

KAJIAN POLA ARUS DI PERAIRAN NUSA TENGGARA BARAT DAN SIMULASINYA MENGUNAKAN PENDEKATAN MODEL MATEMATIK

Dwi Haryo Ismunarti¹⁾ dan Baskoro Rochaddi¹⁾

¹⁾ Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK UNDIP
dwharyois@gmail.com

Abstrak

Penelitian telah dilakukan di perairan Nusa Tenggara Barat (NTB), pada tiga musim : peralihan (22 – 25 Mei 2009), musim timur (23-26 Juli 2009), dan musim barat (19 – 22 Nofember 2009). Lokasi penelitian tersebar di dua wilayah yaitu perairan Pulau Lombok, tepatnya di perairan Tanjung Sira (stasiun 1), dan Ampenan (stasiun 2) di Kabupaten Lombok Barat dan di perairan Teluk Saleh (stasiun 3) Sumbawa Besar. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kondisi pola arus di perairan Nusa Tenggara Barat baik melalui pengukuran lapangan maupun menggunakan model matematik. Pengukuran kecepatan dan arah arus menggunakan current meter tipe valeport. Pola arus pada musim peralihan dengan kecepatan arus rata-rata berkisar 0,053 – 0,223 m/det dengan arah menuju ke tenggara – baratdaya (arah 132° – 224°). Pola arus pada musim timur dengan kecepatan arus rata-rata berkisar 0,048 – 0,130 m/det dengan arah menuju ke baratdaya (arah 182° – 262°). Sedangkan pola arus pada musim barat dengan kecepatan arus rata-rata berkisar 0,092 – 0,177 m/det dengan arah menuju ke tenggara (arah 142° – 171°). Berdasarkan model matematik, terdapat perbedaan pola arus di sebelah utara NTB dan sebelah selatan. Kecepatan arus bervariasi antara 0,070 – 0,351 m/det. Kecepatan arus terbesar berada pada daerah selat seperti antara Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa.

Kata kunci : pola arus, musim peralihan, musim timur, musim barat, model matematik, perairan Nusa Tenggara Barat.

Abstract

The survey was conducted at Nusa Tenggara Barat sea waters during monsoon transition (May 22 – 25, 2009), east monsoon (July 23-26, 2009), and West monsoon (November 19 – 22, 2009). Research location at Lombok island and Sumbawa island, exactly at Tanjung Sira (station 1), Ampenan (station 2) and Teluk Saleh (station 3). Objective of research is known current pattern condition at NTB sea waters. Current (velocity and direction) were measure used current meter valeport tipe. Current pattern at transition monsoon where current velocity average between 0,053 – 0,223 m/sec and current direction to south east-southwest (132° – 224°). Current pattern at east monsoon where current velocity average between 0,048 – 0,130 m/sec and current direction to southwest (182° – 262°). Current pattern at west monsoon where current velocity average between 0,092 – 0,177 m/sec and current direction to southeast (142° – 171°). According to mathematical modelling, there are different cunrrent pattern at north and south NTB. Current velocity average between 0,070 – 0,351 m/sec. Current velocity maksimum at strait between Lombok island and Sumbawa island.

Key words: current pattern, transition monsoon, east monsoon, west monsoon, mathematical modelling, Nusa Tenggara Barat sea waters

Pendahuluan

Arus merupakan salah satu parameter penting dalam dinamika perairan yang memberikan pengaruh terhadap perubahan wilayah pesisir dan laut (Dijkstra, 2008).

Secara sederhana arus dapat diartikan sebagai sirkulasi massa air dari satu tempat ke tempat lain (Trujillo and Thurman, 2008). Arus berperan aktif dalam mempengaruhi proses – proses biologi, fisika dan kimia dalam ruang

dan waktu yang terjadi di pantai dan laut (Trujillo and Thurman, 2008). Area laut dan pesisir merupakan suatu daerah yang sangat dinamis dan cepat mengalami perubahan. Arus merupakan salah satu dinamika perairan yang memberikan pengaruh terhadap perubahan wilayah pesisir dan laut (Stewart, 2002). Secara sederhana arus dapat diartikan sebagai sirkulasi massa air dari satu tempat ke tempat lain. Arus berperan aktif dalam mempengaruhi proses-proses biologi, kimia dan fisika dalam spektrum ruang dan waktu yang terjadi di lautan (Latief, 2002). Data arus sangat diperlukan dalam penentuan tata letak pelabuhan, alur pelayaran dan bangunan pantai, pengelolaan lingkungan laut dan penentuan daerah rekreasi bahari serta budidaya wilayah pesisir (Triadmojo, 1999).

Propinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) terletak pada posisi $115^{\circ} 47' 50''$ - $119^{\circ} 19' 26''$ BT dan $8^{\circ} 04' 05''$ - $9^{\circ} 07' 50''$ LS serta terdiri dari dua pulau besar yaitu Lombok dan Sumbawa. Provinsi Nusa Tenggara Barat sebagai salah satu daerah yang memiliki banyak wilayah pantai tentu saja kerap kali mengalami dinamika perairan. Wilayah NTB di utara berbatasan dengan Laut Jawa, di selatan dengan Samudera Hindia, di timur dengan Selat Sepadan dan di barat dengan Selat Lombok. NTB memiliki pulau-pulau kecil yang secara keseluruhan mempunyai potensi yang besar dalam bidang perikanan dan wisata pantai, maka pengetahuan mengenai arus, dalam hal ini tentang pola arus,

arah dan kecepatan arus mutlak diperlukan demi menunjang berhasilnya pengembangan potensi tersebut. Pencatatan arus di perairan NTB belum banyak dilakukan, sehingga data arus yang dapat memberikan informasi tentang kondisi arus di wilayah tersebut masih terbatas.

Keistimewaan lain yang terdapat di perairan NTB adalah bahwa perairan ini termasuk dalam daerah yang dilalui Arus Lintas Indonesia (Arlindo). Arlindo adalah suatu system arus yang menghubungkan Samudera Pasifik dengan Samudera Hindian (Stewart, 2002). Jalur Arlindo dimulai dari perairan antara Mindanao dan Halmahera, mengalir masuk melalui selat Makassar sebagai jalur utamanya lalu meninggalkan perairan Indonesia melalui Selat Lombok dan sebagian besar lainnya berbelok melalui Laut Flores, Laut Banda dan memasuki Samudera Hindia. Arlindo ini sangat berperan dalam sistem iklim regional.

Materi dan Metode

Penelitian merupakan pemodelan matematik berdasarkan tiga titik pengamatan yang tersebar di dua wilayah yaitu perairan Pulau Lombok, tepatnya di perairan Tanjung Sira (stasiun 1), dan Ampenan (stasiun 2) di Kabupaten Lombok Barat dan di perairan Teluk Saleh (stasiun 3) Sumbawa Besar (Gambar 1). Lokasi survey selengkapnya terdapat dalam tabel 1.

Tabel 1. Lokasi titik pengambilan data lapangan.

No	Wilayah Perairan	Koordinat Titik Survei Arus	
1	Tanjung Sira-Lombok Barat	$8^{\circ} 21' 12.2''$ LS	$116^{\circ} 08' 1.6''$ BT
2	Ampenan-Lombok Barat	$8^{\circ} 33' 50.9''$ LS	$116^{\circ} 03' 54.8''$ BT
3	Teluk Saleh-Sumbawa Besar	$8^{\circ} 28' 22.6''$ LS	$117^{\circ} 43' 36.6''$ BT

Pengukuran arus dilakukan untuk mendapatkan informasi kondisi pergerakan arus di perairan. Variabel yang diukur meliputi kecepatan dan arah arus laut pada kedalaman

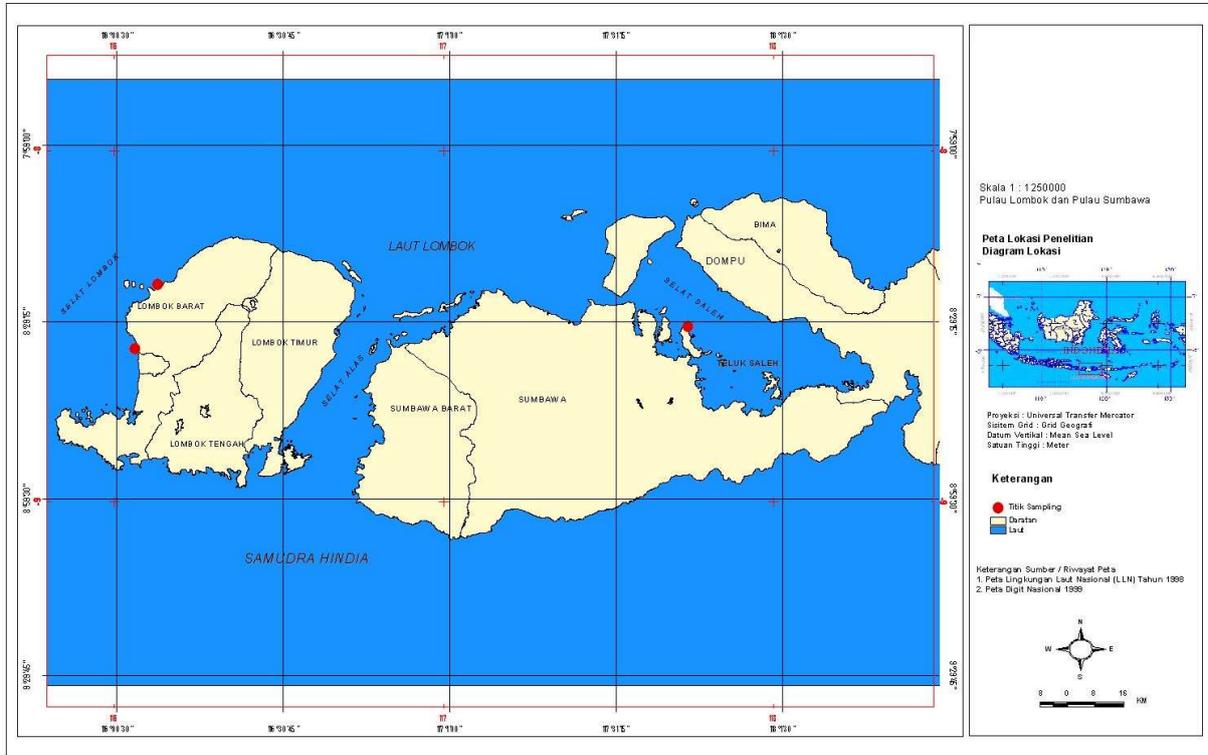
0.6, 0.8 dan 2 meter. Pengambilan data dilakukan pada tiga musim yaitu : musim peralihan (22 – 25 Mei 2009), musim timur



(23-26 Juli 2009), dan musim barat (19 – 22 Nofember 2009).

Metode pengambilan data arus dengan menggunakan metode Euler (Emery & Thomson, 1998). Pengukuran arus dilakukan

dengan menggunakan current meter tipe valeport. Pengambilan data arus dilakukan selama 3 x 24 jam dengan interval tiap 1 jam. Data yang diperoleh meliputi kecepatan dan arah arus.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Berdasarkan data arus yang diperoleh di tiga lokasi pengamatan selanjutnya dilakukan pemodelan untuk mendapatkan pola arus di daerah kajian. Pendekatan model matematik menggunakan model SMS 8.1 (*Surface-water Modelling System* versi 8.1) modul Advanced

Circulation Multi Dimensional Hydrodynamic Model (ADCIRC) 2 dimensi mempergunakan integrasi vertikal persamaan momentum untuk menentukan rata-rata kecepatan terhadap kedalaman. Persamaan momentum dapat ditulis (Kowalik and Murty,1993) :

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} - fV = -g \frac{\partial[\zeta + Ps / g\rho_0 - \alpha\eta]}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{H\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{H\rho_0} + \frac{Mx}{H} - \frac{Dx}{H} - \frac{Bx}{H} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + fU = -g \frac{\partial[\zeta + Ps / g\rho_0 - \alpha\eta]}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{H\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{H\rho_0} + \frac{My}{H} - \frac{Dy}{H} - \frac{By}{H} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana
 $Q_x, Q_y = UH, Vh = x, y$
 menunjukkan aliran dalam tiap unit luas

$D_x, D_y =$ momentum dispersi
 $M_x, M_y =$ integrasi vertikal gradien tekanan lateral

B_x, B_y = integrasi vertikal gradien tekanan baroklinik
 f = $2\Omega \sin \phi$, parameter coriolis
 ρ = perbedaan densitas dalam ruang dan waktu akibat variasi salinitas dan temperatur
 H_{txx}, H_{tyx} = H_{txy}, H_{tyy} = integrasi vertikal tekanan lateral
 τ_{sx}, τ_{sy} = tekanan permukaan
 τ_{bx}, τ_{by} = komponen tekanan dasar perairan

P_s = tekanan atmosfer di permukaan laut
 η = komponen Newton untuk pasut
 E_h = koefisien integrasi vertikal tekanan lateral (viskositas eddy)

Persamaan-persamaan kontinuitas dan momentum untuk model 2 DH yang dipergunakan dalam SMS 8.1 adalah sebagai berikut :

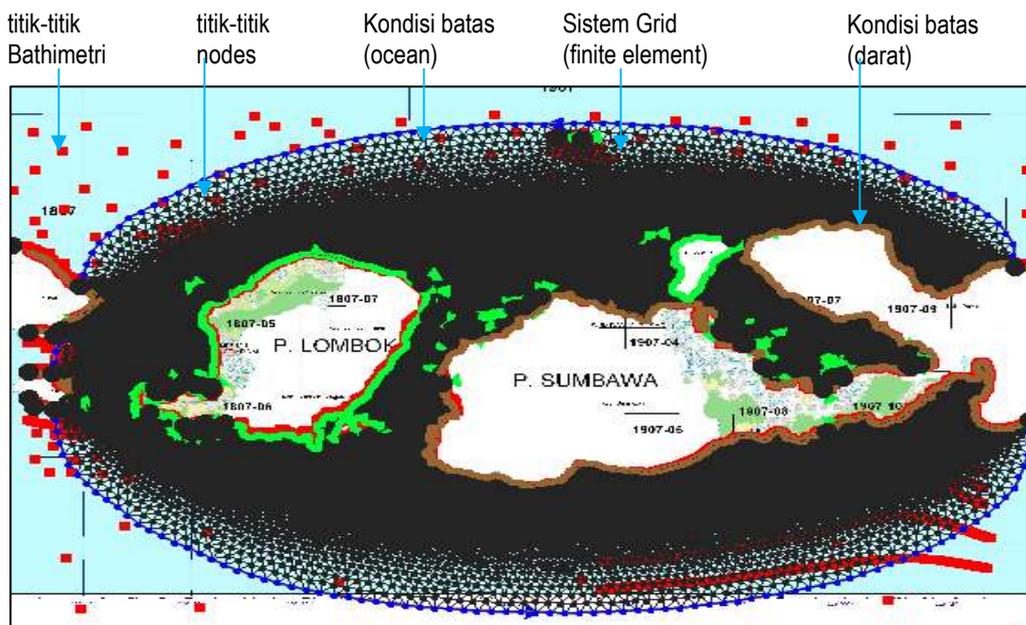
$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial U_h}{\partial x} + \frac{\partial V_h}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{\partial U_h}{\partial t} + \frac{\partial(U^2 h + \frac{1}{2}gh^2)}{\partial x} + \frac{\partial UV_h}{\partial y} = gh(S_{0x} - S_{fx}) + \frac{\partial}{\partial x}(\frac{h}{\rho} T_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(\frac{h}{\rho} T_{yx}) \dots\dots\dots (4)$$

$$\frac{\partial V_h}{\partial t} + \frac{\partial UV_h}{\partial x} + \frac{\partial(V^2 h + \frac{1}{2}gh^2)}{\partial y} = gh(S_{0y} - S_{fy}) + \frac{\partial}{\partial x}(\frac{h}{\rho} T_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(\frac{h}{\rho} T_{yy}) \dots\dots\dots (5)$$

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 tensor tegangan geser rata-rata kedalaman.

Syarat batas dan model geometri untuk wilayah studi perairan Nusa Tenggara Barat secara keseluruhan terdapat pada gambar 2.



Gambar 2. Kondisi Batas dan Model Geometri di Perairan Nusa Tenggara Barat



Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data arus dan vektor arus di setiap stasiun pada setiap musim disampaikan pada tabel 2, tabel 3 dan tabel 4.

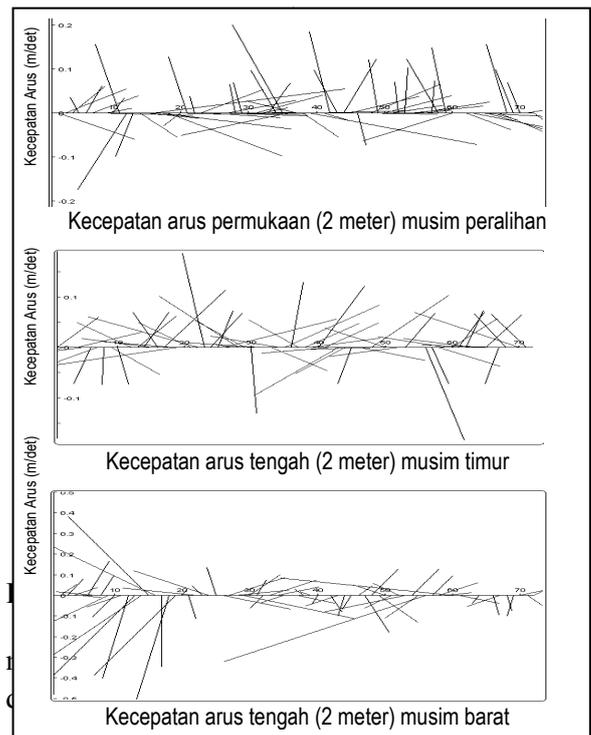
Pola Arus Pada Stasiun Perairan Tanjung Sira (Stasiun I)

Hasil perhitungan dengan metode eularian di stasiun (Tabel 2) menunjukkan rata-rata arus pada tiap-tiap jam selama 3 hari, pada musim barat pada kedalaman 2 meter mempunyai kecepatan arus terbesar yaitu 0,156 m/det sedangkan kecepatan arus terkecil tercatat pada musim timur sebesar 0,075 m/det. Arah arus dominan menuju ke selatan pada 152° – 189°. NTB termasuk dalam daerah yang mengalami 4 kondisi musim.

Pernyataan ini diperkuat oleh Prawirowardoyo (1996) dimana daerah yang membentang dari ujung selatan Sumatera, Jawa, Bali, Lombok, Nusa Tenggara sampai ke Irian memiliki empat musim, oleh karena itu pergerakan angin di NTB pun begitu dinamis. Faktor angin ini, meskipun kecil namun tetap mempengaruhi pola pergerakan arus dalam skala yang luas (Stewart 2002; Thurmman, 2007) . Hal ini yang memungkinkan di Tanjung Sira tercatat dominasi arus kearah selatan. Akan tetapi bentuk topografi dan keberadaan pulau lain di sekitar perairan tersebut tentu saja turut mempengaruhi pembentukan arus ini.

Tabel 2. Hasil pengolahan data arus di Stasiun Tanjung Sira (Stasiun I)

Hasil Pengolahan Data dengan Metode Eularian Stasiun Tanjung Sira				
Musim (depth)	Waktu	Kedalaman	Hasil Pengamatan	
			V Rata-rata (m/det)	Dir Rata-rata (deg)
Peralihan (15 m)	22-25/05/2009	2 Meter	0.104	164.52
		0.6 d	0.084	154.37
		0.8 d	0.075	151.93
Timur (15 m)	23-26/072009	2 Meter	0.075	182.81
		0.6 d	0.090	227.68
		0.8 d	0.080	189.28
Barat (15 m)	19-22/11/2009	2 Meter	0.156	169.40
		0.6 d	0.154	182.05
		0.8 d	0.139	171.84



Ampenan (Stasiun II)

Menurut perhitungan dengan metode Euler stasiun II (Tabel 3) menunjukkan pada musim peralihan arah arus dominan menuju ke selatan dengan kecepatan tertinggi mencapai 0,066 m/det. Sedangkan kecepatan arus pada musim timur rata-rata 0,048 m/det, dengan arah arus dominan ke selatan. Memasuki musim barat arus mengalami peningkatan kecepatan. Pada musim barat kecepatan

dikarenakan pada musim barat angin yang bertiup lebih besar daripada dua musim lainnya. Meskipun angin bukan satu-satunya pembangkit arus namun keberadaan angin yang cukup besar turut mendukung terbentuknya kecepatan arus yang besar pula. Arus yang bergerak ke selatan mendapat pengaruh dari Arlindo dimana Arlindo ini dari perairan Sulawesi dan Laut Flores bergerak

5 *) Kajian Pola Arus Di Perairan Nusa Tenggara Barat Dan Simulasinya Menggunakan Pendekatan Model Matematik (Dwi Haryo Ismunarti, Baskoro Rochaddi)

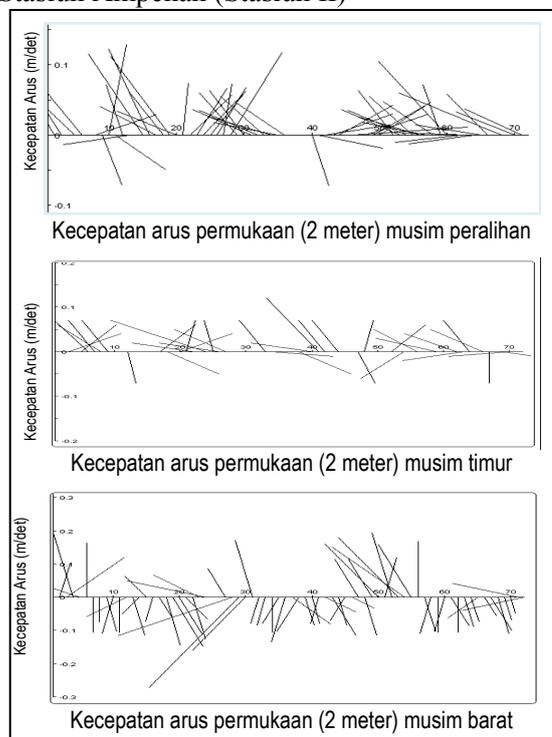


menuju Samudera Hindia Melewati Selat Lombok yang berada di sebelah barat perairan

Ampenan (Trujillo and Thurman, 2008).

Tabel 3. Hasil pengolahan data arus di Stasiun Ampenan (Stasiun II)

Hasil Pengolahan Data dengan Metode Eularian Stasiun Ampenan				
Musim (<i>depth</i>)	Waktu	Kedalaman	Hasil Pengamatan	
			V Rata-rata (m/det)	Dir Rata-rata (deg)
Peralihan (15 m)	22-25/05/2009	2 Meter	0.066	224.91
		0.6 d	0.070	203.22
		0.8 d	0.053	205.41
Timur (15 m)	23-26/072009	2 Meter	0.048	227.89
		0.6 d	0.060	155.81
		0.8 d	0.065	176.93
Barat (15 m)	19-22/11/2009	2 Meter	0.118	213.61
		0.6 d	0.107	219.44
		0.8 d	0.093	205.41



Pola Arus Pada Stasiun Perairan Teluk Saleh (Stasiun III)

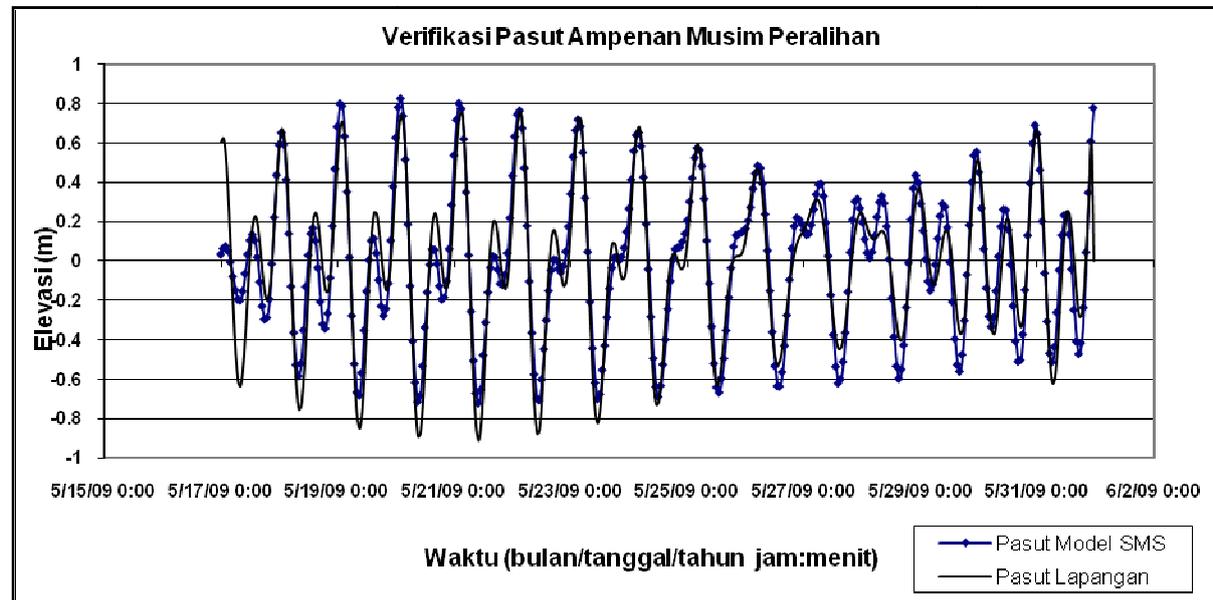
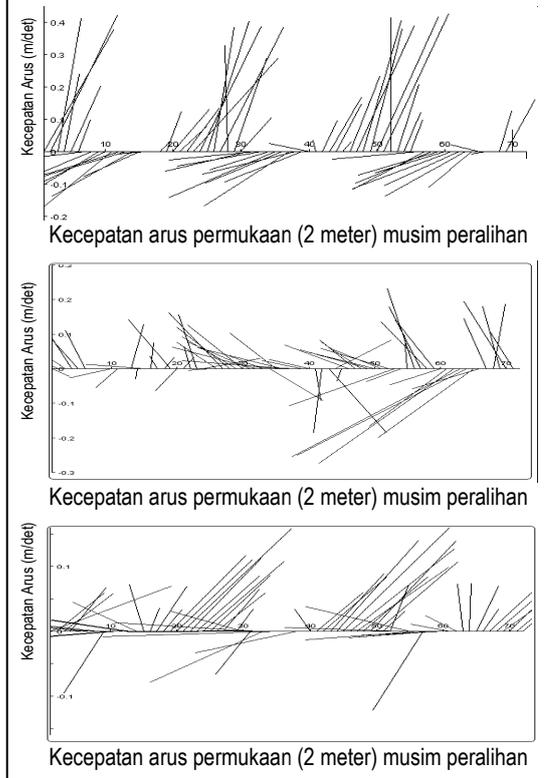
Teluk Saleh terletak di sebelah timur laut Pulau Sumbawa yang dikelilingi oleh banyak pulau. Namun demikian titik stasiun pengamatan ditempatkan pada bagian teluk yang dekat dengan Selat Saleh. Dari Tabel 4 menunjukkan kecepatan arus pada stasiun ini cenderung lebih besar dibandingkan pada dua stasiun sebelumnya. Kecepatan arus pada 3 musim cukup merata. Kecepatan maksimal tercatat pada musim peralihan sebesar 0,223 m/det dan mencapai minimal justru pada musim barat sebesar 0,093 m/det. Terjadinya fenomena ini bisa jadi dikarenakan bentuk Teluk Saleh yang memanjang dari barat daya ke tenggara. Pada saat musim barat angin

bertiup dari barat namun arus justru menjadi kecil karena lajunya terbentur oleh pulau di sebelah tenggaranya. Sedangkan saat angin bertiup dari timur mengakibatkan laju arus menjadi besar karena arus langsung bergerak ke lautan luas di arah barat daya. Arah arus di titik pengamatan Teluk Saleh bergerak dari timur ke barat. Pergerakan arus di Teluk Saleh ini secara nyata dipengaruhi oleh pasang surut, dimana massa air ini berpindah secara vertikal mengikuti air pasang memasuki Teluk Saleh dari barat laut dan bersamaan air surut meninggalkan teluk dari arah tenggara. Pernyataan ini di perkuat oleh Wyrkti (1961) dan Horikawa (1988) dimana bentuk topografi di suatu perairan akan berpengaruh terhadap pergerakan arus.

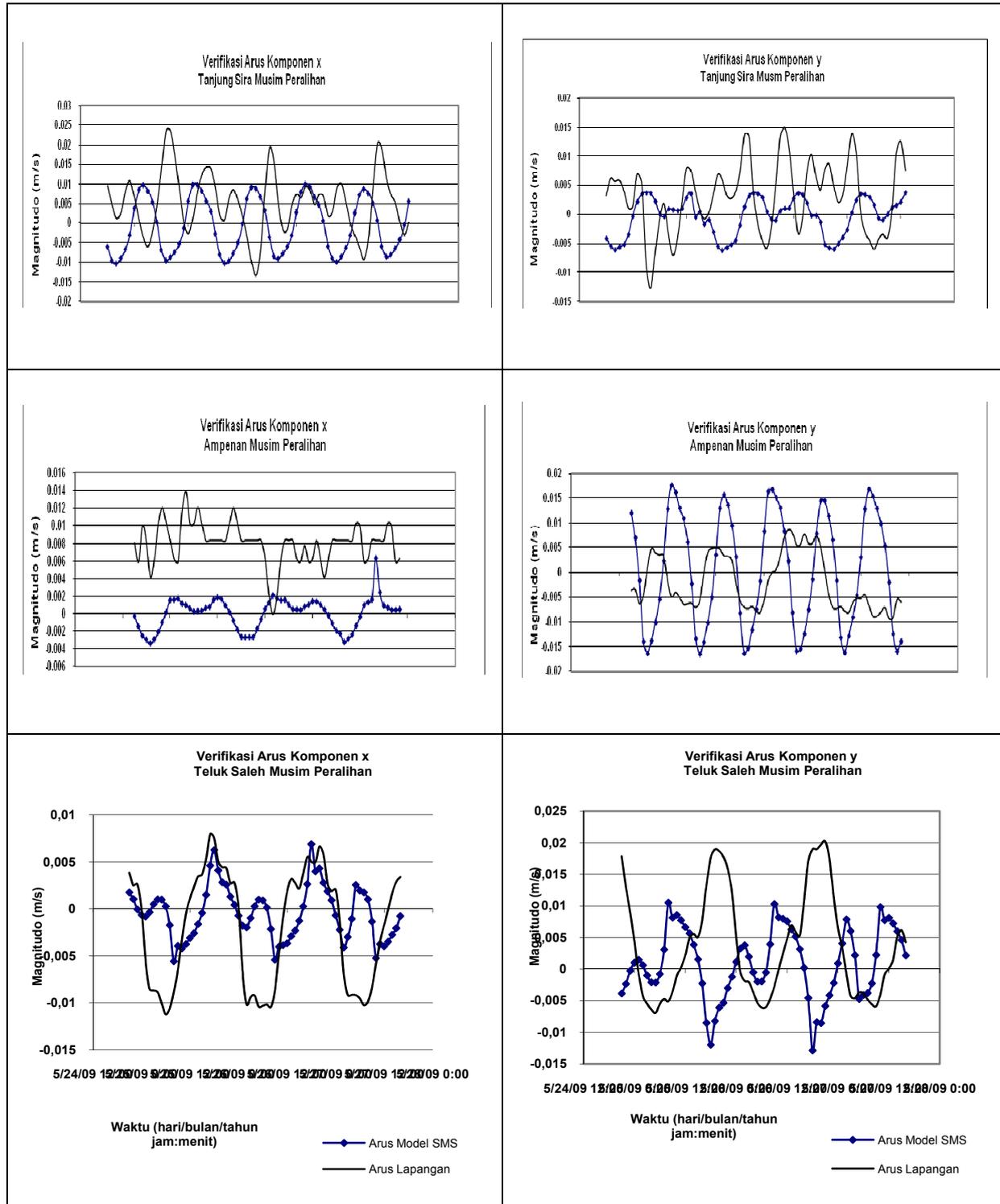


Tabel 4. Hasil pengolahan data arus di Stasiun Teluk Saleh (Stasiun III)

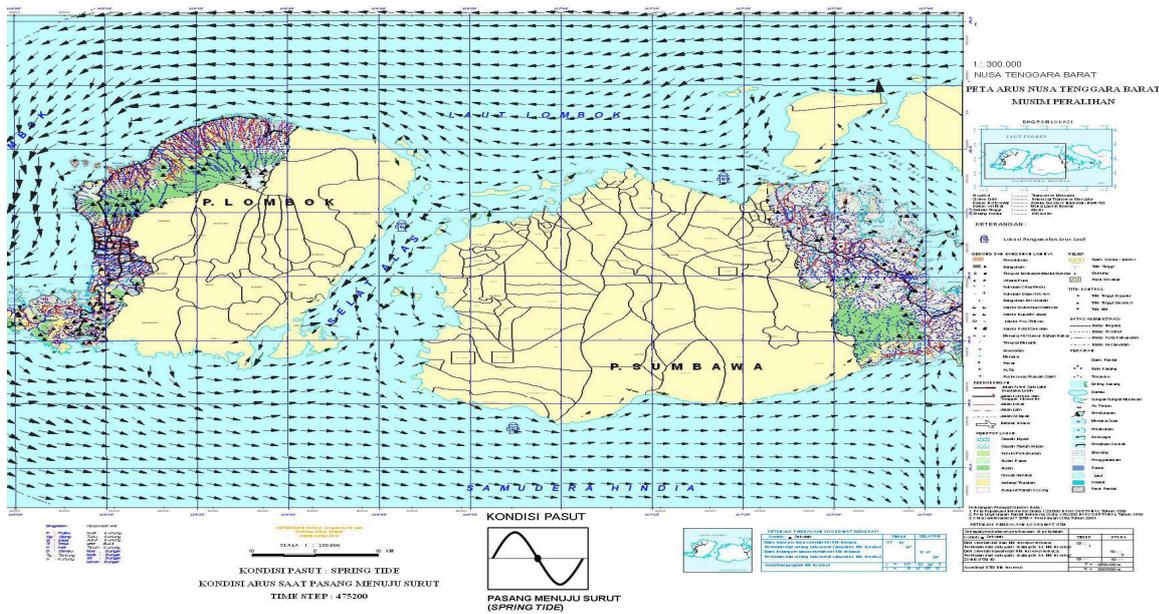
Hasil Pengolahan Data dengan Metode Eulerian Stasiun Teluk Saleh				
Musim (depth)	Waktu	Kedalaman	Hasil Pengamatan	
			V Rata-rata (m/det)	Dir Rata-rata (deg)
Peralihan (15 m)	22-25/05/2009	2 Meter	0.222	132.47
		0.6 d	0.223	129.29
		0.8 d	0.217	132.14
Timur (15 m)	23-26/07/2009	2 Meter	0.126	256.07
		0.6 d	0.130	262.13
		0.8 d	0.125	244.87
Barat (15 m)	19-22/11/2009	2 Meter	0.092	142.08
		0.6 d	0.117	150.22
		0.8 d	0.177	136.83



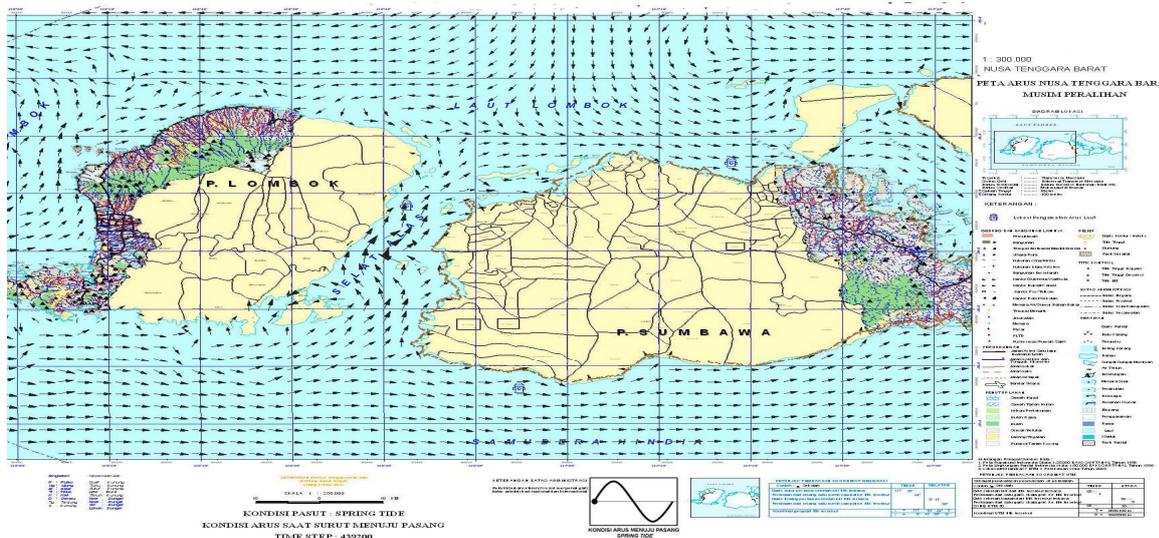
Gambar 5. Hasil Verifikasi Model Pasang Surut di Lokasi Perairan Ampenan



Gambar 6. Hasil Verifikasi Model Arus di Lokasi Perairan Ampenan



Gambar 7. Pola Arus Perairan NTB Musim Peralihan Kondisi Saat Pasang Purnama



Gambar 8. Pola Arus Perairan NTB Musim Peralihan Kondisi Saat Surut Purnama

Pola Arus Perairan NTB berdasarkan Model Matematik

Pergerakan arus yang termasuk dalam musim peralihan di NTB mengalami perbedaan arah di NTB bagian utara dan NTB bagian selatan dengan kecepatan bervariasi antara 0,070 – 0,351 m/det. Kecepatan arus terbesar berada pada daerah selat seperti antara Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa. Di

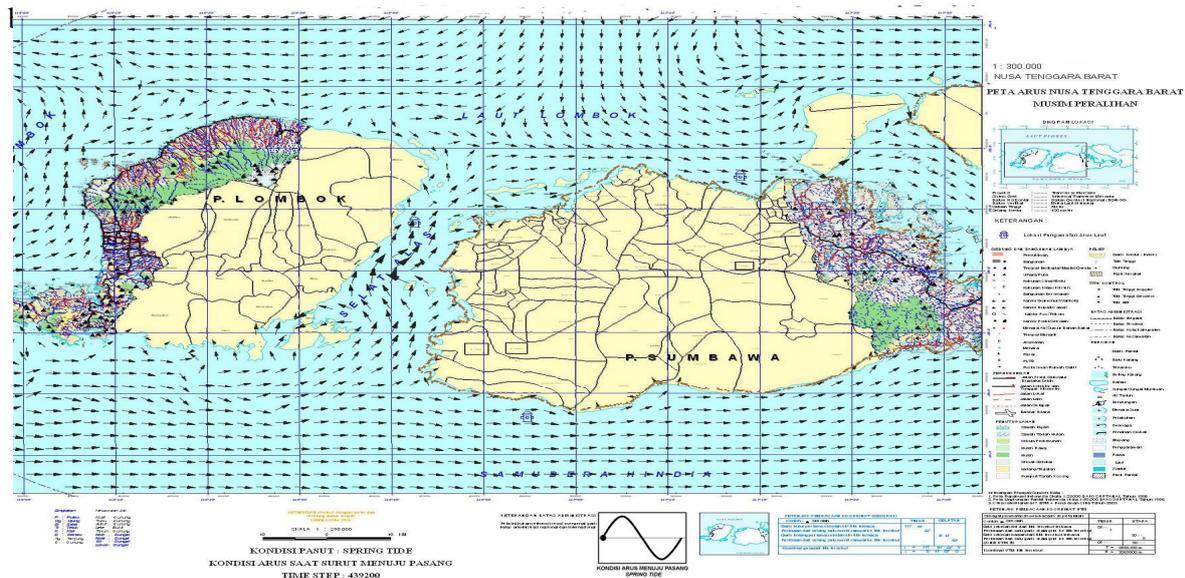
sebelah utara NTB berawal dari Selat Lombok arus bergerak ke barat dan timur namun begitu mendekati selat-selat yang ada selalu bergerak searah dengan bentuk selat yaitu ke selatan. Sedangkan di NTB sebelah selatan berawal dari Pulau Sumbawa arah bergerak menuju barat dan akhirnya ketika memasuki Selat Lombok kembali arah bergerak ke utara lalu berbelok ke timur. Gambar pergerakan arus ini

9 *) Kajian Pola Arus Di Perairan Nusa Tenggara Barat Dan Simulasinya Menggunakan Pendekatan Model Matematik (Dwi Haryo Ismunarti, Baskoro Rochaddi)



dapat terlihat pada Gambar 7 – Gambar 8.

disebabkan oleh angin pasat, maka air di



Kesimpulan

Pola arus di perairan Kepulauan Nusa Tenggara Barat pada musim peralihan dengan kecepatan arus rata-rata berkisar 0,053 – 0,223 m/det dengan arah menuju ke tenggara – baratdaya (arah 132° – 224°). Pola arus pada musim timur dengan kecepatan arus rata-rata berkisar 0,048 – 0,130 m/det dengan arah menuju ke baratdaya (arah 182° – 262°). Sedangkan pola arus pada musim barat dengan kecepatan arus rata-rata berkisar 0,092 – 0,177 m/det dengan arah menuju ke tenggara (arah 142° – 171°). Berdasarkan model matematik, terdapat perbedaan pola arus di sebelah utara NTB dan sebelah selatan. Kecepatan arus bervariasi antara 0,070 – 0,351 m/det. Kecepatan arus terbesar berada pada daerah selat seperti antara Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PS Oseanografi Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNDIP, rekan staf pengajar Denny Nugroho Sugianto, ST MT. Terimakasih disampaikan kepada perview untuk kebaikan makalah ini

Daftar Pustaka

- Dijkstra, Henk A., 2008. *Dynamical Oceanography*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg German. 405 pp.
- Emery, William J. & Thomson, Richard, E., 1998. *Data Analysis Methods In Physical Oceanography*. Pergamon Elsevier Science Ltd. USA. p : 42 – 116.
- Horikawa, Kiyoshi., 1988. *Nearshore Dynamics and Coastal Processes*. University of Tokyo Press, Japan. p : 11 – 128.
- Kowalik, Z., Murty, T.S., 1993. *Numerical Modeling of Ocean Dynamics*. World Scientific. Singapore
- Latief, Hamzah. 2002. *Oseanografi Pantai*. Institute Teknologi Bandung: Bandung
- Prawirowardoyo, Susilo. 1996. *Meteorologi*. ITB: Bandung
- Stewart, Robert, 2002. *Introduction to Physical Oceanography*. Department



- of Oceanography, Texas A&M University
- Thurmann, Harold V., 2007. Introductory Oceanography. Bell and Howell Company Columbus Ohio. p : 183 – 273.
- Trujillo, Alan P. and Thurman, Harold V., 2008. Essentials of Oceanography. Pearson Prentice Hall, Pearson Education Inc. New Jersey. 534 pp.
- Wyrтки, Klaus. 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asian Water. The University of California: California.