

**KONDISI METEOROLOGI MARITIM DAN OSEANOGRAFI DI PERAIRAN
SEKITAR PULAU KOTOK, KEPULAUAN SERIBU: APRIL 2011**

***CONDITIONS OF MARITIME METEOROLOGY AND OCEANOGRAPHY IN
THE VICINITY OF KOTOK ISLAND, SERIBU ISLANDS: APRIL 2011***

Atika Lubis¹ dan Mira Yosi²

¹Program Studi Meteorologi, Institut Teknologi Bandung

²Puslitbang Geologi Kelautan, Kementerian ESDM

Email Korespondensi: atika@meteo.itb.ac.id

ABSTRACT

Meteorological data measurement by an Automatic Weather Station (AWS) were carried out at the pier of Kotok Island for East Monsoon period on April 2011 to obtain the changes phenomenon of maritime meteorological parameter and their correlation with the changes of oceanographic condition in shallow waters area and its surrounding. The measurement consists of surface wind parameter, air temperature, humidity, air pressure, and oceanographic data observations such as bathymetry, tide, sea current, sea surface temperature, and salinity distributions. Result of maritime meteorological assessment obtained from previous reports (1980, 1998, and 2001) showed that the changes of the maximum air temperature were relatively significant. Furthermore, the air pressure data at the sea surface increased approximately 1.3 mBar. Nevertheless, other meteorological data seemed to be less significant in changes, but indicated a strong correlation with the pattern of tidal current and propagated waves to the shoreline. The changes of oceanographic parameter in the shallow water area were triggered the sedimentation processes, so that the coral reef growth might be decreased.

Keywords: *maritime meteorology, oceanographic parameter, flat coral reef*

ABSTRAK

Pengukuran data meteorologi menggunakan Automatic Weather Station (AWS) telah dilakukan pada bulan April 2011, untuk memperoleh data gejala perubahan parameter meteorologi maritim serta kaitannya terhadap perubahan kondisi oseanografi di perairan dangkal sekitarnya. Pengukuran meliputi parameter angin permukaan, suhu udara, kelembaban, dan tekanan udara, serta pengamatan data oseanografi seperti batimetri, pasang surut, arus, suhu air laut, dan sebaran salinitas. Hasil analisa data meteorologi maritim dan sandingan dengan data laporan penelitian tahun-tahun sebelumnya (1980, 1998 dan 2001) memperlihatkan perubahan yang relatif cukup signifikan. Demikian pula data tekanan udara di permukaan laut mengalami peningkatan sekitar 1,3 mBar. Walaupun data meteorologi lainnya tidak memperlihatkan perubahan yang signifikan namun telah memberikan indikasi keterkaitan yang kuat dengan perubahan parameter oseanografi terutama pola arus pasang surut dan gelombang yang sampai ke pantai. Perubahan parameter oseanografi di perairan dangkal ini telah memicu meningkatnya sedimentasi, sehingga semakin menurunkan kualitas lingkungan air yang berpotensi berakibat kerusakan terumbu karal.

Kata kunci: meteorologi maritim, parameter oseanografi, rataan terumbu karal

I. PENDAHULUAN

Wilayah tepian pulau yang dikenal sebagai wilayah pesisir merupakan salah satu wilayah yang mempunyai potensi besar untuk lebih dikembangkan secara terpadu (*Integrated Coastal Zone Management - ICZM*), namun perlu dijaga kelestarian lingkungannya lebih awal agar fenomena alam yang mempengaruhinya dapat dipantau sedini mungkin (Supriharyono, 2000). Salah satu gejala atau fenomena alam yang dominan mempengaruhi perubahan parameter wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil adalah pengamatan parameter meteorologi maritim.

Meteorologi maritim merupakan ilmu terapan yang menggunakan pendekatan fisika atmosfer serta kaitannya dengan perubahan kondisi parameter oseanografi dan dinamika perairan pantai termasuk, suhu air laut, gelombang laut, arus laut permukaan. Menurut Gordon (1996) Salah satu fenomena meteorologi yang cukup unik namun erat kaitannya dengan meteorologi maritim adalah korelasi curah hujan terhadap kondisi arus laut serta suhu laut permukaan (*Sea Surface Temperature - SST*). Oleh sebab itu, studi di perairan sekitar Pulau Kotok ini lebih difokuskan pada perubahan karakteristik meteorologi maritim yang diobservasi menggunakan *Automatic Weather Station (AWS)* serta korelasinya dengan perubahan karakteristik oseanografi fisika termasuk perkembangan biota laut dangkal dan pertumbuhan terumbu karang. Selain itu, studi ini juga mengulas tentang indikasi adanya perubahan gelombang yang dibangkitkan angin terhadap gejala perubahan letak serta bentuk garis pantai.

Pulau Kotok merupakan salah satu pulau kecil di gugusan Kepulauan Seribu, termasuk dalam kelompok pulau-pulau busur belakang sistem geotektonik Indonesia barat. Bentuk fisik pulau Kotok

adalah dataran rendah pantai, dikelilingi perairan laut dangkal, dimana sebagian perairan pantai ditumbuhi terumbu.

Fenomena meteorologi yang mempengaruhi bentukan pulau Kotok yaitu angin monsun barat dan monsun timur. Ciri khas monsun barat adalah curah hujan tinggi yang disertai hembusan angin yang cukup kuat (> 15 knot) dan aksi gelombang laut yang mengarah ke timur, sedangkan monsun timur umumnya memiliki kecepatan angin yang relatif kecil, kering dan bergelombang lemah.

Perairan Teluk Jakarta tidak terlepas dari pengaruh monsun yang terbentuk akibat perbedaan tekanan udara di atas Asia dan Australia. Saat udara bertekanan rendah terbentuk di atas Asia (musim panas) dan udara di atas Australia bertekanan tinggi akan terbentuk angin monsun yang berarah tenggara di selatan khatulistiwa dan timur di utara khatulistiwa, dan sebaliknya (Tomascik *et al.*, 1997; Suharsono, 1998). Keadaan angin di Kepulauan Seribu sangat dipengaruhi oleh angin Monsoon yang secara garis besar dapat dibagi menjadi angin musim barat (Desember-Maret) dan angin musim timur (Juni-September). Musim pancaroba terjadi antara bulan April-Mei dan Oktober-November. Kecepatan angin berkisar antara 7-20 knot, biasanya terjadi pada bulan Desember-Februari. Pada musim Timur kecepatan angin berkisar antara 7-15 knot yang bertiup dari arah Timur Laut sampai Tenggara (Sprintall, 2006; BMG, 2006).

Suhu udara yang tercatat pada beberapa penelitian sebelumnya seperti Illahude (1980), Pemda DKI (1998) dan Miharja (2001) memperlihatkan bahwa suhu udara maksimum yang diukur pada musim kering di beberapa pulau di Kepulauan Seribu berkisar antara 30,8 - 34,5 °C.

Monsun tersebut mengakibatkan terbentuknya arus permukaan di Laut Jawa yang bergerak ke arah timur saat

musim barat dengan kecepatan 25-38 cm/detik dan bergerak ke arah barat saat musim timur dengan kecepatan 12-25 cm/detik (Wyrcki, 1961 dalam FitzGerald *et al.*, 2008). Arus di perairan pantai utara Jawa Barat berkisar 5-40 cm/detik yang selain dipengaruhi oleh monsoon juga dipengaruhi oleh pasang surut dan angin darat.

Pasang surut di Teluk Jakarta bersifat diurnal dengan kisaran 27-97 cm (Ilahude, 1980). Karakteristik gelombang Teluk Jakarta dipengaruhi kecepatan angin. Hasil observasi menunjukkan bahwa tinggi gelombang di Teluk Jakarta adalah 10-100 cm dengan periode 1-8 detik dan panjang gelombang 1-21 m.

Suhu muka laut rata-rata di Teluk Jakarta berkisar 27,1-29,7°C dengan nilai ekstrim terendah 26,5°C dan tertinggi 30,5°C (Ilahude, 1980). Suhu muka laut Teluk Jakarta lebih tinggi 0,8°C dari suhu muka laut rata-rata Laut Jawa akibat pengaruh daratan P. Jawa. Salinitas perairan pantai utara Jawa Barat berkisar 31-33 (Mirayosi, 2009), sedangkan salinitas Teluk Jakarta berkisar 28-32. Nilai pH di Teluk Jakarta berkisar 7,5-8,2 di dekat muara dan 7,9-8,2 di lepas pantai, yang merupakan kisaran normal.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian adalah disekitar Pulau Kotok besar, yang terletak pada 106°31'24,10"-106°35'5,89" BT dan 5°40'20,00"-5°42'46,53" LS yang merupakan bagian dari gugusan Kepulauan Seribu, Laut Jawa (Gambar 1). Pulau Kotok merupakan salah satu pulau kecil yang terletak ditepian barat. Secara geologi gugusan Kepulauan Seribu, termasuk dalam kelompok pulau-pulau busur belakang sistem geotektonik Indonesia barat (Katili, 2008). Bentuk fisik pulau Kotok adalah dataran rendah pantai, dikelilingi perairan laut dangkal,

dimana sebagian perairan pantai ditumbuhi terumbu.

2.2. Pengambilan Data Lapangan

Kegiatan observasi atau pengamatan data meteorologi maritim ini dilakukan di dermaga Pulau Kotok sehingga dapat mewakili kondisi meteorologi diatas air laut. Pengamatan dilakukan pada tanggal 11 April - 28 April 2011 menggunakan Automatic Weather Station (AWS) dengan mengaktifkan sensor-sensor parameter yang terdiri dari suhu udara, kelembaban udara, arah dan kecepatan angin, tekanan udara, curah hujan, serta parameter oseanografi yang diukur secara berkala selama penelitian ini.

2.3. Penentuan Posisi

Metode penentuan posisi dilakukan untuk mengetahui posisi pengambilan data pada saat pengukuran kedalaman dasar laut, pengambilan data fisis air laut (pH, salinitas, suhu air laut), pengukuran pasang surut, karakteristik pantai. Pengambilan data tersebut menggunakan Trimble DSN 132, handheld positioning, yaitu Garmin GPS III+, Garmin GPS V. Monitoring terhadap lintasan dapat dilakukan secara *real-time* pada layar monitor.

2.4. Pengamatan Data Meteorologi Maritim

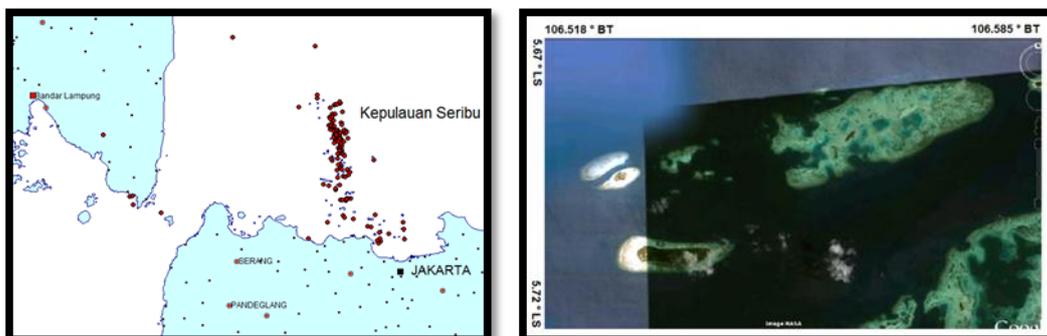
Data meteorologi yang meliputi data kecepatan angin, arah angin, suhu, diukur secara terus menerus dengan interval 10 menit. Sensor angin dipasang di dermaga Pulau Kotok Besar pada ketinggian 10 meter diatas permukaan air laut (Gambar 2).

2.5. Pengukuran Arus dan Pasang Surut

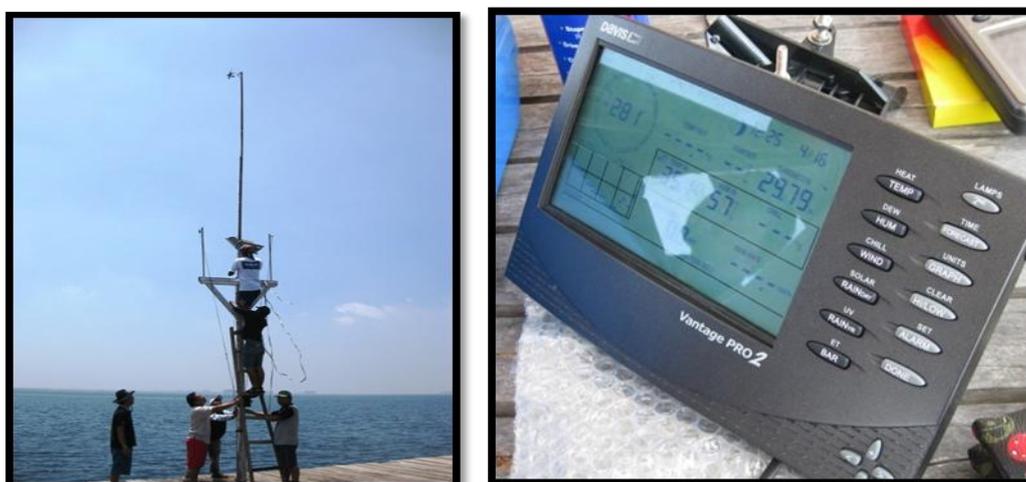
Pengukuran arus dimaksudkan untuk mengetahui pola arus yang terjadi di daerah penelitian, dilakukan dengan menggunakan alat pengukur arus akuistik

Automatic Current Doppler Profiler (ACDP) Sontek yang di tempatkan di dasar laut pada kedalaman 23 m (Gambar

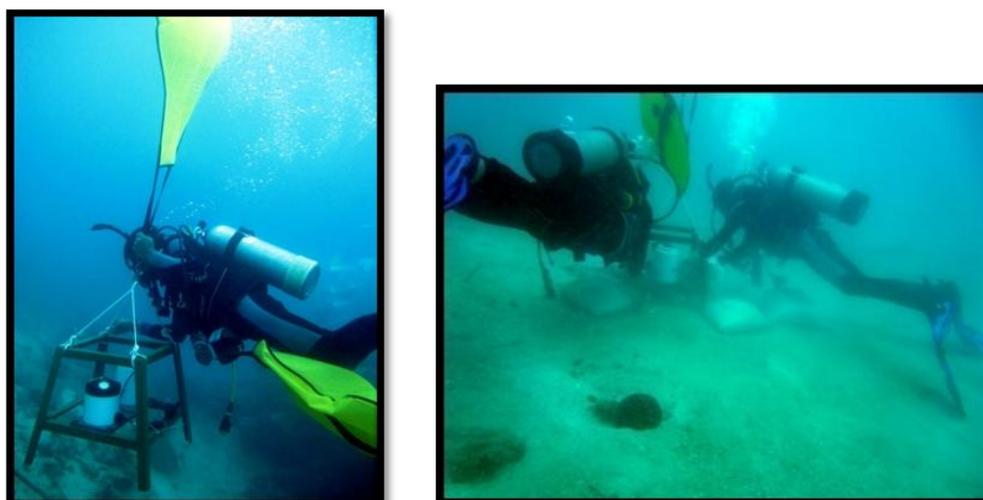
3). Data arah dan kecepatan arus direkam setiap 30 menit secara terus menerus.



Gambar 1. Lokasi kegiatan penelitian, kepulauan Seribu, DKI Jakarta.



Gambar 2. Sensor alat pengukur kecepatan dan arah angin.



Gambar 3. Alat pengukur arus yang dideploy di permukaan dasar laut.

Pengukuran pasang surut dilaksanakan dengan menggunakan rambu pasang surut dan Automatic Tide Recorder yang diamati setiap interval 1 (satu) jam selama 15 hari (piantan). Lokasi pengukuran Pasut dilakukan di depan Dermaga P. Kotok pada koordinat $X = 0670283$ dan $Y = 9369873$.

Pengamatan pasang surut dimulai dari tanggal 12-26 April 2011. Pengukuran pasang surut dilakukan untuk mendapatkan nilai duduk tengah sementara, yang akan digunakan untuk koreksi kedalaman dasar laut.

3.4. Pengukuran Sifat Fisika Air Laut

Pengukuran sifat fisika air laut dilakukan dengan menggunakan peralatan YSI. Sifat fisika air yang diukur terdiri atas suhu, salinitas, konduktifitas dan pH air laut. Pengukuran sifat fisis air dilakukan dengan alat YSI 63 yang dapat mengukur parameter suhu, salinitas, pH dan konduktivitas. Pengukuran sifat fisis air pada Pulau Kotok Besar dilakukan pada satu titik untuk dua kedalaman (2 dan 0,5 meter) selama 24 jam.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Suhu Udara

Suhu udara P. Kotok berkisar 26.8°C - 38.3°C . Suhu tertinggi tercatat pada tanggal 22 April 2011 jam 13:00 yang mencapai 38.3°C , merupakan suhu tertinggi yang pernah tercatat di kawasan perairan pantai di Indonesia. Selama ini beberapa laporan hasil pengukuran suhu maksimum di beberapa pulau di kepulauan Seribu hanya mencatat 30.8 - 34.5°C . Hasil pengukuran suhu harian secara keseluruhan diperlihatkan pada Gambar 4.

Pola distribusi suhu harian memperlihatkan bahwa pada tanggal 20 april terlihat adanya penurunan suhu maksimum dan pergeseran waktu yang biasanya 37 - 38.3°C menjadi 29 - 31°C dan

terjadi biasanya pada jam 12.30, pada tanggal tersebut terjadi pada jam 15.00. Hal ini mengindikasikan adanya gangguan cuaca pada tanggal tersebut, begitu juga untuk suhu minimum yang biasanya terjadi pada jam 07.00, pada tanggal tersebut terjadi pada jam 9.30, sedangkan untuk tanggal 23-24 April 2011 suhu maksimum terjadi jam 16.00 sampai jam 04.00 suhu menurun tajam jika dikorelasikan dengan data curah hujan ternyata bahwa pada saat tersebut terjadi hujan lebat .

4.2. Kelembaban

Kelembaban udara tercatat berkisar 62% - 85% , artinya bahwa udara di permukaan laut memiliki cukup kandungan uap air namun pola kelembaban udara harian tidak memperlihatkan pola yang seragam. Umumnya pola kelembaban harian dipengaruhi oleh suhu udara , kecepatan dan arah angin permukaan (Gambar 5).

Indikasi gangguan cuaca terlihat juga mulai tanggal 20 april - 24 april 2011. Tanggal 20 april 2011 jam 09.30 tercatat suhu udara yang rendah, kelembaban tinggi. Hal ini terjadi karena banyaknya uap air diudara sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan suhu udara. Kelembaban rata 70 - 75% pada tanggal tersebut selanjutnya memicu terjadinya terjadinya hujan. Korelasi antara data suhu udara dan kelembaban udara diperlihatkan pada Gambar 6.

4.3. Tekanan Udara

Tekanan udara berkisar 1004.9 bar - 1012.3 bar. Tekanan udara di P. Kotok ini dalam 24 jam menyerupai kurva pasang surut, yaitu dalam 24 jam terjadi 2 kali tekanan udara tinggi dan 2 kali tekanan rendah.

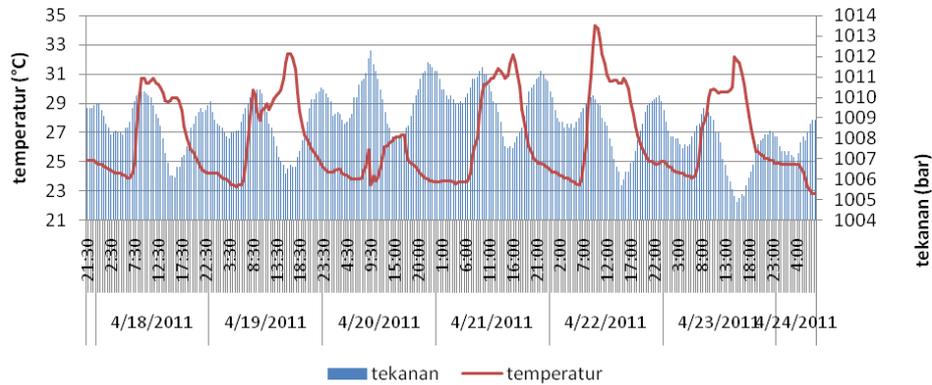
Pola tekanan udara harian ini jika dikorelasikan dengan data pasang surut laut ternyata memiliki kemiripan yaitu pola diurnal dimana tekanan udara

maksimum dan tekanan udara minimum terjadi dua kali dalam satu hari (Gambar 7).

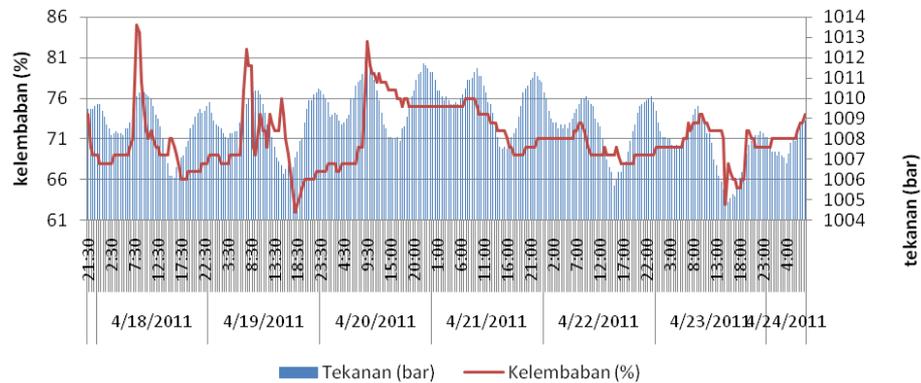
4.4. Karakter Angin

Kecepatan angin maksimum yang tercatat selama pengamatan mencapai 12.2 knots. Hasil pemisahan frakuansi

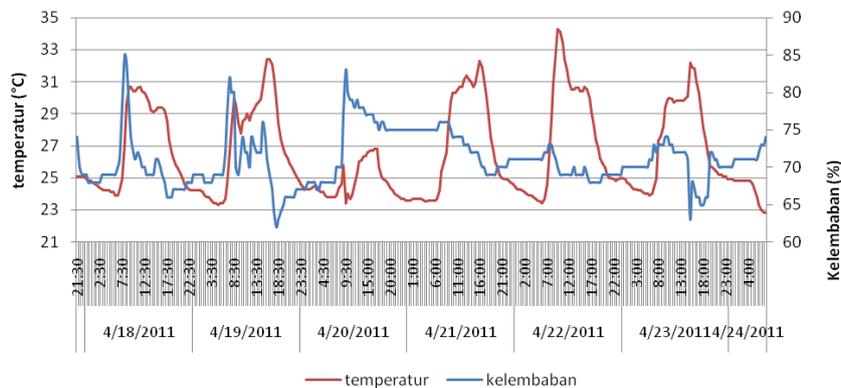
kejadian parameter angin yang meliputi arah dan kecepatan harian dalam bentuk Rose Diagram diperlihatkan pada Gambar 8. Frekuensi kecepatan angin terbanyak adalah pada kelas 1-4 knots yaitu sebesar 41.1%. Arah dominan pada saat pengukuran ini adalah angin Timur Laut.



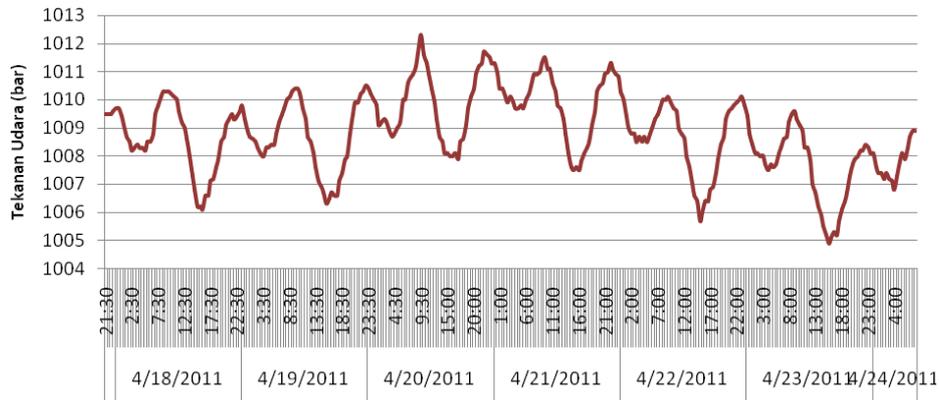
Gambar 4. Grafik suhu udara P. Kotok.



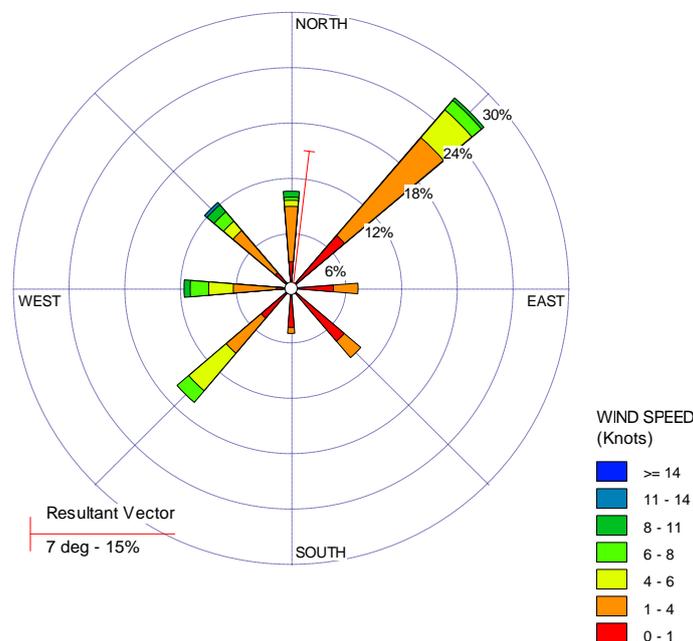
Gambar 5. Grafik kelembaban udara di P. Kotok.



Gambar 6. Grafik suhu udara terhadap kelembaban di P. Kotok.



Gambar 7. Grafik tekanan udara harian.



Gambar 8. Rose diagram pengukuran arah dan kecepatan angin.

4.5. Pola Pasang Surut

Pengamatan pasang surut dilakukan di depan dermaga Pulau Kotok Besar (X = 0670283 dan Y = 9369873) selama 15 hari (piantan) dari tanggal 12-26 April 2011 untuk mendapatkan duduk tengah sementara, yang kemudian digunakan untuk koreksi kedalaman dasar laut. Selama pengamatan pasang surut ini diperoleh tinggi muka air maksimum adalah 240 cm dan tinggi air minimum 154 cm (Gambar 9). Tunggang air selama pengamatan ini adalah 86 cm.

Gambar di bawah berikut adalah kurva pengamatan pasang surut dari tanggal 12-26 April 2011.

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa telah terjadi gangguan cuaca terutama akibat perubahan tekanan udara. Berdasarkan kurva pasang surut harian yang dikorelasikan dengan kurva tekanan udara maka tercatat bahwa pada tanggal 21-23 april 2011 telah terjadi interaksi yang saling mempengaruhi antara fenomena meteorologi dengan fenomena pasang surut.

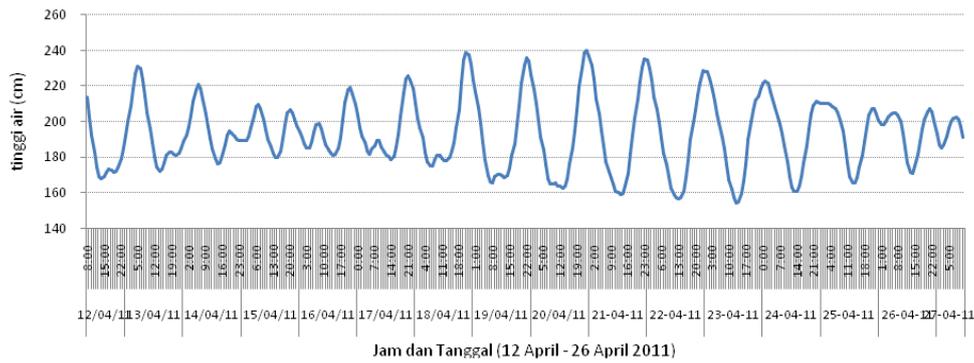
4.6. Karakter Arus Laut

Pengukuran arah dan kecepatan arus dilakukan selama 8 hari yaitu mulai tanggal 16-23 April 2011. Kecepatan arus yang diperoleh berkisar anyara 0.3-77.8 cm/dtk dengan arah dominan relatif ke Utara-Timurlaut. Umumnya, kecepatan arus yang relatif besar terjadi pada saat kondisi air menuju surut. Kecepatan arus di dekat permukaan dasar laut relatif lebih rendah dibandingkan dengan arus menengah ataupun arus dekat permukaan dasar laut. Dari gambar current rose dapat dilihat bahwa vektor arah arus pada perairan pulau seribu ini dominan ke Utara (Gambar 10).

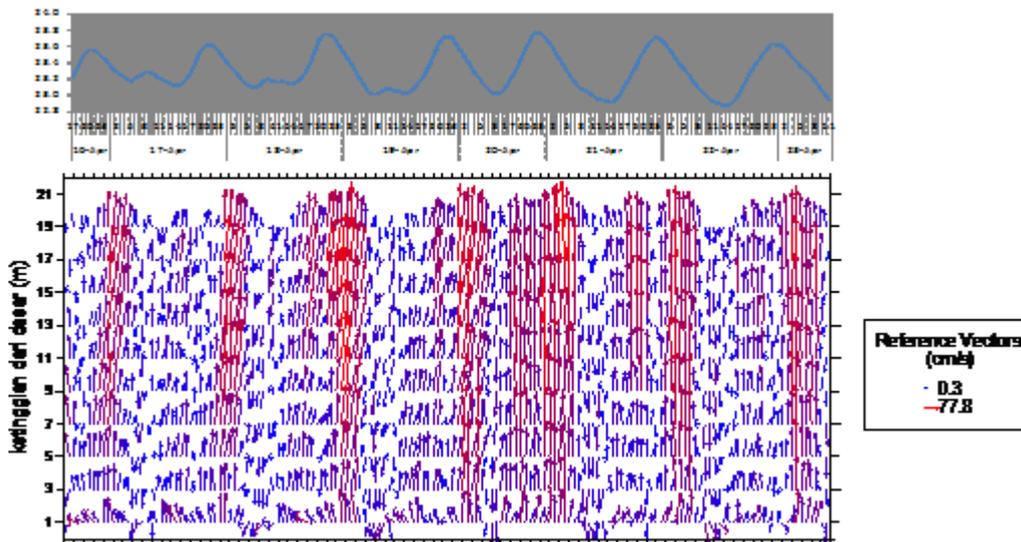
Hasil pemisahan data arus pada setiap kedalaman (interval 2 meter) yang meliputi kecepatan minimum, rata-rata,

dan maksimum diperlihatkan pada Tabel 1, sedangkan plot pada Diagram Rose diperlihatkan pada Gambar 11.

Berdasarkan pola Rose Diagram memperlihatkan bahwa pengaruh kecepatan dan arah angin sangat kuat terhadap pola arus. Vektor arus permukaan memperlihatkan korelasi yang kuat dengan arah angin, sedangkan arus bawah mulai pada kedalaman 9 meter nampaknya pengaruh angin sudah mulai mulai berkurang. Demikian pula jika data arus ini dikorelasikan dengan data curah hujan, maka memperlihatkan pola adanya gangguan seperti yang tercatat pada pengamatan tanggal 22-23 april 2011 dimana ketika hujan lebat terjadi maka arus permukaan sedikit mengalami perubahan kecepatan dan arahnya.



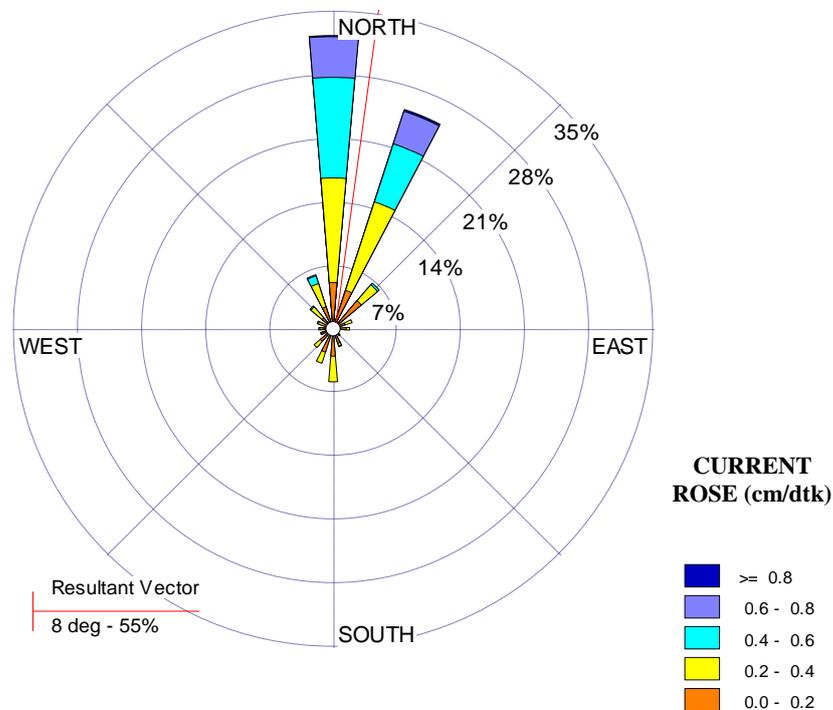
Gambar 9. Kurva pengamatan pasang surut di P. Kotok Besar.



Gambar 10. Vektor arus pada kedalaman 1-19 m dari permukaan dasar laut.

Tabel 1. Distribusi kecepatan arus laut pada setiap kedalaman.

Kedalaman dari dasar	Kecepatan (cm/s)		
	minimum	Maksimum	rata-rata
1	2.1	51.6	24.4
3	2.3	56.0	18.7
5	0.6	58.8	21.5
7	0.9	61.0	23.5
9	1.4	74.9	25.2
11	1.4	76.3	27.2
13	1.6	74.1	28.7
15	0.6	72.0	30.7
17	1.1	77.8	31.9
19	0.3	72.1	26.6



Gambar 11. Current rose di perairan P. Kotok Besar.

4.7. Pemetaan Tipologi Pantai

Tipologi kawasan pantai P. Kotok besar, P.Kotok kecil dan P. Karang Bongkok dibuat berdasarkan karakteristik pantai yang diusulkan oleh Dollan (1972) dan dipisahkan menurut kondisi geologi, morfologi dan karakteristik garis pantainya serta hubungan timbal balik antara proses hidrodinamika air laut dan resistensi kondisi geologi terhadap

dinamika pantai seperti kejadian erosi dan akresi.

Morfologi pulau tersebut merupakan dataran pasir yang landai, dimana karakteristik garis pantainya dicirikan oleh, pasir, kerakal, bongkah, tumbuhan pantai dan bangunan pantai, Sedimen pasir berwarna putih kekuningan, berukuran halus sampai kasar, bersifat urai. Pengaruh hidrodinamika air laut terutama gelombang refraksi (akibat

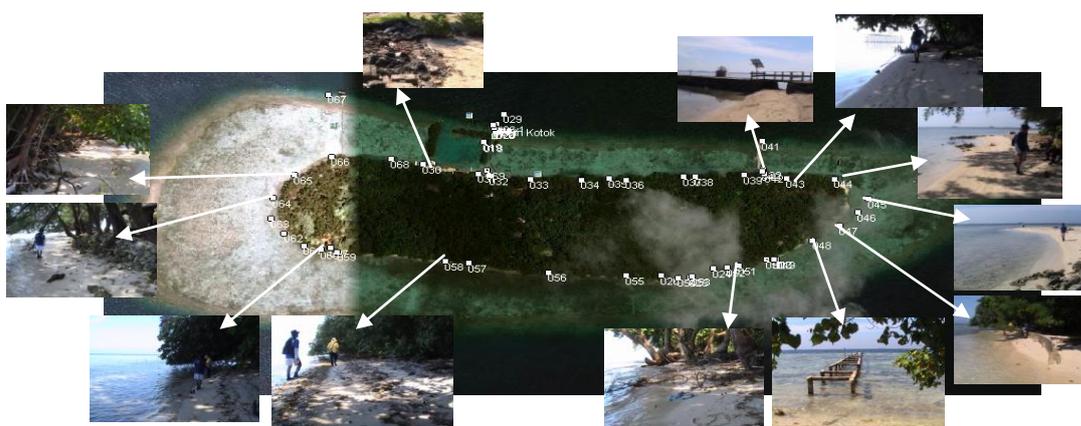
pendangkalan) yang mencapai pantai menyebabkan beberapa tempat mengalami erosi dan sedimentasi. Ditinjau dari hasil pemetaan kawasan pesisir di sekeliling pulau Kotok Besar, memperlihatkan bahwa satuan morfologi pantai sangat dipengaruhi oleh dinamika pantai itu sendiri terutama pengaruh-pengaruh meteorologi maritim yang mambangkitkan gelombang refraksi yang mencapai pantai. Beberapa tempat memperlihatkan bahwa erosi pantai yang cukup signifikan terjadi justru pada daerah-daerah dimana gelombang yang dibangkitkan angin mengalami refraksi akibat terjadinya pendangkalan perairan pantai. Pendangkalan perairan pantai ini sendiri terjadi secara alami yaitu terhempasnya fragmen koral yang mati dan terangkut oleh sistem arus memanjang pantai (longshore current) yang mengakibatkan terjadinya pendangkalan pada beberapa bagian pantai. Oleh sebab itu, jika karakter dari hidrodinamika kawasan pesisir ini dapat diketahui lebih dini, maka kerusakan pantai dapat diantisipasi lebih dini pula. Dalam Gambar 12, perubahan garis pantai terlihat secara visual berdasarkan hasil pemetaan tipologi pantai di sekeliling Pulau Kotok Besar.

V. KESIMPULAN

Hasil analisa data parameter meteorologi maritim di perairan sekitar Pulau Kotok Besar, memperlihatkan gejala adanya kenaikan suhu udara maksimum yang cukup signifikan yaitu mencapai 38,3 °C dibandingkan dengan beberapa laporan pengamatan terdahulu di beberapa pulau di Kepulauan Seribu tahun 1980 dan tahun 1998 yaitu berkisar antara 30,8-34,5 °C.

Terjadinya gangguan cuaca ekstrim terutama perubahan tekanan udara dan kecepatan angin menunjukkan pengaruh yang cukup kuat terhadap pola pasang surut dan arus permukaan seperti yang terjadi pada tanggal 20 April 2011, sedangkan pola arus juga memperlihatkan korelasi yang kuat dengan kejadian hujan lebat seperti yang tercatat pada tanggal 23 April 2011. Dalam hal ini, terjadinya angin kuat dan hujan lebat mengakibatkan juga perubahan pola pasang surut dan arus laut.

Demikian pula sengan perubahan parameter oseanografi di perairan dangkal ini telah memicu meningkatnya sedimentasi akibat terjadinya gelombang



Gambar 12. Tipologi dan karakteristik pantai Kotok Besar.

pecah yang mendekati pantai dan meningkatnya arus memanjang pantai (longshore current), sehingga semakin menurunkan kualitas lingkungan air yang berakibat kerusakan terumbu karang terutama terjadi di sepanjang pantai bagian utara Pulau Kotok Besar.

DAFTAR PUSTAKA

- BMG, 2006. Angin dan karakteristik perairan kepulauan Indonesia, BMKG Wilayah III, Surabaya, Surabaya.
- Mihardja, D.K. dan Pranowo, 2001. Kondisi perairan kepulauan Seribu, PPK-P2PAR, LP ITB, Bandung.
- FitzGerald, D.M., M.S. Fenster, B. Argow, and I.V. Buynevich. 2008. Coastal impacts due to sea-level rise. *Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences*, 36:601-647.
- Gornitz, V. and S. Lebedeff. 1987. Global sea-level changes during the past century, in Nummedal *et al.* (eds.). Sea-Level fluctuation and coastal evolution. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, 41:3-16.
- Gordon, A.L., and R. Fine. 1996. Pathways of water between the Pacific and Indian Oceans in the Indonesian Seas. *Nature*, 379:146-149.
- Ilahude, A.G. dan Liasaputra. 1980. Sebaran normal parameter hidrologi di Teluk Jakarta. Buku Teluk Jakarta, Pengkajian fisika, kimia, dan geologi. LON LIPI, Jakarta.
- Katili, J.A. 2008. Tectonics and resources: collection of geological studies. Marine Geological Institute, Bandung.
- Mirayosi. 2009. Laporan cruise: South China Sea-Indonesian seas transport/exchange (SITE) and impacts on seasonal fish migration in the dynamic of Sunda Strait. Marine Geological Institute, Bandung.
- Pemda DKI Jakarta. 1998. Aspek hidro-oseanografi dalam rangka pelaksanaan AMDAL Pantura, Pemda DKI Jakarta - LP ITB, Jakarta.
- Suharsono. 1998. Condition of coral reef resources in Indonesia. *J. Pesisir dan Lautan*, 1(2):44-52.
- Sprintall, J., A.L. Gordon, R. Murtugudde, and R.D. Susanto. 2000. A semi-annual Indian Ocean forced Kelvin wave observed in the Indonesian Seas, May 1997. *Geophys. Res. Lett.*, 105(C7):17217-17230.
- Supriharyono. 2000. Pelestarian dan pengelolaan sumberdaya alam di wilayah pesisir tropis. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, and M.K. Moosa. 1997. The ecology of the Indonesian Seas - Part One, Periplus Editions (HK) Ltd., Singapore.