

HUBUNGAN PARAMETER HIDRO-OSEANOGRAFI DENGAN TUTUPAN KARANG DI PERAIRAN SELAT SEMPU

THE RELATION OF HYDRO-OCEANOGRAPHIC PARAMETERS AND CORAL COVER IN SEMPU STRAIT

Andik Isdianto^{a,*}, Oktiyas Muzaky Luthfi^b, Muhammad Arif Asadi^c, Kurnia Akbar Archa Prasetyo^c, Quanta Nur Ihza Marhaendra^c, Rani Khansa Fadhilah^c, Qushoyy Bin Ahmad Hairuddin^c, Muhammad Zaidan Taufik^c, Relia Mahardita^c, Barnabas Yoseph Lelyemin^c, Berlania Mahardika Putri^c, Muchamad Fairuz Haykal^c, Anthon Andrimida^d, dan Fauzul Zain Hardiyana^e

^aCoastal Resilience And Climate Change Adaptation (CORECT) Research Group, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang, Indonesia

^bInstitute of Marine and Environment Sciences, University of Szczecin, Mickiewicza 16a, Szczecin, 70-383, Poland

^cProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang, Indonesia

^dYayasan Bhakti Alam Sendang Biru, Jl Sendang Biru Kampungbaru, Tambakrejo, Sumbermanjing, Kabupaten Malang, Indonesia

^ePelayanan Teknis, UPT PPP Pondokdadap, Jl Sendang Biru Kampungbaru, Tambakrejo, Sumbermanjing, Kabupaten Malang, Indonesia

*Koresponden penulis : andik.isdianto@ub.ac.id

Abstrak

Terumbu karang merupakan ekosistem yang unik dan kompleks di perairan, serta menjadi penyangga kehidupan bagi biota di sekitarnya. Namun dibalik fungsi dan manfaatnya yang besar, terumbu karang merupakan ekosistem yang rentan terhadap perubahan kualitas lingkungan. Salah satu parameter lingkungan di perairan adalah parameter hidrooseanografi yang meliputi arus, gelombang, pasang surut dan sedimentasi, dengan pertimbangan tersebut perlu dilakukan penelitian hubungan antara parameter hidrooseanografi dengan karang. Hal ini dikarenakan adanya perubahan kondisi hidrooseanografi akan mempengaruhi kondisi perairan. Perairan Selat Sempu merupakan perairan yang memiliki karakteristik unik karena berada di antara struktur batuan karst dan berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pengumpulan data in situ dan ex situ, serta metode analisis menggunakan metode analisis PCA. Hasil parameter kecepatan arus pada daerah ini termasuk dalam kategori cepat dengan nilai 0,16 – 1,32 m/s. Sama halnya dengan arus, nilai gelombang juga menunjukkan nilai yang cukup tinggi dengan rata-rata tinggi signifikansi 47,62 cm. Jenis pasang surut di perairan ini adalah pasang surut campuran ganda miring dengan laju sedimentasi yang relatif tinggi hingga 181 mg/cm²/hari. Nilai persentase tutupan karang pada masing-masing menunjukkan nilai tutupan yang kurang baik dengan nilai persentase tutupan karang hanya berkisar 5-18% dan menunjukkan hubungan yang tidak terlalu signifikan dengan parameter hidro-oseanografi. Dari hasil analisis PCA didapatkan hasil antara parameter hidro-oseanografi dengan tutupan karang pada daerah Perairan Selat Sempu terdapat hubungan yang kurang signifikan karena nilai keeratan hubungan berada di bawah 0,5. Hal ini menunjukkan bahwa parameter hidrooseanografi tidak mempengaruhi secara signifikan pada proses pertumbuhan tutupan terumbu karang.

Kata kunci: Analisis PCA, Arus, Gelombang, Pasang Surut, Sedimentasi

Abstract

Coral reefs are a unique and complex ecosystem in waters, as well as being a life support for the surrounding biota. But behind the great functions and benefits, coral reefs are ecosystems that are vulnerable to changes in environmental quality. One of the environmental parameters in the waters is hydro-oceanographic parameters which include currents, waves, tides and sedimentation, with these considerations it is necessary to research the relationship between hydrooceanographic parameters and corals. This is because changes in hydrooceanographic conditions will affect water conditions. The waters of the Sempu Strait are waters that have unique characteristics because they are located between karst rock structures and are directly adjacent to the Indian Ocean. The method used in this study is a quantitative method with in situ and ex situ data collection and for the analysis method using the PCA analysis method. The results of the current velocity parameter in this area are included in the fast category with a value of 0.16 – 1.32 m/s. Similar to current, the wave value also shows a fairly high value with an average significant height of 47.62 cm. The type of tidal in these waters is mixed tidal double skew with a relatively high sedimentation rate of up to 181 mg/cm²/day. The value of the percentage of coral cover in each shows a poor cover value with the percentage value of coral cover only in the range of 5-18% and shows a not very significant relationship with hydro-oceanographic parameters. This could be due to the fact that the waters of the Sempu Strait are densely packed with ships, both fishing vessels and tourist vessels. From the results of PCA analysis, it was found that between hydro-oceanographic parameters and coral cover in the Sempu Strait waters there was a less significant relationship because the value of the closeness of the relationship was below 0.5. This shows that the hydrooceanographic parameters do not significantly affect the growth process of coral reef cover.

Keywords: PCA Analysis, Currents, Waves, Tides, Sedimentation

PENDAHULUAN

Pesisir merupakan wilayah yang rentan terhadap perubahan kondisi baik secara fisika maupun kimia (Isdianto et al., 2020). Kenaikan muka air laut dapat memberikan dampak pada wilayah pesisir, dan dapat menyebabkan masalah (Isdianto et al., 2021). Hidro-oseanografi adalah suatu lingkup ilmiah laut yang secara khusus mempelajari tentang sifat-sifat dari pergerakan air laut yang meliputi pasang surut, gelombang laut dan arus laut (Lolong & Masinambow, 2011). Kondisi dari berbagai faktor oseanografi fisik sering kali menjadi faktor pembatas dalam hubungan antara pemanfaatan ruang dan sumberdaya di pantai (Rampengan, 2013). Salah satunya adalah ekosistem terumbu karang yang mana faktor hidrooseanografi menjadi pembatas dalam distribusi dan pertumbuhan karang (Fikri et al., 2021). Pergerakan arus akan mempercepat proses sediment rejection (Ekayogiharso et al., 2014). Gelombang laut merupakan pergerakan naik turunnya air laut yang tegak lurus terhadap permukaan yang membentuk kurva sinusoidal (Adibah & Isdianto, 2020). Gelombang relatif besar dapat memberikan pasokan oksigen bagi karang, serta memberi plankton yang baru untuk koloni karang. (Ramses, 2016). Sedimentasi dapat

mengurangi kelimpahan spesies dan menghambat rekrutmen karang akibat polip tertutup sedimen (Sahetapy et al., 2017).

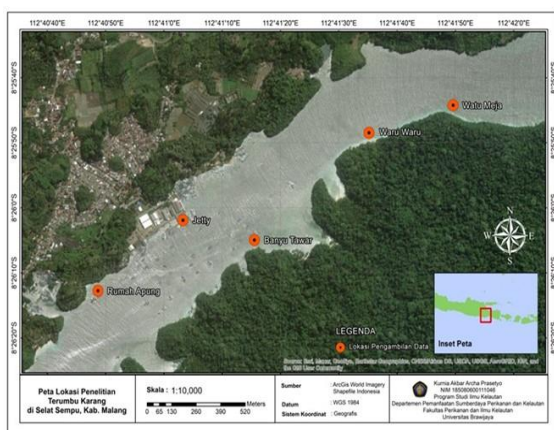
Terumbu karang sendiri merupakan salah satu komponen ekologi bawah laut yang kadangkala diibaratkan sebagai ekosistem hutan hujan tropis (Handayani et al., 2017). Hal ini disebabkan karena ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem laut yang paling beragam, produktif dan memiliki keindahan yang khusus di dunia (Isdianto & Luthfi, 2019). Ekosistem terumbu karang sebenarnya sangat rentan terhadap perubahan lingkungan perairan baik yang disebabkan oleh faktor alami (autogenic) maupun oleh faktor manusia (anthropogenic) (Ayyub et al., 2018). Oleh karena itu, distribusi terumbu karang terbatas pada wilayah lingkungan laut yang memiliki syarat pertumbuhan karang saja (Aprillita & Luthfi, 2019).

Pulau Sempu merupakan wilayah konservasi laut yang memiliki peran penting dalam menyokong ekosistem yang ada pada perairan (Isdianto et al., 2021). Perairan Selat Sempu dulu dikenal sebagai perairan yang kaya akan terumbu karang. Sedimentasi tinggi pada kurun 2006-2009 akibat proyek reklamasi perluasan PPI Sendang Biru, pemutihan massal pada 2010 dan 2015, serta kegiatan pariwisata

mengakibatkan tutupan karang hidup di wilayah ini berada stuck pada kisaran 36% (Luthfi & Jauhari, 2016). Dari pernyataan diatas perlu adanya pengamatan lebih lanjut mengenai faktor pembatas karang terutama faktor hidrooseanografi di perairan Selat Sempu sebagai sumber data untuk tindakan perawatan karang yang akan datang.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama 7 bulan mulai dari bulan Agustus 2021 hingga Februari 2022. Lokasi penelitian dibagi menjadi 5 titik stasiun yaitu Watu Meja, Waru Waru, Banyu Tawar, Jetty dan Rumah Apung. Pemilihan lokasi didasarkan metode purposive sampling dengan harapan dapat merepresentasikan data dari perairan ini. Titik lokasi stasiun penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:

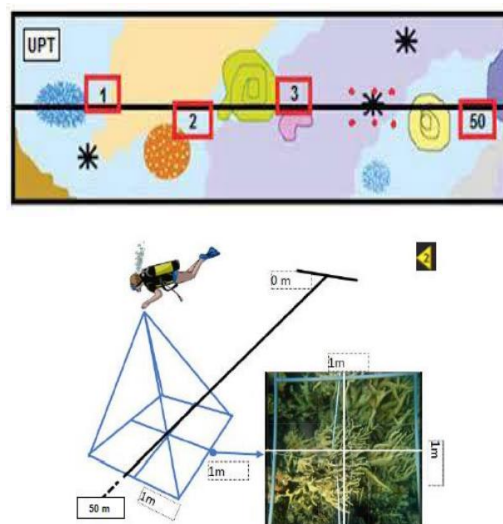


Gambar 1. Peta Lokasi

Pengambilan Data Karang

Pengamatan tutupan terumbu karang diawali dengan memilih titik lokasi pengamatan dan pada tiap-tiap stasiun kemudian dipasanglah transek untuk mempermudah pengamatan di bulan berikutnya. Pengukuran diawali dengan memilih 5 (lima) lokasi tiap stasiun. Dilanjutkan dengan monitoring karang dengan metode UPT (Underwater Photo Transect) secara berkala. Data identifikasi karang diperoleh dengan mengambil foto karang pada tiap transek yang telah dipasang dan dipermudah lagi dengan menggunakan bingkai dengan ukuran 100 cm × 100 cm dengan harapan mendapatkan data yang representatif

untuk tutupan terumbu karang pada tiap titik lokasi (Ramadhani et al., 2019). Dari foto karang yang telah diperoleh pada pengambilan lapang nantinya tidak semua foto dipakai dan masih perlu dipilih foto yang bagus (resolusi tinggi, tidak buram, transek terlihat) sehingga dapat digunakan untuk proses berikutnya.



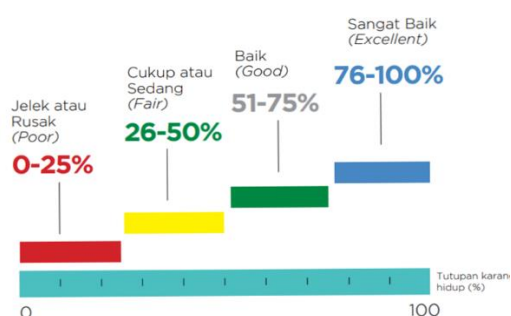
Gambar 2. Metode UPT (Giyanto et al, 2014)

Pengambilan Data Hidro-oseanografi

Parameter hidrooseanografi yang diambil datanya pada penelitian kali ini adalah arus, gelombang dan sedimentasi. Pengukuran parameter arus dilakukan dengan mengambil nilai arus permukaan pada setiap stasiun, sementara data gelombang diambil dengan melakukan pengukuran puncak dan lembah gelombang untuk mendapatkan data tinggi gelombang rata-rata serta dicatat pula periode gelombangnya. Hal ini dilakukan agar data parameter yang diambil dapat merepresentasikan kondisi lapang. Pengambilan data arus dilakukan dengan bantuan current meter (Permadi et al., 2015) sementara untuk data gelombang dilakukan dengan bantuan tongkat skala. Sedimen diambil dengan bantuan sediment trap (Aritonang et al., 2016) dan lokasi penanaman sediment trap adalah di sebelah transek kuadran dengan harapan dapat mewakili laju sedimentasi yang terjadi di titik lokasi penelitian. Lama waktu sediment trap diletakkan di lokasi penelitian terhitung dari tujuan penelitian yang akan dilakukan (Fernando et al., 2019).

Analisis Data

Analisis data terumbu karang diawali dengan pengelompokan tutupan karang yang dilakukan berdasar kategori yang disampaikan (Hadi et al., 2018) yaitu kategori jelek, sedang, baik dan sangat baik.



Gambar 3. Baku Mutu Tutupan Karang (%) (Wijaya et al., 2017)

Perhitungan persentase tutupan karang dilakukan dengan bantuan software CPCe dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase Tutupan Karang} = \frac{\text{Jumlah titik kategori tersebut}}{\text{Banyaknya titik acak}} \times 100$$

Untuk mengetahui hubungan antara parameter hidrooseanografi dengan tutupan karang hidup, dilakukan analisis data yang diawali dengan uji normalitas terlebih dahulu untuk memastikan data terdistribusi secara normal kemudian dilakukan analisis PCA atau dengan bantuan aplikasi SPSS. Analisis Komponen Utama adalah metode yang digunakan untuk mereduksi komponen-komponen yang saling memiliki korelasi menjadi satu komponen baru namun tanpa merubah informasi dari data awal (Hendro et al., 2012).

Uji statistik yang digunakan pada analisis PCA menggunakan metode Uji *Kaiser Meyer Olkin* (KMO) (Delsen et al., 2017), sebagai berikut :

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} a_{ij}^2}, i = 1, 2, \dots, p; j = 1, 2, \dots, p$$

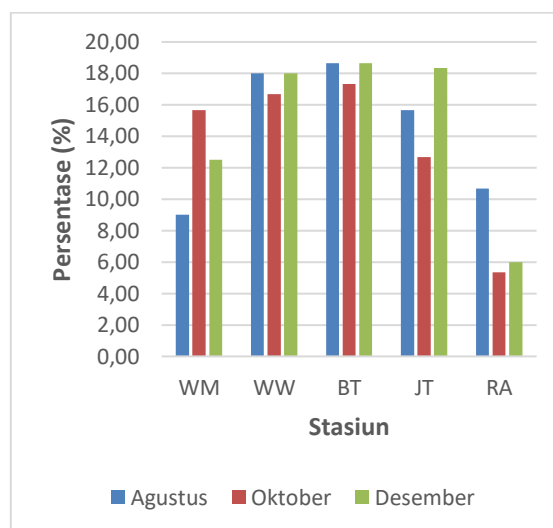
Dimana :

r_{ij} = koefisien korelasi sederhana antara variabel ke-I dan ke-j

a_{ij} = koefisien korelasi parsial antara variabel ke-I dan ke-j

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Tutupan Karang Biotik



Gambar 4. Persentase Tutupan Karang

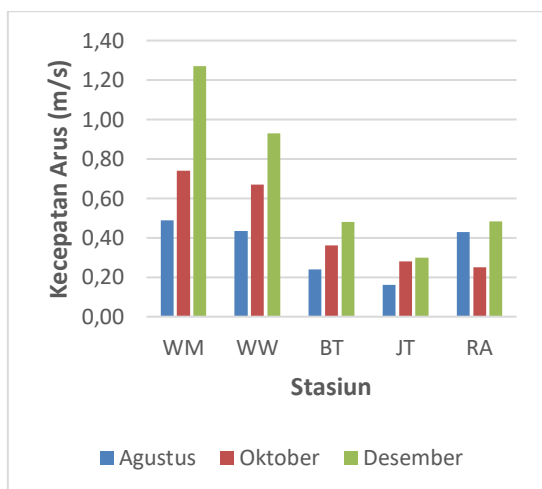
Pengukuran persentase tutupan karang baik living coral maupun non-living coral dilakukan pada 5 titik stasiun yaitu Banyu Tawar, Jetty, Rumah Apung, Waru Waru dan Watu Meja. Untuk status kondisi terumbu karang dikelompokkan menjadi 4 kategori kondisi, yaitu kategori jelek dengan persentase $\leq 25\%$, kategori cukup dengan persentase 26-50%, kategori baik dengan persentase 50-75% dan kategori sangat baik dengan persentase $>75\%$ (Hadi et al., 2018). Berdasar hasil pengolahan data, persentase tutupan karang hidup pada perairan Selat Sempu berada pada kisaran 5-18% pada semua titik lokasi yang masuk ke dalam kategori jelek.

Parameter Hidrooseanografi

Dari hasil pengukuran kecepatan arus permukaan dari kelima titik lokasi pada umumnya memiliki arus yang bervariasi dari lambat hingga sangat cepat berkisar dari 0,16 – 1,27 m/s. Kecepatan arus sendiri dapat dibedakan menjadi empat kategori yaitu sangat cepat ($>1\text{m/s}$), kategori cepat (0,5-1m/s), kategori sedang (0,25-0,5 m/s) dan kategori lambat (0-0,25 m/s) (Ramlah et al., 2015).

Tabel 1. Parameter Hidrooseanografi

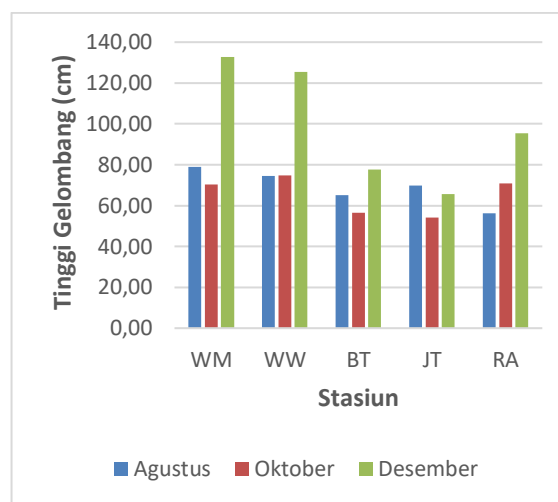
Lokasi Penelitian	Bulan	Arus (m/s)	Gelombang (cm)	Sedimen (mg/cm ² /hari)
Watu Meja	Agustus	0.49	78.97	67.31
	Oktober	1.29	70.23	33.7
	Desember	1.47	132.85	22.24
Waru Waru	Agustus	0.43	74.44	82.71
	Oktober	1.23	74.85	13.9
	Desember	0.88	125.48	17.7
Banyu Tawar	Agustus	0.24	65.08	84.27
	Oktober	0.32	56.50	10.57
	Desember	0.48	77.65	7.77
Jetty	Agustus	0.16	69.73	181.46
	Oktober	0.2	54.03	37.65
	Desember	0.19	65.63	73.81
Rumah Apung	Agustus	0.57	56.21	15.15
	Oktober	0.15	70.93	84.84
	Desember	0.48	95.43	14.35



Gambar 5. Nilai Kecepatan Arus

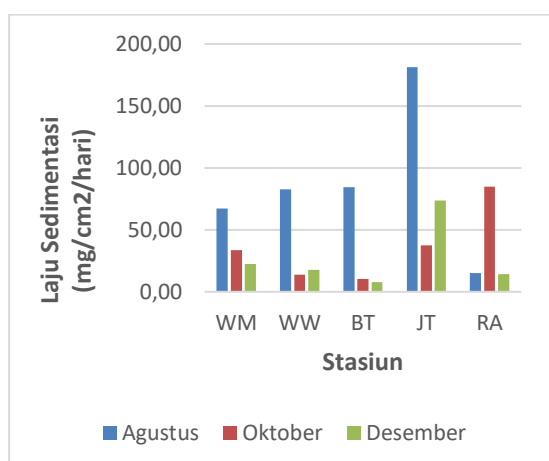
Nilai kecepatan arus yang besar di lokasi ini disebabkan lokasi selat yang berada di daerah selatan Jawa dan bersebelahan dengan Samudera Hindia, serta kecepatan angin permukaan yang kuat yang membangkitkan arus permukaan. Kecepatan arus terbesar didapatkan pada bulan Desember di titik lokasi Watu Meja sebesar 1,27 m/s sementara kecepatan arus terendah didapatkan pada bulan Agustus di titik lokasi Jetty. Pada titik lokasi Watu Meja arus relatif lebih kuat karena lokasinya yang berada di mulut selat (Luthfi et al., 2018), sedangkan Jetty rata-rata kecepatan arusnya lebih lemah daripada titik stasiun lainnya, ini disebabkan karena di titik lokasi penelitian Jetty ada banyak kapal yang bersandar sehingga dapat mengurangi dampak angin permukaan yang mempengaruhi arus sehingga arus di daerah ini melemah. Nilai arus yang kuat dapat mempengaruhi dominansi life form karang pada suatu perairan menjadi dominan massive (Luthfi et al., 2018) dan arus

yang lemah dapat menyebabkan nilai sedimentasi menjadi lebih tinggi (Surpiyadi et al., 2017).



Gambar 6. Nilai Tinggi Gelombang

Dari setiap titik stasiun terdapat tren peningkatan tinggi rata-rata gelombang tiap pengambilan data, hal ini dapat disebabkan karena fluktuasi energi gelombang dipengaruhi oleh musim. Pada musim barat tinggi gelombang cukup besar karena pada musim barat angin bertiup lebih besar dan berdampak ke energi gelombang (Sukuryadi & Mas'ad, 2018). Energi dan tinggi gelombang sendiri memiliki hubungan yang berbanding lurus sehingga variasi tinggi gelombang dapat mempengaruhi langsung energi dari gelombang (Kalay et al., 2018). Nilai tinggi gelombang terbesar pada tiap pengambilan data terdapat pada daerah Watu Meja dengan nilai rata-rata tinggi gelombang sebesar 132,85 cm sedangkan tinggi gelombang terendah rata-rata tiap pengambilan data terdapat pada daerah Jetty. Perbedaan ini disebabkan karena di lokasi Watu Meja merupakan daerah yang relatif lebih terbuka dari lokasi yang lain karena berada di mulut selat sehingga panjang fetch menjadi lebih jauh dimana nilai fetch ini berpengaruh pada periode dan tinggi gelombang yang dibangkitkan (Setiyawan et al., 2015). Gelombang yang tinggi dapat mengancam kelangsungan hidup karang (Habib, 2018) serta jika semakin kuat gelombang pada suatu perairan jenis terumbu karang yang tumbuh pada perairan tersebut cenderung akan lebih memendek, kuat dan merayap (DKP, 2019).



Gambar 7. Nilai Laju Sedimentasi

Dari nilai laju sedimentasi di atas dapat diketahui pada hampir semua stasiun pada pengambilan pertama masuk dalam kategori dampak berat hingga catastrophic berdasarkan kategori dampak Pastorok dan Bilyard kecuali stasiun Rumah Apung yang masih tergolong sedang. Jika dihubungkan dengan nilai parameter arus hasil laju sedimentasi berkebalikan dengan hasil arus dimana ketika arus kencang laju sedimentasi justru semakin rendah, ini sesuai dengan pernyataan (Rosyadewi & Hidayah, 2020) dimana dijelaskan bahwa parameter arus dapat mempengaruhi sebaran sedimen serta kecepatan mengendapnya dan jika sedimen tidak mengendap terumbu karang dapat tumbuh lebih sehat (Sahetapy et al., 2017). Nilai yang sangat tinggi pada bulan Agustus ini bisa jadi dikarenakan bulan Agustus adalah puncak musim penangkapan ikan di daerah ini (Agustina et al., 2019).

Perhitungan Analisis PCA

Analisis PCA dipilih dalam penelitian kali ini karena selain dapat melihat adanya hubungan antar variabel yang ada, hasil dari analisis ini juga dapat menunjukkan parameter mana yang lebih mempengaruhi terhadap tutupan terumbu karang (Fernando et al., 2019). Hasil dari analisis PCA sendiri dapat berupa matriks tabel maupun grafik korelasi yang menunjukkan nilai hubungan korelasi baik positif maupun negatif (Supriyadi et al., 2019).

Anti-image Matrices

		Arus	Gelombang	Laju sedimentasi
Anti-image Covariance	Arus	.250	-.224	.195
	Gelombang	-.224	.306	-.096
	Laju sedimentasi	.195	-.096	.696
Anti-image Correlation	Arus	.521 ^a	-.810	.467
	Gelombang	-.810	.530 ^a	-.207
	Laju sedimentasi	.467	-.207	.594 ^a

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Gambar 8. Hasil MSA

Hasil pengujian analisis PCA yang diawali dengan uji Kaiser Meyer Olkin (KMO) yang mana nilai yang dilihat adalah nilai MSA nya. Pada hasil MSA dilihat nilai anti-image correlation dan didapatkan nilai diatas 0,5 pada semua parameter yang menandakan nilai parameter dapat digunakan pada analisis PCA. Dengan kriteria keputusan nilai KMO sebagai berikut :

Tabel 2. Kriteria Keputusan Nilai KMO (Delsen et al., 2017)

Nilai KMO	Interpretasi (Analisis Faktor)
0.90 – 1.00	Data sangat baik
0.80 – 0.90	Data baik
0.70 – 0.80	Data agak cukup
0.60 – 0.70	Data lebih dari cukup
0.50 – 0.60	Data cukup
0.00 – 0.50	Data tidak layak

Dilanjutkan kemudian dengan hasil komponen matriks yang menghasilkan hanya satu komponen besar dari ketiga parameter hidrooseanografi. Hasil ekstraksi menjadi 1 komponen ini dapat dinilai akurat jika pada nilai komunalitas mendapat rata-rata diatas 0,7 (Delsen et al., 2017). Sehingga didapatkan hasil bahwa nilai parameter arus, gelombang dan laju sedimentasi berhubungan dengan tutupan terumbu karang di Perairan Selat Sempu namun dengan nilai keeratan masih dibawah 0,5 yang berarti hubungan yang terjadi masih lemah (Supriyadi et al., 2019).

Communalities			Component Score Coefficient Matrix	
	Initial	Extraction	Component	
Arus	1.000	.898	Arus	.442
Gelombang	1.000	.776	Gelombang	.411
Laju sedimentasi	1.000	.471	Laju sedimentasi	-.320

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Gambar 9. Komponen Matriks

KESIMPULAN

Berdasarkan nilai hasil perhitungan parameter hidrooseanografi pada Perairan Selat Sempu didapatkan hasil berupa nilai kecepatan arus rata-rata berkisar dari 0,2 m/s hingga 1,27 m/s, ketinggian gelombang rata-rata berkisar dari 54,03 cm hingga 132,85 cm dengan nilai laju sedimentasi antara 7,36 mg/cm²/hari hingga 181 mg/cm²/hari. Kondisi tutupan terumbu karang di Perairan Selat Sempu berada dalam kondisi yang buruk karena nilai persentase karang biotik hanya berkisar 5 hingga 18 %. Dari hasil analisis PCA didapatkan hasil antara parameter hidrooseanografi dengan tutupan karang pada daerah Perairan Selat Sempu terdapat hubungan yang kurang signifikan karena nilai keeratan hubungan berada di bawah 0,5. Hal ini menunjukkan bahwa parameter hidrooseanografi tidak mempengaruhi secara signifikan pada proses pertumbuhan tutupan terumbu karang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UPT PPP Pondokdadap & Corect Research Group yang telah memberikan fasilitas dalam melakukan penelitian di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adibah, F. dan A. Isdianto. 2020. Prediksi Tinggi Gelombang Ekstrim Guna Meningkatkan Keselamatan Pengunjung Di Pantai Clungup. *Buletin Udayana Mengabdi*, 19(4): 382 - 388.
- [2] Agustina, M., I. Jatmiko, dan R. K. Sulistyaningsih. 2019. Catch Composition and Fishing Ground of Tuna Handline in Sendang Biru Waters. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 25(4): 241–251.
- [3] Aprillita, R. dan O. M. Luthfi. 2019. Studi Hubungan Kecepatan Arus dan Life Form Karang di Bangsring Underwater (BUNDER) Banyuwangi Berdikari. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 2(1): 30–33. <https://doi.org/10.11594/bjpmi.02.01.05>
- [4] Aritonang, A. E., H. Surbakti, dan I. S. Purwiyanto. 2016. Laju Pengendapan Sedimen Di Pulau Anakan Muara Sungai Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 8(1): 7–14.
- [5] Ayyub, F. R., A. Rauf, dan A. Asni. 2018. Strategi Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Di Wilayah Pesisir Kabupaten Luwu Timur. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4: 56–65.
- [6] DKP, T. W. 2019. Terumbu Karang Sebagai Masa Depan Perairan Jawa Timur. 19 September 2019.
- [7] Delsen, M. S., A. Z. Wattimena, dan S. Saputri. 2017. Penggunaan Metode Analisis Komponen Utama Untuk Mereduksi Faktor-Faktor Inflasi Di Kota Ambon. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 11(2): 109–118. <https://doi.org/10.30598/barekengvol11iss2pp109-118>
- [8] Ekayogiharso, M. Munasik, dan I. B. Prasetyawan. 2014. Studi Arus Laut Dan Sedimen Dasar Dalam Hubungannya Dengan Kondisi Terumbu Karang Di Perairan Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa Jepara Jawa Tengah. *Jurnal Oseanografi*, 3(2): 181–190. <https://www.neliti.com/publications/117138/studi-arus-laut-dan-sedimen-dasar-dalam-hubungannya-dengan-kondisi-terumbu-karan>.

- [9] Fernando, R., W. Retna Melani, dan D. Kurniawan. 2019. Pengaruh Laju Sedimentasi Terhadap Kerapatan Lamun di Perairan Beloreng Kelurahan Tembeling Tanjung Kabupaten Bintan. *Jurnal Akuatiklestari*, 3(1): 10–17.
- [10] Fikri, M., A. Isdianto, dan O. M. Luthfi. 2021. Kondisi Lingkungan Perairan (Fisika Oseanografi) Di Sekitar Terumbu Buatan (Artificial Reef) Di Pantai Damas Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. *Journal of Marine and Coastal Science*, 10(February).
- [11] Habib, M. A. H. 2018. Studi Penelitian Transmisi Gelombang Pada Terumbu Buatan Hexagonal Dengan Pengaruh Konfigurasi Vertikal.
- [12] Hadi, T. A., G. Giyanto, B. Prayudha, M. Hafizt, A. Budiyanoto, dan Suharsono. 2018. Status terumbu karang Indonesia 2018 (Nomor November).
- [13] Handayani, M., B. Semedi, M. A. Asadi, dan M. Herdiutami. 2017. Prevalensi Penyakit Karang White Band Disease (Wbd) Di Perairan Malang Selatan , Jawa Timur. September : 64–69.
- [14] Isdianto, A., O. M. Luthfi, M. F. Haykal, dan Supriyadi. 2020. Sea Temperature and Current During Transitional Seasons To Support The Resilience Of Coastal Ecosystem. *Journal Education and Development*, 8(3): 80 - 85.
- [15] Isdianto, A. dan O. M. Luthfi. 2019. Perception and Adaptation Pattern of Popoh Bay Community toward Climate Change. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 5(2): 77–82.
- [16] Isdianto, A., O. M. Luthfi, M. A. Asadi, M. F. Haykal, A. Kurniawan, dan A. D. Wicaksono. 2021. Water Quality Of Sempu Strait To Support The Ecosystem Resilience. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*. 1 - 8.
- [17] Isdianto, A., O. M. Luthfi, F. O. Setyawan, F. Adibah, M. F. Haykal, I. M. Asyari, M. J. Irsyad, B. M. Putri, Supriyadi, Saptoyo, dan A. Andrimida. 2021. Forecasting High Waves In The Coastal Waters Of Clungup As A Support For The Resilience Of Coastal Ecosystems. *Journal Of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, 8(2): 28 - 37.
- [18] Hendro, G., T. B. Adji, dan N. A. Setiawan. 2012. Penggunaan Metodologi Analisa Komponen Utama (PCA) untuk Mereduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner. *Seminar Nasional ScrETec*: 1–5.
- [19] Kalay, D. E., V. F. Lopulissa, dan Y. A. N. J. 2018. Analisis Kemiringan Lereng Pantai dan Distribusi Sedimen Pantai Perairan Negeri Waai Kecamatan Salahutu Provinsi Maluku. *Jurnal Triton*, 14(1): 10–18.
- [20] Lolong, M. dan J. Masinambow. 2011. Hidro Oceanografi Pantai (Study Kasus Pantai Inobonto). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(2): 127–134.
- [21] Luthfi, O. M. dan A. Jauhari. 2016. Assesmen Kondisi Fisika-Kimia Oseanografi Perairan Pulau Sempu Malang Selatan sebagai Parameter Penentuan Lokasi Pembuatan Taman Karang.
- [22] Luthfi, O. M., V. L. Rahmadita, dan D. Setyohadi. 2018. Melihat Kondisi Kesetimbangan Ekologi Terumbu Karang di Pulau Sempu, Malang Menggunakan Pendekatan Luasan Koloni Karang Keras (Scleractinia). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1): 1. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.1-8>

- [23] Permadi, L. C., E. Indrayanti, dan B. Rochaddi. 2015. Studi Arus Pada Perairan Laut Di Sekitar Pltu Sumuradem Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Oseanografi*, 4(2): 516–523
- [24] Ramadhani, A. F., O. M. Luthfi dan R. S. Utama. 2019. Penggunaan Program CPCE (Coral Point Count With Excel Extensions) Untuk Mengetahui Kondisi Terumbu Karang Di Perairan Sekitar Pulau Batam. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(3)
- [25] Ramlah, S., N. E. Fajri, dan Adriman. 2015. Physical, Chemical Parameters and Saphrobic Coefficients (X) as Determinants of Water Quality in the Senapelan River, Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa*, 2(2)
- [26] Rampengan, R. M. 2013. Amplitudo Konstanta Pasang Surut M2, S2, K1, Dan O1 Di Perairan Sekitar Kota Bitung Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3): 118–124
- [27] Ramses, R. 2016. Analisis Kesesuaian Lokasi Untuk Aplikasi Teknologi Terumbu Buatan Untuk Peningkatan Hasil Perikanan Dan Rehabilitasi Lingkungan Laut. *Jurnal Dimensi*, 4(1): 1–9. <https://doi.org/10.33373/dms.v4i1.31>
- [28] Rosyadewi, R., dan Z. Hidayah. 2020. Perbandingan laju sedimentasi dan karakteristik sedimen di muara socah bangkalan dan porong sidoarjo. *Juvenile*, 1(1): 75–86.
- [29] Sahetapy, D., S. Widayati, dan M. Sangadji. 2017. Dampak Aktivitas Masyarakat Terhadap Ekosistem Terumbu Karang Di Perairan Pesisir Dusun Katapang Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Triton*, 13(2): 105–114
- [30] Setiyawan, Rusdin, A., dan N. Adnyani. 2015. Periode Ulang Menggunakan Metode Distribusi Weibull (Studi Kasus Pantai Lembasada Kabupaten Donggala). *Infrastruktur*, 5(1).
- [31] Sukuryadi, S. dan M. Mas'ad. 2018. Analisis Kelayakan Lahan Peruntukan Pembangunan Dermaga Pltu Di Perairan Desa Sukadana Kecamatan Bayan Lombok Utara. *Paedagoria*. FKIP UMMat, 7(1): 1. <https://doi.org/10.31764/paedagoria.v7i1.175>
- [32] Supriyadi, N. Hidayati, dan A. Isdianto. 2017. Analisis Sirkulasi Arus Laut Permukaan dan Sebaran Sedimen Pantai Jabon Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III*.
- [33] Supriyadi, A. Sawiji, dan D. S. Maisaroh. 2019. Pengaruh Faktor Oseanografi dan Suspensi Sedimen terhadap Pertumbuhan dan Mortalitas Karang Transplantasi (*Acropora spp.*) di Paiton, Probolinggo. *Journal Of Marine Resources And Coastal Management*, 1(1): 7–16
- [34] Wijaya, C. K., R. Komala, dan Giyanto. 2017. Kondisi, keanekaragaman dan bentuk pertumbuhan karang di pulau kayu angin genteng, kepulauan seribu. *Bioma*, 13(2): 108–118