

Hidrodinamika Gelombang pada Terumbu Karang di Pulau Panjang, Jepara

Suryono^{1*}, Ambariyanto¹, Munasik¹, Denny Nugroho Sugianto², Raden Ario¹,
Ibnu Pratikto¹, Nur Taufiq-Spj¹, Syahrial Varrel Canavaro¹, Tiara Anggita²

¹Departmen Ilmu kelautan , Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,

²Department Oseanografi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. H. Soedarto S.H., Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275 Indonesia

Email: suryono1960@gmail.com

Abstrak

Posisi Pulau Panjang berada di sisi barat garis pantai pesisir kota Jepara, menjadikannya sebagai penghalang (barrier) terhadap gelombang yang akan menghantam pesisir Jepara. Pulau Panjang dikelilingi oleh gugusan terumbu karang. Keterpaparan (exposure) terumbu karang oleh hidrodinamika gelombang yang melewatinya perlu dikaji. Oleh sebab itu, dibutuhkan penelitian mengenai hidrodinamika gelombang pada terumbu karang di perairan Pulau Panjang. Hasil penelitian didapatkan bahwa nilai gelombang yaitu gelombang signifikan (H_s), periode gelombang signifikan (T_s) adalah bervariasi. Nilai gelombang (H_s dan H_s) tinggi, akan mengakibatkan terumbu karang pada sisi barat, timur laut dan tenggara Pulau Panjang lebih menerima keterpaparan (ekposure) oleh hidrodinamika gelombang yang melewatinya. Pada hidrodinamika gelombang lebih rendah, maka terumbu karang yang terlindung dari keterpaparan (ekposure) gelombang adalah yang berada pada sisi timur, barat daya, dan barat laut. Hasil interpolasi (Kriging) didapatkan hasil nilai H_s tertinggi berkisar antara 0,503-1,00. Arah datang gelombang dominan dari timur pulau Panjang, kemudian setelah melewati terumbu karang ada di sisi timur, timur laut, dan utara Pulau Panjang maka energinya menjadi berkurang, sehingga terumbu karang yang ada di sisi barat, barat daya, dan selatan dari Pulau Panjang posisinya lebih aman dari keterpaparan (ekposure) oleh hidrodinamika gelombang yang melewatinya. Gelombang yang datang akan mengalami perubahan karakteristik (panjang, periode, tinggi gelombang) setelah melewati terumbu karang, sehingga gelombang yang menuju pantai akan semakin berkurang seiring dengan perubahan kedalaman. Tingkat keterpaparan (ekposure) terumbu karang yang ada pada sisi timur, timur laut dan utara di Pulau Panjang oleh gelombang cukup tinggi, hal ini diduga yang menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan terumbu karang yang ada di perairan Pulau Panjang.

Kata kunci : Hidrodinamika, Garis Pantai, Barrier, Nilai gelombang, Keterpaparan

Abstract

Hydrodynamics of Wave on Coral Reefs In Panjang Island, Jepara

The position of Pulau Panjang is on the west side of the coastal coastline of the city of Jepara, making it a barrier against waves that will hit the coast of Jepara. Panjang Island is surrounded by clusters of coral reefs. The exposure (exposure) of coral reefs by the hydrodynamics of the waves that pass through them needs to be studied. The modeling results are then generated into a shapefile map to be overlaid with a shapefile map of changes in coral reefs by interpolation method with Kriging block. The results showed that the wave value, namely the significant wave (H_s), the period of the significant wave (T_s) varied. High wave values (H_s and H_s) will result in coral reefs on the west, northeast, and southeast sides of Panjang Island receiving more exposure (exposure) by the hydrodynamics of the waves that pass through them. At lower wave hydrodynamics, the coral reefs that are protected from wave exposure are those on the east, southwest, and northwest sides. The results of interpolation (Kriging) obtained the highest H_s values ranging from 0.503 to 1.00. The direction of the dominant wave coming from the east of Panjang Island, then after passing through the coral reefs is on the east, northeast, and north of Panjang Island, the energy is reduced, so that the coral reefs on the west, southwest, and south sides of Panjang Island are safer from exposure (exposure) by the hydrodynamics of waves that pass through it. The incoming waves will

experience changes in characteristics (length, period, wave height) after passing through the coral reef so that the waves towards the coast will decrease along with changes in depth. The level of exposure to coral reefs on the east, northeast, and north sides of Panjang Island by waves is quite high, this is thought to be one of the factors causing damage to coral reefs in the waters of Panjang Island.

Keywords: Hydrodynamics, Coastline, Barrier, Wave value, exposure

PENDAHULUAN

Kabupaten Jepara merupakan salah satu wilayah pesisir di pantai Utara Bagian Timur Jawa Tengah, memiliki panjang garis pantai sebesar 81,6 km, memiliki potensi ekonomi dan sumberdaya alam yang tersimpan di sepanjang garis pantai tersebut, diantaranya adalah ekosistem terumbu karang (Bappeda Kabupaten Jepara, 2011). Terumbu karang mempunyai banyak fungsi terutama fungsi ekologis sebagai habitat dari biota laut. Terumbu karang merupakan pelindung pantai dari gelombang yang merusak (Burkpile & Hay, 2009). Terumbu karang berperan sebagai tempat hidup dan berkembang biak bagi berbagai biota laut yang dijadikan sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), daerah asuhan (*nursery ground*), dan tempat memijah (*spawning ground*), disamping berperan sebagai penahan gelombang terhadap pengikisan pantai (Fahrul, 2007). Secara fisik terumbu karang berfungsi sebagai pemecah ombak dan pelindung pantai. Gelombang merupakan parameter penting dinamika perairan yang memberikan pengaruh terhadap perubahan wilayah pesisir, termasuk terumbu karang (Dijkstra, 2008). Lebih lanjut Prasetya (2013) mengatakan bahwa terumbu karang memiliki peran sebagai pemecah gelombang, pencegah abrasi pantai, dan ekosistem penghalang gelombang menuju ke pesisir pantai untuk menjaga stabilitas pantai. Kerusakan terumbu karang terjadi akibat ulah manusia dan disebabkan oleh faktor alam, seperti adanya gelombang tinggi atau badai.

Hidrodinamika merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari gerak liquid atau gerak fluida cair khususnya gerak air hidrodinamika merupakan salah satu aspek yang sangat berpengaruh terhadap proses-proses yang terjadi di pantai terutama gelombang dan arus (Putra *et al.*, 2018). Gelombang adalah salah satu parameter oseanografi yang penting terhadap dinamika perairan pesisir dan laut yang berkontribusi terhadap perubahan wilayah pesisir dan laut (Dijkstra, 2008). Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai,

menimbulkan arus dan transport sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai (Joao, 2008). Trujillo & Thurman (2008) mengatakan bahwa gelombang bersama dengan Arus, dan pasang surut berperan aktif dalam mempengaruhi proses – proses biologi, fisika dan kimia dalam ruang dan waktu yang terjadi di pantai dan laut. Hidrodinamika gelombang terhadap terumbu karang memberikan pengaruh nyata terhadap aspek biologi dan ekologi seperti misalnya pola sedimentasi, fluktuasi nutrient, pola sebaran dan rekrutment larva, pola coral bleaching, serta pola pengadukan masa air pada saat periode badai (Hamner & Wolanski, 1988; Andrews & Pitchard, 1990; Madin & Conolly, 2006). Triatmodjo (1999) mengatakan bahwa pantai menyesuaikan bentuk profilnya sehingga mampu mereduksi energi gelombang yang datang. Penyesuaian bentuk tersebut merupakan respon dinamis alami pantai terhadap gelombang laut. Terkait hidrodinamika gelombang terhadap terumbu karang adalah ekpose gelombang mengakibatkan stress yang berpengaruh pada stuktur terumbu karang (Gourlay and Colleter, 2005; Storlazzi *et al.*, 2005). Suharsono (1996), mengatakan terumbu karang berfungsi sebagai peredam pukulan gelombang sehingga tinggi gelombang akan mengalami pengurangan. Selanjutnya dijelaskan oleh Bascom (1980), bahwa gelombang utama akan kehilangan sebagian energi di dalam air akibat adanya terumbu karang yang menyebabkan terjadinya pemantulan sebagian energi gelombang, sehingga yang terlihat adalah gelombang-gelombang kecil disekitar batu karang setelah gelombang utama pecah. Terumbu karang berfungsi sebagai peredam pukulan gelombang sehingga dapat mengurangi tinggi gelombang. Bentuk pertumbuhan karang juga dipengaruhi kondisi lingkungan. Karang akan merespon terhadap tekanan lingkungan yang diterimanya. Faktor hidrodinamis gelombang menyebabkan perubahan secara horisontal. Semakin kuat gelombang maka karang akan tumbuh memendek, kuat dan merayap, sementara pada wilayah yang

terlindung cenderung lebih ramping dan memanjang (Daniel & Langgeng, 2014).

MATERI DAN METODE

Materi penelitian yang dipergunakan adalah gelombang yang melewati terumbu karang di perairan Pulau Panjang. Data primer gelombang yang diukur meliputi tinggi, periode dan arah gelombang yang diukur pada 14 stasiun terumbu karang di perairan Pulau Panjang. Pulau Panjang adalah pulau karang kecil yang terletak 1,5 mil laut atau 2,8 Km di sebelah barat kota Jepara, berada pada posisi S 6°34.397' E 110°37.87) dikenal sebagai daerah tujuan wisata yang dikelilingi terumbu karang (Edinger *et al.*, 2000 Suraji *et al.*, 2015; Munasik *et al.*, 2020). Lokasi sebaran terumbu karang diperairan Pulau Panjang dapat dilihat pada Gambar 1. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei prediktif dan kuantitatif dengan metode peramalan gelombang yang diperoleh dari data angin (Wibisono, 2011). Penentuan lokasi pengukuran gelombang dilakukan dengan menggunakan metode area sampling yaitu metode yang digunakan untuk menentukan lokasi pengukuran apabila daerah pengamatan sangat luas (Sugiyono, 2009).

Letak koordinat penelitian disajikan pada Tabel 1. Gelombang diukur menggunakan instrument Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). Selanjutnya nilai gelombang dianalisis menggunakan metode perhitungan matematika (Apuke, 2017). Data skunder yang diperlukan meliputi data angin yang didapatkan dari portal unduh data di www.ogimet.com, data pasang surut dari BMKG dan data batimetri dari Badan Informasi Geospasial. Analisis peramalan nilai gelombang (Hs dan Ts) digunakan metode peramalan gelombang DNS yang dikembangkan oleh Sugianto *et al.* (2017). Pemodelan gelombang dilakukan pada 8 arah datang gelombang untuk mendapatkan besar nilai gelombang pada semua sisi pulau, yaitu Utara Hs 1,25 m Ts 5,6 s sudut 360°, Timur Laut Hs 1,89 m Ts 6,5 s sudut 45°, Timur Hs 2,13 m Ts 6,79 s sudut 90°, Tenggara Hs 2,52 m Ts 7,24 s sudut 135°, Selatan Hs 1,25 m Ts 5,6 s sudut 180°, Barat Daya Hs 1,66 m Ts 6,2 sudut 225°, Barat Hs 2,65 m Ts 7,29 s sudut 270°, dan Barat Laut Hs 1,78 m Ts 6,34 sudut 315°. Hasil pemodelan pada 8 arah datang gelombang selanjutnya di generate menjadi peta shapefile untuk dioverlay peta shapefile perubahan luas terumbu karang dengan metode interpolasi dengan block Kriging (ESRI, 2011, Suprajitno, 2005, Hadi, 2013)



Gambar 1. Distribusi Terumbu Karang di perairan Pulau Panjang

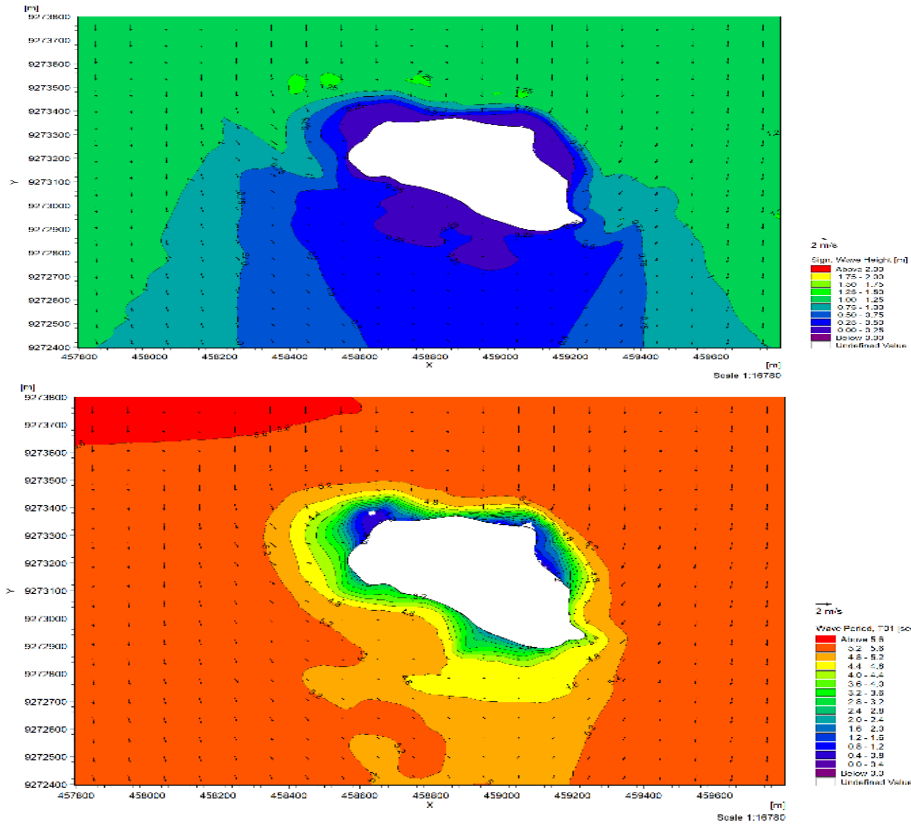
Tabel 1. Letak Koordinat Lokasi Station Penelitian

Station	Garis Lintang	Garis Bujur
1	6°57'74"	110°,62'60"
2	6°57'62"	110°,62'46"
3	6°57'43"	110°,62'34"
4	6°57'26"	110°,62'41"
5	6°57'22"	110°,62'58"
6	6°57'23"	110°,62'73"
7	6°57'25"	110°,62'88"
8	6°57'29"	110°,63'00"
9	6°57'37"	110°,63'09"
10	6°57'39"	110°,63'11"
11	6°57'50"	110°,63'15"
12	6°57'84"	110°,63'10"
13	6°57'89"	110°,62'96"
14	6°57'87"	110°,62'79"

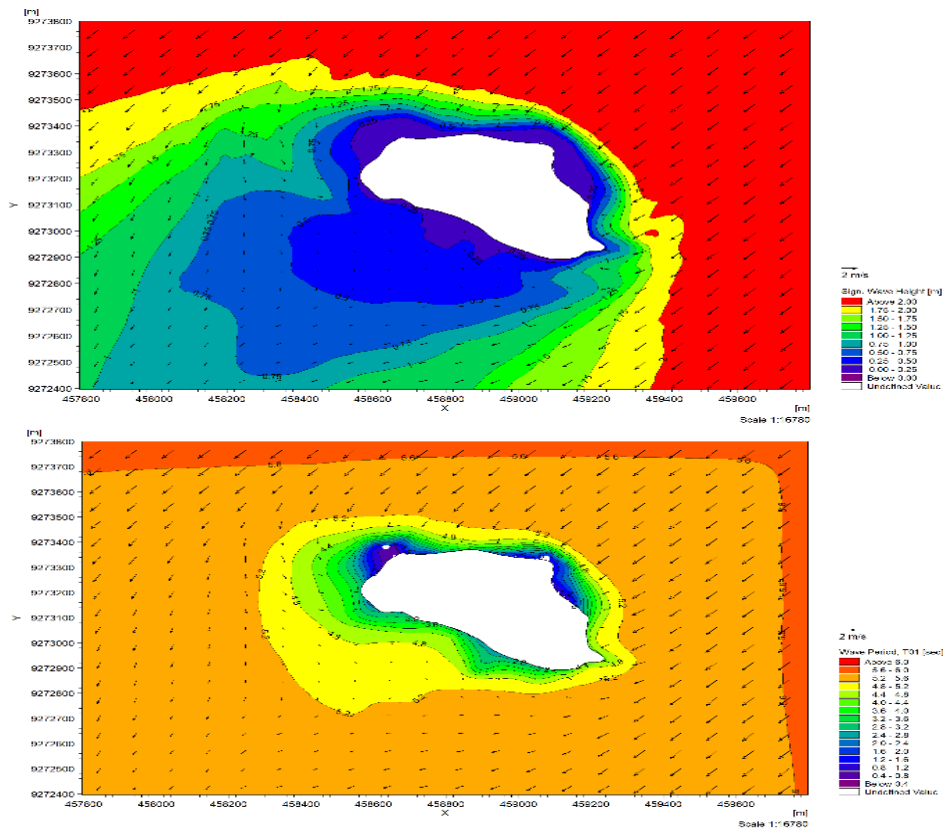
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemodelan gelombang yang datang dari arah utara (sudut 0°) menunjukkan distribusi nilai Hs 1 – 1,25 m dan Ts 5,2 – 5,6 detik (gelombang lebih tinggi) pada daerah sisi utara pulau sehingga memunculkan nilai Hs 0,25 – 0,5 m dan Ts 4,4 – 4,8 detik (gelombang lebih rendah) pada daerah sisi selatan pulau sehingga sisi selatan merupakan daerah terlindung (Gambar 2.). Hasil pemodelan gelombang dari arah timur laut (sudut 45°) menunjukkan nilai Hs 1,75 – 2 m dan Ts 5,6 – 6 detik (gelombang lebih tinggi) pada daerah pulau yang menghadap sisi utara, timur laut dan timur (Gambar 3). Daerah terlindung terdapat pada sisi barat daya pulau dengan distribusi nilai Hs 0,25 – 0,5 m dan Ts 4,4 – 4,8 detik (gelombang lebih rendah). Hasil pemodelan gelombang dari arah timur (sudut 90°) menunjukkan distribusi nilai Hs 1,75 – 2 m dan Ts 5,2 – 6 detik (gelombang lebih tinggi) pada sisi timur pulau dan daerah terlindung (gelombang lebih rendah) pada sisi barat pulau dengan nilai Hs 0,5 – 0,75 m dan Ts 4 – 4,4 detik (Gambar 4). Pemodelan hidrodinamika terhadap nilai gelombang pada arah penjalaran dari arah tenggara (sudut 135°) menunjukkan distribusi nilai Hs 2 – 2,25 m dan Ts 5,6 – 6 detik (gelombang lebih tinggi) terdapat di daerah timur, tenggara dan selatan pulau (Gambar 5). Daerah terlindung terdapat di daerah barat laut pulau dengan sebaran nilai Hs antara 0,5 – 0,75 m dan Ts antara 4,4 – 4,8 detik (gelombang lebih rendah). Hasil pemodelan

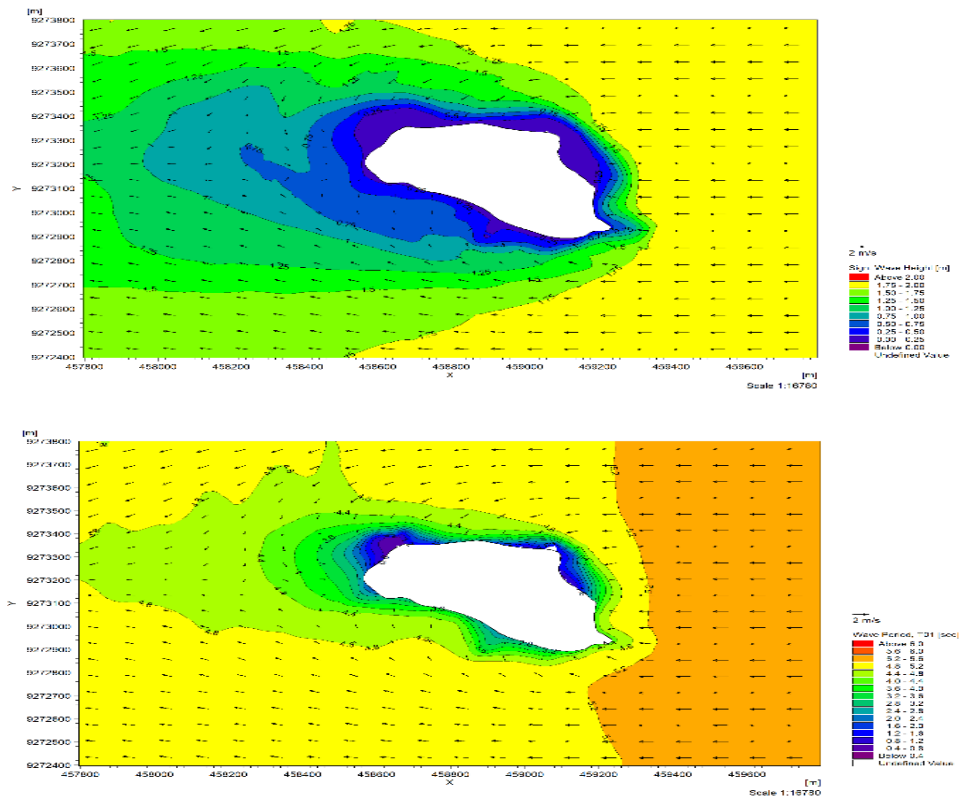
gelombang dari arah selatan (sudut 180°) menunjukkan nilai Hs 1 – 1,25 m dan Ts 5,2 – 5,6 detik (gelombang lebih tinggi) di daerah selatan pulau dan daerah terlindung dengan gelombang lebih kecil pada daerah utara pulau dengan distribusi nilai Hs 0,25 – 0,5 m dan Ts 4 – 4,4 detik (Gambar 6). Distribusi nilai gelombang datang pada arah barat daya (sudut 225°) menunjukkan nilai Hs 1,75 – 2 m dan Ts 5,2 – 5,6 detik terdapat di daerah selatan, barat daya hingga sisi barat pulau (Gambar 6). Daerah terlindung (gelombang lebih rendah) terdapat di sisi utara hingga timur laut pulau dengan distribusi nilai Hs 0,25 – 0,5 m dan Ts 4,4 – 4,8 detik. Hasil pemodelan hidrodinamika gelombang pada arah penjalaran gelombang barat (sudut 270°) dengan nilai Hs 2 – 2,25 m dan Ts 5,6 – 6 detik (gelombang lebih tinggi) terdapat di sisi utara, barat hingga selatan pulau sehingga daerah terlindung muncul di sisi timur pulau (Gambar 7) dengan Hs 0,5 – 0,75 m dan Ts 4,4 – 4,8 detik (gelombang lebih rendah). Hasil pemodelan pada arah datang gelombang yang terakhir yaitu pada arah barat laut (sudut 315°) yang ditampilkan Gambar 8, daerah dengan gelombang lebih tinggi terdapat di sisi barat, barat laut dan utara pulau dengan distribusi nilai Hs 1,75 – 2 m dan Ts 5,2 – 5,6 detik. Daerah terlindung muncul di sisi tenggara pulau dengan nilai Hs 0,5 – 0,75 m dan Ts 4 – 4,4 detik (gelombang lebih rendah). Hasil pemodelan pada Gambar 2. sampai dengan Gambar 8., menunjukkan bahwa nilai gelombang yaitu gelombang signifikan (Hs), periode



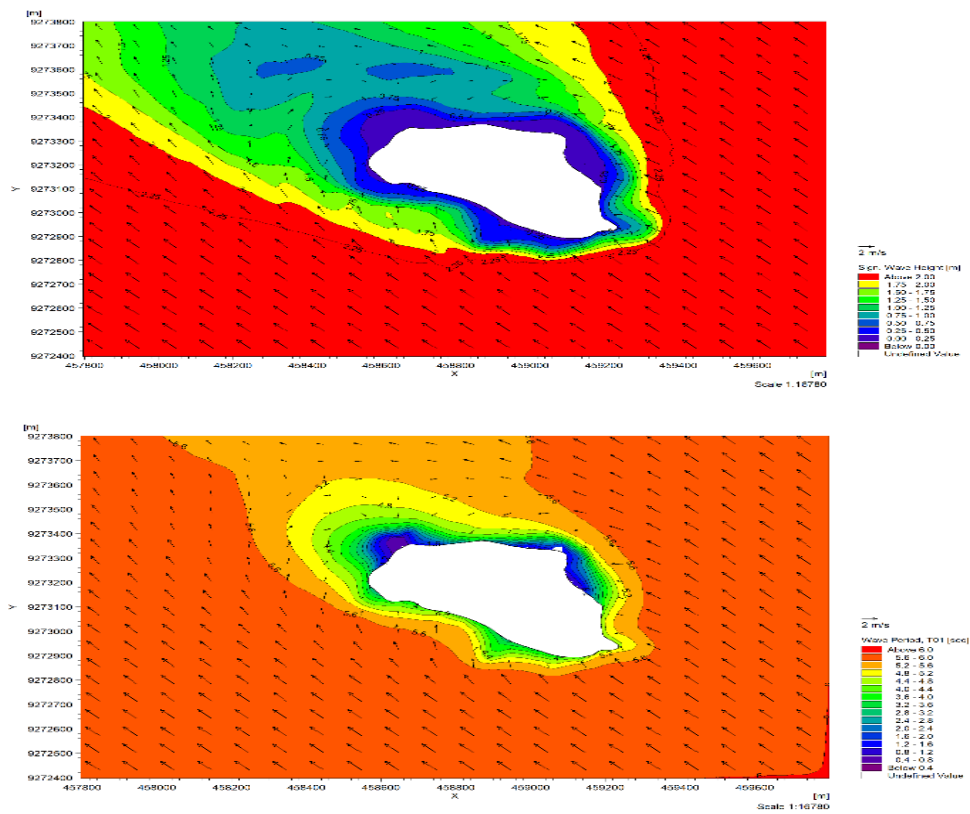
Gambar 2. Distribusi spasial nilai Hs dan Ts pada kondisi arah datang gelombang utara.



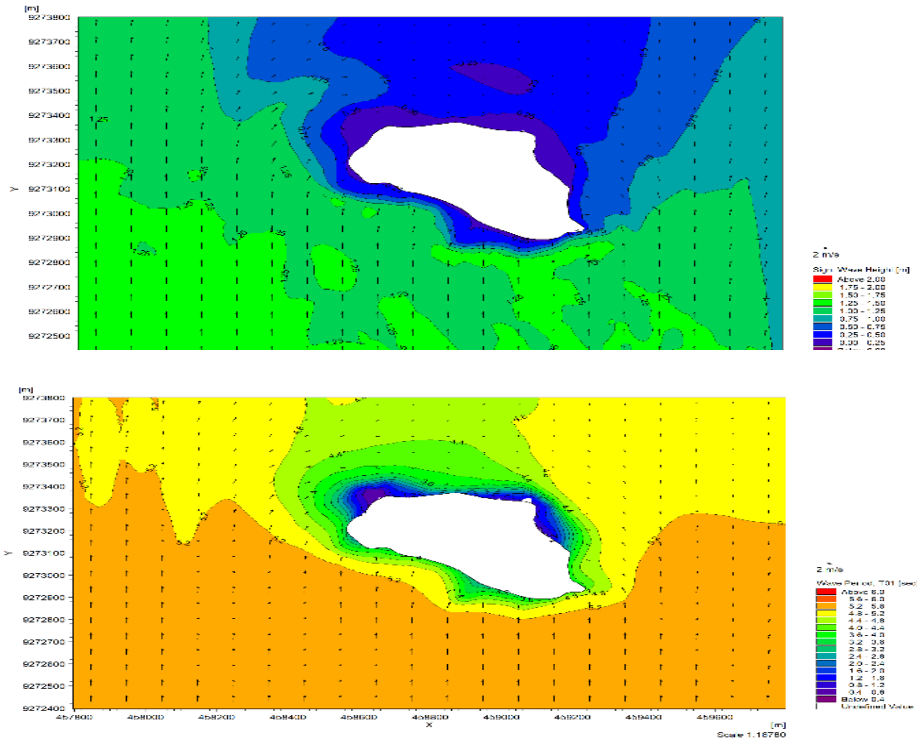
Gambar 3. Distribusi spasial nilai Hs dan Ts pada kondisi arah datang gelombang timur laut.



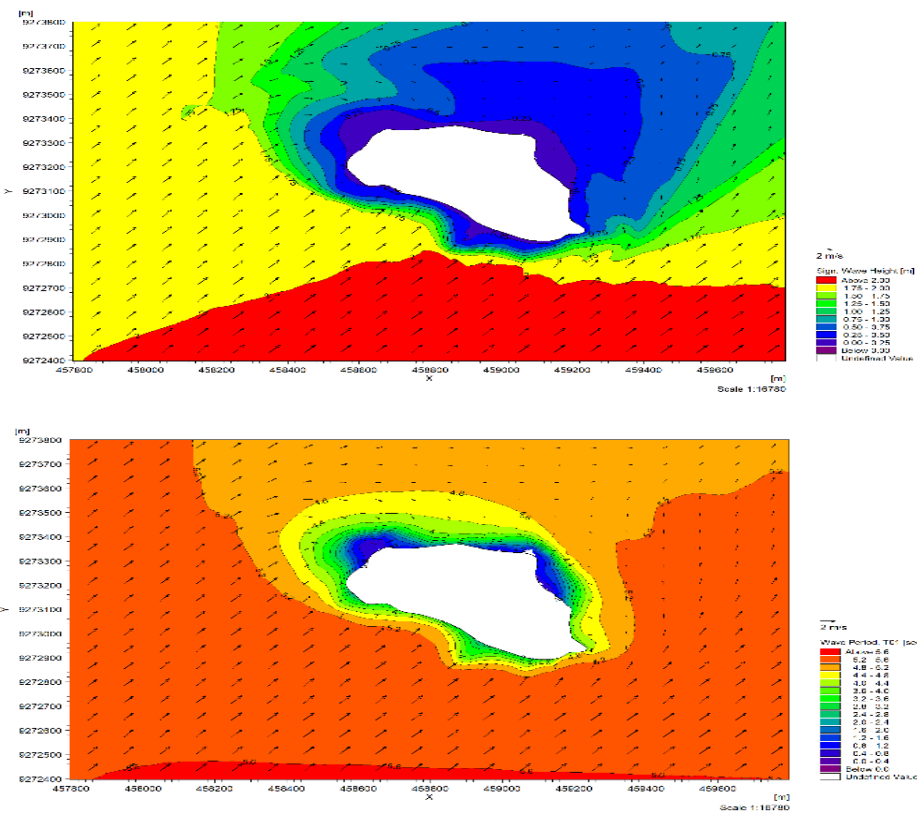
Gambar 4. Distribusi spasial nilai Hs dan Ts pada kondisi arah datang gelombang timur.



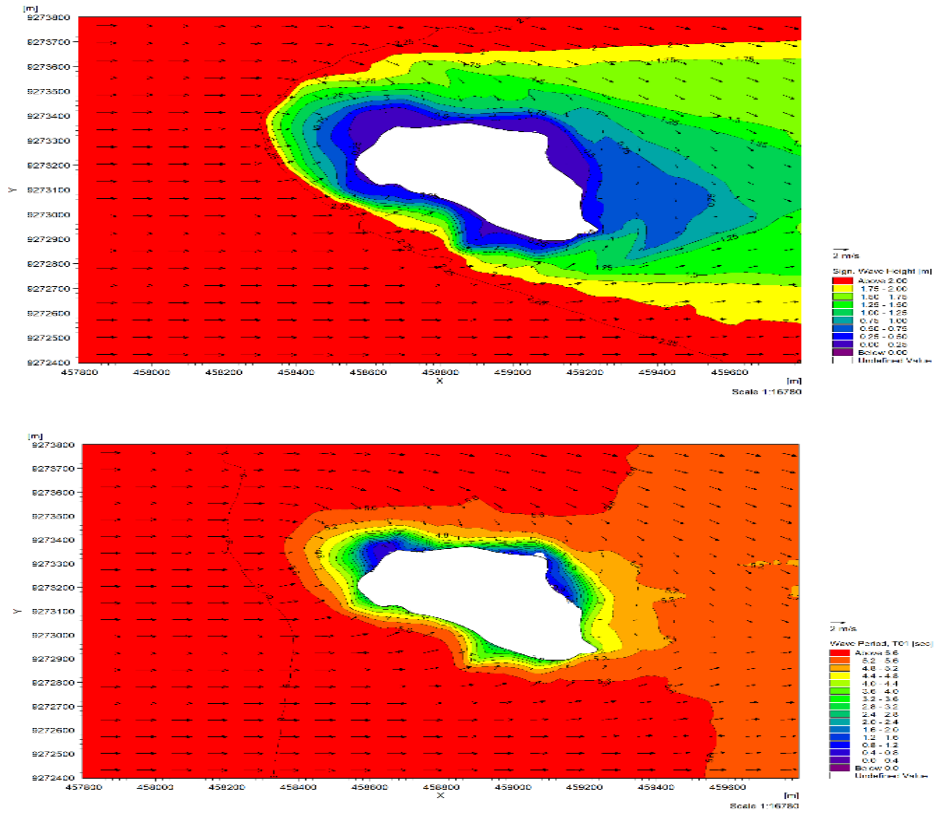
Gambar 5. Distribusi spasial nilai Hs dan Ts pada kondisi arah datang gelombang tenggara.



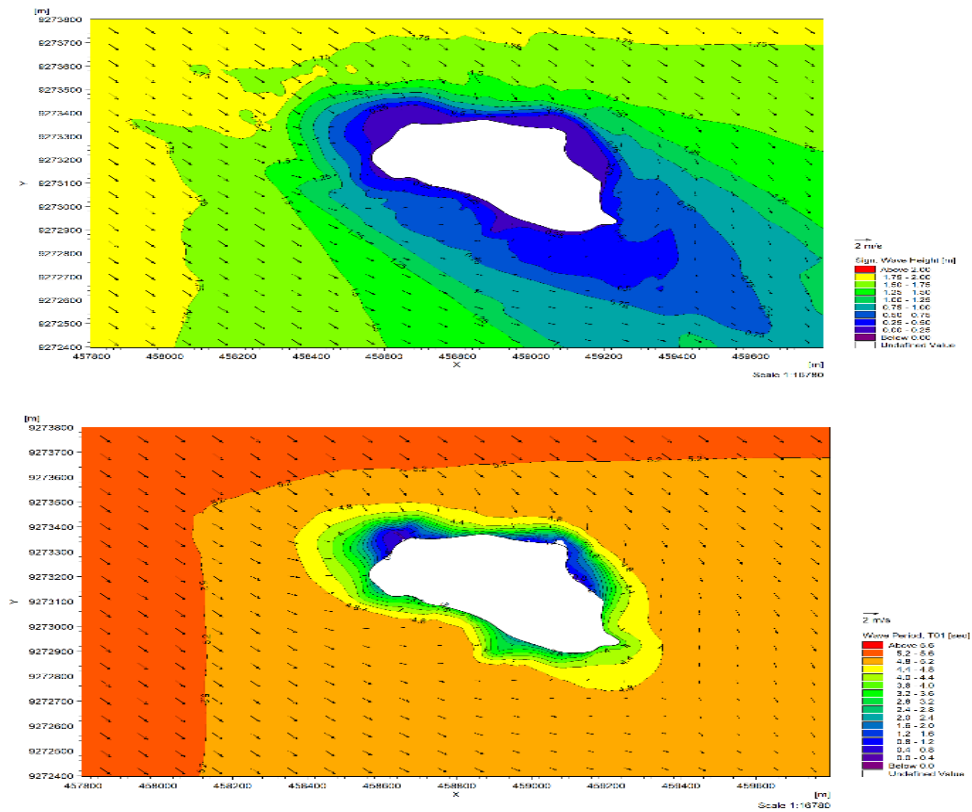
Gambar 6. Distribusi spasial nilai Hs dan Ts pada kondisi arah datang gelombang selatan.



Gambar 6. Distribusi spasial nilai Hs dan Ts pada kondisi arah datang gelombang barat daya.



Gambar 7. Distribusi spasial nilai Hs dan Ts pada kondisi arah datang gelombang barat.



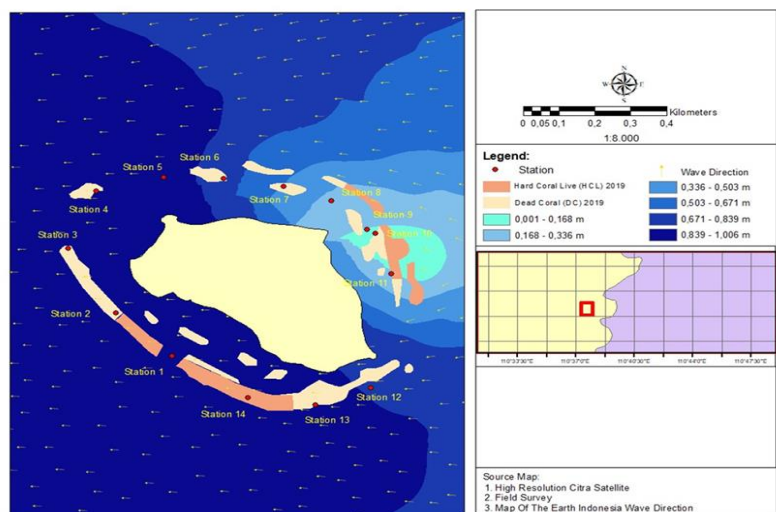
Gambar 8. Distribusi spasial nilai Hs dan Ts pada kondisi arah datang gelombang barat laut.

gelombang signifikan (T_s) adalah bervariasi. Nilai H_s dan T_s tinggi berarti gelombang lebih tinggi, sedangkan nilai H_s dan T_s rendah berarti gelombang lebih rendah. Pada nilai gelombang lebih tinggi, maka akan mengakibatkan terumbu karang pada sisi barat, timur laut dan tenggara Pulau Panjang lebih menerima keterpaparan (ekspose) oleh hidrodinamika gelombang yang melewatinya. Pada hidrodinamika gelombang lebih rendah, maka terumbu karang yang terlindung dari keterpaparan (ekspose) gelombang adalah yang berada pada sisi timur, barat daya, dan barat laut.

Ketika hasil simulasi 8 arah gelombang dioverlay dengan peta distribusi terumbu karang dengan menu interpolasi (Kriging) maka didapatkan hasil seperti yang dapat dilihat pada Gambar 9. Nilai H_s tertinggi berkisar antara 0,503-1,00. Arah datang gelombang dominan dari timur pulau Panjang, kemudian setelah melewati terumbu karang ada di sisi timur, timur laut, dan utara Pulau Panjang maka energinya menjadi berkurang, sehingga terumbu karang yang ada di sisi barat, barat daya, dan selatan dari Pulau Panjang posisinya lebih aman dari keterpaparan (ekspose) oleh hidrodinamika gelombang yang melewatinya. Hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan yang dilaporkan oleh Sugianto *et al.* (2019), bahwa Gelombang ekstrim dari arah timur Pulau Panjang mengakibatkan sisi timur pulau lebih rentan mengalami abrasi.

Suharsono (1996), mengatakan bahwa terumbu karang berfungsi sebagai peredam pukulan gelombang sehingga tinggi gelombang akan mengalami pengurangan. Gelombang yang datang akan mengalami perubahan karakteristik

(panjang, periode, tinggi gelombang) setelah melewati terumbu karang, sehingga gelombang yang menuju pantai akan semakin berkurang seiring dengan perubahan kedalaman. Terumbu karang bersifat sebagai peredam energi gelombang, sehingga energi gelombang yang sampai di pantai menjadi berkurang. Hal ini sesuai dengan pendapat Sachoemar (2008), bahwa Perubahan kecepatan yang dialami gelombang ketika memasuki perairan dangkal (daerah pantai) mengakibatkan gelombang mengalami refraksi atau terjadi pembelokan dari arah penjalaran gelombang. Laksana *et al.* (2021), mengatakan penjalaran gelombang menunjukkan pola difraksi gelombang karena suatu penghalang yaitu pulau itu sendiri. Tetapi sesungguhnya gelombang terlebih dahulu membentur terumbu karang yang berfungsi sebagai pemecah gelombang sehingga mengalami difraksi yang mengakibatkan tinggi gelombang menjadi berkurang. Disamping dapat mengalami refraksi dan difraksi, gelombang laut juga mengalami refleksi (pemantulan), yaitu gelombang yang datang dipantulkan kembali ke arah laut. (Furqon, 2006). Menurut Nybakken (1992), ketika gelombang memasuki perairan dangkal dan mulai mengalami hambatan gesek dari dasar perairan, maka gerakan maju gelombang terhambat dan panjang gelombang semakin berkurang, sehingga ketinggian gelombang akan semakin terjal dan pada akhirnya akan pecah dan melepaskan energinya ke pantai. Perubahan gelombang ini disebabkan karena terumbu karang bersifat sebagai peredam energi gelombang. Transmisi gelombang yang melintas di atas terumbu karang merupakan fungsi dari lebar terumbu karang, kedalaman



Gambar 9. Arah dan Tinggi Gelombang Pada terumbu Karang di perairan Pulau Panjang

karang, tinggi dan panjang gelombang datang (yang tiba di terumbu karang). Rankin & Michael (2005), mengatakan bahwa terumbu karang lebih efisien dalam mengurangi energi gelombang. Erviana *et al.* (2020) mengatakan bahwa semakin besar persentase penutupan karang maka semakin besar pengurangan tinggi gelombang yang dihasilkan.

Gelombang yang terlalu besar dapat meruntuhkan objek yang dilaluinya seperti terumbu karang (Nuzul *et al.*, 2018). Hasil simulasi gelombang dan interpolasi (kriging) 8 arah gelombang dengan distribusi terumbu karang (Gambar 9), menunjukkan bahwa tingkat keterpaparan (ekposure) terumbu karang yang ada pada sisi timur, timur laut dan utara di Pulau Panjang oleh gelombang cukup tinggi, hal ini diduga yang menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan terumbu karang yang ada diperairan Pulau Panjang. Gelombang merupakan faktor alam yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup terumbu karang. Siti *et al.*, (2018) mengatakan semakin besar tekanan hidrodinamika gelombang akan mempengaruhi bentuk karang lebih mengarah ke bentuk pertumbuhan encrusting. Nuzul *et al.* (2018) melaporkan bahwa ketinggian gelombang di perairan Pulau Panjang adalah diatas 1 meter. Keterpaparan (ekposure) terumbu karang di perairan Pulau Panjang diduga diakibatkan oleh aktivitas gelombang pada musim barat. Hidrodinamika gelombang pada musim barat (Desember-Februari) yang melewati terumbu karang mengakibatkan karang rapuh dan menjadi rusak (Nuzul *et al.*, 2018). Perairan Pulau Panjang Jepara merupakan bagian dari laut Jawa. Pengaruh Laut Cina Selatan akan terasa pada musim Barat (Desember – Februari), karena pada musim ini angin bertiup dari Timur Laut (dari Laut Cina Selatan) menuju Barat Daya (Pulau Sumatera) yang kemudian dibelokkan ke arah Tenggara menyusur Selat Karimata dan Laut Jawa. Sedangkan pada musim Timur (Juni–Agustus) angin bertiup sebaliknya, yaitu dari Tenggara ke arah Barat Laut yang kemudian dibelokkan ke arah Laut Cina Selatan (Fadika *et al.*, 2014). Menurut Bayong (1994) pada musim barat akan memiliki nilai tinggi gelombang yang lebih besar dikarenakan kecepatan angin yang bertiup dimusim barat lebih kuat jika dibandingkan musim yang lain. Dinamika perairan pesisir secara lokal sangat dipengaruhi oleh pasang surut. Gaya penggerak pasang surut diperairan Laut Jawa dipengaruhi oleh penetrasi gelombang panjang

pasang surut dari Samudra Pasifik yang melalui Selat Makasar yang membawa gelombang pasut bertipe diurnal dan juga dipengaruhi oleh gelombang pasut Samudra Hindia yang mempunyai kecenderungan bertipe pasut semi diurnal (Susiaty *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Hidrodinamika gelombang pada 8 arah Pulau Panjang menghasilkan nilai gelombang lebih tinggi, yang mengakibatkan keterpaparan (ekposure) terumbu karang yang berada pada sisi barat, timur laut dan tenggara. Pada hidrodinamika gelombang lebih rendah, maka terumbu karang yang terlindung dari keterpaparan (ekposure) gelombang adalah yang berada pada sisi timur, barat daya, dan barat laut. Interpolasi (kriging) 8 arah datang gelombang dengan distribusi terumbu karang menunjukkan bahwa arah datang gelombang dominan dari sisi timur, sehingga tingkat keterpaparan (ekposure) cukup tinggi adalah terumbu karang yang berada di sisi timur, timur laut, dan utara Pulau Panjang. Setelah melewati terumbu karang energinya menjadi berkurang, sehingga terumbu karang yang di sisi barat, barat daya, dan selatan dari Pulau Panjang posisinya lebih aman dari keterpaparan (ekposure) oleh hidrodinamika gelombang yang melewatinya. Hidrodinamika gelombang diduga yang menjadi salah satu faktor alam penyebab kerusakan terumbu karang yang ada diperairan Pulau Panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro atas dukungan pendanaan terhadap penelitian ini melalui dana hibah Non-APBN, dengan kontrak penelitian nomor : 76/UN7.5.10.2/PP/2021

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, J.C. & Pickard, G.L. 1990. The physical oceanography of coral reef systems, *in* coral reefs, edited by Z. Dubinsky. pp. 11-48. Elsevier, Amsterdam.
- Apuke, O.D. 2017. Quantitative Research Methods: A Synopsis Approach. *Kuwait Chapter of Arabian Journal of Business and*

- Management Review*, 6(11):40–47. doi: 10.12816/0040336
- Bappeda. Kabupaten Jepara 2011. Rencana Induk Pembangunan Pariwisata Daerah Kabupaten Jepara. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. Kabupaten Jepara.
- Bascom, W. 1980. *Waves and Beaches: The Dynamics of the Ocean Surface*. Publisher: Bantam Doubleday Dell Publishing Group. ASIN: B01K0T3H7S
- Bayong, T.H.K. 1994. *Klimatologi Umum*. Bandung : Penerbit ITB.
- Burkpile, D.E. & Hay, M.E. 2009. Coral Reef. In *Ecosystem Ecology*. Elsevier.pp.201-213.
- Daniel, D., & Langgeng, W.S. 2014. Karakteristik Oseanografis dan Pengaruhnya Terhadap Distribusi dan Tutupan Terumbu Karang di Wilayah Gugusan Pulau Pari, Kabupaten Kep. Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 3(2):1-9.
- Dean, R.G. & Dalrymple, R.A. 2000. *Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists*. World Scientific Publishing, Singapore.
- Dijkstra, H.A. 2008. *Dynamical Oceanography*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg German. 405 pp.
- Edinger, E.N., Limmon, G.V., Jompa, J., Widjatmoko, W., Heikoop, J.M. & Risk, M.J. 2000. Normal Coral Growth Rates on Dying Reefs: Are Coral Growth Rates Good Indicators Of Reef Health? *Marine Pollution Bulletin*, 40(5):404–425
- Erviana, R.N., Purnomo, P.W. & Supriharyono, S. 2020. Class Conservation Morfologi Karang berdasarkan Kedalaman pada Struktur Terumbu Karang di Pulau Kemujan dan Pulau Sintok, Karimunjawa, Jawa Tengah. *Journal of Maquares*, 9(2):123-130
- ESRI. 2011. How Kriging Works. <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/>
- Fadika, U., Rifai, A. & Rochaddi, B., 2014. Arah Dan Kecepatan Angin Musiman Serta Kaitannya Dengan Sebaran Suhu Permukaan Laut Di Selatan Pangandaran Jawa Barat. *Jurnal Oseanografi*. 3(3):429-437
- Fahrul, M.F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta
- Furqon, A.M. 2006. Gerak air di laut. *Oseana*. 31(4):9–21
- Gourlay, M.R. and Colleter, G. 2005. Wave-generated flow on coral reefs-an-analysis for two-dimensional horizontal reef-tops with steep faces, *Coastal Engineering*. 52(4):353-387.
- Hadi, B.S. 2013. Metode interpolasi spasial dalam studi geografi (Ulasan Singkat dan Contoh Aplikasinya). *Geomedia*, 11(2):235-252. doi: 10.21831/gm.v11i2.3454.
- Hamner, W.M. & Wolanski, E. 1988. Hydrodynamic forcing functions and biological proseses on coral reefs : a status review. *Proc. 6th int Coral Reef Symp*, I:103-113
- Joao, C. 2008. *Ocean Wave Energy : Current Status and Future Perspectives*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg German. 427pp.
- Laksana, P.T.W., Zainuri, M. & Sugianto, D.N. 2021. Studi Penjalaran Gelombang Laut di Pulau Panjang, Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1):75–87
- Madin, J.S. & Conolly, S.R. 2006. Ecological consequences of major hydrodynamic disturbances on coral reefs. *Nature*. 444:477-480
- Munasik, M, Sabdono, A., Assyfa, A.N., Wijayanti, D.P., Sugiyanto, S., Irwani, I. & Pribadi, R. 2020. Coral transplantation on a multilevel substrate of Artificial Patch Reefs: effect of fixing methods on the growth rate of two Acropora species. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(5):1816-1822. doi: 10.13057/biodiv/d210507
- Nuzul, R.D., Sasmito, B. & Sukmono. A. 2018. Studi Perkembangan Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang Jepara Menggunakan Citra Sentinel-2 Dengan Metode Algoritma lyzeng. *Jurnal Geodesi Undip*. 7(4): 223-243
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta
- Prasetya, I.N.D. 2013. Kajian Jenis Dan Kelimpahan Rekrutmen Karang Di Pesisir Desa Kalibukbuk, Singaraja, Bali. *Bumi Lestari*. 13(1): 69–78.
- Putra, H.M, Thaha, A. & Dharmawan, A. 2018. Pengaruh kondisi hidrodinamika pantai tarawang terhadap penentu tipe pengaman pantai. *Jurnal Keteknikan dan Sains*, 1(2):17–21.
- Rankin, K.L. & Bruno, M.S. 2005. *Wave Transformation and Nearshore Currents in the Vicinity of a Wide-Crested Submerged Reef*. Beach Restoration Inc and Stevens Institute of Technology. Key West, Florida Hoboken, New Jersey.
- Sachoemar, S.I. 2008. Karakteristik Lingkungan Perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Air*

- Indonesia*. 4(2):109-114 doi: 10.29122/jai.v4i2.2408
- Siti, C.W., Setyobudiandi I., & Affandy, R. 2018. Kondisi dan status keberlanjutan ekosistem terumbu karang di kawasan konservasi perairan pulo pasi gusung, selayar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1):153-166, doi: 10.29244/jitkt.v10i1.21672
- Storlazzi, C.D., Bown, E.K., Field, M.E., Rodgers K. & Jokiel, P.L. 2005. A model for wave control on coral breakage and species distribution in the Hawaiian Islands, *Coral Reefs*, 24(1):43-55
- Sugianto, D.N., Handoyo, G., Oktaviani, A., Zainuri, M., & Indarjo, A. 2019. Determination of Submerged Breakwater Location for Coastal Protection in Panjang Island Waters Jepara. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 4(5):346–351.
- Sugianto, D.N., Zainuri, M., Darari, A., Suripin, S.D., & Yuwono, N. 2017. Wave height forecasting using measurement wind speed distribution equation in Java Sea, Indonesia. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(5):604–619.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Alfabeta, Bandung.
- Suharsono. 1996. Jenis-jenis karang yang umum dijumpai diperairan Indonesia. LIPI Jakarta, Indonesia. 115p.
- Suprajitno, M. 2005. *Pengantar Geostatistik*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Suraji, S., Rasyid, N., Kenyo, A. S., Jannah, A. R., Wulandari, D.R.W., Saefudin, M., Ashari, M., Widiastutik, R., Kuhaja, T., Juliyanto, E., Afandi, Y.A., Wiyono, B., Syafrie, H., Handayani, S.N., & Prayekti, W. 2015. Profil Kawasan Konservasi Provinsi Jawa Tengah (Vol. 7). Kementerian Kelautan dan Perikanan
- Suryono, Munasik, Ario R. & Handoyo, G. 2017. Inventarisasi Bio-Ekologi Terumbu Karang di Pulau Panjang, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*. 20(1):60-64.
- Susiati, H., Subki, B.A. & A. Harman 2011. Hidrodinamika dan Transport Sedimen di Tapak PLTN Semenanjung Muria. *Prosiding Seminar keselamatan Nuklir*. 2017
- Triadmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset: Yogyakarta. Hal: 11 – 24
- Trujillo, Alan P. & Thurman, Harold V., 2008. Essentials of Oceanography. Pearson Prentice Hall, Pearson Education Inc. New Jersey. 534 pp.
- Wibisono, M.S. 2011. Pengantar Ilmu Kelautan. Ed.2., UI Press, Jakarta.