

Studi Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat

Denny Nugroho Sugianto* dan Agus ADS

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNDIP Semarang
Kampus Tembalang, Semarang 50359, Indonesia

Abstrak

Salah satu aspek oseanografi yang penting untuk mengetahui hidrodinamika dari suatu perairan adalah pola pergerakan arus. Wilayah pantai Sumatera Barat memiliki topografi yang unik, terdiri dari banyak pulau, teluk dan tanjung serta terdapat pertemuan 2 massa air besar. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi arus perairan Sumatera Barat. Metode pengukuran data arus di lapangan menggunakan metode Eularian. Sedangkan metode deskriptif digunakan untuk analisa hasil penelitian dan model matematis diperlukan untuk membantu analisis tersebut terutama untuk pola arus secara spasial. Penentuan lokasi sampling menggunakan metode pertimbangan (Purposive Sampling Method) sebanyak 3 lokasi. Pengambilan data lapangan dibagi menjadi 3 kondisi musim yaitu musim peralihan (27-30 April 2004), musim timur (9-12 Juli 2004) dan musim barat (24-27 Nopember 2004). Lokasi penelitian berada di wilayah perairan sebelah barat Provinsi Sumatera Barat, yang meliputi perairan sekitar Padang, Kab. Padang (Lokasi 1), Pariaman, Kab. Padang Pariaman (Lokasi 2), dan Painan, Kab. Pesisir Selatan (Lokasi 3). Data survey lapangan yang diperoleh akan digunakan sebagai verifikasi hasil model matematis yang dibuat. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pola pergerakan arus di perairan pantai Sumatera Barat di pengaruhi oleh pasut serta pola arus regional di Samudera Hindia. Dari hasil pengamatan lapangan, kecepatan arus terbesar terjadi pada musim peralihan, dengan kecepatan maksimal mencapai 0,358 - 0,397 m/dt dengan arah dominan ke tenggara hingga selatan. Pada musim timur kecepatan arus maksimal mencapai 0,22 - 0,24 m/dt dengan arah dominan ke arah tenggara. Sedangkan pada musim barat kecepatan arus maksimal 0,22 - 0,29 m/dt dengan arah dominan ke arah utara hingga selatan.

Kata kunci : Oseanografi, Arus, Pasut, Model, Sumatera Barat.

Abstract

One of the oceanography aspects which is important to understand hydrodynamic of water is sea pattern current. Coastal area of West Sumatra has a unique topography, consist of many islands, gulf, cape; and also a collision of two major water mass. This study was done to get information of the coastal current of West Sumatra. The method used for current measurement was Eularian method. Whereas descriptive method is used to analyze the result of the observation and mathematical modeling used to descriptive spatial current pattern. Sampling location was used to determined is using purposive sampling method for 3 location. The measurement of data was 3 times conditions which are representing seasons of coastal water area of West Sumatra, those times representing transitional season (April 27-30, 2004), eastern season (July 9-12, 2004), and western season (November 24-27, 2004). Observation is located in western coastal water of West Sumatra province; consist of water around Padang, Padang Regency (Location 1); Pariaman, Padang Pariaman Regency (Location 2), and Painan, Pesisir Selatan Regency (Location 3). The data collected from the field were verified data mathematical modeling. Based on the result of this study, it is known that current pattern on the coastal water of West Sumatra was influenced by tide and regional current pattern of Indian Ocean. Observation data shown, the current speed maximum happened in the transitional season between 0.358 - 0,397 m/s with the dominant direction to south-east until south. In the east season the current speed maximum between 0,22 - 0,24 m/s with the dominant direction to south-east. Whereas in the west season the current speed maximum between 0,22 - 0,29 m/s with the dominant direction to north until south.

Key words: Oceanography, Current, Tide, Model, West Sumatera.

Pendahuluan

Propinsi Sumatera Barat merupakan daerah pesisir yang cukup potensial untuk dikembangkan lebih lanjut. Ditinjau dari letak wilayahnya, propinsi ini terletak pada posisi yang cukup menarik, yaitu terletak di antara beberapa pertemuan perairan, seperti Samudera Hindia dari sebelah Barat dan Laut Andaman dari sebelah Utara. Menurut Sverdrup *et al.* (1961) arus adalah gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air. Sehingga hal ini dimungkinkan menimbulkan fenomena-fenomena perairan yang tentunya akan sangat menarik untuk dikaji.

Pertemuan massa perairan menghasilkan berbagai fenomena oseanografi yang sangat menarik untuk dikaji. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor alam. Secara umum, arus laut yang mempengaruhi karakteristik perairan di Indonesia adalah arus laut yang dibangkitkan oleh angin dan pasut. Sirkulasi angin di wilayah pesisir Sumatera Barat menggambarkan angin daerah tropis dan sekaligus kondisi musim yang berkembang di Indonesia. Pada musim Barat, di Samudera Hindia sebelah barat Sumatera Barat bertiup angin dari barat ke timur, sehingga arus laut secara umum mengalir dari barat ke timur. Sedangkan pada musim timur arus laut mengalir sebaliknya. Arus-arus laut di kedalaman laut yang lebih dalam lebih banyak dipengaruhi oleh keadaan pasang surut dan sifat-sifat fisik lainnya seperti perbedaan temperatur, salinitas dan tekanan (Illahude, 1999). Fluktuasi muka laut (pasut) merupakan hasil penjalaran dari massa air yang berpengaruh di pesisir pantai Sumatera Barat yaitu Samudera Hindia dan Laut Andaman (Wyrтки, 1961).

Penelitian mengenai arus laut dilakukan untuk mengetahui pola pergerakan arus. Informasi tentang arus tersebut sangat berguna dalam berbagai kepentingan seperti, untuk bahan pertimbangan dalam pembangunan dermaga pelabuhan, bangunan lepas pantai maupun dekat pantai (*drillingrig* dan pipa-pipa yang akan dipasang di dasar laut), budidaya perairan dan pemilihan lokasi yang paling memungkinkan untuk pembangunan pembangkit tenaga listrik. Mengingat wilayah pesisir pantai Sumatera Barat memiliki topografi yang unik, terdiri dari banyak tanjung, teluk dan pulau-pulau, serta belum tersedianya data mengenai kondisi arus di perairan Pantai Sumatera

Barat ini, menjadikan kajian pada lokasi penelitian dirasa perlu untuk dilakukan.

Salah satu cara untuk mengetahui pola pergerakan arus dalam lingkup studi yang luas adalah dengan melakukan pengambilan data lapangan dan menggunakan pendekatan model matematik. Model adalah suatu prototipe atau peniruan dari keadaan alam yang sebenarnya, serta tidak ada model meskipun kompleks yang dapat merepresentasikan suatu kenyataan sesungguhnya. Meskipun mengandung kesalahan, model ini merupakan alternatif lain yang lebih murah dan mudah dalam memperoleh gambaran sebaran yang terjadi dimasa sekarang maupun prediksinya di masa yang akan datang.

Materi dan Metode

Untuk mengetahui pola sirkulasi di arus laut di perairan pantai Sumatera Barat, maka materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data lapangan (data primer), data dari pengukuran atau penelitian instansi lain (data sekunder) dan data input untuk *setting* dan desain model. Data primer terdiri dari data pengukuran arus di lapangan. Data sekunder digunakan untuk melengkapi data primer, yang meliputi data pengamatan pasang surut dan peta Lingkungan Laut Nasional (LLN) lembar Sumatera Barat skala 1 : 500.000 dari Bakosurtanal, Cibinong, Bogor. Peta ini digunakan untuk proses digitasi garis pantai dan bathimetri.

Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yang bersifat eksploratif (Arikunto,1993). Penentuan lokasi untuk pengambilan data menggunakan metode *sampling purposive* (Nasir, 2005). Untuk pengukuran data arus di lapangan dalam penelitian ini adalah metode Eularian (Emery and Thomson, 1998). Untuk pemodelan menggunakan metode model matematik.

Pengambilan data arus

Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan Current Meter Valeport Type 106, dimana alat ini dapat merekam kecepatan dan arah arus. Pengukuran arus dilakukan dengan mengukur arus laut pada 3 lokasi di Kota Padang, Pariaman, dan Painan seperti tersaji pada Tabel 1 dan Gambar 1. Pengukuran di setiap lokasi dilakukan pada 3 (tiga) kedalaman yaitu

Tabel 1. Lokasi pengambilan data lapangan.

No	Wilayah Perairan	Koordinat Titik Survei Arus	
1	Padang-Sumatera Barat	0° 52' 23.2" LS	100° 15' 22.70" BT
2	Pariaman-Sumatera Barat	0° 38' 13.50" LS	100° 05' 30.70" BT
3	Painan-Sumatera Barat	1° 21' 42.3" LS	100° 31' 07.40" BT

kedalaman 0,2d, 0,6d dan 0,8d, dimana d adalah kedalaman total perairan. Pengamatan arus dilakukan selama 3 x 24 jam berturut-turut, dan dalam setiap musim yang berbeda, yaitu musim peralihan (27-30 April 2004), musim timur (9-12 Juli 2004) dan musim barat (24-27 Nopember 2004).

Pemodelan matematik

Model matematik yang digunakan adalah penerapan Model SMS 8.1 dengan model 2 dimensi horizontal, dimana faktor pembangkitnya adalah pasang surut dan angin. Hal ini sesuai dengan permasalahan konfigurasi fisik dimana kedalaman aliran jauh lebih kecil daripada dimensi horisontal. Persamaan matematik yang mendasari model 2D disusun berdasarkan integrasi persamaan kontinuitas dan momentum yang dirata-ratakan terhadap kedalaman. Semua nilai variabel hidrodinamika diintegrasikan searah kedalaman aliran, nilai hasil integrasi mewakili nilai rata-rata sepanjang kedalaman. Persamaan ini dinyatakan sebagai (Kowalik, Z. and Murty, T.S., 1993):

$$U = \frac{1}{h} \int_{z_0}^{z_1} u dz \tag{1}$$

Dalam integrasi persamaan kontinuitas dan momentum, dipakai penyederhanaan:

- Nilai rata-rata kedalaman dianggap cukup representatif untuk mewakili nilai-nilai besaran yang berubah-ubah sepanjang kedalaman aliran.
- Kecepatan dan percepatan arah vertikal dianggap sangat kecil, sehingga diabaikan.
- Berlaku distribusi tekanan hidrostatis di seluruh kedalaman, dan kemiringan dasar ke kedua arah horizontal kecil.

Dengan penyederhanaan tersebut, persamaan-persamaan kontinuitas dan momentum untuk pemodelan arus 2 DH yang dipergunakan dalam model matematis adalah sebagai berikut (Kowalik, Z. and Murty, T.S., 1993):

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial U h}{\partial x} + \frac{\partial V h}{\partial y} = 0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial U h}{\partial t} + \frac{\partial(U^2 h + \frac{1}{2} g h^3)}{\partial x} + \frac{\partial U V h}{\partial y} = g h (S_{0x} - S_{fx}) + \frac{\partial}{\partial x} (\frac{h}{\rho} T_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (\frac{h}{\rho} T_{xy}) \tag{3}$$

$$\frac{\partial V h}{\partial t} + \frac{\partial U V h}{\partial x} + \frac{\partial(V^2 h + \frac{1}{2} g h^3)}{\partial y} = g h (S_{0y} - S_{fy}) + \frac{\partial}{\partial x} (\frac{h}{\rho} T_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (\frac{h}{\rho} T_{yy}) \tag{4}$$

Dimana S_{0x} dan S_{0y} adalah kemiringan dasar arah x dan y, S_{fx} dan S_{fy} adalah kemiringan garis energi

arah x dan y, sedang T_{ij} adalah tegangan geser rata-rata kedalaman.

Kemiringan garis energi dihitung dengan persamaan Manning atau Chezy.

Persamaan Manning, yaitu :

$$S_{fx} = \frac{n^2 U \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{4/3}} \quad S_{fy} = \frac{n^2 V \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{4/3}} \tag{5}$$

Sedangkan persamaan Chezy, menyatakan:

$$S_{fx} = \frac{U \sqrt{U^2 + V^2}}{C^2 h} \quad S_{fy} = \frac{V \sqrt{U^2 + V^2}}{C^2 h} \tag{6}$$

Koefisien gesekan dasar dinyatakan: $\tau_x^b = \rho_w g \frac{u \sqrt{u^2 + v^2}}{C^2}$,

dimana $C = \frac{1}{n} h^{1/6}$, n dan C masing-masing adalah koefisien kekasaran dasar menurut Manning dan Chezy (Boss SMS, 2000).

Persamaan pada perairan terbuka dipecahkan dengan mengikuti rumus-rumus berikut ini (Boss SMS, 2000).

Persamaan kontinuitas:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0 \tag{7}$$

Persamaan Momentum arah sumbu x:

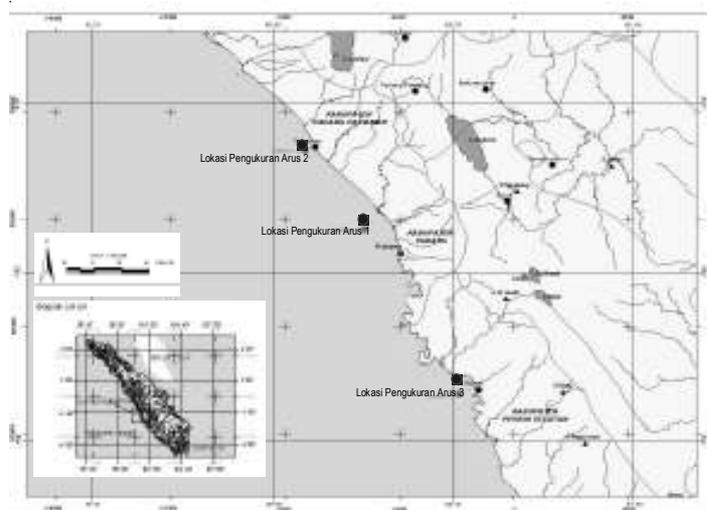
$$\frac{\partial U h}{\partial t} + \frac{\partial(U^2 h + \frac{1}{2} g h^3)}{\partial x} + \frac{\partial U V h}{\partial y} = g h (S_{0x} - S_{fx}) + \frac{\partial}{\partial x} (\frac{h}{\rho} T_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (\frac{h}{\rho} T_{xy}) \tag{8}$$

Persamaan Momentum arah sumbu y:

$$\frac{\partial V h}{\partial t} + \frac{\partial U V h}{\partial x} + \frac{\partial(V^2 h + \frac{1}{2} g h^3)}{\partial y} = g h (S_{0y} - S_{fy}) + \frac{\partial}{\partial x} (\frac{h}{\rho} T_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (\frac{h}{\rho} T_{yy}) \tag{9}$$

dengan:

- x = jarak dalam arah-x (arah aliran longitudinal), m
- u = kecepatan horisontal aliran arah-x, m/s
- y = jarak dalam arah-y (arah aliran lateral), m
- v = kecepatan horisontal arah-y, m/s
- t = waktu, detik
- g = percepatan gravitasi, m/s²
- h = kedalaman air, m,
- r = masa jenis, kg/m³
- S_{0x} dan S_{0y} = kemiringan dasar arah x dan y
- S_{fx} dan S_{fy} = kemiringan garis energi arah x dan y, sedang
- T_{ij} = tensor tegangan geser rata-rata



Gambar 1. Peta Lokasi Survey Penelitian

kedalaman.

Hasil dan Pembahasan

Arus musim peralihan

Lokasi pengukuran arus: Padang.

Pengamatan arus untuk musim peralihan pada tanggal 27-30 April 2004, dengan kedalaman perairan 30 meter ($d=30m$). Untuk kedalaman permukaan (2 meter), kecepatan arus minimal adalah 0,032 m/s dan maksimal 0,397 m/s. Arah terbanyak adalah menuju ke tenggara. Untuk kedalaman 0,6d, secara umum kecepatan arus pada kedalaman ini adalah 0,037 m/s hingga 0,358 m/s. Arah terbanyak adalah ke tenggara. Pada kedalaman 0,8d kecepatan arus terbesar adalah 0,397 m/s pada tanggal 30 April, pukul 11:00 WIB. Arah terbesar adalah ke tenggara hingga selatan. Hasil *scatter* menunjukkan penyebab arus didominasi oleh pasut.

Lokasi pengukuran arus: Pariaman

Kedalaman perairan di sekitar lokasi Pariaman adalah 20 meter ($d=20m$). Di kedalaman perairan 2 meter (permukaan), menunjukkan dominasi arah arus adalah ke tenggara dengan kecepatan rerata adalah 0,16 m/s. Pada kedalaman 0,6d, menunjukkan arus terbesar dengan arah menuju barat laut. Secara umum arah terbanyak adalah menuju ke tenggara. Untuk kedalaman 0,8d, rata-rata arus bergerak menuju tenggara, walaupun tetap ada yang bergerak ke arah barat laut dan selatan hingga timurlaut. Arus dengan kecepatan tinggi hingga 0,39 m/s.

Lokasi pengukuran arus: Painan

Pada lokasi arus Painan kedalaman perairan 20

meter ($d=20m$). Untuk kedalaman permukaan (2m), kecepatan arus adalah 0,19 m/s dengan arah terbanyak ke tenggara hingga baratdaya, dimana kecepatan arus maksimal yang terukur mencapai 0,29 m/s. Arus ini bergerak ke arah barat laut hingga utara. Pada kedalaman 0,6d, kecepatan arus cenderung lemah dengan kecepatan rata-rata arus adalah 0,15 m/s, meskipun terdapat arus yang bergerak ke arah barat laut dengan kecepatan 0,29 m/s. Kejadian arus hampir sama terjadi selama pengukuran pada kedalaman dasar. Tidak ada arah yang mendominasi, secara umum arah arus adalah menuju tenggara hingga baratdaya, meskipun terdapat arus dengan kecepatan tinggi yaitu 0,32 m/s, terjadi pada waktu-waktu tertentu. Rata-rata arus kedalaman 0,8d bergerak dengan kecepatan 0,12 m/s.

Secara global, hasil perhitungan dengan metode eularian menunjukkan rata-rata pergerakan arus pada tiap-tiap jam, selama 3x24 jam pengukuran di musim peralihan menuju ke arah 195° , 160° dan 153° . Arah terbanyak menuju ke tenggara hingga ke selatan, menunjukkan bahwa kemungkinan dipengaruhi oleh faktor angin dan pasut yang secara regional terjadi di Samudera Hindia. Pada musim peralihan, di wilayah Indonesia angin bergerak tidak menentu. Berbeda dengan musim Barat ataupun Timur, meskipun pengaruh faktor ini kecil daripada pasut, namun dengan kecepatan yang besar, cukup untuk mempengaruhi pola arah pergerakan arus dalam skala yang luas. Hal tersebut juga ditunjukkan oleh hasil model seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Pada musim peralihan angin diatas daratan Sumatera bergerak dari arah Utara menuju ke Tenggara. Pada kedalaman 2 meter (permukaan laut),

komponen arus Utara-Selatan (U-S) lebih banyak mendominasi dari pada Timur-Barat (T-B). Pada kedalaman 0,6d komponen yang mendominasi adalah T-B dengan arah terbanyak menuju ke timur hingga tenggara. Arus terkecil terjadi biasanya terjadi pada pagi hari pada pukul 06:00 hingga pukul 07:00 WIB dengan kecepatan rata-rata 0,037 m/s hingga 0,052 m/s. Pada tanggal 28 April 2004 terdapat arus bergerak menuju ke selatan, hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor pasut. Kedalaman perairan yang berbeda dapat menjadi penyebab pembelokan arus, dalam arti arus berbelok ke kiri di belahan bumi selatan. Hal ini sesuai dengan apa yang dinyatakan oleh Gross (1990), bahwa efek coriolis menyebabkan pembelokan arah arus ke kanan pada belahan bumi Utara dan Selatan pada belahan bumi Selatan. Analisa data arus dengan menggunakan scatter plot menunjukkan pasang surut juga sebagai faktor penggerak arus di perairan Sumatera Barat. Secara merata arah titik scatter membentuk bidang ellips pada arah tenggara-baratlaut. Demikian juga untuk kedalaman 0,6d dan 0,8d, meskipun masih agak terkonsentrasi pada satu arah yaitu ke tenggara. Kecepatan arus rata-rata pada kedalaman 2 meter, 0,6d dan 0,8d berkisar nilai 0,10 m/s hingga 0,15 m/s.

Arus musim timur

Lokasi pengukuran arus: Padang

Pengukuran arus pada musim timur di lokasi Padang dimulai dari tanggal 9-12 Juli 2005. Kedalaman perairan di lokasi Padang adalah 30 meter ($d=30m$). Pada kedalaman permukaan (2 meter) kecepatan arus rata-rata adalah 0,14 m/s, dengan arah terbanyak adalah menuju baratlaut-utara. Kecepatan arus terbesar yaitu 0,23 m/s dengan arah timurlaut. Pola pergerakan arus lokasi Padang kedalaman 0,6d secara umum arus bergerak menuju arah timurlaut, namun disaat tertentu arus bergerak ke arah tenggara. Kecepatan arus terbesar terjadi mencapai 0,24 m/s dimana kecepatan rata-rata mencapai 0,13 m/s. Pada kedalaman 0,8d, dengan kecepatan dan arah yang merata dari utara hingga ke tenggara. Kecepatan 0,22 m/s terjadi pada tanggal 11 Juli pukul 05:00 WIB. Hasil rata-rata kecepatan arus pada kedalaman ini adalah 0,11 m/s.

Lokasi pengukuran arus: Pariaman

Kecepatan arus pada lokasi Pariaman kedalaman 2 meter menunjukkan pergerakan arus terbanyak adalah ke arah baratlaut hingga ke utara. Rata-rata kecepatan arus adalah 0,10 m/s. Pada awal pengukuran, arah arus menuju ke tenggara hingga ke selatan. Pada kedalaman 0,6d ditunjukkan secara

umum arah arus didominasi menuju ke utara hingga timurlaut dengan kecepatan rata-rata adalah 0,12 m/s. Untuk kedalaman 0,8d, rata-rata arus bergerak menuju tenggara dengan kecepatan rata-rata hingga 0,18 m/s.

Lokasi pengukuran arus: Painan

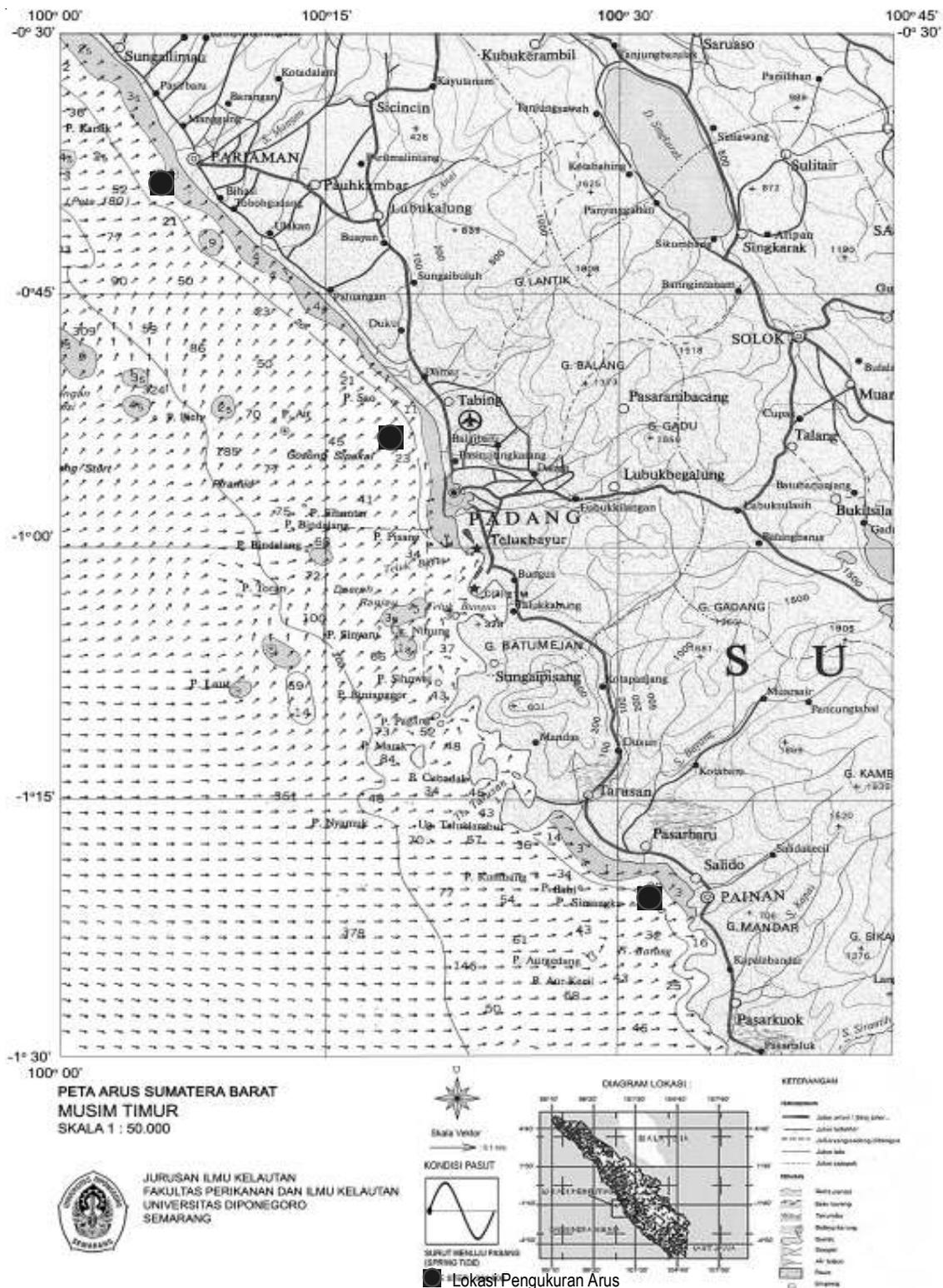
Kedalaman perairan lokasi Painan adalah 20 meter. Pada kedalaman permukaan dominasi arus bergerak ke arah baratlaut-timurlaut. Kecepatan arus adalah 0,12 m/s. Kecepatan arus terbesar, mencapai 0,23 m/s dengan arah timurlaut. Pada kedalaman 0,8d memperlihatkan arah pergerakan arus didominasi oleh arah timurlaut-timur. Kecepatan yang dihasilkan pada kedalaman ini rata-rata adalah 0,099 m/s.

Prawirowardoyo (1996) menyatakan, pada musim timur (bulan Juli) angin yang bertiup di atas Sumatera Barat berasal dari Samudera Hindia sebelah baratdaya benua Australia, angin monsun ini bersifat kering, sehingga di propinsi daratan Sumatera umumnya berlangsung musim kemarau. Pola arus yang terjadi disamping karena pasut juga disebabkan oleh bentuk topografi dari daerah pantai, densitas yang berbeda dan juga disebabkan adanya gaya eksternal (angin). Fenomena pasang surut yang terjadi di perairan pantai Sumatera Barat umumnya diatur oleh gelombang pasang surut yang masuk dari laut lepas, sebab gaya pembangkit pasut hanya mempunyai gradien horisontal yang kecil diakibatkan karena sempitnya wilayah pantai.

Respon perairan pantai terhadap gelombang pasang surut yang datang dari laut terbuka dapat diklasifikasikan dalam 2 tipe respon yaitu barotropik dan baroklinik. Respon barotropik menganggap bahwa tidak terdapat stratifikasi dalam perairan pantai dan aliran arus pasut di lapisan permukaan dan di lapisan bawahnya adalah sama. Respon ini dapat tersaji dalam pola arus di masing-masing lokasi daerah penelitian pada musim timur, dimana tidak terdapat perbedaan magnitude ataupun arah yang terjadi dalam beda tinggi.

Pada kedalaman 2 meter kecepatan arus rata-rata adalah 0,14 m/s, dengan arah terbanyak adalah menuju baratlaut-utara. Pada tanggal 10 Juli arus memiliki kecepatan terbesar yaitu 0,23 m/s dengan arah timurlaut. Beberapa data menghasilkan arah arus yang bergerak ke tenggara hingga baratdaya. Pola pergerakan arus lokasi Padang kedalaman 0,6d ditunjukkan secara umum arus bergerak menuju arah timurlaut, walaupun terdapat beberapa saat arus bergerak ke arah tenggara. Seperti halnya ditunjukkan oleh hasil model seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Pada lokasi Pariaman, arus bergerak dengan



Gambar 4. Model Pola Arus Musim Timur saat surut menuju pasang

kecepatan rata-rata mencapai 0,13 m/s di kedalaman 2 meter, arah terbanyak adalah menuju barat laut hingga ke utara. Pada lokasi Pariaman kedalaman 2 meter saat awal pengukuran, pukul 01:00 WIB hingga pukul 08:00 WIB, arah arus menuju ke tenggara hingga ke selatan. Pada kedalaman 0,6d ditunjukkan secara umum arah arus didominasi menuju ke utara hingga timurlaut dengan kecepatan rata-rata adalah 0,12 m/s. Pada jam-jam awal pengukuran, arah arus adalah ke tenggara dengan kecepatan 0,11 m/s. Kecepatan rata-rata yang berbeda pada setiap kedalaman menunjukkan bahwa arus bersifat dinamis. Penelitian ini pada lokasi Pariaman dapat mencapai hasil bahwa pasut merupakan gaya pembangkit yang penting di suatu perairan pantai, Meskipun wilayah perairan Pariaman tidak memiliki banyak pulau dan teluk, tetapi aksi dari pasut dapat menyebabkan arus mengalami perambatan secara horisontal hingga mencapai pesisir.

Kejadian arus yang didominasi oleh arah T-B pada lokasi Painan memberikan penjelasan bahwa arus bergerak ke arah Barat laut-Timurlaut. Kecepatan arus adalah 0,12 m/s. Pada tanggal 10 Juli pukul 14:00 WIB, arah arus menuju tenggara dan barat daya. Kecepatan arus terbesar, mencapai 0,23 m/s dengan arah timurlaut terjadi pada tanggal 10 Juli pukul 23:00 WIB. Pada kedalaman 0,8d memperlihatkan arah pergerakan arus didominasi oleh arah timurlaut-timur. Kecepatan yang dihasilkan pada kedalaman ini rata-rata adalah 0,099 m/s. Pada pukul 18:00 WIB hingga pukul 24:00 WIB, dominasi arus adalah ke tenggara dengan kecepatan rata-rata adalah 0,06 m/s.

Arus musim barat

Lokasi pengukuran arus: Padang

Pengukuran arus di lokasi Padang dilakukan pada tanggal 24-27 Nopember 2004. Pada kedalaman 2 meter menunjukkan dominasi arus adalah ke selatan hingga utara, meskipun ada beberapa data menghasilkan pergerakan ke arah barat daya. Kecepatan arus maksimal adalah 0,22 m/s, sedangkan kecepatan rata-rata mencapai 0,13 m/s. Kecepatan rata-rata pada kedalaman 0,6d adalah 0,13 m/s dengan arah arus dominan adalah menuju ke barat daya. Pergerakan arus pada kedalaman 0,8d, gambar menjelaskan arah arus cenderung merata antara utara hingga selatan, meskipun terdapat arus dengan arah menuju ke barat daya dengan kecepatan 0,12 m/s.

Lokasi pengukuran arus: Pariaman

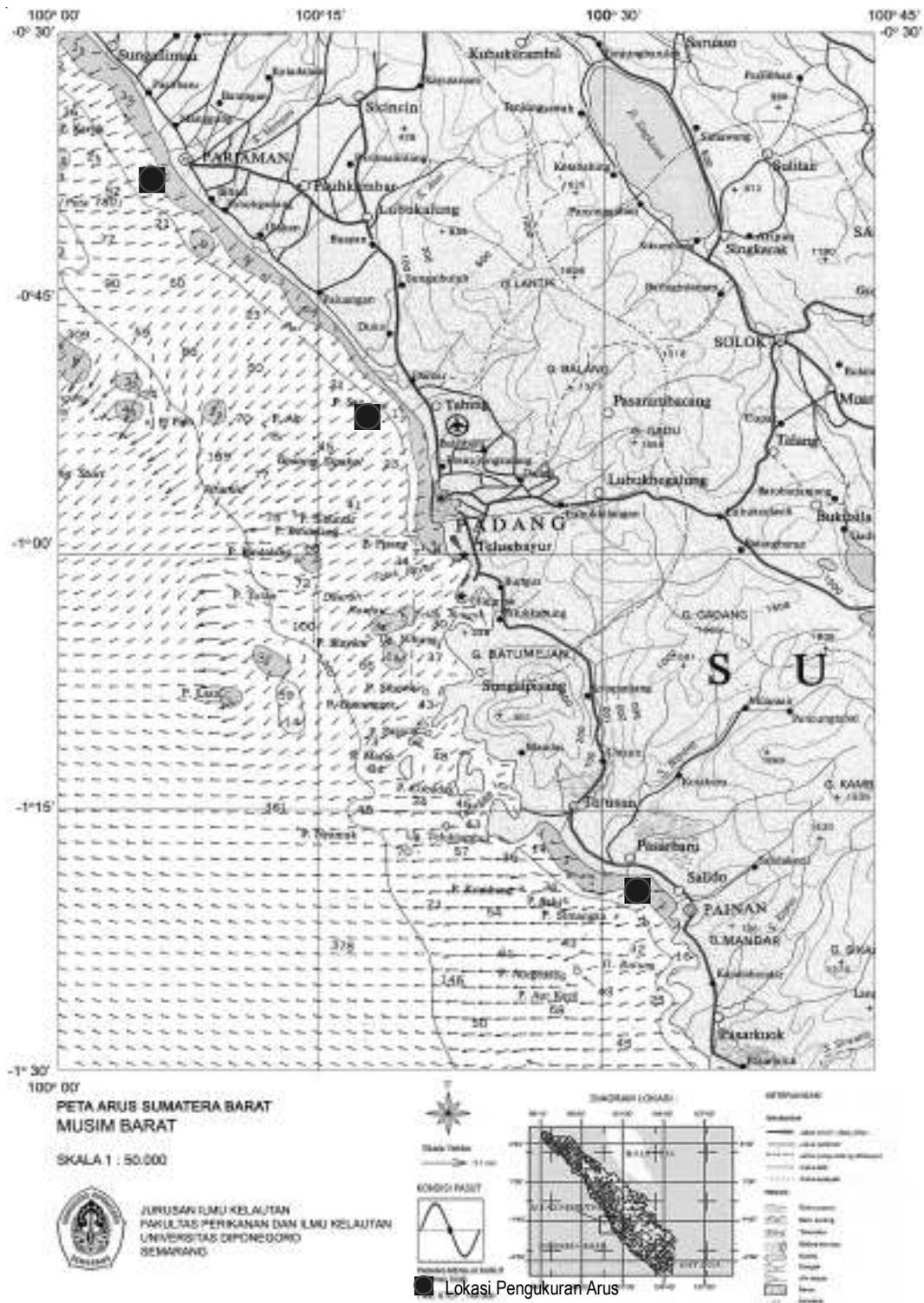
Pengukuran arus di lokasi Pariaman pada musim

barat dilakukan pada kedalaman 20 meter ($d=20m$). Secara umum pergerakan arus pada kedalaman 2 meter yang didominasi oleh arah utara hingga ke timur laut. Kecepatan rata-rata yang dihasilkan adalah 0,12 m/s dengan rata-rata 0,05 m/s. Pola yang sama juga terjadi pada kedalaman 0,6d. Arah arus yang mendominasi adalah ke utara hingga timurlaut. Secara umum tidak terdapat arus dengan kecepatan terbesar pada kedalaman ini. Kecepatan arus rata-rata pada saat tersebut berdasarkan hasil perhitungan adalah 0,12 m/s. Umumnya arus bergerak ke arah utara hingga ke timurlaut, dan hal ini terlihat pada seluruh waktu saat pengukuran. Kecepatan arus tertinggi mencapai 0,29 m/s.

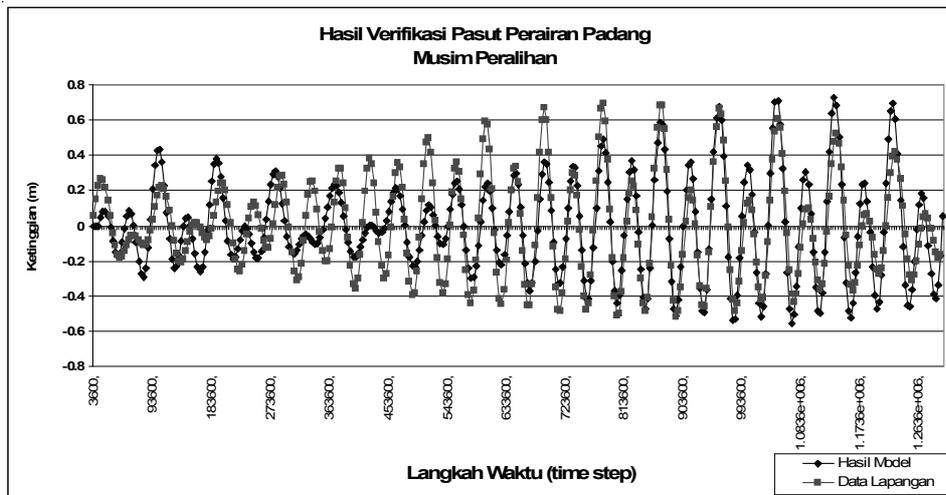
Lokasi pengukuran arus: Painan

Pada kedalaman permukaan menunjukkan arus bergerak dengan kecepatan rata-rata 0,12 m/s, dengan arah dominan adalah ke tenggara hingga selatan. Kecepatan terbesar 0,22 m/s. Pada kedalaman 0,6d arah arus didominasi ke utara dan selatan dengan kecepatan rata-rata adalah 0,11 m/s. Untuk pola arus pada kedalaman 0,8d tidak terdapat dominasi arus pada arah tertentu. Secara umum pergerakan arus adalah bolak-balik dari arah utara hingga selatan. Rata-rata kecepatan arus pada kedalaman ini adalah 0,11 m/s. Pergerakan pola ini hampir sama untuk kedalaman 0,6d, yang menjadi pembeda adalah tidak adanya kecepatan arus yang signifikan terjadi pada saat tertentu.

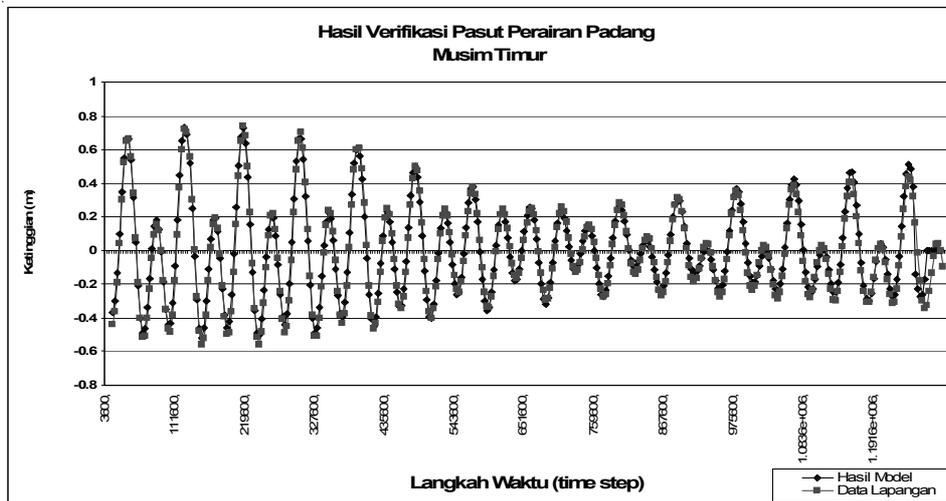
Pada musim Barat (bulan Nopember-Februari) angin yang bertiup di atas Sumatera Barat berasal Laut Cina Selatan dan dari Samudera Hindia sebelah barat daya, angin monsun ini bersifat basah, sehingga di propinsi daratan Sumatera umumnya berlangsung musim penghujan. Pola arus yang terjadi disamping karena pasut juga disebabkan oleh bentuk topografi dari daerah pantai, densitas yang berbeda dan juga disebabkan adanya gaya eksternal (angin). Besarnya kecepatan angin juga mengakibatkan meningkatnya kecepatan arus pada daerah penelitian, hal ini dapat ditunjukkan dimana pada kedalaman 2 meter dominasi arus adalah ke Selatan hingga Utara, meskipun ada beberapa data menghasilkan pergerakan ke arah barat daya. Kecepatan arus maksimal 0,22 m/s, sedangkan kecepatan rata-rata mencapai 0,13 m/s. Dengan menggunakan *scatter plot* arus menunjukkan bahwa pasang surut merupakan salah satu faktor yang dominan terhadap pola arus pada musim ini. Pada plot vektor arus, arah arus didominasi oleh arah tenggara hingga barat daya. Kecepatan rata-rata pada kedalaman 0,6d adalah 0,13 m/s. Pergerakan arus menunjukkan arah arus cenderung merata antara utara



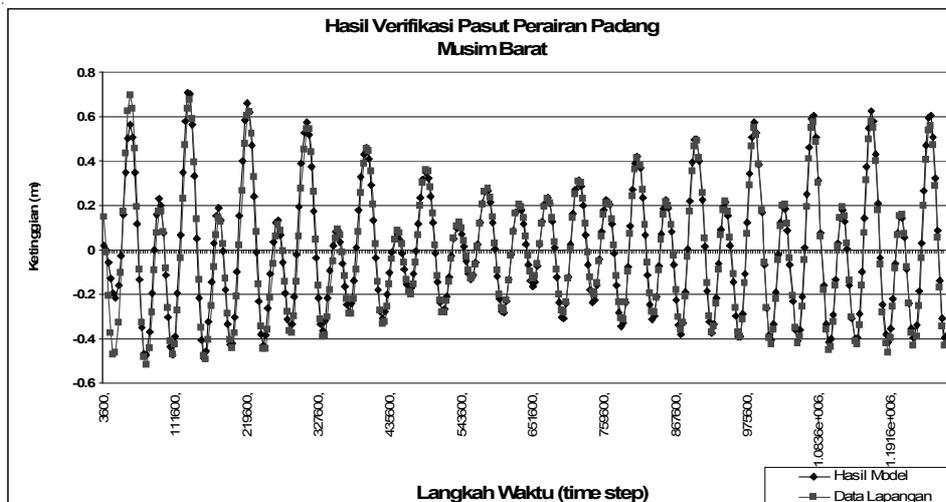
Gambar 7. Model Pola Arus Musim Barat saat pasang menuju surut



Gambar 8. Hasil Verifikasi Data Hasil Model dengan Data Ramalan Pasut Musim Peralihan



Gambar 9. Hasil Verifikasi Data Hasil Model dengan Data Ramalan Pasut Musim Timur



Gambar 10. Hasil Verifikasi Data Hasil Model dengan Data Ramalan Pasut Musim Barat

hingga selatan, meskipun terdapat arus dengan arah menuju ke baratdaya dengan kecepatan 0,12 m/s. Seperti halnya ditunjukkan oleh hasil model seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Dari paparan hasil pengamatan arus dalam musim yang berbeda menunjukkan dominasi arus yang terjadi di daerah penelitian salah satunya adalah pengaruh pasut atau disebut arus pasut. Hal ini ditunjukkan dengan pola bentuk *scatter plot* yang secara umum berbentuk *ellipsoida*. Pada kedalaman tertentu seperti di lokasi Painan saat musim Barat menunjukkan dominasi arus yang terjadi adalah arus non pasut. Arus jenis ini sangat dipengaruhi oleh keadaan kedalaman, densitas dan perbedaan suhu daerah tersebut. Dengan kondisi pesisir Sumatera Barat yang terbuka (berhubungan langsung dengan Samudera Hindia) maka ketiga faktor tersebut akan sangat mempengaruhi dinamika arus di daerah penelitian. Sedangkan dominasi arah yang terjadi pada daerah penelitian disebabkan oleh arus mendapat pengaruh dari bentuk topografi pantai Sumatera Barat yang berorientasi Baratlaut - Tenggara dan menghadap langsung pada perairan terbuka. Faktor-faktor seperti salinitas, suhu dan arah angin sangat bergantung pada keadaan musim. Pengaruh musim menyebabkan densitas, salinitas, suhu dan arah angin, dimana sistem angin monsun menyebabkan terjadinya musim hujan dan panas yang akhirnya berdampak terhadap variasi faktor tersebut. Sehingga berdasarkan hasil pengamatan pada ketiga lokasi pengamatan, dapat dikatakan pengaruh musim cukup signifikan untuk memberikan perubahan dinamika perairan, sedangkan pasut hanya sedikit memberikan kontribusi kondisi arus pada dasar perairan.

Untuk mengetahui sejauh mana perbedaan data yang di hasilkan dari suatu model, maka perlu dilakukan suatu pengujian atau verifikasi. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan data pasut dari pengamatan lapangan pada berbagai musim dengan elevasi keluaran hasil model pada waktu yang sama dengan waktu pengamatan lapangan. Berdasarkan Gambar 8-Gambar 10 terlihat bahwa hasil pengukuran pasut di lapangan tidak jauh berbeda dengan data yang diperoleh dari hasil model. Hal ini terlihat dari kesamaan fase nya serta dari nilai Rata-rata Kesalahan Relatif (*Mean Relative Error/MRE*) untuk lokasi pengamatan di Kota Padang bernilai rata-rata adalah 10,5%.

Kesimpulan

Secara umum dapat disimpulkan bahwa pola pergerakan arus di Perairan pantai Sumatera Barat dipengaruhi oleh pasut serta pola arus regional secara langsung dari Samudera Hindia. Perhitungan metode

eularian menunjukkan arus pada musim peralihan lokasi Padang kedalaman 2 meter, 0,6d, 0,8d memiliki kecepatan 0,13 m/s, 0,15 m/s dan 0,12 m/s dengan arah 195° , 160° , 153° . Lokasi Pariaman musim peralihan kedalaman 2 m, 0,6d, 0,8d nilai kecepataannya adalah 0,16 m/s; 0,12 m/s; 0,11 m/s dengan arah 193° , 178° , dan 156° . Lokasi Painan musim peralihan 0,17 m/s; 0,12 m/s; dan 0,11 m/s dengan arah terbanyak 202° , 190° dan 153° . Sedangkan untuk kecepatan terbesar terjadi pada lokasi Padang musim barat kedalaman 2 m, 0,6d dan 0,8d dengan kecepatan bernilai 0,29 m/s; 0,23 m/s dan 0,15 m/s dengan arah terbanyak adalah 110° , 150° dan 152° .

Daftar Pustaka

- Arikunto, S., 1993. *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktek*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Boss SMS, 2000., *SMS. Surface Water Modeling System Ver. 8.1.*, Environmental Modeling Research Laboratory of Brigham Young University.
- Emery J. William and Thomson, Richard E., 1998. *Data Analysis Methods in Physical Oceanography.*, Pergamon Press. 634 pp.
- Gross G.M., 1990. *Oceanography; A View of the Earth*. Prantice Hall. Engelwood Cliffs. New Jersey. 150 pp.
- Horikawa, K. 1988. *Nearshore Dynamics and Coastal Process, Theory, Measurement and Predictive Models*. University of Tokyo Press. Japan. 522 pp.
- Ilahude A.G., 1999. *Pengantar ke Oseanologi Fisika*. LIPI. 240 hlm.
- Kowalik, Z., Murty, T.S., 1993. *Numerical Modeling of Ocean Dynamics*. World Scientific. Singapore.
- Nasir, M., 2005. *Metode Penelitian*. Penerbit Ghalia Indonesia. 544 hal
- Prawirowardoyo, S., 1996. *Meteorologi*. Penerbit ITB. Bandung.
- Stewart, R.H., 2002. *Intoduction to Physical Oceanography*. Departement of Oceanography. Texas A&M University.
- Sverdrup, H.U., Johnson, M.W. and Fleming, R.H., 1961. *The Oceans, Their Physics, Chemistry and General Biology*. Prentice-Hall, INC. Englewood Cliffs, N.J. 1087 pp.
- Wyrtki, K., 1961. *Physical Oceanography of the South East Asian Waters*. Published by the Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, C.A. 195 pp.