

ISSN: 1412-2375

G R A V I T A S I
VOL. 17 NO. 1 JANUARI – JUNI 2018

EDITOR TEAM

CHIEF EDITOR

M A S K U R

EDITOR BOARD

SITTI RUGAYYA

MANAGING EDITOR

DARMAWATI DARWIS

ELISA SESA

M. SYAHRUL ULUM

KASMAN

RUSYDI HASANUDDIN

RUSTAN EFENDI

ABDULLAH

IQBAL

MUHAMMAD RUSLI M

YUTDAM MUDIN

MOH. DAHLAN TH. MUSA

ABD. RAHMAN

SANDRA

PRODUCTION EDITOR

DEDY FARHAMSAH

TECHNICAL EDITOR

BADARUDDIN

PRODUCTION EDITOR ASSISTANTS

SUPIATI

DERIZ LANDJOMA

PUBLISHER

DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
TADULAKO UNIVERSITY

EDITORIAL ADDRESS

GRAVITASI

PHONE/FAX : (0451) 422611 EMAIL : rugayya2512@gmail.com (SITTI RUGAYYA)

GRAVITASI

VOL. 17 NO. 1 JANUARI – JUNI 2018

DAFTAR ISI

| | |
|--|--|
| Hosiana MD Labania Sunarto Nurul Khakhim | Variabilitas Musiman Gelombang dan Arus Laut di Perairan Pantai Lembasada, Kabupaten Donggala. |
| Melda Novrianti Rustan Efendi Sandra | Identifikasi Mineralisasi Bijih Besi Menggunakan Metode Geomagnet di Desa Pangalasiang Kabupaten Donggala. |
| Asari Frie Anugrah Moh. Dahlan Th. Musa Badaruddin | Identifikasi Sebaran Bijih Besi Menggunakan Metode Geolistrik Hambatan Jenis 2D di Desa Laemanta Kecamatan Kasimbar. |
| Narwastu Elroy Sunbanu Rustan Efendi Abdullah | Estimasi Geometri dan Kedalaman Benda-Benda Megalit Tertanam Menggunakan Sinyal Analitik dan Dekonvolusi Euler (Studi Kasus Situs Pokekea Desa Hanggira, Kecamatan Lore Tengah, Kabupaten Poso). |
| Seniwati Abdullah Moh. Dahlan Th. Musa Ahmad Imam Abdullah | Penyelidikan Kedalaman Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Hambatan Jenis Pada Ruas Jalan Tavaili - Toboli, Kabupaten Donggala. |
| Sri Wahyuni Moh. Dahlan Th. Musa Maskur Ahmad Imam Abdullah | Aplikasi Metode Geolistrik Hambatan Jenis Untuk Pendugaan Sebaran Airtanah di Desa Labuan Toposo Kabupaten Donggala. |
| Ma'zirah Tahnun Rustan Efendi Abdullah | Pemodelan Benda-Benda Megalit Bawah Permukaan Menggunakan Data Geomagnet di Taman Wisata Palindo Kecamatan Lore Barat Kabupaten Poso. |

Variabilitas Musiman Gelombang dan Arus Laut di Perairan Pantai Lembasada, Kabupaten Donggala

Hosiana MD Labania^{1,*}, Sunarto², Nurul Khakhim²

¹Mahasiswa Pascasarjana Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Dosen Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRACT

The study of wave conditions and ocean currents in Lembasada waters of Donggala Regency has been conducted in this study. The study aimed to study the characteristics of waves and ocean currents that are reviewed based on seasonal variability. The measured data are wave height and wave period, surface current velocity and its direction, wind velocity and its direction and bathymetry of coastal waters. Data collection is done by visual observation technique. Based on the results of research conducted in these waters can be concluded that the maximum wave height occurs in the west season reached 105.0 cm with maximum significant wave height (Hs) reached 61.0 cm. For the other two seasons, east season (August), the significant wave height (Hs) reaches 24.0 cm and Hs in the transition season reaches 25.0 cm. Especially for the west season, measured wave height is a swell wave that originates from the waters of the Makassar Strait when the wind speed measured tends to small. The predominantly measured current is the current generated by the wave field that leads to the mainland and then along the coast.

Keywords: *waves and ocean currents, seasonal variability, Lembasada waters*

ABSTRAK

Studi mengenai kondisi gelombang dan arus laut di perairan Lembasada Kabupaten Donggala telah dilakukan dalam penelitian ini. Kajian yang dimaksud bertujuan untuk mempelajari karakteristik gelombang dan arus laut yang ditinjau berdasarkan variabilitas musiman. Data yang diukur berupa data tinggi dan periode gelombang, kecepatan dan arah arus permukaan, kecepatan dan arah angin serta pengukuran batimetri perairan sekitar pantai. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik pengamatan langsung (*visual observation*). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di perairan ini dapat disimpulkan bahwa tinggi gelombang maksimum terjadi pada Musim Barat mencapai 105,0 cm dengan tinggi gelombang signifikan maksimumnya (Hs) mencapai 61,0 cm. Untuk kedua musim lainnya, Musim Timur (Agustus), tinggi gelombang signifikan Hs mencapai 24,0 cm dan Hs pada Musim Peralihan mencapai 25,0 cm. Khusus untuk Musim Barat, tinggi gelombang terukur merupakan gelombang *swell* yang berasal dari perairan Selat Makassar dengan kecepatan angin pada saat pengukuran cenderung kecil. Arus yang terukur dominan merupakan arus yang dihasilkan oleh medan gelombang yang mengarah ke daratan kemudian menyusur pantai.

Kata Kunci: *gelombang dan arus laut, variabilitas musiman, perairan Lembasada*

I. PENDAHULUAN

Perairan Pantai Lembasada merupakan perairan yang terletak di sisi barat Pulau Sulawesi, termasuk dalam wilayah Kecamatan Banawa Selatan Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. Perairan ini berbatasan langsung dengan

Selat Makassar serta memiliki topografi cenderung landai. Pola angin setempat cenderung mengikuti pola pergerakan angin musonal, berarah barat laut – tenggara dan sebaliknya, sebagaimana halnya perairan Selat Makassar pada umumnya. Pergerakan angin musonal

*) *Corresponding Author:* hosiana.meylin.d@mail.ugm.ac.id (+628114501126)

berarah barat laut – tenggara dan sebaliknya, dikenal sebagai angin musim. Pada periode Mei – Oktober angin bertiup berarah tenggara ke barat laut dan mencapai puncaknya pada bulan Juni – Agustus, disebut sebagai Musim Timur. Sebaliknya pada periode November – April, pergerakan angin berasal dari barat laut ke tenggara, mencapai puncaknya pada bulan Desember – Februari, disebut sebagai Musim Barat. Bulan Maret – Mei dan September – November disebut sebagai musim peralihan I dan musim peralihan II dimana angin bertiup tidak menentu dan setiap awal periode musimnya, angin musim sebelumnya masih berpengaruh kuat (Nontji, 2005).

Jika permukaan laut mendapatkan tekanan angin, maka akan menimbulkan tinggi gelombang hingga terbentuk arus permukaan. Apabila tinggi gelombang besar maka kecepatan arus berubah membesar sehingga terbentuk *longshore current* yang kuat yang dapat menimbulkan abrasi di pantai (Horikawa, 1988). Proses abrasi dapat terjadi di banyak tempat dan masing-masing menunjukkan karakteristik yang berbeda-beda. Proses abrasi ini juga teramati di perairan pantai Desa Lembasada. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari penduduk setempat, bahwa bangunan pantai berupa dinding pemecah gelombang yang dibangun pada bulan Februari 2013 telah mengalami kerusakan yang cukup parah akibat gempuran gelombang yang terjadi pada bulan Juli 2014. Peristiwa ini menunjukkan bahwa perairan Lembasada termasuk salah satu perairan yang juga rentan terhadap ancaman abrasi akibat gelombang dan arus laut. Interaksi dengan perairan sekitar dan juga kondisi geografis perairan inilah yang memungkinkannya mendapatkan pengaruh

dinamika perairan Selat Makassar terkait dengan gelombang dan arus laut. Oleh karenanya perlu dilakukan kajian terkait dengan kondisi gelombang dan arus laut di perairan ini dengan mengamati karakteristiknya yang ditinjau berdasarkan variabilitas musiman.

II. METODE PENELITIAN

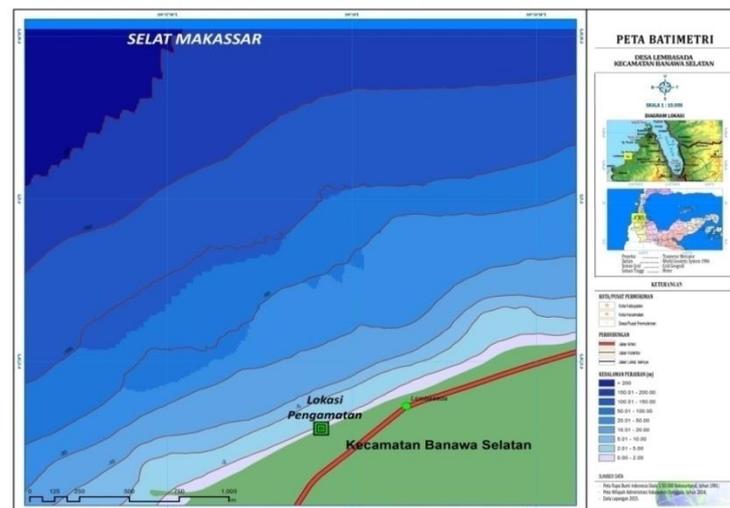
Kegiatan penelitian telah dilaksanakan di perairan Lembasada, Kecamatan Banawa Selatan, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. Waktu pengamatan disesuaikan mewakili waktu musiman. Pengukuran bulan Agustus 2015 mewakili Musim Timur, bulan Oktober 2015 mewakili Musim Peralihan yang mewakili Musim Peralihan I dan II dan pengukuran bulan Februari 2016 mewakili Musim Barat. Pengukuran dilakukan masing-masing selama 3 hari dan dikhususkan pada siang hari karena memperhitungkan masalah keamanan.

Data yang diukur berupa data tinggi dan periode gelombang, kecepatan dan arah arus serta pengukuran batimetri perairan sekitar pantai. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik pengamatan langsung (*visual observation*) menggunakan rambu ukur (*tide staff*) gelombang dengan pencatatan setiap 2 jam sejumlah 50 data dengan pengulangan masing-masing 3 kali. Tinggi gelombang diukur dengan mengamati puncak dan lembah gelombang yang melalui rambu ukur sedangkan periode gelombang dilakukan dengan menghitung waktu selama periode pengambilan sejumlah 50 data gelombang (WMO, 1998). Pengukuran kecepatan dan arah datangnya angin menggunakan anemometer dengan waktu pencatatan setiap 1 jam. Pengukuran kecepatan arus menggunakan perangkat pelampung arus dan batimetri menggunakan alat

depthmeter. Pengambilan data gelombang pada koordinat 00°50'46.4" LS dan 119°52'4.7" BT. Tulisan ini secara khusus hanya membahas kondisi gelombang terkait dengan tinggi gelombang signifikan ($H_{1/3}$) dan periodenya ($T_{1/3}$) (Triatmodjo, 1999) dan arus yang terjadi di lokasi perairan yang terabrasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN Batimetri Perairan Lembasada

Kondisi batimetri perairan Lembasada dengan pada umumnya bermorfologi cenderung landai dengan pantai pasir sedikit berlumpur (KKP, 2014). Degradasi warna (biru) menunjukkan kedalaman berbeda dengan rentang kedalaman 0 – 200 m. Rata-rata kedalaman air pada saat melakukan pengukuran gelombang ± 75 cm pada area sebelum terjadi gelombang pecah. Kondisi batimetri dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Deskripsi Musiman Hasil Rekaman Gelombang Laut

Deskripsi berdasarkan variabilitas musiman selama periode pengukuran lapangan, dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan salah satu waktu pengukuran. Berdasarkan hasil yang diperoleh nampak bahwa dari ke-3 musim yang diwakili oleh pengukuran pada bulan Agustus (Musim Timur), Oktober (Musim Peralihan), dan Februari (Musim Barat), gelombang tercatat paling tinggi terjadi pada Musim Barat (Februari) kemudian disusul pada Musim Timur dan yang terendah adalah Musim Peralihan (Oktober). Pada musim – musim tersebut, tinggi gelombang maksimum untuk pengamatan bulan Februari mencapai 105,0 cm dengan rata-

rata 35,7 cm dan minimum 5,0 cm. Untuk pengamatan bulan Agustus tinggi gelombang maksimum mencapai 42,0 cm dengan rata-rata sebesar 14,4 cm dan minimum sebesar 2 cm. Pada pengukuran bulan Oktober, tinggi gelombang maksimum mencapai 41,0 cm dengan rata-rata sebesar 16,9 cm dan minimum sebesar 4,0 cm.

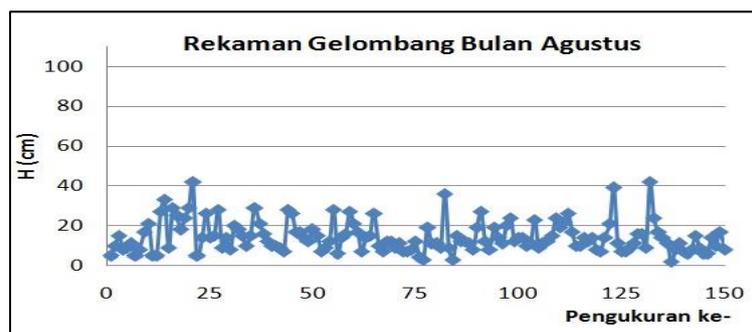
Tinggi Gelombang Signifikan, Periode Gelombang dan Kecepatan Angin

Pengukuran gelombang Musim Timur dilakukan pada bulan tanggal 28 – 30 Agustus 2015. Tinggi gelombang signifikan pengukuran lapangan di perairan Desa Lembasada pada musim ini dapat dilihat pada Gambar 3. Tinggi gelombang

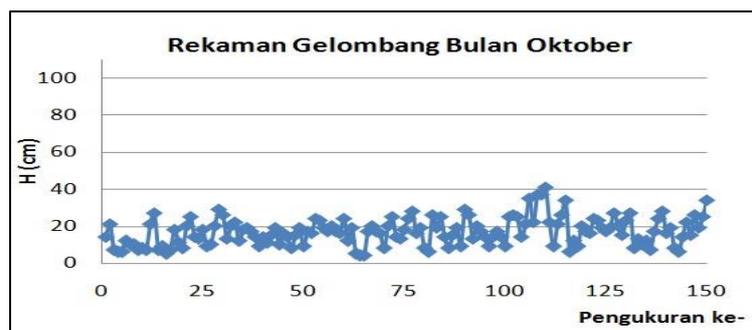
signifikan maksimum mencapai 0,24 m, minimum 0,08 m dengan rata-rata 0,16 m. Untuk periode gelombang pada musim ini (Gambar 4), diperoleh periode gelombang rata-rata saat pengukuran adalah 3,9 dtk dengan periode maksimum 5,1 dtk dan minimum 2,8 dtk. Kecepatan angin berdasarkan pengukuran lapangan yang dilakukan pada bulan Agustus dapat dilihat pada Gambar 5. Kecepatan angin maksimum mencapai 8,50 m/dtk dengan kecepatan rata-rata 3,48 m/dtk dan

kecepatan minimum 0,18 m/dtk. Kondisi cuaca selama periode pengukuran cenderung cerah berawan. Arah angin terbanyak berasal dari timur dan timur laut.

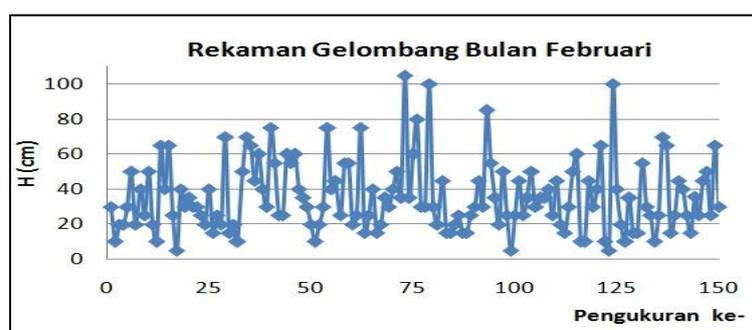
Pengukuran gelombang untuk Musim Peralihan II dilakukan pada tanggal 30 – 31 Oktober 2015 sampai dengan tanggal 1 November 2015. Grafik perolehan tinggi gelombang signifikan dan periodenya untuk musim peralihan ini dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



(a)



(b)

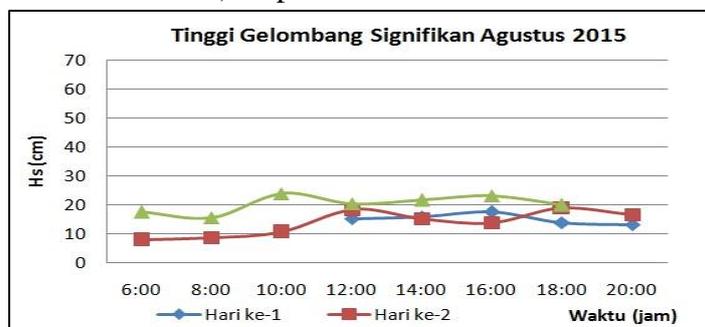


(c)

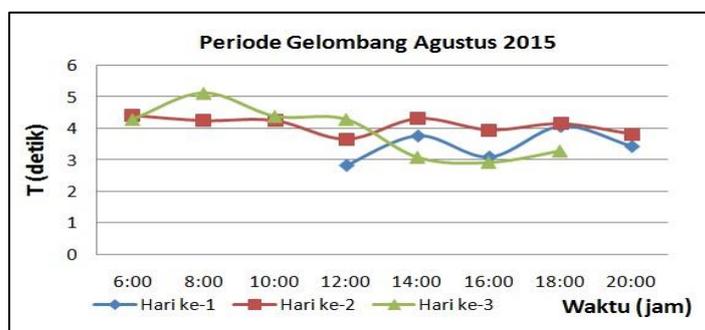
Gambar 2. Tinggi Gelombang Berdasarkan Hasil Rekaman Gelombang Pada Musim Timur – Agustus 2015 (a), Musim Peralihan – Oktober 2015 (b) dan Musim Barat – Februari 2016 (c).

Tinggi gelombang signifikan maksimum mencapai 0,25 m, minimum 0,11 m dengan rata-rata 0,17 m. Untuk periodenya, diperoleh periode gelombang rata-rata pada kisaran nilai 3,7 dtk dengan periode maksimum 4,7 dtk dan periode minimum 2,7 dtk. Hasil pengukuran kecepatan angin pada musim peralihan II (30 Oktober – 1 November 2015) dapat

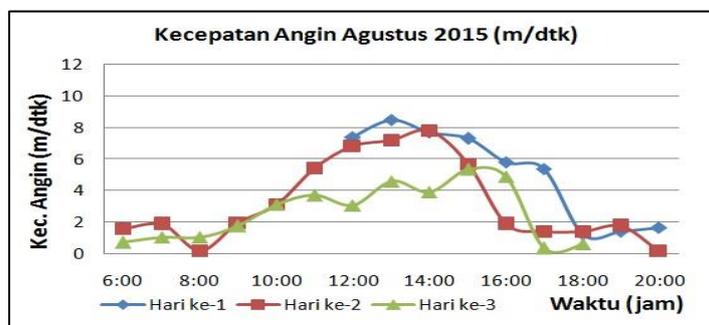
dilihat pada Gambar 8. Kecepatan angin maksimum saat pengukuran mencapai 10,00 m/dtk dengan kecepatan rata-rata 3,50 m/dtk dan kecepatan minimum 0,20 m/dtk. Selama periode pengukuran kecepatan angin, kondisi cuaca pada umumnya cerah dengan arah angin terbanyak berasal dari barat laut.



Gambar 3. Tinggi Gelombang Signifikan pada Musim Timur



Gambar 4. Periode Gelombang pada Musim Timur



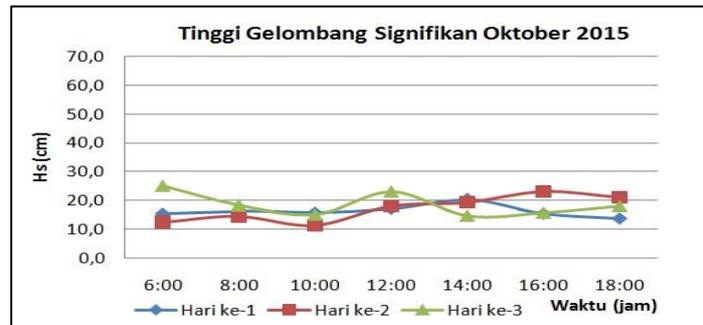
Gambar 5. Kecepatan Angin pada Musim Timur

Untuk Musim Barat, pengukuran gelombang laut di perairan Lembasada dilakukan pada bulan Februari tanggal 12 – 14 Februari 2016. Grafik tinggi gelombang

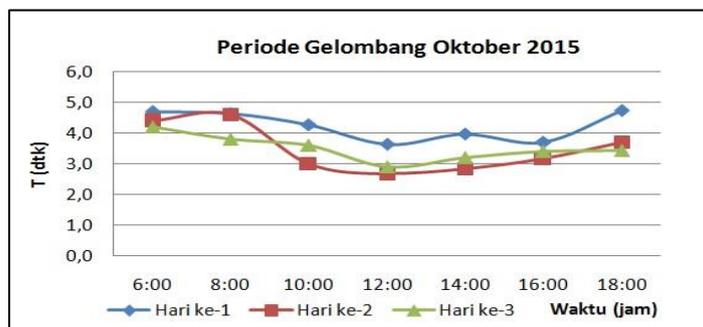
signifikan dan periode gelombang untuk musim ini dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10. Tinggi gelombang signifikan rata-rata pada Musim Barat diperoleh 0,29

m dengan tinggi maksimum hingga 0,61 m, dan minimum 0,15 m. Periode gelombang yang terukur pada musim ini pada kisaran rata-rata 3,8 dtk dengan periode maksimum 5,7 dtk dan periode minimum 2,2 dtk. Hasil pengukuran kecepatan angin pada Musim Barat dapat dilihat pada Gambar 11. Kecepatan angin maksimum pada musim ini cukup kecil jika dibandingkan dengan

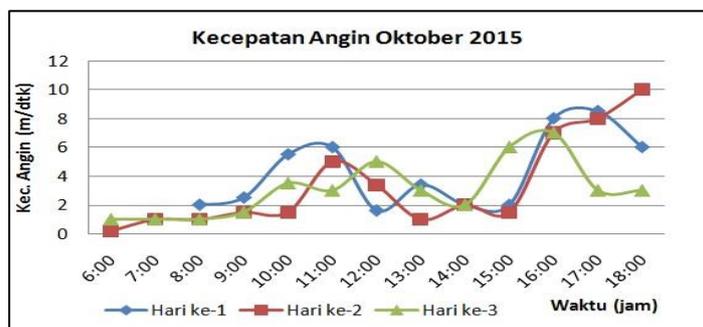
kecepatan angin pada bulan Agustus dan Oktober. Kecepatan angin rata-rata pada musim ini berada pada kisaran 0,80 m/dtk dengan kecepatan maksimum mencapai 2,13 m/dtk dan kecepatan minimum 0,11 m/dtk. Kondisi cuaca saat pengukuran pada umumnya cerah berawan dengan arah datangnya angin bervariasi, terbanyak berasal dari tenggara.



Gambar 6. Tinggi Gelombang Signifikan pada Musim Peralihan



Gambar 7. Periode Gelombang pada Musim Peralihan



Gambar 8. Kecepatan Angin pada Musim Peralihan

Kecepatan Arus Permukaan

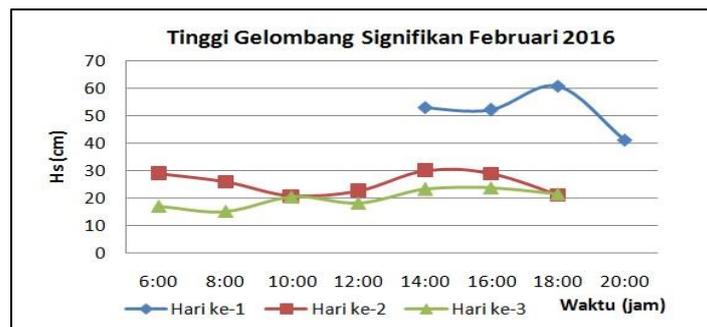
Secara umum, arus merupakan gerakan badan air. Untuk perairan dangkal dan perairan pantai, arus dapat dibangkitkan oleh pasut, gelombang dan

sampai tingkat tertentu oleh angin. Pengetahuan mengenai dinamika arus di wilayah perairan diperlukan untuk kajian dinamika pantai, kualitas lingkungan serta rekayasa wilayah (Poerbandono dan

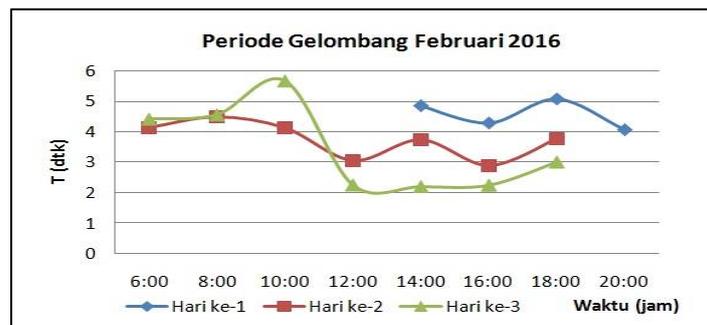
Djunarsjah, 2005). Dalam studi ini, kecepatan arus terukur adalah kecepatan arus permukaan. Kecepatan arus diukur dengan menggunakan perangkat pelampung arus, kompas dan *flowmeter*. Kecepatan arus selama periode pengukuran juga dilakukan berdasarkan variabilitas musiman. Pengukuran pada Bulan Agustus mewakili Musim Timur, Bulan Oktober mewakili Musim Peralihan dan Bulan Februari mewakili Musim Barat. Grafik

kecepatan arus permukaan berdasarkan hasil pengukuran untuk ketiga periode musiman tersebut, dapat dilihat pada Gambar 12 – Gambar 14.

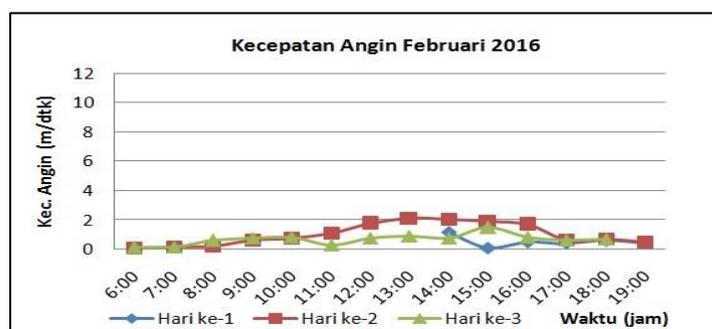
Kecepatan arus selama periode pengukuran diperoleh pada Musim Timur, diperoleh rata-rata kecepatan mencapai 0,05 m/dtk, dengan kecepatan maksimum adalah 0,10 dan kecepatan minimum 0,01 m/dtk (Gambar 12). Sebagian besar arus yang terukur berarah timur laut.



Gambar 9. Tinggi Gelombang Signifikan pada Musim Barat



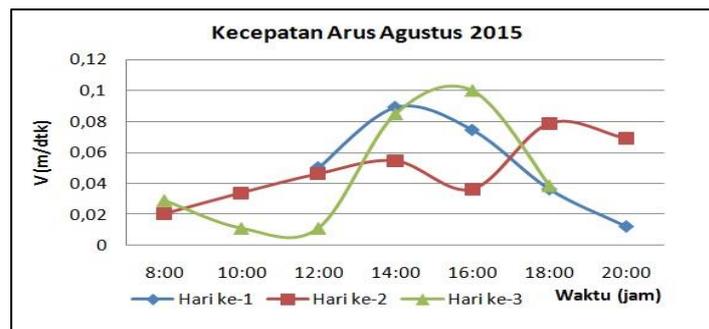
Gambar 10. Periode Gelombang pada Musim Barat



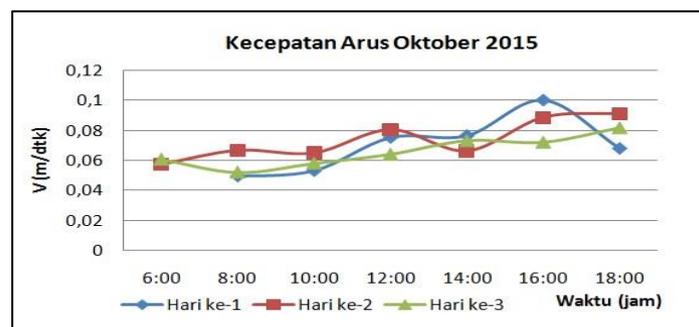
Gambar 11. Kecepatan Angin pada Musim Barat

Pengukuran kecepatan arus untuk Musim Peralihan dilakukan pada tanggal 30 Oktober – 1 November 2015 dengan waktu pengukuran dari jam 6.00 hingga jam 18.00. Kecepatan arus terukur adalah kecepatan arus permukaan dengan kecepatan maksimum mencapai 0,10 m/dtk, kecepatan minimum 0,05 m/dtk dan kecepatan rata-ratanya sekitar 0,07 m/dtk (Gambar 13). Arus yang terukur sebagian berarah barat laut dan sebagian lagi berarah timur laut.

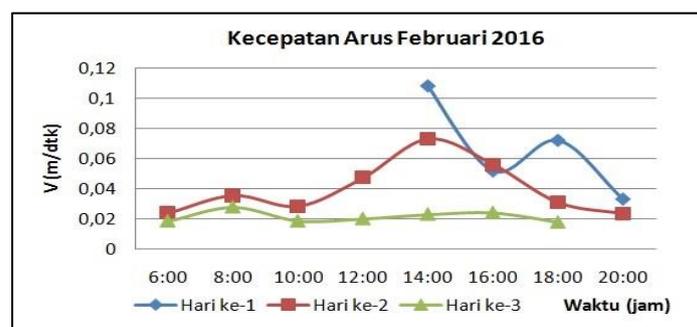
Pengukuran kecepatan arus pada Musim Barat dilakukan pada tanggal 12 – 14 Februari 2016. Kecepatan arus permukaan selama periode pengukuran, diperoleh kecepatan maksimum mencapai 0,108 m/dtk, kecepatan minimum 0,018 m/dtk dan kecepatan rata-ratanya sekitar 0,04 m/dtk (Gambar 14). Arus yang terukur pada Musim Barat selama periode pengukuran, dominan berarah tenggara dan barat daya.



Gambar 12. Kecepatan Arus Permukaan pada Musim Timur



Gambar 13. Kecepatan Arus Permukaan pada Musim Peralihan



Gambar 14. Kecepatan Arus Permukaan pada Musim Barat

Pembahasan

*) *Corresponding Author*: hosiana.meylin.d@mail.ugm.ac.id (+628114501126)

Dari hasil pengukuran di lokasi pengamatan, terlihat bahwa perubahan tinggi gelombang selama rentang waktu pengamatan masing-masing pada ketiga musim yang berbeda, diperoleh tinggi gelombang lebih fluktuatif terjadi pada Musim Barat dimana diperoleh tinggi gelombang maksimum mencapai 105,0 cm dengan rata-rata 35,7 cm dan minimum 5,0 cm (Gambar 2) dengan tinggi gelombang signifikan maksimumnya (H_s) mencapai 61,0 cm. Untuk kedua musim lainnya, Musim Timur (Agustus), kisaran tinggi gelombang teramati maksimum 42,0 cm dengan rata-rata sebesar 14,4 cm dan minimum sebesar 2 cm dimana H_s mencapai 24,0 cm. Pengukuran pada Musim Peralihan (Oktober), tinggi gelombang maksimum mencapai 41,0 cm dengan rata-rata sebesar 16,9 cm dan minimum sebesar 4,0 cm dimana H_s mencapai 25,0 cm.

Jika membandingkan antara kecepatan angin dan kondisi gelombang yang terjadi saat pengukuran, dapat dilihat bahwa meskipun tinggi gelombang maksimum terjadi pada bulan Februari (Musim Barat), tetapi kecepatan angin yang teramati pada rentang waktu pengamatan gelombang tersebut, nilainya cukup kecil dibanding dengan kecepatan angin pada kedua musim lainnya. Pada pengamatan di Musim Timur, terlihat kecepatan angin memuncak pada siang hari sementara tinggi gelombang yang dihasilkan selama waktu-waktu pengambilan data, cenderung sama bahkan tidak terlalu nampak fluktuasinya. Demikian halnya dengan pengamatan

gelombang pada Musim Peralihan dimana selama periode pengukuran, tinggi gelombang yang dihasilkan juga cenderung memiliki tren yang sama seperti rekaman gelombang pada Musim Timur meskipun fluktuasi angin pada saat pengukuran cenderung meningkat di sore hari. Dengan melihat kondisi ini maka dapat dikatakan bahwa tinggi gelombang yang teramati baik pada Bulan Februari maupun pada kedua musim lainnya sepenuhnya merupakan *swell* yang mencapai perairan pantai Lembasada yang berasal dari perairan lepas Selat Makassar.

Selanjutnya untuk pengamatan kecepatan arus permukaan di lokasi pengambilan data, terlihat bahwa kecepatan arus yang terjadi pada Musim Timur dan Musim Peralihan, cenderung lebih nampak menunjukkan tren yang sama dengan kecepatan angin setempat, dengan kecepatan arus cenderung memuncak ketika kecepatan angin memuncak. Pada Musim Timur, arah angin dominan berasal dari Timur Laut yang juga berarah sama dengan arah arus pada musim ini. Untuk Musim Peralihan juga demikian, arah angin dominan berasal dari Barat Laut dengan kecepatan arus menuju Barat Laut. Kecepatan angin pada pengukuran Bulan Februari (Musim Barat), dominan berasal dari Tenggara dan kecepatan arusnya mengarah ke Tenggara dan Barat Daya. Arus yang terbentuk pada Musim Barat terindikasi adalah dominan arus yang dihasilkan oleh medan gelombang yang mengarah ke arah daratan yang kemudian menyebar ke Tenggara dan Barat Daya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di perairan Lembasada maka dapat disimpulkan bahwa pengamatan gelombang laut pada ketiga musim yang

berbeda, diperoleh tinggi gelombang maksimum terjadi pada Musim Barat mencapai 105,0 cm dengan tinggi gelombang signifikan maksimumnya (H_s) mencapai 61,0 cm. Untuk kedua musim

lainnya, Musim Timur (Agustus), tinggi gelombang signifikan H_s mencapai 24,0 cm dan H_s pada Musim Peralihan mencapai 25,0 cm. Khusus untuk Musim Barat, tinggi gelombang terukur merupakan gelombang *swell* yang berasal dari perairan Selat Makassar dengan kecepatan angin pada saat pengukuran cenderung kecil. Arus yang terukur dominan merupakan arus yang dihasilkan oleh medan gelombang yang mengarah ke daratan kemudian menyusur pantai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengamatan di lapangan hingga terealisasinya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Horikawa, K., 1988, *Nearshore Dynamics and Coastal Process. Theory, Measurement and Predictive Model*, University of Tokyo Press.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2014, *Laut Sulawesi dan Selat Makassar Sulawesi Tengah*, PT. Gramedia, Jakarta.
- Nontji, A., 2005, *Laut Nusantara*, Cetakan Ketiga, Djambatan, Jakarta.
- Poerbandono dan Djunarsjah, E., 2005, *Survei Hidrografi*, Refika Aditama, Bandung.
- Triatmodjo, B., 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- World Meteorological Organization (WMO), 1998, *Guide To Wave Analysis And Forecasting*, Secretariat of the World Meteorological Organization – Geneva – Switzerland.