Sistem Kompresi Citra Berbasis Color Filter Array dan Transformasi 2-D Discrete Cosine pada Manga Reader

Nanang Suryadi[1], Tutuk Indriyani[1] dan Hendro Nugroho[1]
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Email: [1]nanang.jobs@gmail.com

Abstract. *The efficiency in bandwith and memory becomes the main focus to concern for every technology use particularly in website and mobile technology. One of alternative efficiency possible to implement is reducing the data size transferred through HTTP/S protocol network. In terms of image type, Discrete Cosine Transform Algorithm belongs to one of the best algorithms with good performance. Image is firstly conversed in black-white mode or grayscale before compressing process is done. The algorithm of conversion uses mosaicking-type Bayer Color Filter Array. This algorithm separates 2 out of 3 color channels of each pixel image and keeps the color mode with RGGB result. The research aimed at implementing Bayer Color Filter Array algorithm and Discrete Cosine Transform on the web-based manga reader. The testing result showed that image data 138 kB produced compression ratio 42.75%; by using 50 quantization and 10 quantization levels. The resulted compression ratio was 23.18% of image compression which obtained from the combination between Bayer Color Filter Array Mosaicing and 2D-Discrete Cosine transform. The value of PSNR resulted from decompression using quantization level 50 was 19.81 dB.*

Keywords: *compression, manga, JPEG, bayer algorithm, discrete cosine transform algorithm.*

Abstrak. *Efisiensi penggunaan bandwith dan memory menjadi satu fokus utama yang harus diperhatikan dalam setiap pemanfaatan teknologi terutama teknologi website dan mobile. Salah satu alternatif yang dapat di implementasikan adalah memperkecil ukuran data yang ditransfer lewat suatu jaringan protokol HTTP/S. Khusus untuk jenis citra, salah satu algoritma yang memiliki performa yang baik adalah jenis algoritma Discrete Cosine Transform. Sebelum proses kompresi dilakukan, terlebih dahulu citra di konversi ke mode hitam putih atau grayscale. Untuk algoritma konversi ini digunakan algoritma Bayer Color Filter Array dengan jenis mosaicing, dimana algoritma tersebut melakukan pemisahan 2 (dua) channel warna dari 3 (tiga) channel warna di masing-masing pixel pada citra dan mempertahankan mode warna dengan hasil RGGB. Penulisan dan penelitian pada tugas akhir adalah untuk mengimplementasikan algoritma Bayer Color Filter Array dan Discrete Cosine Transform pada manga reader berbasis web. Dari hasil pengujian dapat dibuktikan bahwa data citra dengan ukuran 138 kB akan menghasilkan rasio kompresi sebesar 42.75 % dengan menggunakan level kuantisasi 50 dan dengan level kuantisasi 10 akan menghasilkan rasio kompresi sebesar 23.18 % dari kompresi citra dengan penggabungan algoritma Bayer Color Filter Array Mosaicing dan 2D-Discrete Cosine Transform. Nilai PSNR yang didapatkan untuk hasil dekompresi dengan level kuantisasi 50 adalah 19,81 dB.*

Kata Kunci: *Kompresi, manga, JPEG, algoritma bayer, algoritma discrete cosine transfom.*

1. Pendahuluan

Kompresi Data adalah salah satu subyek di bidang teknologi informasi yang saat ini telah diterapkan secara luas. Gambar-gambar yang anda dapatkan di berbagai situs internet pada

umumnya merupakan hasil kompresi ke dalam format GIF atau JPEG. Penyimpanan data berukuran besar pada *server* pun sering dilakukan melalui kompresi. Agar citra yang dikirim menjadi lebih efisien dengan kualitas yang tetap, perlu dilakukan proses pengolahan citra digital terhadap citra tersebut, sehingga kompresi citra tidak hanya mengurangi ukuran *file* dan *bandwith*, tetapi juga menjaga kualitas citra tetap seperti citra asli. Dengan kompresi citra jpeg berbasis Transformasi 2-D *Discrete Cosine* memungkinkan mewujudkan hal tersebut.

Dalam perkembangan format citra yang sekarang telah ada seperti PNG, tiff, bitmap (bmp) dan JPEG, yang mampu memberikan kompresi dengan toleransi ukuran dan kualitas citra yang bisa diterima baik oleh penglihatan mata manusia saat ini adalah format citra jpeg. Disebabkan oleh hasil dari *scanlation raw* pada citra manga atau komik memiliki format citra yang bervariasi maka terlebih dahulu format citra yang belum sesuai (JPEG) perlu dilakukan pengolahan format konversi citra kedalam format yang dikehendaki (JPEG). Dengan memanfaatkan Algoritma Struktur Konversi Citra dalam *BAYER COLOR FILTER ARRAY PATTERN* [1], hal tersebutd diharapkan dapat mempertahankan kualitas citra kedalam format yang dikehendaki (JPEG).

Sejumlah ide dan konsep metode untuk kompresi citra telah ada sejak awal abad 20, tetapi perkembangan secara berarti dicapai pada tahun 70-an. Bryce E. Bayer's patent *(U.S Patent No. 3,971, 065)[http://www.google.com/patents/US3971065]* di tahun 1976 [2] disebut *the green photo sensors luminance-sensitive element and the red and blue ones chrominance-sensitive elements*. Bryce E. Bayer menggunakan dua kali lebih banyak unsur hijau, merah atau biru untuk meniru fisiologi mata manusia. Unsur-unsur ini disebut sebagai elemen sensor, sensels, sensor pixel, atau hanya pixel, nilai sample dirasakan oleh meraka setelah interpolasi menjadi pixel gambar. Pada saat bayer mendaftarkan patennya, ia juga mengusulkan untuk menggunakan kombinasi cyan-magenta-yellow yaitu satu set warna yang berlawanan. Pengaturan ini praktis pada saat itu karena pewarna yang diperlukan tidak ada, tapi digunakan dalam beberapa kamera digital baru. Keuntungan yang besar dari pewarna CMY baru adalah bahwa mereka memiliki karakteristik penyerapan cahaya ditingkatkan yaitu efisiensi pada kuantum nya lebih tinggi.

Diterangkan pada penelitian sebelum nya bahwa Image Compression adalah metode yang mengurangi jumlah ruang yang dibutuhkan untuk menyimpan gambar dan Discrete Cosine Transform (DCT) adalah metode yang mengubah sinyal atau citra dari domain spasial menjadi domain frekuensi [3]. Karena sifat alam dari citra dan mekanisme persepsi manusia maka *Discrete Cosine* dan dibantu dengan *color filter array* pada algorithma *Bayer pattern* harus mampu mengatasi kondisi nostasioner dan terlokalisasi dengan baik pada domain – domain frekuensi. Dengan mengacu pada standart internasional untuk kompresi citra diam *(still image)* telah ada yang disebut JPEG *(joint picture expert group)* [3], yang ditetapkan oleh ISO *(International Organization for Standardisation)*, yang menggunakan DCT *(discrete cosine transform).*

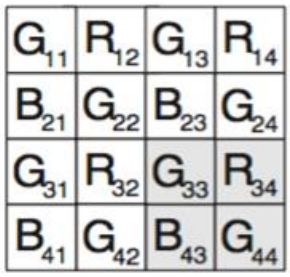
Dalam pengkodean berbasis DCT, citra masukan dibagi menjadi blok-blok dan korelasi tiap pinggir blok diabaikan sehingga mengakibatkan artifak pemblokan yang sangat mengganggu dan kelihatan. Alih ragam *Bayer Pattern* bisa mengatasi hal ini karena dilakukan tanpa pemblokan. Hal tersebut karena sifat pemaketan energi dari alih-ragam bayer color filter array pattern. Energi yang dimaksud dalam pengolahan citra adalah pengkelompok-kelompokan warna R-G-B dalam sebuah *matrix (array).*

2. Color Filter Array Bayer dan 2D – Discrete Cosine Transform

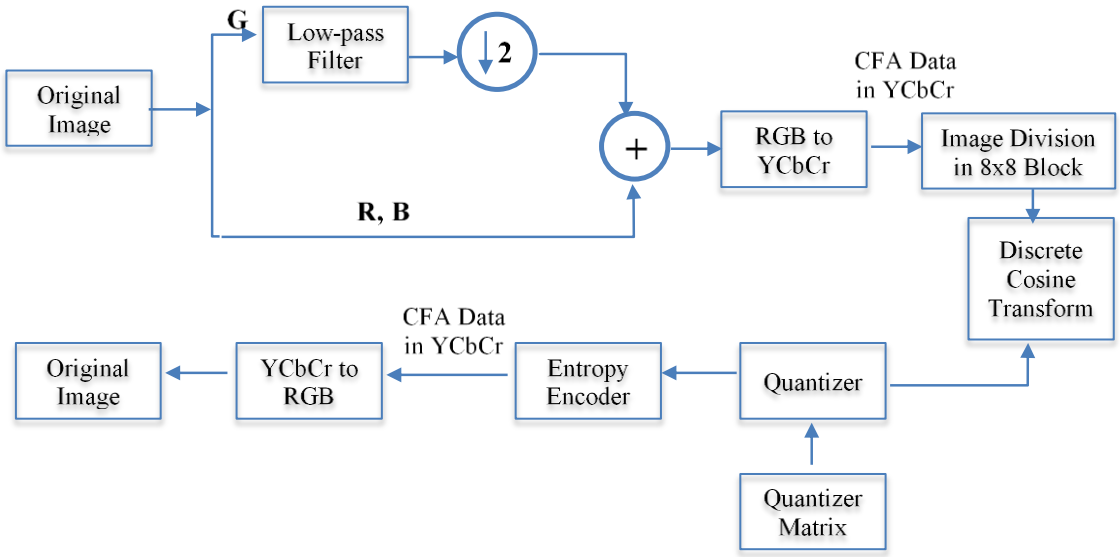
Dalam fotografi, *Color Filter array* (CFA), atau *Color Filter Mosaic* (CFM), adalah sebuah *mosaic* dari filter warna terkecil ditempatkan di atas sensor piksel dari sensor citra untuk menangkap informasi warna. Color Filter diperlukan karena *thypical photosensors* mendeteksi intensitas cahaya dengan sedikit atau tanpa panjang gelombang yang spesifik dan oleh karena itu informasi warna tidak bisa terpisah. Secara umum struktur pada bayer color filter array

terlihat pada Gambar 1, terlihat dalam untuk komponen hijau berisi ganda daripada komponen merah dan biru, yang mana ini sangat cocok untuk kondisi sensitif mata manusia.

Skema algoritma *bayer color filter array* dan *2D–Discrete Cosine Transform* ditunjukan pada Gambar 2. Pertama, konversi struktur diterapkan pada komponen G, dan kemudian pada RGB *color space* dikonversi ke YCbCr *color space*, karena korelasi antara pixel pada RGB lebih tinggi daripada YCbCr. Untuk mempertahankan susunan dari komponen R dan G, maka tidak dilakukan *low-pass filtering* dan konversi struktur *color space*.



Gambar 1. Struktur Bayer Color Filter Array



Gambar 2. Skema Algoritma Color Filter Array dan 2-D Discrete Cosine Transform

2.1. Konversi Color Space

Citra asli dari Bayer dapat dilihat sebagai satu set terdiri dari GB/RG blok dengan ukuran 2 x 2. Menggunakan kesamaan antara piksel, R, G dan komponen B dapat dikonversi ke nilai luminance dan chrominance dalam ruang warna YCbCr oleh transform matrix, yang ditunjukan pada Gambar 2.9. Komponen Cb dan Cr yang setara dengan perbandingan 4:2:0 sampling. Color space matrix dapat di rumuskan sebagai berikut [1]:

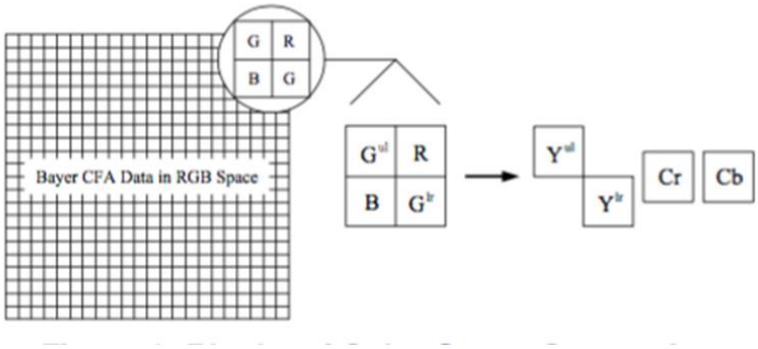
2.2. 2D-Discrete Cosine Transform

Metode DCT (*Discrete Cosine Transform*) yang pertama kali diperkenalkan oleh Ahmed, Natarajan dan Rao pada tahun 1974 dalam makalahnya yang berjudul *"On Image Processing and a Discrete Cosine Transform"*.

Discrete Cosine Transform adalah sebuah skema lossy compression dimana NxN blok di transformasikan dari domain spasial ke domain DCT. DCT menyusun sinyak tersebut ke frekuensi spasial yang disebut dengan koefisien DCT. Frekuensi koefisien DCT yang lebih rendah muncu pada kiri atas dari sebuah matriks DCT, dan frekuensi koefisien DCT yang lebih tinggi berada pada kanan bawah dari matriks DCT. Sistem penglihatan manusia tidak begitu *sensitive* dengan error-eror yang ada pada frekuensi tinggi dibandingkan dengan yang ada pada frekuensi rendah. Karena itu, maka frekuensi yang lebih tinggi tersebut dapat dikuantisasi.

Discrete Cosine Transform (DCT) digunakan sebagai transformasi standart untuk kompresi citra. DCT dimensi satu berguna untuk mengolah sinyal-sinyal dimensi satu seperti bentuk gelombang suara. Sedangkan untuk citra yang merupakan sinyal dua dimensi, diperlukan versi dua dimensi dari DCT. Untuk sebuah matriks n x m, 2-D DCT dapat dihitung dengan cara 1-D DCT diterapkan pada setiap baris dari C dan kemudian hasilnya dihitung DCT untuk setiap kolomnya [4], dimana x = 0, 1, …, n-1, dan n jumlah total panjang data (*list of length*).

$$\begin{bmatrix} Y^{ul} \\ Y^{lr} \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 128.6 & 0 & 25 & 65.5 \\ 0 & 128.6 & 25 & 65.5 \\ -37.1 & -37.1 & 112 & -37.8 \\ -46.9 & -46.9 & -18.2 & 112 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G^{ul} \\ G^{lr} \\ B \\ R \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$



Gambar 3. Blok Konversi Color Space

$$C(u) = \sqrt{\frac{2}{N}}\,\alpha(u)\sum_{x=0}^{N-1} f(x)\cos\left(\frac{\pi(2x+1)u}{N}\right) \quad (1)$$

Dengan cara yang sama, untuk *inverse* DCT dapat didefinisikan pada Persamaan[2]

$$F(x) = \sqrt{\frac{2}{N}}\sum_{x=0}^{N-1}\alpha(u)\,c(u)\cos\left(\frac{\pi(2x+1)u}{N}\right) \quad (2)$$

Untuk u = 0, 1, 2, ……, N-1 dimana N = 8.

Dengan α(u) dinyatakan sebagai berikut.

$$\alpha(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{Untuk } u = 0 \\ 1 & \text{Untuk } u \neq 0 \end{cases} \quad (3)$$

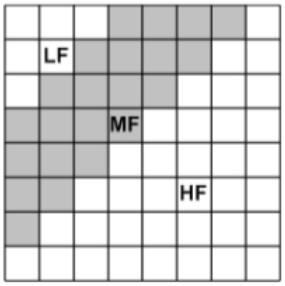
Rumus transformasi 2-D DCT untuk C adalah sebagai berikut:

$$C(u, v) = \frac{2}{\sqrt{MN}}\ \alpha(u)\ \alpha(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f(x,y) \cos\left(\frac{\pi(2x+1)u}{2N}\right) \cos\left(\frac{\pi(2y+1)u}{2M}\right) \quad (4)$$

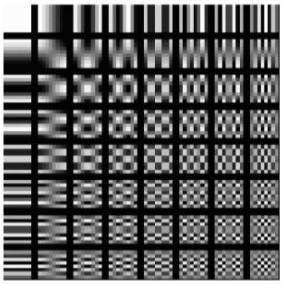
Dengan u = 0,1, 2, …, N-1, dan v = 0, 1, 2, …, N-1 dimana N = 8, sedangkan

$$\alpha(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{Untuk u} = 0 \\ 1 & \text{Untuk u} \neq 0 \end{cases}$$

Banyak citra digital dan skema kompresi video menggunakan blok berbasis DCT, karena algoritma ini meminimalkan jumlah data yang diperlukan untuk menciptakan citra digital. Secara khusus, JPEG dan MPEG menggunakan DCT untuk berkonsentrasi informasi citra dengan menghapus data spasial redundansi dalam citra dua dimensi [5]. Dalam pengkodean JPEG standart, representasi warna dalam citra dikonversi dari RGD ke YCbCr, maka foto tersebut mengalami pemampatan dalam 8 x 8 blok, blok ini ditransforamsi dari spasial kedomain frekuensi dengan DCT.



Gambar 4. Pembagian Koefisiensi DCT untuk ukuran Blok 8x8



Gambar 5. Citra Dasar dengan 2D-DCT

3. Hasil dan Pembahasan

Pada Gambar 6 dipilih area pixel dan citra akan dibaca oleh sistim dan diubah menjadi matrik dengan ukuran (i x j), kemudian dibagi menjadi blok 8x8, dikurangi dengan 128 karena algoritma DCT bekerja pada rentang -128 sampai 127 sesuai dengan ketentuan pengolahan citra digital pada citra berwarna [6].



Original =

24	175	247	254	203	65	19	119
94	255	241	231	255	179	128	170
141	251	221	247	233	243	251	249
131	220	239	245	248	231	255	235
116	193	225	230	186	164	234	233
177	250	243	222	63	97	226	237
229	253	240	233	184	192	243	240
255	216	227	249	233	241	231	236

Gambar 6. Data citra asli dan Citra Matrik



Gambar 7. Data uji citra asli

3.1. Perhitungan PSNR (*Peak Signal Noise Ratio*)

Kualitas citra hasil pemampatan dapat diukur secara kuantitatif menggunakan besaran PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*). Semakin besar nilai PSNR maka citra hasil pemampatan semakin mendekati citra aslinya, dengan kata lain semakin bagus kualitas citra hasil pemampatan tersebut. Sebaliknya, semakin kecil nilai PSNR, semakin jelek kualitas citra hasil pemampatan.

$$\text{MSE} = \frac{1}{mn}\sum_{i=0}^{m-1}\sum_{j=0}^{n-1}[I(i,j) - K(i,j)]^2 \quad . \tag{5}$$

$$\text{PSNR} = \begin{matrix} 10\ log10\ \dfrac{[max^2 i]}{MSE} \\ 20\ log10\ \dfrac{\max i}{\sqrt{MSE}} \end{matrix} \tag{6}$$

Tabel 1. Uji Citra dengan Color Filter Array Bayer dan Discrete Cosine Transfom 2D

No.	Gambar	Quality Factory	MSE	PSNR	Size(kb)
1.		99.0	480.92	21.31	60.5
2.		70.0	540.05	19.81	60.9

No.	Gambar	Quality Factory	MSE	PSNR	Size(kb)
3.		50.0	694.41	19.81	58.0
4.		40.0	784.94	18.52	54.7
5.		30.0	914.70	17.61	48.8
6.		20.0	1127.39	15.83	41.2
7.		10.0	1698.44	14.86	31.5
8.		7.0	2121.48	14.86	27.9
9.		5.0	2650.96	13.90	23.3

Dari table 1 dapat dterlihat semakin rendah nilai dari MSE berpengaruh pada ukuran file citra yang berbanding terbalik dengan nilai Quality Factory. Semakin rendah nilai QF maka

semakin rendah juga ukuran file citra, *(less compression, higher image quality)* dengan merujuk pada standart jpeg level kuantisasi 50 lebih aman dengan sedikit mengorbankan kualitas dari citra tersebut.

Tabel 2. Pengujian Citra dengan Level Kuantisasi 50.0

No.	Citra	Filename	MSE	PSNR	Ukuran Asli (kb)	Ukuran Kompresi (kb)
1.		Uji-001.jpg	1352.37	16.82	702.4	331.0
2.		Uji-002.jpg	1589.24	16.12	528.3	276.0
3.		Uji-003.png	1007.34	18.10	2.5M	322.0
4.		Uji-004.png	722.43	19.54	2.2M	321.2

No.	Citra	Filename	MSE	PSNR	Ukuran Asli (kb)	Ukuran Kompresi (kb)
5.		Uji-005.png	858.43	18.79	2.5M	345.5
6.		Uji-006.jpg	1519.86	16.31	476.8	213.6
7.		Uji-007.jpg	981.24	18.21	540.2	267.6

Dari hasil pengujian citra uji dengan menggunakan konversi *Color Filter Array Bayer* dan *Discrete Cosine Transfom 2-D* yang diberikan nilai untuk *Quality Factory* atau level kuantisasi Sebesar 99.0 sampai 5.0 menghasilkan output nilai PSNR yang relative stabil dengan nilai rata-rata 17.69 dB

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Bayer color filter array sangat efektif digunakan untuk citra yang mempunyai kedalaman warna 24 bit. Dengan menggunakan bayer color filter array, color space citra tidak berubah mejadi grayscale walau warna tampak pada citra menjadi abu-abu sehingga dapat dikonversi ke nilai *luminance* dan *chrominance* dalam ruang warna YCrCb.
2. Faktor kualitas citra tertinggi berada pada angka 99 menunjukan bahwa citra tersebut tergolong sangat bagus dengan nilai PSNR diatas rata-rata 17.39db namun bila factor kualitas dibawah angka 40 dibawah rata-rata 17.39db maka citra tersebut tergolong poor / buruk.
3. Kompresi JPEG yang disimulasikan dengan perangkat lunak menggunakan DCT-2D ternyata dapat memberikan hasil berupa kualitas citra yang baik dengan Quality Factory 50 menghasilkan nilai PSNR 19.40db.

Referensi

[1] Chengyou Wang, Songzhao Xie dan Xiao Zhou, 2015, Bayer Patterned Image Compression Based on Structure Conversion and APBT, (IJMUE) Vol. 10, No. 2.(2015) pp. 333-340.
[2] (U.S Patent No. 3,971, 065) http://www.google.com/patents/US3971065

[3] A.M.Raid, W.MKhedr, M. A. El-dosuky and Wesam Ahmed, 2014, Jpeg Image Compression Using Discrete Cosine Transform – A Survey, IJSES vol.5, No.2, April 2014.
[4] Ali Khayam, Syed, 2003, The Discrete Cosine Transform (DCT) : Theory and Aplication, Departement of Electrical and Computer Engineering Michigan State University.
[5] Li, Drew. "Image Compression Standart", Fundamental of Multimedia, Chapter 9, Prentice Hall , 2003.
[6] Joint Photo graphic Experts Group https://en.wikipedia.org/wiki/Joint_Photographic_Experts_Group.