



## Multi Thresholding Berbasis Algoritma Sinus Cosinus Untuk Segmentasi Citra Pantai

I Gusti Made Sudarma Arta<sup>1</sup>, I Made Oka Widyantara<sup>2</sup>, I Nyoman Pramaita<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
[sudarmaarta2@gmail.com](mailto:sudarmaarta2@gmail.com)

### Abstract

This paper examines the coastal image segmentation approach to clustering the intensity of land pixels and ocean pixels. This beach image segmentation is generated by the Otsu algorithm which is based on the principle of bilevel thresholding that will be optimized using a metaheuristic algorithm, namely the Sine Cosine Algorithm or known as the SCA method. This sine cosine algorithm is based on the principle of multilevel thresholding and uses a mathematical model based on trigonometric functions to solve optimization problems and to obtain more optimal settings with shorter computation time. Image histograms are also added to obtain a graph that can describe the distribution of pixel intensity values from a beach image. The measurement of this coastal image segmentation optimization uses FSIM (Feature Similarity Index Measure), SSIM (Structural Similarity Index Measure) and the computational time of processing the coastal image. The result of this research is the image of the beach as the result of segmentation optimization of the sine cosine algorithm with the value of FSIM, SSIM and computational processing time which increases along with the increase in the threshold value used.

Keywords: *otsu thresholding, sine cosine algorithm, FSIM and SSIM, histogram*

### Abstrak

Paper ini mengkaji tentang pendekatan segmentasi citra pantai untuk mengkluster intensitas dari piksel daratan dan piksel lautan. Segmentasi citra pantai ini dihasilkan oleh algoritma otsu yang berdasarkan prinsip *bilevel thresholding* yang selanjutnya akan dioptimalisasikan menggunakan algoritma metaheuristic yaitu, *Sine Cosine Algorithm* atau yang dikenal dengan metode SCA. Algoritma sinus kosinus ini berdasarkan prinsip *multilevel thresholding* dan menggunakan model matematika berdasarkan fungsi trigonometri untuk menyelesaikan masalah optimasi dan untuk mendapatkan pengaturan yang lebih optimal dengan waktu komputasi yang lebih singkat. Histogram citra juga ditambahkan untuk mendapatkan suatu grafik yang dapat menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari sebuah citra pantai. Pengukuran dari optimasi segmentasi citra pantai ini menggunakan FSIM (*Feature Similarity Index Measure*), SSIM (*Structural Similarity Index Measure*) dan waktu komputasi dari pemrosesan dari citra pantai. Hasil dari penelitian ini berupa citra pantai hasil optimasi segmentasi dari algoritma sinus kosinus dengan nilai FSIM, SSIM dan waktu komputasi pemrosesan yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya nilai ambang batas yang digunakan.

Kata kunci: *Otsu Thresholding, Sinus Cosinus Algoritma, FSIM dan SSIM, Histogram.*

### 1. Pendahuluan

Pantai merupakan batas antara wilayah yang bersifat daratan dengan wilayah yang bersifat lautan. Dimana daerah daratan merupakan daerah yang terletak diatas dan dibawah permukaan daratan yang dimulai dari batas garis pasang tertinggi. Sedangkan daerah lautan adalah daerah yang terletak diatas dan dibawah permukaan laut dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi dibawahnya. Selain itu pantai juga merupakan daerah yang memegang peran penting dari berbagai hal, yakni: dari segi budaya, ekonomi, serta dari segi sosial [1]. Perkembangan pada era dunia digital ini mendorong banyak peneliti untuk melakukan penelitian dan salah satunya yaitu penelitian mengenai

*moitoring* pada pantai [2]. Hal tersebut dikarenakan penurunan pada daerah pesisir pantai yang disebabkan baik dari faktor alam seperti, abrasi, akresi dan abrasi ataupun dari faktor non alam seperti perbuatan dari manusia. Maka dari itu diperlukannya pemantauan untuk menjaga aktivitas dan biota laut. Penelitian pemantauan pantai ini biasanya menggunakan citra satelit akan tetapi seiring dengan perkembangannya waktu para peneliti mengembangkan pemantauan berbasis kamera video untuk mendapatkan hasil citra baik akan tetapi dengan biaya yang diperlukan relatif lebih rendah [3]. Namun video yang diambil tidak dapat langsung digunakan tetapi harus diolah terlebih dahulu seperti proses *timex* dan *rektifikasi* yang akan menghasilkan citra pantai

yang terlihat dari atas hal ini bertujuan agar citra pantai yang didapat bisa dianalisis.

Metode pengolahan citra yang sering dipakai umumnya metode segmentasi otsu, kapur, *fuzzy entropy*, HSMA dan *Cuckoo Search Algorithm* [4] namun metode-metode tersebut memiliki kekurangan yaitu, waktu komputasi yang tinggi dan memiliki waktu pemrosesan yang cenderung lebih lama sehingga kurang efisien. Oleh karena itu pada penelitian ini diusulkan metode optimasi segmentasi otsu dengan menggunakan *Sine Cosine Algorithm* atau yang biasanya disebut dengan SCA. Dimana metode SCA ini berprinsip *multilevel thresholding* untuk mengkluster data serta metode SCA ini juga menggunakan model matematika berdasarkan fungsi trigonometri untuk menyelesaikan masalah optimasi untuk mendapatkan pengaturan yang lebih optimal dan waktu komputasi pemrosesan yang lebih singkat. *Clustering* merupakan suatu proses yang dimana data-data diklompokkan ke dalam beberapa kelompok atau *cluster*, sehingga data yang berada dalam kelompok tersebut memiliki tingkat kemiripan yang maksimum dan data antar kelompok juga memiliki tingkat kemiripan yang minimum. Metode *clustering* ini bekerja dengan mengelompokkan data-data sehingga mempunyai kelebihan untuk dapat menemukan kelompok yang tidak dikenal dalam data [5]. Metode pengukuran yang digunakan pada penelitian ini adalah FSIM (*Feature Similarity Index Measure*), SSIM (*Structural Similarity Index Measure*) dan lamanya waktu komputasi dari pemrosesan citra pantai. Metode yang diusulkan mampu menghasilkan kelas sesuai dengan nilai ambang batas yang digunakan.

*Sine Cosine Algorithm* atau yang disingkat dengan SCA adalah suatu metode metaheuristic, dimana metode SCA ini mengadaptasi rumus sinus dan cosinus yang dimodifikasi [5].

Algoritma SCA ini memiliki 2 buah fungsi yaitu, fungsi sinus dan fungsi kosinus dalam melakukan pergerakan dari setiap individunya. Pada optimasi SCA ini juga memiliki 2 fase yaitu fase eksplorasi dengan fase eksploitasi. Dimana fase eksplorasi adalah menggabungkannya solusi acak dalam himpunan solusi secara tiba-tiba dengan tingkat keacakan yang tinggi untuk menemukan daerah yang menjanjikan dari ruang pencarian. Sementara fase eksploitasi merupakan perubahan bertahap dalam solusi acak dan variasi acak jauh lebih sedikit dibandingkan dengan fase eksplorasi. Persamaan pemuktahiran posisi dari kedua fase yaitu, fase eksplorasi dan fase eksploitasi sebagai berikut:

$$X_i^{t+1} = X_i^t + r_1 \times \sin(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^t| \quad (1)$$

$$X_i^{t+1} = X_i^t + r_1 \times \cos(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^t| \quad (2)$$

Dimana  $X_i^t$  adalah posisi saat ini dalam dimensi ke-I pada iterasi ke-t,  $r_1, r_2, r_3$  merupakan bilangan acak,  $P_i$

merupakan posisi titik tujuan di dimensi ke-I, and menunjukkan nilai mutlak. Selanjutnya kedua persamaan ini digabungkan sebagai berikut:

$$X_i^{t+1} = \begin{cases} X_i^t + r_1 \times \sin(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^t| & r_4 < 0.5 \\ X_i^t + r_1 \times \cos(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^t| & r_4 \geq 0.5 \end{cases} \quad (3)$$

Dimana  $r_4$  merupakan bilangan acak dalam [0,1].

Seperti yang ditunjukkan oleh persamaan diatas, ada empat parameter utama dalam SCA yaitu,  $r_1, r_2, r_3$ , dan  $r_4$ . Parameter  $r_1$  merupakan parameter yang menentukan wilayah posisi berikutnya atau arah gerakan yang dapat berupa ruang antara solusi dan tujuan atau di luarnya. Parameter  $r_2$  merupakan parameter yang mendefinisikan seberapa jauh gerakan yang harus menuju atau keluar dari tujuan. Parameter  $r_3$  merupakan parameter yang membawa bobot acak yang bertujuan untuk menekankan secara stokastik ( $r_3 < 1$ ) atau mengurangi ( $r_3 > 1$ ) pengaruh tujuan dalam menentukan jarak. Sementara parameter  $r_4$  merupakan parameter yang sama-sama beralih antar komponen sinus dan kosinus dalam persamaan 3.

Suatu algoritma harusnya mampu untuk menyeimbangkan eksplorasi dan eksploitasi untuk menemukan daerah yang menjanjikan dari ruang pencarian dan akhirnya konvergen ke optimum global. Untuk menyeimbangkan eksplorasi dan eksploitasi, rentang sinus dan kosinus pada persamaan 1 dan persamaan 2 yang diubah secara adaptif dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$r_1 = a - t \frac{a}{T} \quad (4)$$

Dimana  $t$  merupakan iterasi saat ini, Sementara  $T$  merupakan jumlah maksimum dari iterasi, dan  $a$  merupakan konstanta [5].

Metode Otsu *Thresholding* merupakan sebuah metode segmentasi yang sederhana, sehingga lebih mudah dalam melakukan pembagian wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan karakteristik keserupaan untuk mengenali objek. Metode otsu ini pertama kali diperkenalkan oleh Nobuyuki Otsu (1997) yang digunakan untuk mengelompokkan citra biner yang berdasarkan bentuk dari histogram secara otomatis yang mengasumsikan dua buah kelas bentuk histogram bimodal yaitu, latar depan atau yang disebut dengan *foreground* dan latar belakang yang disebut dengan *background* [6].

Metode otsu ini bertujuan untuk membagi histogram citra yang berwarna ke dalam dua wilayah yang berbeda secara otomatis dan tidak membutuhkan batuan pengguna. Metode otsu ini melakukan analisis diskriminan dengan menentukan sebuah variabel dan selanjutnya akan memaksimalkan variabel tersebut supaya dapat memisahkan objek-objek dengan latar

belakang. Berikut merupakan algoritma otsu untuk menentukan *threshold* ( $k$ ), dengan kisaran nilai dari  $k$  antara 0 sampai dengan 255 [7] [8].

Rektifikasi citra merupakan sebuah proses untuk dapat mengubah citra yang berbentuk miring supaya citra tersebut berbentuk searah [9]. Rektifikasi citra ini memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\bar{x}_e = M_y M_x M_z \bar{x}_c \quad (5)$$

$$\bar{x}_c \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} j_{pr} & -j \\ i_{pr} & -i \\ & -f_i \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$M_z = \begin{bmatrix} \cos(\phi) & \sin(\phi) & 0 \\ -\sin(\phi) & \cos(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$M_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\lambda) & \sin(\lambda) \\ 0 & -\sin(\lambda) & \cos(\lambda) \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$M_y = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{bmatrix} \quad (9)$$

Dimana  $i_{pr}$  dan  $j_{pr}$  merupakan *particle point*. Untuk lokasi  $p_{pr}$  [ $i_{pr}$   $j_{pr}$ ], dan  $i, j$  merupakan piksel-piksel yang berada dalam arah baris dan kolom pada koordinat posisi dan  $M_z, M_x, M_y$  merupakan koordinat posisi peta.

Histogram merupakan suatu teknik pemetaan suatu partikel dalam bentuk grafis. Histogram citra ini juga dapat didefinisikan sebagai sebuah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra [10]. Persamaan untuk menghitung histogram sebagai berikut:

$$h_i = \frac{n_i}{n^1} \quad i = 0, 1, \dots, L - 1 \quad (10)$$

Dimana  $n_i$  adalah jumlah piksel yang memiliki tingkat dari keabuan  $i$  sementara  $n$  adalah jumlah dari keseluruhan piksel.

FSIM atau *Feature Similary Index Method* adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengukur fitur dan kesamaan diantara dua buah citra yaitu, citra asli dengan citra yang tersegmentasi. FSIM ini memiliki rentang nilai 0 sampai 1 yang dimana nilai 0 merupakan nilai yang menunjukkan bahwa kedua buah citra yang dibandingkan tidak memiliki kesamaan atau berkolerasi sementara nilai 1 merupakan nilai yang menunjukkan bahwa kedua buah citra yang dibandingkan sama persis atau berkolerasi [11].

Hasil nilai dari FSIM yang semakin tinggi atau mendekati nilai 1 merupakan hasil dari fitur citra yang

asli dan citra yang tersegmentasi memiliki kualitas citra yang semakin baik.

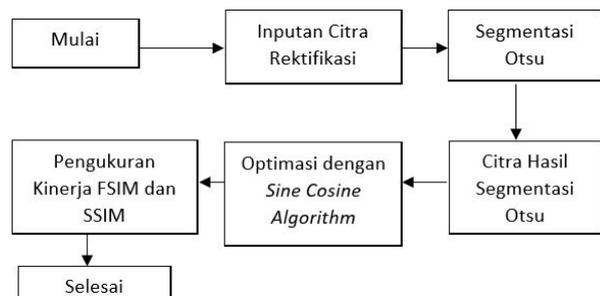
## 2.6 Structure Similarity Index Measure (SSIM)

Parameter SSIM atau *Structure Similarity Index Measure* ini digunakan untuk mengukur kesamaan ataupun kemiripan dari dua buah citra yaitu, citra asli dengan citra yang tersegmentasi, selain itu SSIM ini dipercaya memiliki hubungan dengan pemahaman dari HVS atau *Human Visual System*. SSIM ini mempunyai rentang nilai dari 0 sampai 1, dimana nilai 0 merupakan nilai yang menunjukkan bahwa citra asli dan citra tersegmentasi tidak memiliki kemiripan atau berkolerasi, sedangkan SSIM yang bernilai 1 merupakan nilai yang menunjukkan bahwa citra asli dan citra tersegmentasi memiliki kemiripan sama persis atau berkolerasi. Hasil nilai SSIM yang semakin tinggi atau mendekati nilai 1 menyatakan bahwa kualitas citra semakin baik [11].

## 2. Metode Penelitian

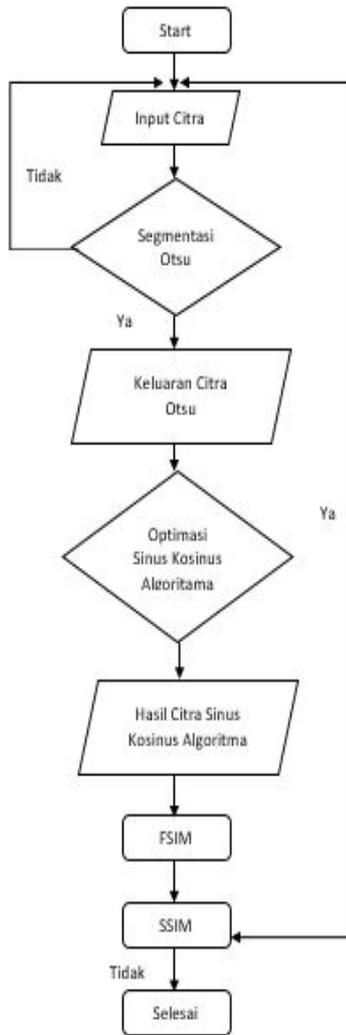
Penelitian ini menggunakan citra input berupa citra rektifikasi yang dimana sebelumnya sudah melalui proses koreksi kamera, dan kalibrasi kamera. Data citra yang diperoleh selanjutnya akan melalui proses segmentasi otsu dan akan dioptimalkan dengan *Sine Cosine Algorithm*.

*Feature Similary Index Measure* (FSIM) dan *Structure Similarity Index Measure* (SSIM) akan digunakan untuk pengukuran kinerja optimasi citra dengan *Sine Cosine Algorithm*, serta histogram untuk masing-masing dari gambar yang ditampilkan dengan menggunakan aplikasi MatLab.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar 2 menunjukkan bahwa alur dari penelitian ini yang dimulai dari menginput citra rektifikasi selanjutnya akan mengalami proses segmentasi citra otsu dan hasil dari segmentasi otsu tersebut akan dioptimalisasikan menggunakan algoritma sinus kosinus dan pada tahapan terakhir hasil dari optimalisasi citra tersebut kemudian akan dikukur dengan menggunakan parameter FSIM dan SSIM.



Gambar 2. Flowchart Optimasi Citra Pantai

Citra Masukan (*Input*) yang digunakan adalah citra rektifikasi yang selanjutnya melalui proses segmentasi otsu sehingga citra segmentasi tersebut akan dioptimalkan menggunakan algoritma SCA. Tingkat *level clustering* yang digunakan berbeda-beda yaitu: 2, 6, 12 dan 20. Berikut merupakan citra rektifikasi yang digunakan sebagai citra inputan yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Citra Rektifikasi

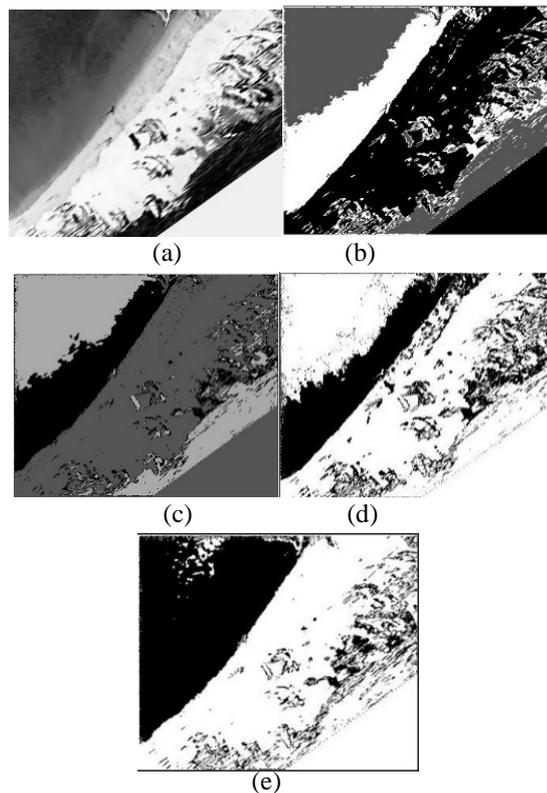
Evaluasi Optimasi *Sine Cosine Algorithm* : Penilaian FSIM dan SSIM digunakan untuk membedakan hasil dari optimasi SCA yang sudah melalui 4 level

*clustering* yang berbeda-beda, yaitu: 2, 6, 12, serta level 20. Berikut merupakan hasil dari kualitas citra yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis Kualitas Segmentasi Citra Otsu yang dioptimalkan dengan *Sine Cosine Algorithm*

Keterangan	Level	FSIM	SSIM	Waktu (Detik)
Optimasi <i>Sine</i>	2	0.7933	0.7666	8.51
<i>Cosine</i>	6	0.8305	0.8132	10.69
<i>Algorithm</i>	12	0.8604	0.8594	12.48
	20	0.9101	0.9145	15.08

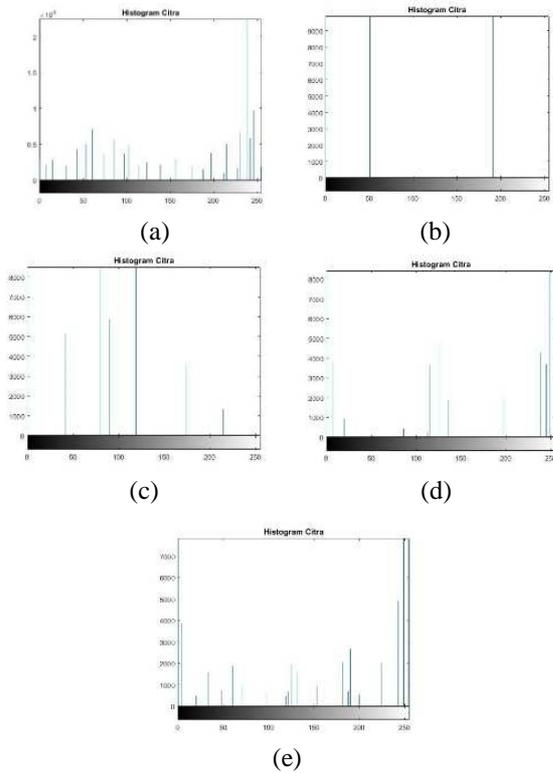
Evaluasi Hasil Optimasi Segmentasi Otsu Dengan Menggunakan *Sine Cosine Algorithm* : Segmentasi merupakan suatu proses untuk membagi suatu citra agar menjadi wilayah atau daerah yang homogen berdasarkan keserupaan dan tingkat keabuan dari piksel. Berikut merupakan proses citra rektifikasi yang dijadikan sebagai citra input dan hasil citra dari optimasi segmentasi otsu dengan menggunakan *Sine Cosine Algorithm*.



Gambar 4. (a) Citra Rektifikasi, (b) Citra Segmentasi Level 2, (c) Citra Segmentasi Level 6, (d) Citra Segmentasi Level 12, (e) Citra Segmentasi Level 20

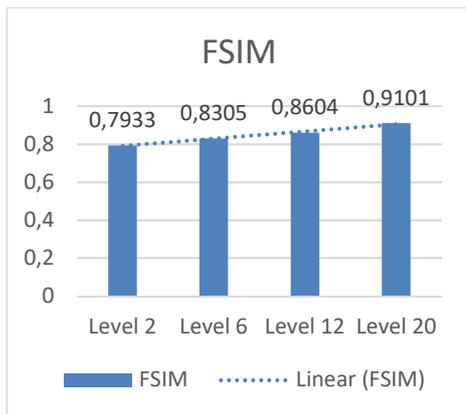
Evaluasi Histogram Hasil Segmentasi : Pada gambar 5 merupakan proses dari citra rektifikasi yang dimana citra tersebut sebagai citra input dan berikut merupakan hasil

histogram dari citra segmentasi otsu yang diopimasi menggunakan *Sine Cosine Algorithm*.



Gambar 5. (a) Citra Rektifikasi, (b) Hasil Histogram Segmentasi Level 2, (c) Hasil Histogram Segmentasi Level 6, (d) Hasil Histogram Segmentasi Level 12, (e) Hasil Histogram Segmentasi Level 20

Analisis Kualitas *Feature Similarity Index Method* (FSIM) :



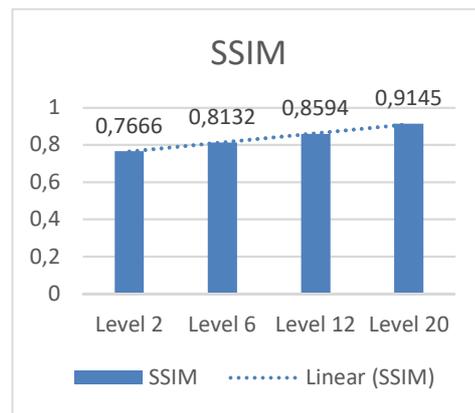
Gambar 6. Grafik Nilai Parameter FSIM

Berdasarkan hasil dari penelitian optimasi segmentasi otsu dengan menggunakan *Sine Cosine Algorithm* yang ditunjukkan pada tabel I. Parameter *Feature Similarity Index Method* (FSIM) ini dapat digunakan untuk mengukur kesamaan fitur dari dua citra yaitu citra rektifikasi dengan citra yang tersegmentasi. Gambar 6

merupakan grafik nilai dari parameter FSIM, dimana dapat dilihat pada gambar *threshold 2* menghasilkan nilai FSIM yang rendah dibandingkan dengan level *threshold 6, 12, dan 20*. Dari keempat level *threshold* yang digunakan nilai FSIM yang mendekati nilai 1 berada pada level *threshold 20*. Hal tersebut berarti pada saat level *threshold 20* menghasilkan kinerja SSIM yang terbaik daripada saat level *threshold 2, 6, dan 12* digunakan. Hasil dari parameter FSIM ini akan menunjukkan rentang nilai 0 sampai dengan 1 yang dimana nilai 0 menunjukkan bahwa kedua citra tidak saling berkorelasi sedangkan nilai 1 menunjukkan citra saling berkorelasi.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi level *threshold* yang digunakan maka, pengukuran kinerja dari parameter FSIM menghasilkan nilai yang semakin tinggi dan mendekati nilai 1. Sesuai dengan teori FSIM yang dimana hasil FSIM yang semakin tinggi dan mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa tingkat kemiripan dari dua buah citra yang berdasarkan fitur yang dimiliki oleh citra rektifikasi dengan citra yang tersegmentasi memiliki kualitas citra yang semakin baik.

Analisis *Structure Similarity Index Measure* (SSIM):



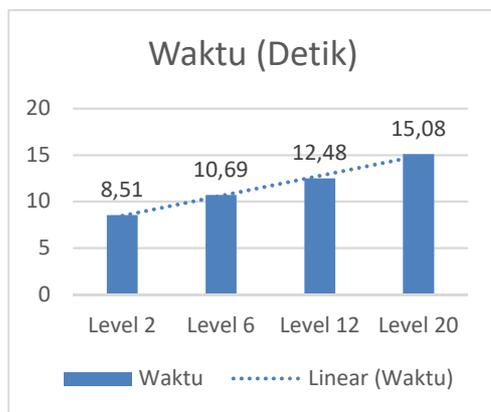
Gambar 7. Grafik Nilai Parameter SSIM

Berdasarkan hasil dari penelitian optimasi segmentasi otsu dengan menggunakan *Sine Cosine Algorithm* yang ditunjukkan pada tabel I. Parameter *Structure Similarity Index Measure* (SSIM) ini dapat digunakan untuk mengukur kesamaan struktur dari dua citra yaitu citra rektifikasi dengan citra yang tersegmentasi dan parameter SSIM ini dipercaya memiliki hubungan dengan pemahaman dari HVS atau *Human Visual System*. Gambar 7 merupakan grafik nilai dari parameter SSIM, dimana dapat dilihat pada gambar *threshold 2* menghasilkan nilai SSIM yang rendah dibandingkan dengan level *threshold 6, 12, dan 20*. Dari keempat level *threshold* yang digunakan nilai SSIM yang mendekati nilai 1 berada pada level *threshold 20*. Hal tersebut berarti pada saat level *threshold 20* menghasilkan kinerja SSIM yang terbaik daripada saat level *threshold 2, 6, dan 12* digunakan. Hasil dari parameter SSIM ini akan menunjukkan rentang nilai 0 sampai dengan 1 yang

dimana nilai 0 menunjukkan bahwa kedua citra tidak saling berkolerasi sedangkan nilai 1 menunjukkan citra saling berkolerasi.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi level *threshold* yang digunakan maka, pengukuran kinerja dari parameter SSIM menghasilkan nilai yang semakin tinggi dan mendekati nilai 1. Sesuai dengan teori SSIM yang dimana hasil SSIM yang semakin tinggi dan mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa tingkat kemiripan dari dua buah citra yang berdasarkan struktur yang dimiliki oleh citra rektifikasi dengan citra yang tersegmentasi memiliki kualitas citra yang semakin baik.

Analisis Waktu Pemrosesan :



Gambar 8. Grafik Waktu Pemrosesan Citra

Berdasarkan hasil dari penelitian optimasi segmentasi otsu dengan menggunakan *Sine Cosine Algorithm* yang ditunjukkan pada tabel I. Waktu pemrosesan pada penelitian ini mengalami tren kenaikan seiring dengan level *threshold* yang digunakan. Gambar 8 merupakan grafik dari tren kenaikan waktu pemrosesan pada segmentasi citra, dimana pada saat level *threshold* 2 ke level *threshold* 6 diberikan mengalami selisih peningkatan waktu sebesar 2,18 detik. Selisih peningkatan dari level *threshold* 6 ke level *threshold* 12 sebesar 1,79 detik, sedangkan dari level *threshold* 12 dengan level *threshold* 20 mengalami peningkatan dengan selisih 2,6 detik.

Secara keseluruhan menjelaskan waktu pemrosesan dari level *threshold* terendah akan mengalami kenaikan secara signifikan pada saat level *threshold* yang digunakan semakin tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa level *threshold* sangat mempengaruhi waktu pemrosesan segmentasi citra menggunakan algoritma SCA (*Sine Cosine Algorithm*)

Hasil analisis dari evaluasi histogram segmentasi citra yang ditunjukkan pada gambar 5. Histogram merupakan suatu teknik pemetaan suatu partikel dalam bentuk grafis. Histogram citra ini juga dapat didefinisikan

sebagai sebuah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra [13] [14].

Data tersebut akan menghasilkan histogram pada citra rektifikasi dengan nilai *range* intensitas yang lebar. Pada histogram citra rektifikasi dijelaskan bahwa histogram dengan kontras tertinggi serta menunjukkan bahwa citra tersebut berada pada nilai *range* intensitas 0-255. Nilai *threshold* 2, 6, 12, dan 20 memiliki nilai kekontrasan yang berbeda-beda.

Penerapan level ambang batas dengan nilai *threshold* 2 merupakan citra yang memiliki range nilai intensitas yang sempit. Pada *threshold* 2 dijelaskan bahwa histogram citra pantai dengan kontras yang lebih rendah serta menunjukkan bahwa citra pantai berada pada range nilai intensitas 51 – 191. Sedangkan pada saat penerapan level ambang batas dengan nilai *threshold* 6, 12 dan 20 merupakan citra yang memiliki range nilai intensitas yang lebar. Pada saat level *threshold* 6, 12 dan 20 mempunyai histogram citra pantai dengan kontras yang tinggi serta menunjukkan bahwa citra pantai berada pada *range* nilai intensitas dari 0 – 255. Penjelasan analisis tersebut berdasarkan teori dan persamaan histogram (16), dimana histogram citra menunjukkan banyak hal tentang kecerahan dan kontras dari sebuah citra pantai.

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari optimasi segmentasi otsu dengan menggunakan algoritma SCA (*Sine Cosine Algorithm*) dapat disimpulkan bahwa: Pada penelitian ini, algoritma *image multilevel thresholding* diusulkan sebagai algoritma optimasi. SCA (*Sine Cosine Algorithm*) digunakan untuk mendapatkan hasil segmentasi yang baik. Semakin tinggi (mendekati nilai 1) parameter pengukuran kinerja segmentasi citra FSIM dan SSIM menandakan kualitas citra semakin baik. Pada penerapan level *threshold* 2 memiliki histogram citra dengan kontras yang rendah serta menunjukkan citra berada pada *range* nilai intensitas 51-192. Selain itu, penerapan pada level *threshold* 6, 12 dan 20 merupakan citra yang memiliki range nilai intensitas yang lebar. Pada level *threshold* 6, 12 dan 20 memiliki histogram citra dengan kontras yang tinggi serta menunjukkan bahwa citra berada pada range nilai intensitas 0 – 255.

#### Daftar Rujukan

- [1] T. Raihansyah, I. Setiawan, and T. Rizwan, "STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI DI WILAYAH PESISIR PERAIRAN UJUNG BLANG KECAMATAN BANDA SAKTI LHKSEUMAWE," *J. Ilm. Mhs. Kelaut. Perikan. Unsyiah*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Apr. 2016, Accessed: Sep. 09, 2022. [Online]. Available: <http://www.jim.unsyiah.ac.id/fkp/article/view/6>
- [2] I. M. O. Widyantara and I. N. Armawan, "AUTOMATED SHORELINE DETECTION DERIVED FROM VIDEO IMAGERY USING MULTI THRESHOLDING TECHNIQUES," *Vol.*, no. 5, p. 12, 2005.
- [3] I. M. Widyantara, I. M. Putra Asana, N. Wirastuti, and I. Adnyana, "An Automated Approach of Shoreline Detection

- Applied to Digital Videos using Data Mining,” *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 14, pp. 101–111, Mar. 2017, doi: 10.19026/rjaset.14.4152.
- [4] “Multilevel Thresholding based on Cuckoo Search Algorithm ... Keywords: Multilevel Thresholding Segmentation, CS Algorithm, Coastal Video Image, Tsallis Method. 1. INTRODUCTION Image - [PDF Document],” *fdocuments.in*. <https://fdocuments.in/document/multilevel-thresholding-based-on-cuckoo-search-algorithm-keywords-multilevel.html> (accessed Sep. 09, 2022).
- [5] S. Mirjalili, “SCA: A Sine Cosine Algorithm for solving optimization problems,” *Knowl.-Based Syst.*, vol. 96, pp. 120–133, Mar. 2016, doi: 10.1016/j.knosys.2015.12.022.
- [6] R. Passarella, A. Ambarwati, and S. Sutarno, “Segmentasi Citra Digital Menggunakan Thresholding Otsu untuk Analisa Perbandingan Deteksi Tepi,” presented at the Annual Research Seminar: Computer Science and Information and Communications Technology 2016, 2016. Accessed: Sep. 09, 2022. [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/172281/>
- [7] M. R. Kumaseh, L. Latumakulita, and N. Nainggolan, “Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode Thresholding,” *J. Ilm. Sains*, vol. 13, no. 1, pp. 74–79, Apr. 2013, doi: 10.35799/jis.13.1.2013.2057.
- [8] P. Rosyani and S. Saprudin, “Flower Image Detection Using Fuzzy C-Means and Otsutrshold Segmentation Analysis,” *Matrik J. Manaj. Tek. Inform. Dan Rekayasa Komput.*, Nov. 2020.
- [9] I. K. A. B. Adnyana, I. M. O. Widyantara, and N. D. Wirastuti, “ANALISA METODE SHANNON ENTROPY DAN DIFFERENTIAL EVOLUTION UNTUK KOMPRESI GAMBAR,” *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 2, pp. 221–228, Jul. 2021, doi: 10.24843/SPEKTRUM.2021.v08.i02.p25.
- [10] R. Munir, “Aplikasi Image Thresholding untuk Segmentasi Objek,” *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. SNATI*, 2006, Accessed: Sep. 09, 2022. [Online]. Available: <https://journal.uui.ac.id/Snati/article/view/1521>
- [11] S. L. Liu, L. Z. Kong, and J. G. Wang, “Segmentation Approach Based on Fuzzy Renyi Entropy,” in *2010 Chinese Conference on Pattern Recognition (CCPR)*, Oct. 2010, pp. 1–4. doi: 10.1109/CCPR.2010.5659180.