

ANALISIS PANSHARPENING CITRA SPOT 5

Sukentyas Estuti Siwi^{*)} dan Hendayani Yusuf^{*)}
^{*)}Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN
e-mail: sukentyas.estuti@lapan.go.id

Abstract

Image fusion can be used as an important tool to evaluation of remote sensing data based on the availability of multisensor, multitemporal, multifrequency, and multiresolution image data of earth observation satellites.. This paper researching one of image fusion method called pansharpening. Pansharpening is a process to combining multispectral images that have high spectral and low spatial resolution with high spatial resolution panchromatic imagery with to produce a new color image with high spatial and spectral resolution (Palsson et al , 2013). This paper aims to compare and analyze the existing methods of image pansharpening methods . The data used in this study is the SPOT-5 image data, which multispectral image has a spatial resolution 10 meters and 2.5 meters for the panchromatic image. Pansharpening method does is brovey transform, modification brovey using green and red bands, High Pass Filter Additive (HPFA), and multiplicative method. These results proved that the modified brovey using green and red bands method at visible wavelengths gives the best results based on color and detail spatial. This is evidenced by the addition of spatial information that is almost the same as the panchromatic image and has a truth value that is similar to the spectral multispectral images.

Key Words: *Pansharpening, Brovey Transform, Modifikasi Brovey, Pass Filter Additive (HPFA), multiplicative*

Abstrak

Penggabungan citra (*image fusion*) dapat dijadikan sebagai alat bantu penting dalam evaluasi data penginderaan jauh dengan ketersediaan data citra yang multisensor, multitemporal, multifrekuensi, dan multiresolusi dari satelit observasi bumi. Paper ini meneliti salah satu metode penggabungan citra yang disebut dengan *pansharpening*. *Pansharpening* adalah proses menggabungkan citra multispektral yang memiliki resolusi spektral tinggi dengan citra pankromatik yang beresolusi spasial tinggi untuk menghasilkan citra baru berwarna dengan resolusi spektral dan spasial yang tinggi (Palsson *et al.*, 2013). Paper ini bertujuan untuk membandingkan metode *pansharpening* eksisting dan menganalisis citra hasil metode tersebut. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra SPOT-5, dimana citra multispektralnya memiliki resolusi spasial 10 meter dan 2.5 meter untuk citra pankromatik. Metode pansharpening yang dilakukan adalah *brovey transform*, modifikasi *brovey* menggunakan *band green* dan *red*, *High Pass Filter Additive (HPFA)*, dan *multiplicative*. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa metode modifikasi *brovey* menggunakan *band green* dan *red* pada panjang gelombang *visible* memberikan hasil yang paling baik berdasarkan warna dan kedetailan spasial. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan informasi spasial yang hampir sama dengan citra pankromatiknya dan memiliki kebenaran nilai spektral yang mirip dengan citra multispektralnya.

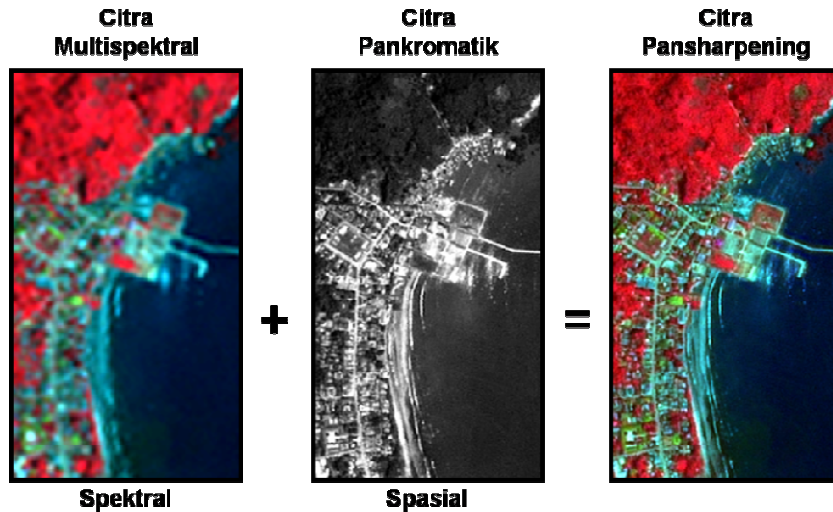
Kata Kunci: *Pansharpening, Brovey Transform, Modifikasi Brovey, Pass Filter Additive (HPFA), multiplicative*

1. Pendahuluan

Satelit observasi bumi menyediakan data penginderaan jauh yang mencakup bagian yang berbeda dari spektrum elektromagnetik pada resolusi spasial, spektral, dan temporal yang berbeda. Perbedaan tersebut dapat dimanfaatkan secara efektif untuk berbagai jenis data penginderaan jauh, salah satunya dimanfaatkan untuk melakukan proses penggabungan citra (*image fusion*). Penggabungan citra dapat dijadikan sebagai alat bantu penting dalam mengevaluasi data penginderaan jauh. Dimana penggabungan citra banyak digunakan untuk meningkatkan interpretasi visual dengan alasan bahwa penggabungan citra sebagian besar didasarkan pada penggabungan jenis satelit yang berbeda dan atau walaupun sistem sensor yang sama disediakan citra dengan resolusi spasial yang berbeda (Wenbo *et al.*, 2008).

Penggabungan citra biasanya disebut juga dengan *pansharpening* (Palsson, *et al.*, 2013; Zhang, 2008; Maurer, T., 2013) yakni penggabungan citra antara resolusi rendah dari citra multispektral (MS) yang memiliki panjang gelombang seperti *Blue, Green, Red, Infrared* dan lain-lain dengan resolusi tinggi

dari citra pankromatik (Pan) tunggal untuk menghasilkan citra baru yang berwarna dan memiliki resolusi spasial tinggi (Gambar 1-1). Hal ini menjadi penting untuk berbagai aplikasi penginderaan jauh, karena sebagian besar sensor penginderaan jauh seperti Landsat 5/7/8, SPOT 4/5/6, Ikonos, Quickbird, Worldview-2 dan GeoEye-1 secara bersamaan merekam citra resolusi rendah MS dan resolusi tinggi Pan.



Gambar 1-1. Pansharpening (sumber citra: SPOT-5 K/J 311/348 02 Maret 2013, LAPAN)

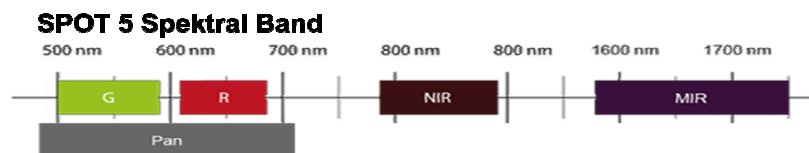
Banyak metode *pansharpening* yang telah berkembang sampai saat ini antara lain seperti, transformasi *intensity-hue-saturation* (IHS), *principal componen analysis* (PCA), *Gram-Schmidt*, dan transformasi *wavelet* (C. POHL and J. L. Van Genderen, 1998; Wenbo, Wu. *et al.*, 2008; Maurer, T. 2013; King, R. and Wang, J., 2001).

Paper ini bertujuan untuk membandingkan metode pansharpening eksisting yakni *brovey transform*, modifikasi *brovey* menggunakan band *green* dan *red*, *high pass filter additive* (HPFA) *additive* dan *multiplicative*. Metode-metode tersebut dipilih dalam penelitian ini dikarenakan metode tersebut sederhana dan tidak memerlukan perhitungan matematis yang rumit. Adapun hipotesa penelitian ini adalah informasi spektral citra hasil proses pansharpening mirip dengan citra MS asli (*original*) dan ketajaman (*sharpness*) harus identik dengan citra Pan asli (*original*).

2. Metodologi

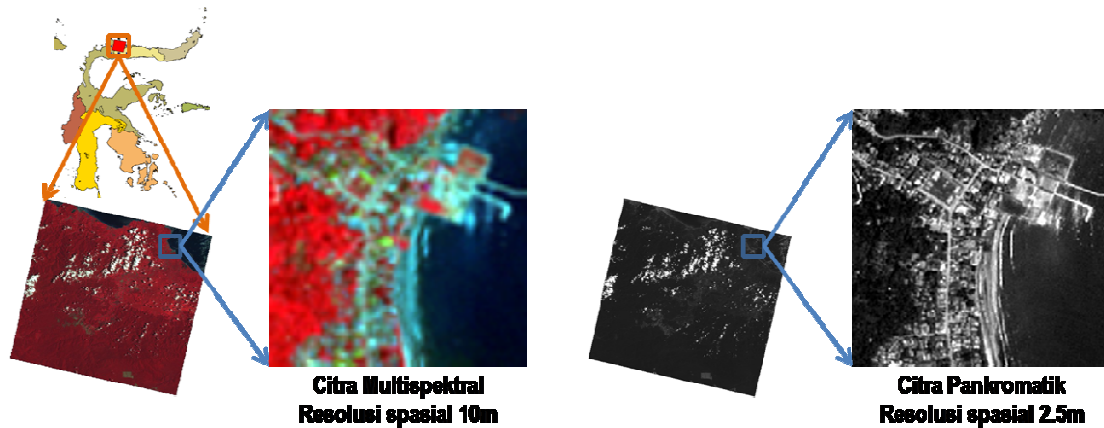
2.1. Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data SPOT-5 *Bundle* terdiri dari citra multispektral yang memiliki resolusi spasial 10 meter dengan jumlah band ada empat band (*Green*, *Red*, *NIR*, dan *SWIR/MIR*) dan citra saluran tunggal pankromatik yang memiliki resolusi spasial 2.5 meter (Gambar 2-1).



Gambar 2-1. Spektral band dan panjang gelombang dari data SPOT-5

Data SPOT-5 yang digunakan untuk implementasi dalam penelitian ini terletak di K/J 311/348 hasil akuisisi tanggal 02 Maret 2013 yang di-*cropping* sebesar 75 x 75 untuk citra MS dan 300 x 300 untuk citra Pan dengan level data berupa level 3/*ortho* (Gambar 2-2).



Gambar 2-2. Daerah penelitian yang digunakan untuk implementasi metode Pan-Sharpening

2.3. Metode

Pengolahan data pada penelitian ini secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga pekerjaan, yakni:

A. Pra pengolahan data

Pada proses pra pengolahan data yang pertama dilakukan adalah mengimport format data SPOT-5 Geotiff ke format data ERMapper (.ers) dikarenakan semua proses pengolahan dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak ERMapper. Dikarenakan level data SPOT-5 yang digunakan dalam penelitian ini sudah level 3 (*ortho*), maka tidak dilakukan proses koreksi geometri menggunakan titik kontrol tanah (*ground control point/GCP*). Sehingga koordinat yang digunakan merupakan kordinat hasil koreksi geometri sistematis.

Selanjutnya data SPOT-5 MS dan Pan yang telah diimport tersebut dilakukan proses koreksi radiometri *top of Atmosphere* (ToA) menggunakan formula:

$$\text{Reflektan}_i = \frac{\pi \cdot (DN_i / G_i + B_i) \cdot d^2}{ESUN_i \cdot \cos \theta}$$

(2.1)

dimana,

i : *Band Green* (B1), *Red* (B2), *NIR*(B3), *SWIR*(B4), *Pan*; DN_i : *Digital number* pada *band i*; G_i : *Gain* pada *band I*; B_i : *Bias* pada *band I*; d : Jarak matahari ke bumi pada waktu tertentu, dihitung menggunakan formula:

$$d = 1 - [0.0168 \cdot (\cos((\text{Julian day}/365) \cdot 360))]$$

(2.2)

$ESUN_i$: *exoatmosferik irradiant* pada *band I*; $\cos \theta$: sudut *zenith*, ($\theta = 90 -$ sudut elevasi)

Setelah citra MS dan Pan dikoreksi ToA, selanjutnya resolusi spasial citra MS 10 meter di-*resampling* menjadi 2.5 meter agar ukuran pikselnya sama dengan citra Pan.

B. Proses *Pansharpening*

Pengabungan citra memberikan beberapa keuntungan seperti pemeliharaan ruang penyimpanan komputer, peningkatan kualitas estetika dan kosmetik; peningkatan resolusi spasial, dan perbaikan analitis (Ranchin *et al.*, 2003). Ada banyak metode pansharpening yang dapat digunakan untuk menghasilkan gambar resolusi tinggi multispektral dari citra pankromatik resolusi tinggi dan citra multispektral resolusi rendah (Wang, 2005; Han *et al.*, 2008; Rajendran *et al.*, 2012).

Pada penelitian ini metode Pan-Sharpening difokuskan pada metode *brovey transform*, modifikasi *brovey* menggunakan *band green* dan *red*, *high pass filter additive* (HPFA) dan *multiplicative*. Masing-masing metode dijelaskan sebagai berikut:

1) *Brovey transform*

Brovey transform merupakan metode numerik sederhana yang digunakan untuk menggabungkan dua citra digital yang berbeda resolusi spasial dan spektralnya. Algoritma berdasarkan transformasi *brovey* menggunakan formula normalisasi band multispektral yang digunakan untuk tampilan warna *red-green-blue* (RGB) dan mengalikan hasilnya dengan data resolusi tinggi untuk menambah intensitas atau kecerahan citra (Vrabel, 1996). Formula yang digunakan untuk transformasi *brovey* dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:

$$Red = \frac{Band_1}{\sum_{i=1}^n Band_n} * Pan$$

(2.3)

$$Green = \frac{Band_2}{\sum_{i=1}^n Band_n} * Pan$$

$$Blue = \frac{Band_3}{\sum_{i=1}^n Band_n} * Pan$$

2) Modifikasi *brovey* menggunakan band *green* dan *red*

Karena *brovey transform* hanya dapat membuat tiga *band* untuk dilakukan penggabungan, maka pada penelitian ini dilakukan modifikasi formula *brovey*. Algoritma *brovey* merupakan metode rasio dimana *digital number* pada setiap *band* dari citra MS dibagi dengan jumlah keseluruhan band citra MS yang kemudian dikalikan dengan citra Pan yang memiliki resolusi spasial tinggi. Pada penelitian ini, modifikasi dilakukan dengan menggantikan jumlah keseluruhan *band* pada citra MS dengan *band-band* yang panjang gelombangnya masuk di dalam rentang panjang gelombang citra Pan. Mengacu pada *band* spektral dari citra Pan pada data SPOT-5 yang memiliki panjang gelombang berkisar antara 0.48 μm sampai dengan 0.71 μm. *Band* citra MS SPOT-5 yang panjang gelombangnya masuk di dalam rentang citra Pan adalah *band green* (0.50 – 0.59 μm) dan *band red*

(0.61-0.68 μm). Sehingga formula untuk modifikasi *brovey* menggunakan *band green* dan *red* dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$MB_i = Band_i * \frac{Pan}{1/2(Band_{green} + Band_{red})}$$

(2.4)

dimana:

MB: citra *pansharpening* band *i*; *i*: *band green, red, NIR* dan *SWIR*; Pan : citra pankromatik

3) *High pass filter additive* (HPFA)

Metode HPFA merupakan metode *pansharpening* yang menggabungkan informasi-informasi yang memiliki frekuensi tinggi dari citra Pan (Pan_{HPF}) ke citra MS resolusi rendah untuk memperoleh citra MS resolusi tinggi (Rajendran *et al.*, 2012). Formula untuk metode HPFA seperti pada persamaan 2.5. Informasi frekuensi tinggi dari citra Pan (Pan_{HPF}) dihitung dengan memberi *filter high pass* melalui rata-rata piksel lokal yang sederhana, yaitu kotak *filter* (Al-Wassai *et al.*, 2011). Sebagai contoh, sebuah piksel kernel *sharpen* 5*5 yang telah disediakan oleh perangkat lunak ERMapper (persamaan 2.6).

$$MS_{resolusi\ tinggi} = Pan_{HPF} + MS_{resolusi\ rendah}$$

(2.5.)

$$Pan_{HPF} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 49 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

(2.6)

4) Metode *multiplicative*

Metode ini merupakan metode yang paling sederhana dalam teknik *pansharpening*. Dimana citra Pan resolusi tinggi dikalikan dengan citra MS resolusi rendah *pixel-by-pixel* untuk mendapatkan citra baru (Seetha *et al.*, 2007; Helmy *et al.*, 2010). Formula untuk metode *multiplicative* dapat dilihat pada persamaan 2.7.

$$DN_{fused(i)} = DN_{resolusi\ rendah} * DN_{resolusi\ tinggi}$$

(2.7.)

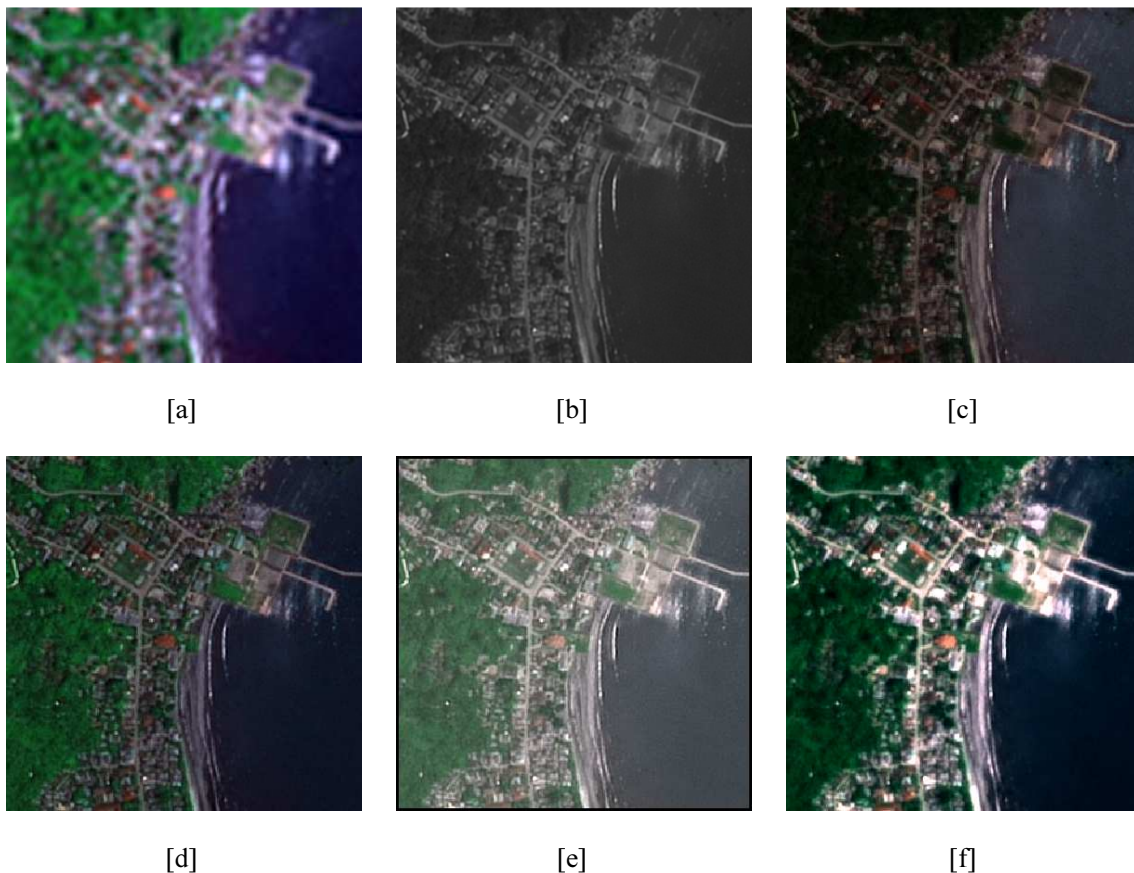
dimana: $DN_{fused(i)}$: citra *pansharpening* band *I*; *i*: *band green, red, NIR* dan *SWIR*; DN: *digital number*

C. Analisis data

Evaluasi untuk menilai kualitas citra hasil pansharpening menggunakan pendekatan kualitatif yang melibatkan perbandingan visual dari warna antara citra MS *original* dengan citra *pansharpening* dan detail spasial antara citra Pan *original* dengan citra *pansharpening* (Zhang, Yun., 2008). Untuk membuktikan bahwa citra MS *original* dan citra hasil *pansharpening* memiliki kualitas gambar yang sama untuk visualisasi, maka citra-citra tersebut harus ditampilkan dalam kondisi visual yang sama untuk dibandingkan satu sama lainnya. Visualisasi menggunakan metode *histogram stretchings* yang telah disediakan oleh perangkat lunak ERMapper. *Histogram stretchings* yang digunakan adalah *linear transform*, *autoclip transform*, *histogram equalize*, dan *gaussian equalize*.

3. Hasil dan Pembahasan

Penggabungan citra MS resolusi rendah dan citra Pan resolusi tinggi merupakan hal yang sangat penting bagi aplikasi penginderaan jauh dan pemetaan. Biasanya, citra Pan memiliki panjang gelombang yang luas mulai dari spektrum tampak dan inframerah dekat, sedangkan citra MS hanya mencakup spektrum yang sempit. Akan tetapi, citra MS memiliki jumlah spektral band lebih dari tiga, sedangkan citra Pan hanya memiliki satu spektral band saja. Sehingga dengan menggabungkan kedua citra tersebut maka diperoleh citra multispektral yang memiliki resolusi spektral yang tinggi dan kedetailan informasi spasial yang tinggi pula.



Gambar 3-1. Citra asli (*original*) dan hasil pansharpening: [a] citra multispektral *original*; [b] citra pankromatik *original*; [c] citra pansharpening menggunakan *brovey transform*; [d] citra *pansharpening* modifikasi *brovey* menggunakan *band green* dan *red*; [e] citra *pansharpening* menggunakan *high pass filter additive* (HPFA); [f] citra *pansharpening* menggunakan metode *multiplicative*.

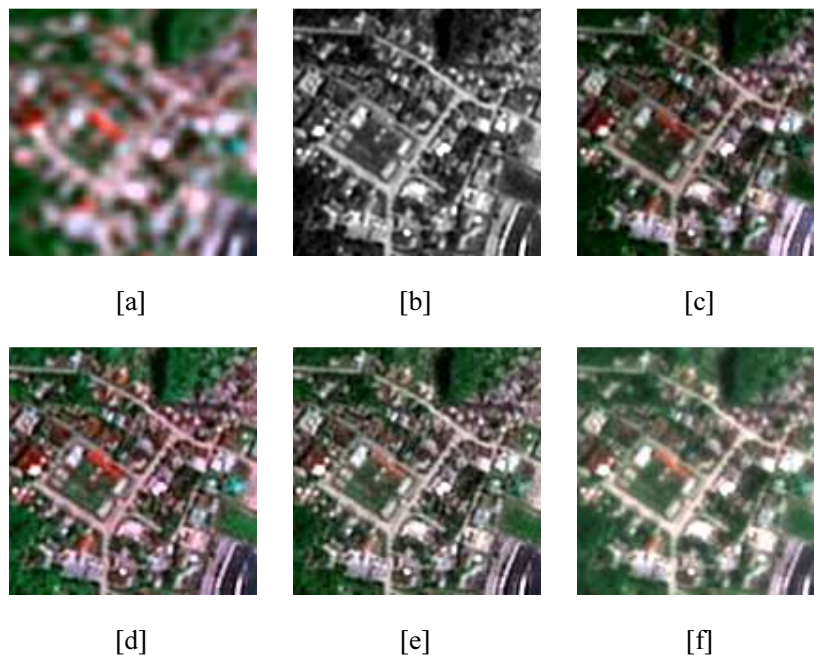
Tabel 3-1. Perbandingan kualitas visual berdasarkan warna antara citra MS dan citra *pansharpening* dengan kondisi visualisasi yang sama

	<i>Histogram Stretchings</i>			
	<i>linear transform</i>	<i>autoclip transform</i>	<i>histogram equalize</i>	<i>gaussian equalize</i>
Citra MS Original				
Procy transform image				
(Band green dan red)				
HPFA image				
Multiplicative image				

Citra yang diuji coba adalah citra SPOT-5 multispektral (MS) (Gambar 3-1.[a]) dengan resolusi spasial 10 meter (4 band: *green, red, nir, dan swir*) dan citra SPOT-5 pakromatik (Pan) (Gambar 3-1.[b]) dengan resolusi spasial 2.5 meter. Sebelum dilakukan proses *pansharpening*, citra multispektral terlebih

dahulu di-*resampling* ke 2.5 meter menggunakan metode *cubic convolution*. Citra hasil proses *pansharpening* yang diujicoba dapat dilihat pada Gambar 3-1. Semua citra hasil *pansharpening* mengalami penajaman yang sama dengan citra Pan. Akan tetapi terdapat perbedaan dalam tampilan warna dengan citra MS *original*, dimana citra hasil *broyey transform* lebih gelap dan citra hasil HPFA terlalu terang dibandingkan dengan citra MS *original* dan citra *pansharpening* lainnya. Secara visual untuk warna yang mendekati dengan citra MS *original* adalah metode modifikasi *broyey* menggunakan band green dan red.

Hasil perbandingan kualitas gambar yang menggunakan pendekatan kualitatif berdasarkan pada warna visualisasi dapat dilihat pada Tabel 3-1. Sedangkan hasil perbandingan kualitas gambar berdasarkan pada kedetailan spasial dapat dilihat pada Gambar 3-2.



Gambar 3-2. Perbandingan visual berdasarkan kedetailan spasial dari citra asli (*original*) dan hasil *pansharpening*: [a] citra multispektral *original*; [b] citra pankromatik *original*; [c] citra *pansharpening* menggunakan *broyey transform*; [d] citra *pansharpening* modifikasi *broyey* menggunakan band green dan red; [e] citra *pansharpening* menggunakan *high pass filter additive* (HPFA); [f] citra *pansharpening* menggunakan metode *multiplicative*.

Penggunaan metode *histogram stretchings* dimaksudkan untuk meningkatkan keterangan dan atau kegelapan dari citra, serta menaikkan atau menurunkan kontras citra. Untuk memberikan kondisi visual yang sama, maka nilai digital number dari masing-masing citra dibuat menjadi 256 (0-255) warna. Pada Tabel 3-1. dapat dilihat bahwa pada saat menggunakan *linear transform* hasil visualisasi citra menjadi gelap dibandingkan dengan metode lain. Hal ini dikarenakan pada *linear transform* tidak dilakukan *stretching*. Metode dengan tampilan visual yang baik adalah metode *autoclip transform*, dimana *stretching* dilakukan dengan memotong (klip) 0.5% diujung nilai terendah (nol) dan tertinggi (255) dari kisaran data.

Histogram equalize biasanya menciptakan gambar dengan kontras yang sangat kuat antar daerah gelap dan terang, sehingga pada beberapa kasus dapat mengaburkan detil dari informasi. Dari ke-4 metode histogram stretching tampilan visual yang tidak bagus adalah metode gaussian equalize, dimana kontras gambarnya terlalu tinggi sehingga banyak informasi yang hilang.

Evaluasi kualitas gambar berdasarkan kedetailan spasial seperti pada Gambar 3-2. terlihat bahwa kesemua metode pansharpening berhasil melakukan peningkatan kedetailan spasial. Hasil yang diperoleh metode yang dapat menampilkan kedetailan spasial paling baik adalah metode modifikasi brovey menggunakan band green dan red. Sedangkan yang tidak baik adalah metode multiplicative dimana kedetailan spasialnya terlihat tidak jelas dan blur.

4. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada drs. Kustiyo, M.Si. yang telah mengembangkan metode modifikasi brovey menggunakan band green dan red pada data SPOT-5.

5. Kesimpulan

Hasil perbandingan metode *pansharpening* antara *brovey transform*, modifikasi *brovey* menggunakan *band green* dan *red*, *high pass filter additive* dan *multiplicative* yang di evaluasi menggunakan pendekatan kuantitatif berdasarkan warna dan kedetailan spasial diperoleh hasil yang terbaik adalah citra *pansharpening* menggunakan metode modifikasi *brovey* menggunakan *band green* dan *red*. Dimana citra hasil *pansharpening* metode ini memiliki informasi spektral yang mirip dengan citra MS *original* dan memiliki ketajaman yang identik dengan citra Pan *original*. Pemilihan *band green* dan *red* pada citra SPOT-5 ini dikarenakan kedua band ini memiliki panjang gelombang yang masuk di rentang panjang gelombang citra Pan *original*.

6. Daftar Rujukan

- Al-Wassai, F.A., Kalyankar, N.V., and Al-Zuky, A.A. 2011. Arithmetic and Frequency Filtering Methods of Pixel-Based Image Fusion Techniques. *Computer Vision and Pattern Recognition*. <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1107/1107.3348.pdf> [Diakses Februari, 2014].
- Han, S.S., Li, H.T., Gu, H.Y. 2008. The Study on Image Fusion for High Spatial Resolution Remote Sensing Image. The International Archives of the Photogrammetry. *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing.
- Helmy, A.K., Nasr, A.H., and El-Taweel, Gh. 2010. Assesment and Evaluation of Different Data Fusion Techniques. *International Journal of Computers*. Issue 4. Volume 4. pp. 107-115.
- King, R. and Wang, J. 2001. A Wavelet Based Algorithm for Pansharpening Landsat 7 Imagery. *Proceedings of the International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. vol.2. pp. 849-851.
- Maurer, T. 2013. How to Pan-Sharpen Image Using The Gram-Schmidt Pan-Sharpen Method – A Recipe. *International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Volume XL-1/W1. ISPRS Hannover Workshop 2013. 21 – 24 May 2013. Hannover. Germany.

- Palsson, F., Sveinsson, J.R., and Ulfarsson, M.O. 2013. A New Pansharpening Algorithm Based on Total Variation. *IEEE Geoscience and Remote Sensing*. Vol. 11. Issue: 1, pp. 318-322.
- POHL, C. and J. L. Van Genderen. 1998. Multisensor Image Fusion in Remote Sensing: Concept, Methods and Applications. *International Journal of Remote Sensing*. 19:5. pp. 823-854.
- Ranchin, T., Aiazzi, B., Alperone, L., Baronti, S., Wald, L. 2003. Image fusion-the ARSIS concept and successful implementation schemes. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 58, pp. 4-18.
- Rajendran, V., Varghese, D., Annadurai, S., Vaithiyathan, V., and Thamocharan, B. 2012. A Case Study on Satellite Image Fusion Techniques. *Research Journal of Information Technology* 4 (2):pp 71-78.
- Seetha, M., Malleswari, B.L., Muralikrishna, I.V. and Deekshatulu, B.L. 2007. Image fusion - a performance assessment, *Journal of Geomatics*, 1, pp.33-39.
- Vrabel, J. 1996. Multispectral imagery band sharpening study, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62, pp.1075-1083.
- Wang, Z., D. Ziou, and C. Armenakis. 2005. A Comparative Analysis of Image Fusion Methods, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 43, no.6, pp. 1391–1402.
- Wenbo, Wu., Jing, Yao., and Tingjun, Kang. 2008. Study of Remote Sensing Image Fusion and Its Application in Image Classification. *The International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing.
- Zhang, Yun. 2008. Methods for Image Fusion Quality Assessment – A Riview, Comparison and Analysis. *The International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing.