

**KAJIAN POLA ARUS DAN CO-RANGE PASANG SURUT
DI TELUK BENETE SUMBAWA NUSA TENGGARA BARAT****Taufix Rudy Pratama, Elis Indrayanti, Indra Budi Prasetyawan^{*)}**

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698

Abstrak

Pola Arus dan kondisi pasang surut merupakan dinamika perairan yang sangat berpengaruh terhadap proses oseanografi di perairan. Kajian pola arus dan pasang surut dapat digunakan dalam pengelolaan kawasan perairan seperti pengelolaan alur pelayaran maupun pembangunan bangunan pantai di sekitar perairan. Arus di Teluk Benete di dominasi oleh arus non pasut, dimana dominasi arus pasut sebesar 34,545%, sedangkan dominasi arus non pasut sebesar 65.546%. Kecepatan maksimum arus Teluk Benete sebesar 0,2822 m/s di permukaan, kondisi arus ini dipengaruhi oleh bentuk morfologi perairan dan juga kondisi teluk yang terhubung oleh Selat Alas. Analisis pola arus dan co-range pasang surut menggunakan program Mike-21 dimana program ini dapat mensimulasikan penjalaran arus dan dapat menampilkan co-range pasang surut di perairan. Hasil simulasi model memperlihatkan pola arus dimana kondisi pasang arus bergerak menuju teluk dan kondisi surut aus bergerak keluar teluk. Co-range pasang surut Teluk Benete memperlihatkan kondisi sebaran amplitudo di kawasan teluk merupakan hasil residu dari penjalaran gelombang pasang surut dari selat alas.

Kata kunci : Arus, Co-range Pasut, Teluk Benete, Mike21

Abstract

The current and tidal condition is an important parameter in the process of oceanographic in waters. Study of current and tidal can be used in the management of water areas such as shipping and building management in coastal waters. Currents in the Benete Bay is dominated by non-tide currents, where the dominance of the current tide of 34.545%, where as the non tide current dominance of 65 546% . The maximum velocity of flow of the Benete Bay 0.2822 m / s at the surface, the flow condition is influenced by the morphology and also the condition of the bay waters are connected by the Alas Strait. Analysis of current flow and co- range tidal using software Mike-21 where the program can simulate the propagation of current flow and can display a range of co-range tidal waters. Results shown the pattern of current models in which the conditions of tide currents move toward the bay and wear condition of low tide is moving out of the bay. Co-range Benete Bay showed a condition area is the residue of the tidal wave propagation from the base strait.

Keywords : Current, Co-range tidal, Benete Bay, Mike21

1. Pendahuluan

Arus dan pasang surut merupakan faktor oseanografi yang sangat berpengaruh di perairan. Arus merupakan perpindahan massa air yang diakibatkan oleh beberapa faktor, diantaranya perbedaan massa jenis air, perbedaan tekanan, gaya-gaya pembangkit lain seperti gelombang panjang dan angin (Steward, 2006). Pasang surut mengakibatkan fluktuasi muka air laut di perairan yang selanjutnya berperan dalam proses oseanografi. Karakteristik arus laut dan kondisi pasang surut di perairan dipengaruhi oleh morfologi pantai, letak geografis, maupun batimetri perairan.

Teluk Benete merupakan teluk yang berada di Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat (NTB) dan berada dalam wilayah pertambangan emas dan tembaga PT Newmont Nusa Tenggara (PT NNT). Kondisi teluk ini unik dimana teluk terbentuk semi tertutup yang sempurna dan berbatasan langsung dengan Selat Alas. Kondisi Teluk Benete yang berbeda dengan kondisi perairan yang lain sangat menarik untuk dilakukan kajian tentang pola arus dan kondisi pasang surut.

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

Aktivitas pertambangan PT NNT dalam pendistribusian bahan baku dan hasil tambang, pengiriman logistik, maupun transportasi pekerja lebih banyak menggunakan jalur laut (angkutan kapal). Teluk Benete difungsikan sebagai pelabuhan utama dimana digunakan sebagai jalur pelayaran kapal dalam aktivitas pertambangan. Fungsi pelabuhan yang sangat besar ini memerlukan adanya monitoring secara berkala mengenai kondisi perairan Teluk Benete baik pola arus maupun pasang surut sehingga dapat dilakukan pengelolaan teluk tersebut sebaik-baiknya.

Arus merupakan gerakan air sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia. Gerakan air yang terdapat di permukaan tidak hanya di pengaruhi oleh angin, namun dipengaruhi oleh adanya gaya-gaya lain yang dapat berupa gradien tekanan, perbedaan densitas, dan pasang surut (Hutabarat dan Evans, 1986). Arus pasang surut merupakan gerakan massa air secara horisontal yang bersamaan dengan pasang surut. Fenomena pasang surut di perairan pantai bersumber dari laut lepas akibat gaya pembangkit pasang surut hanya mempunyai gradien horisontal yang kecil (Latief, 2002). Pasang surut merupakan fenomena naik turunnya permukaan air secara periodik akibat adanya pengaruh gaya tarik benda luar angkasa seperti bulan dan matahari (Poerbondono et al., 2005).

Pola arus sangat berperan dalam pengelolaan pelabuhan dimana untuk keluar masuk kapal sangat dibutuhkan informasi pola arus sehingga dapat ditentukan alur pelayaran kapal. Pengolahan data pasang surut selanjutnya didapatkan peta *co-range* pasang surut dimana peta tersebut berisi informasi sebaran amplitudo dari gelombang pasang surut. Nurdjaman (2000), *co-range* pasang surut merupakan suatu sebaran amplitudo gelombang pasang surut yang memiliki nilai yang sama, sedangkan. *Co-range* di suatu perairan dipengaruhi oleh adanya komponen harmonik pasang surut dominan disuatu perairan. Peta *co-range* pasang surut dapat dilihat wilayah mana saja amplitudo gelombang pasang surut yang tinggi maupun rendah, dengan amplitudo yang rendah maka pengaruh naik turunnya amplitudo gelombang pasang surut sangat kecil.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pola arus dan *co-range* pasang surut yang terdapat di Teluk Benete. Bentuk morfologi Teluk Benete yang membentuk teluk dengan satu sisi terbuka dan berbatasan langsung dengan Selat Alas menjadi faktor yang berpengaruh terhadap kondisi arus dan pasang surut di Teluk Benete.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini yaitu:

- Data Arus (pengukuran data 1– 15 April 2011)
- Data pasang surut (pengukuran data 15 Maret – 15 April 2011)

Data sekunder yang digunakan yaitu:

- Data batimetri dan topografi Teluk Benete tahun 2007 (PT Newmont Nusa Tenggara)
- Data Angin (pengukuran data 1– 15 April 2011)

B. Metode Penelitian, Pengolahan dan Analisis Data

Pengukuran Arus Lapangan

Data arus diukur dengan menggunakan *ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) RDI Sentinel*. Prinsip. Pengukuran arus dilakukan di tengah Teluk Benete pada koordinat 8°53,44' S dan 116°44,43' E, lokasi di tengah teluk ini untuk merepresentasikan kondisi arus di Teluk Benete. Pengukuran data arus dalam penelitian ini dilakukan dalam satu lokasi pengukuran. Lokasi titik pengukuran arus laut berada pada kedalaman 28,15 m dibawah permukaan laut, dengan pembagian pengukuran 3 kedalaman, permukaan (8 m), tengah (17 m), dan dasar (26 m). Pengukuran arus dengan menggunakan *ADCP* untuk merekam kecepatan arus dalam komponen u, v dan arus total. Hasil pengukuran berupa grafik kecepatan arus dan *scatterplot* untuk merepresentasikan arah arus.

Pengukuran Pasang Surut

Pengukuran data pasang surut menggunakan *Automatic Tide Gauge*, Pengambilan data dilakukan selama 30 hari, dengan interval perekaman 10 menit. Hasil pengukuran berupa data elevasi muka air laut yang selanjutnya diolah dengan metode admiralty untuk mendapatkan komponen pasang surut di Teluk Benete.

Model Arus dan *Co-range* pasang surut

DHI Mike merupakan program solusi matematis dimana dapat untuk simulasi hidrolis dan fenomena lingkungan di danau, muara, teluk, wilayah pesisir dan lautan. DHI Mike dapat mensimulasikan dalam 1 dimensional, 2 dimensional, dan 3 dimensional. Mike 21 untuk simulasi kondisi

perairan dalam 2 dimensi terdiri dari simulasi aliran hidrodinamika untuk aliran arus, sedimen transpor, sebaran nutrisi dan lainnya (DHI Mike, 2007)

Simulasi pola arus dan *co-range* pasang surut menggunakan *software DHI Mike 21*. Pola arus disimulasikan selama 15 hari dengan domain model Teluk Benete. *Co-range* pasut disimulasikan menggunakan 9 komponen dan 1 komponen hasil analisis komponen menggunakan metode admiralty.

3. Hasil dan Pembahasan

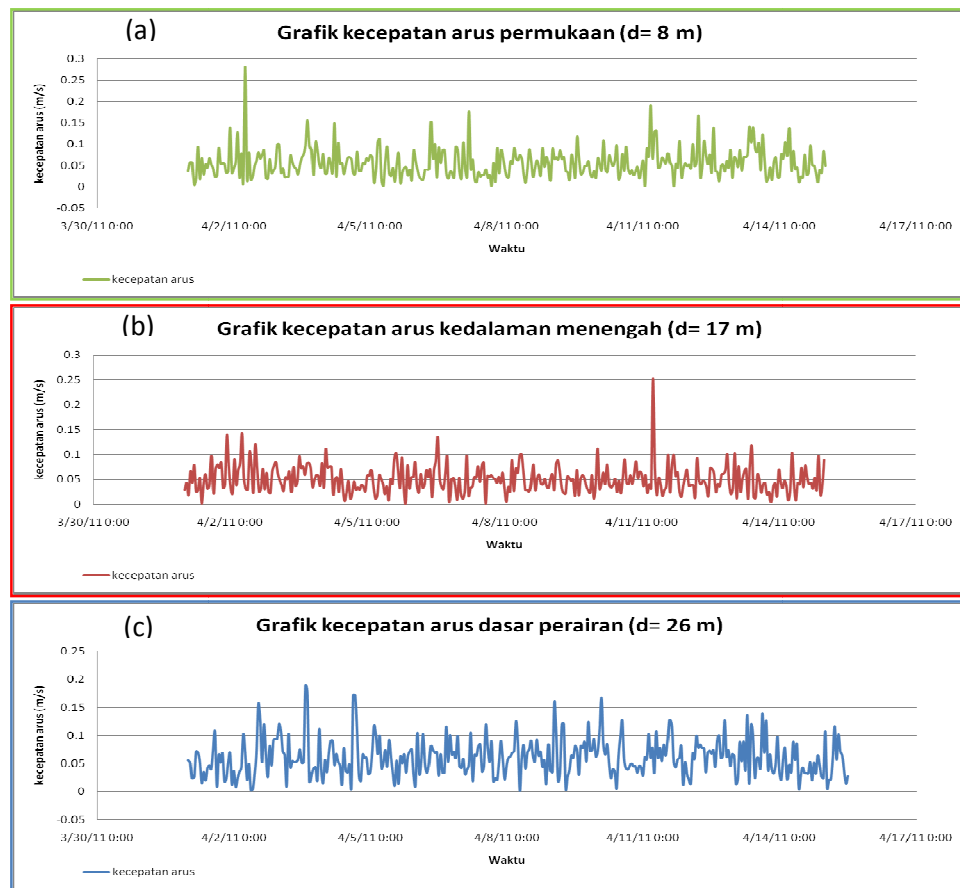
3.1 Hasil

3.1.1 Arus Laut

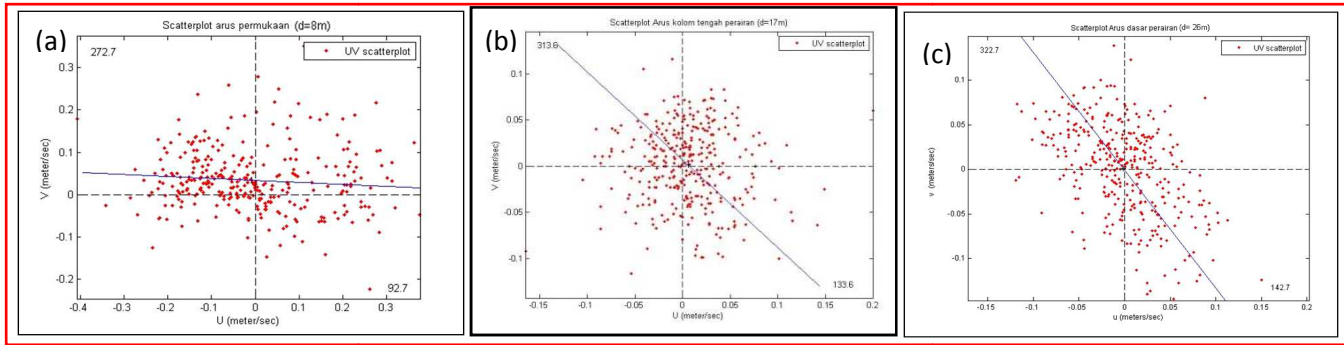
Hasil pengukuran arus lapangan menunjukkan kecepatan arus semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman, dimana tersaji pada tabel 1. Untuk kecepatan di tiap kedalaman dasar, menengah, dan permukaan tersaji pada gambar 1 berupa grafik kecepatan arus, sedangkan arah pergerakan arus tersaji pada gambar 2, berupa *scatterplot* arus lapangan.

Tabel 1. Kecepatan arus

No.	Arus	Kedalaman (m)	Maksimum (m/s)	Minimum (m/s)
1.	Dasar	26	0.1897	0.0020
2.	Tengah	17	0.2530	0.0022
3.	Permukaan	8	0.2822	0.0010



Gambar 1. Grafik Arus Teluk Benete : a permukaan, b tengah c dasar



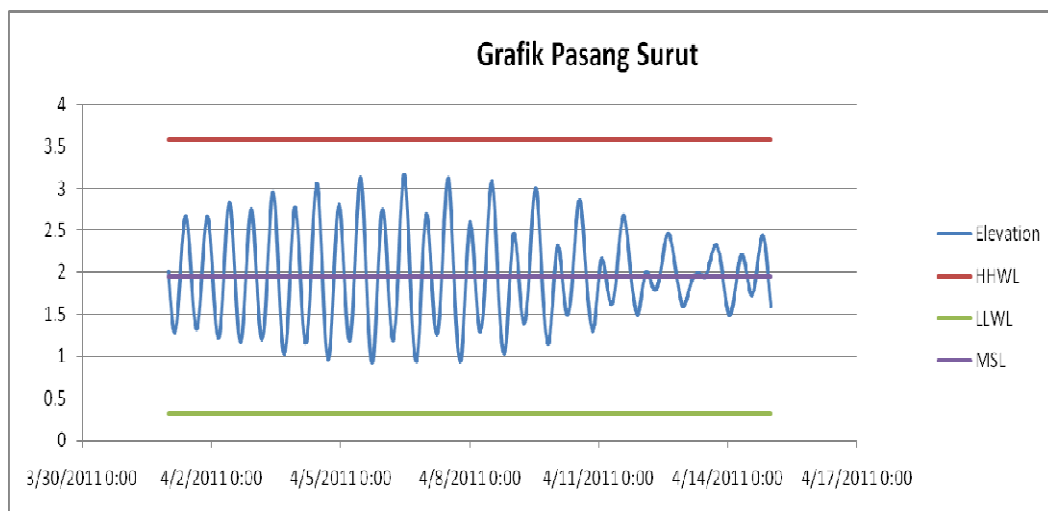
Gambar 2. Scatterplot arus : a (permukaan), b (tengah), c (dasar)

3.1.2 Pengukuran Pasang Surut

Pasang surut Teluk Benete dari hasil pengolahan data menggunakan metode *admiralty* diperoleh nilai HHWL : 3.577 m, LLWL : 0.317 m, dan MSL : 1.947 m. Analisis komponen pasang surut tersaji pada tabel 2, untuk grafik pasang surut Teluk Benete tersaji pada gambar 3. Tipe pasut Teluk Benete bertipe harian ganda (semidiurnal) yang didapat dari hasil analisa komponen pasang surut dengan nilai *Formzall* sebesar 0.229.

Tabel 2. Komponen pasut dengan metode *Admiralty*

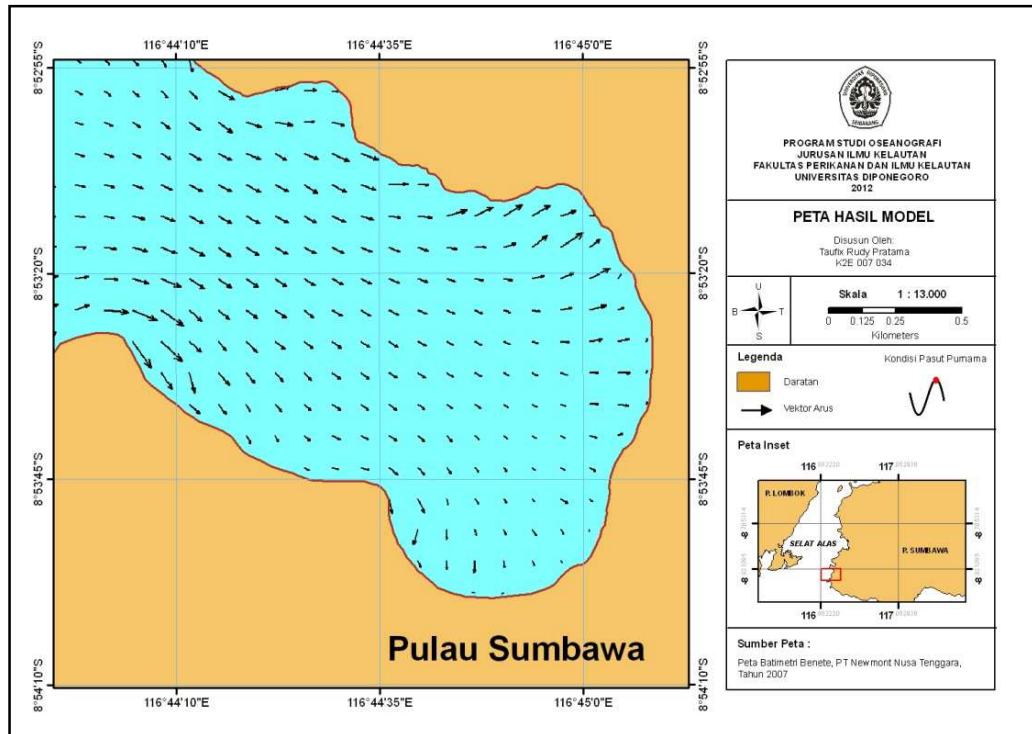
Komponen Pasut	A (m)	g0
S ₀	1.916	-
M ₂	0.663	336
S ₂	0.528	298
N ₂	0.165	294
K ₁	0.136	208
O ₁	0.135	46
M ₄	0.003	171
MS ₄	0.024	175
K ₂	0.121	298
P ₁	0.045	208



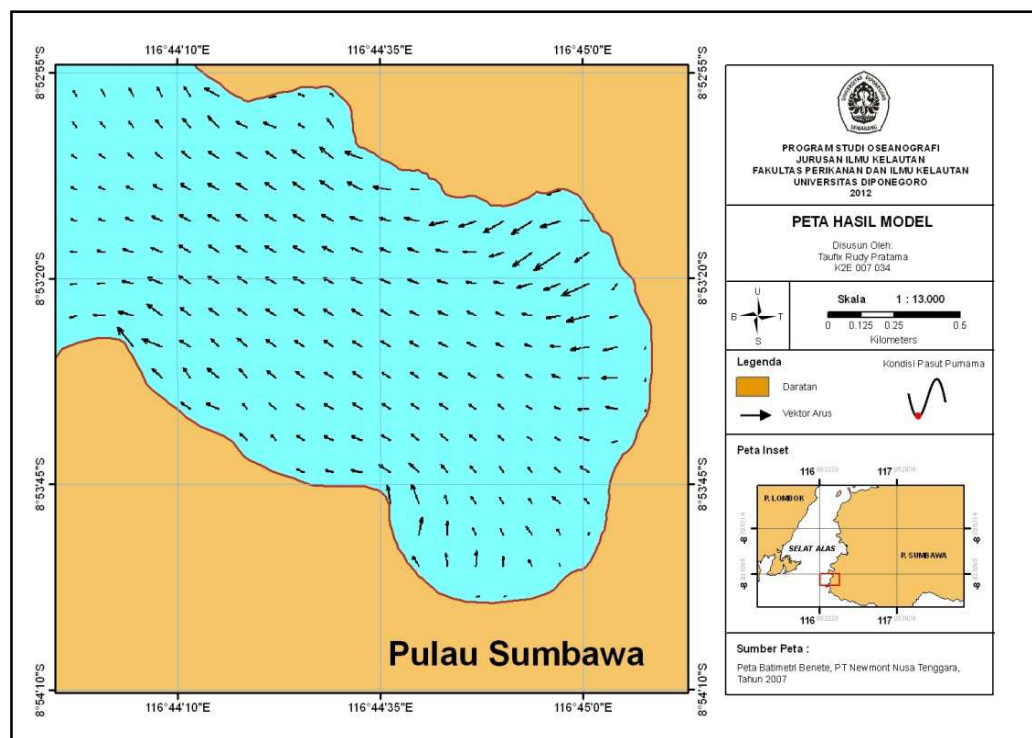
Gambar 3. Grafik Pengamatan Pasang Surut Lapangan Teluk Benete

3.1.3 Simulasi Model

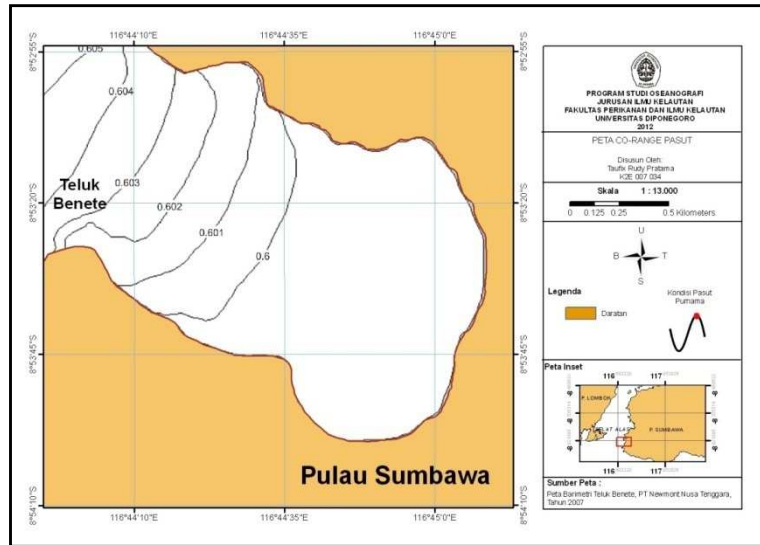
Simulasi model *Mike 21* didapatkan pola arus di Teluk Benete dan sebaran amplitudo gelombang pasang surut dalam bentuk peta *co-range*. Selanjutnya hasil model diverifikasikan dengan data lapangan berupa data pasang surut dan juga data kecepatan arus.



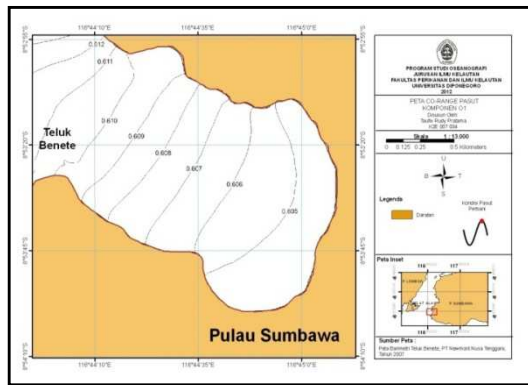
Gambar 4. Hasil Simulasi Model pada kondisi Purnama saat Pasang di Teluk Benete Bulan April 2011



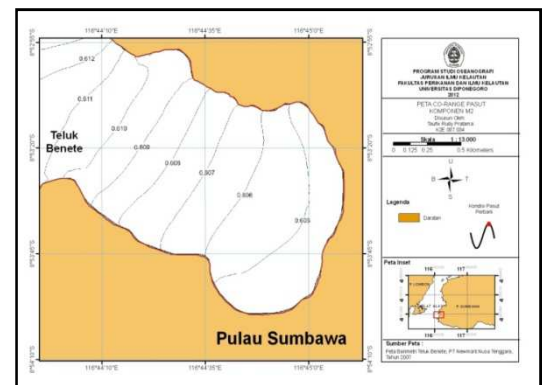
Gambar 5. Hasil Simulasi Model pada kondisi Surut di Teluk Benete Bulan April 2011



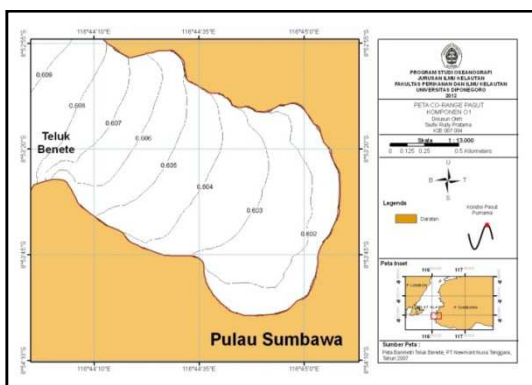
Gambar 6. Peta *Co-range* Pasut kondisi Pasang di Teluk Benete Bulan April 2011



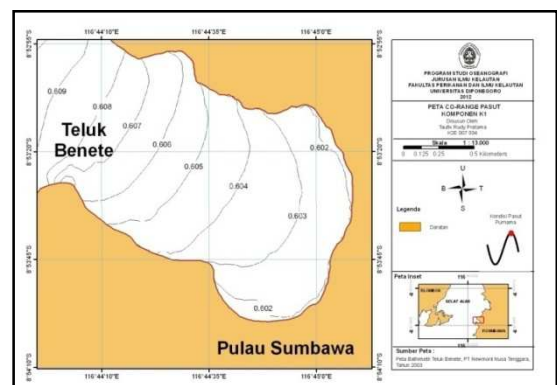
(a)



(b)

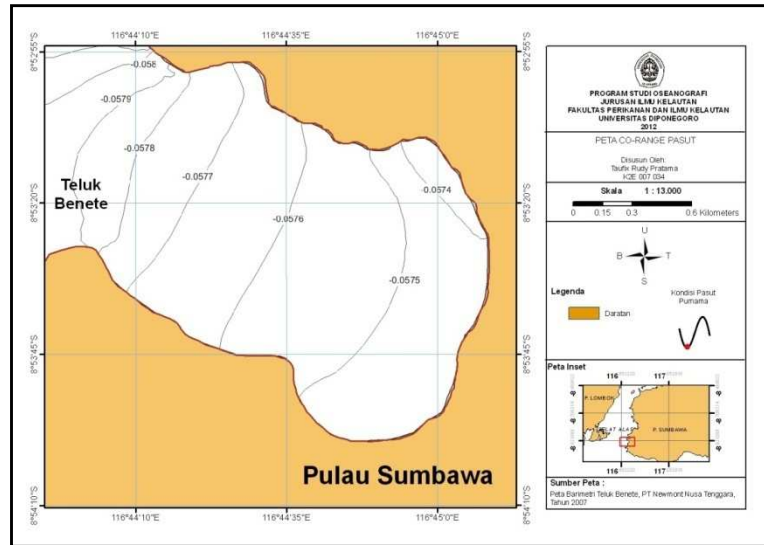


(c)

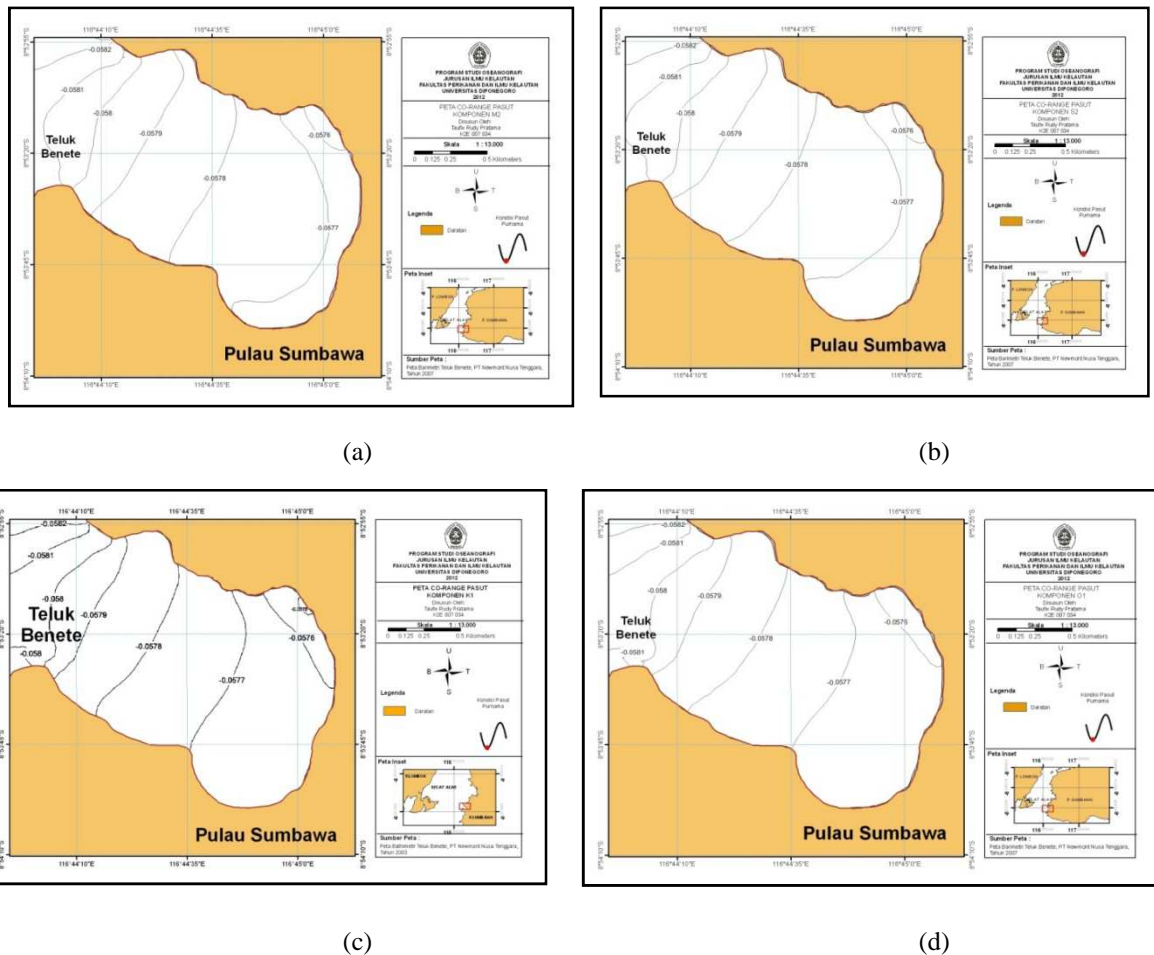


(d)

Gambar 7. Peta *Co-range* Pasut kondisi Pasang di Teluk Benete Bulan April 2011: a Dominasi Komponen M_2 , b Dominasi Komponen S_2 , Dominasi Komponen K_1 , Dominasi Komponen O_1



Gambar 6. Peta Co-range Pasut kondisi Surut di Teluk Benete Bulan April 2011



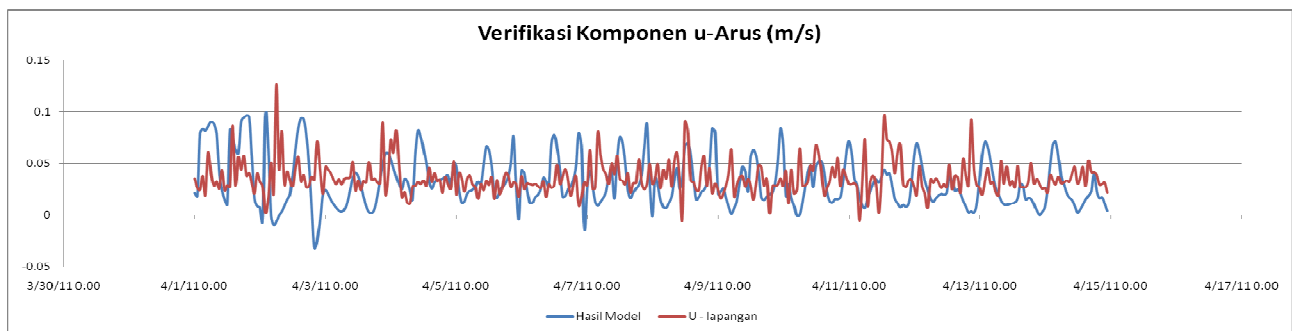
Gambar 7. Peta Co-range Pasut kondisi Surut di Teluk Benete Bulan April 2011: a Dominasi Komponen M_2 , b Dominasi Komponen S_2 , Dominasi Komponen K_1 , Dominasi Komponen O_1

Verifikasi Model

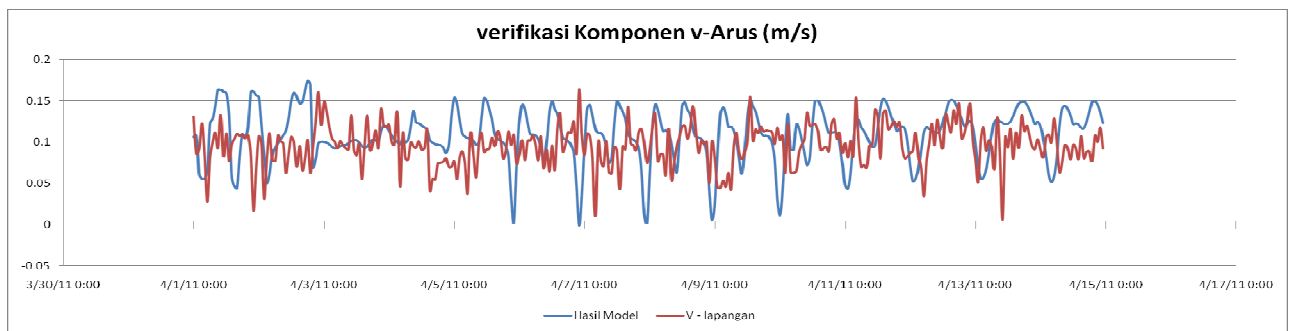
Verifikasi model dibandingkan dengan data lapangan untuk didapatkan nilai kesalahan model. Tabel 3 berikut menampilkan verifikasi arus dan pasang surut. Gambar 8 dan 9 verifikasi arus dan gambar 10 merupakan verifikasi pasut di titik pengamatan dalam bentuk grafik.

Tabel 3. Verifikasi hasil model dan lapangan

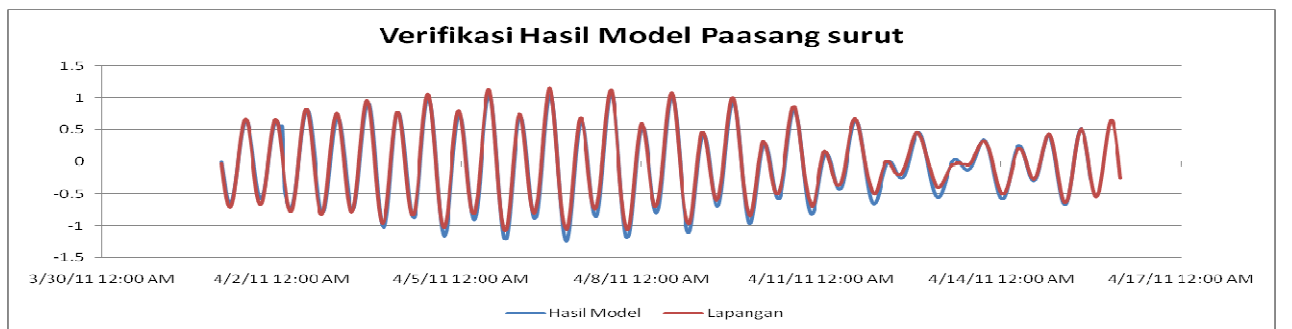
No.	Parameter	Data	Mean Relative Error (%)
1.	Komponen u-arus	Lapangan	20,148
2.	Komponen v-arus	Lapangan	31.703
3.	Pasang surut	Lapangan	0.659



Gambar 34. Grafik Verifikasi Komponen u-Arus



Gambar 35. Grafik Verifikasi Komponen v-Arus



Gambar 36. Grafik Verifikasi Hasil Model Pasang Surut

3.2 Pembahasan

Arus Laut

Arus laut di Teluk Benete pada dasar perairan bergerak secara eliptik terlihat pada *scatterplot* dasar perairan dimana arus bergerak didominasi arah menuju barat laut dan tenggara, sehingga pada Teluk Benete dominasi arus di dasar perairan akibat oleh adanya pasang surut. Pada kedalaman menengah di Teluk Benete dominasi arah arus sudah menyebar merata ke segala arah, tersaji pada *scatterplot* kedalaman menengah. Dominasi arus menuju ke segala arah ini diakibatkan pengaruh pasut sudah berkurang terhadap pergerakan arus. Arus laut dipermukaan pada *scatterplot* arus permukaan didominasi merata menuju ke arah barat, barat laut, utara, timur laut, dan timur. Pemisahan arus dengan menggunakan *world current* memperlihatkan besar arus di Teluk Benete dimana dominasi arus pasut di Teluk Benete sebesar 34,545% sedangkan dominasi arus non pasut sebesar 65,546%. arus non pasut sendiri diakibatkan oleh banyak gaya pembangkit seperti arus yang diakibatkan oleh angin, arus yang diakibatkan oleh perbedaan densitas, topografi perairan juga mempengaruhi arus yang terjadi di perairan. Teluk Benete sendiri berbatasan langsung dengan Selat Alas dimana arus yang masuk kedalam Teluk Bente juga berasal dari hasil pergerakan arus yang terdapat di Selat Alas. Menurut Hadi (2002) arus non pasut tidak akan merubah pola arus namun arus non pasut dapat merubah kecepatan arus, hal ini memperlihatkan arus di Teluk benete meskipun didominasi oleh adanya arus non pasut namun untuk pola arus yang terjadi mengikuti pola arus yang terdapat di teluk dimana pola arus keluar masuk teluk sesuai kondisi pasang dan surutnya.

Kecepatan arus dipermukaan, menengah, dan dasar perairan Teluk Benete yang tersaji pada Tabel 1 memperlihatkan nilai kecepatan arus terbesar berada di permukaan dan kecepatan semakin mengecil menuju kedalaman menengah dan dasar. Menurut Hadi (2000), arus yang bergerak di lapisan atas akan menggerakkan arus di lapisan bawahnya, dan juga pada arus didasar akan mengalami gesekan terhadap dasar perairan dengan arah yang berlawanan. Gesekan dasar dan transfer energi yang semakin berkurang seiring bertambahnya kedalaman mengakibatkan kecepatan arus di dasar perairan akan semakin mengecil dibandingkan dengan arus permukaan. Teluk Benete memiliki bentuk morfologi dimana berbatasan dengan Selat Alas. Kondisi arus di selat memiliki kecepatan yang tinggi, namun untuk kondisi perairan di Teluk Benete dimana Selat Alas dan Teluk Benete membentuk sudut $\pm 135^\circ$ sehingga arus yang masuk kedalam teluk merupakan hasil pembelokkan arus dari selat menuju teluk. Transformasi arus dari selat menuju teluk mengakibatkan berkurangnya kecepatan arus yang terdapat didalam Teluk Benete.

Model Arus

Simulasi model arus menggunakan Mike21 didapatkan nilai kecepatan dan arah arus dalam domain model Teluk Benete. Gambar 4 hasil simulasi model Teluk Benete pada waktu pasang terlihat kondisi arus yang diwakili gambar vektor dimana arah arus pada saat pasang didominasi arus menuju kedalam Teluk Benete atau berada di arah menuju tenggara. Gambar 5, hasil simulasi model dari kondisi surut terlihat arus dimana arus didominasi menuju ke arah barat laut, atau keluar teluk. Pada saat pasang daerah mulut teluk memiliki elevasi yang lebih tinggi dibandingkan elevasi diujung teluk, sehingga adanya gradien elevasi selanjutnya mengakibatkan adanya gradien tekanan yang mengakibatkan pergerakan massa air dari mulut teluk menuju ke ujung Teluk Benete Teluk Benete.

Pasang Surut

Pasang surut Teluk Benete diolah dengan menggunakan metode *admiralty* dimana didapatkan komponen harmonik pasang surut yang dapat digunakan untuk menentukan tipe pasut di perairan. Teluk Benete memiliki komponen pasang surut dengan nilai yang tertera pada Tabel 3, tabel komponen pasut dengan metode *Admiralty*. Penentuan tipe pasang surut Teluk Benete dengan menentukan nilai *formzall*, dimana nilai *formzall* didapatkan dari nilai komponen harmonik pasang surut. Hasil perhitungan nilai *formzall* Teluk Benete sebesar 0.229, sehingga pasut di Teluk Benete bertipe pasang harian ganda (semidiurnal). Tipe pasang surut ini memiliki kondisi pasang sebanyak 2 kali, dan surut sebanyak 2 kali yang terjadi selama 1 hari, dengan ketinggian yang hampir sama dan terjadi secara berurutan dan teratur.

Pasang surut yang terdapat di Teluk Benete juga merupakan residu dari gelombang pasang surut yang terdapat di Samudra Hindia menuju Selat Alas dan selanjutnya menuju Teluk dengan kondisi hasil dari perambatan panjang dari samudra menuju selat. Akibat residual gelombang pasang surut ini tidak terlalu mempengaruhi dalam tidal range Teluk Bente, namun akibat dapat terlihat dari pemnjalaran amplitudo gelombang pasang surut yang memasuki Teluk Benete. Sebaran amplitudo gelombang pasang surut tersebut tersaji dalam bentuk Pete *Co-range* Pasang Surut.

Model Pasut

Hasil simulasi lain yang dilakukan yaitu memetakan sebaran amplitudo gelombang pasang surut (co-range) dengan mengkondisikan terhadap komponen harmonik pasang surut dan 4 komponen dominan di Teluk Benete. Komponen harmonik yang dominan dihitung dengan metode *Admiralty* dimana nilai yang dominan yaitu M2, S2, K1, O1. Hasil simulasi model memperlihatkan kondisi elevasi yang berbeda di tiap hasil co-range pasut tiap komponen, hal ini diakibatkan tiap komponen memiliki karakter yang berbeda. Nilai M2 merupakan nilai komponen harmonik pasang surut terbesar, hal ini diartikan dominasi gravitasi bulan dengan orbit melingkar sejajar dengan ekuator bumi.

Peta *Co-range* tersebut memperlihatkan sebaran amplitudo gelombang pasang surut. Garis dengan nilai amplitudo tersebut memperlihatkan sebaran amplitudo dengan nilai yang sama. skema bentuk *isoline* amplitudo tersebut berbentuk mengikuti kontur teluk hal ini diakibatkan oleh adanya residual transformasi penjalaran gelombang pasang surut dari samudra menuju selat dan membelok menuju Teluk Benete. Peta *Co-range* memperlihatkan amplitudo gelombang pasang surut, saat kondisi pasang amplitudo gelombang pasang surut yang terlihat dari garis-garis *co-range* dimana amplitudo di mulut Teluk Benete memiliki amplitudo yang lebih besar dibandingkan di ujung teluk. Kondisi surut memperlihatkan garis-garis *co-range* di mulut teluk lebih rendah dibandingkan di ujung teluk. Perbedaan ini dapat memperlihatkan saat pasang amplitudo gelombang pasang surut bergerak menuju Teluk Benete yang mengakibatkan tinggi muka air laut lebih tinggi dibandingkan saat kondisi surut dimana amplitudo gelombang pasang surut bergerak menuju luar teluk sehingga kondisi level air lebih rendah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Arus di Teluk Benete di dominasi oleh arus *non* pasut, dimana dominasi arus pasut di Teluk Benete sebesar 34,545% sedangkan dominasi arus non pasut sebesar 65.546%.
- Peta *Co-range* pasut memperlihatkan daerah yang memiliki tinggi elevasi yang sama. Amplitudo pasut saat pasang di teluk sebesar 0.6 m, sedangkan saat surut amplitudo pasut sebesar -0.0574 m. Amplitudo gelombang pasang surut di teluk benete merupakan hasil residu penjalaran gelombang pasang surut dari Selat Alas.

Daftar Pustaka

- DHI Mike. 2007. *Flow Model Flexible Mesh*. DHI Software.
- Hadi, Safwan. 2002. *Arus Laut*. Bandung, ITB.
- Hutabarat, S dan Evans M.S. 1986. *Pengantar Oseanografi*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Latief, H. K. 2002. *Oseanografi Pantai*. ITB, Bandung.
- Nurdjaman, S dan Alkausar, H. *Model Hidrodinamika Pasang Surut di Perairan Selat Karimata*. ITB, Bandung.
- Poerbandono, dan E.Djunarsjah. 2005. *Survey Hidrografi*. PT. Refika Aditama. Bandung, 116 hlm.
- Steward, H. R. 2006. *Introduction To Physical Oceanography*. Department of Oceanography. A & M University, Texas.