

**KAJIAN PARAMETER OSEANOGRAFI PERAIRAN PADA KAWASAN KONSERVASI PERAIRAN DI KOTA PADANG UNTUK Mendukung Wisata Bahari  
(Studi Kasus: Pulau Bindalang dan Pulau Sibonta)  
OCEANOGRAPHY STUDIES AT REGIONAL CONSERVATION AREAS, PADANG CITY  
(Case Study: Bindalang and Sibonta Islands)**

Try Al Tanto\* dan Ilham

Loka Riset Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir - BRSDM – KKP  
Jl. Raya Padang – Painan Km.16, Bungus, Kota Padang

\*Corresponding author email: [try.altanto@gmail.com](mailto:try.altanto@gmail.com)

Submitted: 15 December 2023 / Revised: 30 August 2023 / Accepted: 31 August 2023

<http://doi.org/10.21107/jk.v16i2.17858>

**ABSTRAK**

Kawasan perairan sekitar P. Bindalang dan P. Sibonta merupakan salah satu kawasan konservasi perairan di Kota Padang. Lokasi ke dua pulau ini cukup jauh dari daratan utama, sekitar 13.3 - 16 Km dari Muara Padang. Kajian parameter oseanografi diperlukan agar dalam pengelolaannya dapat dilakukan secara benar dan lebih baik. Tujuannya adalah untuk menentukan karakteristik beberapa parameter oseanografi di sekitar pulau, yaitu pasang surut, arus, gelombang laut, suhu dan salinitas permukaan laut. Metode yang digunakan dalam kajian adalah deskriptif, dengan menjelaskan karakteristik dari masing-masing parameter oseanografi yang dikaji. P. Bindalang dan P. Sibonta di kelilingi oleh pantai beting dan berpasir putih dengan pecahan karang, tergolong landai, pantai cukup luas dan lebar. Kedalaman laut sekitar pulau tergolong perairan dangkal (mencapai 60 - 190 m), termasuk landas kontinen. Pasang surut yang terjadi adalah pasang surut campuran condong ganda dengan tunggang pasut (tidal range) 149.42 cm. Arus permukaan laut cukup rendah, sebesar 4.69 – 15.33 cm/s (P. Bndalang) dan 4.14 – 20.16 cm/s (P. Sibonta). Nilai suhu permukaan laut (SPL) berkisar 30.0 – 30.3°C dan 30.1 – 30.6°C, salinitas permukaan 33.6 – 33.8 ‰ dan 30.7 – 33.8 ‰, serta kecerahan perairan 3.4 – 13.15 m dan 13 – 17.4 m. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kondisi kawasan perairan pesisir di sekitar P. Bindalang dan P. Sibonta dalam kondisi sangat baik. Hal ini sangat mendukung untuk keberlanjutan kawasan konservasi tersebut dan dapat dikembangkan sebagai lokasi wisata bahari ke depannya.

**Kata kunci:** Oseanografi, Pasang Surut, Arus, Gelombang, SPL, Salinitas, Pulau Bindalang, Pulau Sibonta.

**ABSTRACT**

Water areas at Bindalang and Sibonta Island is which one protected areas in padang city water. Both the islands longth enough from Muara Padang (13.3 – 16 Km). Studies of water and coastal important to do so it could manage with easy and better for future. The purpose is known oceanography paramaters such as tides, current, waves, SST and salinity. The methods was using descriptif, can explained the characteristic of each oceanography parameters. The islands have beting coastal, white sand and coral broken, slope slightly (4.12 – 9.52°), width coastal areas. water depth at island around until 60 – 190 m, is continental shelf. Tide characteristic is mix tide premordially semidiurnal and tidal range 149.42 cm. Sea surface current were low of 4.6.9 – 15.33 cm/s (Bndalang Island) and 4.14 – 20.16 cm/s (Sibonta Island). Parameters of SST values 30.0– 30.3°C and 30.1– 30.6°C, salinity values were 33.6 – 33.8 ‰ and 30.7 – 33.8 ‰, and water visibility 3.4 – 13.15 m and 13 – 17.4 m (until 100 %). The conditions of coastal and water area was better, so this is very supportive for the sustainability of the designated conservation area.

**Keywords:** Oceanography, Tides, Sea Current, Sea Waves, SST, Salinity, Bindalang Island, Sibonta Island.

## PENDAHULUAN

Dalam Peraturan Menteri KP No.17 tahun 2008, disebutkan bahwa kawasan konservasi adalah bagian wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang mempunyai ciri khas tertentu sebagai satu kesatuan ekosistem yang dilindungi, dilestarikan dan/atau dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk mewujudkan pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil secara berkelanjutan. Di wilayah Provinsi Sumatera Barat, terdapat 7 kawasan konservasi perairan, yang tersebar di beberapa daerah kota/kabupaten, yaitu Kabupaten Pesisir Selatan, Kota Padang, Padang Pariaman, Kota Pariaman, Agam, Pasaman Barat, dan Kepulauan Mentawai. Kawasan konservasi perairan yang ada di Kota Padang dinamakan dengan Taman Pulau Kecil. Kawasan konservasi ini terdiri dari 2 zona, yaitu zona 1 (Kawasan P. Bindalang dan P. Sibonta, juga termasuk P. Gosong Pasir) dan zona 2 (Kawasan P. Pasumpahan, P. Sikuai, P. Sirandah, P. Sironjong, serta perairan pesisir sekitarnya). Kajian dilakukan terbatas pada kawasan konservasi perairan daerah (KKPD) Taman Pulau Kecil untuk zona 1 (P. Bindalang dan P. Sibonta).

Kondisi parameter oseanografi suatu pulau kecil penting dikaji sejak awal, untuk dijadikan acuan dan masukan dalam proses perkembangan pulau ke depannya. Pengamatan / kajian tersebut penting dilakukan sebelum tersentuh oleh kegiatan untuk keperluan perencanaan, baik dalam rencana pembangunan fisik, juga kegiatan operasi lainnya di sekitar lokasi. Tingkat kerusakan lingkungan yang tinggi, baik yang disebabkan oleh pariwisata atau akibat tekanan lain, dapat berdampak buruk pada nilai ekonomi wilayah tersebut (Rusli *et al.*, 2016). Hal ini tentunya juga berdampak negatif pada suatu wilayah yang sudah ditetapkan sebagai kawasan konservasi perairan. Samawi *et al.* (2015) mengatakan bahwa parameter oseanografi perairan merupakan variabel penting dalam mendukung pengelolaan suatu daerah kawasan konservasi perairan.

Pengamatan dan kajian pasang surut (pasut) suatu perairan penting untuk berbagai keperluan seperti navigasi, perencanaan pembuatan dermaga ataupun pelabuhan, bangunan pantai, jembatan laut, dan juga dalam pemasangan pipa bawah laut, serta keperluan lainnya (Pugh, 1996; Sudjono *et al.*, 2011). Dalam perkembangan P. Bindalang dan P. Sibonta, tentunya akan banyak perencanaan ke depannya, karena dalam pengelolaan pulau sebagai kawasan konservasi perairan.

Pembangunan fisik dapat terjadi, bahkan tidak menutup kemungkinan perlu pembangunan dermaga pada pulau-pulau tersebut. Hal ini memerlukan data kajian pasut yang mendekati kondisi alam di luar pengaruh lainnya seperti bencana badai ataupun gelombang tsunami. Informasi pasut tersebut penting, sehingga dalam hal perencanaan pengelolaan atau pembangunan tersebut, dapat terhindari dari pasut tinggi yang dapat membuat banjir pada area pesisir. Selain itu, parameter arus laut, gelombang laut dan SPL sekitar perairan pulau juga penting untuk dilakukan kajian.

Suhu laut merupakan salah satu parameter kualitas perairan yang umum dipantau, karena pertumbuhan dan kehidupan biota laut sangat dipengaruhi oleh suhu perairan. Suhu air laut optimum untuk pertumbuhan plankton di laut tropis adalah antara 25 – 32°C (Wyrki, 1961; Hartoko, 2013). Kehidupan plankton dengan suhu air laut dalam kisaran luas disebut sebagai *eurythermal*, sementara mereka yang hidup dalam rentang sempit disebut sebagai *stenothermal*. Terdapat rentang tertentu SPL untuk ekosistem pesisir, seperti ekosistem terumbu karang dan lamun berkisar antara 28 - 30°C, sedangkan pada mangrove kisaran suhu lebih lebar yaitunya antara 28 – 32°C (diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 2°C dari suhu alami). Nilai SPL dapat digunakan sebagai penentu fenomena *upwelling* di Indonesia (Hasyim *et al.*, 2010). Intensitas tingginya kejadian *upwelling* dapat dilihat dari penurunan SPL yang mencapai 2°C dari rata-rata musiman (Kemili dan Putri, 2012). Hal ini juga terkait erat dengan fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) dan ENSO (El Nino dan La Nina). Kejadian fenomena IOD dapat diperkirakan dengan adanya anomali SPL negatif dari nilai secara normal di bagian pantai barat Sumatera (Dipo *et al.*, 2011). Siklus dari fenomena IOD semakin menguat dan meluas hingga perairan pantai barat Sumatera pada bulan Juli – Agustus. Anomali SPL negatif yang terjadi tersebut merupakan salah satu tanda kejadian *upwelling*. Fenomena El Nino berkaitan dengan memanasnya suhu permukaan laut, sedangkan La Nina ditandai dengan menurunnya suhu permukaan laut. Kejadian El Nino dan La Nina dapat berdampak terhadap kejadian hujan, dimana saat El Nino curah hujan menjadi berkurang dan saat La Nina akan meningkatkan curah hujan (Oktaviani *et al.*, 2014). SPL juga merupakan faktor penting dalam kejadian / distribusi hujan di wilayah Indonesia (Awaluddin, 2011), dimana SPL yang hangat di suatu wilayah akan mempengaruhi konveksi yang tinggi dan timbulnya hujan yang penting.

Parameter penting oseanografi lainnya sebagai penentu baiknya suatu kondisi perairan laut adalah salinitas, kecerahan dan kekeruhan perairan. Salinitas mempunyai peranan penting dalam kehidupan organisme laut dan kelarutan gas di dalam air laut. Parameter salinitas juga digunakan untuk melihat baku mutu bagi kehidupan biota laut, kegiatan wisata bahari, dan untuk pelabuhan, dimana nilai kandungan salinitas perairan harus alami. Hanya ada rentang untuk kelangsungan hidup terumbu karang dan lamun sebesar 33 - 34 ‰, dan pada mangrove dengan nilai s/d 34 ‰. Kisaran salinitas optimal dan baik bagi pertumbuhan terumbu karang adalah antara 32 - 35 ‰ (Nontji, 2007).

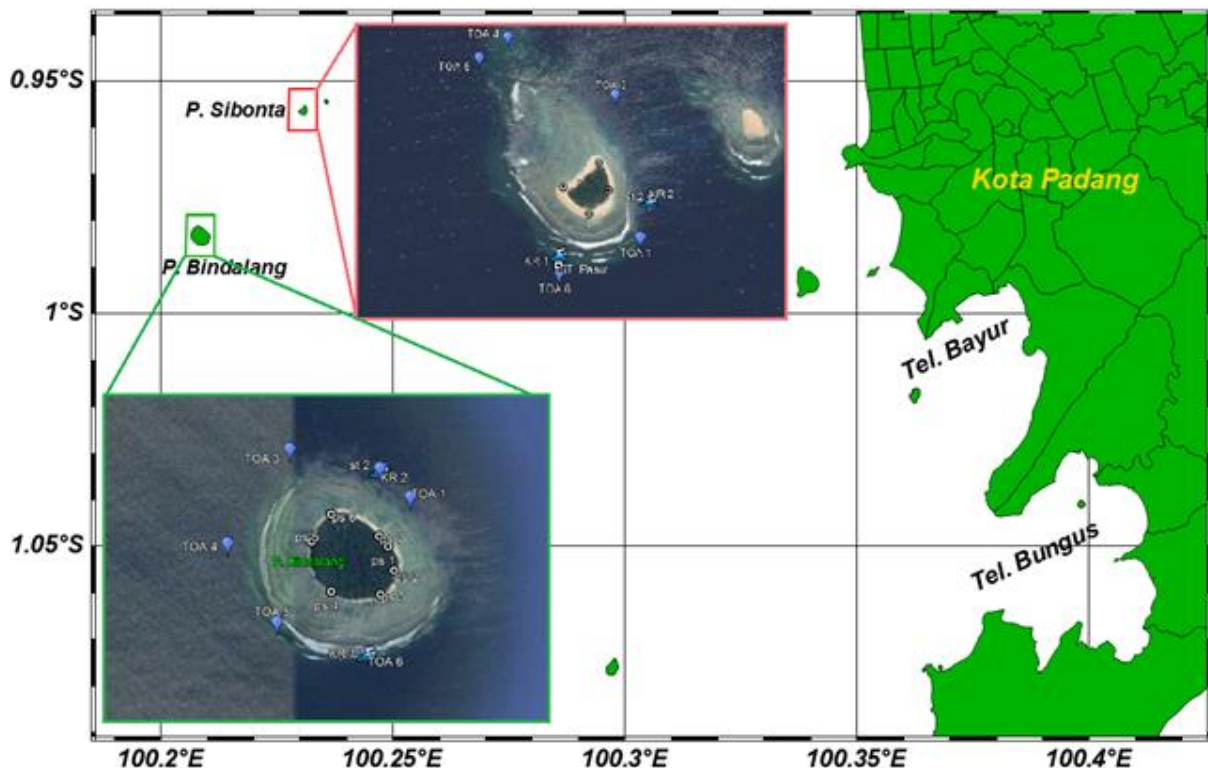
Dengan segala kondisi yang dapat terjadi tersebut, perlu suatu kajian dilakukan pada perairan di sekitar kawasan konservasi perairan ini (P. Sibonta dan P. Bindalang). Tujuannya adalah untuk mengkaji parameter oseanografi perairan, seperti pasut, arus dan gelombang laut, serta suhu dan salinitas permukaan. Kajian ini diharapkan dapat

berguna sebagai data awal dan mendukung pengembangan pulau ke depannya.

### MATERI DAN METODE

Lokasi P. Bindalang dan P. Sibonta cukup jauh dari daratan utama Pulau Sumatera, sekitar 7 – 8.7 *Nautical Mil* (13 – 16 Km) dari Muara / Pantai Padang. Pada kawasan P. Bindalang terdapat zona inti, berada pada bagian timur laut perairan pulau. Zona inti merupakan kawasan yang harus dijaga secara baik dan memiliki peraturan tertentu sehingga dapat terlindungi.

Pengumpulan data untuk kajian dilakukan berupa pengambilan data primer dan data sekunder. Pengambilan data di lapangan (primer) dilakukan pada bulan Agustus 2015, diantaranya karakteristik pesisir dan beberapa parameter oseanografi perairan. Pengambilan data tersebut dilakukan di sekeliling pulau untuk mewakili keadaan secara keseluruhan dari pulau-pulau tersebut (**Gambar 1**).



Sumber peta: GoogleEarth (2019)

**Gambar 1.** Titik pengambilan data di P. Bindalang dan P. Sibonta

Untuk kajian karakteristik pesisir dilakukan pengukuran kemiringan dan lebar pantai, material / sedimen penyusun, serta vegetasi / tutupan lahan sekitar pantai. Data parameter oseanografi yang diukur adalah tinggi muka laut (pasut), arus permukaan, suhu permukaan dan salinitas, serta data kekeruhan dan

kecerahan perairan untuk data pendukung. Pengukuran arus permukaan dilakukan dengan menggunakan alat pengukur floating droudge. Suhu dan salinitas permukaan diukur menggunakan alat portabel multiparameter checker.

Parameter pasang surut pada lokasi perairan sekitar P. Sibonta diperoleh dari alat pengukur portabel *HOBO*. Selain itu, hasil pengukuran data pasang surut tersebut dilakukan perbandingan data dengan model *NAOTide* (Matsumoto *et al.*, 2000), untuk sekitar perairan P. Sibonta dan juga perairan P. Bindalang. Analisis data pengukuran pasut juga dilakukan dengan melakukan uji kualitas data melalui perbandingan antara data hasil pengukuran dan data model. Kualitas data hasil pengukuran dapat tergambar dari nilai *RMSD* (*Root Mean Square Deviation*) sebagai berikut:

$$RMSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_j)^2}{n}} \dots\dots\dots (1)$$

$x_i$  adalah data pengukuran pasut lapang jam ke- $i$  dan  $x_j$  dari data hasil model pasut jam ke- $j$ , serta  $n$  adalah jumlah data pengukuran.

Dari data pengukuran pasang surut di lapang dapat ditentukan tipe pasut perairan tersebut secara manual dengan melihat grafik pasut yang dihasilkan. Selain itu, tipe pasut juga dapat ditentukan dengan bilangan *formzahl*, dengan melakukan perbandingan nilai komponen utama pasut tunggal (K1 dan O1) dengan komponen utama pasut ganda (M2 dan S2). Analisis dan pengolahan data pasut menggunakan metode *leastsquare*, menggunakan perangkat lunak *ERTIDE* (ERG.inc., 1999), sehingga diperoleh konstituen pasang surut. Dengan nilai konstituen yang dihasilkan tersebut, sehingga penentuan tipe pasang surut yang terjadi menggunakan rumus bilangan *formzahl* (F). Klasifikasi karakteristik pasang surut berdasarkan nilai bilangan *formzahl* tersebut adalah:

- 0 < F < 0.25 : semi diurnal, dimana dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan bentuk gelombang simetris.
- 0.25 ≤ F < 1.5 : campuran condong semi diurnal, dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang kedua (asimetris) dengan bentuk condong semi diurnal.
- 1.5 ≤ F ≤ 3.0 : campuran condong diurnal, dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang kedua

dengan bentuk condong diurnal.  
 F > 3.0 : diurnal, dalam sehari terjadi sekali pasang dan sekali surut.

Data arus laut diperoleh dari pengukuran alat ukur *floating droudge* dengan menggunakan metode *lagrangian*. Metode ini adalah suatu metode untuk mempelajari gerak fluida (dalam hal ini arus laut) yang dilakukan dengan pengamatan gerakan partikel fluida tersebut dari satu titik ke titik berikutnya dalam rentang waktu tertentu (Stewart, 2008; Purba, 2016). Peralatan *floating droudge* dilengkapi tali yang sudah memiliki ukuran sebagai alat bantu pada pengukuran arus laut tersebut, kompas (penunjuk arah), serta *stopwatch* (penentuan waktu / lama alat bergerak). Pengolahan data arus laut dilakukan berdasarkan kecepatan dan arah dari kejadian arus yang terukur pada setiap titik pengamatan, kemudian ditampilkan secara spasial di sekitar lokasi kajian.

Data gelombang laut yang diperoleh adalah dari data sekunder, berupa data tinggi gelombang signifikan. Data tersebut diperoleh dari ECMWF (ECMWF 2015) pada bagian tenggara dari P. Bindalang dan juga P. Sibonta, sekitar 2.3 Nautical Mil dari P. Bindalang. Titik koordinat perolehan data tinggi gelombang signifikan adalah 100.25°BT dan 1°LS. Data gelombang laut diambil dalam rentang waktu selama pengukuran. Selain itu data tinggi gelombang laut juga dilakukan perhitungan dari data angin permukaan  $u$  dan  $v$ , yang diperoleh dari titik yang sama (ECMWF 2015b).

Sebelum melakukan perhitungan komponen gelombang dari data angin, perlu melakukan beberapa koreksi terhadap data angin, yaitu koreksi ketinggian (tidak dilakukan karena data angin sudah pada ketinggian 10 m), koreksi durasi, koreksi pengukuran angin dari darat ke laut, dan koreksi stabilitas. Selanjutnya dilakukan penentuan *fetch*. Perhitungan *fetch* efektif ( $f_{eff}$ ) hanya dilakukan pada saat arah angin cukup dominan. Jika panjang *fetch* lebih dari 200 km, maka panjang *fetch* maksimal yang digunakan adalah 200 km. Perhitungan tinggi dan periode gelombang digunakan persamaan berikut (Department of The Army, 2003):

$$\frac{gH_{mo}}{U_*^2} = 4.13 * 10^{-2} * \left(\frac{gX}{U_*^2}\right)^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{gT_p}{U_*} = 0.651 * \left(\frac{gX}{U_*^2}\right)^{1/3} ; C_D = \frac{U_*^2}{U_{10}^2} \text{ atau } \dots\dots\dots (3)$$

$$U_* = \sqrt{C_D U_{10}^2}; C_D = 0.001 (1.1 + 0.035 U_{10}) \dots (4)$$

$H_{m0}$  = tinggi gelombang signifikan;  $T_p$  = periode gelombang laut;  $X$  = jarak *fetch* dari mana angin berhembus;  $U_{10}$  = kecepatan angin pada ketinggian 10 m;  $U_*$  = kecepatan friksi "*friction velocity*";  $C_D$  = koefisien gesekan "*drag coefficient*".

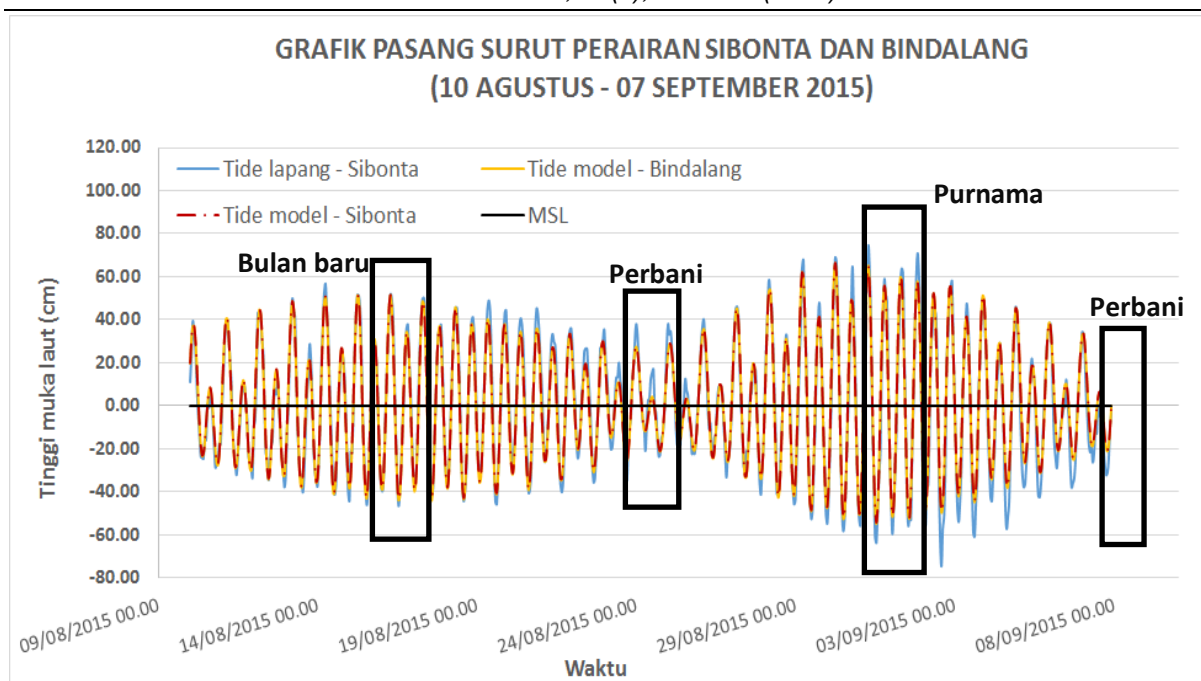
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gugusan pulau di P. Sibonta terbagi menjadi dua (2) pulau yaitu P. Sibonta dan P. Gosong Pasir di bagian timur laut. P. Sibonta secara keseluruhan di kelilingi oleh pantai beting dengan garis pantai sepanjang 686.77 m. Pada bagian Timur hingga Selatan pulau, memiliki kemiringan pantai tergolong cukup *slope* yaitu  $9.37 - 9.94^\circ$ , namun pada bagian lainnya (Utara dan Barat) masih tergolong landai berkisar antara  $4.12 - 7.34^\circ$ . Secara umum, nilai kemiringan pantai di P. Sibonta masih tergolong landai untuk kondisi pulau kecil yang berada cukup jauh dari pulau / daratan utama. Pesisir pantai di P. Sibonta secara umum juga sangat lebar terdapat di sekeliling pulaunya, kisaran lebar pantai sekitar  $13.9 - 33.2$  m dengan luas total sekitar  $1.13$  Ha. P. Bindalang yang masih berdekatan dari P. Sibonta (sekitar  $1.6$  Nautical Mil) memiliki luas sekitar  $14.6$  Ha (lebih luas dari P. Sibonta). Secara keseluruhan pulau ini juga di kelilingi oleh pantai beting dengan garis pantai sepanjang  $1.40$  km. Di sekitar pantai P. Bindalang terlihat cukup banyak sampah, diduga berasal dari daratan pulau maupun dari daratan pulau-pulau lain yang kemudian terdampar pada pulau ini. Secara umum, pesisir pantai P. Bindalang memiliki kemiringan yang cukup *slope* dengan rata-rata  $9.36^\circ$ , terutama pantai bagian Tenggara hingga Barat Laut pulau dengan kisaran  $9.93 - 11.68^\circ$ . Namun nilai kemiringan pantai ini normal terjadi, melihat kondisi pulau cukup jauh dari daratan utama. Untuk lebar pantai di pulau ini berkisar antara  $13.10 - 20.60$  m, tergolong sangat lebar dengan luas total wilayah pesisir sebesar  $2.58$  Ha.

Tipe sedimen pantai di P. Sibonta umumnya berpasir putih dengan sedikit pecahan karang,

sedangkan tipe sedimen dasar perairannya adalah berupa karang berpasir. Terlihat abrasi setinggi  $0.28$  m pada bagian timur dan  $0.79$  m pada bagian Barat pulau, hal ini menandakan gelombang cukup besar terjadi di sekitar pulau, yang mana pada bagian barat yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia tentu lebih tinggi lagi dari pada bagian timurnya. Vegetasi yang ada di pulau ini berupa pohon kelapa, ketapang, pandan laut dan semak belukar sedang, dengan luas total vegetasi sekitar  $1.49$  Ha. Selain itu, pada saat kondisi air surut terlihat adanya P. Gosong Pasir pada kawasan pulau ini (arah Timur Laut), dengan tutupan kawasan berupa hamparan pasir seluas  $0.5$  Ha. Untuk P. Bindalang secara umum juga memiliki tipe sedimen pantai berpasir putih dengan pecahan karang, sedangkan tipe sedimen dasar perairannya adalah berupa karang berpasir. Terlihat abrasi setinggi  $1.3$  m pada bagian Timur - Tenggara dan  $0.9$  m pada bagian Utara pulau. Seperti halnya di P. Sibonta, kondisi ini menandakan gelombang cukup besar terjadi di sekitar pulau. Vegetasi yang ada di pulau ini berupa pohon kelapa (dominan), ketapang, pandan laut dan semak belukar tinggi, dengan luas total vegetasi sekitar  $10.87$  Ha. Beberapa bagian lokasi pantai di P. Bindalang dan P. Sibonta, terlihat kejadian abrasi, diduga akibat gelombang laut ataupun parameter oseanografi lainnya yang dapat berpengaruh karena pulau berada dekat perairan laut lepas. Karakteristik pesisir dari P. Sibonta dan P. Bindalang ini masih dalam kondisi yang baik, sehingga mendukung sebagai kawasan konservasi yang berkembang baik ke depannya. Tidak menutup kemungkinan beberapa area dari pulau-pulau ini dapat berkembang menjadi lokasi ekowisata bahari, yang secara utama berkembang melalui pendekatan konservasi laut (Yulianda, 2007).

Kedalaman perairan sekitar P. Sibonta menunjukkan kisaran  $0 - 5$  m seluas  $15.4$  Ha serta  $3.6$  Ha dekat Gosong Pasir, kedalaman  $5 - 10$  m seluas  $8.6$  Ha di P. Sibonta dan  $3.8$  Ha di Gosong Pasir. Kondisi kedalaman perairan sekitar P. Bindalang menunjukkan kisaran  $0 - 5$  m seluas  $38.94$  Ha dan kedalaman perairan  $5 - 10$  m seluas  $6.28$  Ha (DKP Prov. Sumatera Barat, 2014).



**Gambar 2.** Grafik pasang surut P. Sibonta dan P. Bindalang (10 Agustus – 7 September 2015); garis biru: pasut Sibonta pengukuran lapang, garis merah putus-putus: pasut Sibonta model, garis kuning: pasut Bindalang hasil model, dan garis hitam: MSL=0 cm.

Nilai pasang surut perairan di sekitar P. Sibonta (**Gambar 2**), memiliki rentang pasang surut (*tidal range*) sebesar 149.42 cm, sedikit lebih tinggi dari pada pasut dekat daratan utama sebesar 139.30 cm (Tanto *et al.*, 2016). Hal ini dapat terjadi karena lokasi P. Sibonta cukup jauh dari daratan utama dan berada dekat laut lepas, memiliki topografi dasar yang lebih dalam, serta perairan laut pada sekitar perairan ini lebih bergolak karena pengaruh angin sangat besar. Data pengukuran pasut ini memiliki RMSD sebesar 13.64 cm. Nilai dari RMSD pengukuran alat pengukur pasut masih dapat ditolerir, melihat perairan laut di sekitar P. Sibonta cukup bergolak, sehingga tinggi muka air menjadi cukup dinamis akibat banyak fenomena laut lepas pada perairan ini.

Secara umum pengukuran data pasang surut dibandingkan dengan nilai model memiliki pola yang sama, hanya terjadi perbedaan signifikan saat tinggi air maksimum dan tinggi air minimum. Selain itu, terlihat juga bahwa nilai pasut perairan P. Sibonta dan P. Bindalang relatif sama (berimpit), sehingga grafik garis yang terdapat dalam **Gambar 2** tidak terlihat perbedaan nyata. Terlihat dari hasil model tinggi muka air pada ke dua perairan, dengan perbedaan sangat kecil, dengan nilai RMSD sebesar 0.11 cm. Hal ini dapat terjadi karena ke dua pulau cukup berdekatan, dengan jarak sekitar 3.65 Km, sehingga perbedaan tinggi muka laut tidak signifikan.

Berdasarkan grafik tinggi muka air (**Gambar 2**), jenis pasut pada perairan ini adalah pasut campuran dominan ganda, terbentuk 2 gelombang (2 puncak dan 2 lembah). Terdapat perbedaan antara gelombang pasut pertama dan gelombang pasut ke dua, dengan nilai puncak pertama juga berbeda dari puncak ke dua. Adapun bentuk gelombang pasut pertama memiliki rentang cukup kecil yang terlihat dari tanggal 10 - 24 Agustus 2015 (tertinggi sebesar 56.50 cm dan terendah -46.67 cm, rentang sebesar 103.17 cm). Pada saat air laut pasang mencapai nilai tertinggi dan air surut mencapai nilai terendah dalam rentang tanggal tersebut, waktu tersebut merupakan bulan baru penanggalan *Hijriyah*, tepatnya pada tanggal 16 Agustus 2015. Namun saat bagian akhir dari bentuk gelombang 1 tersebut, terlihat air laut pasang paling rendah dan air surut lebih tinggi, menandakan kejadian pasang perbani. Pada saat tersebut nilai tinggi muka air laut sebesar 12.42 cm (pasang) dan -13.58 cm (surut), terjadi pada tanggal 25 Agustus 2015 (**Gambar 2**). Bentuk gelombang pasut ke dua terjadi pada rentang tanggal 26 Agustus – 07 September 2015. Terlihat bentuk pasut paling besar terjadi dalam rentang ini, yaitu sekitar tanggal 30 - 31 Agustus 2015 (**Gambar 2**). Pada saat tersebut memiliki rentang tinggi muka air yang lebih besar yaitu sebesar 138.41 cm (tertinggi sebesar 74.58 cm dan terendah -63.83 cm), menunjukkan kondisi bulan sedang purnama. Dengan kejadian pasut tersebut, dapat terlihat bahwa saat perairan surut

menjadikan area pantai pulau semakin lebar terutama P. Sibonta, sedangkan saat perairan pasang membuat air laut mencapai hingga

bagian atas pulau (terlihat batas air pada bagian pantai atas).

**Tabel 1.** Komponen harmonik pasang surut perairan P. Sibonta dan sekitarnya

Konstituen	Amplitudo	Beda Fasa
<b>M2</b>	<b>35.71</b>	<b>55.23</b>
<b>S2</b>	<b>13.01</b>	<b>215.34</b>
N2	8.00	75.85
K2	4.57	242.82
<b>K1</b>	<b>14.67</b>	<b>208.23</b>
<b>O1</b>	<b>5.59</b>	<b>221.22</b>
P1	5.22	116.51
M4	1.88	194.60
MS4	0.88	61.84
S0	-0.05	

Sumber: hasil pengolahan (2018)

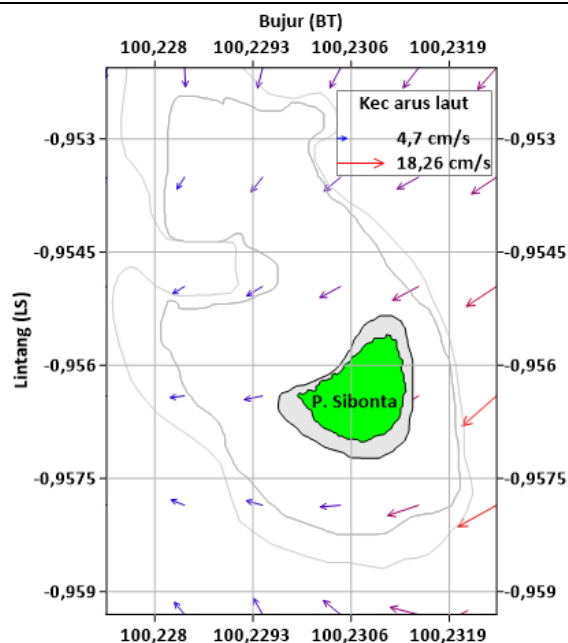
Untuk menguatkan asumsi tersebut, ditentukan juga bilangan *Formzahl* dari analisis yang dilakukan, diperoleh konstanta pasang surut menggunakan interval data 1 jam dan penggunaan data pada pengukuran tanggal 10 Agustus - 7 September 2015 (**Tabel 1**). Bilangan *Formzahl* yang diperoleh dari perhitungan komponen diurnal utama (K1 dan O1) dan semidiurnal utama (M2 dan S2) komponen pasang surut perairan P. Sibonta adalah sebesar 0.4158 ( $0.25 \leq F < 1.5$ ), artinya pasang surut yang terjadi merupakan campuran condong semi diurnal, terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, dengan bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang kedua (asimetris) dan bentuk condong semi diurnal. Komponen pasut yang dominan pada perairan sekitar P. Sibonta adalah komponen ganda M2 dengan nilai amplitudo sebesar 35.71 cm. Secara umum tipe pasut pada perairan laut lepas Kota Padang masih sama dengan pasut pada perairan dekat daratan utamanya.

Arus permukaan di sekitar P. Sibonta tergolong rendah, berkisar antara 4.14 – 20.16 cm/s. Secara umum, arah arus mengarah ke daratan pulau pada setiap bagiannya. Hal ini dapat terjadi karena secara umum arus permukaan dekat pulau ataupun daratan lebih condong dibangkitkan oleh pasang surut perairan. Walaupun pulau ini berada cukup jauh dari daratan utama, menyebabkan terdapat pengaruh lain yang dapat membangkitkan / mempengaruhi kejadian arus laut seperti komponen angin. Cukup rendahnya kondisi arus laut di sekitar pulau sangat mendukung kegiatan wisata di pulau, karena wisatawan dapat dengan aman dan nyaman melakukan aktivitas baik di pinggir pantai maupun berenang (*snorkling*), serta menyelam. Nilai arus laut tersebut baik dijadikan sebagai lokasi wisata pantai (rentang kecepatan arus laut mencapai 17 cm/s / sangat sesuai dan mencapai 34 cm/s / cukup sesuai) atau sebagai wisata selam dan *snorkling* (rentang kecepatan arus laut mencapai 15 cm/s / sangat sesuai dan mencapai 30 cm/s / cukup sesuai) (Yulianda, 2007).

**Tabel 2.** Kondisi arus permukaan di P. Sibonta

No	Koordinat		Arus permukaan	
	Latitude (LS)	Longitude (BT)	Kecepatan (cm/s)	Arah (°)
1	00°57'29.6"	100°13'50.1"	8.22	268 (barat)
2	00°57'25.4"	100°13'57.1"	20.16	225 (barat daya)
3	00°57'13.9"	100°13'53.5"	10.31	248 (barat daya)
4	00°57'07.4"	100°13'41.7"	8.40	175 (selatan)
5	00°57'09.7"	100°13'38.5"	4.14	203 (barat daya)
6	00°57'33.5"	100°13'47.1"	8.63	335 (utara)

Sumber: hasil pengukuran (2015)



**Gambar 3.** Stict plot arus permukaan P. Sibonta

Kondisi di perairan P. Bindalang, juga memiliki kondisi arus laut yang relatif rendah. Kisaran nilai arus permukaan yang terjadi adalah sebesar 4.69 – 15.33 cm/s (**Tabel 3**). Rentang kejadian arus pada pulau ini sedikit lebih rendah dari pada kejadian di P. Sibonta, bahkan menjadikan parameter arus laut sangat sesuai sebagai peruntukan wisata pantai (maksimal 17 cm/s), serta untuk dijadikan lokasi wisata selam dan *snorkling* (maksimal 15 cm/s). Secara umum, arah arus laut juga menuju ke daratan pulau, dapat diasumsikan bahwa kejadian arus saat menuju air laut pasang.

Gelombang laut sekitar P. Bindalang dan P. Sibonta, diperoleh berupa kondisi umum perairan terdekat pada ke dua pulau adalah sebesar 0.6 – 1.45 m (**Gambar 5**). Terlihat adanya nilai tinggi gelombang signifikan, cukup maksimum sebesar 1.45 m terjadi pada akhir bulan Agustus 2015 hingga pertengahan bulan

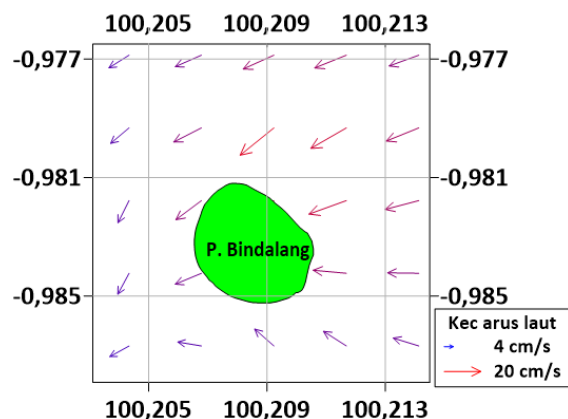
September 2015. Kondisi tidak menentu dari gelombang laut pada perairan ini dapat terjadi karena cukup jauh dari daratan utama, sehingga menguatkan asumsi kejadian gelombang dominan dari pengaruh angin. Hal ini cukup sesuai dari hasil peramalan gelombang laut dari data angin permukaan (**Gambar 6**), tinggi gelombang maksimum mencapai 1.42 m. Tinggi kejadian gelombang laut menjadi salah satu penyebab kejadian abrasi yang terlihat pada beberapa bagian dari pesisir pulau, terutama bagian barat dan barat daya. Hal ini karena secara umum pembentukan gelombang berada pada laut lepas yang pada ke dua arah tersebut. Perlu kewaspadaan dalam pengelolaan pulau, terutama jika dilakukan pembangunan di sekitar pantai dari pulau-pulau tersebut. Kondisi gelombang yang tidak menentu dapat terjadi setiap saat, bahkan lebih besar dari data yang ada karena perairan pulau cukup jauh dari daratan utama.

**Tabel 3.** Kondisi arus permukaan di P. Bindalang

No	Koordinat		Arus permukaan	
	Latitude (LS)	Longitude (BT)	Kecepatan (cm/s)	Arah (°)
1	00°58'52.6"	100°12'39.5"	14.88	154(tenggara)
2	00°58'48.2"	100°12'34.8"	15.33	138 (tenggara)
3	00°58'45.2"	100°12'20.9"	12.75	150 (tenggara)
4	00°58'59.7"	100°12'11.2"	12.77	145(tenggara)
5	00°59'11.9"	100°12'18.8"	4.69	36 (barat laut)
6	00°59'16.5"	100°12'32.7"	8.16	34(barat laut)

Sumber: hasil pengukuran (2015)



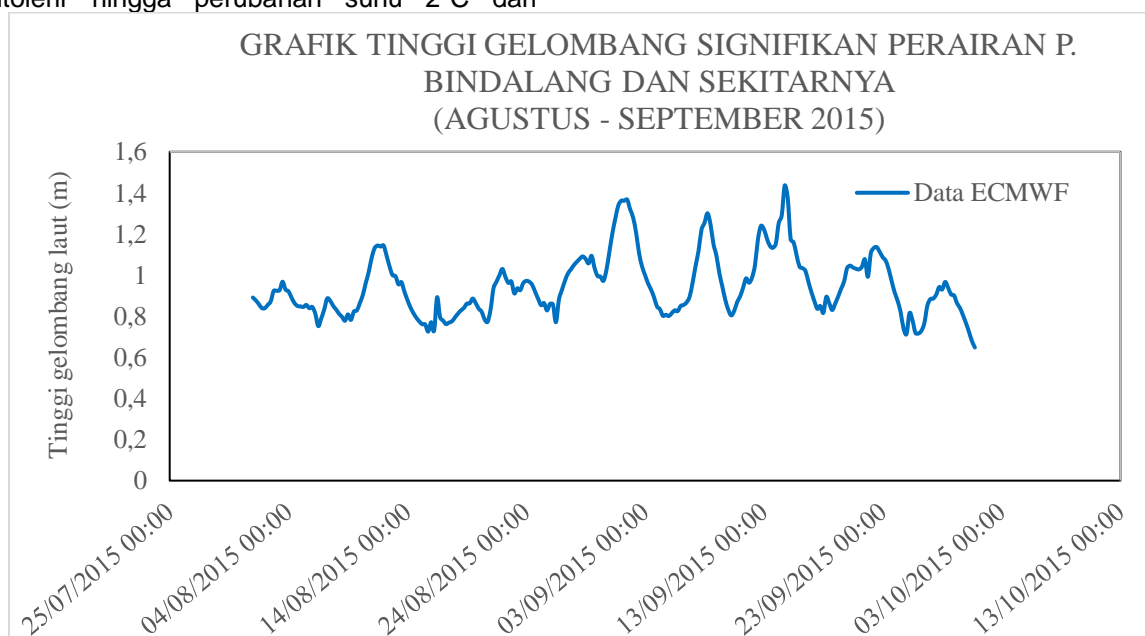


Gambar 4. Stict plot arus permukaan P. Bindalang

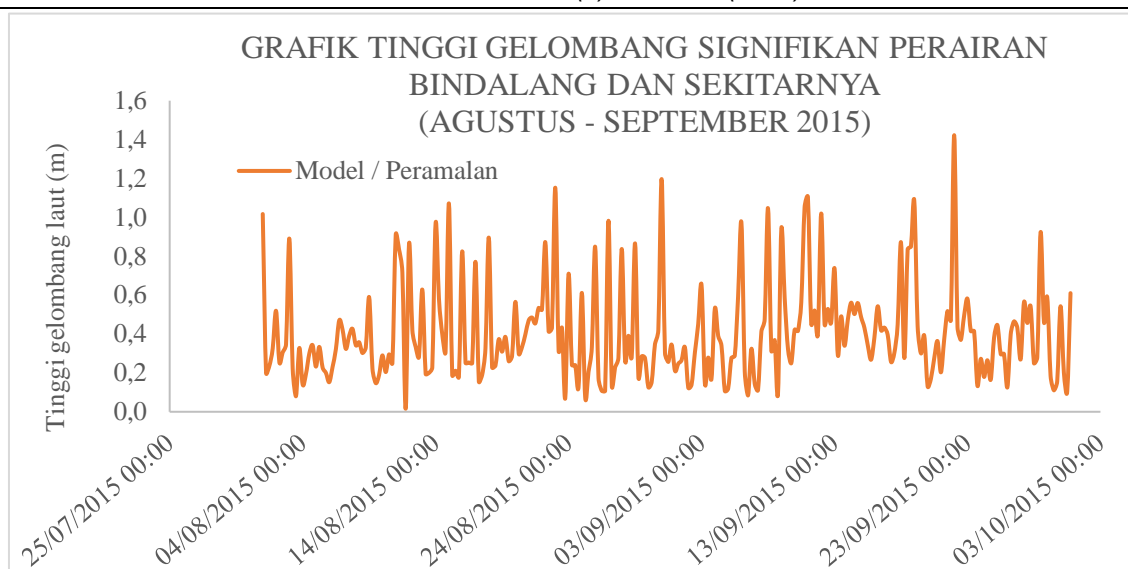
Suhu permukaan laut (SPL) sekitar P. Sibonta berkisar 30.1 – 30.6°C (Tabel 4) dan pada perairan P. Bindalang tidak berbeda jauh dengan kisaran 30 – 30.3°C (Tabel 5). Nilai kisaran suhu pada perairan-perairan ini tidak bervariasi dan cenderung konstan. Memang untuk perairan yang lebih terbuka, suhu perairan lebih stabil (Kusumaningtyas *et al.*, 2014). Kondisi suhu perairan pada ke dua pulau sedikit hangat, karena berada pada perairan laut lepas. Air laut merupakan pengantar panas yang baik, terutama pada perairan di laut lepas, dimana lebih lama dalam menyerap panas matahari, namun juga lama melepaskan bahang yang sudah diterima tersebut. Selain itu, perairan di Sumatera Barat juga dekat dengan garis khatulistiwa. Secara rata-rata SPL di Indonesia mencapai 26 – 31°C (Gaol *et al.*, 2014). Bahkan rentang SPL di perairan Indonesia dapat mencapai 26 – 31.5 °C (Syaifullah, 2015). Untuk kehidupan biota laut, nilai suhu hangat tersebut masih dapat ditolerir hingga perubahan suhu 2°C dari

kisaran suhu normal / alami di perairan Indonesia. Hanya saja, bagi kehidupan terumbu karang, suhu hangat tersebut dapat membuat pengaruh penting. Naiknya suhu laut merupakan faktor utama penyebab pemutihan karang (Wouthuyzen *et al.*, 2015). Namun, karang juga dapat kembali pulih dengan kondisi normal berupa adaptasi dari karang terhadap suhu hangat perairan tersebut, dalam waktu tertentu yang tidak panjang.

Nilai SPL juga dapat digunakan sebagai penentu fenomena *upwelling* di Indonesia (Hasyim *et al.*, 2010). Namun dengan sedikit hangatnya perairan di sekitar P. Sibonta dan P. Bindalang, sangat kecil kemungkinan terjadinya *upwelling*. Indikator kejadian *upwelling* terjadi pada SPL rendah dengan kisaran 23 – 26°C (Qu *et al.*, 2005; Hasyim *et al.*, 2010). Intensitas kejadian *upwelling* kuat pada suhu <26°C, sedang 26 - 27°C, dan lemah pada suhu >27°C (Kunarso *et al.*, 2005).



Gambar 5. Grafik Gelombang Signifikan Perairan P. Sibonta dan P. Bindalang



**Gambar 6.** Grafik Peramalan Gelombang Signifikan Perairan P. Sibonta dan P. Bindalang

Nilai kisaran salinitas permukaan di sekitar perairan P. Sibonta adalah sebesar 30.7 – 33.8 ‰. Kisaran salinitas perairan ini sedikit lebih bervariasi (sebesar 3.1 ‰) dibandingkan perairan sekitar P. Bindalang dengan variasi kecil hanya sebesar 0.2 ‰ (33.6 – 33.8 ‰). Secara umum nilai salinitas ke dua perairan ini sudah cukup baik untuk kehidupan biota laut, walaupun beberapa titik pengamatan di P. Sibonta masih terdapat nilai salinitas bernilai lebih rendah (< 33 ‰) dari baku mutu yang seharusnya. Untuk pengembangan wisata bahari, nilai salinitas ke dua pulau sangat mendukung, karena masih diperbolehkan variasi / perubahan sebesar < 5 ‰ dari salinitas rata-rata musiman (Menteri Lingkungan Hidup 2004).

Kecerahan perairan di P. Sibonta mencapai 9.10 – 13.5 m, merupakan nilai kecerahan yang sangat baik untuk kehidupan biota (> 5 m), bahkan peruntukan kegiatan wisata bahari (> 6 m). Tingkat kecerahan perairan dapat mempengaruhi tingkat fotosintesis biota yang ada di perairan laut tersebut (Hamuna *et al.*, 2018). Juga terlihat nilai kecerahan sebesar 3.4 m, namun pada kondisi kedalaman perairannya yang dangkal sehingga nilai kecerahan tersebut mencapai 100%. Nilai kecerahan perairan yang sangat baik ini juga didukung oleh parameter kekeruhan perairannya yang rata-rata memang bernilai 0 NTU, yang berarti tidak terdapat kekeruhan sama sekali pada perairan tersebut. Hanya pada titik 2 saja terdapat sedikit kekeruhan sebesar 0.3 NTU yang secara umum hanya berupa kekeruhan dari hempasan ombak di sekitar pantainya. Sekitar perairan P. Bindalang, nilai kecerahan perairan tidak jauh berbeda, bahkan memiliki nilai yang lebih baik. Nilai kecerahan perairan

berkisar 13 – 17.40 m, menunjukkan kondisi sangat baik untuk kehidupan biota dan peruntukan wisata bahari. Terdapat nilai kekeruhan perairan sebesar 3.3 NTU pada titik pengamatan 1 dan 1.4 NTU di titik pengamatan 5, namun terlihat sebagai akibat dari dasar perairan yang terangkat oleh gelombang di pinggir pantai. Secara umum pada perairan P. Bindalang ini memiliki perairan yang jernih. Posisi ke dua pulau ini yang cukup jauh dari daratan utama, menjadikan sangat kecil faktor masukan dari daratan terhadap perairannya, juga menjadi salah satu faktor pendukung perairan yang jernih tersebut.

Analisis kesesuaian wisata pantai kategori rekreasi di P. Sibonta menunjukkan kategori sangat sesuai dengan nilai rata-rata 82.74 % pada 4 titik pengamatan dengan panjang keliling garis pantai pulau yaitu 686.77 m. Pada P. Bindalang menunjukkan kategori sangat sesuai (77.38 %) pada 1 titik pengamatan sepanjang 247.02 m garis pantai pulau dan kategori cukup sesuai sebesar 73.81 % pada 1 titik pengamatan (garis pantai 98.88 m), serta kategori cukup sesuai dengan rata-rata nilai 71.23 % pada 5 titik pengamatan dengan panjang garis pantai pulau yaitu 1050.01 m.

Ekowisata bahari kategori wisata *snorkling* di P. Sibonta menunjukkan kategori cukup sesuai (nilai rata-rata 63.16 % pada 3 titik pengamatan) dengan luas kawasan 15.4 Ha. Batasan kedalaman perairan yang digunakan sebagai lokasi wisata snorkeling adalah sekitar 5 m. Pada P. Bindalang, menunjukkan kategori cukup sesuai dengan nilai rata-rata 63.16 % pada 7 titik pengamatan dan 69.30 % pada 2 titik pengamatan dengan luas kawasan 38.94 Ha.

*Tanto dan Ilham, Kajian Parameter Oseanografi Perairan*

Analisis ekowisata bahari kategori wisata selam, digunakan wilayah perairan dengan kedalaman 5 – 10 m. Pada perairan P. Sibonta, lokasi tersebut memiliki kondisi karang yang cukup baik pada bagian Selatan pulau (tutupan karang hidup rata-rata 34.97 % dan *softcoral* 2.33 %), namun juga terdapat kondisi karang kurang baik pada bagian Barat Laut (tutupan karang hidup rata-rata 14.20 % dan *softcoral* 7.87 %). Berdasarkan hasil perhitungan, menunjukkan kategori cukup sesuai dengan

nilai rata-rata 62.96 % pada 2 titik pengamatan dan 62.96 % data 1 titik pengamatan seluas 8.6 Ha. Untuk kawasan di P. Bindalang, memiliki kondisi karang yang cukup baik, dengan kisaran tutupan karang hidup sebesar 31.37 - 42.72 % (pengamatan 1) dan 9 - 35 % (pengamatan 2). Berdasarkan hasil analisis menunjukkan kategori cukup sesuai dengan nilai rata-rata 69.44 % data 2 titik pengamatan dan 63.76 % pada 7 titik pengamatan dengan luas 6.28 Ha.

**Tabel 4.** Beberapa parameter fisik dan kimia oseanografi perairan di sekitar P. Sibonta

No	Koordinat		Suhu permukaan (°C)	Salinitas (‰)	Kecerahan (m)	Kekeruhan (NTU)
	Latitude	Longitude				
1	00°57'29.6"	100°13'50.1"	30.6	31.15	13.15	0
2	00°57'25.4"	100°13'57.1"	30.6	31.10	10.20	0.3
3	00°57'13.9"	100°13'53.5"	30.5	32.20	9.10	0
4	00°57'07.4"	100°13'41.7"	30.1	33.5	3.40	0
5	00°57'09.7"	100°13'38.5"	30.3	30.7	9.20	0
6	00°57'33.5"	100°13'47.1"	30.2	33.8	11	0
Baku mutu untuk Wisata Bahari (KepmenLH, 2004)			Alami, boleh terjadi perubahan <2°C	Alami, boleh terjadi perubahan <5% salinitas rata <sup>2</sup> musiman	>6	5
Baku mutu untuk biota laut (Kepmen LH 2004)			Alami Coral, lamun:28-30; Mangrove: 28-32	Alami Coral, lamun: 33-34; Mangrove: s/d 34	Coral: > 5 Mangrove:- Lamun: >3	<5

Sumber: hasil pengolahan (2018)

**Tabel 5.** Beberapa parameter fisik dan kimia oseanografi perairan di sekitar P. Bindalang

No	Koordinat		Suhu permukaan (°C)	Salinitas (‰)	Kecerahan (m)	Kekeruhan (NTU)
	Latitude	Longitude				
1	00°58'52.6"	100°12'39.5"	30.0	33.7	16.10	3.3
2	00°58'48.2"	100°12'34.8"	30.1	33.6	16.30	0
3	00°58'45.2"	100°12'20.9"	30.1	33.8	17.10	0
4	00°58'59.7"	100°12'11.2"	30.0	33.6	17.40	0
5	00°59'11.9"	100°12'18.8"	30.0	33.7	17.00	1.4
6	00°59'16.5"	100°12'32.7"	30.3	33.7	13	0
Baku mutu untuk Wisata Bahari (KepmenLH, 2004)			Alami, boleh terjadi perubahan <2°C	Alami, boleh terjadi perubahan <5% salinitas rata <sup>2</sup> musiman	>6	5
Baku mutu untuk biota laut (Kepmen LH 2004)			Alami Coral, lamun:28-30; Mangrove: 28-32	Alami Coral, lamun:33-34; Mangrove: s/d 34	Coral: > 5 Mangrove:- Lamun: >3	<5

Sumber: hasil pengolahan (2018)

## KESIMPULAN DAN SARAN

P. Sibonta dan P. Bindalang di kelilingi oleh pantai beting dan berpasir putih dengan pecahan karang, tergolong landai, pantai cukup luas dan lebar. Kedalaman laut sekitar pulau tergolong dangkal (mencapai 60 - 190 m), termasuk landas kontinen. Pasang surut yang terjadi adalah pasang surut campuran condong ganda (*tidal range* 149.42 cm). Arus permukaan laut cukup rendah, sebesar < 20.16 cm/s. Nilai suhu permukaan laut (SPL) berkisar 29.9 – 30.1°C dan salinitas permukaan 30.1 – 33.8 ‰, serta kecerahan perairan mencapai 100 %. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kondisi kawasan perairan di sekitar P. Bindalang dan P. Sibonta masih dalam kondisi sangat baik. Kondisi perairan dan pesisir pantai yang baik tersebut sangat mendukung untuk dijadikan sebagai lokasi wisata bahari.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan riset ini menggunakan DIPA kantor LRSDKP KKP Bungus tahun 2015. Terimakasih kepada Kepala Loka, rekan-rekan peneliti dan teknisi, serta bagian administrasi atas bantuan dalam pelaksanaan dan membantu kelancaran survei lapang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [ECMWF] European Centre For Medium-Range Weather Forecasts (2015a) *Data Arah dan Kecepatan Angin*. Available at: <http://apps.ecmwf.int/datasets/> (Accessed: 29 October 2015).
- [ECMWF] European Centre For Medium-Range Weather Forecasts (2015b) *Data Gelombang Signifikan*. Available at: <http://apps.ecmwf.int/datasets/> (Accessed: 29 October 2015).
- [MenLH] Menteri Lingkungan Hidup. (2004). *Baku Mutu Air Laut*.
- Awaludin, M. Y. (2011). Karakteristik Suhu Permukaan Laut dan Hujan di Indonesia. *Jurnal Harpodon Borneo*, 4(1), 72–76.
- Department of The Army. (2003). *Coastal Engineering Manual*. Washington (US): U.S. Army Corps of Engineers.
- Dipo, P., Nurjaya, I. W., & Syamsudin, F. (2011). Karakteristik Oseanografi Fisik di Perairan Samudera Hindia Timur Pada Saat Fenomena Indian Ocean Dipole (IOD) Fase Positif Tahun 1994/1995, 1997/1998 dan 2006/2007. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(2), 71–84.
- ERG.inc. (1999). *ERTIDE: Software Pengolahan Data Pasang Surut dengan Metode Least Square*.
- Gaol, J. L., Arhatin, R. E., & Ling, M. M. (2014). Pemetaan suhu permukaan laut dari satelit di perairan Indonesia untuk mendukung “One Map Policy”. In *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014* (pp. 433-442). LAPAN.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., & MAury, H. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35–43. doi: 10.14710/jil.16.135-43.
- Hartoko, A. (2013). *Oceanographic Characterists and Plankton Resources of Indonesia*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hasyim, B., Sulma, S., & Hartuti, M. (2011). Kajian Dinamika Suhu Permukaan Laut Global Menggunakan Data Penginderaan Jauh Microwave. *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*, 5(4), 130–143.
- Kemili, P. and Putri, M. R. (2012). Pengaruh Durasi dan Intensitas Upwelling Berdasarkan Anomali Suhu Permukaan Laut Terhadap Variabilitas Produktivitas Primer di Perairan Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 66–79.
- Kunarso, K., Ningsih, N. S., & Supangat, A. (2005). Karakteristik Upwelling di Sepanjang Perairan Selatan NTT Hingga Barat Sumatera. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 10(1), 17-23.
- Kusumaningtyas, M. A., Bramawanto, R., Daulat, A., & Pranowo, W. S. (2014). Kualitas perairan Natuna pada musim transisi. *Depik*, 3(1), 10–20. doi: 10.13170/depik.3.1.1277.
- Matsumoto, K., Takanezawa, T., & Ooe, M. (2000). Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A global model and a regional model around Japan. *Journal of oceanography*, 56, 567-581.
- Nontji, A. (2007). *Laut Nusantara*. 5th edn. Jakarta: Djambatan.
- Oktaviani, N. A., Jumarang, M. I. and Ihwan, A. (2014). Kajian Elevasi Muka Air Laut di Perairan Indonesia Pada Kondisi El Nino dan La Nina. *Jurnal Prisma Fisika*, 2(1), 6–10.
- Pugh, D. T. (1996). *Tides, Surges and Mean Sea-Level*. Correction. Brisbane (UK): John Wiley & Sons Ltd.
- Purba, M. (2016). *Dinamika Lautan*. Cetakan 2.

- Bogor: IPB Press (Anggota IKAPI).
- Qu, T., Du, Y., Strachan, J., Meyers, G., & Slings, J. (2005). Sea Surface Temperature and Its Variability. *Oceanography*, 18(4), 50-61.
- Russi, D., Pantzar, M., Kettunen, M., Gitti, G., Mutafoglu, K., Kotulak, M., & ten Brink, P. (2016). Socio-economic benefits of the EU marine protected areas. *Report prepared by the Institute for European Environmental Policy (IEEP) for DG Environment*, 92.
- Samawi, M. F., Faisal, A., & Rani, C. (2015). Parameter Oseanografi Pada Calon Daerah Kawasan Konservasi Perairan Laut Kabupaten Luwu Utara. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan Dan Perikanan II*. Makasar: Universitas Hasanuddin, 72–79.
- Stewart, R. H. (2008). *Introduction to Physical Oceanography*. September. Texas: Department of Oceanography, Texas A & M University.
- Sudjono, E. H., Setiawan, A., Hadi, S., & Ningsih, N. S. (2011). Studi Komponen Pasang Surut Perairan Dangkal (Over And Compound Tides) Model Kanal 1 Dimensi Dengan Menggunakan Metoda Asimilasi Data Variasional Study Components Of Shallow Water Tide (Over And Compound Tides) 1 Dimensional Channel Model. *Jurnal ITKT*, 3(1), 1-12.
- Syaifulloh, M. D. (2015). Suhu Permukaan Laut Perairan Indonesia dan Hubungannya dengan Pemanasan Global. *Jurnal Segara*, 11(2), 103-113.
- Al Tanto, T., Husrin, S., Wisha, U. J., Putra, A., & Putri, R. K. (2016). Karakteristik Oseanografi Fisik (Batimetri, Pasang Surut, Gelombang Signifikan dan Arus Laut) Perairan Teluk Bungus. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 9(2), 107-121.
- Wouthuyzen, S., Abrar, M., & Lorwens, J. D. (2015). Pengungkapan kejadian pemutihan karang tahun 2010 di perairan Indonesia melalui analisis suhu permukaan laut. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 1(3), 305-327.
- Wyrtki, K. (1961). *NAGA REPORT (Scientific Results of Marine Investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand 1959-1961)*. Second ed. California (US): Scripps Institution of Oceanography - The University of California.
- Yulianda, F. (2007). Ekowisata Bahari Sebagai Alternatif Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir Berbasis Konservasi, in *Seminar Sains*.