

PEMANFAATAN CITRA SATELIT UNTUK MEMANTAU DINAMIKA MASSA AIR PERMUKAAN DI SELAT MAKASSAR

(Usage of Satellite Images for Monitoring Surface Water Mass Dynamic of Makassar Strait)

Riza Aitiando Pasaribu¹, Jonson Lumban Gaol² dan Djisman Manurung³

¹Program Studi Teknologi Kelautan-IPB

^{2,3}Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-IPB

Jl. Agathis Komplek Kampus IPB Dramaga

E-mail : rizapasaribu@gmail.com

Diterima (received): 14 Juni 2013; Direvisi (revised): 12 Agustus 2013; Disetujui untuk dipublikasikan (accepted): 6 September 2013

ABSTRAK

Salah satu hal yang menarik untuk dikaji mengenai perairan Indonesia adalah dengan adanya istilah yang mendunia yaitu Indonesian Through Flow atau yang dikenal dengan istilah Arus Lintas Indonesia (ARLINDO). Melalui pemahaman tentang oseanografi terutama oseanografi fisika maka dapat dipelajari kondisi fisik suatu wilayah perairan beserta karakteristik dari perairan tersebut. Saat ini parameter oseanografi fisika dapat dideteksi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Penelitian ini bertujuan untuk memantau dinamika massa air permukaan di Perairan Selat Makassar dengan menggunakan potensi dan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Terra dan Aqua MODIS level 1 dengan resolusi 1 km dalam format Hierarchical Data Format (HDF). Data sebaran Suhu Permukaan Laut (SPL) adalah data harian selama dua tahun (2009-2010) dengan citra SPL untuk mendapatkan data time series. Data pendukung yang diambil menggunakan teknologi penginderaan jauh adalah curah hujan, kecepatan dan arah angin yang merupakan data sekunder. Setiap bulan ada 2 sampai 3 data harian yang layak untuk diolah, hal yang menjadi kendala paling besar adalah banyaknya citra yang tertutup awan sehingga data yang didapat tidak dapat menggambarkan kondisi Perairan Selat Makassar. Dinamika massa air permukaan yang menunjukkan pergerakan massa air permukaan terlihat melalui pola SPL yang terbentuk di Selat Makassar. Massa air permukaan bergerak dari utara ke selatan perairan terdeteksi di Bulan Maret 2010 dan dari selatan ke utara di Bulan Juni 2010.

Kata Kunci: Massa Air Permukaan, Selat Makassar, MODIS, Suhu Permukaan Laut.

ABSTRACT

Study on Indonesia Through Flow of Makassar Strait is very interesting subjects considering that this term is become globally wellknown. By understanding its physical oceanography, the characteristic of this waters can be learned. Current technology developments enable scientist to study, physical oceanographic parameters by using remote sensing technology. This study aims to monitor the dynamics of the surface water mass in Makassar Strait using the advancement of remote sensing technology. The data used in this study is satellite image data of Terra and Aqua Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) level 1 with spatial resolution of 1 km stored in Hierarchical Data Format (HDF) format. Meanwhile, daily Sea Surface Temperature (SST) data of two consecutive years (2009-2010) were used to obtain time series data of the SST. The other supporting data were rainfall data and wind direction and speed. The biggest obstacle found in this study is that many areas were covered by cloud so that the images data could not be used to describe the Makassar Strait waters condition. The result of this study that dynamics of surface water mass that show the movement of surface water mass distribution can be seen from the patterns of SST in Makassar Strait. Surface water mass at the Makassar Strait moves from north to south in March 2010 and was appeared in opposite flow in June 2010.

Keywords: Surface Water Masses, Makassar Strait, MODIS, Sea Surface Temperature.

PENDAHULUAN

Salah satu hal yang menarik untuk dikaji mengenai perairan Indonesia adalah adanya istilah yang mendunia yaitu Indonesian Through Flow atau yang dikenal dengan istilah ARLINDO. ARLINDO yaitu aliran massa air antar samudera yang melewati perairan Indonesia (Wyrtki, 1987). ARLINDO mengalir dari Samudera Pasifik melewati bagian timur Indonesia masuk ke jantung perairan Indonesia melalui Selat

Makassar hingga menembus melalui selatan Indonesia menuju Samudera Hindia (Gordon dan Fine, 1996).

Perairan Indonesia yang dipengaruhi oleh sistem pola angin muson berdampak pada perbedaan sirkulasi massa air perairan Indonesia antara musim barat dan musim timur. Pola sirkulasi massa air yang berbeda ini dipengaruhi oleh massa air Lautan Pasifik yang melintasi perairan Indonesia menuju Lautan Hindia melalui sistem ARLINDO.

Pada musim barat, massa air umumnya mengalir ke arah timur perairan Indonesia, dan sebaliknya ketika musim timur, suplai massa air yang berasal dari daerah *upwelling* di Laut Arafura dan Laut Banda akan mengalir menuju perairan Indonesia bagian barat (Wyrtki, 1961). Penelitian ARLINDO yang telah dilakukan seperti antara lain Meyers, *et al.* (1995); Ilahude dan Gordon (1996); Hatayama (2003); Gordon (2005); Gordon, *et al.* (2008); Gordon, *et al.* (2010) membuktikan adanya pergerakan massa air di Perairan Selat Makassar. Melalui pengukuran parameter oseanografi, pergerakan massa air yang ada di Perairan Selat Makassar dapat terdeteksi.

Selama ini, penelitian ARLINDO telah banyak dilakukan namun pada umumnya menggunakan metode konvensional dengan survei lapang. Metode ini mempunyai keterbatasan dalam hal liputan spasial. Sementara itu, teknologi penginderaan jauh (inderaja) mempunyai keunggulan sinoptik yakni mampu mengamati daerah yang luas dalam waktu yang bersamaan, dan oleh karena itu perlu dikaji potensi citra satelit untuk mengamati variabilitas parameter oseanografi di Selat Makassar dalam hubungannya dengan ARLINDO.

Kemampuan teknologi inderaja untuk mendeteksi area yang cukup luas akan memudahkan pengambilan data parameter oseanografi yang dibutuhkan. Teknologi inderaja dalam hal ini adalah teknologi yang tepat untuk mengukur parameter oseanografi dalam melihat dan memantau dinamika massa air permukaan yang ada di Perairan Selat Makassar berdasarkan skala ruang (spasial) maupun waktu (temporal).

Penelitian ini bertujuan untuk memantau dinamika massa air permukaan di Perairan Selat Makassar dengan menggunakan potensi dan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Terra dan Aqua MODIS level 1 dengan resolusi 1 km dalam format *Hierarchical Data Format* (HDF). Data Suhu Permukaan Laut (SPL) adalah data harian selama 2 tahun (2009 dan 2010). Data diperoleh dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Stasiun Parepare Sulawesi Selatan. Data rata-rata 8 harian dan 1 bulanan di rentang waktu yang sama dengan data harian diperoleh dari www.poet.jpl.nasa.gov.

Data pendukung yang digunakan seperti curah hujan, intensitas cahaya matahari, kecepatan dan arah angin merupakan data sekunder yang dikumpulkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pusat Jakarta, *World Meteorological Organization* (WMO) dan *European Centre for Medium-Range Weather Forecast* (ECMWF).

Algoritma SPL yang dipakai adalah algoritma yang ada pada *software SeaDAS* yaitu algoritma yang menggunakan kanal 20, 31 dan 32 pada MODIS. Algoritma yang digunakan seperti disajikan pada **Persamaan 1** (Brown dan Minnet, 1999). Sedangkan nilai konstanta (c1, c2, c3, dan c4) pada kanal 31 dan 32 seperti yang disajikan pada **Tabel 1**.

$$SPL = C1 + C2 * T31 + C3 * T31-32 * T20 + C4 * (\sec(\theta) - 1) * T31-32 \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

T31, T32 = kecerahan temperatur dari kanal 31 & 32
 θ = sudut zenith satelit

Tabel 1. Koefisien kanal 31 dan 32 untuk MODIS.

Koefisien	T ₃₀ -T ₃₁ ≤ 0,7	T ₃₀ -T ₃₁ ≥ 0,7
c1	1,1107100	1,1960990
c2	0,9586865	0,9888366
c3	0,1741229	0,1300626
c4	1,8767520	1,6271250

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemilihan Citra di Perairan Selat Makassar

Tidak setiap hari satelit melintasi lintang dan bujur yang mencakup area sekitar Perairan Selat Makassar dan merekamnya. Jumlah data satelit, baik Terra maupun Aqua MODIS yang melintasi daerah penelitian pada tahun 2009 dan 2010 tersaji pada **Tabel 2**.

Pada **Tabel 2** tertera hasil perekaman citra harian setiap bulan. Dari hasil perekaman citra yang dapat diolah lebih lanjut adalah citra yang tepat di sekitar Perairan Selat Makassar dan tidak terpotong, tidak ada *stripping* (tidak rusak) dan memiliki tutupan awan kurang dari 25%. Setiap bulan ada 2 sampai 3 data harian yang layak untuk diolah. Dari ketiga faktor tersebut hal yang menjadi kendala paling besar adalah banyaknya citra yang tertutup awan sehingga data yang diperoleh tidak dapat menggambarkan kondisi Perairan Selat Makassar secara utuh.

Tabel 2. Jumlah hasil pemilihan citra tiap bulan Tahun 2009 dan 2010.

Bulan	Tahun		Jumlah citra satelit yang dapat diolah	
	2009	2010	2009	2010
Januari	7	9	2	3
Februari	6	18	2	3
Maret	12	17	3	3
April	5	9	2	3
Mei	4	15	2	3
Juni	7	6	2	3
Juli	7	9	3	3
Agustus	9	10	3	3
September	15	15	3	3
Oktober	2	13	2	3
November	13	12	3	3
Desember	10	12	3	3
Total	97	145	30	36

Pola Sebaran SPL di Perairan Selat Makassar

Kisaran nilai SPL hasil deteksi citra harian disajikan pada **Tabel 3**. Secara umum, SPL berdasarkan data yang didapat pada musim peralihan 1 (Maret-Mei) Tahun 2009 berkisar antara 27,0-32,8°C, SPL yang lebih panas berada di bagian timur, sedangkan yang lebih dingin berada di bagian barat Perairan Selat Makassar. Pada musim timur (Juni-Agustus) Tahun

2009, nilai SPL berkisar antara 26,9-31,5 °C, SPL lebih dingin ditemukan di daerah bagian selatan Perairan Selat Makassar dibandingkan daerah bagian utara perairan.

Musim peralihan 2 yang berlangsung dari Bulan September hingga November Tahun 2009, SPL berkisar antara 27,9-30,0°C. Pada musim barat yang berlangsung dari Bulan Desember 2009 sampai Februari 2010 menunjukkan nilai SPL dengan kisaran antara 27,8-31,1°C. SPL pada daerah bagian utara Perairan Selat Makassar terdeteksi lebih dingin dibandingkan dengan bagian selatan perairan. Pada saat matahari berada di belahan bumi bagian selatan (23,5° LS), daerah di belahan bumi bagian selatan menerima panas yang lebih banyak dibandingkan dengan belahan bumi bagian utara. Fenomena ini terjadi pada Bulan September hingga Maret (Wijaya, 2010).

Tabel 3. Kisaran nilai SPL di Perairan Selat Makassar tiap musim.

Musim	(SPL) (°C)
Peralihan 1 (Maret-Mei 2009)	27,0-32,8
Timur (Juni-Agustus 2009)	26,9-31,5
Peralihan 2 (Sept-Nov 2009)	27,9-30,0
Barat (Des 2009-Feb 2010)	27,8-31,1
Peralihan 1 (Maret-Mei 2010)	27,5-33,2
Timur (Juni-Agustus 2010)	27,5-31,1
Peralihan 2 (Sep-Nov 2010)	27,3-31,1

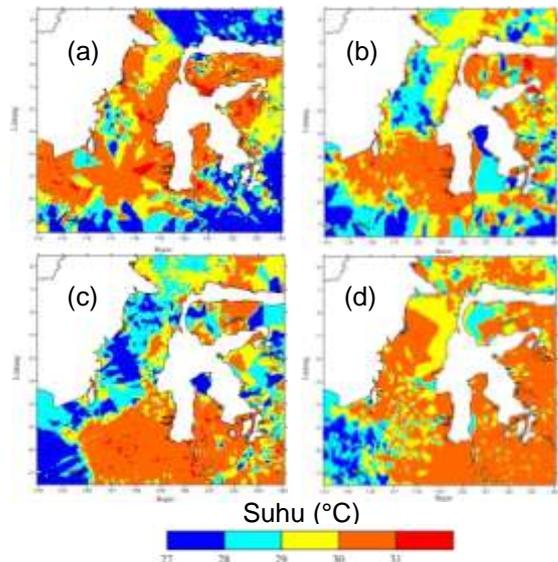
Pola pergerakan matahari juga berhubungan dengan pemanasan terhadap permukaan laut. Lama sinar matahari yang memanasi permukaan laut menyebabkan SPL semakin panas. Namun demikian pengaruh pergerakan matahari terhadap Perairan Selat Makassar sangat kecil, karena letak Selat Makassar yang berada di daerah khatulistiwa (0°) akan mengalami penyinaran yang merata dan tidak mengalami perubahan cuaca yang ekstrim.

Secara umum, SPL di Perairan Selat Makassar menunjukkan bahwa pada musim timur dan musim peralihan 2 terdeteksi lebih panas di bagian utara perairan dibandingkan dengan bagian selatan perairan, sementara kondisi sebaliknya terjadi pada musim barat dan musim peralihan 1. Secara keseluruhan, kisaran SPL di Perairan Selat Makassar tidak jauh berbeda sepanjang tahun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wyrki (1961) yang menyebutkan bahwa lapisan air di permukaan laut tropis pada umumnya hangat dan perairan di Indonesia mempunyai kisaran suhu antara 28-31°C. Perlu dicatat bahwa perubahan musiman suhu permukaan laut di perairan Indonesia kurang dari 3°C (Nontji, 2005).

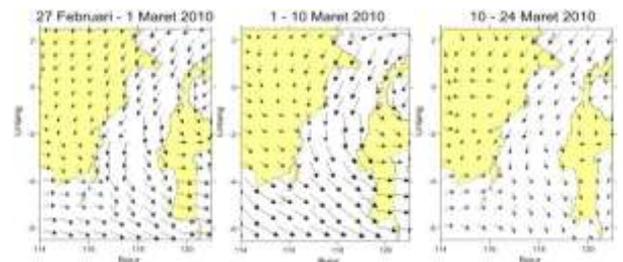
Dinamika Massa Air Permukaan

Berdasarkan citra harian Bulan Februari-Maret, adanya aliran massa air permukaan dari utara ke selatan dan sebaliknya pada Bulan Mei-Juni diperjelas dengan citra rata-rata 8 harian dan bulanan. Pola sebaran SPL lokasi penelitian disajikan pada **Gambar 1**, pola ini mengikuti pola distribusi angin yang terbentuk seperti pada **Gambar 2**. Pada **Gambar 2**

terlihat pola sebaran angin yang terbentuk dari utara menuju selatan perairan. Dari data yang ada dapat diduga bahwa pola sebaran SPL ada pergerakan massa air permukaan dari utara ke selatan perairan yang terlihat saat akhir Bulan Februari 2010 hingga Bulan Maret 2010.



Gambar 1. Pola sebaran SPL tanggal 27 Februari 2010 (a), 1 Maret 2010 (b), 10 Maret 2010 (c) dan 24 Maret 2010 (d).



Gambar 2. Pola distribusi angin rata-rata mingguan dari tanggal 27 Februari hingga 24 Maret 2010.

Pada tanggal 27 Februari 2010 suhu lebih rendah terlihat memasuki perairan bagian utara perairan dan suhu yang lebih hangat berada di beberapa bagian selatan perairan, seperti disajikan pada **Gambar 1a**; kemudian pada 1 Maret 2010 pada **Gambar 1b**, suhu yang lebih rendah berkisar antara 28-30°C memasuki Perairan Selat Makassar dari arah utara, sementara tanggal 10 Maret 2010 pada **Gambar 1c** terdorong hingga selatan perairan dan tanggal 24 Maret 2010 pada **Gambar 1d** terlihat suhu yang lebih rendah tersebut berada di selatan Pulau Kalimantan dan beberapa di bagian utara perairan. Kesemua kondisi SPL ini sangat dipengaruhi oleh pergerakan angin, dan akan berulang mengikuti musim yang ada.

Penggunaan citra MODIS seperti yang disajikan pada **Gambar 3**, merupakan hasil dari rata-rata data selama 8 hari pada bulan yang disesuaikan dengan citra harian sebelumnya, dapat memperlihatkan pola sebaran SPL yang hampir sama dengan penggambaran citra harian. Data yang digunakan pada citra

rataan 8 harian ini mencakup daerah Laut Jawa hingga Laut Banda yang menggambarkan utara Perairan Selat Makassar yang dipengaruhi Samudera Pasifik. Resolusi temporal yang digunakan dimulai dari awal Bulan Februari hingga akhir Bulan Maret 2010.

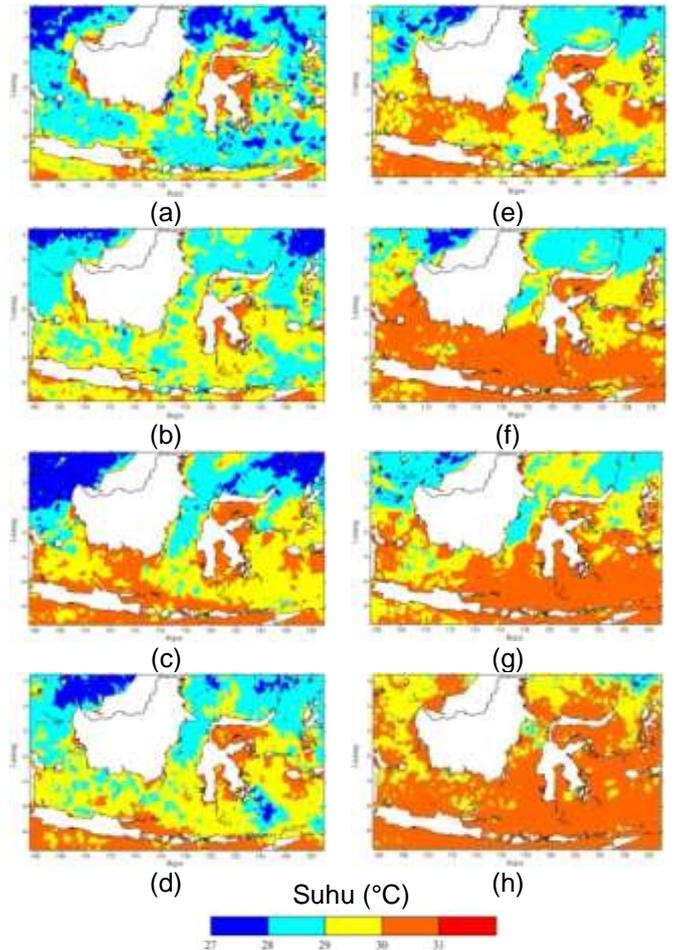
Pada **Gambar 3**, dari minggu ketiga dan keempat Bulan Februari masing-masing pada **Gambar 3c** dan **Gambar 3d**, terindikasi adanya perbedaan jenis massa air di Perairan Selat Makassar. SPL yang lebih dingin berada di bagian utara perairan yang masuk ke Perairan Selat Makassar dari Samudera Pasifik dengan kisaran SPL dari 28-30°C dan didominasi oleh SPL dengan kisaran 28-29°C. Fenomena ini terlihat hingga memasuki minggu pertama Bulan Maret seperti pada **Gambar 3e**. Dari **Gambar 3c**, **Gambar 3d** dan **Gambar 3e**, SPL yang lebih dingin masuk dari utara menuju selatan Perairan Selat Makassar. Hal ini sesuai dengan penggambaran dari citra harian, SPL yang lebih panas berada di bagian selatan perairan dibandingkan dengan SPL di bagian utara yang lebih dingin. Citra rata-ran 8 harian dapat menunjukkan adanya aliran massa air permukaan dari utara menuju selatan perairan.

Menurut Gross (1990) terjadinya arus di lautan disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Salah satu faktor eksternal yang membentuk arus adalah angin. Arus yang terbentuk oleh angin disebut sebagai *wind driven current* (arus bentukan angin) yang disebabkan oleh gesekan angin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hal tersebut dapat juga terjadi seperti pada penelitian yang dilakukan di daerah ARLINDO tahun 1996/1997 (Gordon, *et al.*, 2003) dan program INSTANT tahun 2004-2006, yang menyebutkan bahwa pembalikan aliran dapat terjadi pada lapisan permukaan (Gordon, *et al.*, 2010).

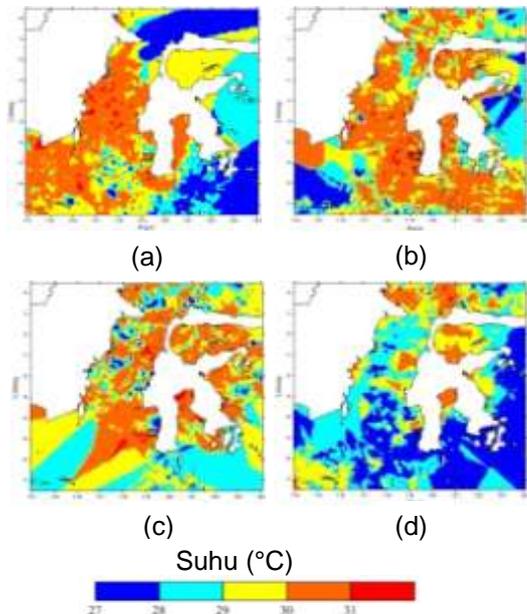
Berdasarkan data INSTANT Tahun 2004-2006 di lapisan permukaan Perairan Selat Makassar, massa air bergerak dari arah utara menuju selatan perairan, tetapi Tahun 2004 di Bulan April, Mei, Juni dan Desember, Tahun 2005 di Bulan Desember dan Tahun 2006 di Bulan Januari, terjadi pembalikan arah aliran massa air.

Pada tanggal 23 Mei 2010 seperti tersaji pada **Gambar 4a**, suhu lebih rendah terdeteksi di utara dan di bagian timur serta selatan Pulau Sulawesi, lalu tanggal 3 Juni 2010 seperti pada **Gambar 4b**, suhu lebih rendah antara 28-30°C semakin terlihat di bagian selatan Pulau Kalimantan. Pergerakan massa air permukaan diduga bergerak ke arah utara yang diindikasikan oleh citra tanggal 12 Juni 2010 pada **Gambar 4c**, suhu lebih rendah memasuki bagian selatan Perairan Selat Makassar dan pada tanggal 26 Juni 2010 terlihat suhu tersebut mendominasi Perairan Selat Makassar seperti pada **Gambar 4d**.

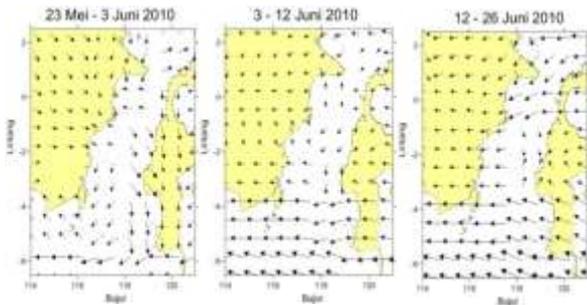
Pola distribusi angin seperti pada **Gambar 5**, pada Bulan Mei-Juni mengindikasikan bahwa angin bertiup cenderung ke arah barat dan dalam beberapa waktu terlihat ke utara yang mendorong SPL masuk ke selatan Perairan Selat Makassar menuju ke utara.



Gambar 3. Pola sebaran SPL Minggu I-IV Bulan Februari 2010 (a-d), Minggu I-IV Bulan Maret 2010 (e-h).



Gambar 4. Pola sebaran SPL harian, tanggal 23 Mei 2010 (a), 3 Juni 2010 (b), 12 Juni 2010 (c) dan 26 Juni 2010 (d).



Gambar 5. Pola distribusi angin rata-rata mingguan dari tanggal 23 Mei hingga 26 Juni 2010.

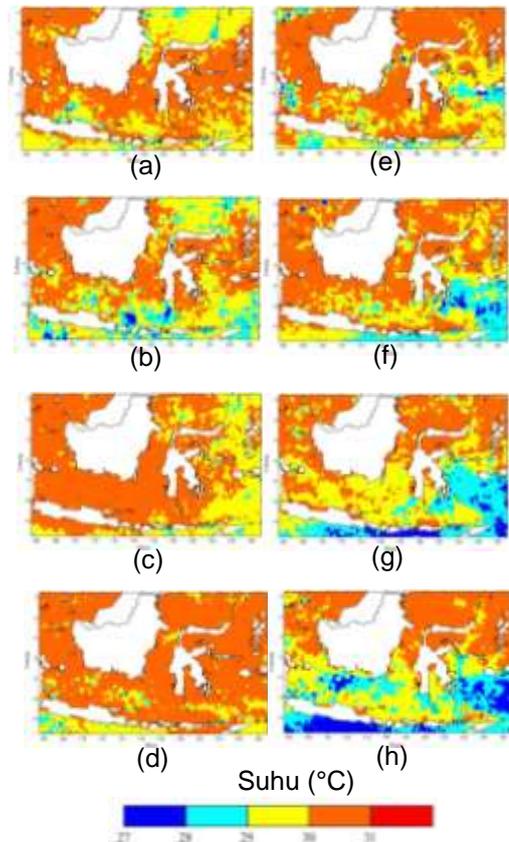
Data citra rata-rata 8 harian MODIS menggunakan area pengamatan yang sama seperti Bulan Februari dan Maret, maka **Gambar 6** menyajikan data berawal dari Bulan Mei hingga Juni 2010. Minggu pertama Bulan Mei pada **Gambar 6a**, terlihat SPL yang lebih panas berada di selatan Perairan Selat Makassar dan SPL yang lebih dingin berada di utara Perairan Selat Makassar.

Pada **Gambar 6b** dan **Gambar 6c** terindikasi SPL bergerak ke arah utara dan **Gambar 6d** yang merupakan penggambaran dari minggu terakhir Bulan Mei memperlihatkan SPL lebih panas mendominasi Perairan Selat Makassar. SPL lebih dingin terindikasi berada di bagian timur Pulau Sulawesi seperti **Gambar 6e** dan terdeteksi di bagian selatan Perairan Selat Makassar seperti pada **Gambar 6f**. Dua minggu terakhir Bulan Juni, SPL yang memiliki kisaran lebih rendah tersebut masuk ke perairan bagian selatan Selat Makassar pada **Gambar 6g** dan **Gambar 6h**.

Citra bulanan yang digunakan untuk melihat pergerakan massa air adalah citra hasil data mulai dari Bulan Januari hingga Agustus 2010. Citra ini dapat memperlihatkan dugaan yang mengindikasikan adanya pergerakan massa air dari utara ke selatan perairan maupun sebaliknya, seperti disajikan pada **Gambar 7**. Citra bulanan merupakan hasil data rata-rata selama 1 bulan, digunakan dimulai dari Januari-Maret dapat memperkirakan pergerakan massa air permukaan dari utara ke selatan. Ini merupakan hal yang sama seperti pada citra harian dan citra rata-rata 8 harian yang menunjukkan bahwa SPL di utara Perairan Selat Makassar lebih dingin dibandingkan di bagian selatan perairan.

Pada Bulan Januari SPL di utara dan selatan perairan terlihat lebih dingin sehingga sulit untuk menentukan adanya indikasi pergerakan massa air permukaan dari Samudera Pasifik dan mempengaruhi Perairan Selat Makassar. Bulan Februari dan Maret mengindikasikan adanya aliran massa air permukaan yang lebih dingin yang dipengaruhi oleh Samudera Pasifik yang memiliki SPL lebih dingin masuk ke utara Perairan Selat Makassar.

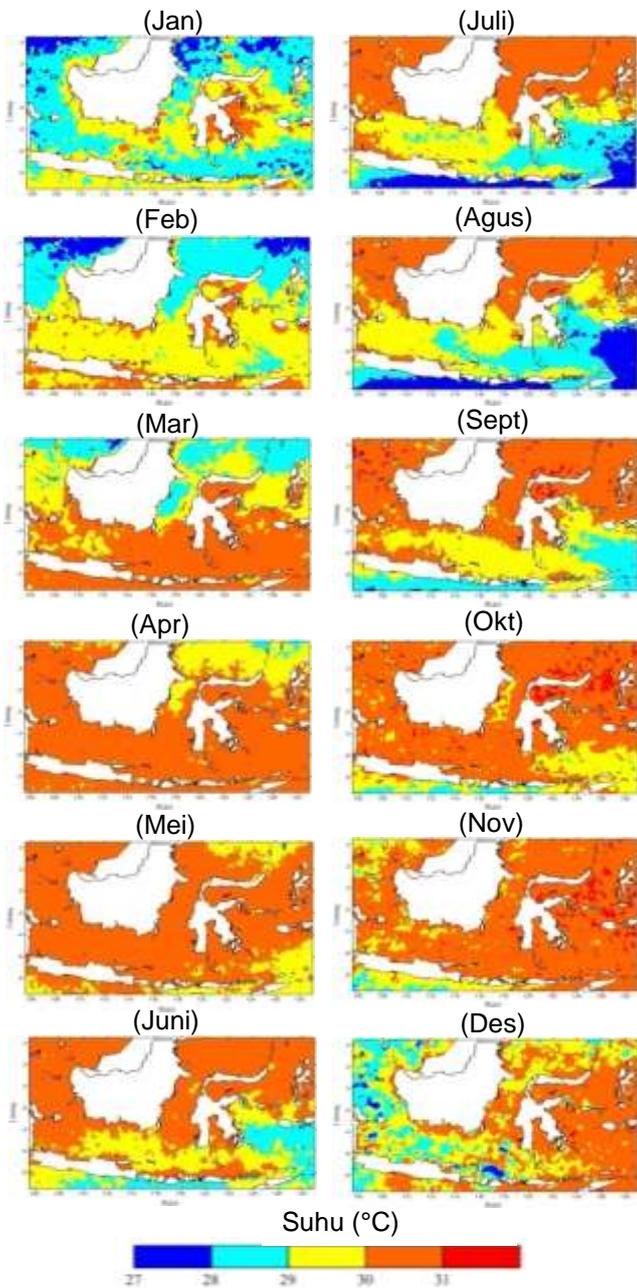
Pada Bulan April terindikasi bahwa SPL lebih dingin berada di utara perairan selatan Samudera Pasifik dan di Bulan Mei SPL juga terdeteksi lebih rendah berada daerah Samudera Hindia. Bulan Juni SPL lebih dingin memasuki perairan di bagian selatan Pulau Sulawesi (Laut Banda) dan SPL yang lebih dingin berada di bagian timur Pulau Sulawesi hingga Samudera Hindia.



Gambar 6. Pola sebaran SPL (a-d) Minggu I-IV Bulan Mei 2010, (e-h) Minggu I-IV Bulan Juni 2010.

SPL yang lebih dingin terindikasi masuk ke dalam perairan bagian selatan Perairan Selat Makassar di Bulan Juli dan SPL yang lebih dingin tersebut terindikasi mendominasi perairan bagian selatan di Bulan Agustus. Sedangkan Bulan September dan Oktober yang diduga aliran massa air permukaan bergerak kembali ke arah selatan ditunjukkan dengan SPL yang lebih dingin berada di selatan Perairan Selat Makassar pada Bulan September dan menuju ke arah Samudera Hindia pada Bulan Oktober. Bulan November, SPL di Perairan Selat Makassar SPL berkisar antara 30-31°C, sementara Bulan Desember, SPL yang lebih dingin berada di utara perairan.

SPL dipengaruhi oleh pola pergerakan matahari, pada saat matahari berada di lintang bagian selatan perairan, mengakibatkan perairan pada lintang tersebut menjadi lebih panas dan pada lintang bagian utara suhu udara menjadi lebih dingin dan sebaliknya (Wijaya, 2010). Terindikasinya pergerakan massa air permukaan di Perairan Selat Makassar juga dipengaruhi oleh adanya pola pergerakan dan arah angin yang berhembus di atas perairan tersebut (Wyrтки, 1961). Angin yang membawa massa udara dingin akan menjadikan SPL pada perairan tersebut menjadi dingin dan angin yang membawa massa udara yang lebih panas akan mengakibatkan SPL pada perairan tersebut menjadi lebih panas, sehingga musim juga berpengaruh di dalamnya.



Gambar 7. Pola sebaran SPL bulanan Tahun 2010

Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya dinamika massa air permukaan yang terdeteksi oleh teknologi indera pergerakan massa air permukaan seperti yang ditunjukkan oleh nilai SPL. Hal ini konsisten dengan yang diutarakan pada penelitian sebelumnya dalam Gordon, *et al.*, 2003 melalui data pada tahun 1996 hingga 1997 dan Gordon, *et al.*, 2008. SPL yang terlihat pada hasil citra harian memiliki beberapa kekurangan seperti kekurangan data citra karena sulitnya mendapatkan citra yang bersih dari pengaruh awan dan data *time series* dalam kurun waktu yang singkat, indikasi tersebut terlihat lebih jelas dengan menggunakan citra rata-rata 8 harian.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa data SPL yang diolah dari citra satelit MODIS menunjukkan adanya

dinamika massa air permukaan di Selat Makassar, yang mengindikasikan bahwa pada musim barat massa air mengalir dari utara ke selatan, ditunjukkan pada Bulan Februari hingga Maret dan pada musim timur dari selatan ke utara, ditunjukkan pada Bulan Mei hingga Juni.

Mengingat tingginya persentase tutupan awan maka perlu dikembangkan model estimasi SPL harian untuk lebih menggambarkan dinamika massa air permukaan di Selat Makassar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh Pengelola Program Studi Teknologi Kelautan IPB yang telah memberikan kesempatan kepada penulis, sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan baik. Juga kepada rekan-rekan semua di program yang sama yang telah membantu secara material dan spiritual sehingga tulisan ini sampai kepada para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

Brown, B.O. and P.J. Minnet. (1999). *MODIS Infrared Sea Surface Temperature Algorithm in Algorithm Theoretical Basis Document*. (Version 2). University of Miami. Miami. FL 33149-1098.

Gordon, A.L. (2005). Oceanography of The Indonesian Seas and Their Throughflow. *Oceanography*. 4:15-27.

Gordon, A.L., I.J. Sprintal, H.M. Van Aken, R.D. Susanto, S. Wijffels, R. Molcard, A. Ffield, W. Pranowo and S. Wirasantosa. (2010). The Indonesian throughflow during 2004-2006 as observed by the INSTANT program. *Dynamics of Atmosphere and Oceans*. 50:115-128.

Gordon A.L. and R.A. Fine. (1996). *Pathways of Water between the Pacific and Indian Oceans in the Indonesian Seas*. 379 p.

Gordon, A.L. and R.D. Susanto. (2003). Throughflow within Makassar Strait. *Geophysys Res Lett*. 26 : 3325 – 3328.

Gordon, A.L., R.D. Susanto, A. Ffield, B.A. Huber, W. Pranowo, and S. Wirasantosa. (2008). Makassar Strait Throughflow, 2004 to 2006. *Geophysical Research Letters*. 35: L24605. doi:10.1029/2008GL036372.

Gross, M. (1990). *Oceanography*. (Sixth Edition). Prentice-Hall.Inc. New Jersey.

Hatayama, T. (2004). Transformation of the Indonesian Throughflow Water by Vertical Mixing and Its Relation to Tidally Generated Internal Waves. *Journal of Oceanography*. 60:569-585.

Ilhude, A.G. and A.L. Gordon. (1996). Thermocline Stratification within The Indonesian Seas. *Journal of Geophysical Research*. C5:12401-12409.

Meyers, G., R.J. Bailey and A.P. Worby. (1995). Geostrophic Transport of Indonesian Throughflow. *Deep Sea Research*. 7:1163-1174. Elsevier.

Nontji, A. (2005). *Laut Nusantara*. (Cetakan Ketiga). Penerbit Djambatan. Jakarta. Hal. 368.

Wijaya, AFC. (2010). *Gerak Bumi dan Bulan*. Konsep Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa. Jakarta.

Wyrtki, K. (1961). *Physical Oceanography of The Southeast Asian Waters*. Naga Report. Vol 2. Scripps Institution of Oceanography. The University of California. La Jolla. California. 195 p.

Wyrtki, K. (1987). Indonesian Through Flow and the Associated Pressure Gradient. *J. Geophys. Res.* (92) C12: 12941-12.