

GABUNGAN ALGORITMA JPEG DAN WATERMARKING UNTUK MENINGKATKAN KULITAS DAN RATIO KOMPRESI

Muhammad Subali¹, Sarifuddin Madenda^{1,2}, Edi Sukirman¹

1. Universitas Gunadarma, Jakarta-Indonesia

subali@staff.gunadarma.ac.id, sarif@staff.gunadarma.ac.id, edskm@staff.gunadarma.ac.

2. Departement d'informatique et d'ingenierie, UQO, Quebec, Canada

m.sarifuddin@uqo.ca

Abstrak

Format JPEG merupakan model kompresi citra warna yang telah ditetapkan sebagai standar internasional ISO dan telah umum dipakai. Teknik kompresi JPEG diawali oleh proses RGB to YCbCr colour transformation, kemudian masing-masing komponen warna Y, Cb dan Cr akan dikompresi melalui proses Discrete Cosine Transform (DCT), Quantizing dan Coding secara berturut-turut. Bit-bit hasil coding dari masing-masing komponen warna Y, Cb dan Cr digabung menjadi satu kesatuan secara berurutan. Paper ini menguraikan suatu teknik kompresi yang dapat lebih mengoptimalkan hasil kompresi JPEG melalui penyisipan bit-bit hasil coding dari satu komponen warna kedalam matriks hasil kuantisasi dari komponen warna lainnya. Hasil uji coba menunjukkan bahwa dengan kualitas kompresi (PSNR) yang sama, teknik kompresi yang dikembangkan dalam paper ini memiliki rasio kompresi antara 10.99% sampai 154% lebih baik dari JPEG yang digunakan dalam sejumlah perangkat lunak. Demikian pula untuk nilai rasio kompresi yang sama, teknik ini memberikan kualitas kompresi yang lebih baik.

Keyword: Kompresi citra, JPEG, Watermarking, MIG.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi akuisisi citra yang semakin canggih, seperti kamera digital dan scanner, telah menghasilkan citra berwarna hingga diatas 8 Mpixel. Semakin membesarnya jumlah pixel akan meningkatkan kebutuhan penggunaan memori serta waktu transmisi citra. Pengembangan suatu algoritma dan teknik kompresi citra yang optimal merupakan satu solusi utama untuk dapat meningkatkan efisiensi transmisi dan penyimpanan data tanpa banyak mengurangi kualitas citra itu sendiri. Berbagai algoritma kompresi telah dikembangkan baik lossless maupun lossy compression.

JPEG2000 yang menggunakan DWT (Digital Wavelet Transform) dapat bersifat lossless dan lossy

compression. JPEG2000 menghasilkan kualitas dan rasio kompresi yang lebih baik dari JPEG, namun belum digunakan secara umum. Sebaliknya JPEG yang menggunakan DCT merupakan lossless compression telah digunakan secara umum dan semua peralatan akuisisi citra menggunakannya. Format JPEG telah ditetapkan oleh lembaga standar internasional ISO (International Standar Organization) untuk kompresi citra warna digital sejak tahun 1992 (ISO/IEC JTC1 dan CCITT Rec 81) [24].

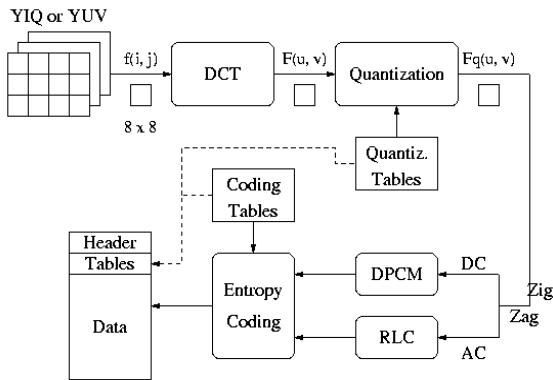
Seiring dengan perkembangan kebutuhan citra digital serta proteksi hak cipta terhadap citra tersebut, telah dikembangkan sejumlah metode watermarking seperti yang telah diperkenalkan oleh G.C. Langelaar pada tahun 1996 [19]. Metode ini menyisipkan informasi ke dalam suatu gambar melalui LSB setiap pixel.

Paper ini menguraikan tentang penggabungan antara teknik kompresi JPEG dan watermarking dengan tujuan mengoptimalkan rasio kompresi.

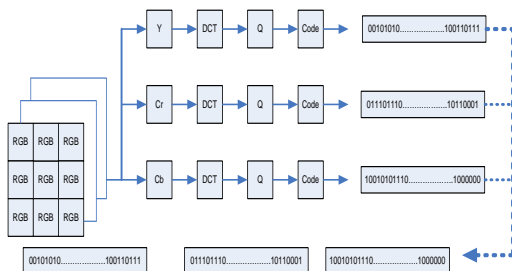
2. JPEG

Seperti telah diketahui bahwa citra berwarna digital merupakan kumpulan dari piksel-piksel, dimana setiap pixel merupakan elemen vektor warna tiga dimensi (3-D) seperti RGB, YCbCr dsb. [32]. Citra dengan representasi warna YCbCr atau YUV adalah yang digunakan dalam kompresi JPEG. Gambar 1 di bawah menunjukkan proses kompresi JPEG, sedang gambar 2 memperlihatkan gambaran umum penggabungan bit-bit hasil coding dari tiga komponen warna Y, Cb dan Cr.

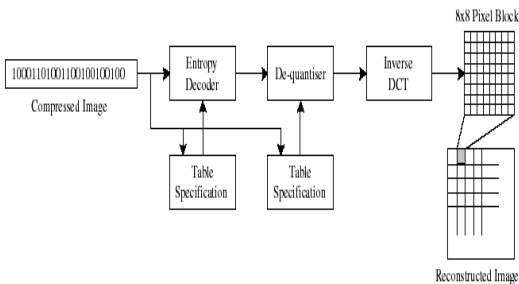
Untuk setiap komponen warna, JPEG membagi citra kedalam blok-blok 8x8 pixels. Selanjutnya, setiap blok pixel akan mengalami proses DCT, quantization dan coding, secara berturut-turut untuk komponen warna Y, Cb dan Cr. Gabungan bit-bit hasil coding dari ketiga komponen warna tersebut merupakan data citra terkompresi. Sedang gabungan bit-bit header, tabels dan data citra terkompresi akan membentuk bitstream JPEG



Gambar 1. Diagram proses kompresi JPEG [16]



Gambar 2. Model kompresi JPEG dan penggabungan bit-bit coding komponen Y, Cr dan Cb



Gambar 3. Blok diagram proses dekompresi JPEG [18]

Untuk dekompresi citra JPEG, dilakukan proses balik yang diawali oleh pemisahan bit-bit setiap komponen warna dan diikuti oleh proses decoding, de-quantization dan DCT invers secara berurutan. Proses ini ditunjukkan pada gambar 3. Baik pada proses kompresi maupun dekompresi citra, tabel-tabel quantization dan coding (*entropy*, *Huffman coding*) yang digunakan harus sama. Oleh karena itu table-tabel ini harus disertakan kedalam file citra terkompresi JPEG [18].

3. Digital Watermarking

Digital watermarking adalah suatu proses penyisipan informasi kedalam signal audio, citra atau video digital. Penyisipan informasi dapat bersifat visible dan invisible. Dalam visible watermarking, informasi dapat terlihat/terbaca secara visual oleh

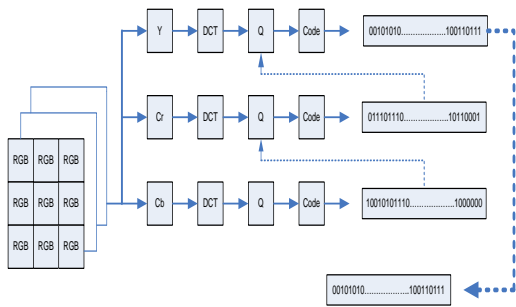
mata. Khususnya informasi berupa teks atau logo yang mengidentifikasi pemilik dari citra atau video tersebut. Dalam invisible watermarking, informasi disisipkan ke audio, citra atau video tetapi tidak dapat dilihat/dibaca secara visual oleh mata. Aplikasi penting dari tipe ini adalah untuk copyright protection systems. Steganography adalah salah satu bagian dari invisible digital watermarking, dimana dua orang dapat saling berkomunikasi secara rahasia melalui penyisipan informasi dalam audio, citra atau video.

Salah satu metode sederhana dari invisible digital watermarking adalah penyisipan bit kedalam pixel melalui *Least Significant Bit* (LSB). Untuk menyembunyikan informasi kedalam suatu citra melalui LSB pixel, dapat disimpan 3 bit dalam setiap pixel. Manipulasi LSB pixel adalah suatu cara yang cepat dan mudah untuk menyembunyikan informasi. Metode invisible digital watermarking melalui LSB inilah yang akan digunakan untuk memodifikasi teknik kompresi JPEG.

4. Pengembangan Metode

Untuk meningkatkan rasio kompresi, dalam bagian ini, kami usulkan modifikasi teknik kompresi JPEG melalui gabungan antara teknik kompresi JPEG dan watermarking. Gabungan keduanya dapat ditunjukkan pada gambar 4. Berbeda dengan teknik kompresi JPEG pada gambar 2, teknik ini menyisipkan bit-bit hasil coding komponen warna Cb kedalam matriks terkuantisasi komponen warna Cr. Selanjutnya, matriks Cr terkuantisasi dan tersisipi akan di-coding. Bit-bit hasil coding komponen Cr akan kembali disisipkan kedalam matriks terkuantisasi komponen Y. Pada akhirnya matriks terkuantisasi dan tersisipi akan kembali di-coding dan menghasilkan bit-bit data hasil kompresi citra. Bit-bit data ini selanjutnya digabungkan dengan bit-bit header dan tabel-tabel kuantisasi dan coding menjadi bitstream yang akan disimpan kedalam file dengan ekstensi .MIG (Multimedia Information and data compression Group).

Penyisipan bit dilakukan dengan menggunakan metode *watermarking* seperti yang diuraikan oleh G.C Langelar [19], yaitu penyisipan pada LSB setiap komponen matriks.



Gambar 4. Model modifikasi kompresi JPEG

5. Hasil dan Pembahasan

Untuk melihat performance dari metode yang dikembangkan dalam paper ini, telah dilakukan sejumlah uji coba dengan menggunakan perangkat lunak pembandingan yaitu Adobe Photoshop CS2 versi 9.0.1, Morgan JPEG toolbox V2, Morgan JPEG 2000 Toolbox, ACD See 9. Uji coba dilakukan terhadap tiga citra warna standar dalam format bmp (Babbon.bmp, Lenna.bmp, dan Peppers.bmp), dengan resolusi 512x512 pixel (ukuran file dari setiap citra adalah 769 KB).

Analisis hasil eksperimen dilakukan dalam dua sudut pandang. Pertama adalah mengelompokkan nilai-nilai rasio kompresi yang sama, lalu menganalisis kualitas citra melalui nilai PSNR. Hasil analisis ini direpresentasikan dalam bentuk kurva antara rasio kompresi (sumbu x) dan PSNR (sumbu y), lihat gambar 5 - 7. Kedua, mengelompokkan nilai PSNR yang sama, lalu menganalisis nilai rasio kompresi yang terjadi. Hasil analisis ini direpresentasikan dalam bentuk kurva antara PSNR (sumbu x) dan rasio kompresi (sumbu y), lihat gambar 8 - 10.

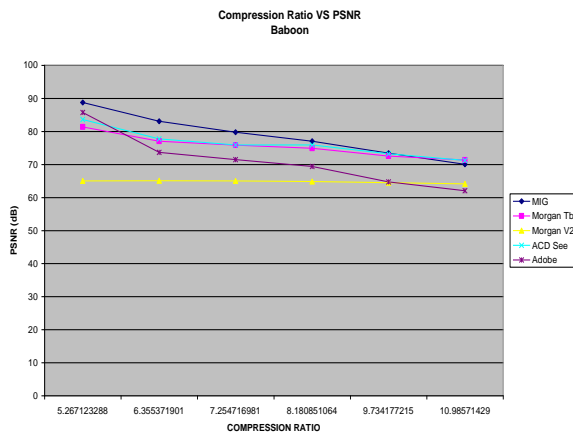


Figure 5. Compression Ratio Versus PSNR (Babbon.bmp)

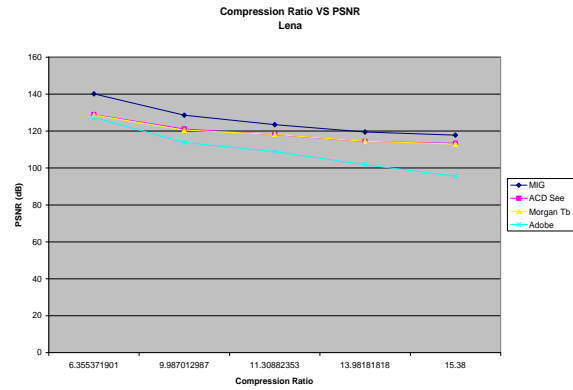


Figure 6. Compression Ratio Versus PSNR (Lena.bmp)

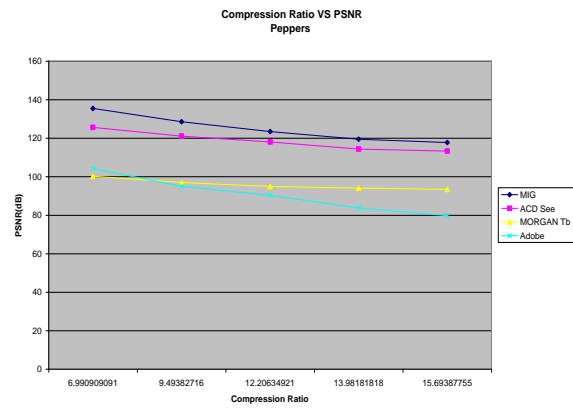


Figure 7. Compression Ratio Versus PSNR (Peppers.bmp)

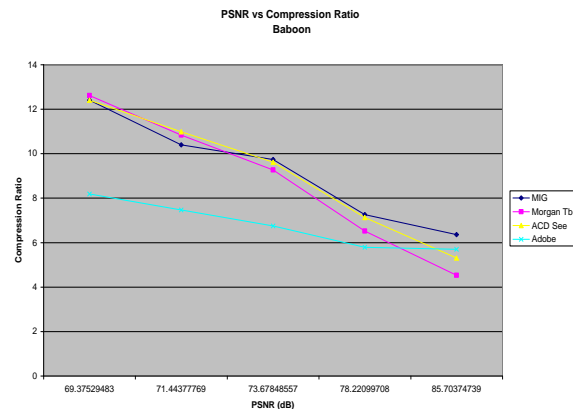


Figure 8. PSNR VS Compression Ratio (Baboon.bmp)

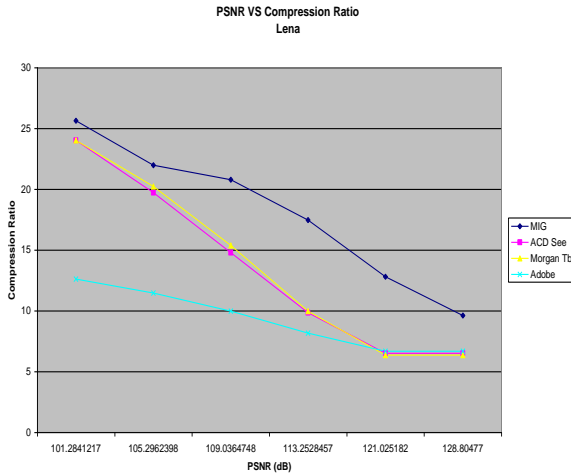


Figure 9. PSNR Versus Compression Ratio (Lena.bmp)

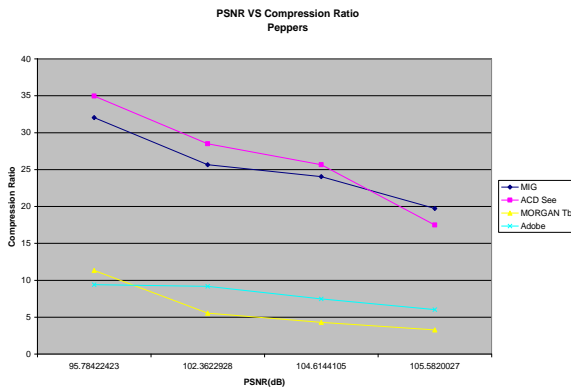


Figure 10. PSNR VS Compression Ratio (Peppers.bmp)

Berdasarkan pada tiga kurva pertama di atas terlihat bahwa, untuk rasio kompresi yang sama, metode MIG Compression mempunyai nilai PSNR (kualitas) yang lebih tinggi dibandingkan terhadap Adobe, Morgan dan ACD See sebagai perangkat lunak pembandingan. Untuk citra peppers.bmp dengan rentang rasio kompresi antara 2.7 s/d 16.7, MIG memiliki nilai PSNR 10.75% lebih baik dari ACD See (nilai terkecil). Sedang untuk citra peppers dengan rentang rasio kompresi 16 s/d 32, MIG memiliki nilai PSNR 85.415% lebih baik dari Morgan V2 (nilai terbesar). Sedangkan untuk citra baboon.bmp dengan rentang rasio kompresi 10.3 s/d 16, MIG memiliki nilai PSNR 2% lebih buruk dari perangkat lunak ACD See. Demikian pula untuk citra lena.bmp. pada rentang rasio kompresi 22 s/d 35, MIG memiliki nilai PSNR 8.23% lebih buruk dari ACD See.

Gambar tiga kurva terakhir menunjukkan hasil analisis terhadap nilai PSNR yang sama, secara keseluruhan rasio kompresi MIG lebih baik terhadap perangkat lunak pembandingan. Untuk citra peppers

pada kisaran nilai PSNR 39 dB s/d 42 dB, MIG memiliki rasio kompresi 10.99% lebih besar dari ACD See (kenaikan rasio kompresi terkecil). Kenaikan rasio kompresi terbesar adalah 154%, ini terjadi pada MIG Versus Morgan V2 untuk citra baboon pada kisaran nilai PSNR 36.2 dB s/d 36.3 dB. Sedangkan untuk citra peppers pada kisaran nilai PSNR 38 s/d 39, rasio kompresi MIG 3.8% lebih kecil dibanding ACD See.

6. Kesimpulan

Metode kompresi MIG melalui gabungan antara teknik kompresi JPEG dan watermarking yang dikembangkan dalam paper ini memberikan hasil yang lebih dibandingkan dengan perangkat lunak yang sudah umum dipakai yaitu Adobe Photoshop CS2 versi 9.0.1, Morgan JPEG toolbox V2, Morgan JPEG 2000 Toolbox, ACD See 9. Secara umum teknik kompresi MIG mampu mengoptimalkan rasio dan kualitas kompresi JPEG yang digunakan pada perangkat lunak diatas. Namun dari sisi waktu eksekusi, MIG relatif sedikit lebih lama karena adanya penambahan proses penyisipan bit.

Penelitian lanjutan adalah menggabungkan proses DCT dan Kuantisasi dalam satu kesatuan proses serta mengaplikasikan metode yang dikembangkan dalam paper ini untuk kompresi video.

7. Pustaka

- [1]A. Skodras, C. Christopoulos, and T. Ebrahimi, "The JPEG 2000 still image compression standard," *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 18, Sept. 2001.
- [2]A. P. Bradley and F. W. M. Stentiford, "JPEG2000 and region of interest coding," in *Proc. Digital Image Computing Techniques and Applications*, 2002.
- [3]A.Z.Tirkel, G.A.Rankin, R.M. van Schyndel, N.R.A. Mee, C.F. Osborne. *Electronic Water Mark*. DICTA, 1993.
- [4]Adrian Ford and Alan Roberts, *Colour Space Conversions*, August 1998.
- [5]Arno Swart, *An introduction to JPEG compression using MATLAB*, October 2003.
- [6]Bernd Girod, *EE368: Digital Image Processing*, Spring 2005-2006.
<http://www.stanford.edu/class/ee368/>

- [7]B. Schneiner, *Applied Cryptography: Protocols, Algorithm, and Source Code in C*, New York: Wiley, 1994.
- [8]C. A. Christopoulos, J. Askelof, and M. Larsson, Efficient region of interest encoding techniques in the upcoming JPEG2000 still image coding standard," in *Proc. IEEE International Conference on Image Processing*, Sept. 2000.
- [9]Douglas A. Kerr, P.E., JPEG Compression of Still Images, August 16, 2003
- [10]D. S. Taubman and M. W. Marcellin, *JPEG2000: Image Compression Fundamentals, Standards and Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [11]D. Taubman and M. W. Marcellin, JPEG2000: Standard for interactive imaging," in *Proceedings of the IEEE*, vol. 17.
- [12]D. Taubman, E. Ordentlich, and I. Ueno, Embedded block coding," in *Proc. IEEE International Conference on Image Processing*, Sept. 2000.
- [13]Dmitriy Vatolin, Alexey Moskvina, JPEG 2000 Image Codecs Comparison, CS MSU Graphics&Media Lab Video Group, September 2005 <http://www.compression.ru/video>
- [14]E. Koch, J. Zhao, "Towards Robust and Hidden Image Copyright Labeling", Proceedings IEEE Workshop on Non Linear Signal and Image Processing, Neos Marmaras, June, 1995.
- [15]E. Atsumi and N. Farvardin, Lossy/lossless region-of-interest image coding based on set partitioning in hierarchical trees," in *Proc. IEEE International Conference on Image Processing*, Oct. 1998.
- [16]Gernot Hoffmann, JPEG Compression, September 18 / 2003 [Online]. Available: <http://www.fho-emden.de/~hoffmann>
- [17]Guy E. Blelloch, Computer Science Department, Carnegie Mellon University, Introduction to Data Compression, October, 2001.
- [18]G. K. Wallace, The JPEG still picture compression standard," *Communications of The ACM*, vol. 34, Apr. 1991.
- [19]G.C. Langelaar, et al., *Copy Protection for Multimedia Data based on Labeling Techniques*, 1996.
- [20]<http://www.acdsee.com/>
- [21]<http://www.morgan-multimedia.com/>
- [22]<http://www.stanford.edu/~esetton/experiments2.htm>
- [23]ITU-T Recommendation T.81: Information technology digital compression and coding of continuous-tone still images - requirements and guidelines," Geneva, Switzerland, 1992.
- [24]ISO/IEC FCD 15444-1: Information technology : JPEG2000 image coding System, part 1: Core coding system," Geneva, Switzerland, 2004.
- [25]J. M. Shapiro, Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 41, Dec. 1993.
- [26]J. Cox, J. Kilian, F.T. Leighton, T. Shamoan, *Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia*, IEEE Transaction on Image Processing, December 1997.
- [27]PNG (Portable Network Graphics) Specification. The latest PNG specification. W3C Tech Reports. Oct. 1, 1996 is the recommended v 1.0 spec.
- [28]Panrong Xiao, Image Compression By Wavelet Transform, August 2001. <http://etd-submit.etsu.edu/etd/theses>
- [29]R. Polikar. The engineer's ultimate guide to wavelet analysis: The wavelet tutorial. [Online]. Available: <http://users.rowan.edu/~polikar/WAVELETS/WTtutorial.html>
- [30]Ramesh Neelamani, Ricardo de Queiroz, Zhigang Fan, Sanjeeb Dash, and Richard G. Baraniuk, JPEG Compression History Estimation for Color Images, the IEEE Transactions on Image Processing.
- [31]R.C. Gonzales, R.E. Woods, Digital Image Processing, Second Edition, Pearson Prentice Hall, 2005.
- [32]S. Saha. Image compression - from DCT to wavelets : A review. [Online]. Available: <http://www.acm.org/crossroads/xrds6-3/sahaimgcoding.html>
- [33]Sarifuddin Madenda, Multimedia data Compression : today and future, Multimedia Information Research Group, Canada, 2006.

[34]W. Bender, D. Gruhl, N. Morimoto, A. Lu, *Techniquesfor data hiding*, IBM System Journal, Vol. 35, 1996.

[35]Ziv. J., and A. Lempel, "A Universal Algorithm for Sequential Data Compression," *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 23, no. 3, 1977, pp. 337-343.

[36]Ziv. J., and A. Lempel, "Compression of Individual Sequences via Variable-Rate coding," *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 24, no. 5, September,1978.