

HUBUNGAN PARAMETER ARUS LAUT DAN *LIFORM* KARANG PADA BEBERAPA PULAU-PULAU KECIL DI KOTA PADANG

(*The Relationship of Ocean Current Parameters and Coral Liform in Small Islands in Padang City*)

Try Al Tanto¹, I Wayan Nurjaya², Dietriech G. Bengen², Tri Hartanto², Saenudin³, Suhaemi⁴

¹Loka Riset Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir, BRSDM, Kementerian Kelautan dan Perikanan

² Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor

³Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Haluoleo

⁴Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Papua

Jl. Raya Padang Painan Km. 16 Bungus – Kota Padang

E-mail: try.altanto@gmail.com

Diterima: 8 Juni 2021; Direvisi: 23 Juni 2022; Disetujui untuk Dipublikasikan: 23 Maret 2023

ABSTRAK

Pengelolaan pulau-pulau kecil (PPK) memerlukan kajian ilmiah, salah satunya berupa parameter oseanografi perairan. Parameter oseanografi mendukung suatu ekosistem terumbu karang, seperti kondisi arus laut yang secara tidak langsung dapat menyebabkan bentuk pertumbuhan karang yang berbeda-beda. Tujuan kajian adalah menentukan karakteristik arus laut dan menduga hubungannya dengan *liform* karang. Analisis sirkulasi arus laut dilakukan dengan pemodelan spasial, dan analisis koresponden untuk melihat hubungan yang terjadi. Sirkulasi arus laut perairan PPK Kota Padang dominan dibangkitkan oleh gaya pasang surut. Terdapat hubungan cukup erat antara kecepatan arus laut dengan *liform* karang, dengan nilai sebesar 81,40%. Arus laut cukup tinggi terjadi di Perairan Pulau Sirandah mencapai 0,49 m/dt, terdapat karang jenis *submassive* (CS) dominan mencapai 77,33-85,27%. Arus laut cukup lemah di Perairan Pulau Pasumpahan kisaran maksimum 0,13-0,28 m/dt dan rata-rata 0,04-0,08 m/dt, memiliki jenis *liform* karang yang banyak dan beragam, yaitu semua jenis karang *non-acropora* dan *acropora* jenis bercabang (ACB). Bentuk karang bercabang (ACB dan CB) dan *massive* (CM) mendominasi keberadaannya di perairan ini. Arus laut di Perairan Pulau Sikuai memiliki kecepatan maksimum 0,46 m/dt (BBL) dan 0,38 m/dt (TTG) dan rata-rata sebesar 0,12 m/dt. Arus laut di Pulau Sironjong cukup rendah, maksimum 0,20 m/dt dan rata-rata 0,09 m/dt. Kondisi karang di Perairan Pulau Sikuai dan Pulau Sironjong memiliki total % *cover* rendah (0,2-17,53%). Pada Pulau Sikuai paling tinggi jenis *heliophora* sebesar 13,46%, sedangkan Pulau Sironjong didominasi ACB sebesar 1,77%. Jenis *submassive* paling rendah pada ke dua pulau yaitu sebesar 0,07%.

Kata kunci: analisis koresponden, arus laut, bentuk pertumbuhan karang, Kota Padang

ABSTRACT

Managing small islands requires scientific studies, especially concerning oceanographic parameters, which can support a coral ecosystem, i.e., ocean currents can cause different coral lifeforms. This is important to do, aiming to find the characteristic of the current sea and its relationship with coral lifeforms. Sea current analysis can use spatial modeling and correspondence analysis to find its relationships. Tidal forces dominantly generate the circulation of sea currents in Padang City's small island water. There was a reasonably close relationship between the ocean currents speed and coral lifeform, a value of 81.40%. The highest sea currents occur in the water of Sirandah Island, reaching 0.49 m/dt. There were dominant submassive corals, reaching 77.33-85.27%. The sea currents were relatively weak in the Pasumpahan Island water, maximum range of 0.13-0.28 m/dt (0.04-0.08 m/dt average). It has varied types of coral lifeforms, i.e., types of non-Acropora coral and branched type Acropora. Branched (ACB and CB) and massive (CM) coral forms dominate their presence in this water. Sea currents in the Sikuai Island water had a maximum speed of 0.46 m/dt (WNW) and 0.38 m/s (ESE), and 0.12 m/dt average. Sea currents on Sironjong Island were relatively low, a maximum of 0.20 m/s (0.09 m/dt ave.). Coral conditions in the Sikuai Island and Soronjong Island water had a low total cover (0.2-17.53%). On Sikuai Island, the highest type of heliophora was 13.46%, while ACB dominated Soronjong Island at 1.77%. The lowest submassive type on the two islands was 0.07%.

Keywords: correspondence analysis, sea current, coral lifeform, Padang City

PENDAHULUAN

Wilayah Perairan Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, memiliki kawasan konservasi perairan yang terdiri dari beberapa pulau-pulau kecil. Kawasan konservasi perairan tersebut dinamakan Taman Pulau Kecil (Pemkot Padang 2014), yang terdiri dari zona 1 (Kawasan Pulau Bindalang, Pulau Sibonta, dan Pulau Gosong Pasir), dan zona 2 (Kawasan Pulau Pasumpahan, Pulau Sikuai, Pulau Sirandah, Pulau Sironjong, serta perairan pesisir sekitarnya) (DKP Sumatera Barat, 2014). Kawasan konservasi perairan harus dilindungi dan dikelola dengan sistem zonasi dalam pengelolaan sumber daya ikan dan lingkungannya secara berkelanjutan (KKP, 2016). Kawasan konservasi tersebut mempunyai ciri khas tertentu sebagai satu kesatuan ekosistem yang dilindungi, dilestarikan dan/atau dimanfaatkan (RI, 2007). Pulau-pulau kecil (PPK) memiliki manfaat ekonomi penting, terutama dari sektor pariwisata (ekowisata bahari) jika dapat dikelola dengan baik. Selain itu, PPK juga sangat penting sebagai pelindung daratan utama dari badai dan fenomena tertentu di laut.

Dalam pengelolaannya, PPK yang berada pada kawasan konservasi memerlukan kajian ilmiah, terutama parameter oseanografi fisik perairan. Kondisi parameter oseanografi suatu pulau kecil penting dikaji sejak awal, sebelum ditetapkan sebagai kawasan konservasi, seperti kajian pada Perairan Laut Kabupaten Luwu Utara (Samawi et al., 2015). Hal tersebut diharapkan dapat menjadi acuan dan masukan dalam proses perkembangan pulau ke depannya. Parameter oseanografi dapat mendukung suatu ekosistem terumbu karang (Corvianawatie & Abrar, 2018). Ekosistem terumbu karang juga penting sebagai pelindung pulau-pulau kecil dari fenomena di laut seperti arus dan gelombang laut. Struktur karang memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap aliran apa pun yang melalui interiornya (Monismith, 2007).

Hubungan antara parameter oseanografi dan *lifeform* karang pada perairan Indonesia secara umum sangat sedikit dilakukan kajian ilmiah. Kajian sejenis terdapat pada perairan Pulau Pari, Kabupaten Kepulauan Seribu, yang menyebutkan bahwa tekanan dari lingkungan seperti arus laut, kecerahan dan faktor kedalaman dapat

menyebabkan bentuk pertumbuhan (*lifeform*) karang yang berbeda-beda (Daniel & Santosa, 2014). Karang bercabang (*branching*) merupakan karang yang tumbuh dan berkembang pada perairan dengan arus cukup kuat tetapi pada zona yang tidak terlalu dalam. Namun, karang jenis ini sering rusak dan tersebar secara pasif akibat badai, dalam hal ini *massive coral* sangat tahan terhadap kerusakan akibat badai tersebut (Hughes, 1987).

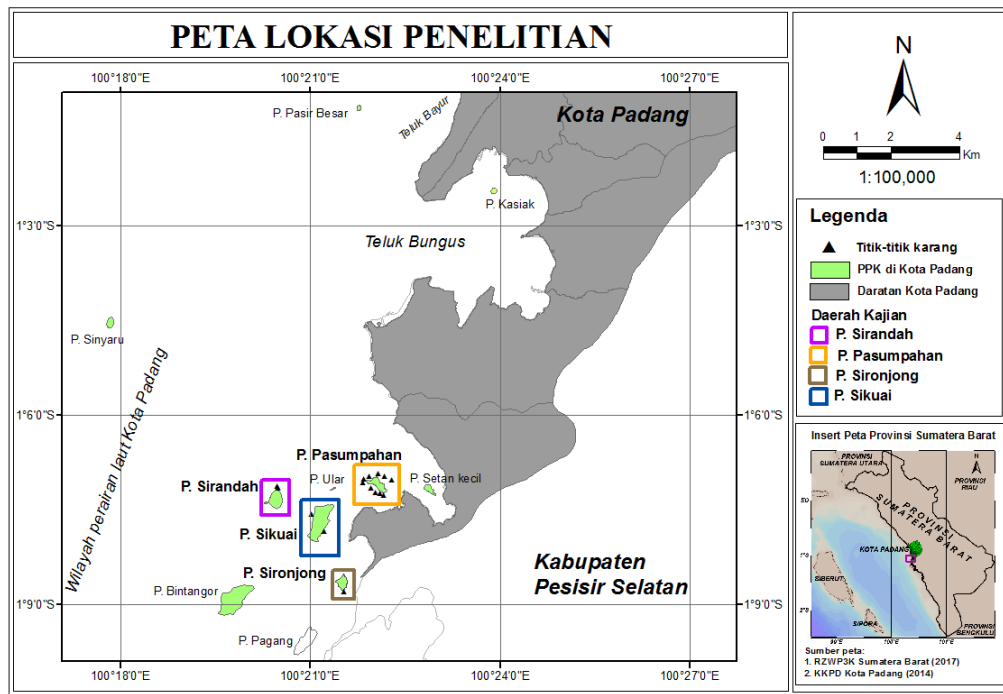
Halid et al. (2016) menyatakan bahwa arus laut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi distribusi bentuk pertumbuhan karang, namun juga mempertimbangkan faktor lain seperti kualitas air dan kedalaman. Tutupan karang lempeng (*tabulate*) meningkat dengan meningkatnya kedalaman dan berkurangnya intensitas cahaya (Jankowski et al., 2015; Halid et al., 2016). Karang *foliose* (CF) cukup rapuh, mudah rusak oleh gangguan arus, melimpah pada air yang tenang dan lebih dalam (Hughes & Jackson, 1985; Hughes, 1987).

Secara umum dari kajian ini mengaitkan salah satu parameter fisik perairan, terutama arus dan gelombang laut, serta batimetri (kedalaman laut) terhadap terumbu karang (Kench & Brander, 2015; Stocking et al., 2016; Renfro dan Chadwick 2017; Stocking et al., 2018; Shimokawa et al., 2023). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji parameter arus laut dengan menentukan karakteristik parameter tersebut, dan menduga hubungannya dengan jenis *lifeform* karang yang ditemukan.

METODE

Lokasi dan Waktu

Kajian dilakukan di sekitar perairan Kota Padang, lebih khusus pada beberapa pulau kecil yang menjadi kawasan konservasi perairan, yaitu Pulau Pasumpahan, Pulau Sirandah, Pulau Sikuai dan Pulau Sironjong (**Gambar 1**). Pengambilan data di lapangan dilakukan pada bulan Agustus 2015, diantaranya beberapa parameter oseanografi perairan (arus permukaan dan pasang surut laut), kualitas perairan, dan pengamatan terumbu karang. Selain itu, telah dilakukan pengambilan data arus laut ADCP pada tahun 2013 di sekitar wilayah kajian.



Gambar 1. Lokasi kajian di beberapa pulau-pulau kecil Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat.

Data Penelitian dan Analisis

Data yang dikumpulkan dalam kajian adalah data primer dan data sekunder. Pengambilan data di lapangan diantaranya data arus permukaan, pasang surut laut dan pengamatan terumbu karang. Pengambilan data pasang surut dilakukan selama sekitar 2 bulan, pada kedalaman tertentu di perairan Pulau Pasumpahan yang mengukur data tinggi muka laut secara *realtime*. Pengamatan terumbu karang dilakukan dengan metode LIT (*Line Intersect Transect*).

Data pengamatan terumbu karang dilakukan pada beberapa titik di pulau kecil Kota Padang. Pengambilan data terumbu karang secara langsung berupa pengamatan *lifeform* dan *cover* karang dilakukan pada beberapa titik di wilayah kajian, yaitu dua titik di Pulau Pasumpahan (bagian selatan dan barat laut) dan satu titik di Pulau Sirandah (bagian utara). Selain itu, juga diperoleh data pengamatan karang (data sekunder) dari Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi Sumatera Barat.

Pengamatan karang cukup lengkap terdapat di Pulau Pasumpahan yang tersebar di sekeliling pulau, yaitu tujuh titik pengamatan tahun 2012 dan satu titik pada tahun 2014 dan 2018. Data pengamatan tahun 2018 di Pulau Sikuai terdapat pada dua lokasi, yaitu bagian barat dan timur. Data pengamatan di Pulau Sironjong tahun 2018 berada pada bagian selatan pulau. Untuk memperoleh data arus laut pada titik-titik pengamatan terumbu karang, maka dilakukan permodelan arus laut secara spasial di sekitar wilayah kajian, baik dalam skala kecil yang berada

dekat titik kajian, juga dalam skala besar untuk melihat pengaruh lain dari arus laut yang terjadi.

Data input model diantaranya adalah data angin, batimetri perairan, sebagai validator menggunakan data pasang surut perairan, hasil pemodelan arus laut, serta pengujian secara statistik dari data *lifeform* karang dan kecepatan arus laut. Persamaan gerak fluida dalam bentuk persamaan hidrodinamika 2-D merupakan gabungan dari gaya-gaya yang bekerja pada fluida tersebut adalah persamaan *Navier-Stokes* (Stewart 2008) (lihat **Persamaan 1** dan **Persamaan 2**).

Persamaan kontinuitas:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan momentum:

Komponen sumbu x:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + F_{rx} \dots\dots\dots(2)$$

Komponen sumbu y:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + F_{ry} \dots\dots\dots(3)$$

di mana:

- u = vektor aliran timur-barat
- v = vektor aliran utara-selatan
- t = waktu
- P = tekanan
- ρ = densitas
- f = faktor coriolis
- F = friksi/gesekan (dasar dan permukaan)

Tabel 1. Konfigurasi simulasi model.

Parameter	Pengaturan simulasi
Domain: mesh information	Number of elements: 6382 Number of faces: 10007 Number of nodes: 3614
Time (simulation period)	Time step interval: 30 dt Number of time steps: 65000 Simulation start date: 05/04/2018 00:00:00 Simulation end date: 27/04/2018 13:40:00
Module selection	Hydrodynamic <u>Shallow water equations</u> Time integration: higher order Space discretization: higher order
Solution Technique	Min time step: 0,01 dt; Max time: 30 dt Critical CFL number: 0,8 <u>Transport equations</u> Min time step: 0,01 dt; Max time: 30 dt Critical CFL number: 0,8
Flood and Dry (Include)	Drying depth: 0,005 m; Flooding depth: 0,05 m Wetting depth: 0,1 m
Density	Barotropic
Eddy Viscosity	Horizontal: Smagorinsky formulation (constant: 0,28) Min: $1,8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dt}$; Max: $10^{10} \text{ m}^2/\text{dt}$ Vertical: Log law formulation Min: $1,8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dt}$; Max: $0,4 \text{ m}^2/\text{dt}$
Bed Resistance	Roughness height: constant 0,02 m
Coriolis	Varying in domain
Wind Forcing (Include)	Varying in time, constant in domain: Wind data from ECMWF (2009-2019) Wind Friction (constant: 0.001255)
Initial Condition	constant

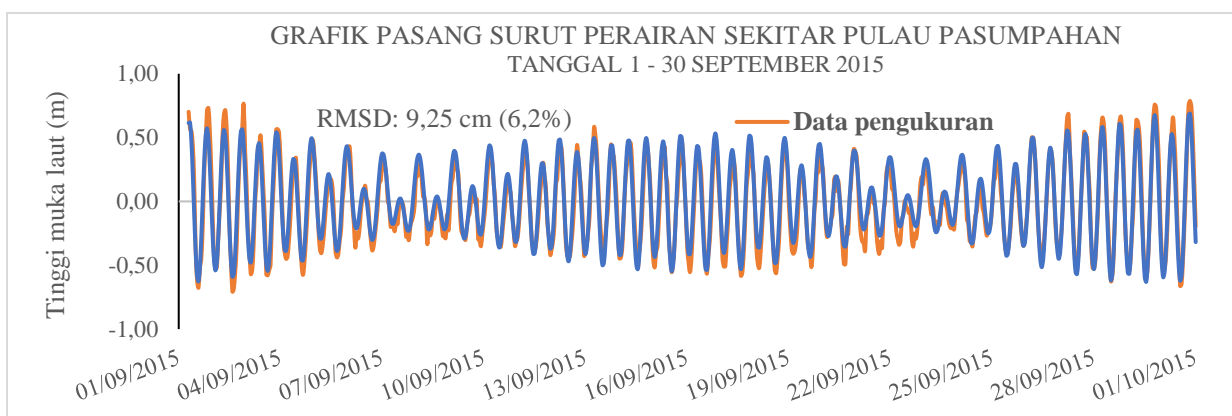
Konfigurasi dan pengaturan simulasi model yang dijalankan seperti tersaji pada **Tabel 1**. Nilai data arus laut yang diperoleh pada masing-masing titik kajian dihubungkan dengan *lifeform*

karang menggunakan analisis statistika deskriptif, yaitu analisis koresponden atau *correspondence analysis* (CA). Analisis koresponden merupakan salah satu analisis statistika peubah berganda (*multivariate analysis*) yang dapat menjelaskan hubungan antara dua ketegori variabel atau lebih (Greenacre, 2007). Hasil dari analisis statistik yang dilakukan ini diharapkan dapat memperlihatkan dan menjelaskan hubungan antara nilai kecepatan arus laut pada titik-titik pengamatan terumbu karang tersebut.

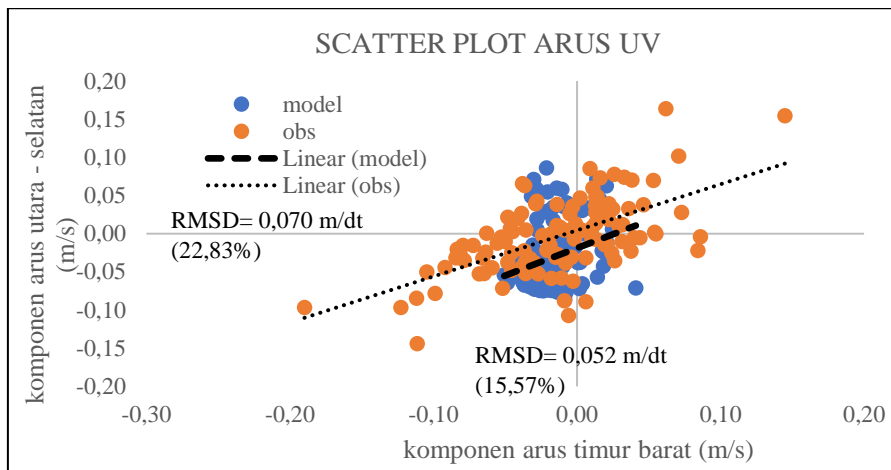
HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pasang surut perairan di sekitar wilayah kajian (Pulau Pasumpahan) pada bulan September 2015 memiliki rentang (*tidal range*) sebesar 149,16 cm (data pengukuran) dan 131,53 cm (hasil model) (**Gambar 2**). Terdapat perbedaan antara data pengukuran dan hasil model/prediksi pasang surut di perairan Pulau Pasumpahan sebesar 17,63 cm, dalam hal ini nilai pengukuran sedikit lebih tinggi dari pada hasil model. Berdasarkan grafik tinggi muka laut (pasut) tersebut, jenis pasut pada perairan Kota Padang secara umum adalah pasut campuran dominan ganda. Terdapat bentuk dua gelombang (dua puncak dan dua lembah) dalam satu hari, nilai puncak pertama memiliki tinggi berbeda dari puncak ke dua.

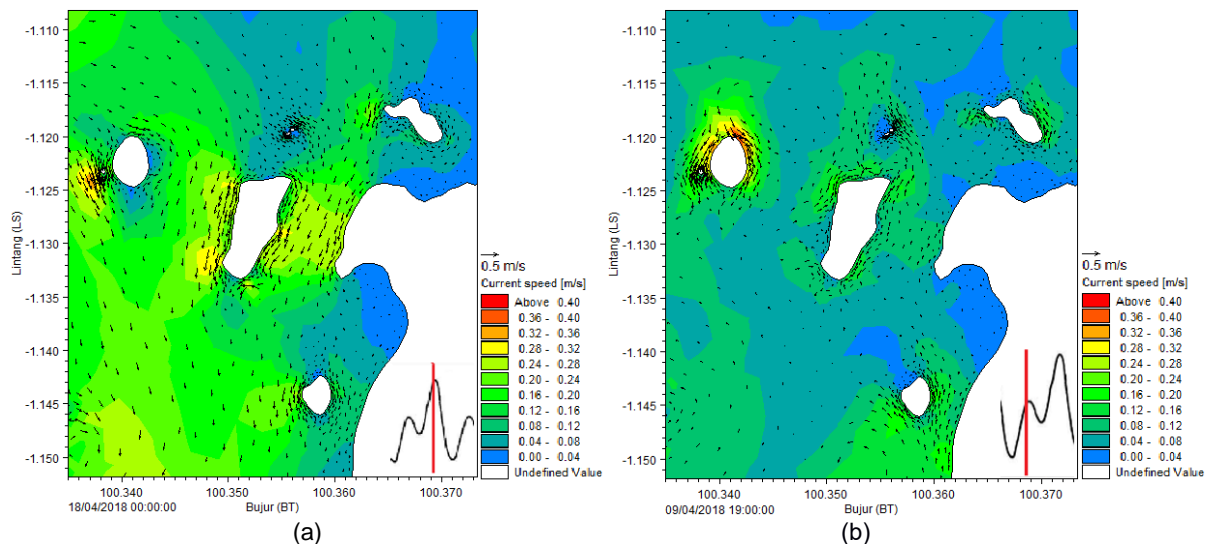
Secara umum bahwa di sepanjang perairan Pulau Sumatera – Samudera Hindia memiliki tipe pasang surut campuran (*mixed tide - prevailing semidiurnal*) (Wyrtki, 1961; Pariwono, 1985; Fatoni, 2011). Validasi data pengukuran pasut dengan hasil model dapat dinyatakan dengan nilai RMSD (*root mean square deviation*), diperoleh nilai sebesar 9,25 cm atau 6,20 % dari keseluruhan rentang data yang dibandingkan pada pengukuran di perairan Pulau Pasumpahan (**Gambar 2**). Hasil dari nilai RMSD yang diperoleh tersebut menunjukkan bahwa model yang akan disimulasikan sudah sesuai.



Gambar 2. Grafik pasang surut perairan sekitar Pulau Pasumpahan: validasi antara data pengukuran langsung dan model/prediksi.



Gambar 3. Grafik arus permukaan laut: validasi antara data pengukuran langsung dan hasil model.



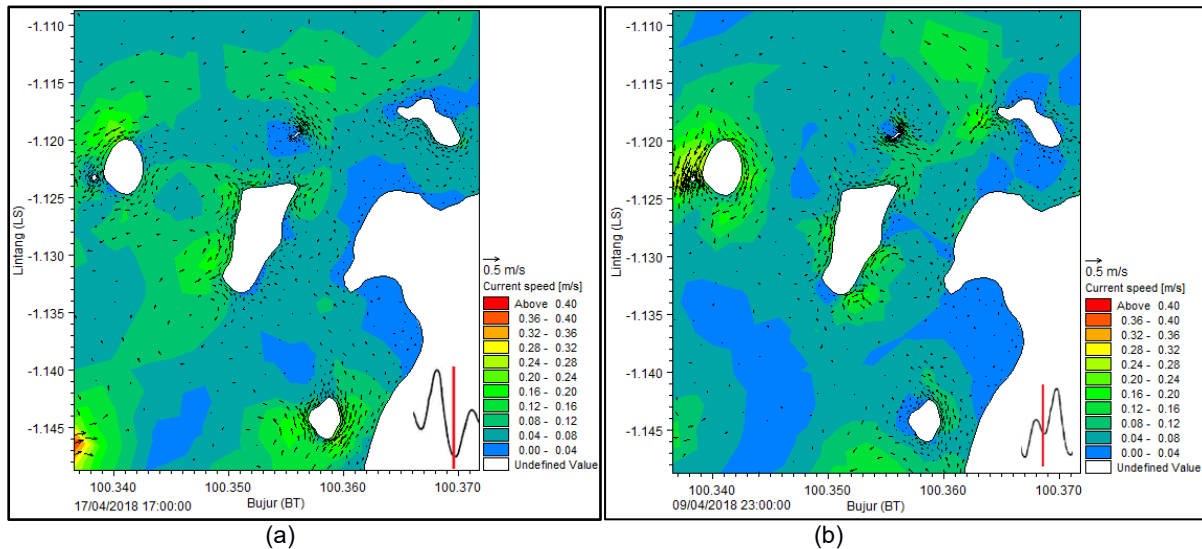
Gambar 4. Sirkulasi arus laut di beberapa PPK Kota Padang pada musim peralihan I (April 2018) saat air laut pasang: (a) purnama dan (b) perbani.

Nilai validasi model dari data arus permukaan laut (**Gambar 3**) juga menunjukkan bahwa model sudah cukup baik, walaupun tidak memiliki nilai kecepatan yang persis sama, namun arah kejadian arus laut selama pengukuran sama, yaitu timur laut dan barat daya. Hal ini dapat terjadi karena sirkulasi arus laut memiliki banyak faktor pembangkit, seperti gradien tekanan, hembusan angin, perbedaan densitas, atau pasang surut (Pariwono, 1999). Dalam hal ini faktor pembangkit model yang dilakukan hanya dari tinggi muka laut (pasut) dan angin, sehingga intensitas arus laut hasil model terlihat lebih rendah dari pada nilai pengukuran.

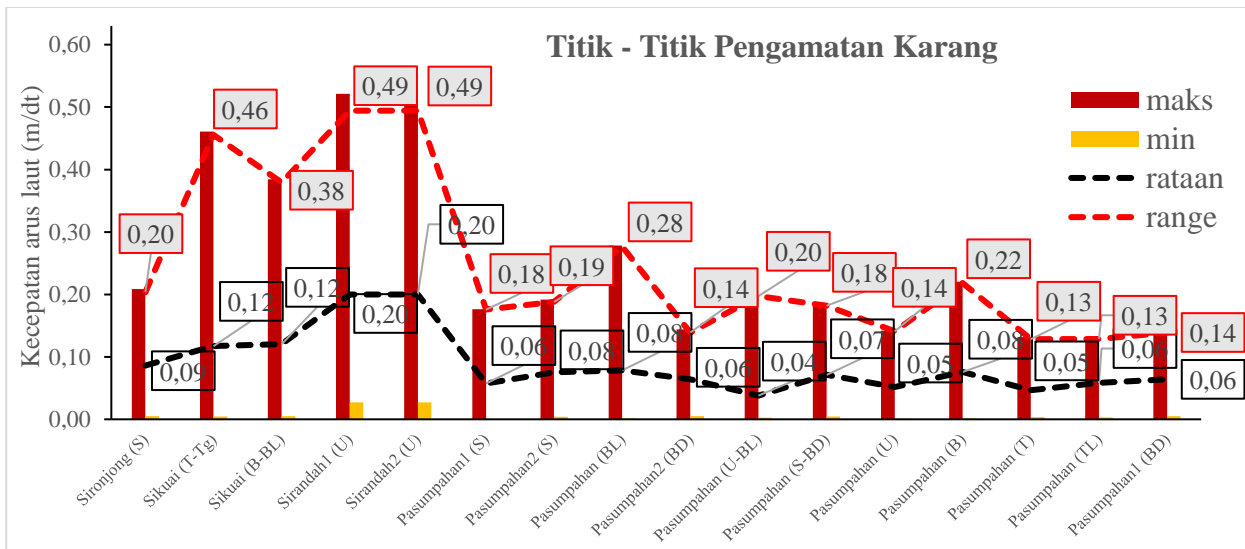
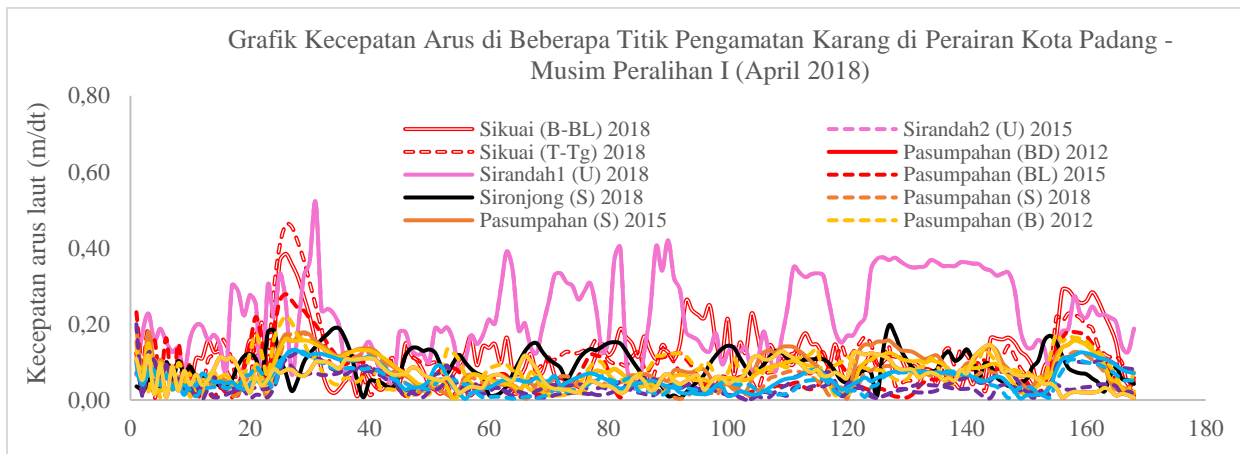
Nilai validasi data arus permukaan laut, untuk komponen arus timur – barat memiliki nilai *RMSD* sebesar 0,052 m/dt atau sebesar 15,57 % dari rentang data. Untuk komponen arus utara – selatan memiliki nilai validasi *RMSD* sebesar 0,070 m/dt atau 22,83 %. Pada wilayah perairan beberapa PPK Kota Padang (**Gambar 4** dan **Gambar 5**), terlihat perbedaan arah aliran arus laut yang terjadi.

Secara umum, dorongan gaya pasang surut lebih dominan bekerja pada perairan dekat PPK. Pada saat air laut pasang, aliran arus laut yang terjadi berasal dari arah barat atau dari laut lepas menuju daratan utama (**Gambar 4**). Namun dengan pengaruh bentuk dari PPK yang dilewati oleh aliran, maka sebagian besar aliran berbelok ke bagian selatan.

Dorongan gaya pasang surut yang terjadi saat perbani tidak cukup kuat, sehingga aliran yang masih berasal dari laut lepas (terutama bagian selatan), secara perlahan juga mengalir di dekat daratan utama hingga menuju ke beberapa pulau-pulau kecil di sekitarnya (**Gambar 4.b**). Sebaliknya saat purnama, dorongan kuat terlihat jelas menyebabkan aliran arus laut terdorong cukup kuat menuju utara, kemudian berbelok ke arah daratan utama dan kembali berbalik arah melewati pulau-pulau kecil menuju ke arah selatan (**Gambar 4.a**). Sedangkan pada saat air laut surut (**Gambar 4**), aliran arus laut berasal dari arah timur atau dari daratan utama pulau menuju laut lepas.



Gambar 5. Sirkulasi arus laut pada perairan Kota Padang pada musim peralihan I (April 2018) saat air laut surut: (a) purnama dan (b) perbani.



Gambar 6. Nilai kecepatan arus laut pada titik-titik pengamatan terumbu karang saat musim peralihan I (bulan April 2018).

Perairan di Pulau Pasumpahan memiliki arus laut yang cukup tenang, dari posisi pulau terlihat dekat dengan Teluk Sirih, Bungus - Kota Padang dan terletak pada bagian dalam sehingga lebih terlindungi dari pengaruh samudera dan laut lepas. Bahkan, saat kondisi pasang purnama

(Gambar 4.a) perairannya memiliki nilai kecepatan arus paling rendah dari pada pulau lainnya di wilayah kajian hanya mencapai 0,125 m/dt. Beberapa titik pada bagian barat dan barat laut saja yang memiliki kecepatan arus laut di atasnya, kisaran 0,20-0,25 m/dt.

Aliran arus paling rendah terjadi pada perairan di Pulau Pasumpahan saat kondisi perbani, terutama saat air laut surut, yaitu mencapai 0,10 m/dt dan juga terdapat aliran di atasnya pada beberapa bagian sebelah barat dan barat daya mencapai 0,22 m/dt. Secara keseluruhan pada musim peralihan I (April 2018) di beberapa titik pengamatan karang, nilai kecepatan arus laut maksimal terjadi pada titik bagian barat laut yaitu mencapai nilai 0,28 m/dt, namun secara rata-rata kejadian arus laut di beberapa titik pengukuran karang hanya berkisar 0,04-0,08 m/dt (**Gambar 6**). Artinya, pada perairan Pulau Pasumpahan sangat dominan aliran arus laut yang terjadi cukup rendah.

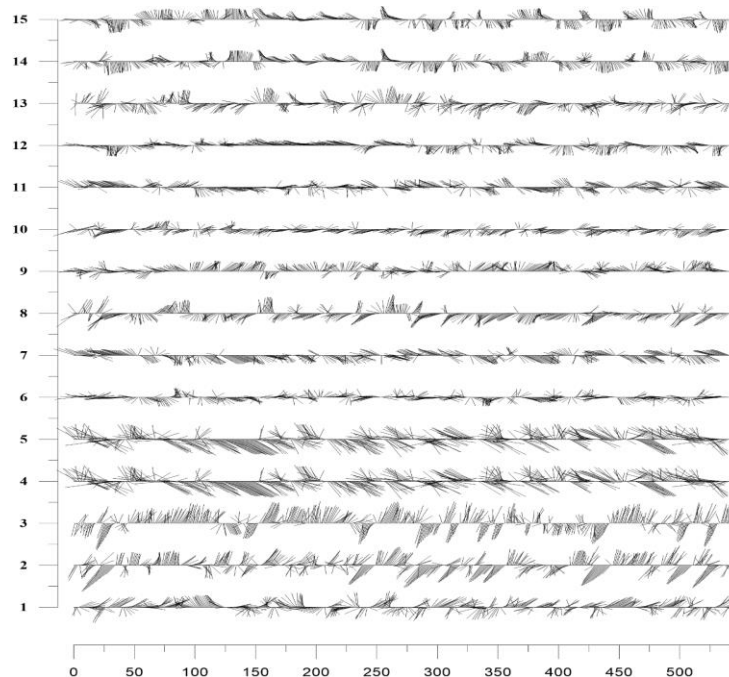
Berdasarkan *stickplot* arus laut selama bulan April 2018 (**Gambar 7**, stasiun 6-15), terlihat jelas bahwa perairan dekat dengan teluk ataupun daratan utama, gaya pendorong dari pasut berpengaruh dominan terhadap aliran yang terjadi. Perairan yang memiliki arus laut cukup kuat dan paling tinggi diantara pulau-pulau lain di wilayah kajian adalah Pulau Sirandah. Pulau ini berada lebih ke arah luar dan menghadap laut lepas, sehingga mendapat pengaruh cukup besar dari dinamika lautan.

Pada saat pasang purnama, perairan bagian barat daya pulau ini memiliki aliran arus laut mencapai 0,325 m/dt (**Gambar 4.a**). Bahkan saat pasang perbani pun, terutama pada bagian barat laut, utara dan timur laut dari pulau, terjadi aliran arus laut mencapai 0,40 m/dt (**Gambar 4.b**). Hanya sedikit kondisi arus rendah di perairan ini

saat pasang purnama, terutama pada bagian timur hingga tenggara pulau yang memiliki nilai arus kisaran < 0,125 m/dt. Hal ini memang dapat terjadi karena berada pada sisi bagian dalam dari laut lepas dan samudera.

Arah aliran arus laut dekat perairan pulau ini secara umum selalu ke arah selatan. Walaupun saat air laut pasang aliran laut yang datang berasal dari timur/laut lepas (**Gambar 4**) dan saat surut berasal dari barat atau daratan pesisir (**Gambar 5**), namun saat mencapai Pulau Sirandah aliran yang terjadi mengikuti daratan pulau dan berbelok ke arah selatan. Kecepatan arus laut pada perairan pulau ini pada titik pengukuran karang bagian utara pulau, mencapai nilai 0,49 m/dt dan rata-rata selama musim peralihan I bulan April 2018 sebesar 0,20 m/dt (**Gambar 5**).

Arah arus laut dapat terlihat jelas pada gambar *stickplot* (**Gambar 7** stasiun 4 dan stasiun 5), secara dominan menuju tenggara dan barat laut secara bolak balik. Perairan sekitar Pulau Sikuai yang berada diantara Pulau Pasumpahan dan Pulau Sirandah dan posisi tengah dari wilayah kajian, memiliki nilai kecepatan arus cukup beragam. Secara keseluruhan dari pulau-pulau kecil yang dikaji, termasuk perairan yang memiliki arus laut lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi karena perairan di pulau ini masih mendapat pengaruh besar dari dinamika di laut lepas, terutama saat terjadi pasang purnama (**Gambar 4.a**).



Gambar 7. *Stickplot* arus laut pada titik pengamatan terumbu karang di beberapa PPK Kota Padang pada bulan April 2018.

Keterangan: Titik stasiun 1 – 15 secara berurutan adalah Pulau Sironjong (S), Pulau Sikuai (TTG), Pulau Sikuai (BBL), Pulau Sirandah 1 (U), Pulau Sirandah 2 (U), Pulau Pasumpahan 1 (S), Pulau Pasumpahan 2 (S), Pulau Pasumpahan (BL), Pulau Pasumpahan 1 & 2 (BD), Pulau Pasumpahan (UBL), Pulau Pasumpahan (SBD), Pulau Pasumpahan (U), Pulau Pasumpahan (B), Pulau Pasumpahan (T), dan Pulau Pasumpahan (TL).

Nilai kecepatan arus laut pada saat tersebut mencapai 0,325 m/dt yang merata terjadi hampir di sekeliling pulau, diantaranya bagian barat laut, barat daya, bahkan pada bagian timur pulau. Aliran arus laut yang terjadi masih dari laut lepas, dan juga terjadi pembelokan arah aliran arus mengikuti daratan pulau sehingga menuju ke arah selatan. Namun saat kondisi perbani, tidak terlihat arus cukup kuat pada perairan ini, baik saat air laut pasang yang mencapai 0,28 m/dt (**Gambar 4.b**) maupun saat air laut surut yang mencapai 0,22 m/dt (**Gambar 5.b**). Secara keseluruhan nilai kecepatan arus laut pada titik pengamatan terumbu karang (bagian barat - barat laut dan timur – tenggara dari ulau), tergolong perairan berarus cukup tinggi. Kisaran kecepatan maksimum arus laut mencapai 0,46 m/dt dan 0,38 m/dt, namun rata-rata arus laut hanya sebesar 0,12 m/s (**Gambar 6**). Arah arus dominan pada titik-titik ini dominan ke arah utara dan barat daya (**Gambar 7**, stasiun 2 dan stasiun 3).

Perairan di sekitar Pulau Sironjong berada pada bagian selatan wilayah kajian dan cukup dekat dengan pulau/daratan utama. Pada perairan ini memiliki arus laut cukup tenang terutama saat kondisi perbani, yaitunya mencapai 0,20 m/dt (saat air laut pasang) dan mencapai 0,14 m/dt (saat air laut surut). Bahkan saat surut perbani (**Gambar 5.b**), pada perairan ini sangat

tenang dengan dominasi kisaran arus laut hanyay sebesar 0,06-0,08 m/dt.

Nilai kecepatan arus laut sedikit lebih tinggi terjadi saat kondisi air laut pasang purnama yaitu mencapai 0,275 yang terjadi pada bagian barat pulau (**Gambar 4.a**). Arah arus laut pada perairan ini dominan dari selatan, terjadi karena di dominasi oleh pembangkit pasut yang berasal dari selatan. Hal ini memang dapat terjadi karena posisi pulau yang lebih dekat di selatan, sehingga mendapat pengaruh lebih besar. Sangat terlihat jelas pada kondisi perbani yang mana kisaran pasut cukup kecil, aliran yang secara umum berasal dari utara tidak cukup kuat mencapai perairan ini, sehingga aliran yang terjadi masih menuju utara. Hanya saat pasang besar (purnama) saja aliran arus yang terjadi pada perairan ini mengikuti kondisi aliran secara umum yang terjadi pada wilayah kajian yaitu menuju selatan. Hal ini dapat terlihat jelas pada gambar *stickplot* arus pada titik pengamatan terumbu karang (**Gambar 7**, stasiun 1), dengan dominan kejadian arus mengarah ke bagian atas. Nilai kecepatan arus laut secara keseluruhan selama bulan April 2018, pada titik pengamatan karang (bagian selatan), memiliki arus laut masih tergolong rendah dengan nilai maksimum hanya 0,20 m/dt dan rata-rata 0,09 m/dt (**Gambar 6**).

Tabel 2. Hasil pengamatan *lifeform* karang perairan Pulau Pasumpahan, Kota Padang.

Waktu	Titik sampling	Koordinat	Acropora			Non Acropora								
			ACB	ACS	% cover	CB	CM	CE	CS	CF	CMR	CME	CHL	% cover
Tahun 2012 (data sekunder)	St 1 (BD)	100°21'58,22"BT 1°7'9,81"LS	3	0,5	3,50	5,00	8,00	2,00	2,00	1,00	0,50	2,00	1,00	21,50
	St 2 (U - BL)	100°21'55,98"BT 1°6'58,61"LS	3	1	4,00	8,00	4,00	6,00	3,00	4,00	1,00			26,00
	St 3 (S - BD)	100°22'2,62"BT 1°7'14,15"LS	1		1,00	3,00	5,00	2,00	1,00	0,50	0,50	2,00		14,00
	St 4 (U)	100°22'4,55"BT 1°6'56,01"LS	2		2,00	20,00	4,00	3,00	2,00	3,00	1,00			33,00
	St 5 (B)	100°21'50,34"BT 1°7'4,66"LS	2	0,5	2,50	4,00	6,00	1,00	1,00				0,50	12,50
	St 6 (T)	100°22'17,65"BT 1°7'2,41"LS	4		4,00	5,00	10,00	3,00	4,00	6,00	1,00	2,00		31,00
	St 7 (TL)	100°22'10,90"BT 1°6'58,33"LS	5		5,00	7,50	10,00	4,00	8,00	7,00	0,50	3,00		40,00
Tahun 2014 (data sekunder)	St 1 (BD)	100°22'2,62"BT 1°7'14,15"LS	0,77		0,77	4,40	7,57	0,77	6,53		1,10	26,77		47,13
Tahun 2015 (data primer)	KR 1 (BL)	100°21'51"BT 1°7'1,60"LS	1,8		1,80			4,33	0,47	0,73	0,37			5,90
	KR 2 (S)	100°22'6,2"BT 1°7'15"LS	3,23		3,23	7,63	27,23	2,40	1,33			1,50		40,10
Tahun 2018 (data sekunder)	St 1 (S)	100°22'9,50"BT 1°7'16,60"LS			0,00	1,80		8,93	34,40	6,60	0,14			51,87

Keterangan: Dominasi rendah ■ Dominasi cukup tinggi ■
 Kelompok karang Acropora: ACB (Branching); ACS (Submassive); Kelompok karang Non Acropora: CB (Branching); CM (Massive); CE (Encrusting); CS (Submassive); CF (Foliose); CMR (Mushroom); CME (Millepora); CHL (Heliopora).

Hasil rata-rata dari tiga ulangan masing-masing pengamatan *lifeform* karang di beberapa titik Pulau Pasumpahan dapat terlihat pada **Tabel 2**. Terumbu karang di perairan Pulau Pasumpahan tergolong bagus karena masih dapat ditemukan pada sekeliling perairannya. Hanya saja kondisi keberadaannya antara buruk hingga sedang dengan % cover karang hidup sebesar 12,5-51,87%. Kondisi tersebut dapat meningkat jika perairan di sekitarnya masih dapat terjaga dengan baik, selain itu juga karena sudah dilakukan konservasi karang di sekitar perairan ini. Secara umum, karang *non-acropora* lebih banyak ditemukan pada perairan Pulau Pasumpahan, Kota Padang. Adapun jenis karang *acropora* yang dapat ditemukan hanya berupa karang bercabang dan sebagian kecil dari bentuk *submassive*.

Bentuk-bentuk dari pertumbuhan karang ini dipengaruhi oleh lingkungan tempat hidupnya, yang berkaitan erat dengan pengaruh oseanografis seperti arus laut, kecerahan dan faktor kedalaman (Daniel & Santosa, 2014). Kebanyakan *lifeform* karang yang ditemukan adalah bentuk karang bercabang (ACB dan CB) dan karang bentuk padat/*massive* (CM), yang dapat ditemukan pada setiap titik pengamatan dan juga mendominasi keberadaannya. Secara ketahanan dari aspek lingkungan, *lifeform* karang jenis *massive* memang lebih tahan terhadap hantaman gelombang laut dan sirkulasi aliran arus laut (Hughes, 1987). Untuk jenis karang bercabang lebih mudah patah, namun dapat

membentuk koloni baru hasil patahan tersebut selama pengaruh kualitas air laut yang baik. Selain itu dengan aliran yang tidak terlalu kuat, jenis bercabang juga lebih banyak ditemukan dan tahan terhadap aspek lingkungan.

Lifeform karang yang banyak ditemukan masih jenis *non-acropora*, mendominasi pada pulau-pulau ini adalah karang *submassive* (CS) yang dapat ditemukan di tiga pulau tersebut (**Tabel 3**), terutama paling baik hidup di perairan Pulau Sirandah bagian utara sebesar 77,33-85,27%. Namun pada perairan Pulau Sikuai dan Pulau Sironjong jenis karang CS memiliki kondisi paling buruk dengan % cover sebesar 0,07%. Pada perairan Pulau Sikuai bagian barat – barat laut ditemukan jenis *heliophora* (CHL) dengan % cover sebesar 13,46%, sedangkan pada bagian selatan – tenggara Pulau Sironjong terdapat jenis karang bercabang (ACB) sebesar 1,77% dan *tabulate* (ACT) sebesar 1,2 %.

Kedekatan hubungan antara parameter arus laut dan jenis *lifeform* karang yang tersebar pada beberapa titik stasiun pengamatan terumbu karang cukup tinggi. Nilai simetris kedekatan hubunga yang diperoleh adalah sebesar 81,40% (**Gambar 8**). Sehingga hubungan yang dapat dijelaskan cukup dari 2 sumbu saja (F1 dan F2), dan terbesar kontribusi dari sumbu F1 sebesar 68,58%. Kebanyakan titik-titik pengamatan di Pulau Pasumpahan (Stasiun 6-15), umumnya memiliki arus laut rendah sehingga terdapat beberapa jenis *lifeform* karang yang ditemukan.

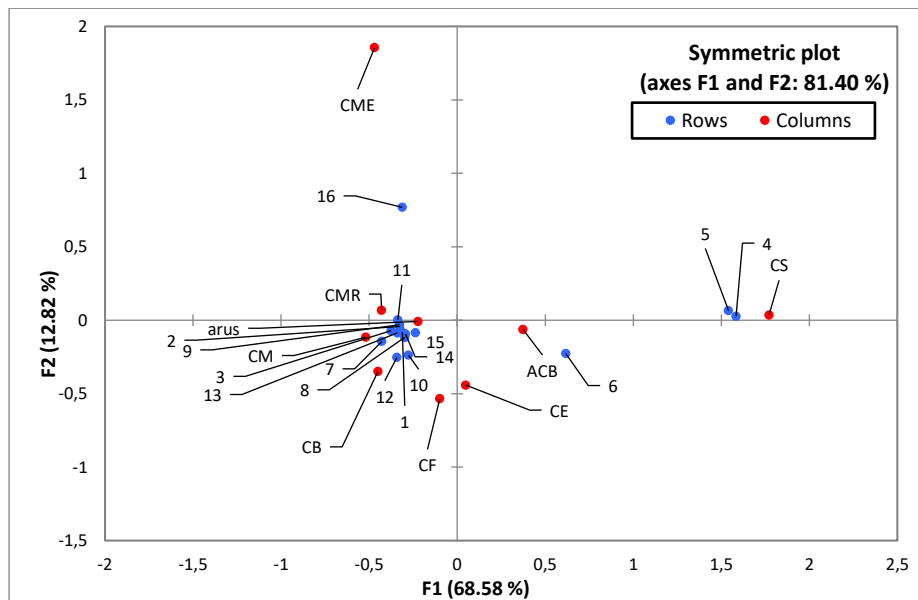
Tabel 3. Hasil pengamatan *lifeform* karang perairan Pulau Sirandah, Pulau Sikuai, dan Pulau Sironjong.

Waktu	Titik sampling	Koordinat	Acropora		% cover	Non Acropora						% cover		
			ACB	ACT		CB	CM	CE	CS	CF	CMR		CHL	
Pulau Sirandah (2015): data primer	KR 1 (U - TL)	100°20'29,6"BT 1°7'9,4"LS								85.27				85.27
Pulau Sirandah (2018): data sekunder	St 1 (U - TL)	100°20'29,3"BT 1°7'8,1"LS						2.94		77.33	0.20			80.47
Pulau Sikuai (2018): data sekunder	St 1 (B- BL)	100°21'1,5"BT 1°7'34,2"LS	0.20		0.20		3.80			0.07	0.07	0.13	13.46	17.53
	St 2 (T - Tg)	100°21'13,5"BT 1°7'51"LS						0.20						0.20
Pulau Sironjong (2018): data sekunder	St 1 (S - Tg)	100°21'31,87"BT 1° 8'48,6"LS	1.77	1.20	2.97	0.27		0.20		0.07				0.54

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2019)

Keterangan: Dominasi rendah ■ Dominasi cukup tinggi ■

Kelompok karang Acropora: ACB (Branching); ACS (Submassive); Kelompok karang Non Acropora: CB (Branching); CM (Massive); CE (Encrusting); CS (Submassive); CF (Foliose); CMR (Mushroom); CME (Millepora); CHL (Heliopora).



Gambar 8. Analisis koresponden: plot simetris hubungan antara parameter arus laut dan *lifeform* karang di beberapa PPK Kota Padang.

Lokasi ini pada umumnya memiliki jenis karang beragam dari tipe dan daya tahan terhadap aliran arus laut yang terjadi. Pada kuadran kiri – bawah, terlihat kedekatan hubungan yang sangat besar antara parameter arus laut dengan *lifeform* karang diantaranya karang *massive* (CM), karang bercabang/*branching* (CB), dan karang lempeng/*foliiose* (CF). Karang *massive* biasanya tahan terhadap kerusakan badai (Hughes 1987), termasuk juga dorongan dari aliran arus laut kuat. Sama halnya dengan karang bercabang yang dapat tumbuh pada arus kuat, namun sering rusak akibat aliran tersebut. Sedangkan karang *foliiose* cukup rapuh dan mudah rusak oleh arus laut (Hughes & Jackson, 1985; Hughes, 1987). Dalam hal ini, dengan beragamnya jenis *lifeform* karang yang ditemukan tersebut, terlihat bahwa pengaruh kejadian arus laut pada lokasi di perairan Pulau Pasumpahan tidak signifikan.

Pulau Pasumpahan memiliki berbagai jenis karang di antaranya adalah sebagian besar jenis karang bercabang (ACB dan CB), karang *massive* (CM), karang kerak (CE), karang *submassive* (CS), karang lembaran/*foliiose* (CF), serta bagian kecil dari karang *acropora* jenis *submassive* (ACS), karang *non-acropora* jenis jamur/*mushroom* (CMR) dan karang *acropora* jenis *heliopora* (CHL). Namun dominan karang yang ditemukan adalah karang *non-acropora* dari jenis bercabang/*branching* (CB) dan *massive* (CM).

Titik 4 dan 5 sama-sama berada pada bagian utara Pulau Sirandah, memiliki keberadaan karangan *submassive* (CS) yang dominan. Selain itu juga terlihat kedekatan dengan Titik 6 pada bagian selatan Pulau Pasumpahan, namun terdapat pada kuadran yang berbeda, karena arus laut pada titik ini berbeda dengan kondisi umum di Pulau Sirandah. Pada lokasi di Pulau Sirandah,

terdapat arus laut yang besar mencapai kecepatan maksimal sebesar 0,49 m/dt. Memang karang *massive* CS dapat berguna dalam meredam aliran arus laut, selain itu tahan terhadap kerusakan akibat badai (Hughes 1987).

KESIMPULAN

Sirkulasi arus laut perairan PPK Kota Padang lebih dominan dibangkitkan oleh gaya pasang surut, karena berada dekat dengan daratan utama. Terlihat cukup signifikan hubungan antara kecepatan aliran arus laut di lokasi kajian dengan *lifeform* karang yang ada, dengan nilai kedekatan sebesar 81,40%. Arus laut cukup tinggi mencapai 0,49 m/dt, memiliki karang dengan jenis *submassive* (CS) sangat dominan. Arus laut cukup lemah kisaran maksimum 0,13-0,28 m/dt dan rata-rata 0,04-0,08 m/dt, memiliki banyak jenis *lifeform* karang yaitu semua jenis karang *non-acropora* dan *acropora* jenis bercabang (ACB). Bentuk karang bercabang (ACB dan CB) dan *massive* (CM) mendominasi keberadaannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Loka Riset Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir, DKP Sumatera Barat, Yayasan Sanari, dan semua pihak atas segala bantuan, berupa tambahan data yang diberikan sehingga kegiatan penelitian dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Christopher, J. (2007). *Physical conditions on marginal coral reefs*. James Cook University.
- Corvianawatie, C. & Abrar, M. (2018). Kesesuaian kondisi oseanografi dalam mendukung ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Pari. *J. Kelaut. Nas.*, 13(3), 155-161.
- Daniel, D. & Santosa, L.W. (2014). Karakteristik

- oseanografis dan pengaruhnya terhadap distribusi dan tutupan terumbu karang di Wilayah Gugusan Pulau Pari, Kabupaten Kep. Seribu, DKI Jakarta. *J. Bumi Indones.* 3(2).
- DKP Provinsi Sumatera Barat (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sumatera Barat). (2014). *Rencana Pengelolaan dan Zonasi Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD) Kota Padang*. Padang.
- Fatoni, K.I. (2011). *Pasang surut dan pola perambatannya di Perairan Indonesia*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Halid, N.H., Ahmad, Z., Kamarumtham, K., Saad, S., Fikri, M., Khodzori, A., Faiz, M., Hanafiah, M. & Yusof, M.H. (2016). The effect of current on coral growth form in selected areas of Tioman Island, Pahang. *Trans. Sci. Technol.*, 3(2-2), 393-400.
- Harris, D.L. & Vila-concejo, A. (2013). Wave transformation on a coral reef rubble platform. *J. Coast. Res. Special Is.*, (65), 506-510. DOI: <https://doi.org/10.2112/SI65-086.1>.
- Hughes, T.P. (1987). Skeletal Density and Growth Form of Corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 35, 259-266. DOI: <https://doi.org/10.3354/meps035259>.
- Hughes, T.P. & Jackson, J.B.C. (1985). Population Dynamics and Life Histories of Foliose Corals. *Ecol. Monogr.*, 55(2), 141-166.
- Jankowski, M.W., Gardiner, N.R. & Jones, G.P. (2015). Depth and Reef Profile: Effects on the Distribution and Abundance of Coral Reef Fishes. *Environ. Biol. og Fishes.*, 98(5), 1373-1386. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10641-014-0365-1>.
- Kench, P.S. & Brander, R.W. (2015). Wave Processes on Coral Reef Flats: Implications for Reef Geomorphology Using Australian Case Studies. *J. Coast. Res.*, 22(1), 209-223. DOI: <https://doi.org/10.2112/05A-0016.1>.
- KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan). (2016). Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 47 Tahun 2016 tentang Pemanfaatan Kawasan Konservasi Perairan. ementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Monismith, S.G. (2007). Hydrodynamics of Coral Reefs. *Annu. Rev. of Fluid Mech.*, 39, 37-55. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.fluid.38.05.0304.092125>.
- Pariwono, J.I. (1985). *Tides and tidal phenomena in the Asean Region*. Adelaide. Australia.
- Pariwono, J.I. (1999). Kondisi oseanografi Perairan Pesisir Lampung. Proyek Pesisir Publication, Technical Report (TE, 99/12-I) Coastal Resource Center (CRC). Jakarta.
- Pemkot Padang (Pemerintah Kota Padang). (2014). *Pencadangan Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Padang.
- Renfro, B. & Chadwick, N.E. (2017). Benthic community structure on coral reefs exposed to intensive recreational snorkeling. *PLoS One.*, 12(9), 1-22. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184175>.
- RI (Republik Indonesia). (2007). Undang-Undang RI Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Roberts, H.H. & Suhayda, J.N. (1983). Wave-Current Interactions on a Shallow Reef (Nicaragua, Central America). *Coral Reefs.*, 1, 209-214.
- Rosman, J.H. & Hensch, J.L. (2011). A framework for understanding drag parameterizations for coral reefs. *J. Geophys. Res.*, 116(C08025), 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1029/2010JC006892>.
- Samawi, M.F., Faisal, A. & Rani, C. (2015). Parameter oseanografi pada calon daerah kawasan konservasi perairan laut Kabupaten Luwu Utara. Di dalam: *Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan II*. Universitas Hasanuddin. Makasar. hlm. 72-79.
- Shimokawa, S., Murakami, T. & Kohno, H. (2023). Coral distribution and diversity in Sakiyamawan-Amitoriwan nature conservation area of Iriomote Island in Japan. *Geosci. Lett.*, 10(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40562-023-00263-0>.
- Stewart, R.H. (2008). *Introduction to physical oceanography*. Sept Ed. Department of Oceanography Texas A & M University. Texas. USA.
- Stocking, J.B., Laforsch, C., Sigl, R. & Reidenbach, M.A. (2018). The role of turbulent hydrodynamics and surface morphology on heat and mass transfer in corals. *J. R. Soc. Interface.*, 15(149). DOI: <https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0448>.
- Stocking, J.B., Rippe, J.P. & Reidenbach, M.A. (2016). Structure and dynamics of turbulent boundary layer flow over healthy and algae-covered corals. *Coral Reefs.*, 35(3), 1047-1059. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00338-016-1446-8>.
- Symonds, G., Black, K.P. & Young, I.R. (1995). Wave-driven flow over shallow reefs. *J. Geophys. Res.*, 100(C2), 2639-2648.
- Wyrтки, 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. California. USA.

Halaman ini sengaja kami kosongkan