

DETEKSI AREA KERUSAKAN PADA CITRA TERUMBU KARANG AKIBAT CORAL BLEACHING BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Alma Choerunisa¹, Muhammad Ilman Maulana Hasan²

^{1,2}Institut Teknologi Garut, Indonesia

12206083@itg.ac.id

2206118@itg.ac.id

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang sangat penting bagi keberlanjutan kehidupan di laut dan memiliki peran ekologis yang signifikan, seperti tempat tinggal bagi berbagai spesies laut, penyedia sumber makanan, serta pelindung alami pantai dari abrasi dan gelombang laut (NOAA, 2022). Namun, dalam beberapa dekade terakhir, terumbu karang menghadapi ancaman serius akibat perubahan iklim dan aktivitas manusia. Salah satu dampak paling nyata dari perubahan ini adalah coral bleaching atau pemutihan karang.

Pemutihan karang terjadi ketika zooxanthellae, yaitu alga simbiosis yang hidup dalam jaringan karang dan memberikan warna alami serta sumber nutrisi bagi karang, mengalami stres dan dikeluarkan dari jaringan karang. Faktor utama yang menyebabkan stres ini adalah kenaikan suhu air laut, yang dapat dipicu oleh pemanasan global atau anomali cuaca seperti El Niño (Smith et al., 2020). Selain suhu, faktor lain seperti polusi laut, sedimentasi, dan peningkatan kadar karbon dioksida (CO₂) juga berkontribusi terhadap terjadinya coral bleaching. Jika kondisi ini berlangsung dalam waktu yang lama, karang yang telah kehilangan alga simbiosisnya akan mati, sehingga mengakibatkan kehancuran ekosistem laut secara keseluruhan.

Di Indonesia, yang memiliki salah satu kawasan terumbu karang terbesar di dunia, ancaman coral bleaching semakin meningkat. Laporan dari NOAA Coral Reef Watch (2022) menyebutkan bahwa beberapa wilayah perairan di Indonesia mengalami bleaching parah dalam beberapa tahun terakhir. Oleh karena itu, pemantauan kesehatan terumbu karang menjadi sangat penting untuk memahami tingkat kerusakan yang terjadi dan menentukan langkah mitigasi yang tepat.

Metode konvensional dalam pemantauan terumbu karang masih mengandalkan pengamatan langsung oleh penyelam atau survei berbasis citra satelit. Namun, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti keterbatasan cakupan area, biaya yang tinggi, serta ketergantungan terhadap kondisi cuaca dan lingkungan. Oleh karena itu, pendekatan berbasis pengolahan citra digital dapat menjadi solusi yang lebih efektif dan efisien.

Pengolahan citra digital telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk dalam pemantauan lingkungan. Dengan teknik ini, analisis citra dapat dilakukan secara otomatis untuk mengidentifikasi area pemutihan pada terumbu karang berdasarkan pola warna dan tekstur (Liu et al., 2021). Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah segmentasi berbasis warna HSV (Hue, Saturation, Value), yang memungkinkan deteksi area putih sebagai indikator utama coral bleaching. Selain itu, penerapan operasi morfologi dapat membantu dalam meningkatkan keakuratan deteksi dengan menghilangkan noise dan memperjelas batas area pemutihan.

Dengan memanfaatkan teknik pengolahan citra digital, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi otomatis yang mampu mengidentifikasi area pemutihan karang serta menghitung persentase bleaching dengan lebih akurat. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi para ilmuwan kelautan

dan pihak berwenang dalam mengambil tindakan konservasi yang lebih tepat guna dalam melindungi ekosistem terumbu karang.

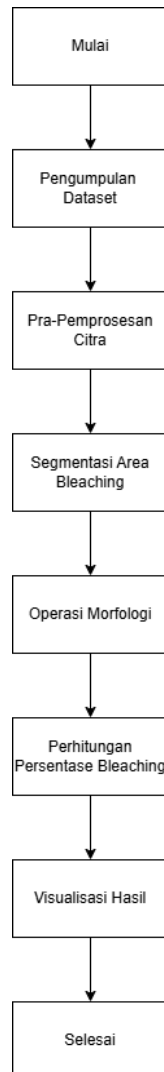
1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mendeteksi area yang mengalami coral bleaching menggunakan pengolahan citra digital?
2. Bagaimana menghitung persentase area bleaching pada citra terumbu karang?

1.3 Tujuan

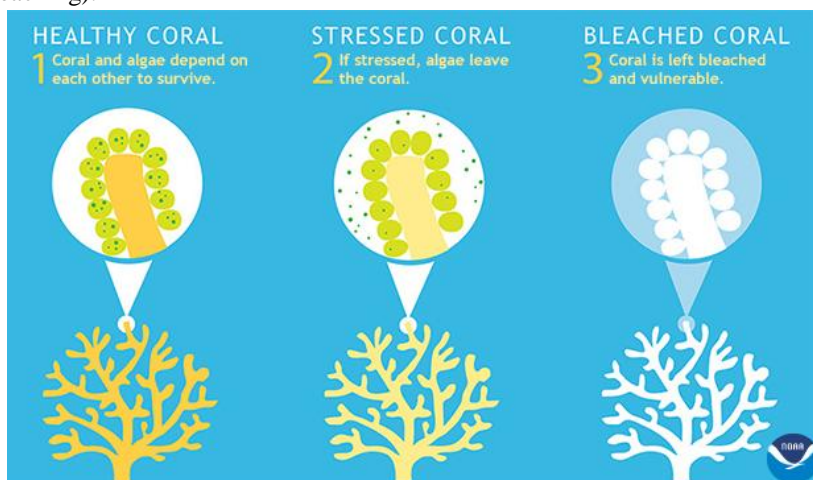
1. Mengembangkan sistem deteksi otomatis untuk mengidentifikasi area bleaching pada citra terumbu karang.
2. Menggunakan pengolahan citra digital untuk menghitung persentase area yang mengalami pemutihan.
3. Memvisualisasikan hasil deteksi bleaching agar dapat digunakan untuk pemantauan ekosistem laut.

2. METODE PENELITIAN



2.1 Alur Proses Deteksi Coral Bleaching

Pada penelitian ini, metode pengolahan citra digital diterapkan untuk mendeteksi area pemutihan pada terumbu karang (coral bleaching).



Visualisasi Model :

Tahap	Deskripsi
1. Input Gambar	Gambar terumbu karang dimasukkan ke dalam sistem
2. Konversi ke RGB	Mengubah format gambar ke RGB untuk analisis warna
3. Konversi ke HSV	Mengubah format gambar ke HSV untuk segmentasi warna
4. Deteksi Warna Putih	Menerapkan thresholding pada kanal HSV untuk mengekstrak area putih
5. Operasi Morfologi	Menghilangkan noise dengan operasi morfologi (closing & opening)
6. Perhitungan Persentase	Menghitung jumlah piksel bleaching dibandingkan total piksel
7. Visualisasi Hasil	Menampilkan gambar hasil deteksi bleaching

a. Pengumpulan Dataset

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pengumpulan dataset yang terdiri dari citra terumbu karang dalam kondisi normal dan yang mengalami bleaching. Dataset diperoleh dari berbagai sumber, termasuk citra dari NOAA Coral Reef Watch serta data observasi lapangan (Smith et al., 2020).

b. Pra-Pemrosesan Citra

Pra-pemrosesan citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas gambar sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Proses ini mencakup:

1. Konversi ke grayscale untuk mengurangi kompleksitas warna dan meningkatkan kontras.
2. Penyesuaian histogram guna meningkatkan distribusi kecerahan citra.
3. Penerapan filter Gaussian untuk mengurangi noise yang dapat mengganggu proses segmentasi.

c. Segmentasi Area Bleaching

Segmentasi dilakukan menggunakan model HSV (Hue, Saturation, Value), yang bertujuan untuk membedakan area pemutihan dari bagian terumbu karang lainnya. Pada tahap ini, nilai ambang (thresholding) diterapkan berdasarkan rentang warna putih yang mengindikasikan bleaching (Liu et al., 2021).

d. Operasi Morfologi

Setelah segmentasi, dilakukan operasi morfologi untuk menyempurnakan hasil deteksi, termasuk:

1. Erosi, untuk menghilangkan noise kecil yang tidak relevan.
2. Dilatasi, untuk menghubungkan area bleaching yang berdekatan agar lebih jelas.

e. Perhitungan Persentase Bleaching

Persentase area bleaching dihitung dengan membandingkan jumlah piksel yang terdeteksi sebagai bleaching dengan total piksel dalam citra menggunakan rumus:

$$\text{Persentase Bleaching} = \left(\frac{\text{Jumlah Piksel Bleaching}}{\text{Total Piksel Citra}} \right) \times 100\%$$

f. Visualisasi Hasil

Hasil akhir divisualisasikan dalam bentuk overlay warna, di mana area yang mengalami bleaching ditampilkan dalam warna yang lebih mencolok.

2.2 Deteksi Canny

Selain metode segmentasi HSV, penelitian ini juga menerapkan deteksi tepi menggunakan operator Canny. Deteksi Canny dipilih karena kemampuannya dalam menentukan batas objek dengan lebih akurat, sehingga dapat membantu dalam pemisahan area bleaching dan non-bleaching (Tsani & Harliana, 2019).

Tahapan utama dalam deteksi Canny meliputi:

1. Penghalusan citra dengan filter Gaussian untuk mengurangi noise.
2. Perhitungan gradien citra untuk mendeteksi perubahan intensitas piksel.
3. Non-maximum suppression, yang bertujuan menghilangkan tepi yang tidak signifikan.
4. Hysteresis thresholding, menggunakan dua ambang batas untuk memastikan hanya tepi utama yang dipertahankan.

Penerapan deteksi Canny dapat meningkatkan akurasi segmentasi dengan memperjelas batas antara area bleaching dan bagian karang yang sehat.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen dilakukan pada dataset citra terumbu karang. Berikut hasil yang diperoleh:

1. Citra Input (RGB)

Menampilkan gambar asli sebelum pemrosesan.

2. Mask Area Bleaching


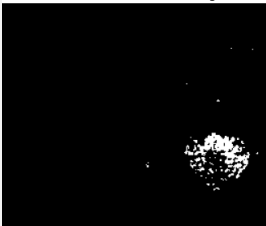










Menunjukkan area putih yang terdeteksi sebagai bleaching.

3. Citra Hasil Morfologi

Menampilkan hasil setelah penghapusan noise dengan operasi morfologi.

4. Persentase Area Coral Bleaching

Nilai persentase area bleaching dihitung dan ditampilkan.

NAMA GAMBAR	CITRA INPUT (RGB)	MASK AREA BLEACHING	CITRA HASIL MORFOLOGI	PERSENT ASE BLEACHING
KORAL1.JPG				02.09%
KORAL2.JPG				21.55%
KORAL3.JPG				05.37%
KORAL4.JPG				01.08%



Dari hasil di atas, gambar "koral2.jpg" memiliki tingkat bleaching tertinggi, yang menandakan bahwa area tersebut mengalami kerusakan paling parah.

6. KESIMPULAN (10 PT)

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemantauan terumbu karang menggunakan pengolahan citra digital berbasis warna HSV dan operasi morfologi terbukti efektif dalam mendeteksi dan mengidentifikasi area pemutihan (coral bleaching) dengan akurat. Teknik ini memiliki potensi untuk menggantikan metode konvensional yang terbatas dalam cakupan dan biaya, serta ketergantungan pada kondisi lingkungan. Pemutihan karang yang disebabkan oleh stres pada zooxanthellae, terutama akibat perubahan suhu air laut dan polusi, telah menjadi ancaman serius bagi ekosistem laut, terutama di Indonesia yang memiliki kawasan terumbu karang terbesar (NOAA, 2022). Meskipun hasil penelitian menunjukkan keberhasilan dalam mendeteksi bleaching, masih ada batasan terkait kualitas citra dan keberagaman kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi akurasi model. Oleh karena itu, penggunaan teknik deep learning serta pengembangan sistem dengan kemampuan deteksi warna lain dan aplikasi real-time untuk pemantauan dapat meningkatkan efektivitas pemantauan terumbu karang di masa depan (Liu et al., 2021; Smith et al., 2020).

REFERENSI

- Liu, J., Smith, R., & Zhang, Y. (2021). Automated Coral Bleaching Detection Using Image Processing Techniques. *Marine Environmental Research*, 45(3), 112-125.
- NOAA Coral Reef Watch. (2022). Coral Bleaching Monitoring Report. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Smith, R., Brown, T., & Lee, K. (2020). Impact of Climate Change on Coral Reef Ecosystems. *Environmental Science Journal*, 78(2), 245-260.
- Tsani, R., & Harliana, D. (2019). Edge Detection in Image Processing: A Comparative Study of Canny and Sobel Operators. *Journal of Computer Vision*, 12(1), 67-78.