

Aplikasi Penentuan Tingkat Kesehatan Terumbu Karang Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* dan *Curve Fitting* Berbasis Pengolahan Citra Digital

Christian Elric Y. Koba¹, Chriestie E. J. C. Montolalu², Altien J. Rindengan^{3*}

^{1,2,3} **Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi Manado**

*corresponding author email : altien@unsrat.ac.id

Abstrak

Terumbu karang merupakan sebuah ekosistem laut yang secara langsung sangat mempengaruhi kehidupan manusia. Akan tetapi, terumbu karang telah banyak mengalami kerusakan yang ditandai dengan pemutihan terumbu karang. Tujuan dari penelitian ini yakni untuk membangun sebuah sistem aplikasi yang mampu melakukan klasifikasi kelas warna terumbu karang berdasarkan *Coral Health Chart* dengan menggunakan ciri warna RGB (*red, green, blue*) serta menentukan persentase tingkat kesehatan terumbu karang tersebut. *K-Nearest Neighbor* merupakan metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi kelas warna terumbu karang. Dalam melakukan perhitungan persentase kesehatan terumbu karang digunakan metode *Curve Fitting* yang didasarkan pada rata-rata nilai RGB gambar terumbu karang. Penelitian ini menggunakan basis data citra *Coral Health Chart*. Sebagai data uji diambil 10 sampel citra terumbu karang. Baik *K-Nearest Neighbor* maupun *Curve Fitting* keduanya dapat digunakan untuk mengolah sebuah data berbentuk citra digital serta dapat diimplementasikan kedalam sebuah sistem aplikasi.

Kata Kunci : Terumbu Karang, *K-Nearest Neighbor*, *Curve Fitting*, *Coral Health Chart*, *Image Processing*.

Application System Coral Health Level Determination Using K-Nearest Neighbor And Curve Fitting Method Based On Image Processing

Abstract

Coral reefs are marine ecosystem that directly affect people's lives. However, coral reefs have been damaged by many factors which characterized by coral bleaching. The purpose of this research is to build an application system that is capable to classify the color class of coral reef based on Coral Health Chart using the characteristic of RGB (red, green, blue) color and to determine the percentage of the coral reef health. K-Nearest Neighbor is a method that is used to classify the color class of coral reefs. To calculate the health percentage of coral reefs, Curve Fitting is used based on the average value of RGB images of coral reefs. This research use imagery database of Coral Health Chart. As the test data, 10 samples image of the coral reefs were taken. Both K-Nearest Neighbor and Curve Fitting can be used to process a digital image data and can be implemented into an application system.

Keywords : *Coral Reef, K-Nearest Neighbor, Curve Fitting, Coral Health Chart, Image Processing.*

1. Pendahuluan

Terumbu karang adalah salah satu ekosistem tertua yang secara ekonomi dan biologi sangat penting di dunia. Meskipun demikian, terumbu karang menghadapi sejumlah ancaman serius, termasuk polusi dari daratan, dampak pemancingan, perubahan iklim, peningkatan keasaman laut, serta kurangnya kesadaran masyarakat. Ancaman-ancaman tersebut menyebabkan terumbu karang akhir-akhir ini mengalami kerusakan yang sangat parah yang ditandai dengan terjadinya pemutihan warna pada terumbu karang [1].

Dalam upaya pemantauan serta penanggulangan kerusakan terumbu karang, pada tahun 2006 dilakukan penelitian tentang *Monitoring Coral Bleaching Using a Colour Reference Card* dimana dalam penelitian tersebut berhasil membuat sebuah tabel kesehatan karang (*Coral Health Chart*)

yang terdiri dari empat kelas warna yang dapat digunakan untuk memantau kesehatan karang berdasarkan warna karang. Penggunaan *Coral Health Chart* yakni membandingkan warna karang yang diamati dengan warna-warna yang telah terdapat pada *Coral Health Chart* kemudian dicatat kode warna yang paling mendekati [2].

Penelitian yang berkaitan dengan terumbu karang lainnya yakni dibuat sebuah persamaan perubahan warna pada terumbu karang yang rusak dengan pendekatan pengolahan citra dan metode kuadrat terkecil yang didasarkan rata-rata nilai RGB, namun dalam penentuan klasifikasi kelas warna masih dilakukan secara manual yakni dengan mengandalkan penglihatan mata [3]. Pada tahun 2016 dilakukan penelitian tentang bagaimana menentukan tingkat kesegaran ikan selar berbasis pengolahan citra digital. Objek yang diamati adalah pada bagian mata yang nantinya akan menjadi dasar penentuan tingkat kesegaran ikan selar tersebut. Dengan mengambil rata-rata nilai RGB pada objek mata tersebut, diperoleh informasi berupa nilai numerik yang kemudian digunakan untuk membuat persamaan untuk mengetahui persentase tingkat kesegaran ikan selar. Proses pengujian dari 150 sampel mata ikan diperoleh 122 citra yang sesuai dan 28 citra yang tidak sesuai sehingga diperoleh akurasi sebesar 81.333% [4]. Dalam penelitian ini dengan basis pengolahan citra digital akan dilakukan klasifikasi kelas warna terumbu karang dengan mengekstrak ciri citra berdasarkan masing-masing nilai RGB. Metode klasifikasi yang akan digunakan yakni metode *K-Nearest Neighbor*. Selain melakukan pengklasifikasian, dalam penelitian ini juga akan dilakukan penentuan tingkat kesehatan terumbu karang dengan menggunakan metode *Curve Fitting* dalam hal ini menggunakan metode Regresi Polinomial. Basis data yang akan digunakan dalam yakni citra hasil ekstraksi dari *Coral Health Chart*. Penelitian ini menggunakan bantuan komputer untuk membangun sistem aplikasinya.

2. Terumbu Karang Dan *Coral Health Chart*

Terumbu karang adalah struktur di dasar laut berupa deposit kalsium karbonat di laut yang dihasilkan terutama oleh hewan karang. Karang adalah hewan tak bertulang belakang yang termasuk dalam *Filum Coelenterata* (hewan berongga) atau *Cnidaria*. Yang disebut sebagai karang (*coral*) mencakup karang dari Ordo *Scleractinia* dan Sub kelas *Octocorallia* (kelas *Anthozoa*) maupun kelas *Hydrozoa* [5]. Pemutihan karang ialah pemudaran warna karang akibat punahnya alga simbiotik yang hidup di dalam jaringan karang. Pada karang yang sehat, alga memberikan energi dan memunculkan warnanya. Bila terjadi pemutihan, alga akan mengalami stres dan terlepas dari jaringan karang sehingga warna karang memudar [6].



Gambar 1. *Coral Health Chart*

CoralWatch merupakan organisasi yang berpusat di University of Queensland, Brisbane, Australia. CoralWatch melakukan kegiatan pemantauan pemutihan karang secara global dan mengintegrasikannya dengan pendidikan konservasi terumbu karang. *CoralWatch* menggunakan *Coral Health Chart* atau Tabel Kesehatan Karang seperti pada gambar 1, suatu metode sederhana yang tidak merusak karang saat memantau pemutihan dan kesehatan karang. Dalam tabel tersebut terdapat empat klasifikasi warna, masing-masing mewakili warna-warna dari terumbu karang yaitu warna hijau, merah, coklat serta kecoklatan yang diberi kode pada masing-masing warna.

3. Pengolahan Citra Digital

Secara umum, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dua dimensi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Citra (*image*) merupakan salah satu komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Komponen warna utama yang membangun sebuah citra yakni Red, Green Blue (RGB) [7]. Sebuah citra digital adalah kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam *array* dua dimensi. Indeks baris dan kolom (x,y) dari sebuah piksel yang dinyatakan dalam bilangan bulat dan nilai-nilai tersebut mendefinisikan suatu ukuran intensitas cahaya pada titik tersebut. Satuan atau bagian terkecil dari suatu citra disebut piksel (*picture element*) [8].

Agar dapat diolah dengan komputer, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut citra digital (*digital image*). Citra digital yang berukuran $N \times M$ biasanya dinyatakan dengan matriks yang berukuran N baris dan M kolom sebagai berikut:

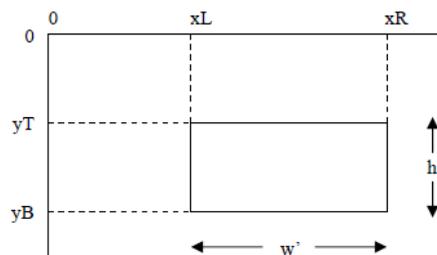
$$f(x, y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1, M-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dimana f merupakan komponen warna penyusun citra sementara (x,y) merupakan letak *pixel* pada citra. Masing-masing elemen pada citra digital (berarti elemen matriks) disebut *image element*, *picture element* atau *pixel*. Setiap *pixel* memiliki warna tertentu, yang digambarkan dari nilai *Red*, *Green* dan *Blue* pada gambar tersebut seperti pada gambar 2. Setiap komponen memiliki nilai yang berada pada $0 - 255$, sehingga terdapat $255^3 = 16.777.216$ kemungkinan warna yang berbeda pada suatu gambar. Dari jumlah bilangan *bit* yang dibutuhkan adalah 24, maka jenis gambar ini juga disebut gambar berwarna *24-bit* [7].

Cropping image adalah suatu pengolahan citra dengan memotong satu bagian/area dari citra. Rumus yang digunakan :

$$\begin{aligned} x' &= x - x_L \text{ untuk } x = x_L \text{ sampai } x_R \\ y' &= y - y_T \text{ untuk } y = y_T \text{ sampai } y_B \end{aligned}$$

Dimana (x_L, y_T) dan (x_R, y_B) adalah koordinat titik pojok kiri atas dan titik pojok kanan bawah citra yang akan dipotong [9].



Gambar 2. Koordinat Perpotongan Citra

Ukuran citra akan menjadi :

$$\begin{aligned} w' &= x_R - x_L \\ h' &= y_B - y_T \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} w' &= \text{lebar citra setelah dipotong} \\ h' &= \text{tinggi citra setelah dipotong} \end{aligned}$$

Contoh beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengolahan citra digital yakni dilakukan penelitian tentang segmentasi citra digital mata ikan dengan menggunakan metode *thresholding* dimana dalam penelitian tersebut berhasil memisahkan objek mata ikan yang nantinya dapat berguna untuk mengenal jenis ikan [10]. Pernah juga dilakukan penelitian tentang perbaikan citra digital dengan menggunakan *Filtering Technique* dan *Similitary Measurement* yang mana dalam penelitian sebuah citra diberi *noise* kemudian diperbaiki kembali dan berhasil mendapatkan citra hasil

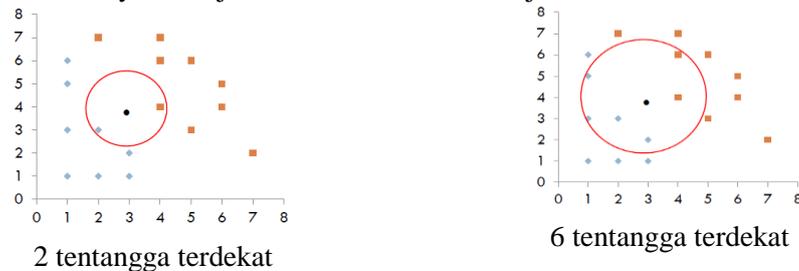
perbaikan sangat mendekati citra aslinya [11]. Contoh lainnya, pada tahun 2016 dilakukan penelitian tentang klasifikasi batik menggunakan *K-Nearest Neighbor berbasis Wavelet*. Penelitian tersebut bertujuan untuk mempermudah pengenalan batik khususnya identifikasi/pengklasifikasian motif batik. Dasar pengklasifikasian menggunakan fitur-fitur warna dalam citra motif batik [12].

4. K-Nearest Neighbor

Algoritma *Nearest Neighbor* melakukan klasifikasi berdasarkan kemiripan suatu data dengan data yang lain. Metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) menjadi salah satu metode berbasis NN yang paling tua dan populer. Nilai K yang digunakan di sini menggunakan jumlah tetangga terdekat yang dilibatkan dalam penentuan prediksi label kelas data uji. Dari K tetangga terdekat yang terpilih kemudian dilakukan *voting* kelas dari K tetangga terdekat tersebut. Kelas dengan jumlah suara tetangga terbanyaklah yang diberikan sebagai label kelas hasil prediksi pada data uji tersebut [13].

Algoritma K-NN adalah sebagai berikut :

1. Misalkan data uji $z=(a',b')$, dimana :
 - a' adalah vektor/atribut data uji
 - b' adalah label kelas data uji yg belum diketahui
2. Hitung jarak data uji ke setiap data latih $D(a',a)$, kemudian ambil K-tetangga terdekat pertama
3. Hitung jumlah data yang mengikuti kelas yang ada dari K-tetangga tersebut. Kelas dengan data terbanyak menjadi label kelas dari data uji



Gambar 3. Contoh Pemilihan Nilai K

5. Curve Fitting (Pencocokan Kurva)

Dalam banyak hal, kita sering bekerja dengan sejumlah data diskrit (umumnya berbentuk tabel). Data tersebut mungkin diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan, pengukuran di laboratorium, atau tabel yang diambil dari buku acuan. Masalah yang sering muncul adalah menentukan harga diantara data-data yang sudah ada, tanpa harus melakukan pengukuran ulang. Misalkan tersedia data-data y pada berbagai x (sejumlah n pasang), maka dapat dicari suatu persamaan $y = f(x)$ yang memberikan hubungan y dengan x yang mendekati data. Pendekatan seperti ini dalam metode numerik disebut Pencocokan Kurva (*Curve Fitting*). Ada dua metode pencocokan kurva yaitu interpolasi dan regresi [14].

Regresi polinomial digunakan menentukan fungsi polinomial yang paling sesuai dengan kumpulan titik data (x_r, y_r) yang diketahui. Fungsi pendekatan :

$$y_i = a_0 + a_1x_i + a_2x_i^2 + \dots + a_r x_i^r + \varepsilon_i \tag{2}$$

Dapat dihasilkan persamaan-persamaan berikut ini :

$$\left. \begin{aligned} na_0 + a_1 \sum x_i + a_2 \sum x_i^2 + \dots + a_r \sum x_i^r &= \sum y_i \\ a_0 \sum x_i + a_1 \sum x_i^2 + a_2 \sum x_i^3 \dots + a_r \sum x_i^{r+1} &= \sum x_i y_i \\ a_0 \sum x_i^2 + a_1 \sum x_i^3 + a_2 \sum x_i^4 \dots + a_r \sum x_i^{r+2} &= \sum x_i^2 y_i \\ &\vdots \\ a_0 \sum x_i^r + a_1 \sum x_i^{r+1} + a_2 \sum x_i^{r+2} \dots + a_r \sum x_i^{r+r} &= \sum x_i^r y_i \end{aligned} \right\} \tag{3}$$

Dalam menentukan nilai-nilai parameter yang belum diketahui yakni $a_0, a_1, a_2, \dots, a_r$ dapat dicari dengan menggunakan persamaan di atas [14].

Algoritma regresi polinomial adalah sebagai berikut :

1. Tentukan N titik data yang diketahui dalam (x_i, y_i) untuk $i=1, 2, 3, \dots, N$
2. Hitung nilai-nilai yang berhubungan dengan jumlahan data untuk mengisi matrik
3. Hitung nilai koefisien-koefisien $a_0, a_1, a_2, \dots, a_r$ dengan menggunakan eliminasi Gauss/Jordan
4. Tampilkan fungsi polinomial $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_rx^r$
5. Tampilkan hasil tabel (x_n, y_n) dari hasil fungsi polinomial tersebut

Dalam melihat seberapa baik model persamaan yang diperoleh, dapat dihitung dengan menggunakan *Sum Of Square Error (SSE)* dengan rumus sebagai berikut:

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_{\text{terhitung}} - y_{\text{data}})^2 \quad (4)$$

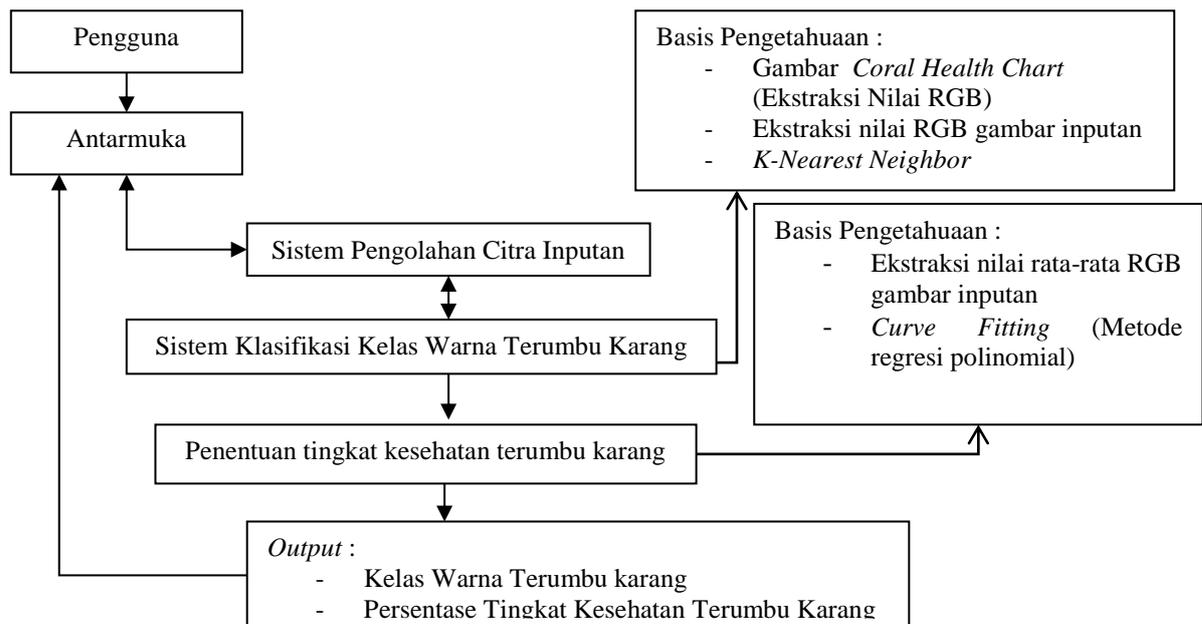
Semakin kecil nilai SSE maka persamaan tersebut semakin baik, atau dapat dikatakan bahwa semakin kecil nilai SSE maka persamaan tersebut hampir melewati semua titik-titik data yang ada [15].

6. Metodologi Penelitian

6.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2016 sampai bulan Desember 2016 di Laboratorium Komputer Lanjut Jurusan Matematika F-MIPA Universitas Sam Ratulangi.

6.2. Perancangan Sistem



Gambar 4. Arsitektur Aplikasi Sistem Penentuan Kesehatan Terumbu Karang

Pada bagian sistem pengolahan citra inputan, akan dirancang sebuah sistem yang mampu mengolah citra inputan sebelum diproses. Bagian ini memungkinkan sistem dapat melakukan *cropping* citra inputan. Bagian sistem klasifikasi kelas warna terumbu karang adalah bagian untuk melakukan proses klasifikasi yang didasarkan pada ekstraksi nilai RGB citra inputan serta ekstraksi basis data citra *Coral Health Chart* yang kemudian dalam sistem dibuat algoritma berdasarkan metode *K-Nearest Neighbor* untuk proses klasifikasi. Pada tahap akhir, dibuat algoritma untuk melakukan perhitungan persentase tingkat kesehatan terumbu karang yang didasarkan pada nilai rata-rata RGB citra inputan dan metode *Curve Fitting*. Sebagai kesimpulan terakhir, aplikasi sistem akan menampilkan kesimpulan berupa kelas warna terumbu karang dan persentase tingkat kesehatan terumbu karang. Algoritma pada sistem dibuat menggunakan bantuan *software* analisis matematika

7. Hasil dan Pembahasan

7.1. Ekstraksi Nilai RGB Citra Coral Health Chart Menggunakan Pengolahan Citra Digital

Penelitian ini menggunakan basis data berupa sebuah citra yakni citra *Coral Health Chart* seperti pada gambar 5. Pengolahan citra digital digunakan untuk mengekstraksi nilai tiga warna primer dari citra yakni *RGB (Red, Green, Blue)*. Hasil Ekstraksi ini nantinya akan digunakan dalam program yakni sebagai basis pengetahuan yang akan dipakai pada program.



Gambar 5. Kelas Warna *Coral Health Chart*

Citra *Coral Health Chart* terdiri dari empat kelas besar yakni *B, C, D* dan *E* dimana masing-masing terbagi atas enam interval kelas kecil. Misalnya untuk kelas *B* terbagi atas *B1, B2, B3, B4, B5* dan *B6*, begitu juga seterusnya untuk tiga kelas besar lainnya. Enam interval kelas kecil mengartikan perubahan warna dari terumbu karang atau bisa diartikan sebagai tingkat kesehatan dari terumbu karang. Bila dilihat dari gambar semakin besar nilai interval maka warnanya akan semakin gelap begitu juga sebaliknya. Ditinjau dari tingkat kesehatan terumbu karang, semakin gelap warnanya maka terumbu karang tersebut semakin sehat, sebaliknya bila warnanya semakin cerah/putih maka terumbu karang tersebut semakin tidak sehat.

Proses ekstraksi nilai *RGB* menggunakan bantuan komputer yang menghasilkan rata-rata *red*, rata-rata warna *green*, rata-rata warna *blue* dan rata-rata *RGB*. Hasilnya seperti pada tabel 1.

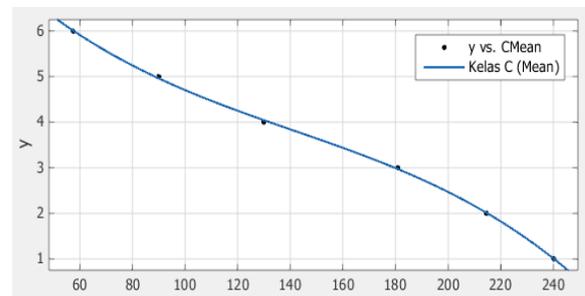
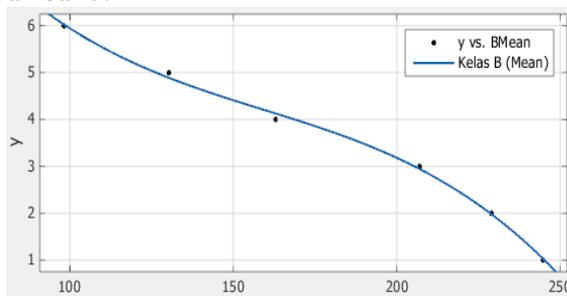
Tabel 1. Rata-rata *red*, Rata-rata *green*, Rata-rata *Blue* dan Rata-rata *RGB*.

Kelas	Rata-rata <i>R</i>	Rata-rata <i>G</i>	Rata-rata <i>B</i>	Rata-rata <i>RGB (x)</i>
B1	251.039	247.484	235.726	244.749
B2	243.509	245.259	198.192	228.987
B3	237.428	237.421	146.165	207.005
B4	203.223	209.849	75.857	162.976
B5	160.205	166.000	64.820	130.342
B6	107.885	126.798	59.870	98.184
C1	248.019	236.537	235.995	240.183
C2	246.086	201.893	195.701	214.560
C3	241.777	160.553	140.369	180.900
C4	211.973	100.778	76.953	129.901
C5	160.071	67.660	42.384	90.038
C6	117.752	32.454	22.129	57.445
D1	247.155	237.223	228.111	237.496
D2	247.004	220.765	194.227	220.666
D3	239.750	191.399	143.392	191.514
D4	213.511	153.533	92.020	153.021
D5	154.970	100.565	43.589	99.708
D6	120.392	65.471	28.893	71.585
E1	245.115	242.836	228.153	238.701

Kelas	Rata-rata R	Rata-rata G	Rata-rata B	Rata-rata RGB (x)
E2	246.259	237.618	196.175	226.684
E3	242.858	214.266	143.964	200.363
E4	209.949	178.827	83.126	157.301
E5	161.640	130.983	52.760	115.128
E6	123.437	94.931	42.495	86.955

7.2. Perumusan Persamaan Tingkat Kesehatan Terumbu Karang Menggunakan Curve Fitting

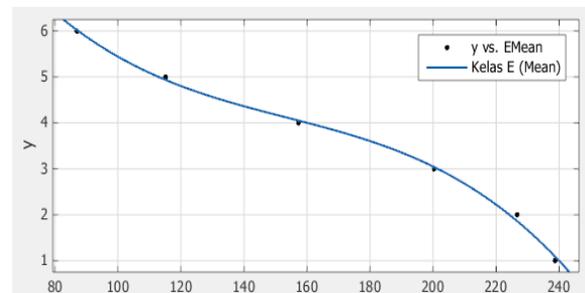
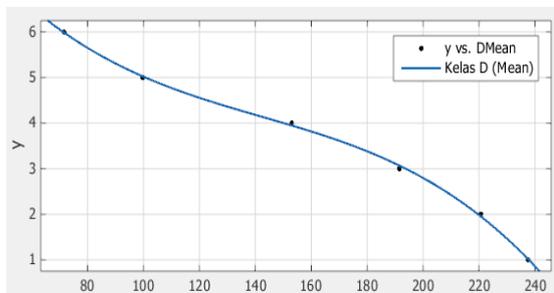
Pada perumusan persamaan tingkat kesehatan terumbu karang menggunakan persamaan (2) berderajat tiga. Data yang akan digunakan adalah hasil ekstraksi nilai RGB seperti pada tabel 1. Rata-rata warna RGB sebagai variabel x sementara untuk interval kelas kecil dari 1-6 akan menjadi variabel y. Citra Coral Health Chart terdiri dari empat kelas besar maka terdapat empat persamaan yang terbentuk. Plot serta persamaan keempat kelas warna tersebut disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



$$y = 16.37 - 0.1854x + 0.001026x^2 - 0.000002143x^3$$

$$y = 9.114 - 0.07237x + 0.0003699x^2 - 0.0000008713x^3$$

Gambar 6. Persamaan dan Plot Kelas Warna B dan C



$$y = 11.47 - 0.1189x + 0.0007098x^2 - 0.000001662x^3$$

$$y = 15.179 - 0.1927x + 0.00114x^2 - 0.000002473x^3$$

Gambar 7. Persamaan dan Plot Kelas Warna D dan E

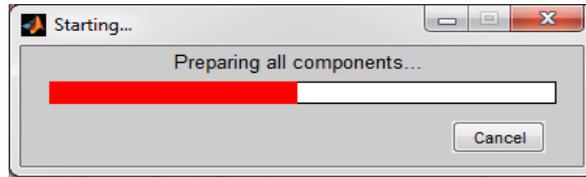
Dengan menggunakan persamaan (4) maka keempat hasil persamaan yang didapat memiliki nilai SSE sebagai berikut kelas B=3.39%, C=0.04%, D=1,11% dan E=3.62%. Keempat persamaan diatas akan digunakan sebagai dasar penentuan persentase tingkat kesehatan terumbu karang dalam program. Cara penentuan persentase tingkat kesehatan terumbu karang yakni :

$$\% \text{ Kesehatan Terumbu Karang} = \frac{y}{6} \times 100 \quad (5)$$

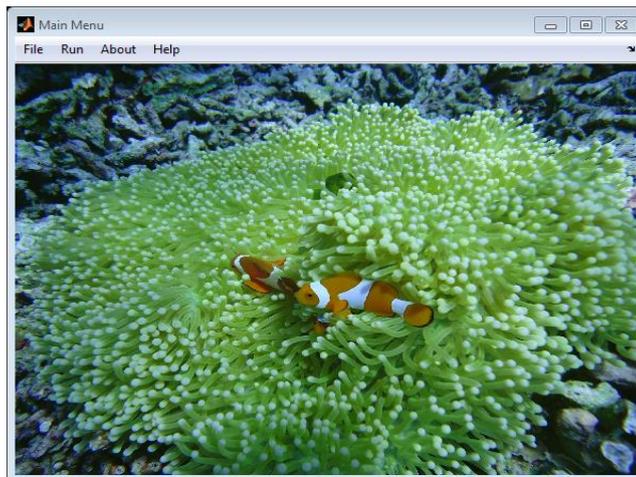
Dimana nilai y merupakan hasil dari hitungan persamaan yang melibatkan variabel x (Rata-rata RGB).

7.3. Implementasi dan Pengujian Sistem Aplikasi

Implementasi serta pengujian sistem aplikasi merupakan tahapan untuk mengintegrasikan semua hal-hal yang dibutuhkan sistem kedalam sebuah perangkat lunak lewat rekayasa perangkat lunak. Pengujian sistem bertujuan untuk memeriksa apakah program berjalan sesuai perintah atau tidak.

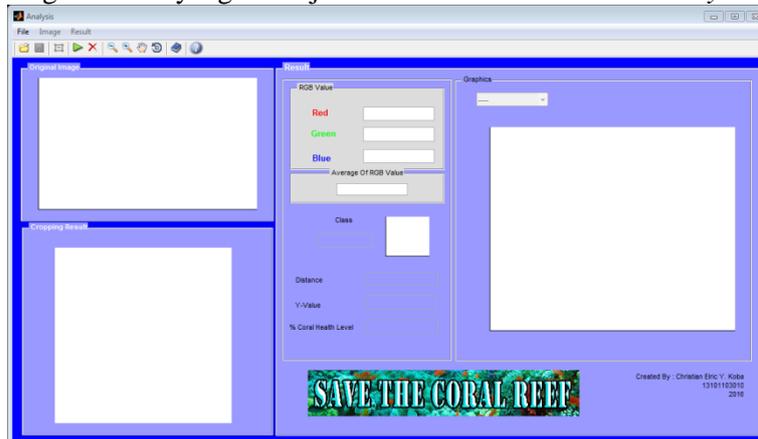


Gambar 8. Tampilan Pengecekan Sistem



Gambar 9. Tampilan Jendela *Main Menu*

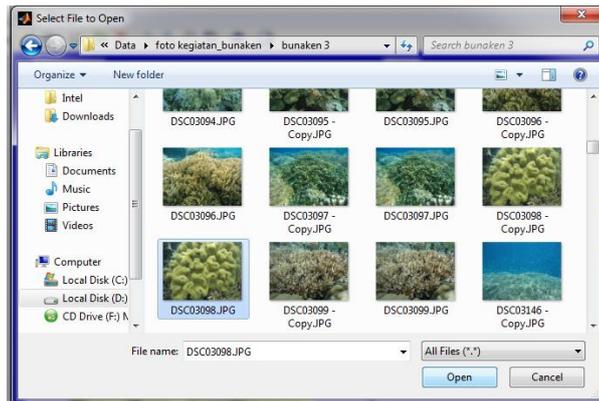
Pada jendela *main menu* terdapat *menu bar* yang terdiri dari *File*, *Run*, *About*, dan *Help*. Bagian program utama terdapat pada *menu bar* *Run*. Bila ditekan tombol program, maka akan muncul jendela seperti pada gambar 10 yang mana jendela tersebut diberi nama *Analysis*.



Gambar 10. Tampilan Jendela *Analysis*

Untuk pengujian sistem aplikasi maka langkah-langkah dalam program ini sebagai berikut :

1. Membuka citra yang akan dinalalisis dengan cara menekan tombol *Open Image* pada *menu bar* *file* atau dapat menggunakan *tool bar* 
2. Pilih *file* citra yang akan digunakan dari *harddrive* komputer, kemudian tekan *Open*. Pada jendela *analysis* akan seperti gambar 12.

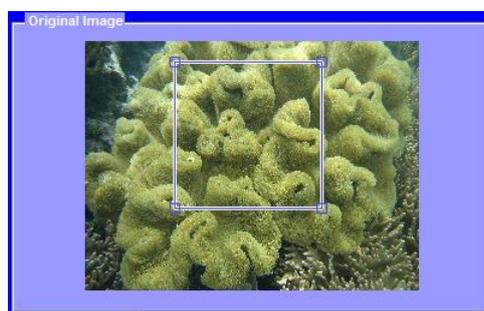


Gambar 11. Tampilan Jendela Pemilihan Citra Terumbu Karang



Gambar 12. Tampilan Jendela Analysis Menginput Citra Terumbu Karang

3. Karena citra terumbu karang yang dimasukkan masih terdapat area yang tidak akan dianalisis maka akan dilakukan *cropping* dengan menggunakan *tool crop image*  pada *tool bar*. Saat *crop image* ditekan maka akan muncul tampilan sebuah kotak yang menandakan batasan daerah yang akan dipotong seperti pada gambar 13. Kotak tersebut dapat diperbesar maupun diperkecil.



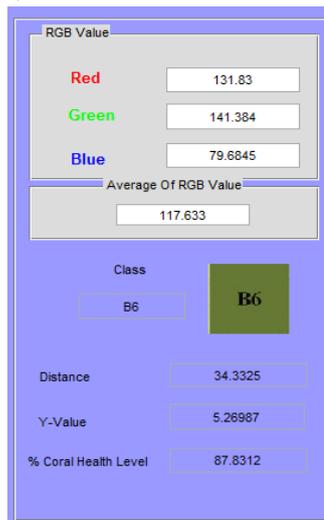
Gambar 13. Tampilan Cropping Image

Setelah dilakukan *cropping* maka tampilannya seperti pada gambar 14.

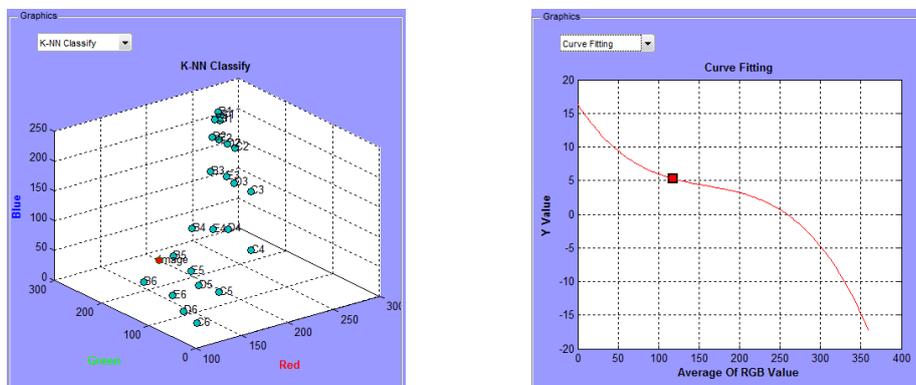


Gambar 14. Tampilan Setelah *Cropping Image*

4. Tekan tombol *process*  pada *tool bar* untuk menganalisa citra inputan. Proses analisa akan menghasilkan klasifikasi kelas warna terumbu karang dan kesimpulan berupa persentase tingkat kesehatan terumbu karang seperti pada gambar 15. Selain itu dapat dilihat pula grafik analisisnya seperti pada gambar 16.

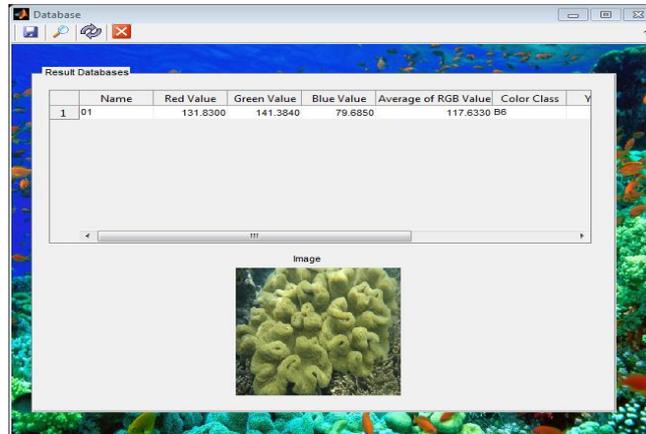


Gambar 15. Tampilan Kesimpulan Setelah Program Melakukan Analisa



Gambar 16. Plot Grafik *K-NN Classify* dan *Curve Fitting*

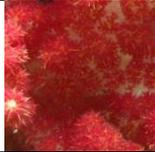
5. Tekan tombol *save to database*  untuk menyimpan hasil analisis. Bila data telah tersimpan maka tampilan jendela *database* seperti pada gambar 17.



Gambar 17. Tampilan Jendela *Database* Setelah Hasil Analisis Disimpan

Setelah diuji, sistem aplikasi telah memberi hasil sesuai dengan apa yang telah diperintahkan. Adapun hasil pengujian 10 citra terumbu karang yang diambil dari perairan Taman Laut Nasional Bunaken dengan menggunakan kamera *underwater* 10 MP, seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis 10 Sampel Terumbu Karang

<i>Image</i>	<i>Red Value</i>	<i>Green Value</i>	<i>Blue Value</i>	<i>Average Of RGB Value</i>	<i>Color Class</i>	<i>Y-Value</i>	<i>Health Percentage</i>
	125.430	134.759	73.784	111.324	B6	5.489	91.487
	155.068	43.133	38.042	78.748	C5	5.283	88.056
	177.522	176.738	186.400	180.220	C2	2.985	49.758
	203.422	90.180	92.751	128.784	C4	4.068	67.796
	125.346	160.804	127.974	138.041	B5	4.691	78.183
	176.214	168.974	115.913	153.701	D4	3.928	65.475

<i>Image</i>	<i>Red Value</i>	<i>Green Value</i>	<i>Blue Value</i>	<i>Average Of RGB Value</i>	<i>Color Class</i>	<i>Y-Value</i>	<i>Health Percentage</i>
	184.202	95.293	142.884	140.793	C4	3.826	63.759
	194.416	165.035	75.257	144.903	E4	3.669	61.142
	126.572	123.095	69.831	106.499	B6	5.673	94.558
	122.374	111.925	99.088	111.129	B6	5.496	91.606

Bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan pada tahun 2015 dimana menggunakan regresi sederhana [3], regresi polinomial memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi atau dapat dikatakan memiliki nilai error yang lebih kecil. Hal tersebut dikarenakan regresi polinomial memungkinkan kita untuk membuat sebuah persamaan garis dengan derajat lebih dari satu yang artinya akan membentuk sebuah kurva yang tidak hanya garis lurus akan tetapi dapat dibentuk sebuah kurva yang mengikuti pola titik-titik data. Dilihat dari perbandingan *error* dalam hal ini menggunakan SSE, rata-rata nilai SSE untuk keempat persamaan pada penelitian sebelumnya yakni 32.646% [3], sementara pada penelitian ini yang mana menggunakan regresi polinomial memiliki rata-rata nilai SSE untuk keempat persamaan yakni 2.147%.

6. Kesimpulan

1. Berdasarkan data citra *Coral Health Chart* serta citra terumbu karang, Metode *K-Nearest Neighbor* dapat digunakan untuk mengklasifikasikan citra digital berdasarkan komponen warna utama yakni *red*, *green* dan *blue* dengan cukup baik. Hasil tersebut terlihat pada klasifikasi kelas warna sampel terumbu karang yang secara kasat mata terlihat cocok dengan keluaran sistem aplikasi.
2. Metode *Curve Fitting* dapat diimplementasikan untuk menarik sebuah persamaan yang mewakili titik-titik data rata-rata nilai *RGB* dari citra *coral health chart* yang kemudian digunakan sebagai dasar penentuan persentase tingkat kesehatan terumbu karang.
3. Berdasarkan hasil pengujian 10 sampel citra terumbu karang yang diambil pada perairan Taman Laut Nasional Bunaken, sistem aplikasi mampu memproses semua citra dengan rata-rata persentase tingkat kesehatan 75.18188 %.

7. Daftar Pustaka

- [1] NOAA. 2009. Terumbu Karang. http://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/explorations/10index/background/info/media/corals_fact_sheet_bahasa.pdf. [5 Oktober 2016].
- [2] Siebeck, U.E., N.J. Marshall, A. Kluter, and O.H. Guldborg. 2006. Monitoring Coral Bleaching using Colour Reference Card. *Coral Reefs* 25:453-460.

- [3] Mandagi, A., L. Latumakulita., dan A. Rindengan. 2015. Identifikasi Tingkat Kesehatan Karang Berdasarkan Coral Health Chart Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dan Metode Kuadrat Terkecil. *Jurnal de Cartesian* 4(1):42-50. [<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian/article/view/7590>]
- [4] Bee, D., W. Weku., dan A. Rindengan. 2016. Aplikasi Penentuan Tingkat Kesegaran Ikan Selar Berbasis Citra Digital Dengan Metode Kuadrat Terkecil. *Jurnal de Cartesian* 5(2):121-130 [<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian/article/view/14985>]
- [5] Suharsono. 2008. Jenis-jenis Karang Di Indonesia. LIPI. Jakarta
- [6] CoralWatch. 2014. Pemutihan Karang. <http://id.coralwatch.org/coral-bleaching>. [2 Oktober 2016].
- [7] Gonzales, R., dan R. Woods. 2008. *Digital Image Processing third edition*. Pearson. New Jersey.
- [8] Mabruur, A. 2011. Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab. Modul : ITS. Tulungagung.
- [9] Kusumaningsih, I. 2009. Ekstraksi Ciri Warna, Bentuk, dan Tekstur Untuk Temu Kembali Citra Hewan [Skripsi]. FMIPA IPA, Bogor.
- [10] Kumaseh, M., L. Latumakulika., dan N. Nainggolan. 2013. Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode Thresholding. *Jurnal Ilmiah Sains* 13(1):74 – 79. [<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JIS/article/view/2057>]
- [11] Saselah, G., W. Weku., dan L. Latumakulika. 2013. Perbaikan Citra Digital dengan Menggunakan Filtering Technique dan Similitary Measurement. *Jurnal de Cartesian* 2(2): 1-9. [<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian/article/view/3203>]
- [12] Dhian, I., dan K. Nugraha. 2016. Klasifikasi Batik Menggunakan KNN Berbasis Wavelet. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi (SENTIKA 2016)* : 615-623. [<https://fti.uajy.ac.id/sentika/publikasi/makalah/2016/27.pdf>]
- [13] Tan, P., M. Steinbach., V. Kumar. 2006. *Introduction to Data Mining*. Pearson Education. New York.
- [14] Widodo, S. 2015. Metode Numerik. Graha Ilmu. Yogyakarta
- [15] Iskandar, D. 2014. Metode Numerik. STIMIK-AMIK Riau. Pekanbaru