

ANALISIS METODE KOMPRESI BERDOMAIN WAVELET PADA CITRA SATELIT RESOLUSI SANGAT TINGGI

(ANALYSIS OF WAVELET DOMAIN COMPRESSION METHODS ON VERY HIGH RESOLUTION SATELLITES IMAGES)

Ayom Widipaminto^{1,a}, Andy Indradjad^{1,a}, Donna Monica^{1,a}, Rokhmatullah^{2,b}

¹Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia

^aKontributor utama, ^bKontributor anggota

e-mail: ayom.widipaminto@lapan.go.id

Diterima 16 November 2018; Direvisi 22 November 2018; Disetujui 18 Desember 2018

ABSTRACT

A problem that often arises in remote sensing images, especially very high-resolution images, is the large storage and bandwidth needed to transmit those images. On satellite images processing, a compression needs to be done on those satellites images to make it easier in terms of transmission and storage. This paper compare several wavelet-domain methods namely wavelet method, bandelet method, and CCSDS to find the best method to compress the very high-resolution satellites imageries Pleiades. Experiment results show that the method wavelet and bandelet is better in preserving the images quality with around 50 dB PSNR, while CCSDS is better in reducing the image size to the eighth of original image.

Keywords: *satellites imageries compression, Pleiades, wavelet domain, bandelet, CCSDS*

ABSTRAK

Masalah yang kerap terjadi pada citra satelit penginderaan jauh, terutama citra resolusi sangat tinggi, salah satunya adalah besarnya media penyimpanan dan *bandwidth* yang dibutuhkan saat data ditransmisi ke tempat lain. Pada pengolahan citra satelit, kompresi data perlu dilakukan pada data citra satelit yang ada demi memudahkan transmisi dan penyimpanan citra. Makalah ini melakukan komparasi pada metode-metode kompresi domain *wavelet* yaitu metode *wavelet*, *bandelet*, dan CCSDS agar ditemukan metode terbaik untuk mengompresi data citra satelit resolusi sangat tinggi Pleiades. Hasil percobaan menunjukkan bahwa metode *wavelet* dan *bandelet* lebih baik dalam hal mempertahankan kualitas citra dengan PSNR di kisaran 50 dB, sementara metode CCSDS lebih baik dalam hal mereduksi ukuran citra menjadi seperdelapan citra asli.

Kata kunci: *kompresi citra satelit, Pleiades, domain wavelet, bandelet, CCSDS*

1 PENDAHULUAN

Masalah yang kerap terjadi pada citra satelit penginderaan jauh, terutama citra resolusi sangat tinggi, adalah besarnya media penyimpanan dan *bandwidth* yang dibutuhkan saat data ditransmisi ke tempat lain (Babb, et al., 2008). Solusi dari permasalahan ini adalah dengan digunakannya kompresi citra agar ukuran data menjadi lebih kecil sehingga memudahkan dalam proses penyimpanan dan transmisi.

Kompresi citra merupakan proses pengurangan redundansi data citra melalui *re-encoding*, dalam rangka meminimalkan ukuran citra tersebut (Yuan & Hu, 2019). Terdapat dua macam teknik kompresi citra, yaitu *lossy* dan *lossless*. *Lossless* adalah teknik kompresi yang tidak menghilangkan data apapun pada saat proses kompresi, sehingga citra dapat didekompresi kembali ke asalnya. *Lossy* adalah teknik yang menghilangkan data-data redundan pada citra secara permanen sehingga hanya dapat didekompresi mendekati citra asal (Elkholly, et al., 2019).

Dewasa ini, telah banyak dikembangkan metode-metode kompresi berbasis transformasi *wavelet* seperti JPEG (International Telecommunication Union, 1993) dan CCSDS (CCSDS, 2005). Transformasi *wavelet* merupakan metode transformasi yang didasarkan pada dekomposisi sinyal multiresolusi, dan bekerja dengan cara merepresentasikan sinyal-sinyal data sebagai komponen-komponen dalam berbagai skala (Mallat, 1991).

Metode kompresi *Wavelet* merupakan dasar bagi teknik kompresi

lainnya. Metode *Bandelet* (Le Pennec & Mallat, 2005) merupakan pengembangan dari metode *Wavelet* yang berbasis pada Haar Wavelet dan bekerja dengan memperhatikan sifat-sifat geometrik suatu citra. Metode *Bandelet* mampu mengurangi redundansi yang ada pada *Wavelet*. Selain itu, dikembangkan pula metode kompresi CCSDS sebagai standar kompresi citra satelit. CCSDS menggunakan transformasi *wavelet* untuk dekorelasi data citranya, dan *bit plane encoding* untuk kuantisasi dan *encoding* (Garcia-Vilchez & Serra-Sagrista, 2009).

Makalah ini melakukan komparasi pada tiga metode kompresi citra yang berdomain *wavelet* tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui metode mana yang terbaik di antara ketiga metode tersebut dalam melakukan kompresi citra satelit beresolusi tinggi atau sangat tinggi. Adapun kriteria penilaian komparasi pada makalah ini dilakukan dengan menganalisis kualitas kompresi yang dilihat dari nilai *peak signal-to-noise ratio* (PSNR) dan rasio kompresi.

2 METODOLOGI

Peak signal to noise ratio (PSNR) merupakan parameter yang umum digunakan pada kompresi (Babaee, et al., 2013). Parameter ini dapat dipahami sebagai tingkat kemiripan antara citra terkompresi dengan citra aslinya. Nilai PSNR dihitung berdasarkan *mean squared error* (MSE) kedua citra yang dibandingkan. Nilai PSNR ini berbanding terbalik dengan nilai MSE. Artinya, semakin kecil MSE antara citra terkompresi dan citra slinya, maka nilai

PSNR dari kedua citra tersebut semakin besar. Dalam kasus kompresi *lossy*, citra terkompresi adalah pendekatan dari citra asli sehingga nilai PSNR yang lebih besar menunjukkan kualitas citra yang lebih baik. Sementara itu, pada kasus kompresi *lossless*, citra terkompresi dan citra asli tidak memiliki perbedaan sehingga nilai PSNR-nya tak hingga. PSNR dapat dihitung menggunakan persamaan (1) berikut (Tai, et al., 2012).

$$PSNR = \log_{10} \frac{Q^2}{\left(\frac{1}{WH} \sum_{i=0}^{W-1} \sum_{j=0}^{H-1} u^2(i,j)\right)} \quad (1)$$

Di mana Q merupakan kemungkinan nilai piksel tertinggi pada suatu citra, $u(i,j)$ merupakan selisih nilai piksel antara citra asli dan citra hasil kompresi, sementara W dan H masing-masing menunjukkan panjang dan lebar citra.

Selain PSNR, terdapat parameter lain yang umum digunakan untuk mengetahui baik atau tidaknya suatu metode kompresi citra, yaitu rasio kompresi. Rasio kompresi membandingkan ukuran antara citra asli dan citra hasil kompresi. Semakin besar rasio kompresi menunjukkan kompresi yang makin baik.

Namun demikian, nilai rasio kompresi yang terlalu besar dapat menurunkan kualitas kompresi dari segi kesamaan citra sehingga mengakibatkan nilai PSNR yang kecil. Oleh karena itu, kedua parameter ini sering digunakan bersama untuk mencari metode kompresi yang dapat mengkompresi citra dengan rasio kompresi yang besar dengan tetap menjaga kualitas visual citra hasil kompresi.



Gambar 2-1: Dataset Pleiades komposit *true color* yang masing-masing berukuran 512x512 piksel

2.1 Metode Penelitian

Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah citra resolusi sangat tinggi Pleiades sejumlah 16 citra yang masing-masing berukuran 512x512 piksel. Dataset dapat dilihat pada Gambar 2-1. Dataset dikompresi menggunakan tiga metode kompresi *lossy* berbasis *wavelet*, yaitu metode *Wavelet*, *Bandelet*, dan CCSDS.

Evaluasi untuk melihat metode terbaik dari ketiga metode tersebut dilakukan dengan metrik evaluasi berupa nilai PSNR dan rasio kompresi dari citra terkompresi yang dihasilkan. PSNR digunakan untuk mengevaluasi kualitas citra terkompresi secara visual, sementara ratio kompresi digunakan untuk mengevaluasi kuantitas citra terkompresi.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan program berbasis *graphical user interface* (GUI) pada perangkat lunak MATLAB R2017a yang dijalankan pada komputer dengan spesifikasi prosesor Intel® Core™ i7-7700 3.6 Hz dan RAM 8 GB.

3 HASIL PEMBAHASAN

Hasil pengujian berupa kompresi dataset menggunakan metode CCSDS, *Wavelet* dan *Bandelet* dapat dilihat pada Gambar 3-1. Dari Gambar 3-1, terlihat bahwa ketiga metode yang diujikan telah menghasilkan citra resolusi sangat tinggi terkompresi yang baik secara visual dan tidak terlalu berbeda dengan citra aslinya.

Selain evaluasi secara visual, evaluasi metode juga dilakukan menggunakan nilai PSNR dan rasio kompresi yang disajikan pada Tabel 3-1. Tabel 3-1 memuat nilai PSNR dan rasio kompresi dari data citra terkompresi. Dari rata-rata nilai PSNR dan rasio kompresi, terlihat bahwa nilai PSNR tertinggi diperoleh pada metode *Bandelet* dengan rata-rata 57,25616; diikuti metode *Wavelet* dengan rata-rata

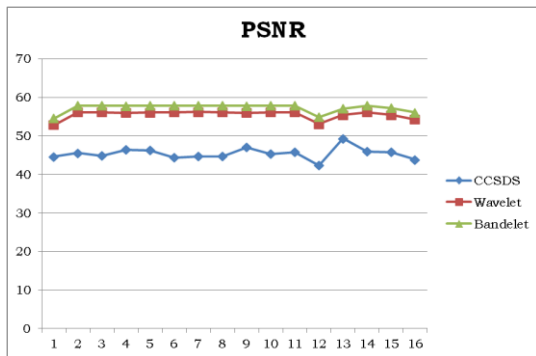
55,51205; kemudian metode CCSDS dengan rata-rata 45,41196. Sementara itu, rasio kompresi tertinggi diperoleh pada metode CCSDS dengan rata-rata 8, dan diikuti oleh metode *Wavelet* dengan rata-rata 2,758513 dan kemudian *Bandelet* dengan rata-rata 2,612944. Perbandingan nilai PSNR dan rasio kompresi dalam bentuk grafik dari ketiga metode kompresi yang digunakan selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 3-2 dan Gambar 3-3.



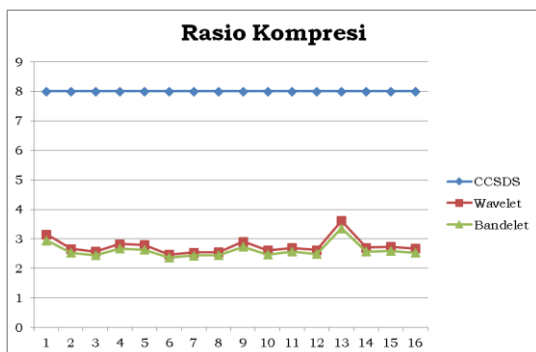
Gambar 3-1: Perbandingan hasil citra kompresi

Tabel 3-1: PERBANDINGAN NILAI PSNR DAN RASIO KOMPRESI

| Citra | PSNR | | | Rasio Kompresi | | |
|-----------|----------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| | CCSDS | Wavelet | Bandelet | CCSDS | Wavelet | Bandelet |
| 1 | 44,5893 | 52,8048 | 54,5696 | 8 | 3,152 | 2,9481 |
| 2 | 45,5276 | 56,1411 | 57,8833 | 8 | 2,6629 | 2,531 |
| 3 | 44,8563 | 56,1354 | 57,8742 | 8 | 2,5692 | 2,4552 |
| 4 | 46,4325 | 56,0168 | 57,7993 | 8 | 2,829 | 2,6698 |
| 5 | 46,2506 | 56,0669 | 57,8431 | 8 | 2,7901 | 2,6317 |
| 6 | 44,3898 | 56,1582 | 57,8814 | 8 | 2,4656 | 2,3642 |
| 7 | 44,6404 | 56,2047 | 57,8932 | 8 | 2,5393 | 2,4392 |
| 8 | 44,645 | 56,1607 | 57,8498 | 8 | 2,5496 | 2,4435 |
| 9 | 46,9937 | 56,0169 | 57,7541 | 8 | 2,9097 | 2,7419 |
| 10 | 45,2943 | 56,0841 | 57,8977 | 8 | 2,6102 | 2,4703 |
| 11 | 45,8033 | 56,1123 | 57,8348 | 8 | 2,7008 | 2,5684 |
| 12 | 42,3418 | 53,0691 | 54,8472 | 8 | 2,6251 | 2,4933 |
| 13 | 49,3012 | 55,4264 | 57,0736 | 8 | 3,6119 | 3,361 |
| 14 | 45,9622 | 56,1467 | 57,8859 | 8 | 2,7077 | 2,5698 |
| 15 | 45,7606 | 55,4197 | 57,1823 | 8 | 2,7359 | 2,5893 |
| 16 | 43,8028 | 54,229 | 56,029 | 8 | 2,6772 | 2,5304 |
| Rata-Rata | 45,41196 | 55,51205 | 57,25616 | 8 | 2,758513 | 2,612944 |



Gambar 3-2: Perbandingan nilai PSNR



Gambar 3-3: Perbandingan nilai rasio kompresi

Berdasarkan Gambar 3-2 dan 3-3, terlihat bahwa metode *Wavelet* dan *Bandelet* menghasilkan nilai yang tidak terlalu berbeda, sedangkan metode *CCSDS* memberikan nilai kompresi rasio

yang tinggi, namun dengan nilai PSNR yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Wavelet* dan *Bandelet* menghasilkan citra terkompresi yang kualitasnya lebih baik dan secara visual lebih mirip antara citra asli dan citra hasil kompresi, dibanding dengan metode *CCSDS*. Namun demikian, metode *CCSDS* lebih baik dalam hal rasio kompresi dibandingkan metode *Wavelet* dan metode *Bandelet*, sehingga lebih memudahkan dalam proses penyimpanan dan transmisi citra.

4 KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga metode yang digunakan dapat mengkompresi citra resolusi sangat tinggi dengan baik. Hal ini ditandai dengan tereduksinya ukuran citra terkompresi hingga mencapai seperdelapan dari ukuran citra asli tanpa mengurangi kualitas citra secara signifikan, yang ditunjukkan oleh nilai PSNR yang berada di kisaran 40-60 dB. Selain itu, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa secara umum

pada kasus ini metode CCSDS merupakan metode kompresi citra yang terbaik karena memberikan rasio kompresi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dua metode lainnya dengan tetap menjaga kualitas citra kompresi, yaitu dengan nilai PSNR masih dalam rentang 40-60 dB. Namun demikian, jika hanya dipandang dari nilai PSNR, maka metode *Wavelet* dan metode *Bandelet* secara umum memberikan hasil kompresi yang lebih baik dibandingkan metode CCSDS.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih kepada Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh - LAPAN yang telah menyediakan data Pleiades. Penelitian didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Perguruan Tinggi dengan Program Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional Gelombang I Tahun Anggaran 2018 Nomor 11/INS-1/PPK/E4/2018.

DAFTAR RUJUKAN

- Babae, A., Shahrtaash, S. M., & Najafipour, A. (2013). Comparing the trustworthiness of signal-to-noise ratio and peak signal-to-noise ratio in processing noisy partial discharge signals. *IET Science Measurement & Technology*, 112-118.
- Babb, B., Frank, M., Michael, P., & Gary, L. (2008). *Improved satellite image compression and reconstruction via genetic algorithms*. Wales, SPIE.

- CCSDS. (2005). *CCSDS 122.0-B-1 Image Data Compression Blue Book*.
- Elkholy, M., Hosny, M. M., & El-Habrouk, H. M. F. (2019). Studying The Effect of Lossy Compression and Image Fusion on Image Classification. *Alexandria Engineering Journal*.
- Garcia-Vilchez, F., & Serra-Sagrista, J. (2009). Extending the CCSDS Recommendation for Image Data Compression for Remote Sensing Scenarios. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47(10), 3431-3445.
- International Telecommunication Union. (1993). *Terminal Equipment and Proocols for Telematic Services*.
- Le Pennec, E., & Mallat, S. (2005). Sparse Geometric Image Representations with Bandelets. *IEEE Transactions on Image Processing*, 42-438.
- Mallat, S. (1991). Zero-Crossings of A Wavelet Transform. *IEEE Transactions on Information Theory*, 1019-1033.
- Tai, S.-C., Kuo, T.-M., Ho, C.-H., & Liao, T.-W. (2012). A Near-lossless Compression Method Based on CCSDS for Satellites Images. *IEEE Computer Society*, 706-709.
- Yuan, S., & Hu, J. (2019). Research on Image Compression Technology Based on Huffman Coding. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 33-38.