



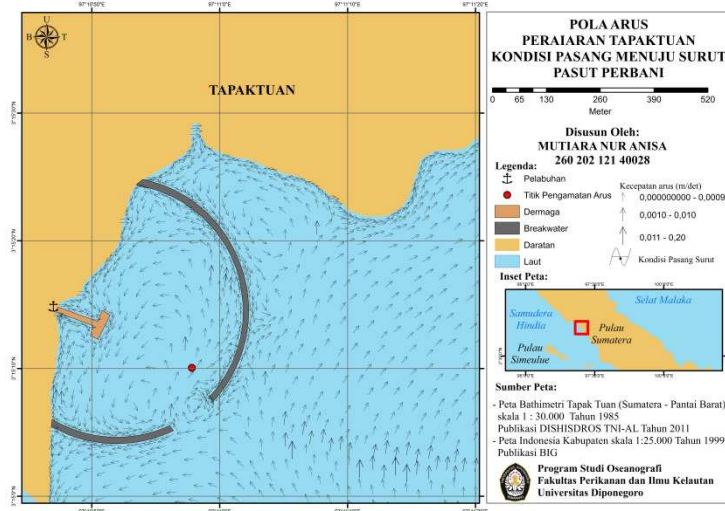
Gambar 7. Pola Arus Kondisi Pasut Purnama Pada Saat Pasang Menuju SurutSebelum Adanya *Breakwater*.



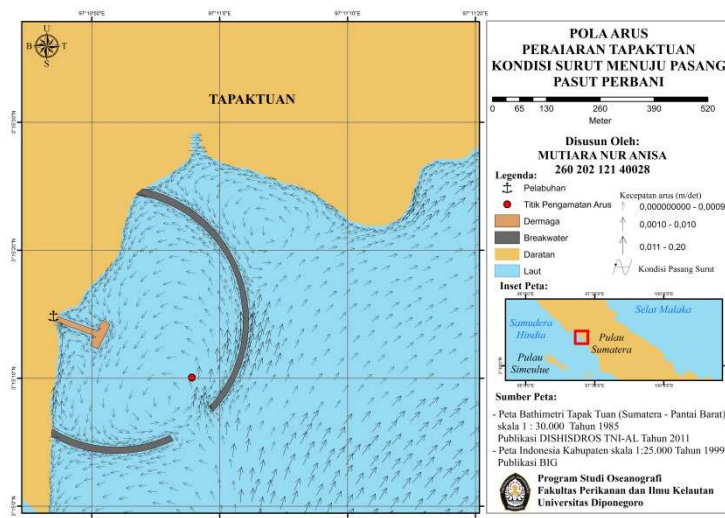
Gambar 11. Pola Arus Kondisi Pasut Purnama Pada Saat Pasang Surut Menuju Pasang Sebelum Adanya *Breakwater*.

Berdasarkan hasil simulasi arus laut Pada kondisi pasut perbanipasang menuju surut (Gambar 12), arah arus ada yang bergerak mengarah ke arah utara–timur laut dan sebagian ada yang mengarah ke barat laut–utara mengarah ke *breakwater*. Arah arus disekitar *breakwater* mengarah sejajar dengan *breakwater*. Perubahan arus di daerah yang terlindungi oleh *breakwater* cenderung memutar, hal ini terjadi karna bentruk *breakwater* yang memiliki mulut setengah lingkaran sehingga arus bisa menjalar masuk melalui sisi sebelah mulut bangunan dan keluar melalui sisi lainnya. Pada saat kondisi surut terendah arah penjalaran hampir sama dengan pada saat keadaan pasang menuju surut. Pada saat surut menuju pasang (Gambar 13) arah penjalaran menuju pantai ke arah timur laut, ada beberapa vektor arus yang terlihat memutar arah

menjauhi pantai di sekitar *breakwater*. Hal ini disebabkan oleh arus yang menjalar terhalang oleh bangunan sehingga terjadi pembelokkan arah arus. Pada kondisi pasang tertinggi arah arus menuju pantai dan ada sebagian yang menjauhi pantai. Dapat dilihat juga ada gerakan arus memutar arah di antara *breakwater* dan daratan.



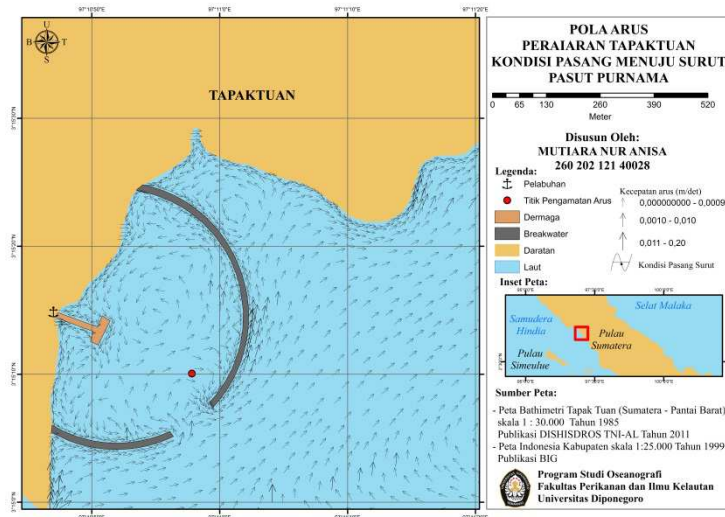
Gambar 12. Pola Arus Kondisi Pasut Perbani Pada Saat Pasang Menuju Surut Sesudah Adanya *Breakwater*.



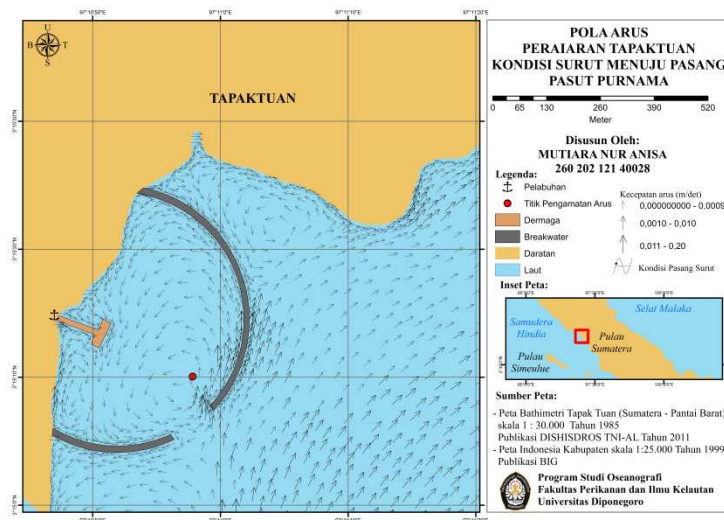
Gambar 13. Pola Arus Kondisi Pasut Perbani Pada Saat Surut Menuju Pasang Sesudah Adanya *Breakwater*.

Pada keadaan pasut purnama, pada saat pasang menuju surut (Gambar 14) arah arus menuju ke arah timur laut. Arus yang berada disekitaran luar *breakwater* menjalar sejajar bangunan dan mengarah ke timur laut. Arah arus didaerah yang terlindungi *breakwater* memiliki kecenderungan untuk memutar, hal ini disebabkan karena adanya mulut bukaan pada bangunan tersebut sehingga terjadinya keluar masuk arus laut sehingga terjadi gerakan arus yang cenderung memutar. Pada saat keadaan surut terendah memiliki arah yang hampir sama dengan pada saat pasang menuju surut. Pada kondisi surut menuju pasang (Gambar 15) arah arus mendekati pantai. Arah arus di daerah terlindungi *breakwater* terlihat memutar berlawanan arah jarum jam. Hal ini terjadi karna arus datang melewati mulut *breakwater* searah dengan arus yang menjalar menuju pantai. Sehingga terjadi putaran arus yang disebabkan terhalanginya pergerakan arus akibat *breakwater* dan daratan. Pada kondisi pasang Arah yang berbeda dari ketiga kondisi tersebut. Pada kondisi ini arah arus mengalir menjauhi pantai ke arah barat daya.

Pada sisi *breakwater*, arah arus terjadi perbedaan. Pada sisi dalam *breakwater* arah arus sejajar dengan bangunan tersebut dan mengarah sekitar barat laut utara (mendekati pantai) berbeda dengan arah arus yang di dekat sisi luarnya, arah arus sejajar mengarah ke sekitar barat daya (menjauhi pantai). Hal ini terjadi karna pada kondisi ini arus masih terdapat pengaruh pasang surut sehingga terjadi perbedaan arah antara pada saat pasang tertinggi dan surut terendah. Arah arus yang berada didaerah terlindungi *breakwater* mengikuti bentuk dari *breakwater* itu sendiri



Gambar 13. Pola Arus Kondisi Pasut Purnama Pada Saat Pasang Menuju Surut Sesudah Adanya *Breakwater*.



Gambar 13. Pola Arus Kondisi Pasut Purnama Pada Saat Surut Menuju Pasang Sesudah Adanya *Breakwater*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Studi Pola Arus Laut di Perairan Tapaktuan, Aceh Selatan didapatkan kesimpulan bahwa besar kecepatan rata rata dari arus laut hasil pengukuran adalah 0,073 m/det dengan arah dominan ke barat laut. Pada simulasi model dengan skenario sebelum adanya bangunan pantai, kecepatan arus rata rata memiliki nilai 0,0734 m/det sedangkan pada simulasi model dengan skenario sesudah adanya bangunan pantai memiliki kecepatan arus rata rata sebesar 0,0315 m/det dengan arah dominan ke timur. Pada saat keadaan pasut purnama kecepatan arus memiliki besaran yang lebih besar dibandingkan pada saat pasut perbani. Pada kondisi purnama besar kecepatan arus rata rata adalah 0,0408 m/det dan pada saat kondisi perbani kecepatan arus rata rata adalah 0,0199 m/det.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar besarnya kami sampaikan kepada DISHIDROS TNI AL yang telah memberikan penulis kesempatan ikut serta dalam Survey Tapaktuan, Aceh Selatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dishub. 2011. 44 Pelabuhan Perintis Direnovasi. <http://dishub.langkatkab.go.id/component/content/frontpage.html> (6 Juni 2016).
- Hutabarat, S dan S. M. Evans. 1986. Pengantar Oseanografi. Universitas Press. Jakarta.
- Leksono Anindito.,W. Atmodjo., L. Maslukah. 2013. Studi Arus Laut Pada Musim Barat di Perairan Pantai Kota Cirebon. *J. Oseanografi* 2(3) : 206 – 213.
- Tarhadi., E. Indrayanti., A. Anugroho. 2014. Studi Pola dan Karakteristik Arus Laut di Perairan Kaliwungu Kendal Jawa Tengah Pada Musim Peralihan I. *J. Oseanografi* 3(1) : 16 – 25.
- Pratama, Kastian Yudha., I.B. Prasetyawan., W. Atmodjo. 2014. Studi Pola Arus di Perairan Khusus Pertamina PT. Arun Lhokseumawe – Aceh. *J. Oseanografi* 3(2) : 220-229.
- Permadi, Ludy Cahya., E. Indrayanti., B. Rochaddi. 2015. Studi Arus Pada Perairan Laut di Sekitar PLTU Sumuradem Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. *J. Oseanografi* 4(2) : 516-523.
- Moriasi, D. N., J. G. Arnold., M. W. Van Liew., R. L. Binger., R. D. Harmel., T. L. Veith. 2007. Model Evaluation Guidelines For Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations. *J. American Society of Argicultural and Biological Enginners.* 50 (3) : 885 – 900.
- Poerbandono dan E. Djunansjah. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama, Bandung.
- Hadi, S.dan Radjawane, I. 2009. Arus Laut. Institut Teknologi Bandung Press, Bandung.