

## KARAKTERISTIK ARUS PASANG SURUT DI SELAT BADUNG, BALI

Tonny Adam Theoyana<sup>1)</sup>, Widodo S. Pranowo<sup>1)</sup>, Anastasia R.T.D.K<sup>1)</sup> & Purwanto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Data Laut dan Pesisir, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir, Balitbang-KP, KKP

<sup>2)</sup>Program Studi Oseanografi, Universitas Diponegoro, Semarang

Diterima tanggal: 12 Januari 2015; Diterima setelah perbaikan: 10 Juni 2015; Disetujui terbit tanggal 2 Nopember 2015

### ABSTRAK

Selat Badung merupakan percabangan outlet dari Selat Lombok yang berada di antara Pulau Bali dan Pulau Nusa Penida. Kajian arus di lokasi ini diperlukan untuk mengetahui pola dan karakteristik arus berdasarkan komponen harmonik pasang surut. Pengukuran data di perairan lokasi penelitian dilaksanakan pada 20 Juni 2014 - 5 Juli 2014 dengan interval perekaman 30 menit. Berdasarkan hasil perekaman, kecepatan arus di Selat Badung berkisar dari 0,2 cm/s - 204,3 cm/s. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis harmonik dengan menggunakan toolbox *t\_tide* dalam software Matlab yang dapat memisahkan data arus perekaman menjadi data arus harmonik dan non-harmonik dengan mengeluarkan komponen pasang surut yang berpengaruh terhadap keberlangsungan arus harmoniknya. Berdasarkan hasil penelitian, pola arus didominasi oleh arus non harmonik ke arah tenggara. Komponen harmonik yang berpengaruh besar pada lokasi tersebut adalah M2 dan S2.

**Kata kunci:** Selat badung, Arus Laut, Pola dan Karakteristik, Komponen Harmonik, *t\_tide*

### ABSTRACT

*Badung Strait is a branch outlet of the Lombok Strait which located between Bali Island and Nusa Penida Island. The aim of this study is to determine ocean current characteristic based on tidal harmonic component. Data acquisition using ADCP was held on June 20th, 2014 – July 5th, 2014 with 30 minutes of interval record. Based on that recording, current velocities at Badung Strait are between 0,2 cm/s and 204,3 cm/s. Harmonic analysis method was used in this study with *T\_tide* toolbox in Matlab language were used to separate the time series data into harmonic and non-harmonic. Based on the research results, the current pattern is dominated by non-harmonic currents to the southeast direction. The Harmonic components which dominantly appears on the site are Principal lunar semidiurnal (M2) and Principal solar semidiurnal (S2).*

**Keywords:** *Badung Strait, Ocean current, Pattern and Characteristic, Harmonic Component, t\_tide*

### PENDAHULUAN

Indonesia yang terletak di daerah tropis menjadikannya posisinya dilewati oleh arus yang bernama Arus Lintas Indonesia (Arlindo). Menurut Safitri *et al.* (2012), Arlindo membawa massa air dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia. Secara umum, Arlindo disebabkan oleh perbedaan tinggi muka air di Samudra Pasifik dan Samudra Hindia yaitu pada bagian tropik barat Samudra Pasifik yang lebih tinggi dibanding dengan bagian tropik timur Samudra Hindia sehingga menyebabkan adanya gradien tekanan. Gradien tekanan inilah yang menggerakkan aliran massa air dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia (Hasanudin, 1998). Arlindo masuk ke Indonesia melalui Laut Sulawesi dan juga Laut Banda dan keluar menuju Samudra Hindia melalui Selat Timor, Selat Alor dan juga Selat Lombok yang merupakan selat utama dengan salah satu cabangnya adalah Selat Badung (Fieux *et al.*, 1996).

Menurut Fieux *et al.* (1996), Selat Lombok, yang merupakan induk Selat Badung, merupakan salah satu jalur keluar Arlindo menuju Samudra Hindia. Hal ini menyebabkan pentingnya dilakukan suatu penelitian tentang aliran massa air Arlindo yang di dalamnya juga termasuk kajian karakteristik massa airnya. Menurut Wyrski (1960), arlindo juga terjadi sepanjang musim di

Indonesia, namun transpor massanya yang berbeda, maksimum pada musim timur. Indonesia memiliki variasi musiman yang disebabkan karena bertiupnya angin muson sebanyak dua kali dalam setahun yaitu Angin Muson Tenggara dan Angin Muson Barat Laut. Angin muson ini mempengaruhi karakteristik perairan di Indonesia termasuk Selat Lombok, sehingga untuk mengetahui lebih rinci tentang pola dan karakteristik massa air di Selat Lombok perlu dilakukan penelitian di kedua musim tersebut mengingat Selat Lombok memainkan peran penting dalam sirkulasi perubahan iklim global dan sistem cuaca (Pranowo *et al.*, 2004).

Arus laut adalah gerakan massa air dari suatu tempat (posisi) ke tempat yang lain. Arus laut ini terjadi di segala tempat di lautan dunia dan pergerakannya saling mempengaruhi baik ke arah horizontal maupun vertikal (Azis, 2006). Arus sebagai gerakan mengalirnya suatu massa air dapat disebabkan oleh tiupan angin, atau karena perbedaan densitas air laut atau dapat juga disebabkan oleh tekanan air (Illahude, 1999).

Arus laut merupakan sistem yang kompleks yang terbentuk akibat berbagai sebab, sehingga data arus menunjukkan kondisi arus sebenarnya yang mencakup semua komponen arus. Dalam analisa arus laut, data yang diperoleh diuraikan

menjadi sejumlah komponen arus sesuai dengan penyebabnya. Penguraian arus laut tersebut sangat membantu dalam mengklasifikasikan sistem sirkulasi arus. Beberapa jenis arus yang umum dikenal adalah arus pasang surut, arus akibat gelombang (arus sejajar pantai), arus akibat tiupan angin, dan arus yang disebabkan perbedaan densitas air laut (Utami, 2006).

Menurut Hadi & Radjawane (2011), arus akan tetap terjadi meskipun faktor eksternal seperti angin yang menjadi penggerak massa air berhenti berhembus karena efek momentum. Hal ini didukung oleh Supangat & Susana (2007) yang menyatakan, bahwa aliran massa air di laut tidak akan berhenti tiba-tiba akibat adanya momentum dari sisa gaya angin dan juga gaya Coriolis yang tetap bekerja pada badan air tersebut. Gaya Coriolis terjadi karena perputaran bumi pada porosnya, sehingga gaya ini akan menjadi faktor penggerak massa air yang abadi. Arus yang terjadi di muka bumi ini dapat dikelompokkan menjadi empat arus utama yaitu (Gambar 1):

1. arus yang berhubungan dengan distribusi densitas
2. arus yang ditimbulkan oleh angin
3. arus yang ditimbulkan oleh gelombang laut, dan
4. arus yang disebabkan dari pasang surut

**METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di perairan Selat Badung, Provinsi Bali pada 20 Juni-5 Juli 2014. Materi dalam penelitian ini menggunakan data primer sebagai data utama dan data sekunder sebagai data pendukung. Data primer adalah data arus laut pada 6 layer kedalaman dengan interval 30 menit yang diambil secara insitu menggunakan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) SonTek Argonaut – XR. Data sekunder yaitu peta laut DISHIDROS. Kegiatan penelitian meliputi perekaman data arus laut, pengumpulan data pendukung, pengolahan data, analisis data hasil

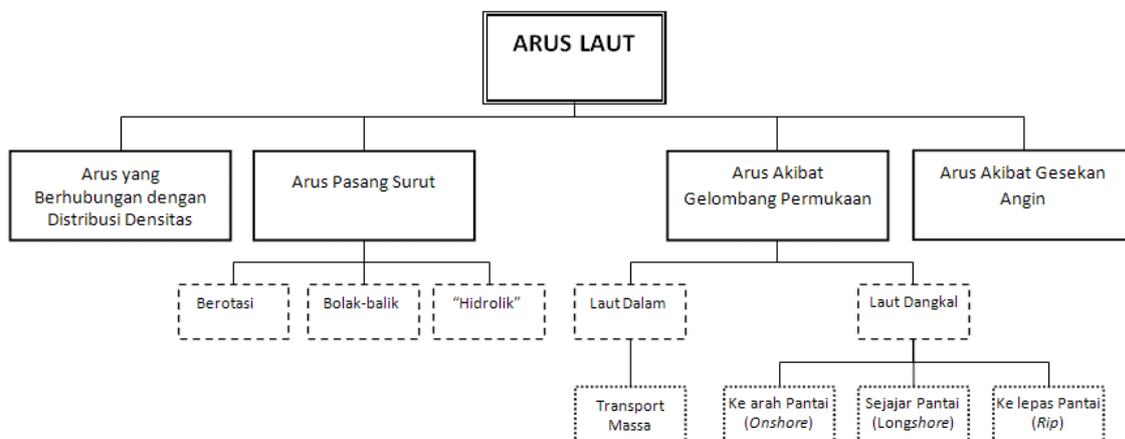
penelitian dan penyusunan laporan penelitian.

Penelitian ini menggunakan metode yang bersifat eksploratif. Eksploratif yaitu mencari tahu seberapa besar keadaan di lokasi penelitian yang berpengaruh terhadap suatu variabel terkait di lingkungan sekitarnya. Perekaman data menggunakan ADCP di lokasi penelitian termasuk menggunakan metode Eulerian berdasarkan Emery & Thompson (1998). Penentuan lokasi peletakan ADCP menggunakan pertimbangan teknis dari tim penelitian.

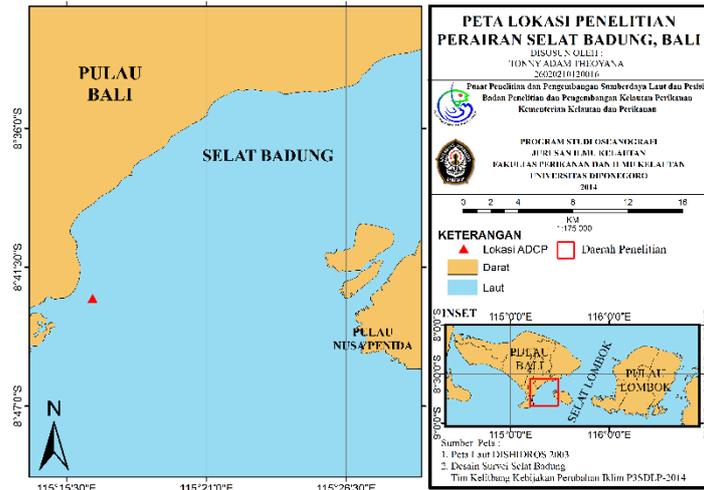
**Pemisahan Arus Harmonik dan Non-Harmonic**

Pengukuran arus laut dilakukan selama 15 x 24 jam dengan interval perekaman setiap 30 menit. Pengukuran dilakukan menggunakan *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) SonTek Argonaut – XR dengan panjang gelombang sensor beam 750 kHz pada kedalaman 30 m dan datar. Pengukuran arus ini dibagi dalam beberapa kedalaman yaitu 3 m, 8 m, 13 m, 18 m, 23 m dan 28 m. Koordinat titik pengukuran berada di 8° 42' 37,86505" LS dan 115° 16' 18,74789" BT (segitiga merah, Gambar 2). Arus pengukuran yang didapat kemudian akan dipisahkan menjadi arus harmonik atau arus pasangsurut dan arus non-harmonik atau arus residu. Pemisahan ini bertujuan untuk mengetahui pola dan karakteristik arus laut di lokasi penelitian.

Pemisahan arus pengukuran menjadi arus pasangsurut dan arus residu menggunakan program Matlab dengan toolbox *t\_tide*. Selain dapat memisahkan arus, *t\_tide* juga dapat memunculkan komponen pasangsurut yang diprediksi mempengaruhi kondisi arus di lokasi penelitian. Melalui komponen harmonik pasang surut yang muncul ini akan dianalisis komponen apa yang paling berpengaruh membentuk kondisi arus harmonik di lokasi penelitian. Adapun batasan dalam penggunaan toolbox *t\_tide* menurut Pawlowicz (2002), *t\_tide* dapat bekerja dengan data inputan minimal



Gambar 1. Klasifikasi Arus Laut (Sumber : Hadi & Radjawane, 2009).



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.

14,77 hari dan interval perekaman maksimal 1 jam. Selain itu, inputan pada  $t\_tide$  adalah komponen arah arus yaitu komponen  $u$  (timur-barat) dan komponen  $v$  (utara-selatan) bukan arus total dengan arahnya. Pawlowicz (2002) juga menyampaikan bahwa penggunaan inputan untuk data arus laut merupakan inputan bilangan kompleks, namun disana juga disampaikan bahwa lebih baik untuk memisahkan data menjadi 2 komponen seperti yang sudah dilakukan dalam penelitian ini. Masing-masing komponen diproses secara terpisah melalui  $t\_tide$ , bukan digabung secara langsung yang merupakan data vektor, seperti yang dijelaskan di atas bahwa kedua komponen tersebut adalah komponen  $u$  dan komponen  $v$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pola dan Kecepatan Arus di Selat Badung

Kecepatan arus yang terekam oleh ADCP berkisar antara 0,2 cm/dtk sampai dengan 101,9 cm/dtk (Tabel 1). Dilihat dari Tabel 1, nilai rata-rata kecepatan arus berkurang seiring bertambahnya kedalaman perairan pengukuran. Kecepatan maksimal berada pada bagian permukaan yaitu kedalaman 3 meter.

Mawar arus disajikan untuk dapat melihat sebaran arah arus total yang telah direkam oleh ADCP. Dengan bantuan mawar arus, kita dapat melihat dominasi arah arus di lokasi penelitian dengan tingkat volume datanya. Masukan yang dibutuhkan dalam tampilan ini adalah kecepatan dan arah dari arus yang sudah direkam. Arus dibaca dari pusat menuju ke arah luar (arah mata angin).

### Arus Komponen Timur-Barat

Hasil plotting arus dalam hal ini arus komponen  $u$  (timur-barat) terhadap perubahan waktu disajikan

dalam Gambar 4 dan 5. Hasil ini merupakan hasil interpolasi dan perhitungan yang dilakukan oleh  $t\_tide$  terhadap data yang dimasukkan. Warna biru menunjukkan data arus pengukuran survei laut dan warna hijau menunjukkan arus harmonik hasil interpolasi.

### Arus Komponen Utara-Selatan

Hasil plotting pemisahan arus dalam hal ini arus komponen  $v$  (utara-selatan) terhadap perubahan waktu disajikan dalam Gambar 6 dan 7.

Secara umum berdasarkan hasil analisis tersebut diatas, maka data arus di Selat Badung, pada setiap layer kedalamannya menunjukkan adanya pengurangan nilai kecepatan arus seiring dengan bertambahnya kedalaman. Ditinjau dari kecepatan arus maksimal dan arus rata-ratanya, kecepatan maksimal terbesar berada pada kolom perairan yang paling dekat dengan permukaan yaitu 3 meter dengan kecepatan 101,9 cm/dtk, kedalaman 8 meter dengan kecepatan 93,8 cm/dtk, dan seterusnya sampai kedalaman paling mendekati dasar, kedalaman 28 meter dengan kecepatan maksimal 52,9 cm/dtk (Tabel 1). Begitupun halnya dengan kecepatan rata-rata yang juga mengalami penurunan nilai kecepatan arusnya. Di kedalaman 3 meter kecepatan rata-ratanya 23,77 cm/dtk, pada kedalaman 8 meter kecepatan menurun 23,50 cm/dtk, kedalaman selanjutnya 23,20 cm/dtk, dan pada kedalaman 18 meter menurun 20,72 cm/dtk hingga di kedalaman 28 meter hanya 9,48 cm/dtk (Tabel 1). Hal ini terjadi karena adanya gaya gesek antar kolom perairan. Arus pada permukaan cenderung digerakan oleh faktor eksternal sebagai contohnya tenaga angin. Angin yang bertiup di permukaan laut sedikit demi sedikit menciptakan gaya gesek dan pada akhirnya akan menciptakan daya gerak terhadap perairan itu sendiri sehingga tercipta aliran massa air dipermukaan. Partikel air pada setiap kedalaman ini saling berhubungan sehingga terjadi gesekan

antara lapisan permukaan laut dengan lapisan yang berada di bawahnya. Gesekan ini membuat kecepatan arus di perairan semakin berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman. Hal ini disampaikan pula oleh Azis (2006) dalam jurnalnya. Berkurangnya nilai kecepatan arus terhadap kedalaman juga berkaitan dengan teori Ekman dan gaya Coriolis.

Mawar arus yang disajikan pada Gambar 3 adalah hasil dari pengolahan data arus perekaman ADCP di lokasi penelitian yang mengindikasikan bahwa arus yang bergerak dominan menuju arah timur dan tenggara. Hal ini berarti gerakan arus cenderung ke arah laut dari darat. Hal ini berkaitan dengan lokasi peletakan ADCP yang masih berada di daerah dekat pantai (< 2 Km) dan tidak jauh dari lokasi gelombang pecah (hanya beberapa ratus meter). Menurut Ippen (1996), arus gelombang terjadi di dekat pantai. Ada

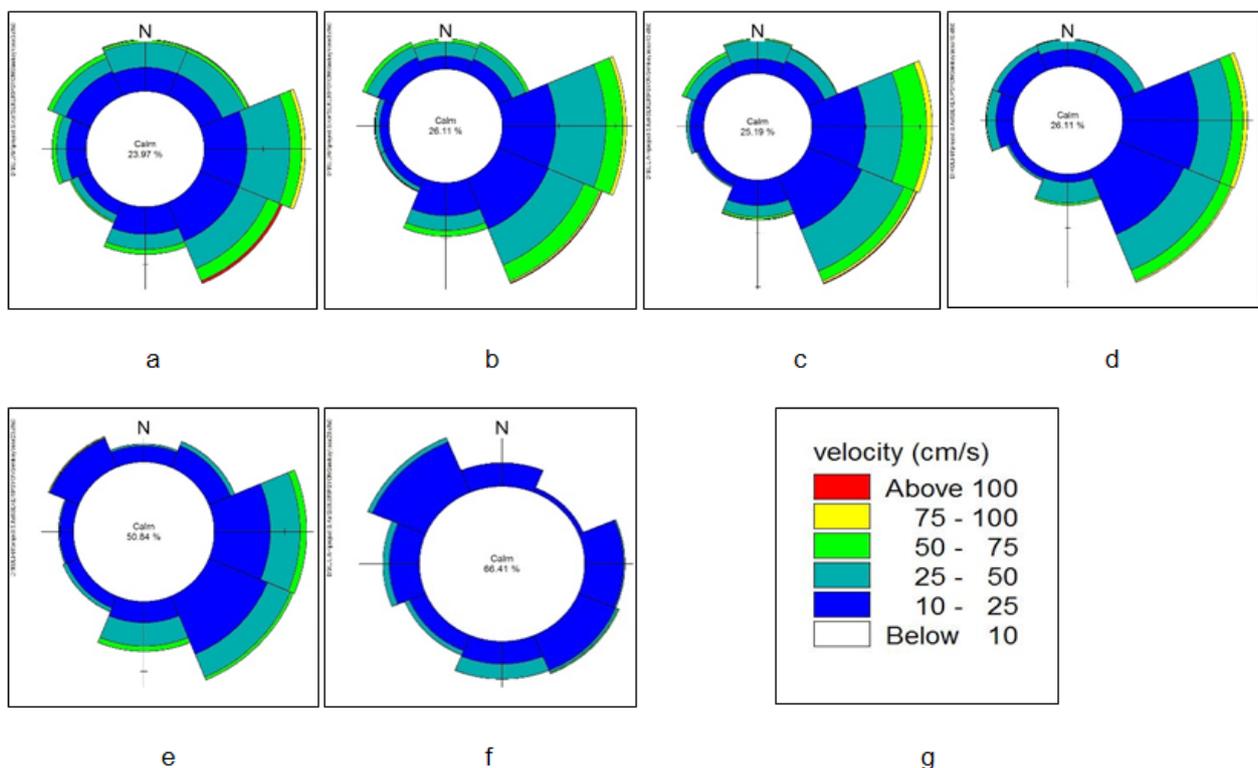
beberapa kemungkinan pergerakan arah arus di daerah dekat pantai tersebut. Pergerakan arah arus yang menuju ke tenggara ini diduga karena adanya pergerakan arus balik akibat gelombang dan arus dari inlet Selat Badung yang mengarah ke darat, daerah Sanur.

**Pola Arus Harmonik**

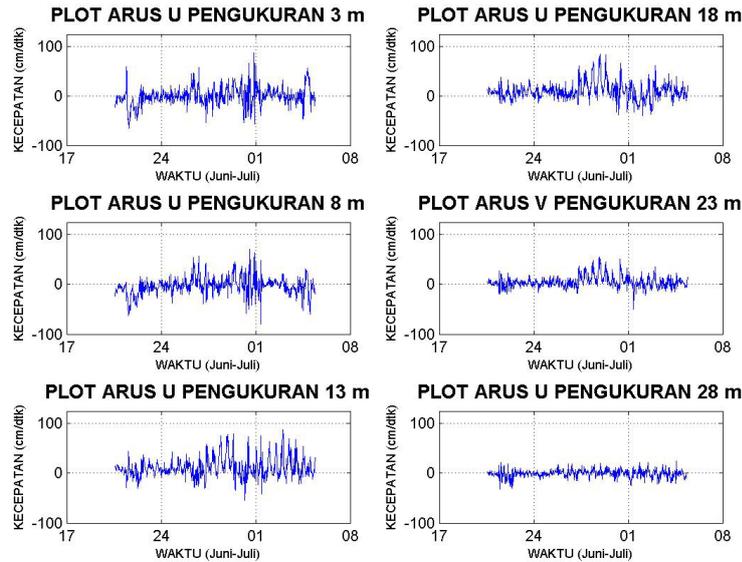
Scatter Plot membantu dalam menganalisa hasil sebaran data. Dalam kaitannya dengan arus laut, hasil sebaran yang membentuk elips merupakan tanda bahwa arus didominasi oleh pasang surut dan lengkungan elipsnya ini menunjukkan juga arah dominasi dari sebaran data. Data arus pasang surut atau arus harmonik hasil pemisahan juga disajikan dalam scatter plot dari Gambar 8. Hasil scatter plot merupakan output dari masukan komponen u dan v

Tabel 1. Data Kecepatan Arus Perekaman ADCP

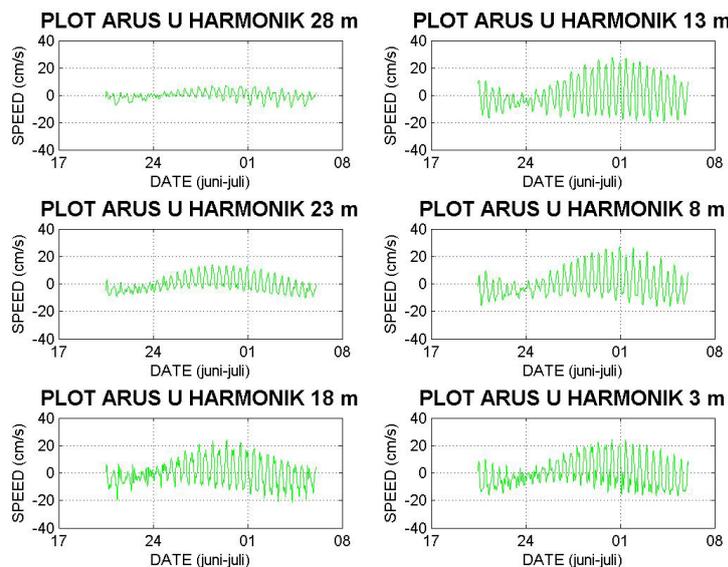
Layer Perekaman Data ADCP (cell)	Kedalaman (m)	Kecepatan Max (cm/dtk)	Kecepatan Min (cm/dtk)	Kecepatan Rata-rata (cm/dtk)
Cell 1	28	52,9	0,3	9,48
Cell 2	23	62,5	0,5	13,60
Cell 3	18	99,7	0,5	20,72
Cell 4	13	88	0,3	23,20
Cell 5	8	93,8	0,5	23,50
Cell 6	3	101,9	0,2	23,77



Gambar 3. Mawar Arus Berbagai Kedalaman. a) 3 meter. b) 8 meter. c) 13 meter. d) 18 meter. e) 23 meter. f) 28 meter. g) Legenda Kecepatan Arus.



Gambar 4. Grafik Timeseries Pemisahan Arus Komponen U.



Gambar 5. Grafik Timeseries Arus Harmonik Komponen U.

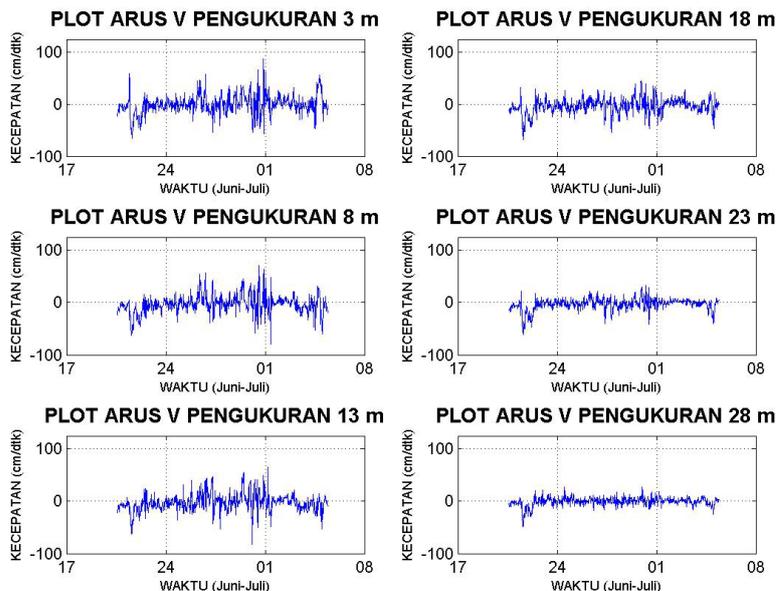
dari arus laut itu sendiri.

**Karakteristik berdasarkan Komponen Harmonik Signifikan**

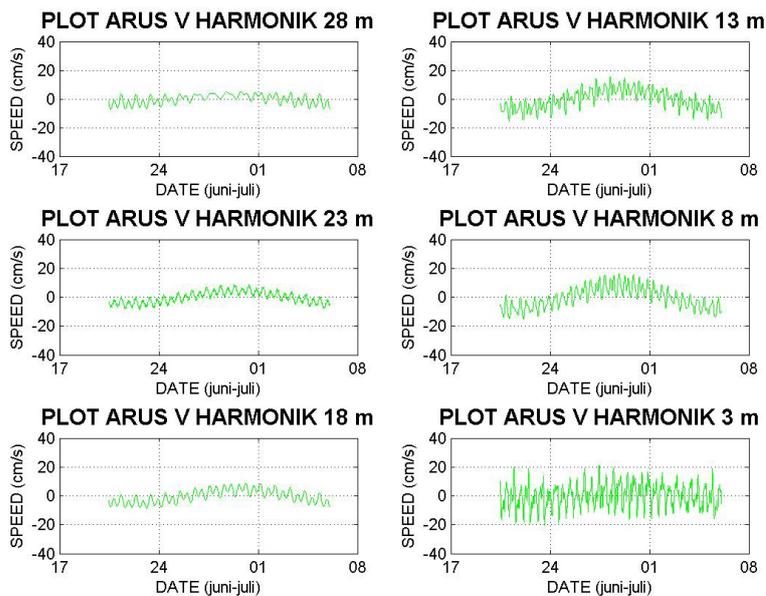
T<sub>tide</sub> mampu mengeluarkan komponen pasang surut yang mempengaruhi arus di lokasi penelitian secara signifikan. Tabel 2 menampilkan rangkuman komponen apa saja yang mempengaruhi keadaan arus pasang surut secara signifikan berdasarkan dari nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*) lebih dari 3. Menurut Pawlowich (2002), SNR yang signifikan adalah lebih dari 1, tetapi dalam penelitian ini diambil SNR > 3 dengan alasan untuk lebih menyempitkan ruang

lingkup analisa. Semakin besar nilai SNR-nya, maka semakin kecil perbandingan errornya dengan data yang direkam. Pengambilan nilai SNR > 3 ini bertujuan untuk melihat komponen apa saja yang memiliki nilai error kecil. Peninjauan pengaruh komponen pasang surut didasarkan oleh pengolahan data menggunakan t<sub>tide</sub> toolbox.

Pawlowicz (2002) mengatakan bahwa, nilai komponen signifikan didapat dari hasil nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*) yang lebih dari 1. Nilai SNR didapat dari perbandingan nilai amplitudo sinyal perekaman data dengan amplitudo sinyal perekaman error. Secara umum, ada 3 komponen yang mempengaruhi



Gambar 6. Grafik Timeseries Pemisahan Arus Komponen V.

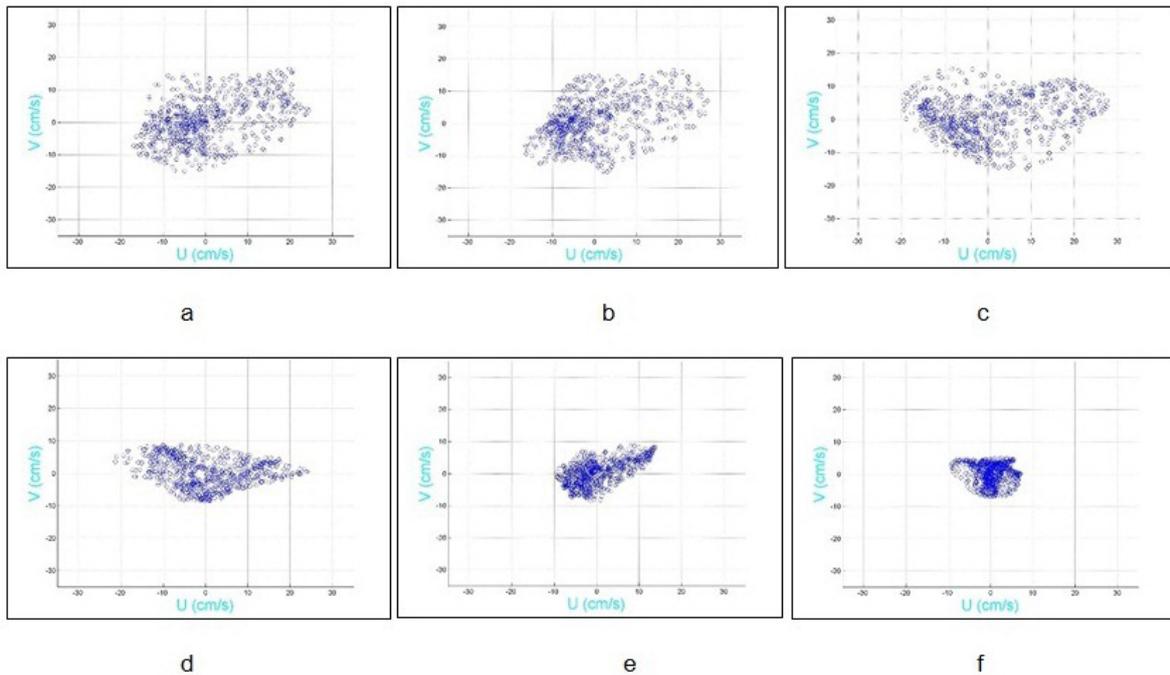


Gambar 7. Grafik Timeseries Arus Harmonik Komponen V.

terbentuknya arus laut di daerah tersebut. Yaitu  $M_{sf}$  (*Lunisolar Synodic Fortnightly*),  $M_2$  (*Lunar Semidiurnal*) dan  $S_2$  (*Principal Solar Semidiurnal*). Ketiga komponen ini memiliki nilai SNR lebih dari 3 hampir di tiap layer kedalaman untuk masing-masing komponen u dan v.  $M_{sf}$  memiliki frekuensi 1,015 dan periode 14,77 hari.  $M_2$  memiliki frekuensi 28,984 dan periode 12,42 jam.  $S_2$  memiliki frekuensi 30 dan periode 12 jam.

Penentuan nilai signifikan dalam komponen pasang surut menggunakan program `t_tide` didasari oleh besarnya nilai SNR yang sudah dijelaskan diatas.

Penentuan nilai SNR sendiri adalah merupakan hasil perbandingan kuadrat dari nilai amplitudo dan amplitudo errornya. Pada dasarnya, setiap komponen pasangsurut bekerja dalam setiap keadaan laut dimuka bumi ini hanya saja nilai amplitudo dan fasenya yang berubah. Menurut hukum laplace yang berkata “gelombang komponen pasangsurut selama penjalarnya akan mendapat respon dari laut yang dilewatinya, sehingga amplitudonya mengalami perubahan dan fasenya mengalami keterlambatan namun frekuensi dan kecepatan sudut masing-masing adalah tetap”, maka hal ini membuat nilai amplitudo masing-masing



Gambar 8. Scatterplot Arus Harmonik Berbagai Kedalaman. a) 3 meter. b) 8 meter. c) 13 meter. d) 18 meter. e) 23 meter. f) 28 meter.

komponen u dan komponen v berbeda satu dengan yang lainnya yang selanjutnya akan mempengaruhi nilai SNR yang menjadi acuan penentuan komponen signifikan. Maka terkadang ditemukan bahwa suatu komponen signifikan di komponen u namun tidak di komponen v atau sebaliknya yang dikarenakan perbedaan nilai penalaran komponen u dan komponen v.

Besar nilai dari komponen v pada lokasi penelitian tidaklah lebih besar dibandingkan dengan besar nilai komponen u, hal ini terjadi karena memang pergerakan arus di lokasi penelitian cenderung ke arah timur-barat yakni dominan ke timur dan tenggara. Komponen arus v yang disajikan dalam Gambar 6 dan 7, dimana secara umum bentuk sinusoidal besar dari pasang surut yang terjadi selama 15 hari (20 Juni - 5 Juli 2014) tersaji pada Gambar 9. Hal ini menunjukkan bahwa komponen Msf yang memiliki periode 15 hari menjadi pembangkit yang sangat dominan. Dilihat dari hasil tabel komponen dominan yang tersaji dalam Tabel 2, pada kedalaman 8-23 m, Msf selalu muncul dan memiliki nilai SNR yang paling tinggi. Meskipun nilai Msf digambarkan menjadi komponen yang signifikan, pendapat Emery & Thompson (1998) mengatakan bahwa, untuk mengetahui nilai komponen Msf diperlukan data setidaknya 182,6 hari. Munculnya komponen Msf pada  $t_{\text{tide}}$  ini dikarenakan inputan data (15 hari) dalam penelitian ini sangat dekat dengan periodenya yakni 14,77 hari, maka dari itu,  $t_{\text{tide}}$  membacanya sebagai komponen yang berpengaruh. Nilai SNR yang besar dalam komponen Msf ini berkaitan erat dengan panjangnya data yang hampir sama panjang

dengan panjangnya periode Msf itu sendiri, sehingga tidak terjadi pengulangan perhitungan dalam periode-periode selanjutnya. Dikarenakan periode Msf hanya terjadi sekali dalam penelitian ini,  $t_{\text{tide}}$  membacanya sebagai komponen yang signifikan.

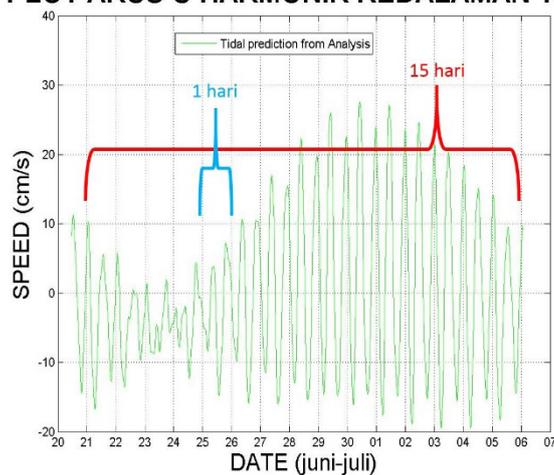
Berbeda dengan kedalaman 3 m yang mewakili permukaan dan kedalaman 28 m yang mewakili dasar perairan. Pada kedalaman 3 m, komponen Msf tidak muncul melainkan komponen S2 dan M4 yang menjadi dominasi komponen utama. S2 dengan periode 12 jam dan M4 dengan periode 6 jam. Komponen O1 (Tabel 2) pun muncul dikedalaman ini. Komponen ini berkaitan dengan gravitasi antara bumi dengan bulan. Karena jarak bumi dengan bulan terdekat terjadi pada tanggal akhir bulan, pengaruhnya semakin kuat pada tanggal 28-29 Juni. Pada tanggal tersebut, hanya terjadi 1 kali pasang dan 1 satu kali surut (Anugraha, 2012).

Nilai komponen u pada lokasi penelitian ini mendominasi dibanding dengan besar komponen v. Hal ini terlihat dari hasil scatter plot untuk komponen harmonik yang disajikan pada Gambar 8. Terlihat dari gambar tersebut, arah arus cenderung ke arah timur-barat. Jika dilihat secara umum, pada tiap kolom kedalaman, grafik tersebut membentuk satu siklus sinusoidal selama 15 hari dan mencapai nilai maksimal di kedalaman 13 m. Komponen M2 dan S2 selalu muncul sebagai komponen yang signifikan. Menurut Ongkosongo & Suyarso (1989), kedua komponen tersebut adalah komponen utama pasang surut ganda (Gambar 9).

Tabel 2. Komponen Pasang Surut yang Signifikan

vector	DEPTH	Tide	freq	amp	amp err	pha	pha err	Snr
u	28 m	*M2	0,0805	2,5067	0,734	43,9	16,41	12
		*S2	0,0833	2,2318	0,734	329,37	18,87	9,2
		*MSF	0,0028	2,2373	1,138	211,98	29,15	3,9
	23 m	*S4	0,1667	1,2628	0,673	104,13	30,6	3,5
		*MSF	0,0028	4,7848	1,404	216,37	16,81	12
		*M3	0,1208	1,0416	0,556	11,33	29,55	3,5
	18 m	*M2	0,0805	4,9878	2,895	60,16	32,53	3
		*MSF	0,0028	4,653	1,783	200,56	21,96	6,8
	13 m	*M2	0,0805	8,3514	4,84	51,88	32,48	3
		*M2	0,0805	10,9621	2,99	49,38	15,28	13
		*S2	0,0833	9,8937	2,99	323,72	17,34	11
	8 m	*MSF	0,0028	4,6736	1,666	262,52	20,43	7,9
		*M2	0,0805	9,3651	3,548	46,2	21,23	7
		*S2	0,0833	6,9239	3,548	321,64	29,4	3,8
	3 m	*MSF	0,0028	5,0114	2,823	242,83	32,28	3,2
*M2		0,0805	8,8505	2,305	34,25	14,6	15	
*S2		0,0833	8,7541	2,305	317,8	15,11	14	
v	28 m	*MSF	0,0028	2,7688	0,868	226,18	17,96	10
		*O1	0,0387	2,3316	0,868	251,02	23,75	7,2
		*M2	0,0805	2,1359	0,867	226,97	22,74	6,1
		*S2	0,0833	1,7932	0,867	250,68	27,73	4,3
	23 m	*MSF	0,0028	4,5228	1,13	238,11	14,32	16
	18 m	*MSF	0,0028	4,765	1,614	244,07	19,41	8,7
	13 m	*MSF	0,0028	6,9971	2,883	224,65	23,61	5,9
		*2MK5	0,2028	1,4974	0,829	240,34	32,32	3,3
	8 m	*MSF	0,0028	8,0521	2,457	220,92	17,48	11
	3 m	*S2	0,0833	8,0689	3,567	287,82	25,36	5,1
		*M4	0,1610	3,4734	1,952	208,36	30,81	3,2

PLOT ARUS U HARMONIK KEDALAMAN 13 m



Gambar 9. Contoh grafik sinusoidal arus harmonik hasil pengukuran survei selama 15 hari. Terdapat dua kali pasang dan surut dalam 1 hari.

## KESIMPULAN

Pola arus di Selat Badung pada lokasi penelitian, teridentifikasi di seluruh kedalaman pengukuran, didominasi oleh arus residu dan dominan ke arah timur dan tenggara. Komponen harmonik yang berperan secara signifikan, teridentifikasi di seluruh kedalaman pengukuran, adalah M2 (Lunar Semidiurnal), dan S2 (Principal Solar Semidiurnal).

## PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya survei dan penyusunan artikel ini. Artikel ini adalah bagian dari skripsi penulis pertama yang dibimbing oleh penulis kedua dan keempat. Survei laut di Selat Badung, yang dipimpin oleh penulis ketiga, didanai oleh DIPA APBN TA 2014 pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk kegiatan "Kajian Hidrodinamika Perairan Indonesia dan Dampaknya Terhadap Migrasi Musiman Ikan Pelagis dan Kajian Variabilitas Laut-Iklim dan Hidrodinamika di Perairan Indonesia". Tidak lupa diucapkan penghargaan setinggi-tingginya kepada para anggota Tim Survei Laut yang terdiri dari anggota peneliti Keltibang Kebijakan Perubahan Iklim (Dr. Devi Dwyanti, SKM, M.Si, Hari Prihatno, M.Sc, Tri Nugraha, A.Md, Wida Hanayasashi, S.Kel, Muallimah Annisaa, S.Kel), para mahasiswa Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut Jurusan Teknik Hidro-Oceanografi (Mayor Laut. Janjan Rechar, Kapten Laut Eko Nuryasin, Lettu Laut Taryono, Serma Mar. Murjiyanto, Serka Mar. Baharuddin), dan rekan satu tim survei dari Universitas Diponegoro (Winona Abigail dan Novita Ayu Ryandhini).

## DAFTAR PUSTAKA

- Anugraha, R. (2012). Mekanika Benda Langit [internet]. [diunduh pada 2014 Juni 13] tersedia pada: <http://rinto.staff.ugm.ac.id/wp-content/uploads/Mekanika-benda-langit-Rinto-Anugraha.pdf>.
- Azis, M.F. (2006). "Gerak Air di Laut", *J. Oseana.*, 31(4):9-21
- Emery, W.J. & Thompson, R.E. (1998). "Data Analysis Method in Physical Oceanography", Elsevier Science, Amsterdam.
- Fieux, M.C., E. Andrie, A.G. Charriaud, N. Ilahude, R. Metzl, Molcard & Swallow, J.C. (1996). "Hydrological and Chlorofluoromethane Measurements of The Indonesian Throughflow Entering The Indonesian Ocean", *J. Of Geophysical Research.*, 101(C5):12433-12454.
- Hadi, S. & Radjawane, I. (2011). "Arus Laut", Institut Teknologi Bandung Press, Bandung.
- Hasanudin, M. (1998). "Arus Lintas Indonesia (ARLINDO)", *J. Oseana.*, 23(2):1-9.
- Ilahude, A.G. (1999). "Pengantar Oseanografi Fisika", Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Ippen, A.T. (1996). "Estuary and Costaline Hydrodynamics", McGraw Hill Inc, New York.
- Ongkosongo, O.S.R. & Suyarso. (1989). "Pasang Surut", Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Pengembangan Oseanologi, Jakarta
- Pawlowicz, R., B. Beardsley, & Lentz, S. (2002). "Classical Tidal Harmonic Analysis Including Error Estimates in Matlab using T\_TIDE" *J. Computer and Geoscience.*, 28(2002):929-937.
- Pranowo, W.S., A.R.T.D. Kuswardhani, T.L. Kepel, U.R. Kadarwati, S. Makarim & Husrin, S. (2004). "Menguak Arus Lintas Indonesia", Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Safitri, M., S.Y. Cahyarini, & Putri, M.R. (2012). "Variasi Arus Arlindo dan Parameter Oseanografi di laut Timor sebagai Indikasi kejadian ENSO", *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.*, 4(2):369-377.
- Supangat, A. & Susanna. (2007). "Pengantar Oseanografi", Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumber Non – Hayati, Jakarta.
- Utami, I.N. (2006). "Studi Karakteristik dan Aliran Massa Air pada Musim Barat dan Musim Timur di Selat Lombok", Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wyrski, K. (1960). "The Thermohaline Circulation in Relation to The General Circulation in The Oceans", *J. Deep Sea Research*; 1(8):39-64.