

Perbaikan Citra RGB dengan Metode Homomorphic Filtering Menggunakan *Butterworth Filter*

Hafidz¹, Ananda² dan Memen Akbar³

¹Politeknik Caltex Riau, email: hafiiidz@gmail.com

²Politeknik Caltex Riau, email: ananda@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, email: memen@pcr.ac.id

Abstrak

Gambar terkadang diakuisisi di bawah pencahayaan yang buruk. Pada kondisi ini sebagian area yang memiliki tingkat kecerahan yang sama akan terlihat lebih cerah pada suatu daerah dan terlihat lebih gelap pada daerah lainnya. Situasi ini akan menimbulkan masalah pada sistem yang berbasis computer vision. Untuk itu diperlukan sebuah perbaikan kualitas citra, agar dapat menghasilkan sebuah citra yang memiliki kualitas warna yang baik dengan menggunakan metode Homomorphic Filtering. Teknik ini menggunakan Illumination-Reflectance model. Model ini membagi gambar menjadi dua komponen utama. Komponen pertama adalah jumlah sumber penerangan yang terlihat. Komponen kedua adalah komponen pantulan dari objek yang ada di sekitar tempat pengambilan gambar. Proses pemisahan ini memungkinkan perbaikan warna pada citra digital dengan membuang detail iluminasi yang tidak seragam, sehingga citra hasil keluaran menjadi tampak lebih baik. Citra hasil perbaikan memiliki derau atau noise yang lebih sedikit daripada citra asli, dikarenakan filter yang digunakan mengeliminasi frekuensi tinggi, sedangkan noise disebabkan oleh frekuensi tinggi. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Homomorphic Filtering dapat memperbaiki citra dan mempengaruhi tingkat nilai keaburan citra hasil sebesar 86% yaitu 0.25 dan nilai contrast sebesar 4% atau 1.14.

Kata kunci: Metode Homomorphic Filtering, Illumination-Reflectance model, Perbaikan Citra Digital

Abstract

Sometimes images acquired under poor lighting. In these conditions most of the area that has the same brightness level will appear brighter in one area than on other areas. This situation will cause problems in computer vision -based system. It required an improvement of image quality, in order to produce an image that has good color quality by using Homomorphic Filtering method. This method uses Illumination-Reflectance Model. This model divides the image into two components. The first component is the amount of visible light sources. The second component is the component that is reflected from objects around the place taking pictures. This separation allows colors enhancement process on the digital image by removing non-uniform illumination of the details, so that the output image be looked better. The Output image has less noise value than the Original ones due to the Filter that eliminate. This research shows that Homomorphic Filtering can improve the image and affect the blur level of output image. The higher the blur level, the more noise is eliminated.

Keywords: Homomorphic Filtering, Illumination - Reflectance Model, Image Enhancement

1. Pendahuluan

Gambar terkadang diakuisisi di bawah pencahayaan yang buruk. Pada kondisi ini sebagian area yang memiliki tingkat kecerahan yang sama akan terlihat lebih cerah pada suatu daerah dan terlihat lebih gelap pada daerah lainnya. Situasi ini akan menimbulkan masalah pada sistem yang berbasis *computer vision*. Pengklasifikasian piksel dari suatu gambar akan mengalami kesalahan yang berakibat pada kesalahan hasil segmentasi, dan pada akhirnya akan berpengaruh pada hasil analisa dari sistem. Maka diperlukan pengolahan gambar pertama kali sebelum gambar tersebut dimasukkan ke dalam sebuah sistem.

Metode *Retinex* memperbaiki detail iluminasi yang ada, sehingga perbaikan yang dilakukan dapat mempertahankan ketetapan warna (*color constancy*) dari citra dan tidak akan menyebabkan efek dramatisasi pada warna, yakni warna yang terlalu gelap ataupun warna yang terlalu terang [1]. Sehingga hasil keluaran citra akan lebih terlihat lebih baik dengan tingkat pencahayaan yang terkesan natural. Natural yang dimaksud adalah warna dari citra mendekati warna asli obyek.

Penelitian lainnya tentang perbaikan citra digital yaitu Perbaikan citra menggunakan *Homomorphic Filtering* dengan *Butterworth Highpass Filter* [12]. Metode ini didasarkan pada teori bahwa gambar terdiri dari dua komponen, yaitu *illumination* dan *reflectance*. Apabila kedua komponen itu dapat dipisahkan dengan melemahkan frekuensi rendah dan menguatkan frekuensi tinggi akan menimbulkan perbaikan (*enhancement*) dan penajaman (*sharpening*) pada gambar.

Pada penelitian ini digunakan metode *Homomorphic Filtering*. Metode ini menggunakan *Illumination-Reflectance* model. Metode ini membagi gambar menjadi dua komponen utama yaitu jumlah sumber penerangan yang terlihat dan pantulan dari objek yang ada di sekitar tempat pengambilan gambar. Proses pemisahan ini memungkinkan perbaikan warna pada citra digital dengan membuang detail iluminasi yang tidak seragam dan biasanya membuat warna berubah.

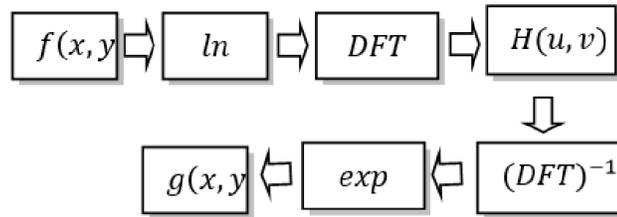
2. Landasan Teori

2.1 Metode *Homomorphic Filtering*

Homomorphic Filtering adalah salah satu metode dalam memperbaiki citra digital yang mengalami kondisi pencahayaan yang buruk. Teknik ini menggunakan *Illumination-Reflectance* model. Model ini membagi citra menjadi dua komponen yaitu komponen jumlah sumber penerangan yang terlihat dalam suatu citra dan komponen pantulan dari objek yang ada pada citra [1]. Maka citra dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$f(x, y) = i(x, y) * r(x, y)$$

Pada model ini, intensitas dari $i(x,y)$, berubah lebih lambat daripada $r(x,y)$. Maka dari itu, $i(x,y)$ dianggap lebih memiliki komponen *low frequency* daripada $r(x,y)$. Metode yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengurangi signifikansi dari $i(x,y)$ dengan melemahkan frekuensi tinggi dari citra. Hal ini dapat dicapai dengan cara melakukan *filtering* di dalam *domain frequency*. Untuk memproses citra dalam *frequency domain*, maka suatu citra harus diubah terlebih dahulu dari *spatial domain* ke *frequency domain*. Ini dapat dilakukan dengan fungsi transformasi *Fourier*. Adapun tahapan-tahapan yang ada dalam metode ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan dalam Metode *Homomorphic Filtering*

Gambar. 1 menunjukkan tahapan-tahapan perbaikan citra menggunakan metode *Homomorphic Filtering*. Langkah pertama adalah melakukan operasi Logaritma terhadap citra, untuk menghindari adanya nilai 0. Selanjutnya adalah melakukan transformasi Fourier Diskrit untuk mengubah gambar dari domain spasial kedalam Domain Frekuensi. Tahapan selanjutnya yaitu melakukan *filtering* terhadap gambar menggunakan *Butterworth Lowpass*. Setelah dilakukan *filtering*, maka selanjutnya mengembalikan gambar kembali ke domain spasial dengan menggunakan transformasi *Fourier* Diskrit balikan. Proses terakhir yaitu melakukan operasi *reverse log* untuk mengembalikan nilai dari piksel yang telah diberi operasi Logaritma.

2.2 Butterworth Low-pass filtering.

Low-pass filtering merupakan metode penghalusan sebuah sinyal atau citra. *Smoothing / blurring* / penghalusan dicapai dalam domain frekuensi dengan pelemahan frekuensi tinggi. *Smoothing* dapat membantu menghilangkan *noise*, karena *noise* disebabkan oleh frekuensi tinggi. Fungsi dari *Butterworth Lowpass Filter (BLPF)* dengan nilai order n , dan dengan *cutoff* pada jarak D_0 dari origin, didefinisikan sebagai:

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D(u, v)/D_0]^{2n}} \quad (1)$$

$D(u,v)$ adalah jarak antara titik (u,v) dalam domain frekuensi dan pusat persegi panjang frekuensi, dimana

$$D(u, v) = [(u - M/2)^2] + [(v - N/2)^2]^{1/2} \quad (2)$$

2.3 PSNR

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR biasanya diukur dalam satuan *decibel (db)*. PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas gambar asli sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE (*Mean Square Error*). MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra hasil perbaikan [13]. Nilai PSNR yang lebih tinggi menyiratkan kemiripan yang lebih erat antara hasil rekonstruksi dan gambar asli.

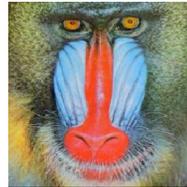
3. Hasil dan Pembahasan

Langkah pertama yang dilakukan oleh algoritma ini adalah memisahkan antara dua buah komponen utam dari sebuah citra, yaitu komponen illuminance dan komponen reflectance. Setelah kedua komponen itu dapat dipisahkan, maka selanjutnya adalah perubahan domain, dari domain spasial menjadi domain frekuensi. Hal tersebut dilakukan dengan menggunakan fungsi transformasi fourier diskrit. Setelah diubah, langkah selanjutnya adalah melakukan filtering. Filtering menggunakan Butterworth fltering. Setelah selesai dilakukan proses filtering maka domain dikembalikan ke domain spasial dengan melakukan proses transformasi fourier diskrit

balikan. Setelah itu dilakukan proses revers log untuk menghapus operasi logaritma di awal proses dengan cara melakukan operasi eksponensial.

3.1 Hasil

Gambar yang digunakan dalam aplikasi ini adalah gambar yang merupakan standar dalam pengujian perbaikan citra. Salah satunya adalah gambar “BaboonRGB.jpg”, dimana gambar tersebut memiliki komponen warna *Red Green* dan *Blue*. Citra BaboonRGB berukuran 512x512 piksel, dan memiliki *contrast* dan intensitas atau ketajaman yang tinggi. Dikarenakan memiliki hal tersebut, maka citra BaboonRGB dijadikan gambar untuk pengimplementasian metode *Homomorphic Filtering*.



Gambar 2. BaboonRGB.jpg merupakan gambar yang akan di proses

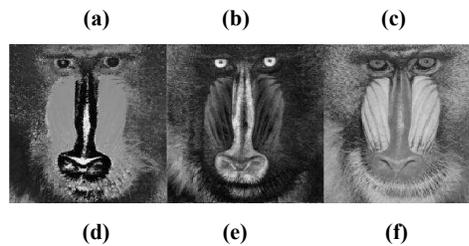
Langkah pertama dalam metode ini adalah mengambil komponen *Illuminance* dari gambar yang akan diproses. Hal ini dapat kita lakukan dengan mengubah gambar dari *RGB colorspace*, menjadi *HSI colorspace*. Langkah yang di lakukan adalah, memisahkan mengurai komponen *Red, Green, dan Blue* dari Gambar dan mengubahnya menjadi HIS [2].

Hal ini dapat dilakukan dengan rumus seperti berikut.

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \frac{R + G + B}{3} \\ H = \begin{cases} 0, & \text{if } B \leq G \\ 360^\circ - \theta, & \text{if } B > G \end{cases} \\ \text{with } \theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\} \\ S = 1 - \frac{3}{R + G + B} \min(R, G, B) \end{array} \right. \quad (3)$$

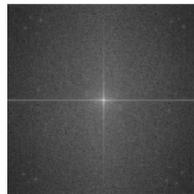
Rumus diatas digunakan untuk proses konversi dari *colorspace* atau ranah warna, RGB menjadi HSI. H adalah nilai *Hue* yang merupakan dari kombinasi dari warna-warna dasar seperti Red Green dan Blue, yang didapatkan dari perhitungan komponen R (*red*), G (*green*) dan B (*blue*). S adalah saturation, yang menunjukkan intensitas dari *Hue*. Gambar dengan warna-warna terang memiliki nilai *saturation* yang tinggi, sedangkan gambar gambar dengan warna-warna lembut atau pastel memiliki nilai *saturation* yang rendah. Gambar hitam putih tidak memiliki nilai *saturation* dikarenakan tidak ada intensitas warna di dalamnya. *Intensity* atau I berhubungan dengan intensitas gelap-terang warna pada gambar, nilai yang kecil akan membuat gambar tampak gelap, demikian juga sebaliknya.





Gambar 3. Komponen Red(a), Green(b), Blue(c) , Hue(d), Saturation(e), Intensity(f)

Setelah mendapatkan nilai *Illuminance* yaitu intensitas cahaya yang terdapat pada gambar. Tahapan selanjutnya adalah mengubah komponen *Illuminance* tersebut kedalam domain frekuensi, untuk selanjutnya dilakukan proses filtering. Pengubahan domain tersebut dapat dilakukan dengan melakukan transformasi fourier diskrit 2 dimensi [3].



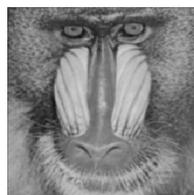
Gambar 4. Komponen Intensity dalam domain frekuensi

Setelah di lakukan transformasi fourier diskrit 2 dimensi, maka langkah selanjutnya adalah, melakukan filtering menggunakan *Butterworth Lowpass*. *Butterworth Filtering* sendiri memiliki dua buah parameter, yaitu n dan D_0 . n adalah nilai order yang merepresentasikan besaran pusat dari filter, dan D_0 atau *cutoff frequency* adalah batasan frekuensi yang akan diloloskan.



Gambar 5. Filter Butterworth Lowpassfilter

Setelah gambar diubah kedalam domain, dan filter telah diinisialisasikan, maka selanjutnya adalah pengaplikasian filter dengan mengalikan gambar yang ada di frequency domain dengan filter. Sehingga di peroleh gambar yang telah terfiltrasi.



Gambar 6. Komponen *Illuminance* yang telah dilakukan *Filtering*

Selanjutnya adalah proses pengembalian warna dari citra tersebut, agar diperoleh gambar berwarna sesuai dengan gambar asli. Setelah di awal proses kita mengkonversi dan mengurai komponen warna, langkah yang akan dilakukan adalah mengkonversi kembali dari HSI color space menjadi RGB kembali. Ini dapat dilakukan dengan rumus berikut.

RGsection: $0^\circ < H < 120^\circ$

$$\begin{cases} B = I(1 - S) \\ R = I \left[1 + \frac{S_{\cos H}}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ G = 3I - (R + B) \end{cases} \quad (4)$$

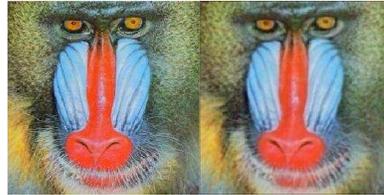
GB section: $120^\circ < H < 240^\circ$
 $H = H - 120^\circ$

$$\begin{cases} G = I(1 - S) \\ B = I \left[1 + \frac{S_{\cos H}}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ R = 3I - (G + B) \end{cases} \quad (5)$$

BR section: $240^\circ < H < 360^\circ$

$$H = H - 240^\circ$$

$$\begin{cases} G = I(1 - S) \\ B = I \left[1 + \frac{S_{\cos H}}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ R = 3I - (G + B) \end{cases} \quad (6)$$



(a) (b)

Gambar 10. Gambar original (a). Gambar yang telah dilakukan filtering(b)

Ada beberapa pengujian yang akan dilakukan. Pertama adalah menemukan nilai yang tepat untuk parameter D_0 , hal ini dapat dilakukan dengan menguji beberapa nilai parameter dan mengukur tingkat keaburannya. Tingkat keaburannya akan dihitung dengan sebuah teknik pengukuran tingkat keaburan. Rentang dari nilai tingkat keaburan adalah 0 sampai 1. Semakin mendekati 1 maka gambar memiliki tingkat keaburan yang rendah, dengan kata lain gambar memiliki ketajaman yang tinggi, demikian juga sebaliknya. Setelah didapatkan nilai D_0 yang cocok, maka untuk pengujian kedua adalah membandingkan kualitas gambar asli dan gambar hasil perbaikan dengan metode Homomorphic filtering dan metode Retinex menggunakan metode PSNR.

3.1.1 Pencarian nilai D_0 / *Cutoff frequency*.

Pencarian nilai D_0 atau nilai *cutoff frequency* yang optimal, didapatkan dari percobaan nilai acak, kemudian mengukur tingkat keaburannya. Tingkat keaburan suatu gambar dapat dilakukan dengan membandingkan variasi antar piksel tetangga, sebelum dan sesudah dilakukan *lowpass filter* [1]. Langkah pertama yang dilakukan adalah perhitungan variasi intensitas dari gambar atau citra masukan, setelah itu kita berikan *lowpass filtering* pada gambar masukan tadi, dan kembali menghitung variasi intensitas dari gambar. Lalu dengan perbandingan kedua buah nilai variasi intensitas ini, memungkinkan kita untuk menghitung tingkat keaburan suatu gambar.

Tabel 1. Pengujian pencarian nilai cutoff yang tepat.

Nilai D / $cutoff\ frequency$	Tingkat Kekaburan Gambar
10	0.9963
30	0.9565
60	0.8219
100	0.6278
160	0.4404
460	0.2382

3.1.2 Pengujian Kualitas Gambar

Pengujian kualitas gambar menggunakan metode PSNR yang membandingkan gambar keluaran dengan gambar masukan atau asli. *PSNR* menyatakan visibilitas derau di dalam citra. *PSNR* yang besar mengindikasikan nilai *mse* yang kecil; *mse* kecil berarti dua buah citra mempunyai sedikit perbedaan. Dari praktek pengolahan citra, citra dengan *PSNR* > 30 masih dapat dianggap rekonstruksi citra hampir mirip dengan citra aslinya, tetapi jika *PSNR* < 30 dikatakan kualitas citra sudah terdegradasi secara signifikan. Berikut adalah table perbandingan antara nilai *cutoff*, tingkat keaburan dan juga nilai *PSNR* [6][10].

Tabel .2 Sample Pengujian *PSNR* pada metode *Homomorphic Filtering*

$D_0 / cutoff$	Tingkat Kekaburan	<i>PSNR</i>
10	0.9965	15.4779
30	0.9751	19.2453
60	0.9121	21.6802
100	0.7853	23.7975
160	0.5984	26.4208
460	0.3383	38.0095
10	0.9817	18.2263
30	0.8603	22.6440
60	0.6567	26.1957
100	0.5140	29.7701
160	0.4258	34.4109
460	0.3281	57.3460
10	0.9780	20.0434
30	0.8283	23.3280
60	0.5832	26.6361
100	0.4221	30.2212
160	0.3379	35.1361
460	0.2788	58.8392
10	0.9874	17.8754
30	0.8879	21.7885
60	0.6733	25.6511
100	0.5010	28.9467
160	0.3927	33.1174
460	0.3081	57.4935

Tabel 3. Sample Pengujian *PSNR* pada metode *Retinex*

Tingkat Kekaburan	<i>PSNR</i>
0.2905	22.9505
0.2911	17.6916
0.2532	18.4562
0.3180	10.7117

3.2 Analisa

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil analisa yaitu nilai *cutoff* sangat berpengaruh terhadap tingkat keaburan suatu citra, dikarenakan suatu citra yang memiliki tingkat keaburan rendah (*sharp image*) didominasi oleh frekuensi tinggi. Sedangkan dengan *lowpass filter* melemahkan frekuensi tinggi melewati frekuensi rendah.

Nilai *cutoff* sangat mempengaruhi hasil dari citra keluaran. Semakin kecil nilai cutoff maka gambar yang dihasilkan akan memiliki tingkat keaburan yang tinggi. Sebagai contoh, sebuah gambar standar untuk pengolahan citra difilter dengan nilai D_0 sebesar 10, maka tingkat keaburannya adalah 0,9965, dengan skala 0 sampai 1, jika mendekati 0 maka gambar memiliki ketajaman atau tidak kabur, sedangkan jika mendekati 1, maka gambar dinyatakan kabur dan memiliki tingkat keaburan yang tinggi. D_0 sebesar 100 menghasilkan gambar keluaran yang memiliki nilai keaburan sebesar 0,7853. D_0 sebesar 460 menghasilkan gambar yang memiliki tingkat keaburan sebesar 0,3281. Dari beberapa nilai tersebut dapat dikatakan bahwa tingkat keaburan suatu gambar berbanding terbalik dengan tingkat *noise* yang dieliminasi.

Sebaliknya jika nilai cutoff semakin besar, maka gambar yang dihasilkan akan semakin tajam (*sharp image*), dan memiliki tingkat keaburan yang rendah. Semakin rendah nilai *cutoff* maka jumlah *noise* yang dieliminasi atau dihilangkan ini dikarenakan *noise* disebabkan oleh frekuensi tinggi, sedangkan metode ini mengeliminasi frekuensi tinggi.

Setelah melakukan analisa pengaruh nilai parameter D_0 terhadap tingkat keaburan gambar, selanjutnya adalah membandingkan nilai PSNR dari gambar keluaran dengan gambar asli. Sesuai dengan ketentuan PSNR apabila nilai perbandingan besar dari 30 maka dapat dikatakan citra memiliki kualitas yang baik, artinya hasil rekonstruksi citra memiliki tingkat kemiripan yang tinggi, begitu sebaliknya. PSNR juga menyatakan visibilitas *noise* dalam suatu gambar. Pada pengujian yang Sehingga didapatkan hasil analisa dalam metode ini yaitu semakin kecil nilai PSNR maka kualitas suatu gambar jauh berbeda dengan gambar aslinya.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Metode *Homomorphic filtering* dapat memperbaiki kualitas citra, dengan memberikan filter kepada komponen luminansi dari citra tersebut.
2. Perbaikan kualitas citra dengan Metode *Homomorphic Filtering* dengan *Butterworth Lowpass filter* pada dasarnya adalah melemahkan frekuensi tinggi melewati frekuensi rendah.
3. Semakin tinggi nilai *cutoff frequency* maka gambar akan tingkat keaburan gambar semakin rendah. Tingkat keaburan suatu gambar sangat berpengaruh kepada *noise* yang dihilangkan.
4. Nilai optimal nilai *cutoff frequency* adalah sebesar 136,667 dengan tingkat keaburan sebesar 0,698.
5. Metode *Homomorphic Filtering* mempengaruhi tingkat keaburan gambar sebesar 86% atau sebesar 0,25.
6. Semakin tinggi nilai *cutoff frequency*, maka tingkat degradasi (PSNR) akan semakin tinggi.
7. *Butterworth Lowpass filter* dapat mengurangi *noise* yang terdapat pada gambar.

Daftar Pustaka

- [1] Saleh Mohsen S.A, Ibrahim A., Laser Mathematical Equations for Homomorphic Filtering in Frequency Domain: A Literature Survey.(45),74-76.International Conference on Information and Knowledge Management. Singapore 2012
- [2] Chun-Liang-Chen and Din-Chang Tseng Color Image Enhancement with Exact HSI Color Model, Taiwan: International Journal of Innovative Computing, Information and Control December 2011, vol.7 number 12.
- [3] HasanDemirel, "Image Enhancement in the Frequency Domain," EE-583: Digital Image Processing
- [4] Acharaya, Tinkuand Ray, A.K, "Image Processing Principles and Applications," New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [5] NithyaSundaram, "Homomorphic Filtering and Its Application to Image Enhancement," U.S. Patent 5 668 842, Sept. 16, 1997.
- [6] (2002) The IEEE website. [Online]. Available: <http://www.ieee.org/>
- [7] Felix Viallet and Jules Horowitz , The Blur Effect: Perception and Estimation with a New No-Reference Perceptual Blur Metric: San Jose SPIE Electronic Imaging Symposium Conf Human Vision and Electronic Imaging, version 1, 1 Feb 2008
- [8] University of Southern California Signal and Image Processing Institute Image database. Available at <http://sipi.usc.edu/>
- [9] Yusra A. Y. Al-Najjar, Dr. Der Chen Soong, Comparison of Image Quality Assessment : PSNR, HVS, SSIM, UIQI. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 3, Issue 8, August-2012 1. ISSN 2229-5518
- [10] Chrisandri, Janisha Gloria(2011), Perbaikan Natural Citra Digital Berwarna Menggunakan Metode Retinex. Mahasiswa jurusan Teknik Informatika Politeknik Caltex Riau. Tidak dipublikasikan.
- [11] Adipranata Rudy, Implementasi Image Enhancement Menggunakan Homomorphic Filtering. Universitas Kristen Petra Surabaya
- [12] Cheddad, A., Condell, J., Curran, K., Kevitt, P.Mc., 2010. Digital Image Steganography : Survey and Analysis of Current Methods. Signal Processing, Elsevier. Northern Ireland, UK