

EVALUASI METODE PENAJAMAN CITRA MULTISPEKTRAL DENGAN MEMANFAATKAN KANAL PANKROMATIK

Dianovita

Pusat Data Penginderaan Jauh-LAPAN
Jl. Lapan No.70 Pekayon Pasar Rebo Jakarta Timur 13710
Telp: +62-21-8710786 Fax: +62-21-8717715
e-mail: dianovita2001@yahoo.com

ABSTRACT

This paper studied three methods of pan-sharpening of SPOT-4 image and evaluated the quality of the results. Three pan-sharpening methods were applied to a scene of SPOT-4 image of K/J:287/364 acquired on 25 July 2008 by using image processing software. Those three methods were IHS-RGB, Color Normalized (Brovey), and PCA (Principle Component Analysis). For IHS-RGB and Color Normalized (Brovey) methods the formulas written in Kartasmita were used. These formula are practical to be used in image processing software and can be understood theoretically. Similarly for PCA (Principle Component Analysis) method on this research the values of the elements of eigenvectors, which are required for doing the transformation and inversion, are calculated before then they are used in a new more practical equation and can be inputted to image processing software. It was expected that three mathematic equations from those three methods can be implemented easily in other image processing softwares and used for other multispectral image sharpening by panchromatic band. An assessment to test the pan-sharpening processes quantitatively and qualitatively were conducted. A qualitative assessment had been conducted by visual interpretation of pansharpened image. Quantitative assessments of pan-sharpened image was showed by change of spectral value range of each spectral channel, measure of the slope detail of pansharpened image from several object detail and the spectral information similarity between original and pansharpened images by Q Index and Correlation Coefficient. The results of this study are practical equations for PCA, IHS-RGB and Color Normalized (Brovey) Methods; pan-sharpened of SPOT-4 image; and quality assessment of pan-sharpened of SPOT-4 image.

Keywords: Remote Sensing, IHS-RGB, PCA, Brovey, SPOT-4 Image, Pansharpened

PENDAHULUAN

Data penginderaan jauh (inderaja) dapat memberikan solusi bagi pengguna yang membutuhkan informasi sumber daya alam, lingkungan dan cuaca secara cepat, tepat, dan aktual dengan biaya yang terjangkau. Berbagai informasi tersebut sangat diperlukan untuk mempercepat proses pembangunan pada suatu wilayah. Data inderaja Jauh berupa citra satelit yang banyak sekali ragamnya dan setiap citra satelit mempunyai karakteristik yang berbeda. Untuk menganalisis objek yang ada pada citra satelit secara visual, hal yang penting adalah ketajaman batas pada objek.

Salah satu cara dalam mempertajam batas objek yaitu dengan menggabungkan kanal multispektral citra dengan kanal pankromatiknya yang dikenal dengan *Pan-Sharpned*. Beberapa metode *Pan-Sharpned* yaitu *IHS-RGB* yang ada pada William K. P.,² Metode *Color Normalized (Brovey)*⁷ yang di kembangkan lebih lanjut pada Kartasmita.³ Teknik di atas hanya berlaku bagi tiga kanal dan kemudian dalam penelitian ini dikembangkan menjadi persamaan yang digunakan untuk citra dengan empat kanal multispektral sesuai dengan kanal spectral yang tersedia pada data SPOT-4. Pada buku penginderaan jauh^{1,2,4} metode *Principal Component Analysis (PCA)* belum memberikan persamaan atau rumus yang

praktis untuk digunakan dalam pengolahan penajaman citra sehingga pada penelitian kali ini akan dibuat rumus yang praktis yang diharapkan dapat digunakan untuk citra penginderaan jauh lainnya dengan menerjemahkan rumusan yang sudah ditampilkan dalam narasi ke bentuk matematik agar mudah dipahami dan diolah dalam suatu *software* pengolahan citra.

Kualitas penajaman pada citra dengan metode tersebut tentunya dapat dibuktikan secara kualitatif dan kuantitatif agar tingkat kepercayaan atas proses yang sudah dilakukan dapat lebih meyakinkan pengguna citra. Pada penelitian kali ini pengukuran secara kuantitatif dilakukan dengan mengacu pada pengukuran yang pernah dilakukan oleh Alparone⁴ pada data resolusi sangat tinggi, yaitu dengan menghitung nilai kualitas indeks seperti pada persamaan (12). Penelitian ini juga mengukur kualitas dengan melihat kisaran nilai digital, baik citra asli maupun citra hasil penajaman untuk keseluruhan data yang diolah. Beberapa objek diukur ketajaman batasnya dengan melihat kenaikan kemiringan (*slope*) antara dua titik dengan dengan jarak tetap pada garis potong profil (*transect*) pada satu objek. Sementara itu, pengukuran dengan pendekatan kualitatif dilakukan melalui interpretasi secara visual objek yang ada pada citra.

Tujuan dari penelitian ini adalah mencari metode yang terbaik untuk penajaman citra multi-spektral yang memanfaatkan kanal pankromatik.

METODE

Penelitian ini pertama membuat persamaan/ rumus Penajaman (*Pan-Sharpening*) citra yang dikaji secara teoretis dan eksperimental untuk tiap metode penajaman citra. Ada tiga metode penajaman citra yang digunakan, yaitu metode IHS-RGB, metode brovey, dan metode PCA.

Metode HIS-RGB dan *Color Normalized* (Brovey) menggunakan persamaan yang telah dikembangkan oleh Kartasasmita³ seperti pada persamaan (1) dan (2). Persamaan (1) dan (2) diubah dulu kedalam persamaan yang baru untuk penajaman citra dengan 4 kanal multispektral Karena pada penelitian ini menggunakan data SPOT-4 yang mempunyai 4 kanal. Mengubah persamaan tersebut mengacu pada

definisi Intensitas (I) yang sudah dituangkan oleh Kartasasmita,³ yaitu I merupakan besaran yang berhubungan dengan total kecerahan masing-masing warna sehingga $\frac{1}{3}$ yang merupakan faktor normalisasi yang dituangkan oleh Kartasasmita³ diganti dengan $\frac{1}{4}$. Didapat persamaan baru seperti terlihat pada persamaan (3) dan (4) pada paper ini.

Trasformasi RGB ke HIS (menggunakan teori ruang warna hexacone)³

$$R_n = Pan + \frac{1}{3} (2R - G - B) = R - I + Pan$$

$$G_n = Pan + \frac{1}{3} (-R + 2G - B) = G - I + Pan \quad (1)$$

$$B_n = Pan + \frac{1}{3} (-R - G + 2B) = B - I + Pan$$

Metode Color Normalized (Brovey)³

$$R_n = (\frac{1}{3})(R \times PAN)/(\frac{1}{3})(R+G+B)$$

$$G_n = (\frac{1}{3})(G \times PAN)/(\frac{1}{3})(R+G+B) \quad (2)$$

$$B_n = (\frac{1}{3})(B \times PAN)/(\frac{1}{3})(R+G+B)$$

Di mana :

R_n, G_n, B_n = citra hasil penajaman kanal R,G,B

R, G, B = citra asli multispektral kanal R,G,B

Pan = kanal pankromatik

$\frac{1}{3}$ = faktor normalisasi (1 dibagi Jumlah kanal)

Metode ketiga yaitu metode *Principal Component Analysis* (PCA). Metode ini belum dituangkan pada persamaan matematik yang praktis, tapi hanya dalam narasi saja pada buku penginderaan jauh.^{1,3,5} Sehingga rumusnya terlebih dahulu diturunkan secara matematis sampai memperoleh persamaan/ rumus yang praktis dengan menggunakan elemen *eigenvector* yang diperlukan untuk transformasi dan inversi PCA seperti terlihat pada persamaan (10) .

Setelah persamaan diperoleh untuk tiap metode, pada citra multispektralnya terlebih dahulu disamakan resolusi spasialnya dengan kanal pankromatiknya, yaitu menjadi 10 meter kemudian dilakukan proses penajaman (*Pan-Sharpened*) citra multispektral dengan memanfaatkan kanal pankromatik menggunakan *software* Ermapper 7.0 pada 1 Scene Citra SPOT-4

K/J 287/364 dan tanggal perekaman 25 juli 2008. Citra SPOT- 4 mempunya 4 kanal multispektral, yaitu Kanal 1 (Panjang gelombang *Near InfraRed /NIR*), Kanal 2 (panjang gelombang Merah/*Red*), kanal 3(panjang gelombang Hijau/*Green*),Kanal 4 (panjang gelombang *Short Wave Infra Red/ SWIR*) dengan resolusi spasial 20 meter dan kanal pankromatik dengan resolusi spasial 10 meter. Proses penajaman citra dilakukan dengan hanya memasukan persamaan ke dalam fasilitas yang ada di *software* pengolahan citra. Persamaan 3 digunakan untuk Metode HIS-RGB, persamaan 4 untuk metode brovey dan persamaan 10 untuk metode PCA, diperoleh citra SPOT-4 yang sudah ditajamkan untuk kanal 1–4.

Untuk mengetahui sudah terjadinya penajaman pada citra multispektral pada penelitian kali ini dilakukan pengukuran secara kuantitatif dengan tiga cara. Pertama, pengukuran yang dilakukan mengacu pada pengukuran yang pernah dilakukan oleh Alparone.⁴ Kemudian pengukuran kuantitatif kedua dengan melihat kisaran nilai digital baik, citra asli maupun citra hasil penajaman untuk keseluruhan data. Beberapa objek diukur ketajaman batasnya dengan melihat kenaikan kemiringan (*slope*) antara dua titik dengan dengan jarak tetap pada garis potong profil (*transect*) pada satu objek. Sedangkan pengukuran dengan pendekatan kualitatif melalui interpretasi secara visual obyek yang ada pada citra.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada tiga metode yang digunakan pada proses penajaman citra SPOT-4 multispektral dengan memanfaatkan kanal pankromatiknya, yaitu IHS-RGB, Color Normalized (BROVEY), dan PCA (*Principal Component Analysis*). Masing – masing metode mempunyai persamaan /rumus yang berbeda. Perolehan rumus/persamaan dan hasil tiap metode dijelaskan berikut ini secara berurutan.

Untuk Metode IHS–RGB digunakan persamaan (3). Persamaan ini diperoleh dengan mengacu pada rumus yang diturunkan Kartasasmita³ (persamaan (1)) tetapi faktor normalisasi diubah menjadi $\frac{1}{4}$ sesuai dengan definisi Intensitas (I). Hal ini tentunya tidak mengubah pengertian yang ada pada persamaan (1). hal

serupa juga dilakukan untuk persamaan yang ada pada metode brovey sehingga menjadi persamaan (4)

$$\begin{aligned} X_{1n} &= X_1 + Pan - \frac{1}{4} (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) \\ X_{2n} &= X_2 + Pan - \frac{1}{4} (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) \\ X_{3n} &= X_3 + Pan - \frac{1}{4} (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) \\ X_{4n} &= X_4 + Pan - \frac{1}{4} (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} X_{1n} &= (X_1 / (X_1 + X_2 + X_3 + X_4)) * Pan \\ X_{2n} &= (X_2 / (X_1 + X_2 + X_3 + X_4)) * Pan \\ X_{3n} &= (X_3 / (X_1 + X_2 + X_3 + X_4)) * Pan \\ X_{4n} &= (X_4 / (X_1 + X_2 + X_3 + X_4)) * Pan \end{aligned} \quad (4)$$

Sementara itu, untuk persamaan/ rumus metode *Principal Component Analysis* (PCA) dilakukan penurunan seperti berikut:

Pertama, citra multispektral asli dihitung statistik menggunakan *software* sehingga didapat berbagai nilai statistiknya, yang diambil nilai *covariance Eigenvectors* saja, dengan mengacu pada pengertian metode PCA yang sudah dituangkan pada buku-buku penginderaan jauh^{1,2,5} maka di lakukan percobaan sampai menemukan suatu persamaan/rumus untuk metode PCA. Nilai *covariance Eigenvectors* dari SPOT-4 adalah seperti di bawah ini:

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3	PC4
Band1	0.113	0.898	0.366	-0.218
Band2	0.699	-0.314	0.188	-0.614
Band3	0.477	-0.079	0.481	0.731
Band4	0.520	0.299	-0.774	0.202

Dengan mengacu pada Wiliam K. Pratt² maka dibuat matrik 4 x 4, dianggap sebagai matrik A, seperti dibawah ini:

$$PC = AT. X \text{ dimana } X = X_1 \dots \dots \dots X_4 = \text{citra asli multispektral kanal 1,2,3,4} \quad (5)$$

maka

$$\begin{aligned} PC_1 &= a_{11}X_1 + a_{21}X_2 + a_{31}X_3 + a_{41}X_4 \\ PC_2 &= a_{12}X_1 + a_{22}X_2 + a_{32}X_3 + a_{42}X_4 \\ PC_3 &= a_{13}X_1 + a_{23}X_2 + a_{33}X_3 + a_{43}X_4 \\ PC_4 &= a_{14}X_1 + a_{24}X_2 + a_{34}X_3 + a_{44}X_4 \end{aligned} \quad (6)$$

disimbolkan

$$\begin{bmatrix} 0.113 & 0.898 & 0.366 & -0.218 \\ 0.699 & -0.314 & 0.188 & -0.614 \\ 0.477 & -0.079 & 0.481 & 0.731 \\ 0.520 & 0.299 & -0.774 & 0.202 \end{bmatrix} = A$$

$$A^T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} & a_{41} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} & a_{42} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} & a_{43} \\ a_{14} & a_{24} & a_{34} & a_{44} \end{bmatrix}$$

$$X \cdot A^T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} & a_{41} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} & a_{42} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} & a_{43} \\ a_{14} & a_{24} & a_{34} & a_{44} \end{bmatrix} \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_{44} \end{matrix} = A$$

Untuk proses penajaman atau *pansharpen* dilakukan pembalikan dimana A^T menjadi $(A^T)^{-1}$. Seperti persamaan berikut :

$$\underline{X}1n = (A^T)^{-1} \cdot \underline{PC} \text{ dimana } \underline{PC} = PC1 \dots 4 = \text{Citra turunan pertama} \quad (7)$$

Karena $(A^T)^{-1} = A$ dan PC_1 diganti PAN (Pankromatik) maka persamaan untuk menghasilkan citra baru yang sudah *pansharpen* seperti di bawah ini :

$$\underline{X}1-n = A \cdot \underline{PC} \text{ dimana } PC = PC1 \dots 4 = \text{Citra turunan pertama} \quad (8)$$

$$X_{1-n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{PAN} \\ \text{PC}_2 \\ \text{PC}_3 \\ \text{PC}_4 \end{matrix}$$

Maka diperoleh persamaan seperti di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 X1n &= a_{11} \text{Pan} + a_{12} \text{PC}_2 + a_{13} \text{PC}_3 + a_{14} \text{PC}_4 \\
 X2n &= a_{21} \text{Pan} + a_{22} \text{PC}_2 + a_{23} \text{PC}_3 + a_{24} \text{PC}_4 \\
 X3n &= a_{31} \text{Pan} + a_{32} \text{PC}_2 + a_{33} \text{PC}_3 + a_{34} \text{PC}_4 \\
 X4n &= a_{41} \text{Pan} + a_{42} \text{PC}_2 + a_{43} \text{PC}_3 + a_{44} \text{PC}_4
 \end{aligned} \quad (9)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (6) ke persamaan (9) maka didapat persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 X1n &= a_{11} \text{Pan} + B1X1 + C1X2 + C2X3 + C3X4 \\
 X2n &= a_{21} \text{Pan} + C1X1 + B2X2 + C4X3 + C5X4 \\
 X3n &= a_{31} \text{Pan} + C2X1 + C4X2 + B3X3 + C6X4
 \end{aligned}$$

$$X4n = a_{41} \text{Pan} + C3X1 + C5X2 + C6X3 + B4X4 \quad (10)$$

Di mana :

$$\begin{aligned}
 C1 &= a_{12}a_{22} + a_{13}a_{23} + a_{14}a_{24} \\
 C2 &= a_{12}a_{32} + a_{13}a_{33} + a_{14}a_{34} \\
 C3 &= a_{12}a_{42} + a_{13}a_{43} + a_{14}a_{44} \\
 C4 &= a_{22}a_{32} + a_{23}a_{33} + a_{24}a_{34} \\
 C5 &= a_{32}a_{42} + a_{33}a_{43} + a_{34}a_{44} \\
 C6 &= a_{32}a_{42} + a_{33}a_{43} + a_{34}a_{44} \\
 B1 &= a_{12}^2 + a_{13}^2 + a_{14}^2 \\
 B2 &= a_{22}^2 + a_{23}^2 + a_{24}^2 \\
 B3 &= a_{32}^2 + a_{33}^2 + a_{34}^2 \\
 B4 &= a_{42}^2 + a_{43}^2 + a_{44}^2
 \end{aligned}$$

Dimana :

$X1n \dots 4n$ = citra hasil penajaman kanal 1,2,3,4
 $X1 \dots 4$ = citra asli multispektral kanal 1,2,3,4

Pan = kanal pankromatik

$a_{11} \dots a_{mn}$ = elemen matriks transformasi PCA kanal 1 sampai n (dalam hal ini sama dengan $n = 4$ yaitu jumlah kanal SPOT 4) yang adalah elemen *EigenVectors* dari Matriks Kovarian citra multispektral yang asli.

Dengan didapat persamaan/rumus yang praktis Untuk Metode *Principal Component Analysis* (PCA) yaitu persamaan (10) diharapkan dapat juga digunakan pada proses penajaman

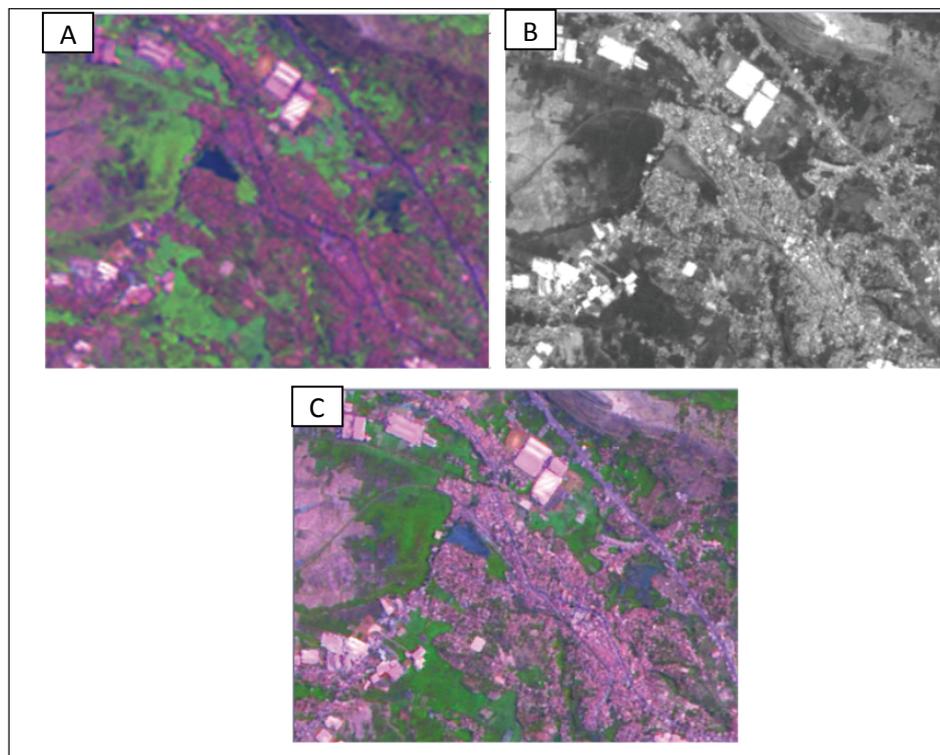
pada citra yang lain dengan menggunakan *software* pengolahan citra tertentu.

Penajaman Citra SPOT-4 Multispektral dengan memanfaatkan kanal pankromatik, pada dasarnya mengambil keunggulan resolusi spasial dari kanal pankromatik, tetapi resolusi spektral dari citra multispektralnya tetap terjaga. Pada percobaan ini digunakan Citra SPOT-4 yang mempunyai 4 kanal dengan resolusi spasial 20 meter, sedangkan citra pankromatiknya hanya mempunyai resolusi spektral diantara multi-spektralnya, tapi mempunyai resolusi spasial lebih teliti, yaitu 10 meter. Secara umum ilustrasi terjadinya penajaman citra secara visual dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada percobaan kali ini dilakukan tiga metode penajaman citra multispectral dengan memanfaatkan kanal pankromatiknya, yaitu metode pertama, yaitu metode HIS-RGB menggunakan persamaan (3). Metode kedua yaitu Metode *Color Normalized* (Brovey) menggunakan persamaan (4), dan Metode ketiga metode PCA (*Principle Component Analysis*)

menggunakan persamaan (10). Persamaan dari ketiga metode tersebut sudah dianggap praktis karena dengan memasukkan persamaan tersebut pada algoritma di *software* pengolahan citra, citra yang ingin ditajamkan bisa langsung diproses oleh komputer, yang hasilnya berupa citra baru yang sudah mengalami penajaman. Berikut ditampilkan citra asli dan citra hasil penajaman dengan 3 (tiga) metode yang sudah disebutkan di atas, ditampilkan dengan kombinasi kanal RGB 413 dan sudah dilakukan perentangan kontras (*contrast stretching*) dengan cakupan gambar hanya sebagian dari citra SPOT-4 yang sudah diolah. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada penelitian kali ini dilakukan kembali penajaman menggunakan ketiga metode, dikarenakan pada penelitian sebelumnya oleh Kartasasmita,³ hasil penajaman hanya diamati secara visual saja, sedangkan penjelasan secara penguluran kuantitatif pada citra yang sudah ditajamkan belum ada. Sedangkan pada Zhang⁶ tidak dilakukan pengukuran kemiringan untuk melihat penajaman. Untuk itu pada paper



Keterangan A: Citra SPOT-4 Multispektral Kombinasi kanal 413; B: Citra SPOT-4 Kanal Pankromatik; C : Citra SPOT-4 Hasil Penajaman kombinasi kanal 413

Gambar 1. Penajaman (pansharpen) metode IHS-RGB

ini mencoba melakukan proses dengan ketiga metode agar dapat menghasilkan penajaman citra multispectral dengan memanfaatkan kanal pankromatiknya, dibuktikan secara lengkap yaitu secara kualitatif dan kuantitatif. Perlunya ukuran secara kuantitatif pada citra baru hasil penajaman dengan tiga metode, untuk memudahkan penjelasan dalam membandingkan tiga metode yang ada, karena dengan pengamatan visual sulit menjelaskan perbedaan dari ketiga metode penajaman, karena pada dasarnya ketiga metode dirancang untuk proses penajaman citra. Tentunya semua secara visual akan menampilkan penajaman yang lebih dari citra aslinya.

Berikut hasil pengamatan secara kuantitatif ada tiga cara : Pertama untuk mengamati secara kuantitatif Citra asli dan hasil penajaman dengan 3 metode (HIS-RGB, Brovey, PCA) dicatat nilai spektralnya seperti Gambar 3 dan hasil Tabel 1.

Melalui kisaran nilai spektral ini, hasil penajaman citra yang baik yaitu citra yang nilai spektralnya sama atau mendekati kisaran nilai spectral citra asli.

Dari table 1, dapat dinyatakan bahwa metode IHS – RGB (persamaan 4) lebih baik dari ke dua metode lainnya.

Pengamatan kuantitatif yang kedua yaitu citra hasil Penajaman yang diamati secara detail terhadap objek (Gambar 3) pada citra hasil penajaman dengan menghitung kenaikan kemiringan nilai digital profil transek (gambar 3.B) tiap jarak ¼ pixel menggunakan persamaan (11) yang dilakukan untuk beberapa obyek pada citra hasil penajaman. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Metode yang baik tentunya metode yang menghasilkan kenaikan nilai kemiringan citra yang sudah ditajamkan dengan citra asli. Dari pengamatan Tabel 2, dapat dinyatakan bahwa metode HIS – RGB adalah yang terbaik dari dua

metode lainnya karena kenaikan kemiringannya paling besar pada semua objek yang ditnasek. Sementara itu, Metode brovey nilai *spectral-nya* selalu lebih kecil dari citra aslinya. Secara visual metode brovey menghasilkan citra yang gelap.

Pengukuran kuantitatif yang ketiga dengan menggunakan persamaan (12) menghitung kualitas indeks (Q) dari citra yang ditajamkan. Nilai Q yang baik atau menyatakan citra sudah mengalami penajaman yaitu dengan nilai Q =1 atau mendekati 1. Hasil percobaan untuk keseluruhan metode dapat dilihat pada Table 3. Tabel 1 merupakan contoh perhitungan Q untuk metode HIS-RGB kanal 1.

$$Q \text{ index} = \frac{2(\rho_{xy})(\bar{x})(\bar{y})}{[(\bar{x})^2 + (\bar{y})^2]} \quad (12)$$

Contoh perhitungan :

Qualitas Indeks (Q) Kanal 1 metode HIS- RGB

$$= \frac{2(0.647)(100.329)(100.679)}{[(100.329)^2 + (100.679)^2]}$$

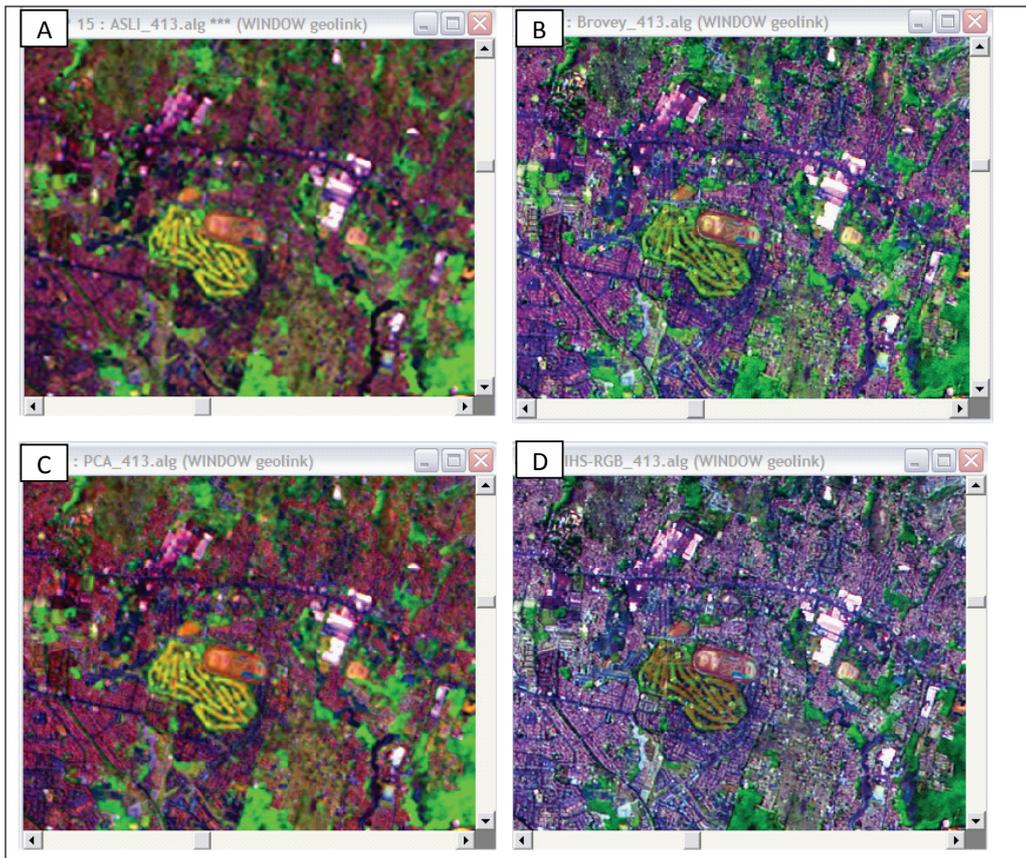
$$= 0.646996077$$

Dari Table 3, metode IHS –RGB dan PCA sama baik karena mempunyai nilai Q relatif sama.

Akan tetapi, jika diasumsikan tidak ada perubahan nilai mean citra asli dengan citra yang sudah ditajamkan. Karenanya, nilai Q sama dengan koefisien korelasi (KK) sehingga persamaannya menjadi $Q_{index} = \rho_{xy}$. Nilai KK untuk semua metode terlihat pada kolom 3 Tabel 3 yang ditulis kembali pada Tabel 4 yang merupakan hasil perhitungan statistik, dihitung menggunakan *software* pengolahan citra berupa matriks korelasi antara kanal yang dipertajam dengan kanal asli pada tiap metode.

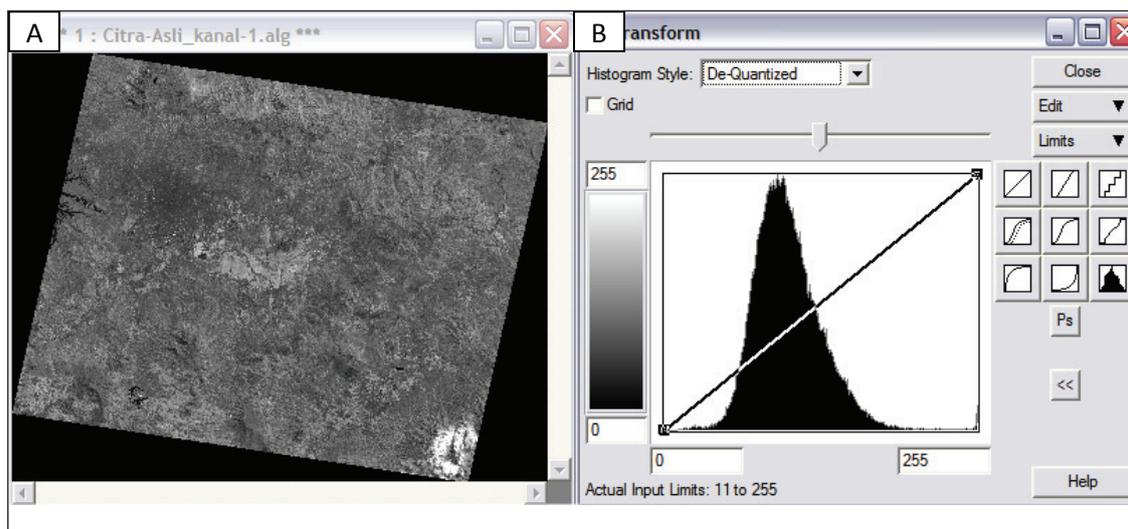
Tabel 1. Kisaran Nilai spektral citra Asli dan citra hasil penajaman (*Pan-sharpened*) band 1- 4

Kanal/Band Citra	Nilai spectral Citra Asli	Nilai spectral Citra IHS-RGB	Nilai spectral Citra Brovey	Nilai spectral Citra PCA
1(NIR)	11 - 255	19 - 255	3 - 65	17 - 255
2(Green)	34 - 255	2 - 255	6 - 105	1 - 202
3(Blue)	51 - 255	29 - 255	9 - 106	40 - 255
4(SWIR)	4 - 255	17 - 255	2 - 79	1 - 179



Keterangan: A : Citra asli; B : Citra Penajaman Metode brovey; C : Citra Penajaman Metode PCA; D : Citra Penajaman Metode IHS-RGB

Gambar 2. Citra Asli dan Citra hasil penajaman kombinasi kanal 413



Keterangan A : Citra asli SPOT-4 kanal 1 (NIR/Near Infra Red); B : Sebaran Nilai Spektral Citra
Gambar 3. Tampilan citra dan Kisaran Nilai spektral nya

Tabel 2. hasil uji kualitas beberapa objek menggunakan transek nilai spectral

OBJEK 1 (rumput/lap. golf)

Kanal/Proses	ΔX	DN1	DN2	ΔDN	$\Delta X/\Delta DN$ (dalam pixel)
B1/Asli	1/4	105	95	10	40
B1/Brovey	1/4	27.5	2.3	4.5	18
B1/HIS-RGB	1/4	112	95	17	68
B1/PCA	1/4	110	97	13	52
B2/Asli	1/4	141	133.5	6.5	26
B2/Brovey	1/4	37.5	32.5	5	20
B2/ HIS-RGB	1/4	150	130	20	80
B2/PCA	1/4	65	55	10	40
B3/Asli	1/4	136	129	7	28
B3/Brovey	1/4	36.5	32.5	4	16
B3/H HIS-RGB	1/4	140	129	11	44
B3/PCA	1/4	96.5	86.5	10	40
B4/Asli	1/4	150	125	25	100
B4/Brovey	1/4	40	28	12	48
B4/ HIS-RGB	1/4	152	111	41	164
B4/PCA	1/4	90	60	30	120

OBJEK 2 (pemukiman)

Kanal/Proses	ΔX	DN1	DN2	ΔDN	$\Delta X/\Delta DN$ (dalam pixel)
B1/Asli	1/4	78.5	74	4.5	18
B1/Brovey	1/4	23.2	21.5	1.7	6.8
B1/Hexa-cone	1/4	102	92.5	9.5	38
B1/PCA	1/4	87	82	5	20
B2/Asli	1/4	141	136	5	20
B2/Brovey	1/4	42	39.5	2.5	10
B2/ HIS-RGB	1/4	165	155	10	40
B2/PCA	1/4	76.5	69.5	7	28
B3/Asli	1/4	129.7	127.9	1.8	7.2
B3/Brovey	1/4	38.5	36.9	1.6	6.4
B3/ HIS-RGB	1/4	152	145	7	28
B3/PCA	1/4	95	92	3	12
B4/Asli	1/4	131.5	127.5	4	16
B4/Brovey	1/4	39	36.5	2.5	10
B4/ HIS-RGB	1/4	155	146.2	8.8	35.2
B4/PCA	1/4	83.7	78.7	5	20

OBJEK 4 (sawah)

Kanal/Proses	ΔX	DN1	DN2	ΔDN	$\Delta X/\Delta DN$ (dalam pixel)
B1/Asli	1/4	150	149	1	4
B1/Brovey	1/4	28.5	28.2	0.3	1.2
B1/HIS-RGB	1/4	125	121.5	3.5	14
B1/PCA	1/4	152	150	2	8
B2/Asli	1/4	86.2	84	2.2	8.8
B2/Brovey	1/4	17.2	16.5	0.7	2.8
B2/ HIS-RGB	1/4	62.5	60	2.5	10
B2/PCA	1/4	23.5	21	2.5	10
B3/Asli	1/4	107	106	1	4
B3/Brovey	1/4	21.1	20.5	0.6	2.4
B3/ HIS-RGB	1/4	85	81	4	16
B3/PCA	1/4	83.9	82.5	1.4	5.6
B4/Asli	1/4	93.5	92.5	1	4
B4/Brovey	1/4	18.5	18	0.5	2
B4/ HIS-RGB	1/4	71.5	68.5	3	12
B4/PCA	1/4	47	45.5	1.5	6

OBJEK 5 (hutan)

Kanal/Proses	ΔX	DN1	DN2	ΔDN	$\Delta X/\Delta DN$ (dalam pixel)
B1/Asli	1/4	87	70	17	68
B1/Brovey	1/4	16.5	13.5	3	12
B1/H HIS-RGB	1/4	70	52	18	72
B1/PCA	1/4	90	69	21	84
B2/Asli	1/4	57	53	4	16
B2/Brovey	1/4	11.2	10.2	1	4
B2/Hexa-cone	1/4	43	37	6	24
B2/PCA	1/4	17	12.5	4.5	18
B3/Asli	1/4	74.5	71.3	3.5	14
B3/Brovey	1/4	15	55	2	8
B3/ HIS-RGB	1/4	61	51.5	6	24
B3/PCA	1/4	57		55	220
B4/Asli	1/4	56	49	7	28
B4/Brovey	1/4	11	9	2	8
B4/Hexa-cone	1/4	42	32	10	40
B4/PCA	1/4	28	17	11	44

Tabel 3. Nilai Indeks kualitas (Q)

Hasil Pansharpen	Kanal	(ρ_{xy})	(\bar{X})	(\bar{Y})	$2\rho_{xy}\bar{X}\bar{Y}$	$(\bar{X})^2$	$(\bar{Y})^2$	$(\bar{X})^2 + (\bar{Y})^2$	Q _{index}
IHS-RGB	1	0.647	100.329	100.679	13,070.724	10,065.908	10,136.261	20,202.169	0.647
	2	0.961	102.073	102.015	20,013.742	10,418.897	10,407.060	20,825.958	0.961
	3	0.910	105.789	105.890	20,387.635	11,191.313	11,212.692	22,404.005	0.910
	4	0.874	98.2440	98.524	16,919.577	9,651.884	9,706.979	19,358.862	0.874
Brovey	1	0.658	100.329	23.888	3,154.003	10,065.908	570.637	10,636.545	0.297
	2	0.960	102.073	26.520	5,197.394	10,418.897	703.310	11,122.208	0.467
	3	0.915	105.789	26.815	5,191.220	11,191.313	719.044	11,910.357	0.436
	4	0.889	98.2440	24.615	4,299.695	9,651.884	605.898	10,257.782	0.419
PCA	1	0.995	100.329	105.985	21,160.404	10,065.908	11,232.820	21,298.728	0.994
	2	0.935	102.073	45.314	8,649.378	10,418.897	2,053.359	12,472.256	0.693
	3	0.963	105.789	80.346	16,370.466	11,191.313	6,455.480	17,646.792	0.928
	4	0.964	98.2440	56.053	10,617.247	9,651.884	3,141.939	12,793.822	0.830

Tabel 4. hasil perhitungan Q index = correlation matrix

Kanal/Band	Correlation Matrix(ρ_{xy}) Citra Asli dengan Citra Hasil Pansharpen		
	HIS-RGB	Brovey	PCA
1 (NIR)	0.647	0.658	0.995
2 (Green)	0.961	0.960	0.935
3 (Red)	0.910	0.915	0.963
4 (SWIR)	0.874	0.889	0.964

Dari Table 3 terlihat bahwa metode brovey mempunyai indeks Q yang jauh lebih kecil dari satu apalagi bila dibandingkan dengan dua metode yang lain. Bila dilihat dari kolom 4 dan 5 Tabel 3 terjadi penurunan mean pada semua kanal yang dipertajam pada metode brovey. Oleh karena itu, untuk mendapatkan gambar yang terang dari metode brovey dilakukan pergeseran pada nilai meannya seperti terlihat pada Gambar 2 metode brovey.

KESIMPULAN

Secara visual terlihat penajaman citra yang terjadi pada semua metode penajaman, yaitu metode IHS-RGB dan PCA. Khusus untuk metode brovey penajaman terjadi setelah dilakukan peregangan histogram linier (*Linear histogram stretching*). Ini memperlihatkan bahwa metode brovey kurang mempertahankan informasi spektral. Untuk metode IHS-RGB dan metode PCA semua terjadi penajaman dan multispektralnya juga dipertahankan. Akan tetapi, apabila dipandang dari persamaan atau rumus dari kedua metode, metode IHS-RGB lebih

simpel dari metode PCA karena parameter dari persamaan IHS-RGB lebih sedikit dari metode PCA. Oleh sebab itu, Metode IHS- RGB yang dikembangkan oleh Kartasasmita merupakan metode yang paling baik dari dua metode lainnya dalam melakukan proses penajaman citra melalui *software* pengolahan citra.

SARAN

Persamaan/rumus yang ada di ketiga metode penajaman (IHS-RGB, Brovey, PCA) sebaiknya dicoba kembali untuk citra lain yang mempunyai resolusi spasial yang berbeda besar antara citra multispektral dengan citra pankromatiknya untuk mendapatkan kesimpulan yang menyeluruh untuk beberapa citra penginderaan jauh lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Prof. Dr. Bambang Subiyanto atas bimbingannya dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini dan Ir. Mahdi Kartasasmita, M.S., Ph.D. yang memberikan masukan dalam pengolahan data untuk karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Lillesand, T. M., and Kiefer, R. W., 1994, *Remote Sensing and Image Interpretation*, Third Edition. New York: John Wiley and Son Inc.
- ²Pratt, W.K. 1991, *Digital Image Processing*, Second Edition, Sun Microsystem Inc. California: Mountain View.
- ³Mahdi K. 2007. Penajaman Citra dengan Memanfaatkan Kanal pankromatik. *Berita Inderaja* Vol-VI, No.11: 15–19.
- ⁴Alparone L., Baronti S., Garzelli A, Nencini F. 2004. A Global Quality Measurement of Pan-Sharp-ened Multispektral Imagery. *IEEE Geoscience and Remote sensing Letters*. Vol-1, No.4: 313–317.
- ⁵Danoedoro, P. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- ⁶Zhang Y. 2008. Methods For Image Fusion Quality Assessment-A review, Comparison And Analysis, The International Archives of the Photogrammetry. *Remote Sensig and Spasial Information Sciences*. Vol.XXXVII, part B7, Beijing.
- ⁷http://www.alos-restec.jp/aboutalos4_e.html