

Pemilihan Algoritma Kompresi Optimal Untuk Citra Digital Bitmap

Santi Ika Murpratiwi¹, I Made Oka Widyantara²

Abstract— Citra bitmap biasanya memiliki ukuran citra yang relative besar. Hal ini mempengaruhi proses transmisi data dan membutuhkan tempat penyimpanan yang besar. Untuk memecahkan masalah tersebut dibutuhkan sebuah teknik reduksi citra untuk memampatkan ukuran citra dengan tetap menjaga kualitasnya. Dalam penelitian ini akan membandingkan beberapa algoritma kompresi *lossy* untuk menemukan satu metode optimal yang cocok untuk citra digital bitmap. Algoritma kompresi yang akan dibandingkan adalah Absolute Moment Block Truncation Coding (AMBTC), Joint Photographic Experts (JPEG), dan *Non-Negative Matrix Factorization* (NMF). Proses perbandingan dilakukan dengan menghitung rasio kompresi, Mean Square Error (MSE), and Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) untuk mengetahui ukuran hasil kompresi dan kualitas citra hasil kompresi. Hasilnya adalah rasio kompresi rata-rata untuk AMBTC adalah 7.32%, JPEG 1698.3%, dan NMF 8.32%. Nilai rata-rata MSE untuk kompresi AMBTC adalah 36.92, kompresi JPEG adalah 54.50 dan untuk NMF adalah 194.54. Sedangkan untuk nilai PSNR

Intisari— Citra bitmap biasanya memiliki ukuran citra yang relative besar. Hal ini mempengaruhi proses transmisi data dan membutuhkan tempat penyimpanan yang besar. Untuk memecahkan masalah tersebut dibutuhkan sebuah teknik reduksi citra untuk memampatkan ukuran citra dengan tetap menjaga kualitasnya. Dalam penelitian ini akan membandingkan beberapa algoritma kompresi *lossy* untuk menemukan satu metode optimal yang cocok untuk citra digital bitmap. Algoritma kompresi yang akan dibandingkan adalah Absolute Moment Block Truncation Coding (AMBTC), Joint Photographic Experts (JPEG), dan *Non-Negative Matrix Factorization* (NMF). Proses perbandingan dilakukan dengan menghitung rasio kompresi, Mean Square Error (MSE), and Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) untuk mengetahui ukuran hasil kompresi dan kualitas citra hasil kompresi. Hasilnya adalah rasio kompresi rata-rata untuk AMBTC adalah 7.32%, JPEG 1698.3%, dan NMF 8.32%. Nilai rata-rata MSE untuk kompresi AMBTC adalah 36.92, kompresi JPEG adalah 54.50 dan untuk NMF adalah 194.54. Sedangkan untuk nilai PSNR yaitu 30.15 db untuk AMBTC, 31.79 db untuk JPEG, dan 25.99 db untuk NMF. Dari hasil tersebut algoritma optimal yang dapat digunakan untuk kompresi citra bitmap adalah AMBTC karena AMBTC memiliki rasio kompresi dan kualitas citra hasil kompresi terbaik.

Kata Kunci— citra bitmap, AMBTC, JPEG, NMF, rasio kompresi, PSNR, MSE

^{1,2}Magister Teknik Elektro Universitas Udayana, Kampus Sudirman, Denpasar, telp: 0361-239559; fax: 0361-239559; e-mail: ¹santiikamurpratiwi@student.unud.ac.id, ²oka.widyantara@unud.ac.id

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia desain digital, citra direpresentasikan dalam dua jenis yaitu citra vektor dan citra bitmap. Citra vector merupakan citra yang ditampilkan menggunakan definisi matematis komputer. Grafis vector banyak digunakan oleh aplikasi editing gambar seperti *Adobe Illustrator*, *CorelDRAW*, *Corel Exchange*, dan *Flash*. Grafis vector banyak digunakan untuk membuat logo dan gambar yang memiliki detail tinggi karena citra vector tidak bergantung pada ukuran dan scalable. Sedangkan citra *bitmap* merupakan citra yang di dalamnya terdapat kotak/grid yang menyimpan piksel. Citra *bitmap* memiliki resolusi tetap dan apabila resolusi diubah akan mempengaruhi kualitas citra. Citra yang menggunakan data *bitmap* memiliki bobot file yang besar karena terdiri dari ragam warna yang tersimpan dimasing-masing pikselnya. Contoh format file citra *bitmap* adalah *BMP*, *GIF*, *JPEG*, *JPG*, *PNG*, *TIFF*, dan *PSD*.

Ukuran citra *bitmap* yang besar akan mempengaruhi proses transmisi atau pengiriman citra tersebut melalui jaringan komputer. Seperti contoh citra *bitmap* 24-bit berdimensi 1024 x 768 piksel membutuhkan memori penyimpanan sekitar 2 Mb. Sehingga semakin besar ukuran suatu citra maka kecepatan transmisinya juga semakin lambat dan membutuhkan memori penyimpanan yang besar. Oleh karena itu, saat ini telah dikembangkan banyak teknik untuk mereduksi ukuran citra digital tersebut dengan mengurangi tingkat redundansi datanya yang disebut kompresi. Melalui kompresi dengan algoritma yang tepat dapat mengubah ukuran citra dengan sedikit perubahan kualitas citra tanpa menghilangkan informasi di dalamnya.

Terdapat dua jenis kompresi citra yaitu *lossless* dan *lossy compression*. Kompresi *lossless* adalah kompresi yang citra hasil kompresinya identik dengan citra aslinya sedangkan *lossy* kompresi adalah citra digital hasil kompresi tidak identik dengan citra asli karena terdapat informasi yang hilang saat proses kompres-dekompresi.

Banyak penelitian yang telah membahas tentang kompresi *lossless* dan *lossy*. Banyak algoritma yang telah diciptakan untuk membantu proses kompresi seperti DCT, Huffman, Wavelete, RLE, JPEG, AMBTC, NMF, dan lain-lain. Masing-masing algoritma memiliki kelebihan dan kekurangan sendiri tergantung citra *sample* yang digunakan untuk kompresi. Selain itu dimensional citra juga berpengaruh terhadap kualitas hasil kompresi.

Dalam penelitian ini akan membahas tentang pemilihan algoritma optimal untuk kompresi pada citra *bitmap*. Citra yang digunakan sebagai inputan/bahan untuk kompresi adalah citra berformat BMP. Sedangkan algoritma yang dipilih dalam penelitian ini adalah Absolute Moment Block Truncation Coding (AMBTC), JPEG, dan *Non-Negative Matrix Factorization*.

Citra BMP dengan ukuran dimensional yang berbeda akan dilakukan kompresi dengan ketiga algoritma tersebut dan dilakukan analisa hasil kompresi dengan menghitung rasio kompresi, *Signal to Noise Ratio (SNR)*, *Mean Squared Error (MSE)*, dan *PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)*. Dari perbandingan beberapa algoritma tersebut diharapkan dapat diambil kesimpulan untuk menentukan format citra mana yang mempunyai algoritma paling optimal untuk kompresi citra *bitmap*.

II. STUDI LITERATURE

A. Literature Review

Kompresi citra diperlukan untuk membantu dalam proses transmisi citra-citra dengan ukuran yang relative besar. Salah satu citra yang memiliki ukuran yang besar adalah citra *bitmap*. Algoritma kompresi citra berlomba-lomba untuk menciptakan sebuah cara menjaga kualitas citra setelah dilakukan redudansi melalui kompresi. Salah satu adalah tentang kompresi citra yang dilakukan untuk citra *Bitmap*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Dimas Aryo (2012) membahas tentang perbandingan rasio kompresi pada kompresi citra digital *bitmap* menggunakan kombinasi metode *Discrete Cosine Transform (DCT)* dan *arithmetic coding* dengan berbagai dimensi citra sumber [1]. Penelitian tersebut menjadi acuan untuk mengembangkan pemilihan algoritma kompresi lainnya yang dapat digunakan pada citra digital *bitmap* dalam penelitian ini.

Penelitian yang membahas algoritma NMF untuk kompresi citra dilakukan oleh Srilakmi (2013). Penelitian tersebut membahas tentang penggunaan metode *Non-Negative Matrix Factorization* untuk image kompresi [2]. *Non-Negative Matrix Factorization* atau biasa disingkat NMF memiliki tingkat akurasi yang tinggi yaitu 94% [3]. Tingkat akurasi tersebut didapatkan dari penelitian tentang implementasi algoritma NMF pada kompresi dan pengenalan citra wajah. NMF juga pernah dibahas dalam penelitian yang dilakukan oleh Daniel, dkk yang berjudul *Algorithm for NMF* [4]. Dalam penelitian tersebut dijelaskan tentang alur dan sistem kerja dari algoritma NMF.

Kompresi citra JPEG merupakan kompresi yang standard yang banyak digunakan untuk transmisi file citra dalam sebuah jaringan [5]. Kompresi JPEG saat ini sudah memiliki beberapa versi dengan kelebihan masing-masing. Kompresi JPEG banyak digunakan untuk kompresi citra yang tidak membutuhkan detail terlalu bagus. Algoritma JPEG banyak digabungkan dengan algoritma lainnya seperti *Adaptive Human Coding (AHC)* [5] dan *Fuzzy C-Means* pada kompresi citra berbasis entropi [6]. Hasilnya menunjukkan bahwa kompresi JPEG standard harus digabungkan dengan metode lainnya untuk mendapatkan citra hasil kompresi yang mendekati citra asli.

Selanjutnya adalah kompresi citra dengan algoritma *Absolute Moment Block Truncating Coding (AMBTC)* yang banyak diterapkan untuk kompresi citra medis [7]. Aplikasi kompresi untuk image true color dengan metode AMBTC

sudah dilakukan sejak 1984 [8]. Kompresi ini dinilai memiliki tingkat akurasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan BTC dan AMBTC juga cepat dalam melakukan kompresi [9]. AMBTC banyak dibandingkan dengan algoritma kompresi lain seperti *Fast Wavelet Transform (FWT)* [7] dan *Discrete Wavelet Transform (DWT)* [10], hasilnya AMBTC memiliki tingkat akurasi yang tinggi dilihat dari nilai MSE dan PSNR yang didapatkan.

Dengan melihat penelitian-penelitian sebelumnya maka dalam penelitian ini memilih untuk menggunakan algoritma kompresi *Absolute Moment Block Truncation Coding (AMBTC)*, *JPEG*, dan *Non-Negative Matrix Factorization (NMF)*.

B. Citra Digital

Citra didefinisikan sebagai fungsi kontinu dua dimensi $f(x,y)$, x dan y merupakan koordinat spasial dan setiap nilai $f(x,y)$ merupakan intensitas atau derajat keabuan (*gray level*) citra pada koordinat (x,y) . Jika $f(x,y)$ diskrit, maka dinamakan citra digital. Citra digital tersusun atas sejumlah elemen yang disebut pixel (*Picture Element*). Satu piksel berarti satu titik dalam citra. Nilai setiap piksel merupakan kuantisasi nilai intensitas cahaya atau derajat keabuan pada setiap titik. Dengan demikian, suatu citra digital dapat dipandang sebagai sebuah matriks 2 dimensi yang elemen-elemennya menunjukkan cahaya terkuantisasi.

Ada dua jenis citra digital yang sering digunakan yaitu citra digital *bitmap* dan citra digital *vector*. Citra digital *bitmap* disimpan sebagai *array* yang berisi nilai piksel, sedangkan citra digital *vector* disimpan sebagai deskripsi matematis komponen penyusunnya seperti titik, garis, kurva, dan bidang.

C. Teknik Kompresi Citra

Teknik kompresi citra dibagi menjadi dua jenis antara lain berugi (*lossy*) dan tak berugi (*lossless*). Teknik kompresi berugi merubah detail dan warna sebuah berkas citra menjadi lebih sederhana dan kapaistas berkas menjadi lebih kecil tanpa terlihat perbedaan yang mencolok dari pandangan manusia. Teknik kompresi tak berugi, dari sisi yang lain adalah teknik kompresi yang tidak pernah menghilangkan semua informasi dari sebuah berkas citra yang asli, tetapi hanya mewakili beberapa informasi yang sama.

D. Absolute Moment Block Truncation (AMBTC)

Absolute Moment Block Truncation (AMBTC) merupakan sebuah metode kompresi citra yang bersifat *lossy*. Artinya, ketika sebuah citra dikompres menggunakan AMBTC, maka akan ada data yang hilang. AMBTC menggunakan teknik *block-based image coding* dan hanya memerlukan memory yang sedikit dan perhitungan yang sederhana.

Proses AMBTC adalah sebagai berikut :

- Langkah pertama dari proses AMBTC adalah dengan membagi citra inputan ke dalam blok-blok kecil berbentuk persegi dengan ukuran $n \times n$ piksel yang tidak saling overlap.



- b. Langkah kedua adalah mencari nilai rata-rata dan standard deviasi dari masing masing yang berukuran $n \times n$ piksel.
- c. Langkah ketiga adalah melakukan perubahan pada nilai pixel dalam tiap blok. jika nilai piksel lebih kecil dari rata-rata, maka nilai 0. Dan jika nilai piksel lebih besar dari rata-rata blok tersebut maka nilai piksel direpresentasikan dengan nilai 1.
- d. Langkah keempat adalah menentukan nilai pengganti untuk proses dekomposisi. Untuk menentukan nilai pengganti dapat menggunakan persamaan (1) dan (2) berikut ini.

$$a = \bar{X} - \sigma \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (1)$$

$$b = \bar{X} + \sigma \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (2)$$

AMBTC merupakan teknik pengembangan dari BTC yang menggunakan *absolute moment*. Setiap blok dihitung dengan menggunakan persamaan (3) dan (4) sebagai berikut.

$$g1 = \frac{1}{p} \sum X_i, X_i < X_{th} \quad (3)$$

$$g2 = \frac{1}{q} \sum X_i, X_i < X_{th} \quad (4)$$

Persamaan $g1$ digunakan untuk merekonstruksi bit yang bernilai 0, yaitu nilai yang menggantikan nilai *reconstruction level a*. Sedangkan $g2$ digunakan untuk merekonstruksi bit yang bernilai 1, yaitu nilai yang menggantikan nilai *reconstruction level b*.

E. JPEG

Joint-Photographic Experts Group (JPEG) adalah sebuah kelompok yang merancang sebuah Algoritma kompresi citra *lossy*. JPEG lebih dikenal secara umum sebagai salah satu format ekstensi penyimpanan citra (“.jpg”). Tujuan utama dari kompresi JPEG sederhana, yaitu untuk menyimpan data yang digunakan dalam representasi digital dengan ukuran sekecil mungkin dengan tetap mempertahankan detail visualnya [6]. JPEG bekerja dengan cara merubah citra spasial dan merepresentasikannya ke dalam pemetaan frekuensi dengan bantuan *Discrete Cosine Transform* (DCT).

F. Non-Negative Matrix Factorization (NMF)

Non-Negative Matrix Factorization (NMF) memberikan *non-negative matrix V* untuk menghasilkan non-matrix factor W dan H seperti persamaan (5) berikut ini.

$$V \approx WH \quad (5)$$

NMF dapat diimplementasikan untuk analisa statistik dengan multivariasi data dengan aturan. Membuat satu set multivariasi data dalam n -dimensional data vector, data vector ditempatkan di dalam matriks V dengan ukuran $n \times m$, dimana m adalah angka dari contoh data set. Matriks V akan

difaktorisasi menjadi matriks W dengan ukuran $n \times r$ dan matriks H dengan ukuran $r \times m$. Kadang-kadang nilai r lebih kecil dari n atau m , dengan demikian matriks W dan H lebih kecil dari matriks aslinya yaitu matriks V .

Algoritma NMF ini sangat mudah diimplementasikan dan hasilnya hampir mendekati sempurna untuk jenis kompresi *lossy*.

G. Pengukuran Kinerja Kompresi Citra

Pengukuran kinerja kompresi citra dilakukan dengan menghitung rasio kompresi, SNR, MSE, dan PNSR. Berikut ini merupakan penjelasan dari pengukuran kinerja kompresi tersebut.

1. Rasio Kompresi

Pada penelitian ini digunakan rasio kompresi sebagai salah satu parameter pengukuran kinerja dari pemampatan yang telah dibuat. Rasio kompresi ini bertujuan untuk membandingkan ukuran citra asli sebelum kompresi terhadap citra hasil dari proses kompresi. Adapun rumus rasio kompresi ditunjukkan pada persamaan (6).

$$\text{Rasio Kompresi} = \frac{x'}{x} \quad (6)$$

Dengan

x' = ukuran citra hasil kompresi

x = ukuran citra asli (sebelum dikompresi)

Dari persamaan (6) dapat diambil kesimpulan bahwa semakin kecil ukuran citra hasil kompresi maka semakin kecil rasio kompresi yang diperoleh.

2. Pengukuran Kualitas Citra Hasil Kompresi

Pengukuran kualitas citra dapat dilakukan dengan menghitung *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR).

a. Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra hasil kompresi. MSE menunjukkan kuadrat rata-rata selisih nilai piksel citra rekonstruksi dengan citra sumber. Semakin kecil nilai MSE maka kualitas citra hasil kompresi juga baik. Pada persamaan (7) berikut ini merupakan rumus untuk menghitung MSE.

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2 \quad (7)$$

dimana,

P_i = Citra digital hasil rekonstruksi

Q_i = Citra digital sumber

i = 1,2,3,4, ..., N

b. Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

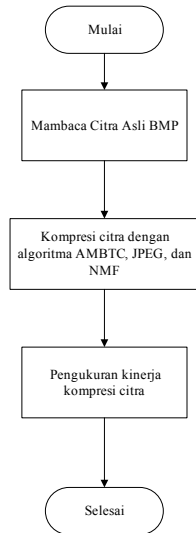
Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) merupakan perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR memiliki satuan *decibel* (db). PSNR digunakan untuk mengetahui kualitas citra sebelum dan sesudah kompresi. Nilai PSNR bergantung dengan nilai MSE.

Semakin besar nilai PSNR, maka kualitas citra hasil kompresi juga semakin baik. Jika $MSE = 0$, maka $PSNR = \infty$. Pada persamaan (8) berikut ini adalah rumus untuk menghitung PSNR.

$$PSNR = 20 \log_{10} \frac{\max_i |P_i|}{\sigma^2} \quad (8)$$

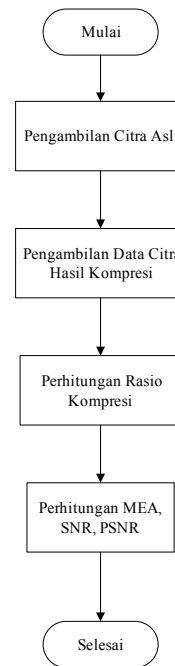
III. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu tahapan kompresi dan tahapan pengukuran kinerja. Pada Gambar 1 berikut ini merupakan tahapan kompresi.



Gambar 1. Tahapan Kompresi Citra

Kompresi citra dimulai dengan membaca citra asli yang berformat BMP yang akan dijadikan bahan untuk proses kompresi. Setelah citra diinputkan akan dilakukan kompresi menggunakan metode AMBTC, JPEG, dan NMF. Proses terakhir adalah mengukur kinerja kompresi citra dengan menghitung nilai *Signal to Noise Ratio (SNR)*, *Mean Squared Error (MSE)*, dan *PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)*. Pada Gambar 2 berikut ini merupakan flowchart dari tahapan pengukuran kinerja kompresi citra.



Gambar 2. Tahapan Pengukuran Kinerja Kompresi Citra

Dari hasil pengukuran kinerja kompresi citra selanjutnya hasil tersebut dianalisa dan diambil kesimpulan untuk mendapatkan algoritma yang terbaik untuk kompresi citra *bitmap* dari ketiga algoritma yang diuji coba.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Citra Sumber

Citra sumber yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra digital *bitmap* berformat *Windows BMP 24-bit*. Jumlah citra sample yang digunakan adalah 9 citra dengan dimensional yang sama yaitu 512x512. Citra digital ini memuat array yang berisi data piksel RGB. Setiap piksel berukuran 3 bytes (24 bit) dan merupakan perpaduan dari komponen warna dasar *red*, *green*, dan *blue* yang masing-masing berukuran 1 byte.

B. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan citra hasil rekonstruksi dengan citra sumber. Alat ukur yang digunakan adalah rasio kompresi citra digital, *Mean Square Error (MSE)*, *Signal to Noise Ratio (SNR)*, dan *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*. Pada Tabel 1 berikut ini merupakan tampilan visual dari 9 citra sumber yang akan dikompresi dengan dimensi 512 x 512.



TABEL I
TAMPILAN VISUAL CITRA SUMBER

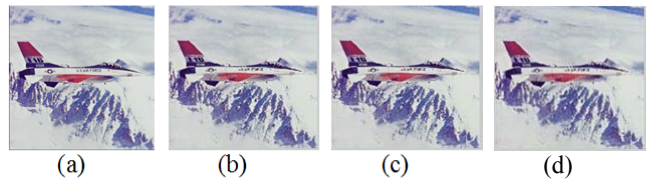


Citra sumber tersebut akan menjadi citra inputan pada kompresi dengan algoritma AMBTC, JPEG, dan NMF dengan menggunakan matlab. Pada Gambar 3 berikut ini adaah tampilan dari hasil kompresi citra matlab.

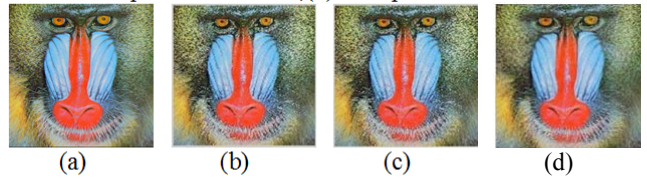


Gambar 3. Implementasi Kompresi Citra di Matlab

Berikut ini merupakan pengukuran kualitas kompresi citra. Pada Gambar 3,4,5,6,7,8,9,10, dan Gambar 11 menampilkan citra asli dan citra hasil kompresi dengan AMBTC, JPEG, dan NMF.



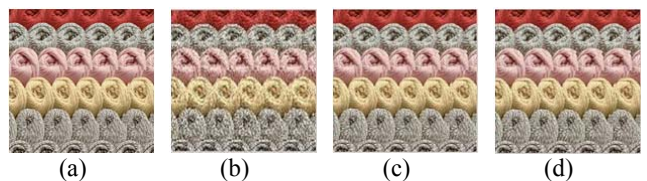
Gambar 4. (a) Citra Asli,(b)Kompresi citra AMBTC, (c) Kompresi Citra JPEG,(d) Kompresi citra NMF



Gambar 5. (a) Citra Asli,(b)Kompresi citra AMBTC, (c) Kompresi Citra JPEG,(d) Kompresi citra NMF



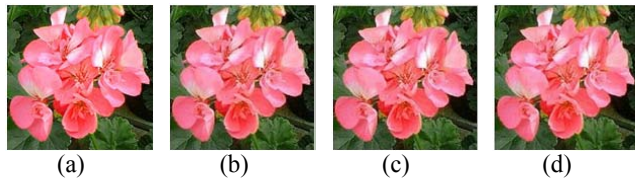
Gambar 6. (a) Citra Asli,(b)Kompresi citra AMBTC, (c) Kompresi Citra JPEG,(d) Kompresi citra NMF



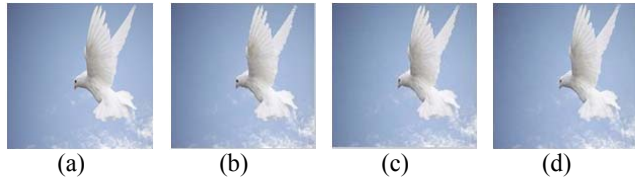
Gambar 7. (a) Citra Asli,(b)Kompresi citra AMBTC, (c) Kompresi Citra JPEG,(d) Kompresi citra NMF



Gambar 8. (a) Citra Asli,(b)Kompresi citra AMBTC, (c) Kompresi Citra JPEG,(d) Kompresi citra NMF



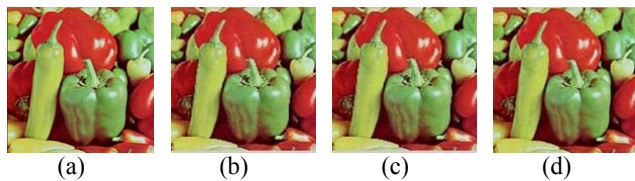
Gambar 9. (a) Citra Asli,(b)Kompresi citra AMBTC, (c) Kompresi Citra JPEG,(d) Kompresi citra NMF



Gambar 10. (a) Citra Asli,(b)Kompresi citra AMBTC, (c) Kompresi Citra JPEG,(d) Kompresi citra NMF



Gambar 11. (a) Citra Asli,(b)Kompresi citra AMBTC, (c) Kompresi Citra JPEG,(d) Kompresi citra NMF



Gambar 12. (a) Citra Asli,(b)Kompresi citra AMBTC, (c) Kompresi Citra JPEG,(d) Kompresi citra NMF

Perbedaan citra sebelum dan sesudah kompresi sudah dapat dilihat untuk beberapa citra. Penglihatan manusia memiliki batasan dan bergantung pada kondisi pencahayaan, konteks citra, dan kelemahan mata manusia sehingga pengujian kualitas citra hasil kompresi menjadi bersifat subyektif.

Untuk membuktikan kualitas hasil kompresi citra dilakukan perhitungan matematis yaitu melalui rasio kompresi, MSE, dan PSNR. Rasio kompresi digunakan untuk melihat perbandingan ukuran citra sebelum dan sesudah proses kompresi. Sedangkan MSE dan PNSR digunakan untuk melihat kualitas dari citra hasil kompresi.

Pada Tabel 2 berikut ini merupakan hasil pengujian ukuran citra hasil kompresi dan rasio kompresi

TABEL III
 PENGUJIAN UKURAN CITRA HASIL KOMPRESI

Nama Citra	Jenis Kompresi	Ukuran Citra Awal (KB)	Ukuran Citra Kompresi	Rasio Kompresi
Airplane. Bmp	AMBTC	748.5	54.8	0.0732
	JPEG	748.5	13596	18.1637
	NMF	748.5	61.6	0.0822
Babbon. Bmp	AMBTC	748.5	60.6	0.081
	JPEG	748.5	6192	8.2727
	NMF	748.5	68.6	0.0916
barbara. Bmp	AMBTC	748.5	56.8	0.0759
	JPEG	748.5	10919	14.5877
	NMF	748.5	59.1	0.079
benang. Bmp	AMBTC	748.5	60.2	0.0804
	JPEG	748.5	1395	1.8631
	NMF	748.5	69.8	0.0932
fingerprint. Bmp	AMBTC	748.5	37	0.0495
	JPEG	748.5	14556	19.4458
	NMF	748.5	42.1	0.0563
flower. Bmp	AMBTC	748.5	58.2	0.0778
	JPEG	748.5	11637	15.5468
	NMF	748.5	61.6	0.0823
flying. Bmp	AMBTC	748.5	49.7	0.0664
	JPEG	748.5	32048	42.8153
	NMF	748.5	61.6	0.0823
Lenna .bmp	AMBTC	748.5	57.7	0.077
	JPEG	748.5	12797	17.0963
	NMF	748.5	63.9	0.0853
Peppers .bmp	AMBTC	748.5	60.9	0.0814
	JPEG	748.5	11267	15.0522
	NMF	748.5	60	0.0802

Pada Tabel 2 tersebut dapat dilihat bahwa citra *bitmap* berdimensional 512 x 512 memiliki ukuran yang konstan untuk semua jenis citra yaitu 748.5 KB. Citra dikompresi dengan algoritma AMBTC, JPEG, dan NMF dan menghasilkan ukuran yang berbeda-beda. Kompresi citra dengan JPEG rata-rata menghasilkan ukuran citra yang lebih besar dari citra sebelumnya. Dari hal itu dapat disimpulkan bahwa pengiriman citra *bitmap* dengan menggunakan jaringan tidak disarankan menggunakan JPEG untuk kompresi citranya.

Sedangkan untuk algoritma AMBTC dan NMF memiliki rasio kompresi yang sangat rendah dibawah 0.1. Dengan nilai kompresi yang rendah berarti bahwa ukuran citra sesudah mengalami penyusutan ukuran yang relatif besar. Selain itu



tingkat kompresi yang rendah menunjukkan bahwa informasi yang tersimpan masih terjaga dengan baik di dalam citra hasil kompresi. Rata-rata rasio kompresi untuk AMBTC dari citra sample adalah 0.0736 dan untuk NMF adalah 0.0814.

Selain melihat dari ukuran citra yang dihasilkan, proses analisa hasil kompresi juga melihat kualitas citra setelah kompresi melalui perhitungan MSE dan PSNR untuk masing-masing algoritma. Pada Tabel 3 berikut ini merupakan hasil perhitungan MSE dan PSNR algoritma AMBTC.

TABEL III
PENGUJIAN KUALITAS CITRA KOMPRESI AMBTC

Nama Citra	MSE	PSNR
Airplane.bmp	41.2786	31.115
Baboon.bmp	45.2789	26.1217
barbara.bmp	30.4222	28.5866
benang.bmp	43.7326	24.4398
fingerprint.bmp	47.9362	20.5894
flower.bmp	34.0074	32.7809
flying.bmp	28.234	43.4858
lenna.bmp	31.8271	31.7412
peppers.bmp	29.5566	32.4522

Dalam Tabel 3 dilihat dari nilai PSNR menunjukkan bahwa kualitas citra hasil kompresi bagus karena nilai PSNR bisa mencapai 43 db. Sedangkan nilai MSE paling tinggi 47.9362 untuk citra tertentu. Dan rata-rata nilai PSNR masih berada di 25 db.

Pada Tabel 4 berikut ini merupakan hasil pengujian kualitas citra dengan kompresi JPEG.

TABEL IV
PENGUJIAN KUALITAS CITRA KOMPRESI JPEG

Nama Citra	MSE	PSNR
Airplane.bmp	23.044	33.7587
Baboon.bmp	152.9996	18.2839
barbara.bmp	39.6062	32.1532
benang.bmp	161.2914	26.0547
fingerprint.bmp	18.0774	35.5594
flower.bmp	15.6185	36.1944
flying.bmp	6.0326	40.2916
lenna.bmp	34.6022	32.2853
peppers.bmp	39.2282	31.559

Pada Tabel 4 dapat dilihat nilai MSE dan PSNR citra dengan kompresi JPEG. MSE pada citra RGB menghasilkan nilai yang tertinggi yaitu 161.2914. Hal itu menunjukkan bahwa error pada kompresi citra relatif tinggi. Untuk nilai PSNR kompresi JPEG menghasilkan kualitas citra yang lumayan bagus yaitu nilai PSNR rata-rata di atas 30 db.

Pada tabel 5 berikut ini merupakan hasil perhitungan MSE dan PSNR untuk kompresi NMF.

TABEL V
PENGUJIAN KUALITAS CITRA KOMPRESI NMF

Nama Citra	MSE	PSNR
Airplane.bmp	61.5534	29.4918
Baboon.bmp	372.996	22.4138
barbara.bmp	183.2676	25.4658
benang.bmp	522.7604	18.9478
fingerprint.bmp	923.3643	18.4771
flower.bmp	52.0647	30.9654
flying.bmp	8.2036	38.9566
lenna.bmp	58.9503	19.9715
peppers.bmp	67.7304	29.1871

Pada Tabel 5 terlihat hasil perhitungan MSE dan PSNR dari algoritma kompresi NMF. Nilai MSE yang dihasilkan relatif tinggi yaitu ada yang mencapai 923.3643 dengan nilai PSNR 18.4771. Algoritma NMF cocok digunakan untuk citra kompresi dengan background satu warna seperti pada citra flying.bmp.

Dari hasil pengujian kualitas citra dengan PSNR dan MSE dapat diambil kesimpulan bahwa kualitas citra dari masing-masing kompresi citra memiliki nilai PSNR yang hampir sama. Namun kompresi *lossy* terbaik untuk citra *bitmap* adalah AMBTC.

V. KESIMPULAN

Jenis kompresi citra yang dipilih dalam penelitian ini adalah *lossy*. Dengan menggunakan perbandingan algoritma kompresi AMBTC, JPEG, dan NMF. Rasio kompresi yang dihasilkan oleh kompresi JPEG lebih besar dari algoritma AMBTC dan NMF. Kompresi AMBTC dan NMF menghasilkan nilai rasio kompresi < 1 . Karena rasio kompresi JPEG besar maka ukuran file hasil kompresi untuk JPEG lebih besar daripada citra aslinya.

Perhitungan MSE dan PSNR digunakan untuk menghitung kualitas citra hasil kompresi. Dimana untuk algoritma AMBTC memiliki MSE rata-rata 36.92 dan PSNR 30.15. Untuk algoritma kompresi JPEG memiliki rata-rata MSE 54.50 dan rata-rata PSNR 31.79. Algoritma NMF memiliki rata-rata MSE sebesar 250.10 dan rata-rata PSNR 25.99. Dari perhitungan rasio kompresi, MSE, dan PSNR dapat disimpulkan bahwa dengan kompresi *lossy* banyak informasi dalam citra yang hilang namun kompresi *lossy* dapat memampatkan ukuran citra *bitmap* hingga tersisa 7.32% dari ukuran aslinya, sehingga dapat mempermudah dalam pengiriman citra *bitmap* melalui jaringan.

Secara keseluruhan algoritma kompresi optimal yang dapat digunakan untuk citra *bitmap* adalah algoritma AMBTC karena menghasilkan rasio kompresi terbaik, dan kualitas citra yang dihasilkan terbaik.

REFERENSI

- [1] D. A. Prakoso and K. Hernawati, "Perbandingan Rasio Kompresi Pada Kompresi Citra Digital Bitmap Menggunakan Kombinasi Metode Discrete Cosine Transform Dan Arithmetic Coding," *Semin. Nas. Mat. dan Pendidik. Mat.*, no. November, pp. 978-979, 2012.
- [2] S. Inuganti and V. Gampala, "Image compression using Constrained *Non-Negative Matrix Factorization*," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.*, vol. 3, no. 10, pp. 498-503, 2013.
- [3] C. Mewlando, F. Benny, and K. Usodo, "Kompresi dan pengenalan citra wajah dengan pendekatan," 2014.
- [4] D. D. Lee, M. Hill, and H. S. Seung, "Algorithms for *Non-Negative Matrix Factorization*," no. 1.
- [5] R. L. I. Herman, T. A. B. Wirayuda, F. T. Informatika, and U. Telkom, "Kompresi Citra Menggunakan Modifikasi Jpeg Image Compression Dengan Adaptive Huffman Coding," *Telkom Univ.*, 2010.
- [6] D. A. Masatu, I. Soesanti, and H. A. Nugroho, "Penerapan Algoritma Kompresi Jpeg Dan Metode Fuzzy C-Means Pada Kompresi Citra Berbasis Entropi," *J. Penelit. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. April, pp. 7-11, 2014.
- [7] D. D. Prayoga and D. Triantoro, "Algoritma Fast Wavelet Transform (FWT) dan Absolute Moment Block Truncation Coding (AMBTC) pada Sistem Watermarking untuk Deteksi dan Recovery Citra Medis Termodifikasi," pp. 1-8, 2012.
- [8] M. D. Lema and R. Mitchell, "Absolute Moment Block Truncation Coding and Its Application to Color Images," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-32, no. 10, pp. 1148-1157, 1984.
- [9] D. Mohammed and F. A. S. Member, "Image Compression Using Block Truncation Coding," *J. Sel. Areas Telecommun. (JSAT)*, no. 3, pp. 9-13, 2011.
- [10] D. Y. Apriliyana, D. Triantoro, F. Informatika, and U. Telkom, "Algoritma Discrete Wavelet Transform (Dwt) Dan Absolute Moment Block Truncation Coding (Ambtc) Pada Sistem Watermarking Untuk Deteksi Dan Recovery Citra Medis."

