

PENGARUH PERUBAHAN RANK MATRIK TERHADAP KUALITAS CITRA PADA KOMPRESI CITRA METODE SINGULAR VALUE DECOMPOSITION (SVD)

Bakti Otrayigus¹, T.Sutojo,Ssi., M.Kom²

*Program Studi SI – Teknik Informatika
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Dian Nuswantoro*

E-mail : mr_baharun@yahoo.com¹, 111201106262@mhs.dinus.ac.id

Abstrak

Ketika kita menggunakan komputer, kita memiliki banyak file citra yang ingin kita simpan pada komputer. Sebagian besar file citra berukuran besar, dan sering kali file tersebut berada tersimpan di dalam satu harddisk. Jika file ini disimpan pada resolusi asli, kemungkinan besar file-file ini akan mengambil sejumlah besar ruang yang tersedia pada harddisk. Salah satu solusi untuk memperkecil ukuran file citra adalah dengan melakukan kompresi citra. Pada penelitian ini dilakukan kompresi citra menggunakan metode SVD. Pengukuran kualitas citra dilakukan secara subyektif dan secara obyektif menggunakan MSE dan PSNR. Dengan mengubah-ubah nilai rank matrik, maka diperoleh kualitas citra hasil rekonstruksi yang berbeda-beda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar nilai rank matrik, maka semakin bagus kualitas citra hasil rekonstruksi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai MSE yang semakin kecil dan nilai PSNR yang semakin besar..

Kata kunci: kompresi citra, metode SVD

I. Pendahuluan

Ketika kita menggunakan komputer, kita memiliki banyak file yang berbeda yang ingin kita simpan pada komputer. Perbedaan ini dapat berasal dari dokumen teks sederhana, dokumen yang kompleks dengan format yang berbeda-beda (text, doc, pdf), file aplikasi dan file sistem operasi. Salah satu dari banyak file tersebut yang kita dapat menyimpan adalah file citra. File citra dapat datang dalam berbagai bentuk dan ukuran, sebagian besar file citra berukuran besar, dan sering kali file tersebut berada tersimpan di dalam satu harddisk. Jika file ini disimpan pada resolusi asli, kemungkinan besar file-file ini akan mengambil sejumlah besar ruang yang tersedia pada harddisk.

Sebagai contoh: Sepasang suami istri yang baru saja menikah telah memiliki 500 foto dengan kamera 8 megapiksel. Pasangan ini ingin menyimpan foto pada komputer mereka. Setiap foto akan menjadi file RAW (tidak terkompresi), dan akan mengambil sekitar 8 megabyte memori untuk satu foto. Oleh karena itu, semua foto akan membutuhkan memori 4000 MB pada harddisk, yang hampir 4 gigabyte. Melihat kenyataan ini, menyimpan banyak foto dalam format tak terkompresi ini tidak dianjurkan karena boros memori, terutama jika pasangan ini juga ingin menyimpan foto lainnya seperti foto bulan madu, dan acara penting lainnya dalam hidup mereka. Karena itu perlu cara untuk mengkompres foto-foto tersebut, tanpa kehilangan aspek visualnya, sehingga secara visual terlihat benar-benar tidak berbeda dari aslinya.

Salah satu solusi untuk memperkecil ukuran file citra adalah dengan melakukan kompresi citra. Pemampatan citra atau kompresi citra bertujuan untuk meminimalkan kebutuhan memori didalam merepresentasikan citra digital dengan mengurangi duplikasi data di dalam citra sehingga memori yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit daripada representasi citra semula. Dengan demikian, kebutuhan untuk kompresi jelas sangat diperlukan.

Ada banyak metode yang digunakan dalam kompresi citra yaitu, DCT, transformasi wavelet, transformasi Karhunen-Lohve, dan lain-lain. Meskipun semua metode ini menggunakan algoritma yang berbeda untuk mengompresi citra, ditemukan bahwa ada sedikit perbedaan antara mereka dalam kinerja atau efektivitas [1].

Kita dapat menggunakan aljabar linear untuk memecahkan masalah kompresi citra. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk kompres citra adalah SVD (*Singular Value Decomposition*). Menurut Puntanen, "metode SVD merupakan metode kompresi citra yang paling sederhana.

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut maka penulis memilih judul: "Pengaruh Perubahan Rank Matrik terhadap kualitas kompresi citra menggunakan metode SVD". Adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu mengurangi penggunaan memori di harddisk.

II. Tinjauan Pustaka dan Teori

2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan representasi 2-D array sample diskrit suatu citra kontinu $f(x,y)$. Amplitudo setiap sample di kuantisasi untuk menyatakan bilangan hingga bit. Setiap elemen array 2-D sample disebut suatu pixel atau pel (dari istilah "picture element") Pengolahan citra digital adalah proses pengolahan citra digital dengan alat bantu komputer.

Tingkat ketajaman/resolusi warna pada citra digital tergantung pada jumlah "bit" yang digunakan oleh komputer untuk merepresentasikan setiap pixel tersebut. Tipe yang sering digunakan untuk merepresentasikan citra adalah "8-bit citra" (256 colors (0 untuk hitam - 255 untuk putih)), tetapi dengan kemajuan teknologi perangkat keras grafik, kemampuan tampilan citra di komputer hingga 32 bit (232 warna).

2.2 Teknik Kompresi Citra

Ada dua teknik dalam melakukan kompresi citra yaitu :

Sebuah algoritma kompresi adalah lossless (atau reversibel) jika gambar di dekompresi identik dengan aslinya. Masing-masing, metode kompresi lossy (atau irreversible) jika gambar direkonstruksi hanya merupakan perkiraan yang asli. Informasi melestarikan properti biasanya diinginkan, tetapi tidak selalu wajib untuk aplikasi tertentu.

2.2.1 Lossless Compression

Sebuah algoritma kompresi adalah lossless jika citra hasil dekompres identik dengan citra aslinya atau tidak ada informasi yang hilang. Sayangnya ratio kompresi citra metode ini sangat rendah. Banyak aplikasi yang memerlukan kompresi tanpa cacat, seperti pada aplikasi radiografi, kompresi citra hasil diagnosa medis atau gambar satelit, dimana kehilangan gambar sekecil apapun akan menyebabkan hasil yang tak diharapkan. Contoh: *Run Length Encoding* (RLE), *Entropy Encoding* (Huffman, Aritmatik), dan *Adaptive Dictionary Based*

(LZW).

2.2.2 Lossy Compression

Sebuah algoritma kompresi adalah lossy jika citra hasil rekonstruksi hanya merupakan perkiraan dari citra aslinya, tetapi masih bisa ditolerir oleh persepsi mata. Mata tidak dapat membedakan perubahan kecil pada gambar. Metode ini menghasilkan ratio kompresi yang lebih tinggi daripada metode *lossless*. Contoh : *color reduction*, *chroma subsampling*, dan *transform coding* seperti transformasi Fourier, Wavelet dan lain-lain.

2.3 Kompresi Citra menggunakan SVD

Misalkan kita mempunyai sebuah citra A berordo $m \times n$, maka citra tersebut dapat dinyatakan sebagai komposisi dari matrik U , S , V , atau dapat dijabarkan menjadi berikut

$$A = USV^T$$

Ukuran citra A semula adalah : $m \times n$

Bila besar rank matrik r kita potong menjadi k ($r > k$), sehingga matrik U , S dan V yang baru adalah $U_1 =$ matrik U diambil mulai dari kolom 1 s/d k . $S_1 =$ matrik S diambil mulai dari kolom 1 s/d k dan baris 1 s/d k . $V_1 =$ matrik V diambil mulai dari kolom 1 s/d k .

Ukuran ketiga citra ini adalah $= m.k + k.k + n.k = k(m + n + k)$. Untuk mendapatkan citra yang baru, maka ketiga matrik U_1 , S_1 dan V_1 di rekonstruksi menjadi citra A_1 , Dengan cara ini maka kita dapat menghitung rasio kompresi CR,

$$CR = \frac{m.n}{k(m + n + k)}$$

2.4 Pengukuran Kualitas Citra

Untuk mengukur kualitas citra bisa digunakan dua cara. Pertama pengukuran kualitas citra dilakukan secara subyektif, yaitu ukuran kualitas citra didasarkan pada persepsi manusia. Penilaian dilakukan oleh sekelompok orang pengamat yang

menggunakan penilaian secara visual dengan cara mengamati secara langsung hasil dari citra yang sudah diproses, kemudian dibandingkan dengan citra sebelum diproses. Cara kedua menggunakan penilaian secara obyektif, yaitu melalui pengukuran kuantitatif, sehingga menghasilkan pengukuran yang standart, cepat, mudah, dan murah.

2.5 Pengukuran Secara Subyektif

Cara terbaik untuk menilai kualitas citra adalah dengan cara menjalankan penilaian subyektif. Penilaian secara subyektif menghasilkan hasil yang sangat cepat dan mudah dalam menilai kualitas citra. Tidak ada standart khusus untuk penilaian subyektif. Karena penilaian ini didasarkan pada kemampuan penglihatan mata dan persepsi dari orang yang menilai. Tetapi jika kita melakukan penilaian kualitas citra secara subyektif, disarankan untuk mengikuti rekomendasi ITU 500-11. Kualitas citra dinilai menggunakan skala kebaikan citra yang ditunjukkan oleh tabel 2.1:

Skala	Keterangan
5. Sangat baik	Tak terlihat
4. Baik	Terlihat, tapi tidak mengganggu
3. Sedang	Terlihat, sedikit mengganggu
2. Buruk	Mengganggu
1. Sangat buruk	Sangat mengganggu

2.6 Pengukuran Secara Obyektif

Pengukuran secara obyektif dimaksudkan untuk menganalisis kualitas citra tanpa keterlibatan manusia. Cara ini dapat dikelompokkan menurut ketersediaan citra asli (citra sebelum diproses), dengan citra terdistorsi (citra setelah diproses) yang akan dibandingkan.

Pengukuran ini didasarkan pada perbedaan antara intensitas citra sebelum diproses $f_1(x,y)$ dengan citra setelah diproses $f_2(x,y)$. Panjang baris dan kolom kedua citra tersebut M dan N.

A. MSE (Mean Square Error)

MSE adalah ukuran yang digunakan untuk menilai seberapa baik sebuah metode dalam melakukan rekonstruksi atau restorasi citra, relatif terhadap citra aslinya.

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_x^M \sum_y^N [f_1(x,y) - f_2(x,y)]^2$$

Semakin kecil nilai MSE, ini menunjukkan bahwa hasil pemrosesan citra semakin bagus, atau dengan kata lain citra setelah diproses semakin mendekati citra aslinya.

B. PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari kedalaman bit citra yang diukur (citra 8 bit, mempunyai nilai maksimum 255) dengan besarnya noise yang berpengaruh pada sinyal tersebut. Dalam hal ini, besarnya noise diwakili oleh nilai MSE. PSNR biasanya diukur dalam satuan desibel (db). PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra sebelum dan citra sesudah diproses.

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right)$$

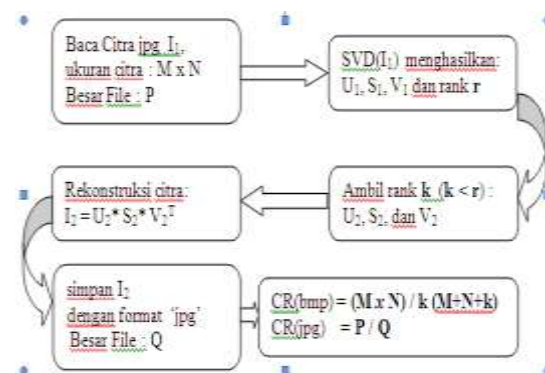
Semakin besar nilai PSNR, maka hasil pemrosesan citra semakin bagus atau semakin mendekati citra aslinya.

III. Metode Penelitian

3.1 Teknik analisis Data

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

A. Metode SVD yang diusulkan

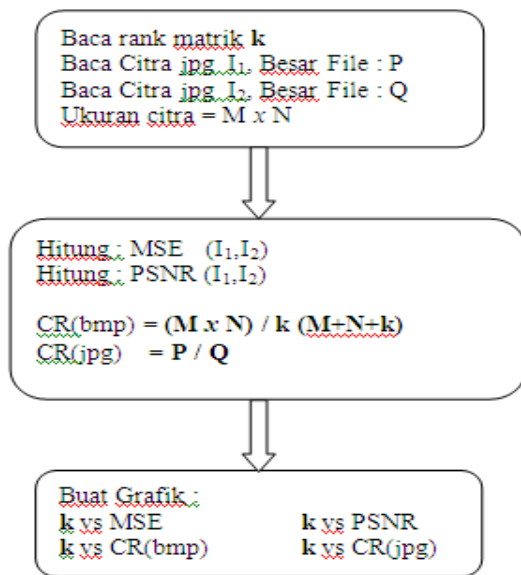


Baca citra I_1 , besar file jpg = P dan ukurannya $M \times N$, kemudian lakukan SVD pada I_1 ,

menghasilkan U_1, S_1, V_1 , dan rank matrik r , tentukan besar rank matrik k dimana nilai $k < r$, sehingga diperoleh matrik baru U_2, S_2, V_2 , dan rank matrik k . selanjutnya lakukan konstruksi citra menghasilkan citra baru I_2 , simpan I_2 dengan format jpg, baca besar file jpg = Q , kemudian hitung rasio kompresi CR.

B. Eksperimen dan Pengujian Kualitas Citra Secara Obyektif

Eksperimen dilakukan dengan pembuatan program pada *software* MATLAB 7.1 menggunakan metode SVD. Didalamnya ditambahkan program untuk pengujian secara obyektif yaitu MSE dan PSNR serta pengukuran rasio kompresi CR, untuk format BMP dan format JPG. Untuk kebutuhan analisa, kemudian dibuat grafik: k vs skala kebaikan, k vs MSE, k vs PSNR, k vs CR(bmp), dan k vs CR(jpg).



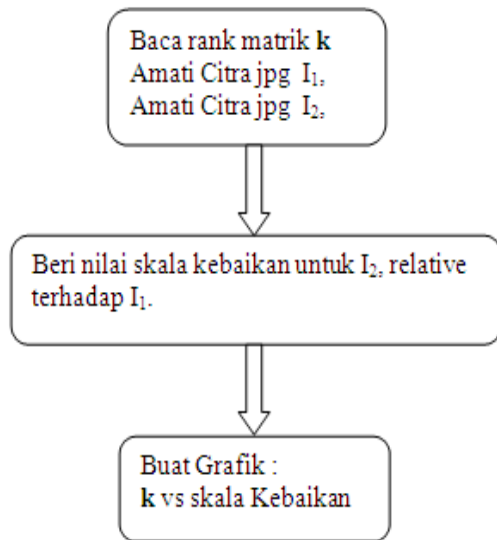
Rencana pengujian secara obyektif

k	MSE	PSNR	CR(bmp)	CR(jpg)
4				
6				
8				
....				
60				

C. Eksperimen dan Pengujian Kualitas Citra Secara Subyektif

Eksperimen dilakukan dengan cara membaca / melihat file hasil rekonstruksi I_2 pada nilai k tertentu, kemudian membandingkan dengan citra I_1 , lalu dilakukan penilaian dengan cara

membuat skala kebaikan. Berdasarkan penilaian tersebut dibuatlah grafik k vs skala kebaikan.



IV. Pembahasan

A. Citra yang Digunakan

Dalam penelitian ini citra yang digunakan adalah citra RGB berukuran 388 x 365 seperti berikut,

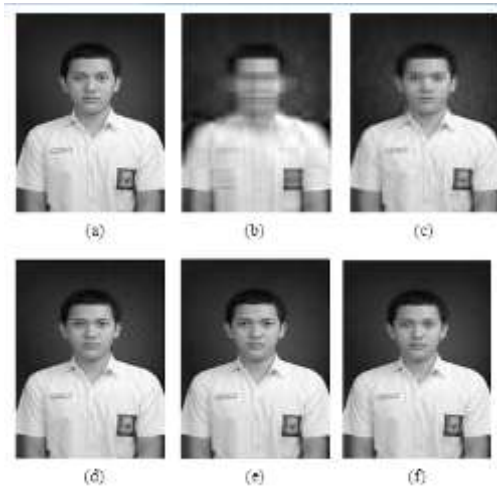


B. Hasil Pengukuran Secara Subyektif

Pengukuran secara subyektif dilakukan dengan cara mengamati semua citra rekonstruksi, kemudian membandingkannya dengan citra asli yaitu citra sebelum dikompres. Hasil perbandingan ini adalah berupa nilai skala kebaikan yang berkisar antara 1 sampai dengan 5 yang disajikan dalam table berikut,

Rank_matrik K	Skala kebaikan
4	1
6	1
8	1
10	1
12	2
14	2
16	2
18	2
20	2
22	2
24	2
26	3
28	3
30	3
32	3
34	3
36	3
38	4
40	4
42	4
44	4
46	4
48	4
50	4
52	5
54	5
56	5
58	5
60	5

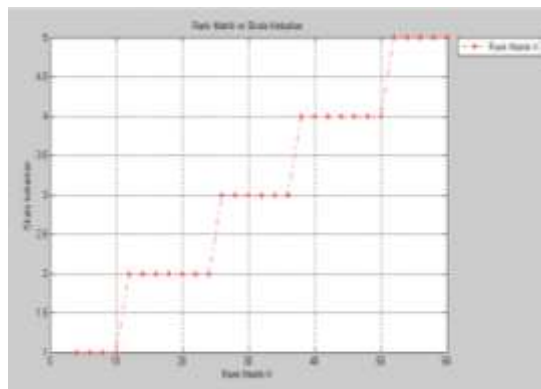
Berikut adalah beberapa contoh untuk citra hasil rekonstruksi dengan berbagai skala



Keterangan:

- (a) citra asli
- (b) Skala = 1
- (c) Skala = 2
- (d) Skala = 3
- (e) Skala = 4
- (f) Skala = 5

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dibuat grafik berikut



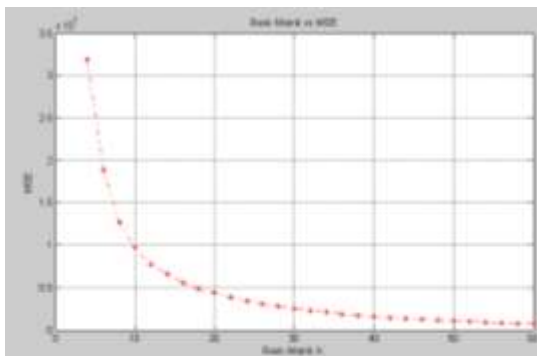
Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa, untuk mendapatkan hasil citra rekonstruksi yang secara visual (kasad mata) mirip dengan citra aslinya, diperoleh nilai K minimal adalah 40. Hasil pengukuran subyektif ini kemudian dijadikan dasar untuk mendapatkan batas-batas nilai pengukuran obyektif, dalam hal ini MSE dan PSNR. Berdasarkan batas-batas nilai MSE dan PSNR, maka dapat ditentukan rasio kompresi citra baik itu rasio kompresi JPG maupun BMP.

C. Hasil pengukuran secara Obyektif

Setelah dilakukan eksperimen secara obyektif diperoleh hasil berikut,

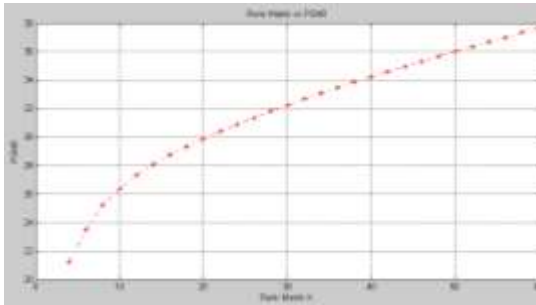
Batas bawah K	MSE	PSNR
4	31896340.66	21.22419861
6	18855705.37	23.50717927
8	12721383.22	25.21626386
10	9780691.764	26.35791149
12	7787295.915	27.34774044
14	6602601.977	28.06445604
16	5624596.24	28.78068937
18	4874093.588	29.33658063

Berdasarkan table diatas dapat dibuat grafik rank matrik K vs MSE berikut,



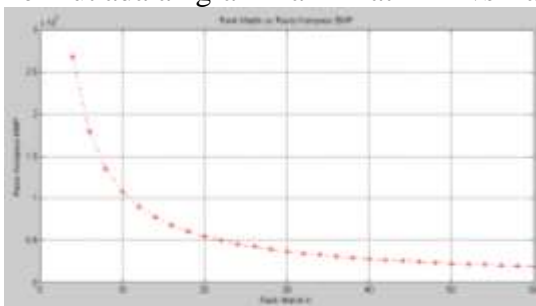
Tampak pada grafik dan table tersebut bahwa untuk mendapatkan hasil citra rekonstruksi yang secara visual (kasad mata) mirip dengan citra aslinya diperoleh batasan untuk MSE maksimal **1590669,241**.

Berdasarkan table diatas dapat dibuat grafik rank matrik K vs PSNR berikut,

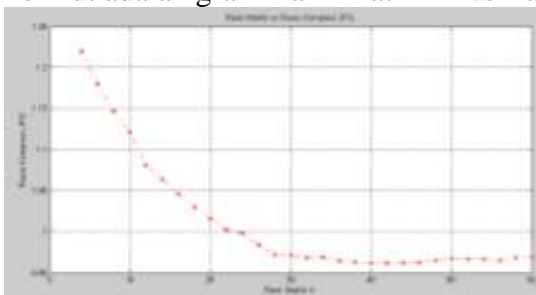


Tampak pada grafik dan table tersebut bahwa untuk mendapatkan hasil citra rekonstruksi yang secara visual (kasad mata) mirip dengan citra aslinya diperoleh batasan untuk PSNR maksimal 34,24580838.

Berikut adalah grafik rank matrik K vs Rasio Kompresi BMP berikut,



Berikut adalah grafik rank matrik K vs Rasio Kompresi JPG berikut,



Tampak pada grafik dan table tersebut bahwa untuk mendapatkan hasil citra rekonstruksi yang secara visual (kasad mata) mirip dengan citra aslinya diperoleh batasan untuk Rasio Kompresi BMP adalah 0,961546724.

D. Pembahasan

Berdasarkan hasil eksperimen pengukuran kualitas citra secara subyektif bisa dikatakan bahwa semakin besar nilai rank matrik K yang diambil, maka kualitas citra hasil rekonstruksi semakin bagus. Hal ini dibuktikan oleh eksperimen pada $K = 40$ keatas yang mempunyai nilai skala kebaikan mulai dari 4 sampai dengan 5. Untuk nilai $K < 40$, menghasilkan citra hasil rekonstruksi yang tidak diharapkan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai skala kebaikan yang berada pada skala 1 sampai dengan 3.

Berdasarkan hasil eksperimen pengukuran kualitas citra secara obyektif dan pengukuran kualitas citra secara subyektif bisa dilihat bahwa batas maksimal nilai MSE pada $K = 40$ adalah 1590669,241. Batas ini digunakan untuk mendapatkan kualitas citra hasil rekonstruksi yang mirip dengan citra aslinya. Tampak pada grafik antara K vs MSE, bahwa semakin besar nilai K , maka nilai MSE semakin kecil. Ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai rank matrik K yang diambil, maka kualitas citra hasil rekonstruksi semakin bagus.

Berdasarkan hasil eksperimen pengukuran kualitas citra secara obyektif dan pengukuran kualitas citra secara subyektif bisa dilihat bahwa batas minimal nilai PSNR pada $K = 40$ adalah 34.24580838. Batas ini digunakan untuk mendapatkan kualitas citra hasil rekonstruksi yang mirip dengan citra aslinya. Tampak pada grafik antara K vs PSNR, bahwa semakin besar nilai K , maka nilai PSNR juga semakin besar. Ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai rank matrik K yang diambil, maka kualitas citra hasil rekonstruksi semakin bagus.

Berdasarkan grafik antara K vs Rasio Kompresi BMP, bahwa untuk mendapatkan hasil citra rekonstruksi yang secara visual (kasad mata) mirip dengan citra aslinya diperoleh batasan untuk Rasio Kompresi BMP adalah 2807616,5 yang terletak pada $K = 40$. Tampak pada grafik bahwa semakin besar nilai rank matrik K yang diambil maka Rasio Kompresi BMP semakin mengecil.

Berdasarkan grafik antara K vs Rasio Kompresi JPG, bahwa untuk mendapatkan hasil citra rekonstruksi yang secara visual (kasad mata) mirip dengan citra aslinya diperoleh batasan untuk Rasio Kompresi JPG minimal adalah 1.002575876 yang terletak pada $K = 24$. Tetapi menurut pengukuran secara subyektif, nilai K minimal adalah $K = 40$. Artinya tidak dianjurkan untuk melakukan kompresi JPG, karena $K < 40$. Tampak pada grafik bahwa semakin besar nilai rank matrik K yang diambil maka Rasio Kompresi JPG semakin mengecil.

V. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

1. Telah dilakukan kompresi citra menggunakan metode SVD dengan mengubah-ubah besar rank matrik K dan menggambarannya dalam grafik K vs Skala Kebaikan, K vs MSE, K vs, PSNR, K vs Rasio Kompresi BMP, dan K vs Rasio Kompresi JPG.
2. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas citra secara subyektif diperoleh bahwa untuk mendapatkan citra hasil rekonstruksi dengan kualitas yang mirip dengan citra aslinya dibutuhkan nilai K minimal 40. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas citra secara subyektif dan obyektif diperoleh bahwa nilai maksimal MSE adalah 1590669,241 dan nilai minimal PSNR adalah 34,24580838.

C. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan penulis dalam penelitian ini untuk dapat dikembangkan lebih baik kedepannya adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan metode SVD untuk citra warna.
2. Mengembangkan metode SVD dengan cara mengkombinasi antara metode SVD dengan metode kompresi lainnya, misalnya metode DWT

VI. REFERENSI

- [1] Ashin, R., A. Morimoto, and R. Vaillancourt. "Image Compression with Multiresolution Singular Value Decomposition and Other Methods." *Mathematical and Computer Modelling* 41.6–7 (2005): 773-90. Print.
- [2] Puntanen, Simo, George P. H. Styan, and Jarkko Isotalo. "Singular Value Decomposition." *Matrix Tricks for Linear Statistical Models*. Springer Berlin Heidelberg, 2011. 391-414. Print
- [3] Ravi Kumar, Munish Rattan, ' Analysis Of Various Quality Metrics for Medical Image Processing', *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, Volume 2, Issue 11, November 2012.
- [4] Rehna. V. J , Jeyakumar. M. K," Singular Value Decomposition Based Image Coding for Achieving Additional Compression to JPEG Images", *International Journal of Image Processing and Vision Sciences (IJIPVS)* Volume-1 Issue-1 ,2012
- [5] Adam Abrahamsen and David Richards, "Image Compression Using Singular Value Decomposition", December 14, 2001.
- [6] Sutoyo, T, S.Si, M.Kom, Edy Mulyanto, S.Si, M.Kom, Dr. Vincent Suhartono, Oky Dwi Nurhayati, M.T, Wijanarto, M.Kom. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Andi Offset.