

KODE WARNA PENOMORAN DENGAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM

Color Code Numbering With Discrete Wavelet Transform

Gogi Gautama Al Hadiid¹, Gelar Budiman², Ledy Novamizanti³

¹²³Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹gggtmlhdd@student.telkomuniversity.ac.id, ²gglb@telkomuniversity.ac.id, ³ledyamizan@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya penggunaan code dalam kehidupan sehari-hari, menjadi dasar ketertarikan penulis untuk meneliti tentang pembuatan code baru untuk penomoran. Banyak sekali penggunaan code yang menggunakan basis warna binary, kurangnya penggunaan warna untuk pembuatan code menarik minat penulis. Color Code dibuat dengan menggunakan discrete wavelet transform untuk membagi image menjadi bagian-bagian kecil. Yang kemudian diisi pada bagian dan layer warna tertentu sesuai aturan yang ditetapkan. Penggunaan Color Code terbukti tahan terhadap berbagai noise yang diberikan dan juga tahan terhadap proses printing dan scanning, dengan akurasi sebesar 82.75% pada printed Color Code.

Kata Kunci : Color Code, Binary, Discrete Wavelet Transform, Penomoran.

Abstract

The rise of Color Code use in everyday life, become the basic of writer interest in research about a new code for numbering. There's many code that use the binary color type, the absence of color using in the making of code pique the interest of writer. Color code was made by using Discrete Wavelet Transform to divide the image into small parts. Which then embed with information into specific wavelet and color layer according to the applied rules. The use of Color Code proved to be robust against many noise applied and printing and scanning process, with 82.75% accuracy at printed Color Code.

Keywords : Color Code, Binary, Discrete Wavelet Transform, Numbering.

1. Pendahuluan

Penulisan nomor biasa untuk penomoran, terkadang tidak mencukupi kebutuhan untuk penggunaan nomor tersebut untuk hal yang lain. Hal ini memicu penulis untuk mencoba pemberian kode baru untuk membantu optimalisasi dari nomor yang digunakan. Kurangnya Penggunaan warna pada berbagai macam peng-kodean dirasakan penulis kurang efektif, mengingat banyaknya hal yang bisa digunakan apabila ada tambahan 2 layer baru bila dibandingkan dengan 1 layer saja. Discrete Wavelet Transform dirasa penulis cukup memenuhi untuk penambahan ketahanan akan serangan luar. Serta menambah kapasitas dari informasi yang dapat disisipkan dalam kode, mengingat Discrete Wavelet Transform membagi image kedalam bagian-bagian kecil wavelet.

2. Dasar Teori

Pada penelitian ini digunakan beberapa teori dasar untuk dijadikan acuan dalam mengerjakan penelitian ini, diantaranya adalah :

2.1 Wavelet

Sekitar tahun 1980 pertama kali ditemukannya transformasi wavelets, dimana transformasi wavelet ini digunakan sebagai alternatif pengganti Short Time Fourier Transform untuk analisa sinyal. Wavelet adalah “gelombang singkat” dengan energi terpusat pada saat tertentu. Wavelet telah dipakai dalam analisa sinyal kawasan waktu-frekuensi dalam pemrosesan sinyal, aproksimasi fungsi, aproksimasi dalam penyelesaian persamaan diferensial parsial dan sebagainya.

Salah satu kegunaan dari wavelet yaitu dapat digunakan untuk kompresi citra. Transformasi wavelet dilakukan dengan menerapkan filter *high pass* dan filter *low pass* dua dimensi untuk menghasilkan sub citra beresolusi rendah yang berukuran seperempat ukuran semula, dan tiga buah sub citra yang mewakili koefisien detail yang juga berukuran seperempat dari ukuran semula.

2.2 RGB

RGB adalah suatu model warna yang terdiri dari merah, hijau, dan biru, digabungkan dalam membentuk suatu susunan warna yang luas. Setiap warna dasar, misalnya merah, dapat diberi rentang-nilai. Untuk monitor komputer, nilai rentangnya paling kecil = 0 dan paling besar = 255. Pilihan skala 256 ini didasarkan pada cara mengungkap 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh mesin komputer. Dengan cara ini, akan diperoleh warna campuran sebanyak $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ jenis warna. Sebuah jenis warna, dapat dibayangkan sebagai sebuah vektor di ruang 3 dimensi yang biasanya dipakai dalam matematika, koordinatnya dinyatakan dalam bentuk tiga bilangan, yaitu komponen-x, komponen-y dan komponen-z. Misalkan sebuah vektor dituliskan sebagai $r = (x, y, z)$. Untuk warna, komponen-komponen tersebut digantikan oleh komponen R(ed), G(reen), B(lue). Jadi, sebuah jenis warna dapat dituliskan sebagai berikut: warna = RGB(30, 75, 255). Putih = RGB (255,255,255), sedangkan untuk hitam=RGB(0,0,0).

2.3 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) [8]

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 desibel. Pada tugas akhir kali ini, PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra sebelum dan sesudah dikompresi. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai rata-rata kuadrat dari error (MSE - Mean Square Error). Perhitungan MSE adalah sebagai berikut [8] :

$$MSE = \frac{1}{mn} + \sum_i^m \sum_j^n \|I(i, j) - K(i, j)\|^2 \quad (1)$$

Sementara nilai PSNR dihitung dari kuadrat nilai maksimum sinyal dibagi dengan MSE. Apabila diinginkan PSNR dalam desibel, maka nilai PSNR akan menjadi sebagai berikut :

$$10 \cdot \log \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) = 20 \cdot \log \left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (2)$$

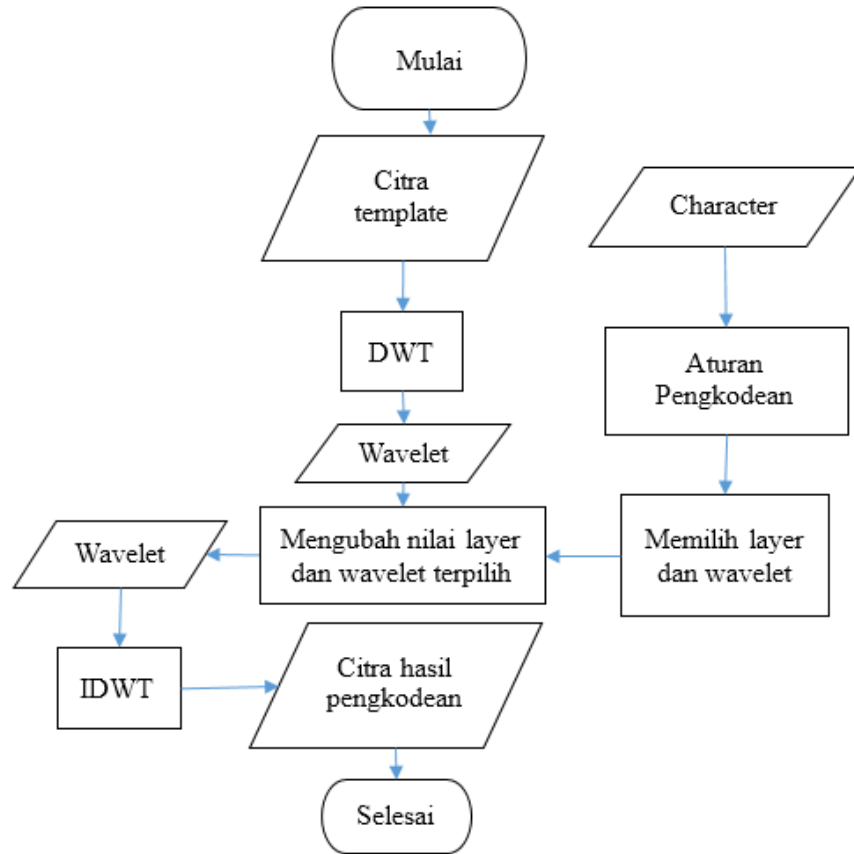
3. Perancangan dan Implementasi

Sebuah matriks cover citra hitam berukuran minimal $20 \times 2 \times 3$, akan dilakukan operasi Discrete Wavelet Transform level 1. Akan dihasilkan 4 buah wavelet yang masing masing berukuran minimal $10 \times 1 \times 3$. Tiap Kolom ke-n dalam 4 buah wavelet tersebut akan di-Embedd dengan nilai yang sesuai dengan aturan pengkodean untuk digit karakter ke-n. Model pengkodean ini mengambil tiap digit pada penomoran yang dikodekan kedalam salah satu bagian dari 4 wavelet DWT yaitu Low-Low(LL), Low-High(LH), High-Low(HL), dan High-High(HH). pada salah satu layer RGB Red, Green, dan Blue sesuai dengan angka pada digit tersebut.

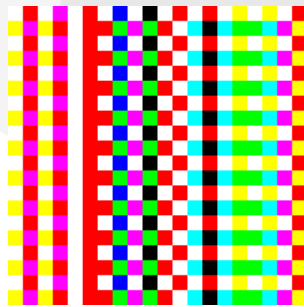
0	1	2	3	4																				
<table><tr><td>R</td><td>B</td></tr><tr><td></td><td>G</td></tr></table>	R	B		G	<table><tr><td>R</td><td>G</td></tr><tr><td></td><td>B</td></tr></table>	R	G		B	<table><tr><td>R</td><td>G</td></tr><tr><td>B</td><td></td></tr></table>	R	G	B		<table><tr><td>R</td><td>G&B</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	R	G&B			<table><tr><td></td><td>R</td></tr><tr><td>B</td><td>G</td></tr></table>		R	B	G
R	B																							
	G																							
R	G																							
	B																							
R	G																							
B																								
R	G&B																							
	R																							
B	G																							
5	6	7	8	9																				
<table><tr><td></td><td>R&B</td></tr><tr><td></td><td>G</td></tr></table>		R&B		G	<table><tr><td>R</td><td></td></tr><tr><td></td><td>G&B</td></tr></table>	R			G&B	<table><tr><td></td><td>G&B</td></tr><tr><td>R</td><td></td></tr></table>		G&B	R		<table><tr><td>G</td><td>B</td></tr><tr><td>R</td><td></td></tr></table>	G	B	R		<table><tr><td>G</td><td></td></tr><tr><td>R</td><td>B</td></tr></table>	G		R	B
	R&B																							
	G																							
R																								
	G&B																							
	G&B																							
R																								
G	B																							
R																								
G																								
R	B																							

Gambar 1. Aturan Pengkodean

Sebuah template image yang berwarna dasar hitam, akan dilakukan transformasi DWT yang menghasilkan 4 buah wavelet yaitu Low-Low(LL), Low-High(LH), High-Low(HL), dan High-High(HH). Kemudian sistem akan mengganti nilai matriks pada kolom ke-n sesuai dengan nilai dari nomor ke-n. Dengan mengikuti aturan pengkodean yang telah diterapkan seperti pada Gambar 1. Kolom dengan wavelet dan layer warna yang bersangkutan akan diberikan nilai 255 agar menentukan nomor apa yang berada pada urutan ke-n.

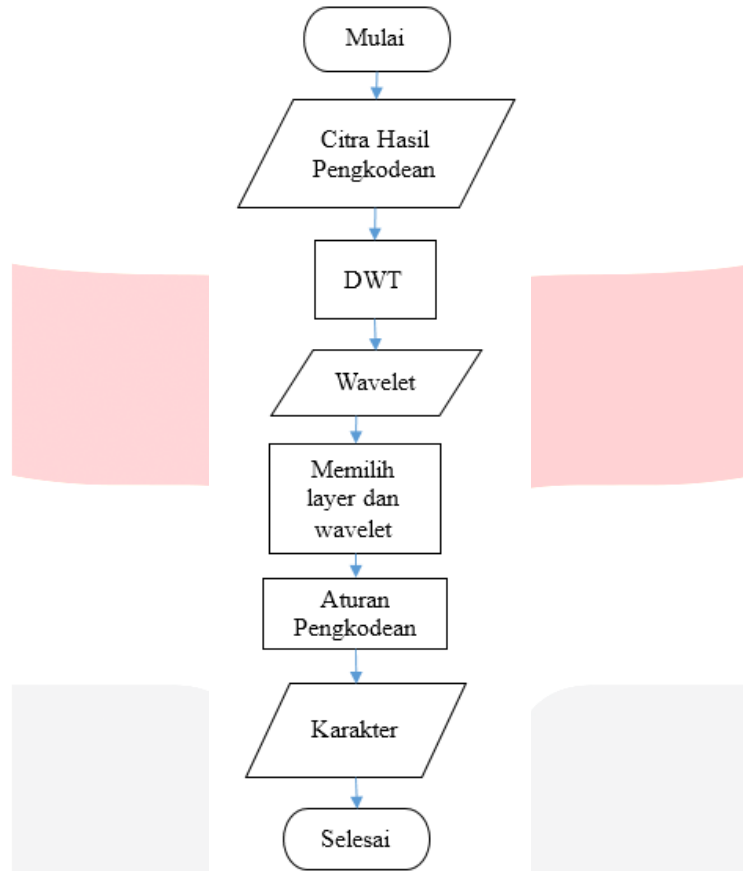


Gambar 2. Flowchart Encoding Sistem



Gambar 3. Hasil Encoding Sistem

Setelah proses Encoding, maka akan dihasilkan citra hasil pengkodean. Seperti pada gambar 3, citra dapat dicetak pada medium kertas ataupun kartu untuk selanjutnya dipindai kedalam sistem. Setelah melalui proses pemindaian, maka citra akan diberikan preprocessing berupa pengembalian nilai warna ke RGB dasar dengan threshold tertentu. Setelah melalui process preprocessing maka citra dapat dilanjutkan ke proses decoding.



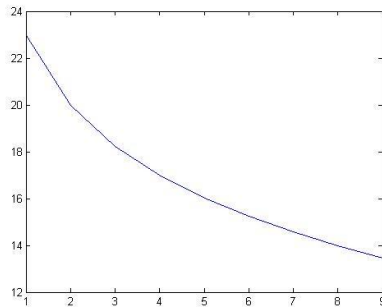
Gambar 3. Flowchart Decoding Sistem

Citra yang telah melalui preprocessing akan langsung dilakukan operasi Discrete Wavelet Transform level 1. Akan dihasilkan 4 buah wavelet yang masing masing berukuran 10x1x3. Tiap kolom ke-n dalam 4 buah wavelet tersebut akan di cek apakah memiliki nilai yang sama dengan salah satu aturan pengkodean karakter. Apabila sama, maka digit karakter ke-n adalah nilai kolom ke-n yang sesuai dengan aturan pengkodean. Setelah semua kolom telah diekstraksi, maka didapatkan karakter yang telah berhasil diekstraksi.

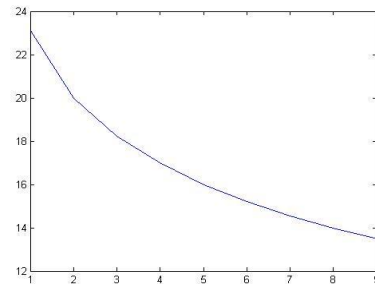
4. Pengujian dan analisis

Tahapan *ekstraksi* pada percobaan skenario pertama dimulai dari penambahan noise *Salt and Papper*, *Gaussian*, *Speckle* dan *Poisson* . Setelah itu citra langsung diekstraksi untuk mendapat NIM. Skenario kedua dimulai dengan pembuatan color code, tanpa penambahan noise apapun citra kemudian di print pada Develop ineo-284e. Dengan spesifikasi resolusi print(dpi) 1800x600,lalu di scan kembali pada Develop ineo-284e dengan spesifikasi Scan Speed Colour (opm) 160 ipm dan Scan resolution(dpi) Max 600x600. Grafik dibawah ini menunjukkan hasil percobaan skenario pertama dan kedua. Untuk parameter akurasi system, ditentukan dengan perbandingan banyaknya penujian tepat dengan total citra pengujian. Untuk menghitung akurasi system, digunakan persamaan .

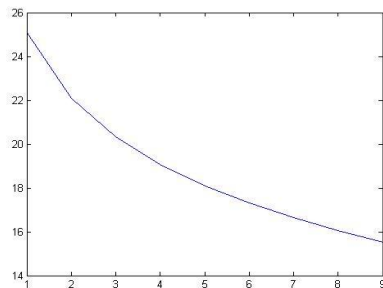
$$Akurasi = \frac{\sum pengujian_akurat}{\sum pengujian_total} \times 100\% \quad (3)$$



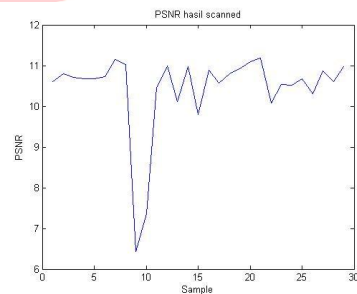
Gambar 4.1 PSNR Gaussian 0.01-0.09



Gambar 4.2 PSNR Salt and Pepper 0.01-0.09



Gambar 4.3 PSNR Speckle 0.01-0.09



Gambar 4.4 PSNR Printed dan Scanned

PSNR pada citra dengan noise Gaussian dan Salt and Pepper memiliki kesamaan dengan nilai puncak 23 dB pada variansi 0,01 dan menurun menjadi 13,5 dB pada variansi 0.09. Sedangkan PSNR pada citra dengan noise Speckle memiliki nilai puncak 25 dB pada variansi 0,01 dan menurun menjadi 15.5 pada variansi 0,09. Dengan sampel sebanyak 30 buah citra hasil pengkodean berdasarkan grafik diatas, kualitas citra menurun sesuai dengan meningkatnya variansi yang diberikan. Sedangkan PSNR pada citra yang dicetak kemudian di pindai dengan scanner, didapatkan nilai tertinggi 11,3 dB dan nilai terendah pada 6,4 dB pada sampel ke 7, hal ini disebabkan adanya kesalahan teknis pada proses pencetakan sampel ke 7 sehingga mengakibatkan kerusakan pada sampel.

Tabel 1. Akurasi terhadap noise

Noise	Variance 0.01 hingga 0.09	Variance Standar untuk Poisson
Gaussian	100%	X
Salt And Papper	100%	X
Speckle	100%	X
Poisson	X	100%

Tabel 2. Akurasi terhadap Printing dan Scanning

Scenario	Akurasi NIM terbaca benar
Printed dan Scanned (%)	82.75

Adapun akurasi yang didapatkan dari percobaan ini masih tergolong bagus dengan 100% akurasi untuk citra dengan noise Gaussian, Salt and Pepper, Speckle, dan Poisson. Serta 82.75% akurasi untuk citra yang telah di cetak dan dipindai dengan scanner.

Tabel 3. Akurasi pindai menggunakan kamera

Jarak(cm)	5	10	15	20	25	30
Akurasi(%)	96.55	96.55	96.55	93.10	93.10	89.65

Dari percobaan Skenario ketiga, yaitu citra dipindai dengan menggunakan kamera dengan resolusi 8MP. Dapat dilihat terjadi penurunan akurasi pada jarak 20 cm. Pada percobaan ini, terdapat banyak noise tambahan seperti cahaya dan juga bayangan dengan penyebaran yang tidak merata. Walaupun dengan banyaknya noise yang terdapat dalam proses pemindaian menggunakan kamera. Hasil akurasi yang didapatkan tergolong sangat tinggi, mencapai lebih dari 90% pada jarak 5 cm hingga 25 cm.

Tabel 4. Akurasi pembacaan terhadap rotasi citra

Derajat kemiringan(derajat)	1	2	3	4	5
Akurasi(%)	100	89.65	10.34	0	0

Dari percobaan Skenario keempat, yaitu citra dimiringkan dengan kemiringan 1-5 derajat. Dapat dilihat bahwa kemiringan gambar sangat berpengaruh terhadap akurasi dari NIM yang akan di ekstraksi. Kemiringan 2 derajat merupakan batas aman yang masih memiliki akurasi baik dengan 89.65%. Apabila kemiringan telah mencapai 3 derajat atau lebih, maka metode ini tidak dapat diandalkan untuk membaca informasi yang telah dikodekan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan analisis data pada pengkodean karakter menjadi kode warna berbasis transformasi wavelet, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Model ekstraksi karakter dengan model kode warna, serta metode Discrete Wavelet Transform dengan citra dicetak dan di pindai. Dapat digunakan untuk pengkodean angka dengan akurasi 82.75%.
2. Waktu komputasi sistem ekstraksi angka sudah tergolong cepat dengan kisaran 32,343-35,885 ms. Sehingga sistem ini sudah bisa diimplementasikan pada pengkodean angka.
3. Skenario percobaan yang menghasilkan rata rata akurasi paling baik adalah skenario pertama, yaitu dengan pemberian noise Gaussian, Speckle, Salt and Paper, dengan variansi 0.01 hingga 0.09 dan Poisson, dengan akurasi mencapai 100%.
4. Pada percobaan skenario kedua , akurasi tidak sebaik pada skenario pertama, disebabkan oleh terlalu banyaknya noise dan perubahan yang dialami citra, sehingga akurasi yang didapatkan adalah 82.75%.
5. Untuk percobaan Skenario ketiga yaitu memindai citra dengan kamera ber resolusi 8MP pada jarak 5-30cm . Didapatkan akurasi tertinggi pada jarak 5cm dari citra, yaitu 96,55%.
6. Untuk percobaan Skenario keempat yaitu memberikan noise pada citra hasil pengkodean berupa rotasi citra dengan derajat kemiringan 1-5 derajat. . Didapatkan akurasi tertinggi pada 1 derajat, yaitu 100%.

Daftar Pustaka:

- [1] E Tekin, JM Coughlan, “ A Mobile Phone Application Enabling Visually Impaired Users to Find and Read Product Barcodes”, Computers Helping People with Special Needs, Springer, 2010.
- [2] Hend S. Al-Khalifa, “ Utilizing QR Code and Mobile Phones for Blinds and Visually Impaired People ”, Springer, 2008.
- [3] Orhan Bulan, Vishal Monga, and Gaurav Sharma, “ High Capacity Color Barcodes Using Dot Orientation and Color Separability”, SPIE-IS&T/ Vol. 7254 725417, 2009.
- [4] Kaiser J. Giri, Mushtaq Ahmad Peer and P. Nagabhushan,” A Robust Color Image Watermarking Scheme Using Discrete Wavelet Transformation”, MECS, 2015.
- [5] A. Vasquez, M. Huerta, R. Clotet , R. González , D. Rivas and V. Bautista,“Using NFC Technology for Monitoring Patients and Identification Health Services”, 2014.
- [6] D. Salomon, G.Motta dan D.Bryant, Data Compression Fourth Edition, Northridge: Springer, 2007.
- [7] K. Sayood, Introduction to Data Compression, Waltham: Elsevier, 2012.