
PENINGKATAN CONTRAST CITRA BAWAH AIR LAUT MENGGUNAKAN METODE CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*)

Dani Rohpandi¹, Asep Sugiharto², Deny Erwandi³, Ananda Rizki Andrian Indrapraja⁴
STMIK Tasikmalaya, Jln. RE. Martadinata No 272 D, (0265)310830, Kota Tasikmalaya
Teknik Informatika, STMIK Tasikmalaya
e-mail: dani@stmik-tasikmalaya.ac.id, asepsugiharto@yahoo.com², denyerwandi@stmik-tasikmalaya.ac.id³, anandarizki0904@gmail.com⁴

Abstrak

Ekosistem bawah laut telah menjadi pusat perhatian internasional sejak efeknya membawa perubahan evolusi pada terumbu karang. Wilayah-wilayah pelestarian terumbu karang banyak yang dijadikan destinasi wisata. Sebagian wisatawan tidak segan-segan mengabadikan ekosistem bawah laut (underwater). Namun, hasil pengambilan citra underwater kualitasnya rendah. Hal ini diakibatkan karena rendahnya kontras di dalam air. Semakin dalam proses pengambilan citra, semakin sedikit warna yang didapat karena cahaya matahari sulit menembus kedalaman air. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian dengan metode yang mampu meningkatkan kontras citra tetapi tidak berlebihan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization). Metode CLAHE beroperasi pada tile, kontras yang terdapat pada tiap-tiap tile akan diperbaiki, sehingga histogram yang dihasilkan dari area tersebut cocok dengan histogram yang ditentukan. Tile yang saling bersebelahan dihubungkan menggunakan interpolasi bilinear.

Kata kunci – Contrast Enhancement, CLAHE, Gambar Bawah Air

Abstract

Underwater ecosystems have become an international attention since its effect bring the evolution of coral reef . Many of coral reef conservation areas serve as tourist destinations. Most tourist did not hesitate to capture the underwater ecosystems moments. However, the results of underwater image capture quality is low. This is caused due to the low contrast in the water. Increasingly in the image-capturing process, the less color is obtained because the sunlight is difficult to penetrate the depth of water. Therefore, research is needed using method that is able to increase the contrast but not excessive. The method which is used in this research is CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization). CLAHE operates on a tile, contrast contained in each tile will be repaired, so that the resulting histogram of the area matches with the specified histogram. Adjacent tile connected using bilinear interpolation.

Keyword – Contrast Enhancement, CLAHE, Underwater Image

1. PENDAHULUAN

Kemampuan komputer yang semakin handal dalam berbagai bidang, terlebih lagi dalam membantu bidang pengolahan citra digital melalui proses perbaikan kualitas citra yang besar sekali dirasakan. Sehingga pemberdayaan komputer setiap saat selalu di tingkatkan. Dengan didukung oleh perangkat lunak dan perangkat keras serta device lainnya sehingga komputer dimungkinkan bisa membantu menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh manusia.

Citra (image) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Pengolahan citra (image processing) merupakan suatu sistem dimana proses dilakukan dengan masukan citra (image) dan hasilnya juga berupa citra (image).

Peningkatan kualitas citra merupakan salah satu proses awal dalam peningkatan mutu citra. Peningkatan mutu citra diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau, kabur, dan sebagainya .

Peningkatan mutu citra adalah suatu proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Proses pengolahan citra yang termasuk dalam kategori peningkatan mutu citra terdiri dari proses-proses yang bertujuan memperbaiki mutu citra untuk memperoleh keindahan gambar, untuk kepentingan analisis citra, dan untuk mengoreksi citra .

Dalam meningkatkan mutu citra ada beberapa teknik yang digunakan, yaitu antara lain image enhancement, berupa proses perbaikan citra dengan meningkatkan kualitas citra baik kontras maupun kecerahan, image restoration, proses memperbaiki model citra, color image processing, suatu proses yang melibatkan citra berwarna, baik berupa image enhancement, image restoration atau yang lainnya.

Citra (image) sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Ada sebuah peribahasa yang berbunyi “*sebuah gambar bermakna lebih dari seribu kata*” (a picture is more than a thousand words). Maksudnya tentu sebuah gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak daripada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata (tekstual).

Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (noise), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (blurring), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik menggunakan teknik pengolahan citra.

Maka dari itu penyerapan cahaya oleh air laut dan penyebaran cahaya oleh partikel kecil di lingkungan air laut telah menjadi sebuah rintangan dari penelitian citra bawah air dengan kamera. Hal ini dikarenakan memberikan dampak keterbatasan jarak pandang kamera dalam air laut[1]. Citra atau gambar air bawah laut memang menjadi pekerjaan menantang karena kendala utamanya adalah kualitas gambar rusak karena penyerapan cahaya dan penyebaran cahaya[2]. Peningkatan kualitas kontras citra pada dasarnya meningkatkan persepsi atau kemampuan menerjemahkan informasi gambar untuk manusia dan memberikan masukan “lebih baik” pada teknik pengolahan citra otomatis yang lain. Tujuan utama dari peningkatan kontras citra adalah memodifikasi atribut gambar untuk membuatnya lebih cocok dalam menjalankan suatu tugas dan pengamatan yang lebih khusus.

Faktor-faktor pengamatan yang lebih detail, seperti sistem pengamatan manusia dan pengalaman pengamat, akan memperkenalkan banyak subjektivitas ke pemilihan metode peningkatan citra. Ada banyak teknik yang dapat meningkatkan gambar digital tanpa merusak gambar[3].

CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) ini dapat meningkatkan kualitas sebuah citra yang memiliki kontras yang rendah yang kemudian akan terjadi perubahan

intensitas warna. Metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) ini akan membatasi level kontras dari citra itu sendiri untuk menghindari terjadinya peningkatan kontras secara berlebihan[2]. Metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) beroperasi pada area kecil pada citra yang biasa disebut tile. Kontras yang terdapat pada tiap-tiap tile diperbaiki sehingga histogram yang dihasilkan dari area tersebut cocok dengan bentuk histogram yang ditentukan. Tile yang saling bersebelahan dihubungkan dengan menggunakan interpolasi bilinear. Cara ini dilakukan agar hasil penggabungan tile-tile tadi terlihat halus.

Prinsip tujuan peningkatan kualitas kontras citra bawah air adalah memproses sebuah gambar sehingga hasilnya lebih sesuai daripada gambar aslinya untuk diterapkan pada aplikasi yang lebih khusus[3]. Sehingga diperlukan proses perbaikan kontras citra menggunakan metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*). Proses tersebut bertujuan untuk mendapatkan citra dengan kontras yang lebih baik tanpa mengurangi kualitas dari citra itu sendiri[2].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan metode penelitian sebagai berikut :

1. Penentuan Masalah penelitian adalah dengan menggunakan studi literatur dan studi lapangan.
2. Meningkatkan kontras citra bawah air, dengan menggunakan metode *CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization)* dalam peningkatan kualitas citra bawah air.
3. Tools yang digunakan untuk mengembangkan *software* adalah Matlab serta SPSS v20 untuk uji statistik keakuratan data.

2.1 Teknik Sampling

Populasi merupakan keseluruhan objek yang akan diteliti, sedangkan sampel merupakan bagian dari populasi yang menjadi objek penelitian. Beberapa alasan diperlukannya pengambilan sampel adalah sebagai berikut:

- a. Adanya keterbatasan waktu, tenaga dan biaya
- b. Lebih cepat dan lebih mudah
- c. Dapat memberikan informasi lebih banyak dan mendalam
- d. Dapat ditangani dengan lebih teliti

Sampel yang diambil dari suatu populasi harus bersifat representatif sehingga informasi yang didapat lebih akurat. Pengambilan sampel secara random memungkinkan setiap unit dalam suatu populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih menjadi anggota sampel. Berikut adalah cara-cara pengambilan sampel secara random menurut Rozaini Nasution :

- a. Sampel Random Sederhana (Simple Random Sampling)
- b. Sampel Random Sistematis (Systematic Random Sampling)
- c. Sampel Random Berstrata (Stratified Random Sampling)
- d. Sampel Random Berkelompok (Cluster Sampling)
- e. Sampel Bertingkat (Multi Stage Sampling)

Metode pengambilan sampel yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sampel random sederhana (simple random sampling) dan sampel random berstrata (stratified random sampling). Sampel random sederhana dilakukan dengan cara mengundi tiap unit populasi yang akan dijadikan sampel dalam jumlah yang telah ditentukan sebelumnya, sedangkan sampel random berstrata dilakukan dengan cara membagi populasi ke dalam beberapa strata kemudian pengambilan sampel dilakukan dalam setiap strata tersebut.

Penentuan jumlah sampel dapat menggunakan rumus Slovin sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

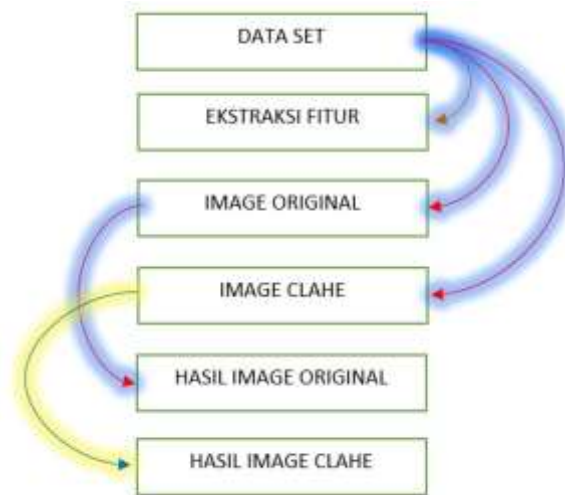
- n = ukuran sampel
- N = ukuran populasi
- e = persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan sampel yang masih dapat ditolerir sampai 10%

Berdasarkan hal tersebut di atas peneliti mempunyai satu sampel video under water dengan durasi 11'05"6" dan video tersebut dibentuk kedalam frame, sehingga membentuk populasi image dengan jumlah 19980 frame, oleh karena sejumlah tersebut membutuhkan waktu yang lama dalam pengolahan maka dilakukan teknik sampling untuk mendapatkan sample yang representatif atau mewakili populasi dengan perhitungan sebagai berikut :

diketahui ;
N=19980, e=10%, sehingga :

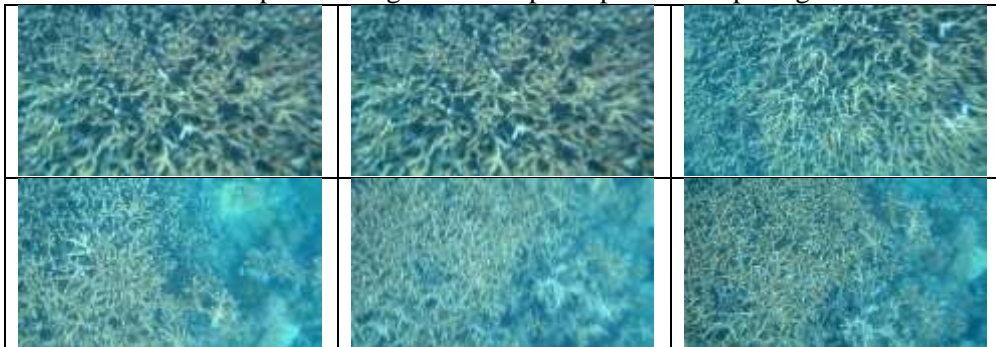
$$n = 1 + \frac{19980}{1 + (0,01 \times 19980)} = 200$$

2.2 Langkah-langkah Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

- a. Pengumpulan Data (*Data Gathering*)
Dalam penyusunan karya ilmiah ini, Penulis mengambil gambar sebanyak 200 citra bawah air.
- b. Pengolahan Awal Data (*Data Pre-processing*)
Data perolehan di-transformasi untuk mendapatkan atribut yang relevan dan sesuai dengan format input algoritma. yaitu dilakukan ekstraksi fitur dengan coding matlab.
- c. Experimen dan Pengujian metode
Experiment dilakukan terhadap 200 gambar citra bawah air, dimana dimensi gambar nya berukuran 1280 x 720 piksel dan gambar sampel dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Sampel Citra Bawah Air

Dari 200 gambar sampel yang di jadikan data set untuk dilakukan eksperimen.

- 1) Pada tahap ini data set akan diuji dengan metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai pts clahe untuk di uji serta dibandingkan dengan nilai pts image original .
- 2) Hasil akhir dari proses ini adalah nilai yang di bandingkan antara metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) dengan image original citra bawah air dari data set. Hasil Evaluasi dan pengujian metode tersebut.

d. Evaluasi

Evaluasi disini dilihat melalui statistika hasil dari pengujian untuk membandingkan histogram equalization dari metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) dengan image original dalam peningkatan kontras citra bawah air.

2.3 Pengujian Metode CLAHE Menggunakan Tools SPSS v20

2.3.1 Analisis Regresi Sederhana

Analisis regresi merupakan suatu konsep dalam ilmu statistika yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua bahkan lebih suatu variabel dengan membuat suatu persamaan untuk mendefinisikan hubungan antar variabel tersebut.

Analisis regresi-linear adalah metode statistik yang digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki.

Model analisis regresi-linear dapat memodelkan hubungan antara dua peubah atau lebih. Pada model ini terdapat peubah tidak bebas (Y) yang mempunyai hubungan dengan bebarapa peubah bebas (Xi). Dalam kasus yang paling sederhana, hubungan secara umum dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Y=A+BX..... (2)$$

Keterangan:

- Y : Totalitas Pengukuran.
- A : Parameter ukuran.
- B : metode A
- X : Koefisien Regresi Metode A

2.3.2 Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi adalah suatu derajat hubungan linier antara dua variabel atau lebih berdasarkan data survai. Adapun persyaratan dalam ilmu statistika mengenai uji korelasi yaitu sesama variabel bebas tidak boleh saling berkorelasi, sebaliknya antara variabel bebas dengan variabel terikat harus ada korelasi yang kuat baik bernilai positif maupun negatif.

Hubungan antar variabel dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

- a. Korelasi positif terjadi apabila nilai koefisien mendekati +1, yang berarti apabila terjadi peningkatan nilai pada salah satu variabel akan menyebabkan peningkatan juga pada variabel lainnya.
- b. Korelasi negatif terjadi apabila nilai koefisien mendekati -1, yang berarti apabila terjadi peningkatan nilai pada salah satu variabel akan menyebabkan penurunan nilai pada variabel lainnya.
- c. Korelasi nihil terjadi apabila koefisien korelasi bernilai 0, yang berarti tidak ada korelasi di dalam dua variabel tersebut.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa besarnya nilai r adalah berkisar antar $-1 \leq r \leq 1$. Nilai r dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$r = \frac{n \sum X_i Y - (\sum X_i)(\sum Y)}{\sqrt{\{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} (3)$$

2.3.3 Koefisien Determinasi (R²)

R² koefisien determinasi digunakan untuk menggambarkan ukuran kesesuaian yaitu melihat seberapa besar proporsi dari keragaman x yang diterangkan oleh model regresi atau mengukur besar sumbangan dari variabel bebas terhadap keragaman variabel terikat. Koefisien terminasi menunjukkan prosentase varian nilai variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi yang dihasilkan. Nilai ini juga dapat digunakan untuk melihat sampel seberapa jauh model yang terbentuk dapat menerangkan kondisi yang sebenarnya. Koefisien determinasi diartikan juga sebagai ukuran ketepatan garis regresi yang diperoleh dari hasil pendugaan terhadap hasil peneitian.

Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 (tidak ada kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat) dan 1 (kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat sempurna), sehingga semakin mendekati nilai 1 semakin baik.

Dalam penelitian akurasi informasi waktu perjalanan ruas jalan Ring road utara digunakan jenis regresi linier sederhana karena terdapat 1 variabel bebas yang dilibatkan, yaitu selisih waktu informasi dengan waktu aktual, sedangkan keakurat-an waktu perjalanan berperan sebagai variabel tak bebas atau terikat. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Satuan Waktu Pemilihan Rute Perjalanan

Simbol	Keterangan	Satuan
Y1	Keakurasian informasi waktu perjalanan	
Y2	Kegunaan VMS terhadap pertimbangan pemilihan rute	detik
X1	Selisih waktu informasi dengan waktu aktual	

2.3.4 Uji Linieritas

Uji linieritas digunakan untuk mengetahui apakah dua variabel mempunyai hubungan yang linier atau tidak secara signifikan. Pengujian ini biasanya digunakan sebagai prasyarat dalam analisis korelasi atau regresi linier. Uji linieritas biasanya dilakukan dengan mencaripersamaan regresi variabel bebas x terhadap variabel terikat y. pengujian linieritas berfungsi untuk mengetahui apakah penelitian linier atau tidak linier.

2.3.5 Uji Homogenitas (Varian)

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah data dalam variable X dan Y bersifat homogen atau tidak. Langkah-langkah menghitung uji homogenitas :

- a. Mencari Varians/Standar deviasi variabel X dan Y, dengan rumus :

$$S_x = \sqrt{\frac{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}{n-1}}$$

(3)

- b. Mencari F hitung dengan dari varians X dan Y, dengan rumus

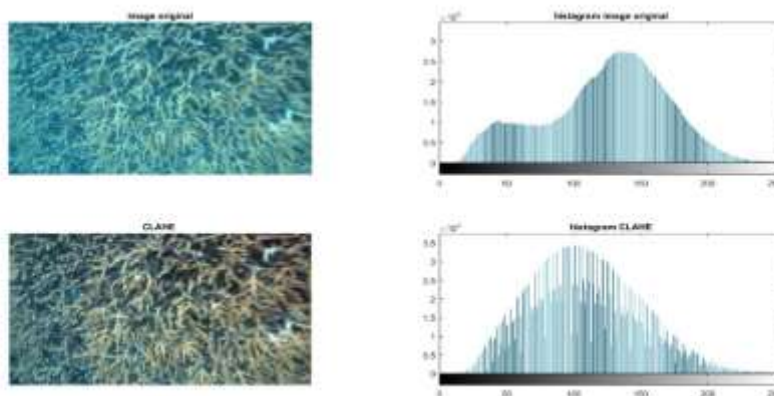
$$F \text{ hitung} = \frac{S \text{ terbesar}}{S \text{ terkecil}} \dots \dots \dots (4)$$

- c. Membandingkan F hitung dengan F tabel pada tabel distribusi F, dengan dk pembilangn - 1 (untuk varians terbesar) dan dk penyebutn - 1 (untuk varians terkecil)
- d. Jika F hitung < F tabel, berarti homogen
- e. Jika F hitung > F tabel, berarti tidak homogen

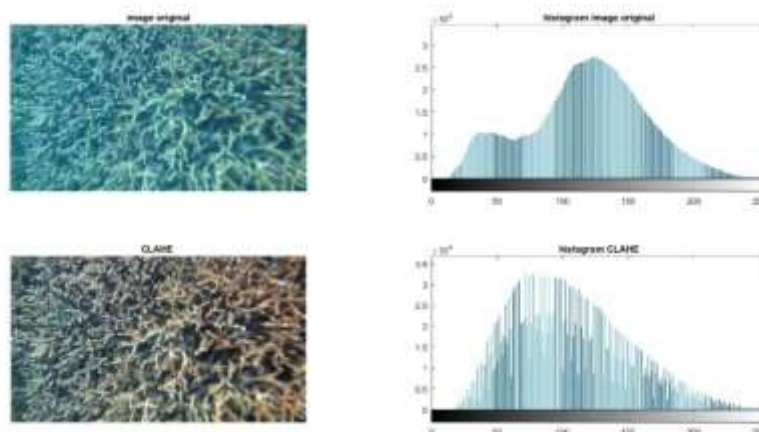
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, hasil dari implementasi metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) kedalam tool MATLAB. Untuk menganalisis metode tersebut yang akan kita gunakan 200 gambar citra bawah air.

Penilaian kualitatif dari peningkatan kontras diperlukan bersama dengan penilaian kuantitatif. Hasil perbaikan kualitas citra hanya dapat dihargai jika citra yang dihasilkan memberi efek bagus dari tingkat pencahayaan yang cukup dalam penampilan citra asli. Dengan penilaian kualitas visual yang dimiliki pencahayaan yang kurang, harus lebih di tingkatkan atau dilakukan dengan peningkatan tidak wajar. Hasil penilaian visual ukuran kualitas yang efektif untuk menilai kinerja algoritma peningkatan kontras. Berikut hasil perbaikan kontras citra bawah air secara visual yang di tampilkan dengan menggunakan data dari frame 1 dan frame 2 dengan perbandingan perbedaan bahwa Histogram Equalization image clahe lebih renggang dibandingkan dengan Histogram Equalization image original atau image asli.



Gambar 3 hasil visual MATLAB frame 1



Gambar 4 hasil visual frame 2

Hasil Analisis Varian Image Original

Tabel 2 Hasil Analisis Varian Image Original

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	161859853.143	1	161859853.143	62210.198	.000 ^b
Residual	515160.732	198	2601.822		
Total	162375013.875	199			

a. Dependent Variable: ORIGINAL

b. Predictors: (Constant), SUM

Analisis varian dari data original menunjukkan nilai sebesar 62210,989 dengan tingkat signifikansi v value adalah 0,00 artinya terdapat perbedaan yang jelas antara sample yang satu dengan sample yang lainnya sehingga peneliti bisa lebih murni mencari fitur-fitur yang ada pada citra original dan tidak mengalami gangguan factor lain kecuali noise yang ada pada image tersebut

Jumlah kuadrat hasil regresi adalah sebesar 161859853,143 pada data image original yang menunjukkan bahwa sejumlah fitur data sample dikalkulasikan sampai mencapai angka tersebut dengan jumlah error yang ada adalah 515160,732 fitur dan bisa disimpulkan error nya lebih kecil dibandingkan dengan jumlah kuadrat regresi. Hal ini bukti dari penelitian ini akurat.

Hasil Analisis varian Dari Image Clahe

Tabel 3 Hasil Analisis varian Dari Image CLAHE

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	179005630.823	1	179005630.823	68800.110	.000 ^b
1 Residual	515160.732	198	2601.822		
Total	179520791.555	199			

a. Dependent Variable: CLAHE

b. Predictors: (Constant), SUM

Analisis varian dari data original menunjukkan nilai sebesar 68800,110 dengan tingkat signifikansi v value adalah 0,00 artinya terdapat perbedaan yang jelas antara sample yang satu dengan sample yang lainnya sehingga peneliti bisa lebih murni mencari fitur-fitur yang ada pada citra original dan tidak mengalami gangguan factor lain kecuali noise yang ada pada image tersebut

Jumlah kuadrat hasil regresi adalah sebesar 179005630 pada data image original yang menunjukkan bahwa sejumlah fitur data sample dikalkulasikan sampai mencapai angka tersebut dengan jumlah error yang ada adalah 515160,732 fitur dan bisa disimpulkan error nya lebih kecil dibandingkan dengan jumlah kuadrat regresi. Hal ini bukti dari penelitian ini akurat.

Jadi, Untuk mengimplementasikan citra bawah air laut yang berkualitas kurang baik yaitu image original dengan analisis varian 62210.198 dapat dimanipulasi menjadi citra bawah air laut lain yang mempunyai kualitas lebih baik dengan image yang sudah menggunakan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dimana analisis variannya 68800,10 maka dapat disimpulkan secara data bahwa penelitian ini menunjukkan image clahe lebih baik daripada image original.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, Proses meningkatkan citra bawah air terbukti menjadi tantangan yang jauh lebih sulit untuk diatasi. Teknik-teknik peningkatan tradisional seperti pemerataan histogram menunjukkan keterbatasan yang kuat untuk tugas seperti itu. Dalam tulisan ini, peneliti mengusulkan metode peningkatan gambar bawah air yang efisien yang mampu meningkatkan gambar bawah air berdasarkan pada satu gambar bawah air yang terdegradasi. Jadi dapat disimpulkan berdasarkan pengujian terhadap 200 frame data set bahwa peningkatan kontras citra bawah air dengan menggunakan metode CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) ini dapat meningkatkan kualitas suatu citra tanpa merusak citra asli itu sendiri. Dan telah di uji untuk mengimplementasikan citra bawah air laut yang berkualitas kurang baik yaitu image original dengan analisis varian 62210.198 dapat dimanipulasi menjadi citra bawah air laut lain yang mempunyai kualitas lebih baik dengan

image yang sudah menggunakan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dimana analisis variannya 68800,10 maka dapat disimpulkan secara data bahwa penelitian ini menunjukkan image clahe lebih baik daripada image original.

5. SARAN

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa citra bawah air terdegradasi yang asli dapat secara efektif ditingkatkan dengan metode yang diusulkan. Metode peningkatan yang diusulkan sangat cocok untuk aplikasi pemrosesan gambar yang menuntut gambar dengan kualitas visual yang tinggi. Hasilnya menjanjikan. Selain itu metode clahe ini juga dapat membuka perspektif baru untuk aplikasi peningkatan gambar. Untuk Di masa mendatang, maka dari itu dapat lebih memperluas metode yang diusulkan ke area lain baik itu kedalam objek ataupun peningkatan metode yang ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim peneliti yang bekerjasama membuat penelitian ini dan STMIK Tasikmalaya yang selalu mendukung untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Thamizharasi Ayyavoo, Jayasudha John Suseela, "ILLumination pre-processing method for face recognition using 2D DWT and CLAHE," IET Biom., 2018, Vol. 7 Iss. 4, pp. 380-390 ©The Institution of Engineering and Technology 2017
 - [2] Yakun Chang, Cheolkon Jung, Member, IEEE, Peng Ke, Hyoseob Song, and Jungmee Hwang, "Automatic Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization with Dual Gamma Correction," IEEE ACCESS
 - [3] Huang Lidong, Zhao Wei, Wang Jun, Sun Zebin, "Combination of contrast limited adaptive histogram equalisation and discrete wavelet transform for image enhancement," IET Image Process., 2015, Vol. 9, Iss. 10, pp. 908-915 ©The Institution of Engineering and Technology 2015
 - [4] Armin Mustafa, Hansung Kim, and Adrian Hilton, "MSFD: Multi-scale segmentation based feature detection for wide-baseline scene reconstruction," 1057-7149 (c) 2018 IEEE
 - [5] Badal Soni , Pradip K. Das, Dalton Meitei Thounaojam, "Keypoints based enhanced multiple copymove forgeries detection system using density-based spatial clustering of application with noise clustering algorithm," IET Image Process., 2018, Vol. 12 Iss. 11, pp. 2092-2099 ©The Institution of Engineering and Technology 2018
-

- [6] Wan Zhang, Xiaofu Wu, Wei-Ping Zhu, and Lu Yu, "Unsupervised Image Clustering with SIFT-Based Soft-Matching Affinity Propagation," 1070-9908 (c) 2016 IEEE, Vol 5, No 2 (2004): NOVEMBER 2012.