

Transformasi Citra Digital Untuk Mendapatkan Kompresi Optimal Dengan Metode *Lossless*

DIGITAL IMAGE TRANSFORMATION TO GET OPTIMAL COMPRESSION USING LOSSLESS METHODE

Hastha Sunardi^{*1}, Zulkifli²

^{1,2} Universitas IGM : Jl. Jend. Sudirman km. 4,5, Palembang 30129, Indonesia

^{1,2} Program Studi Sistem Komputer: Universitas IGM - Palembang

e-mail: ^{*1}hastha.x8@gmail.com, ²zulkiflipili20162@gmail.com

Abstrak

Topik penelitian kompresi sebelumnya sebagian besar penekanannya pada perbandingan metode dalam hal rasio kompresi. Penelitian ini memberikan perlunya suatu tahapan sebelum kompresi, yakni perlu adanya proses transformasi terhadap citra uji untuk mendapat ukuran file yang minimal sebelum dikompresi, sehingga saat dikompresi akan menghasilkan ukuran file yang seminimal mungkin, yang dalam penelitian ini disebut Kompresi Optimal. Citra uji yang dimaksudkan pada penelitian ini adalah dua citra yang memiliki perbedaan struktur warna dan bentuk yang dibedakan dalam citra beraturan dan citra tak beraturan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan melakukan transformasi citra uji melalui perputaran diperoleh ukuran citra hasil kompresi sebesar 5,8682 kB, sedangkan tanpa transformasi sebesar 6,1553 kB untuk citra beraturan, dengan perputaran 90 derajat. Sedangkan untuk citra tak beraturan dengan perputaran 180 derajat diperoleh ukuran file hasil kompresi sebesar 5,2236 kB, sedangkan tanpa transformasi sebesar 5,4219 kB.

Kata kunci — Citra Uji, transformasi perputaran, ukuran file dan kompresi optimal

Abstract

Previous topics of compression research have largely focused on compressions of compression methodes in terms of compression ratios. This research provides the need for a stage before compression, namely the need for a transformation process of the test image to obtain a minimum file size before compression, so that when compressed it will produce the minimum file size, which in this study is called optimal compression. The test image referred to in this research are two images that have different color structures and shapes, which are distinguished in regular and irregular images. The results showed that by transforming the test image through rotation, the compressed image size was 5,8682 kB, while without transformation it was 6,1553 kB for regular images, with a rotation of 90 degrees. Meanwhile for irregular images with a 180 degree rotation, the compressed file size is 5,2236 kB, while without transformation it is 5,419 kB.

Kata kunci — Test image, rotation transformation, file size, optimal compression

1. PENDAHULUAN

Pertukaran informasi di era digital sudah menjadi kebutuhan yang tidak terelakkan, dimana orang perorangan atau kelompok per kelompok begitu saling membutuhkan informasi, sehingga sudah menjadi keharusan dalam setiap aktifitas manusia. Pertukaran infomasi yang tak kalah pentingnya adalah pertukaran gambar atau citra, dengan fasilitas kamera yang ada di telpon genggam, kita dengan mudahnya langsung melakukan pengiriman gambar dalam waktu singkat yang dapat kita lakukan melalui internet (*email*) atau media sosial, seperti *WhatsApp*, *Facebook*, *Instagram* dan lainnya.

Pertukaran informasi sangatlah mudah dengan menggunakan internet sebagai penghubung antara pihak yang mengirim informasi ke pihak yang menerima informasi tersebut dalam hitungan

detik, apalagi dengan media sosial. Informasi tersebut bisa berisikan media teks, foto (citra digital), audio maupun video [1].

Semua proses pengiriman, kita tidak banyangkan tentang bagaimana cara gambar tersebut dikirimkan? Perlukah proses sebelum dan saat dikirimkan? Penelitian ini berusaha memberikan penjelasan dan juga mengusulkan bagaimana kompresi citra itu diperoleh dengan seoptimal mungkin atau diartikan seminimal mungkin ukuran filenya, sehingga proses pengiriman lebih efisien, baik waktu dan penggunaan paket datanya.

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi pada saat ini sangat memungkinkan manusia untuk melakukan pengiriman data dan informasi dengan cepat. Informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks saja, melainkan data dan informasi dapat juga berupa gambar, suara dan video yang lebih dikenal dengan multimedia. Pada era teknologi informasi ini manusia tidak dapat dipisahkan dengan multimedia. Dimana tukar menukar informasi berupa citra sangat dominan. Sehingga perlu diketahui bagaimana mendapatkan proses kompresi citra seoptimal mungkin. Prinsip umum yang digunakan pada proses kompresi citra adalah mengurangi duplikasi data pada citra sehingga memori yang dibutuhkan untuk merepresentasikan citra menjadi lebih sedikit daripada representasi citra semula atau yang tidak terkompresi [2].

Penelitian tentang kompresi citra telah banyak dilakukan, namun lebih mengutamakan membanding jenis citra atau menerapkan suatu metode kompresi, sebagaimana penelitian Aplikasi Kompresi Citra Dengan MatlabR2015a, dengan menggunakan Metode Discrete Cosine Transform (DCT) dan Kuantisasi. Pada penelitian ini sebatas menerapkan metode kompresi JPEG standard untuk pemampatan citra digital dan Menjabarkan secara garis besar proses kompresi JPEG dengan singkat dan jelas [3].

Penelitian lain tentang citra digital, biasanya penelitian tentang bagaimana suatu citra dilakukan segmentasi. Beberapa teknik segmentasi citra: Thresholding (global thresholding dan lokal adaptif thresholding), Connected Component Labelling, dan Segmentasi Berbasis Clustering (Iterasi, K-means, fuzzy C-means, SOM). Adapun orientasinya mengubah citra berwarna menjadi citra biner (hitam dan putih), yakni penekanannya bukan pada kompresi (pemampatan ukuran file), tapi pada kualitas citra [4]. Peneliti lainnya memfokuskan pada keamanan data, dengan mudahnya file untuk dibaca secara tidak langsung membuat kerahasiaan data menjadi rentan untuk diketahui orang yang tidak seharusnya, oleh karena itu diperlukan sebuah metode untuk melakukan kompresi dan enkripsi data. Disini peneliti lebih fokus pada kompresi dan enkripsi datanya [5].

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini menitik beratkan pada bagaimana mendapatkan ukuran file terkecil sebelum dikompresi, dengan melakukan transformasi rotasi, sehingga didapatkan kompresi yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan dan menganalisis suatu citra dengan transformasi rotasi terhadap struktur citra beraturan dan struktur citra tak beraturan sebelum dikompresi, sehingga didapatkan perbandingan pada besar derajat rotasi berapakah dari kedua citra data uji akan menghasilkan kompresi optimal menggunakan Teknik Kompresi Lossless, dengan menggunakan Metode Huffman. Hasil performansi berupa PNSR, MSE, Rasio Kompresi [6]. Maka untuk mencapai tujuan tersebut, langkah-langkah metodologi penelitian yang sebagaimana terlihat pada Gambar 1.

Berdasarkan fungsinya, metode kompresi dibagi menjadi dua yaitu Metode *Lossy* dan Metode *Lossless*. Metode *Lossless* adalah suatu metode pemampatan data tanpa menghilangkan data yang dimilikinya. Proses kompresi dapat dilakukan dengan mengganti suatu data dengan kode yang berukuran lebih ringkas. Data yang telah diganti dapat dikembalikan dengan ukuran

dan struktur yang sama persis dengan data asli melalui proses dekompresi. Teknik ini bersifat dua arah, karena untuk membaca data yang telah terkompresi diperlukan proses dekompresi. Berbeda dengan Algoritma *Lossy*, file hasil kompresi dengan Metode *Lossless* tak dapat dibaca tanpa melalui proses dekompresi. Teknik dekompresi ini bersifat spesial untuk satu teknik kompresi. Sehingga tidak mungkin file yang terkompresi oleh algoritma kompresi A dapat di dekompress dengan algoritma dekompress B. Tujuan utama dari metode lossless adalah menghasilkan file yang kecil namun tanpa sedikitpun mengurangi kualitas data tersebut. Hal ini sangat penting untuk data-data yang memerlukan keakuratan yang tinggi. Adapun Ciri-ciri dan Teknik Kompressi *Lossless* [3][7].

2.1 Ciri-Ciri Metode Kompresi *Lossless*

Adapun ciri-ciri dari metode kompresi *lossless* ini adalah :

- 1) Metode *lossless* menghasilkan data yang identik dengan data aslinya
- 2) Data tidak berubah atau hilang pada proses kompresi atau dekompres
- 3) Ratio kompresi (Rasio kompresi yaitu, ukuran file yang dikompresi dibanding yang tak terkompresi dari file) dengan metode ini sangat rendah
- 4) Menghilangkan perulangan karakter
- 5) Menghilangkan redundancy yang ada pada data, baik teks, citra, audio, maupun video.

2.2 Algoritma Metode Kompresi *Lossless*

Terdapat 2 teknik kompresi yang umum digunakan dalam kompersi data *lossless*, yakni :

- 1) Berdasarkan pada prinsip data yang sering muncul akan dikodekan dengan lebih sedikit bit. Contoh : *Huffman Coding*.
- 2) Berdasarkan pada permodelan statistic untuk data teks. Misalkan dengan membangun suatu kamus (*dictionary*) dari symbol-simbol yang sering muncul pada suatu blok dan kemudian hanya diacu (*reference*) dengan menggunakan pointer. Contoh : algoritma LZ (Lempel-ZIV).

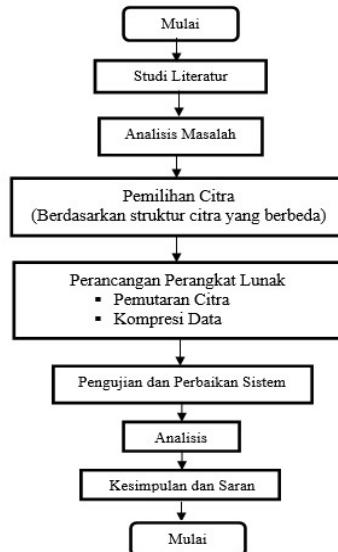
Pada penelitian ini aplikasi kompresi yang dibangun merupakan Teknik Kompresi *Lossless*, menggunakan Metode Huffman (*Huffman Coding*) yang memiliki tahapan [8] [9]

- (1) Suatu citra direpresentasikan dalam bentuk matriks berukuran $m \times n$, dimana setiap elemen atau piksel dari suatu citra digital dikodekan dengan 8 bit warna (setiap angka dari 0 sampai 7 yang mencerminkan derajat keabuan),
- (2) Bentuk vektor dari data citra yang berupa matriks baris berukuran $(1 \times mn)$, sehingga diperoleh jumlah piksel = mn .
- (3) Hitung peluang kemunculan tiap elemen vektor yang sama.
- (4) Buat simpul pohon biner.
- (5) Bentuk pohon Biner Huffman, sehingga diperoleh Kode Huffman dari setiap elemen vektor yang sama.
- (6) Konversi data dari setiap elemen vektor menjadi sederetan Kode Huffman.
- (7) Hitung ukuran citra sebelum dan sesudah kompresi, rasio kompresi, dan lainnya sebagai berikut :
 - o Ukuran Citra sebelum kompresi $\rightarrow (m \times n) \text{ piksel} \times 8 \text{ bit}$, dimana $m = \text{jumlah baris}$ dan $n = \text{jumlah kolom}$ dari matriks citra digital
 - o Ukuran citra setelah kompresi $\rightarrow (\text{jumlah_bit_ke-1} \times \text{nilai_bit_sesuai_kode Huffman}) + (\text{jumlah_bit_ke-2} \times \text{nilai_bit_sesuai_kode Huffman}) + \dots$

- Rasio kompresi (%) = $\{1 - (\text{Ukuran setelah kompresi}) / (\text{Ukuran sebelum kompresi})\} \times 100\%$

2.3 Kerangka Kerja

Pada tahapan penelitian mendapatkan kompresi optimal ini, dilakukan dalam beberapa tahapan sebagaimana direpresentasikan melalui gambar berikut:



Gambar 1. Diagram Kerangka Kerja

2.4 Hipotesis

Citra digital terdiri atas titik piksel yang nilainya bergantung pada warna (R,G,B). Disisi lain metode kompresi sangat tegantung dengan nilai titik piksel tersebut. Sejalan dengan perhitungan matriks, baik determinan, invers atau rank, maka permutaran citra menyebabkan perubahan nilai titik-titik piksel yang mengakibatkan perubahan nilai kompresi. Dengan melakukan permutaran citra, maka diharapkan dapat diperoleh nilai persentase kompresi yang optimal. Titik-titik piksel tergantung dari komposisi warna citra, karenanya citra yang diambil memiliki struktur warna yang berbeda, yaitu pertama citra yang terdiri atas komposisi warna yang beraturan, sedangkan lainnya dengan komposisi warna yang tidak beraturan. Dengan transformasi rotasi, akan ada perubahan kombinasi warna pada citra uji yang juga dengan perubahan akibat transformasi tersebut ada diantaranya menghasilkan ukuran file yang lebih kecil dari aslinya.

2.5 Perancangan Perangkat Lunak

Guna dapat mengimplementasikan penelitian ini, maka perlu dirancang dua aplikasi yaitu pertama memproses masukan berupa citra dengan posisi NOL derajat diubah menjadi posisi X derajat, lalu output citra hasil pemutaran X derajat, diinputkan ke aplikasi kompresi data yang hasilnya berupa Ukuran Citra (kB), PNSR, MSE dan Prosentase Kompresi (%). Hasil kedu perangkat lunak , yaitu perangkat lunak yang dapat menghasilkan citra asli menjadi citra dengan posisi pemutaran objek dalam (derajat), yaitu 45, 90, 180, 225 dan 270.

2.5.1 Perancangan Sistem Pemutar Citra

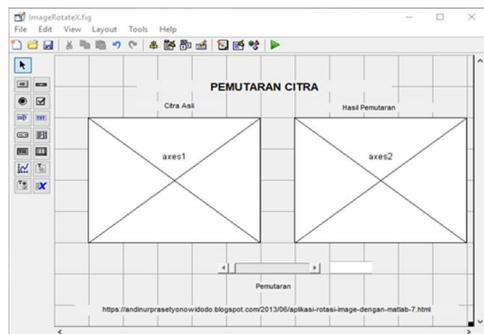
Perancangan sistem pemutar menggunakan Graphical User Interface (GUI) MatLab dengan versi R2015a [10]. Input berupa citra, dengan proses memutar citra sesuai yang kita tentukan. Adapun perputaran dilakukan dengan melawan arah jarum jam sebesar (dalam derajat): 45, 90, 225 dan 270. Hasil perputaran ini akan dilihat pada perputaran berapa derajat kompresi optimal akan didapatkan? Kondisi ini akan dibandingkan antara citra dengan struktur beraturan atau tidak beraturan.

Citra beraturan, yaitu suatu citra yang jika dilakukan perputaran bentuknya tetap, namun komposisi warnanya yang berubah (diambil citra dengan warna yang tersusun empat warna, yakni Merah, Kuning, Hijau dan Biru. Untuk citra beraturan ini akan diteliti, apakah dengan bentuk sama dan komposisi warna berbeda, akan diperoleh kompresi optimal? Sedangkan untuk citra yang tidak beraturan, tentunya yang diinginkan, pada struktur bentuk dan posisi berapa derajatkah akan diperoleh kompresi optimal? Adapun rancangan aplikasi perputaran citra, dapat dilihat pada Gambar 2 (1).

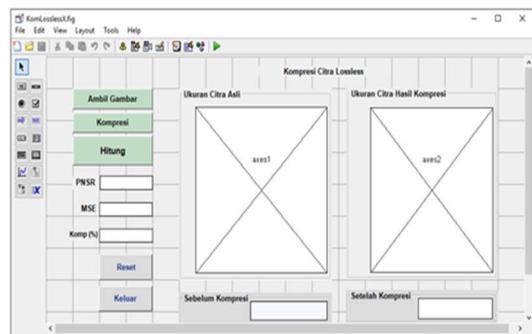
i. Perancangan Sistem Kompresi Data

Sama seperti perancangan sistem pemutar, sistem kompresi menggunakan Graphical User Interface (GUI) MatLab dengan versi R2015a [10]. Input berupa citra hasil pemutaran X derajat, dengan proses memutar citra sesuai yang kita tentukan. Pada tahap ini beberapa citra hasil pemutaran akan dihitung nilai kompresinya juga nilai PNSR, MSE dan Rasio Kompresi.

Proses kompresi dengan beberapa citra hasil pemutaran, nantinya akan dibanding hasil kompresinya dari setiap citra hasil pemutaran, sehingga dapat diperoleh citra dengan putaran berapa derajat yang menghasilkan kompresi yang optimal. Yang dimaksudkan kompresi optimal adalah kompresi dengan nilai ukuran byte dari file citra tersebut memiliki selisih yang sebesarnya antara ukuran byte file asli dengan ukuran byte file hasil kompresi. Hal ini ditunjukkan dengan besarnya nilai persen dari kompresi. Kemudian juga akan dibandingkan nilai kompresi antara citra dengan tipe beraturan dan tipe citra tidak beraturan. Diharapkan hasilnya akan dapat memberikan jawaban, apakah nilai kompresi berubah lebih dominan dikarenakan pemutaran citra atau karena perubahan komposisi warna.



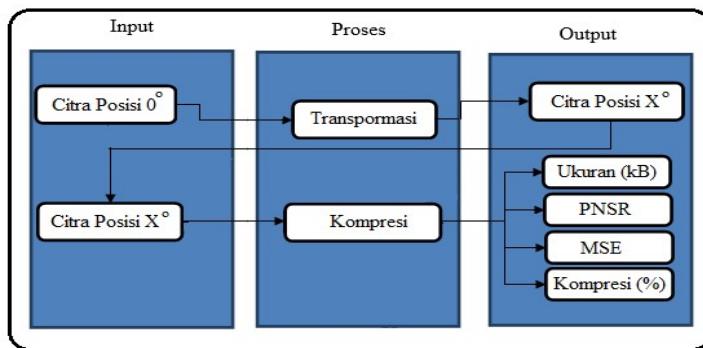
Gambar 2. (1). Desain Aplikasi Pemutar Citra



(2) Desain Aplikasi Kompresi Citra

2.6 Diagram Blok Sistem

Pada penelitian ini terlebih dahulu melakukan perancangan blok diagram dari keseluruhan sistem yang akan dibangun seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

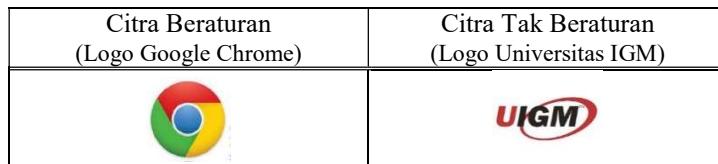
Diagram blok system dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Citra asli dengan posisi nol derajat diinputkan pada aplikasi pemutaran citra, lalu ditentukan derajat putarnya dengan menekan tombol scrollbar dan hasilnya disimpan dan diberi indeks sesuai besarnya derajat putar.
- Citra berindeks sesuai derajat putarnya, lalu diinputkan ke aplikasi kompresi citra (Metode Lossless) untuk mendapat hasil tentang Ukuran File (kB), PNSR, MSE dan Rasio Kompresi (%).
- Untuk mendapatkan kompresi yang optimal, maka langkah 1 dan 2 diulangi sesuai dengan banyak citra yang diuji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data dan Tahapan Pengujian

Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra beraturan dan data citra tidak beraturan. Yang dimaksud data citra beraturan dalam penelitian ini adalah citra yang memiliki sifat, jika dilakukan pemutaran, maka bentuk citranya tetap dan yang berubah hanya komposisi warnanya. Sedangkan citra tidak beraturan adalah citra yang memiliki sifat, jika dilakukan perputaran bentuk citranya berubah, begitupun komposisi warnanya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Citra Uji dengan Resolusi 150 x 150 Piksel

Data citra beraturan pada penelitian ini adalah logo dari Google Chrome dan data Citra Tak Beraturan adalah logo dari Universitas Indo Global Mandiri.

3.2 Hasil Pemutaran Citra

Pemutaran Citra diperoleh menggunakan aplikasi pemutaran citra yang berdasarkan konsep transformasi citra digital, bertujuan untuk mendapatkan beberapa citra hasil pemutaran dengan derajat pemutaran sebesar 45, 90, 180, 225 dan 270. Hasil pemutaran sebesar 180 derajat untuk citra beraturan dan pemutaran 225 derajat untuk citra tidak beraturan ditunjukkan pada Gambar 5. Adapun hasil keseluruhan dari pemutaran citra beraturan dan citra tidak beraturan ditunjukkan pada Tabel 1.

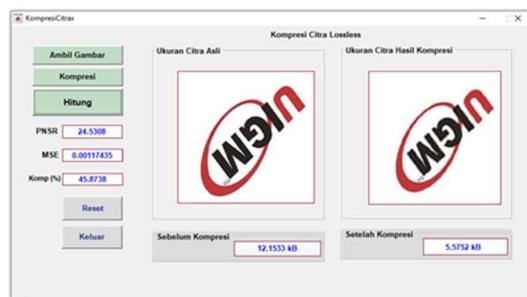
3.3 Hasil Kompresi Berdasarkan Derajat Perputaran

Dengan menggunakan aplikasi kompresi Citra dengan Menggunakan Metode Lossless yang bertujuan untuk mendapatkan ukuran file (kB), PNSR, MSE dan Rasio Kompresi (%) dari beberapa citra hasil pemutaran dengan derajat pemutaran sebesar 45, 90, 180, 225 dan 270. Berikut ditunjukkan hasil perhitungan kompresi dan variable pengikutnya untuk citra tak beraturan hasil pemutaran 225 derajat, dapat dilihat pada Gambar 5.

Aplikasi Kompresi Citra memberikan hasil berupa informasi tentang ukuran citra sebelum dan sesudah kompresi, Nilai PNSR, Nilai MSE dan Rasio Kompresi. Ada dua variable pengukuran yang dapat dilihat sebagai indikator optimal, yaitu bisa kita lihat dari ukuran citra terkecil setelah kompresi dari semua pemutaran citra, dimulai dari citra asli, lalu pemutaran 45, 90, 180, 225 dan 270 derajat.



Gambar 5. (1). Aplikasi Pemutaran Citra



(2) Aplikasi Kompresi Citra

Hal lain yang dapat dianalisis adalah tentang dua tipe citra uji. Didasarkan pada konsep matriks, maka citra tak beraturan kecendrungan akan menghasilkan ukuran citra hasil kompresi yang lebih kecil, karena pada posisi sekian derajat, akan memiliki bentuk yang menghasilkan nilai titik-titik piksel yang kecil, tentunya akan menghasilkan ukuran citra yang lebih kecil juga.

Sebelum dilakukan analisis lebih lanjut, berikut diberikan hasil perhitungan kompresi citra beserta variable pengikutnya, sebagaimana ditunjukkan pada Table 1 berikut.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Kompresi Citra Beraturan

No.	Variabel Pengukuran Kompresi	Perputaran Citra Beraturan (derajat)					
		Asal	45	90	180	225	270
1.	Sebelum (kB)	16,6611	12,1494	11,6494	11,7578	12,2627	11,9180
2.	Setelah (kB)	6,1553	5,9023	5,8682	5,8975	5,9268	5,9238
3.	Rasio Komp (%)	36,94	48,58	50,37	50,16	48,33	49,71
4.	PNSR	25,96	26,67	26,53	26,55	26,58	26,51
5.	MSE	0,00084	0,00073	0,00074	0,00074	0,00073	0,00074

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Kompresi Citra Tak Beraturan

No.	Variabel Pengukuran Kompresi	Perputaran Citra Beraturan (Derajat)					
		Asal	45	90	180	225	270
1.	Sebelum (kB)	12,9287	12,1221	10,7041	10,6523	12,1533	11,6250
2.	Setelah (kB)	5,4219	5,6064	5,1816	5,2236	5,5752	5,3936
3.	Rasio Komp (%)	41,94	46,25	48,408	49,04	45,87	46,39
4.	PNSR	23,71	24,44	24,93	24,90	24,53	23,82
5.	MSE	0,00142	0,00119	0,00107	0,00107	0,00117	0,00138

5.2 Analisis

Hasil pengukuran kompresi citra, terlihat pada Tabel 1 bahwa untuk perputaran citra beraturan sebesar 90 derajat, nilai ukuran file 11,6494 kB yang merupakan ukuran terkecil dari perputaran citra lainnya. Juga menghasilkan ukuran file setelah kompresi sebesar 5,8682 kB, sehingga menghasilkan rasio kompresi sebesar 50,37 %. Dapat diambil kesimpulan bahwa untuk Kasus Citra Beraturan (Kasus Citra Logo Google Chrome) untuk mendapatkan kompresi optimalnya adalah dengan melakukan perputaran dari citra asal sebesar 90 derajat.

Pada kasus pengukuran kompresi citra untuk Citra Tak Beraturan (Kasus Logo Universitas Indo Global Mandiri), terlihat pada Tabel 2 bahwa untuk perputaran citra beraturan sebesar 180 derajat, nilai ukuran file 10,6523 kB yang merupakan ukuran terkecil dari perputaran citra lainnya. Juga menghasilkan ukuran file setelah kompresi sebesar 5,2236 kB, sehingga menghasilkan rasio kompresi sebesar 49,04 %. Dapat diambil kesimpulan untuk Kasus Citra Tak Beraturan (Kasus Citra Logo Universitas IGM) untuk mendapatkan kompresi optimalnya adalah dengan melakukan perputaran dari citra asal sebesar 180 derajat.

Untuk menganalisis lebih lanjut kedua kasus diatas, maka kita kembali kepada metode perhitungan kompresi yang digunakan, yaitu Metode Huffman (Lihat Poin 2.2), dimana untuk mengukur suatu citra, diawali dengan nilai piksel atau nilai elemen pada titik-titik citra. Nilai piksel ini sangat dipengaruhi komposisi warna dari citra uji atau derajat keabuan dari suatu citra, sehingga proses transformasi hanya merubah komposisi warna citra uji. Dengan proses transformasi rotasi ini komposisi warna citra uji ini tentunya berubah dan dengan perubahan ini diharapkan dapat menghasilkan nilai pada tiap-tiap titik piksel melalui perhitungan kompresi akan menghasilkan ukuran file yang lebih kecil.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari hasil pengukuran kompresi dari berbagai posisi citra beraturan dan citra tak beraturan, dapat disimpulkan :

1. Guna mendapatkan kompresi yang optimal, dengan kasus citra beraturan Logo Google Chrome perlu dilakukan perputaran citra asal (16,6611 kB) sebesar 90 derajat, diperoleh ukuran file sebesar 11,6494 kB yang lebih kecil sebesar 5,0117 kB, dengan rasio perbandingan citra asal dibandingkan citra setelah perputaran sebesar 0,69. Semakin kecil rasio, semakin baik, karena dengan perputaran citra asal menghasilkan ukuran file yang sebelum dikompresi semakin kecil.
2. Pada kasus citra tak beraturan (Logo Universitas IGM), perlu dilakukan perputaran citra asal (12,9287 kB) sebesar 180 derajat, sehingga diperoleh ukuran file sebesar 10,6523 kB yang lebih kecil sebesar 2,2764 kB, dengan rasio perbandingan citra asal dibandingkan citra setelah

perputaran sebesar 0,82. Semakin kecil rasio, semakin baik, karena dengan perputaran citra asal menghasilkan ukuran file yang sebelum dikompresi semakin kecil.

3. Besar kecilnya hasil kompresi dari suatu citra digital sangat dipengaruhi oleh perubahan komposisi warna. Proses transformasi rotasi (perputaran) merupakan upaya untuk merubah komposisi warna dari citra uji, yang mana akibat perubahan komposisi warna tersebut akan merubah nilai titik-titik piksel, sehingga akan merubah nilai jumlah vektor yang tersusun dari matriks piksel citra uji tersebut. Dengan perubahan ini, tentunya juga akan menghasilkan ukuran file yang berbeda dan untuk mendapatkan yang terkecil (optimal) perlu dilakukan beberapa perputaran.

4. Pemilihan Metode Huffman yang termasuk Teknik Kompresi Lossless (menghasilkan data yang identik dengan data aslinya) mudah diterapkan untuk menghitung kompresi citra digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dekan Fasilkom Universitas IGM Bapak Dr. Juhaini Alie, M.M., dan Kepala LLPM Universitas IGM Ibu Tertiaavini, M.Kom yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama tahapan penelitian sampai dituangkan dalam bentuk artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldo and L. Hakim, "Implementasi Steganografi Pada Citra Digital dan Kriptografi Algoritma Hill Cipher Untuk Pengamanan Informasi Berupa Text," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, vol. V, no. 1, pp. 6–17, 2018.
- [2] V. Lusiana, "Teknik Kompresi Citra Digital untuk Penyimpanan File menggunakan Format Data XML," *Teknologi Informasi DINAMIK*, vol. 19, no. 2, pp. 112–119, 2014.
- [3] A. Rosadi, S. Informasi, and S. J. Sti, "Aplikasi Kompresi Citra Dengan Matlab R2015a Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform (DCT) dan Kuantisasi," *Jurnal Ilmiah Komputasi*, vol. 17, no. 1, pp. 21–34, 2018, doi: 10.32409/jikstik.17.1.2339.
- [4] N. Nafi'iyah, "Algoritma Kohonen dalam Mengubah Citra Graylevel Menjadi Citra Biner," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, vol. 9, no. 2, pp. 49–55, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.stmikasia.ac.id/index.php/jitika/article/view/125>.
- [5] S. M.Kom., "Analisis Enkripsi Citra Digital Menggunakan Algoritma Logistic Map Dengan Algoritma Kompresi Lampel-Ziv-Welch (Lzw)," *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan)*, vol. 1, no. 2, pp. 95–99, 2017, doi: 10.30743/infotekjar.v1i2.69.
- [6] P. Studi, I. Komputer, P. Pascasarjana, and U. P. Ganesha, "Steganografi Berdasarkan Metode Least Significant Bit (Lsb)," *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia (JIKI)*, no. 1, pp. 34–40, 2019.
- [7] B. D. Raharja and P. Harsadi, "Implementasi Kompresi Citra Digital Dengan Mengatur Kualitas Citra Digital," *Jurnal Ilmiah SINUS*, vol. 16, no. 2, pp. 53–58, 2018, doi: 10.30646/sinus.v16i2.363.
- [8] E. Prayoga and K. M. Suryaningrum, "Implementasi Algoritma Huffman Dan Run Length Encoding Pada Aplikasi Kompresi Berbasis Web," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, vol. IV, no. 2, pp. 92–101, 2018.
- [9] A. Pahdi and S. Banjarbaru, "Algoritma Huffman Dalam Pemampatan Dan Enkripsi Data," *Ijns.org Indonesian Journal on Networking and Security*, vol. 6, 2017.

- [10] J. P. I. William, *Introduction to MatLab for Engineers*. Rhode Island: Mc Graw Hill, 2011.