

Microzonasi Perubahan Garis pantai Akibat Pengaruh Rip Current di Pantai Kota Bani Bengkulu

Supiyati*, Septi Johan, Suwarsono, Hestyna Eka Putri

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu
Gedung T FMIPA Jalan. W.R. Supratman Kandang Limun Bengkulu, 38122 Indonesia
Email: supiyati_116@unib.ac.id

Abstract

Microzonation of Coastline Changes Due to Rip Current Influence at Kota Bani Coast, Bengkulu

The coastal of Kota Bani in Bengkulu is directly connected to the Indian Ocean, which has strong waves and currents that have the potential for rip currents. Recently, Kota Bani coast has experienced rapid shoreline changes caused by abrasion. Therefore, the purpose of this study is to identify rip current generating parameters, microzonation mapping of shoreline changes and its relationship with the potential zone of rip current occurrence at Kota Bani Coast, Bengkulu. The methods used in this study were in situ measurement of rip current generating parameters and identification of rip current using drone photos and USGS data to see shoreline changes. Analysis was done descriptively and quantitatively. Based on the research results, the type of breaking wave found at Kota Bani Coast is the plunging type with an irribaren value of 0.3 - 2.3. The potential for rip current occurs more in the west season than in the first transitional season. Rip current speeds of 3 m/s in the west season and 2.2 m/s in the first transitional season. Based on photo data of the coastline from the USGS for 10 years, the abrasion zone experienced a total coastline setback of 149.9 meters and in the non-abrasion zone experienced a total coastline increase (sedimentation) of 113.3 meters, with an average per year.

Keywords: Abrasion, rip current, Wave, sedimentation, USGS

Abstrak

Pantai Kota Bani Bengkulu Utara berhubungan langsung dengan Samudera Hindia yang memiliki gelombang dan arus kuat yang memiliki potensi kemunculan rip current. Akhir-akhir ini Pantai kota Bani mengalami perubahan garis pantai yang sangat cepat yang disebabkan abrasi. Oleh sebab itu tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi parameter pembangkit rip current, pemetaan microzonasi perubahan garis pantai dan hubungannya dengan zona potensi rip current di Pantai Kota Bani Bengkulu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran in situ parameter pembangkit rip current dan identifikasi rip current menggunakan foto drone serta data USGS untuk melihat perubahan garis pantai. Analisis dilakukan secara diskriptif dan kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh tipe gelombang pecah yang terdapat di Pantai Kota Bani yaitu tipe plunging dengan nilai irribaren 0,3 - 2,3. Potensi kemunculan rip current lebih banyak terjadi pada musim barat dibandingkan musim peralihan I. Kecepatan rip current pada musim barat 3 m/s dan pada musim peralihan I 2,2 m/s. Berdasarkan data foto garis pantai dari USGS selama 10 tahun zona terabrasi terjadi total kemunduran garis pantai 149,9 meter dan pada zona tidak terabrasi mengalami total kemajuan garis pantai (sedimentasi) 113,3 meter, dengan rata-rata perubahan garis pantai per tahun 3,7 m. Zona abrasi dan tidak terabrasi sama-sama berpotensi munculnya rip current, akan tetapi kemunculan rip current lebih banyak pada zona terabrasi, hasil yang didapat menunjukkan bahwa rip current menjadi salah satu faktor mempercepat terjadinya abrasi di Pantai Kota Bani.

Kata kunci : Abrasi, gelombang, rip current, sedimentasi, USGS

PENDAHULUAN

Pantai Kota Bani merupakan salah satu destinasi wisata pantai di Bengkulu utara. Pantai ini berhadapan langsung dengan samudera Hindia yang memiliki gelombang dan arus yang kuat, dan sebelah timur terhubung langsung dengan jalan lintas Sumatera yang dikenal dengan JALINBAR (Supiyati *et al.*, 2021; Zulkarnaen *et al.*, 2022). Akhir-akhir ini Pantai Kota Bani mengalami perubahan garis pantai yang sangat cepat akibat abrasi pantai. Kondisi ini jika dibiarkan tanpa penanganan yang tepat, maka akan semakin merugikan warga sekitar, dan masyarakat setempat, bahkan dapat memutuskan Jalan Lintas Barat Sumatera (JALINBAR) yang merupakan jalan utama penghubung Kabupaten Bengkulu Utara dengan Kabupaten Mukomuko (Suwarsono *et al.*, 2009; Supiyati *et al.*, 2021). Apabila akses jalan ini terputus, maka akan menghambat aktifitas dan perekonomian warga. Kurangnya informasi mengenai perubahan garis pantai secara spasial

dan temporal menyebabkan pengawasan perubahan pantai kurang maksimal sehingga pemetaan perubahan garis pantai sangat diperlukan (Inaku *et al.*, 2021).

Abrasi dapat terjadi disebabkan oleh faktor alam dan juga oleh manusia. Faktor alam yaitu disebabkan oleh hidrodinamika dari laut yang meliputi arus, gelombang serta angin (Santoso dan Dharma, 2019; Sugianto, 2019; Supiyati *et al.*, 2021). Parameter ini mempunyai kekuatan untuk mengikis daerah pantai secara terus menerus, sedangkan faktor manusia, yaitu kegiatan penggalian pasir dan material pantai lainnya serta penebangan hutan pantai yang dijadikan bahan untuk membuat bangunan (Supiyati *et al.*, 2021; Alnursa, 2022). Menurut penelitian Nurjana *et al.* (2020) melakukan kajian di Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan menunjukkan bahwa gelombang pasang dapat merusak bakau yang berakibat pada perubahan garis pantai berupa abrasi.

Berdasarkan survei awal, di Pantai Kota Bani memiliki jenis pantai berpasir sedikit berbatu dan bentuk pantainya lurus. Selain itu terlihat juga banyak potensi kemunculan *rip current*. *Rip current* merupakan arus balik dengan energi yang sangat kuat bahkan dalam hitungan detik (Rachama *et al.*, 2021; Setyawan *et al.*, 2017). *Rip current* ini mampu menarik material yang ada di pesisir pantai yang telah terdorong oleh arus *longshore current*, sehingga diduga semakin mempercepat terjadinya abrasi di Pantai Kota Bani. Kecepatan arus *rip current* bervariasi tergantung pada kondisi gelombang dan bentuk pantai (Supiyati *et al.*, 2022). Terbentuknya *rip current* merupakan interaksi yang kompleks antara gelombang, arus, pasang surut dan morfologi pantai, sehingga *rip current* dapat ditinjau melalui hubungan antar parameter hidro-oseanografi perairan pantai yang meliputi: arah dan kecepatan arus, periode dan ketinggian gelombang (Supiyati *et al.*, 2022; Hermawan *et al.*, 2020). Pemetaan zona potensi kemunculan *rip current* ini sangat perlu diketahui sebagai informasi dalam upaya mitigasi bencana pantai bagi pengunjung wisata di Pantai Kota Bani, dan meminimalisir kerugian akibat perubahan garis pantai yang disebabkan oleh abrasi. Oleh sebab itu sangat perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh *rip current* terhadap perubahan garis pantai akibat abrasi di pantai Kota Bani ini. Kajian akan dilakukan melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan parameter pembangkit *rip current* dan visualisasi foto udara dengan menggunakan teknologi pesawat tanpa awak (*drone*) untuk memetakan microzonasi perubahan garis pantai dan zona potensi *rip current* serta didukung juga dengan data citra satelit USGS (*United states geological survey*) selama 10 tahun terakhir. Penelitian ini bertujuan adalah untuk mengidentifikasi parameter pembangkit *rip current*, pemetaan microzonasi perubahan garis pantai dan hubungannya dengan zona potensi *rip current* di Pantai Kota Bani Bengkulu.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Perairan Pantai Kota Bani, Bengkulu Utara yang secara geografis terletak pada koordinat 101°36'20"E - 101°37'5"E dan 3°13'50"S - 3°14'30"S. Pengambilan data lapangan dibagi menjadi zona terabrasi dan zona tidak terabrasi, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian ini diawali dengan studi literatur terlebih dahulu untuk mendukung kegiatan penelitian secara teori. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data sekunder yang digunakan berupa foto perubahan garis pantai selama 10 tahun (2013 – 2022) berdasarkan citra satelit dari USGS (*United states geological survey*), kemudian data batimetri Pantai Kota Bani dari DEMNAS (*Digital Elevation Model Nasional*). Sedangkan data primer adalah data yang di dapat dari hasil pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan.

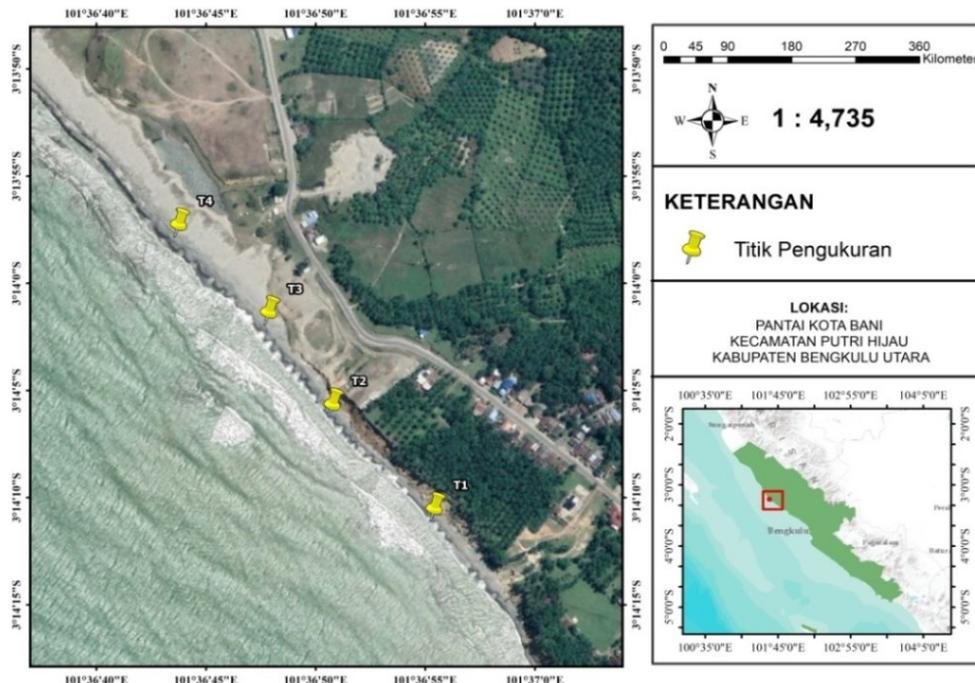
Dalam penelitian ini tahap pertama adalah melakukan tahapan perizinan, kemudian persiapan alat dan bahan. Tahap selanjutnya akan dilakukan survei pengukuran lapangan untuk memperoleh parameter pembangkit *rip current*. Adapun data primer yang akan di ukur dan diamati adalah morfologi pantai, kecepatan dan arah arus, tinggi gelombang dan periode gelombang. Penentuan morfologi pantai yaitu dengan menentukan kemiringan pantai disetiap titik lokasi penelitian yang diukur dengan menggunakan *clinometer*, jenis pantai, dan bentuk

pantai. Selanjutnya, pengukuran kecepatan arus menggunakan *current meter* dan arah arus dengan menggunakan kompas. Kemudian tinggi gelombang laut diukur menggunakan *Tide Gauge* dan periode gelombang diamati dengan menggunakan *stopwatch*. Pengukuran lapangan tinggi dan periode gelombang Pantai Kota Bani dalam penelitian ini dilakukan pada pukul 08:51 WIB sampai dengan 18:29 WIB. Pengukuran dilakukan dengan meninjau variasi musim, yaitu musim barat yang diwakili bulan Januari dan musim peralihan I diwakili bulan Maret, Zona pengukuran lapangan dilakukan pada zona terabrasi yaitu titik 1 dan titik 2, dan zona tidak terabrasi yaitu titik 3 dan titik 4. Perubahan garis pantai dan kemunculan *rip current* diamati berdasarkan hasil visualisasi foto menggunakan *drone* pada ketinggian kurang lebih 50 meter. Selain itu perubahan garis pantai juga akan ditinjau berdasarkan data citra satelit *USGS* selama 10 tahun.

Pengolahan data primer yaitu morfologi pantai yang akan diklasifikasikan berdasarkan koordinat lokasi pantai, jenis pantai, dan bentuk pantai, dan kemiringan pantai, dan hasil akan diolah menggunakan *Software ArcGIS* sehingga didapatkan hasil berupa peta kondisi pantai. Data hasil kecepatan dan arah arus, tinggi dan periode gelombang diolah dan digambarkan dalam grafik *time series*. Selanjutnya tinggi dan periode gelombang diolah dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan 2.2 untuk menentukan nilai *irribaren*. Hasil foto udara menggunakan *drone* akan diolah menggunakan *Software ArcGIS* untuk pemetaan *microzonasi* perubahan garis pantai dan zona potensi *rip current* di Pantai Kota Bani.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan di Pantai Kota Bani pada titik 1 dan titik 2 yang merupakan zona terabrasi, dan titik 3 dan titik 4 merupakan zona tidak terabrasi. Ditinjau dari kategori pantai hasil pengamatan di Pantai Kota Bani diperoleh kategori pantai paling curam adalah di titik 4 dengan kemiringan 18°. Kategori yang agak curam adalah di titik 1 dengan kemiringan 9° seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1, dengan rata-rata kemiringan Pantai adalah 14,5°. Menurut Rachmat and Purwanto (2016) katagori pantai yang curam dapat menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya abrasi karena dapat menimbulkan *run up* gelombang, dimana *longshore current* dan *rip current* saling berinteraksi di pantai membawa material ke arah laut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

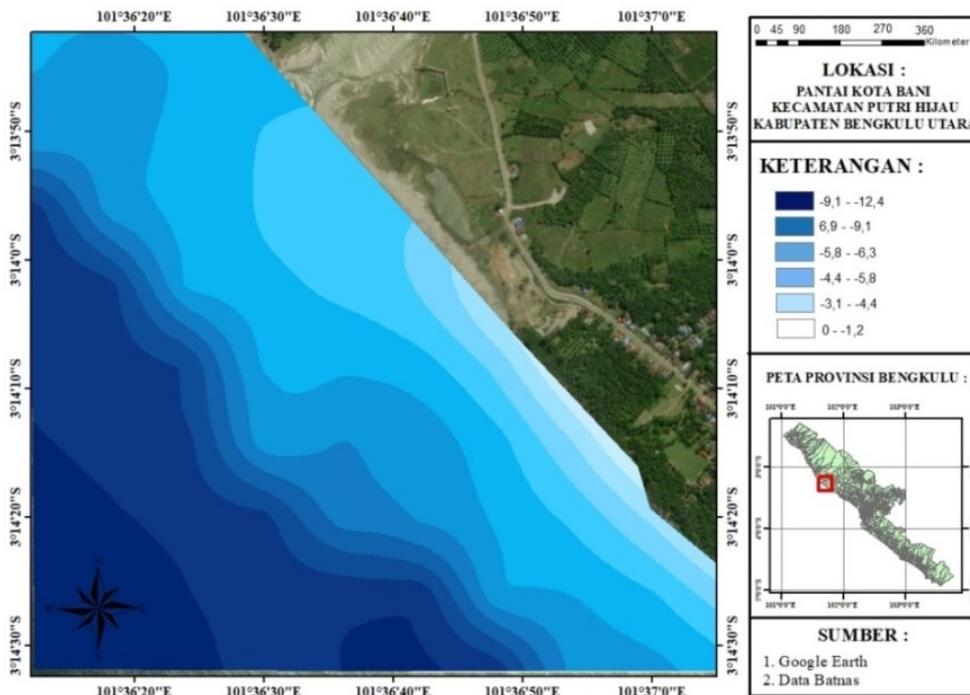
Hasil pengamatan pada zona terabrasi dan zona tidak terabrasi memiliki morfologi pantai dengan bentuk dan jenis pantainya relatif sama yaitu bentuk pantai yang lurus dan jenis pantai perpasir dan berbatu. Morfologi pantai memiliki pengaruh akan kondisi gelombang laut dan arus laut (Huda *et al.*, 2015; Supiyati dan Ekawita, 2019; Isdianto *et al.*, 2022). Gelombang laut dan arus yang tinggi dapat menyebabkan abrasi bahkan memperburuk daerah yang telah terjadi abrasi. Tinggi rendahnya gelombang laut ini sangat dipengaruhi oleh batimetri suatu perairan.

Hasil pemetaan menunjukkan batimetri Pantai Kota Bani memiliki kedalaman yang bervariasi dengan perairan terdalam 12,4 meter yang ditunjukkan dengan warna semakin gelap seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Warna putih batimetri yang berada di dekat pantai menunjukkan kedalaman pantai yang dangkal berkisar dari 0 sampai 1,2 meter. Warna biru gelap menunjukkan kedalaman pantai yang terdalam yaitu berkisar dari 9,1 sampai 12,4 meter. Kondisi batimetri Pantai Kota Bani ini selain mempengaruhi ketinggian gelombang laut juga mempengaruhi potensi kemunculan *rip current*.

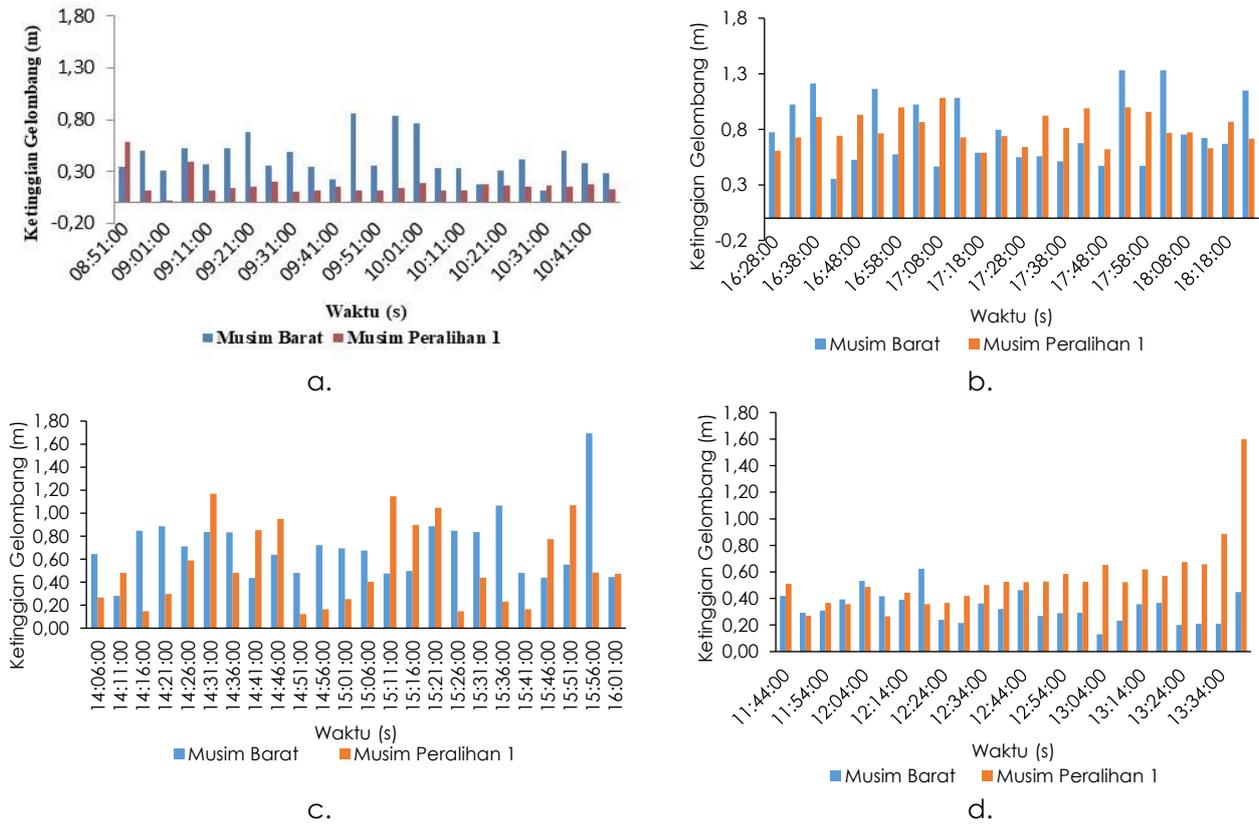
Berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data gelombang diperoleh bahwa gelombang laut tertinggi terjadi pada musim barat sebesar 1,72 meter dan terendah terjadi di musim peralihan I yaitu 0,02 meter. Namun, gelombang laut di musim peralihan I lebih stabil dibandingkan di musim barat, hal ini disebabkan oleh pengaruh kecepatan dan arah angin bertiup saat pengukuran.

Tabel 1. Morfologi Pantai Kota Bani

| Titik Penelitian | Kategori Pantai | Kemiringan pantai (°) | Jenis Pantai | Bentuk Pantai | Beach Cups |
|------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|---------------|------------|
| Titik 1 | Agak Curam | 9 | Berpasir sedikit berbatu | Lurus | Ada |
| Titik 2 | Curam | 16 | Batu dan Berpasir | Lurus | Ada |
| Titik 3 | Curam | 15 | Batu dan Berpasir | Lurus | Ada |
| Titik 4 | Curam | 18 | Batu dan Berpasir | Lurus | Ada |



Gambar 2. Batimetri Pantai Kota Bani



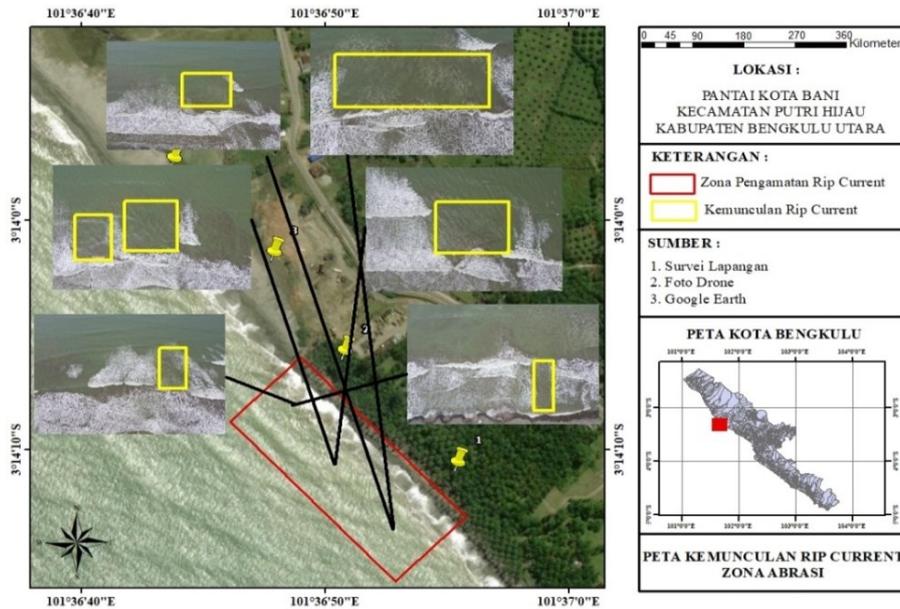
Gambar 3 Ketinggian Gelombang Pantai Kota Bani. Titik 1, (b) Titik 2, (c) Titik 3, (d) Titik 4.

Periode gelombang Pantai Kota Bani hasil pengamatan tertinggi diperoleh pada musim barat di zona terabrasi sebesar 11,3 s, sedangkan periode gelombang terendah pada musim peralihan I di zona tidak terabrasi yaitu 0,4 s. Periode gelombang musim barat lebih rendah dibandingkan pada musim peralihan I. Hal ini disebabkan oleh pengaruh angin dan cuaca pada saat pengukuran. Gelombang pecah di Pantai Kota Bani berdasarkan perhitungan nilai *irribaren* diklasifikasikan sebagai tipe *plunging*. Gelombang tipe *plunging* merupakan gelombang yang pecah sempurna sehingga biasa membentuk celah terowongan (*barrel*) (Santoso, Putra and Dharma, 2019). Gelombang pecah tipe *plunging* merupakan tipe gelombang yang paling efektif dalam membentuk *rip current*. Selain itu, tipe gelombang pecah *plunging* dapat menyebabkan erosi (Zainul, Kusuma and Hidayati, 2021; Rachma et al., 2021; Supiyati et al., 2022).

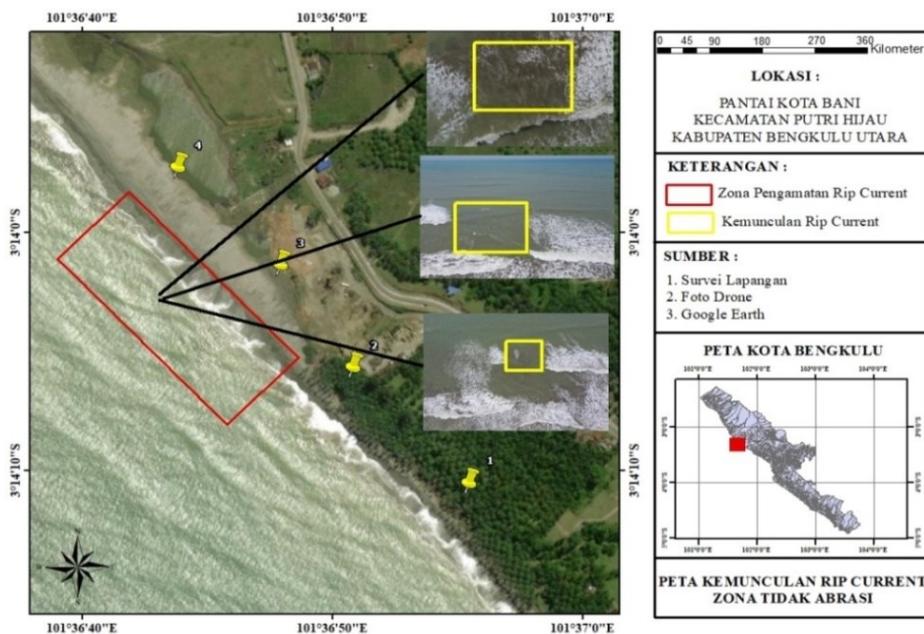
Dalam mengidentifikasi *rip current*, pengambilan foto udara *rip current* dilakukan berdasarkan beberapa hal seperti adanya celah pada garis gelombang dari pantai menuju laut, jalur air dengan kekeruhan tinggi yang bergerak menuju laut dan riak-riak dipermukaan laut yang memanjang. Hasil pengamatan pada musim barat, menunjukkan kemunculan *rip current* lebih banyak ditemukan di zona terabrasi dibanding zona tidak terabrasi. Kemunculan *Rip current* di zona terabrasi diperoleh sebanyak 6 kali seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4, Sedangkan pada zona tidak terabrasi diperoleh hanya 3 kali kemunculan *rip current* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5.

Berdasarkan pengamatan pada musim peralihan I kemunculan *rip current* lebih sedikit di temukan dibanding pengukuran pada musim barat. Pada zona terabrasi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6 ditemukan 4 kali kemunculan *rip current*. Sedangkan pada zona tidak terabrasi yang ditunjukkan oleh Gambar 7 kemunculan *rip current* ditemukan hanya 2 kali. Hal ini disebabkan oleh tinggi gelombang zona tidak terabrasi yang relatif lebih rendah dibandingkan zona terabrasi. Selain itu, Zona terabrasi memiliki kemiringan yang cukup rendah sehingga *rip*

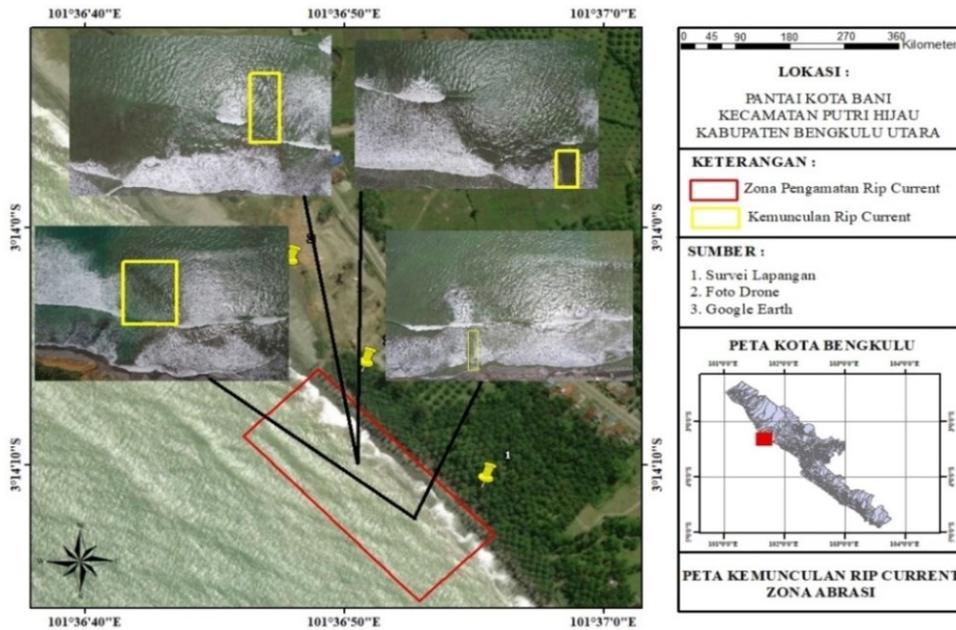
current banyak ditemukan di daerah tersebut. Hal ini bersesuaian dengan hasil penelitian Setyawan, Setiyono dan Rochaddi (2017) bahwa *rip current* yang bisa terlihat di pantai dengan kemiringan yang relatif landai dan semakin landai kemiringan pantai maka semakin besar potensi kemunculan *rip current* yang terjadi. Selain itu kemunculan *rip current* juga dipengaruhi oleh tinggi gelombang, kecepatan arus yang tinggi dan waktu pengamatan juga dapat menjadi pengaruh banyak sedikitnya kemunculan *rip current*. Ketinggian gelombang dan kecepatan arus ini sangat berkaitan dengan musim, oleh sebab itu pada musim barat kemunculan *rip current* lebih banyak dibandingkan musim peralihan I (Indriani *et al*, 2022; Fajar *et al.*, 2021) . Kondisi ini disebabkan karena pada musim barat kecepatan angin lebih besar dibandingkan musim peralihan I.



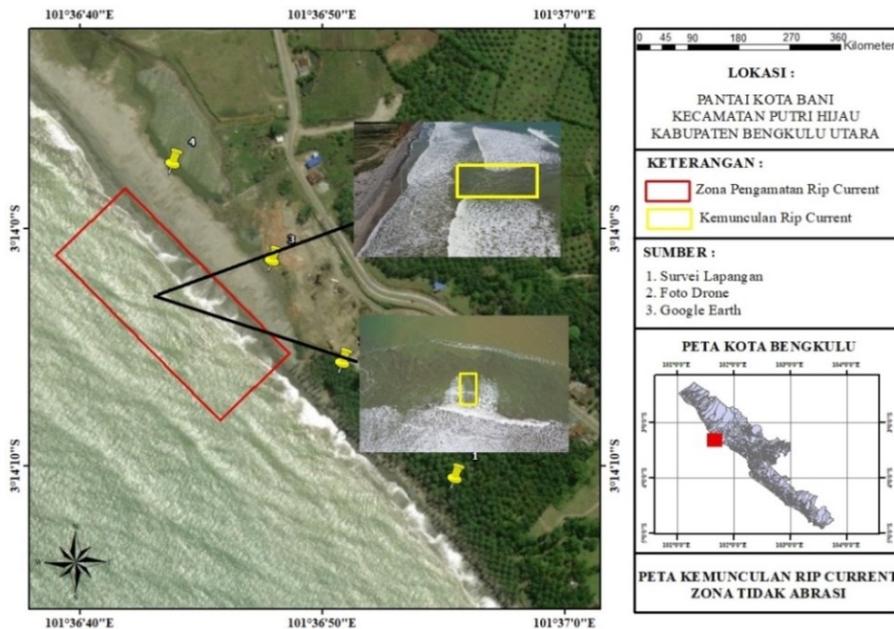
Gambar 4. Rip current zona terabrasi pada musim Barat



Gambar 5. Rip current zona tidak terabrasi pada musim barat



Gambar 6. Rip current zona terabrasi pada musim peralihan I



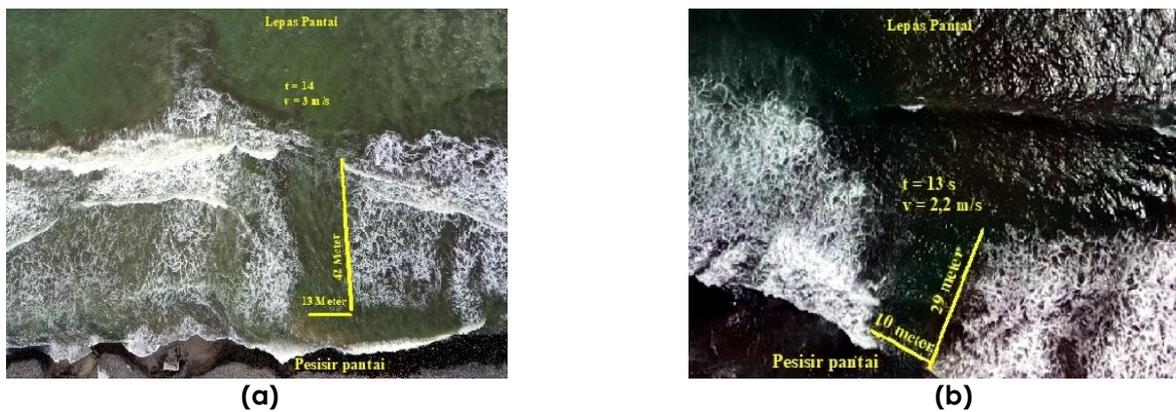
Gambar 7. Rip current zona tidak terabrasi pada musim peralihan I

Ditinjau dari hasil pengamatan menggunakan *drone* diperoleh kecepatan *rip current* pada musim barat adalah 3 m/s dengan jarak 42 meter dan waktu terbentuknya *rip current* selama 14 sekon dan lebar *rip current* 13 meter. Sedangkan kecepatan *rip current* pada musim peralihan I yaitu 2,2 m/s dengan jarak 29 meter dan lebar 10 meter waktu yang diperoleh untuk kemunculan *rip current* yaitu 13 sekon seperti yang dapat dilihat pada Gambar 8. Besar kecilnya kecepatan arus *rip current* juga dipengaruhi oleh kemiringan pantai, kedalaman air laut, tinggi gelombang dan ketepatan pengambilan foto udara. Selain itu menurut Lubis *et al.* (2020) kecepatan arus laut terjadi akibat gaya dorong angin yang bertiup di atas laut sehingga semakin kencang angin maka

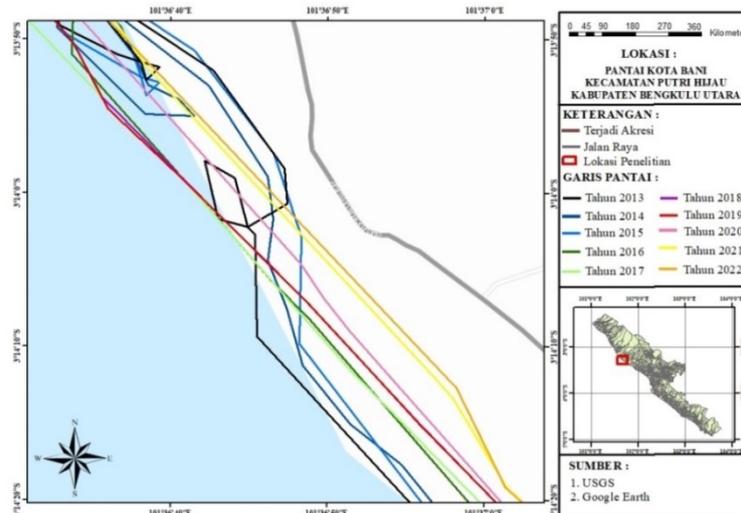
semakin besar kecepatan arus yang dihasilkan begitupun sebaliknya. Sedangkan menurut Kartika, Novitasari dan Setiawan (2020) kecepatan arus laut cenderung bersifat fluktuatif yaitu mengalami peningkatan atau penurunan. Besar kecilnya kecepatan dan sering tidaknya kemunculan rip current cukup berkontribusi mempengaruhi perubahan garis pantai di Pantai Kota Bani.

Besarnya nilai perubahan garis pantai akibat abrasi dan sedimentasi ditunjukkan oleh Tabel 2. Perubahan garis pantai tertinggi terjadi pada tahun 2015 - 2016 dan tahun 2020 - 2021. Selama 10 tahun titik 1 dan 2 merupakan zona terabrasi terjadi total abrasi sebesar 149,9 m sedangkan pada titik 3 dan 4 merupakan zona tidak terabrasi terjadi total sedimentasi sebesar 113,3 m. Rata-rata perubahan garis pantai akibat sedimentasi dan abrasi selama 10 tahun di Pantai Kota Bani adalah 36,6 meter dengan rata-rata pertahunnya adalah 3,7 meter.

Menurut Darmiati, Nurjaya dan Atmadipoera (2020) serta Supiyati *et al* (2021) majunya garis pantai (akresi) dapat berdampak positif karena bertambah luasnya areal lahan masyarakat. Sebaliknya kemunduran garis pantai akibat abrasi sangat merugikan masyarakat karena hampir setengah lahan perkebunan sawit di daerah Pantai Kota Bani hilang akibat abrasi tersebut, bahkan menurut Suwarsono (2009) jika kondisi saat ini tidak segera di atasi abrasi dapat mengancam putusnya jalan lintas barat Sumatera (JALINBAR) (Suwarsono *et al.*, 2009; Supiyati *et al.*, 2021). Adapun Visualisasi perubahan garis pantai berdasarkan data citra satelit USGS selama 10 tahun (2013-2022) yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Kecepatan rip current. a) Musim barat, b) musim Peralihan I



Gambar 9. Perubahan Garis Pantai Kota Bani

Tabel 2. Akresi dan Abrasi Pantai Kota Bani

| Tahun | Perubahan Garis Pantai | |
|-----------|------------------------|------------|
| | Akresi (m) | Abrasi (m) |
| 2013-2014 | (+) 25 | (-) 25 |
| 2014-2015 | (+) 21 | (-) 12 |
| 2015-2016 | (+) 33 | (-) 28 |
| 2016-2017 | (+) 1 | (-) 2,6 |
| 2017-2018 | 0 | (-) 22 |
| 2018-2019 | (+) 0,3 | (-) 0,3 |
| 2019-2020 | (+) 1 | (-) 19 |
| 2020-2021 | (+) 28 | (-) 33 |
| 2021-2022 | (+) 4 | (-) 8 |
| Total | (+) 113,3 | (-) 149,9 |

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat menunjukkan pada zona pengurangan garis pantai atau abrasi terdapat kemunculan *rip current* yang lebih banyak dibandingkan zona yang tidak terabrasi baik dari pengukuran dan pengamatan musim barat maupun musim peralihan I. Kuatnya arus *rip current*, mampu menarik material - material di pesisir pantai yang sebelumnya telah terdorong oleh arus *longshore current* (Rachmat and Purwanto, 2016). Oleh sebab itu, berdasarkan hasil yang didapat menunjukkan bahwa *rip current* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi abrasi di Pantai Kota Bani.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tipe gelombang pecah yang terdapat di Pantai Kota Bani yaitu memiliki tipe *plunging* dengan nilai *irribaren* 0,3 - 2,3. Potensi kemunculan *rip current* lebih banyak terjadi pada musim barat dibandingkan musim peralihan I. Kecepatan *rip current* pada musim barat, yaitu 3 m/s dan musim peralihan I, yaitu 2,2 m/s. Selama 10 tahun zona terabrasi mengalami total kemunduran 149,9 meter dan pada zona tidak terabrasi mengalami total kemajuan (sedimentasi) 113,3 meter. Rata-rata perubahan garis pantai Kota Bani per tahun 3,7 m. Zona abrasi dan tidak terabrasi sama-sama berpotensi munculnya *rip current*, akan tetapi kemunculan *rip current* lebih banyak pada zona terabrasi. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa *rip current* menjadi salah satu penyebab terjadinya abrasi di Pantai Kota Bani.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Bengkulu, melalui pendanaan Hibah Unggulan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam tahun 2023, yaitu dana RBA FMIPA Tahun 2023 dengan Nomor kontrak: 1987/UN30.12/HK/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Alnursa, D.S. (2022). Partisipasi Masyarakat dalam Upaya Mengatasi Abrasi Pantai di Desa Modapuhi Kecamatan Mangoli Utara Kabupaten Kepulauan Sula. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(2), 213-218. doi: 10.5281/zenodo.6418296.
- Darmiati, Nurjaya, I.W., & Atmadipoera, A.S. (2020). Analisis Perubahan Garis Pantai Di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1), 211-222. doi: 1029244/jitkt.v12i1.22815

- Dewi, P. S., Setiyono, H., Handoyo, G., Widada, S., & Suryoputro, A. A. D. (2020). Studi Perubahan Garis Pantai Tahun 2014-2019 di Pesisir Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta. *Journal of Oceanography*, 02(03), 233-242.
- Fajar, S., Djanat, P.V., & Supriyanto, W. (2021). Pergerakan Arus PermukaanLaut Selat Bali Berdasarkan Parameter Angin Dan Cuaca. *Jurnal Riset Kelautan Tropis*, 1(2), 63-79.
- Hermawan, S., Harsono, K., Bong, N., & Gho, D. (2020). The Utilization of Hydrodynamics Models in Validating the East Java Rip Current in the Era of Industrial Revolution 4.0'. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, 990(1), 0–6. doi: 10.1088/1757-899X/990/1/012030.
- Huda, A.N., Suryoputro, A.A.D., & Subardjo, P. (2015). Studi pola transformasi gelombang di perairan kota tegal. *Jurnal Oseanografi*, 4(1), 341–349.
- Isdianto, A., Adibah, F., Haykal, M.H., Irsyad, M.J., Asyari, I.M., & Supriyadi. (2022). Indeks Kerentanan Pesisir Ditinjau Dari Geomorfologi, Elevasi, Dan Ancaman Gelombang Untuk Mewujudkan Ketahanan Ekosistem Pesisir Vulnerability Index Based on Coastal Geomorphology, Elevation and Threats Waves for Coastal Ecosystem Resilience. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 69–80. doi: 10.20527/jukung.v8i2.14912.
- Inaku, D.F., Nurdin, N., & Satari, D.Y. (2021). Perubahan Garis pantai pada Musim Timur dan Barat kaitannya dengan Karakteristik gelombang di pesisir Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu dan teknologi Kelautan Tropis*. 24(3), 302-310.
- Indriani, W.S., Pujiastuti, D., & Ondara, K. (2022), Analisis Hindcasting Gelombang Terhadap Perubahan Garis Pantai di Perairan Pesisir Pantai Padang Menggunakan Data Angin Permukaan. *Jurnal Fisika Unand*, 11(3), 334–340.
- Kartika, D.D., Novitasari D.C.R., & Setiawan F. (2020). Prediksi Kecepatan Arus Laut Di Perairan Selat Bali Menggunakan Metode Exponential Smoothing Holt-Winters. *Jurnal Statistik dan Stokastik*, 02(01), 12–17.
- Lubis, A. M., Veronica, N., Saputra, R., Sinaga, J., Hasanudin, M., & Kusmanto, E. (2020). Investigasi Arus Sejajar Pantai (Longshore Current) di Daerah Abrasi Bengkulu Utara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 316–324. doi: 10.14710/jkt.v23i3.8045.
- Nurjaya, I.W., & Atmadipoera, A.S. (2020). Analisis Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu dan teknologi Kelautan Tropis*. 12(1), 211-222.
- Rachma, V. A., Taofiqrohman, A., Astuty, S., & Pamungkas, W. (2021). Nilai Bahaya Rip Current untuk Wisata Pantai di Pantai Pangandaran, Jawa Barat. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(3), 213–222. doi: 10.14710/buloma.v10i3.32375.
- Rachmat, B., & Purwanto, C. (2016). Morfologi Dasar Laut Kaitannya Dengan Proses Abrasi Pantai Di Perairan Pulau Marore, Sulawesi Utara, *Jurnal Geologi Kelautan*, 9(1), 29-43. doi: 10.32693/jgk.9.1.2011.198.
- Santoso, K., Putra, I.D.N.N., & Dharma, I.G.B.S. (2019). Studi Hindcasting Dalam Menentukan Karakteristik Gelombang dan Klasifikasi Zona Surf Di Pantai Uluwatu, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(1), 119. doi: 10.24843/jmas.2019.v05.i01.p15.
- Setyawan, R., Setiyono, H., & Rochaddi, B. (2017). Studi Rip Current Di Pantai Taman, Kabupaten Pacitan, *Journal of Oceanography*, 6(4), 639–649.
- Sugianto, D.N. (2019). Kajian kondisi hidrodinamika (pasang surut, arus, dan gelombang) di perairan Grati Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 14(2), 66-75.
- Supiyati, Ratmo, E., & Suwarsono. (2022). Identifikasi Potensi Arus Rabak Di Perairan Pantai Sekunyit Bengkulu Selatan, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 14(2), 291-302. doi: 10.29244/jitkt.v14i1.39016
- Supiyati, Sulisty, B., & Oktami, R. (2017). Analisis Perubahan Garis Pantai Kabupaten Kaur Provinsi Bengkulu Selama 10 Tahun (2006-2016), *Prosiding Seminar Nasional Fisika SNF2017*, 6, 139-146. doi: 10.21009/03.snf2017.02.epa.20.
- Supiyati, Suwarsono, & Setiawan, I. (2021). Numerical model of coastline changing caused by ocean waves on every beach segment in coastal area of North Bengkulu, Indonesia, *AIP Conference Proceedings*, 2320, p.1. doi: 10.1063/5.0037641.
- Supiyati, & Ekawita R., (2019). Analisis Arus dan Energi Gelombang berbasis Sensor Ultrasonik di

- Perairan Pantai Tapak Paderi. *Proseding SEMIRATA BKS Barat Bidang MIPA. Bengkulu* pp.597-608
- Suwarsono, Supiyati, & Suwardi. (2009). Zonasi karakteristik Kecepatan Abrasi dan rancangan Teknik Penangan Jalan Lintas Barat Bengkulu bagian Utara Sebagai Jalur Transportasi Vital. *Jurnal Makara Seri Teknologi*, 15, 31-38
- Zainul, M.A., Kusuma, A., & Hidayati, N. (2021). Pemodelan Dan Analisis Perubahan Garis Pantai Di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2), 335-349. doi: 10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.19.
- Zulkarnaen, Y., Febrianto, T., & Apdillah, D. (2022). Pemetaan Daerah Rawan Abrasi Di Wilayah Pesisir Kota Tanjungpinang (Studi Kasus : Kelurahan Kampung Bugis Dan Senggarang). *Jurnal Kelautan*, 15(2), 122-135. doi: 10.21107/jk.v15i2.11401