

PENAJAMAN INFORMASI OBYEK PERMUKAAN BUMI DENGAN FUSI CITRA PENGINDERAAN JAUH BERDASARKAN WAVELET

Mohammad Natsir
Peneliti Pusat Data Penginderaan Jauh, LAPAN

ABSTRACT

There are different cases that high spectral and spatial resolution are needed together, but instruments presented now can not produce such data because of several limitations. One solution to get such data is data fusion. There are some methods to merge panchromatic (high spatial resolution) and multi spectral data (high spectral resolution). Some of more common methods are based on getting Principle Component (PC), Brovey method, HIS (Hue-Intensity-Saturation) transform. These methods change totally the spectral characteristics of data. The method based on wavelet multiresolution decomposition to merge the panchromatic band of ETM sensor (15m) and multispectral band of the same sensor (30m).

ABSTRAK

Aplikasi data penginderaan jauh yang semakin meningkat membutuhkan data yang memuat sekaligus informasi spektral dan spasial resolusi tinggi. Namun hal tersebut sukar dilaksanakan karena keterbatasan peralatan yang ada untuk menyajikannya bersama-sama. Salah satu penyelesaiannya adalah dengan menyatukan data tersebut (*fusi*). Ada beberapa metode untuk menyatukan data pankromatik (resolusi spasial tinggi) dan multi spektral (resolusi spektral tinggi) antara lain melalui komponen utama (*principle component/PC*), metode *Brovey* dan transformasi HIS (*Hue-Intensity-Saturation*). Namun metode-metode itu merubah secara drastis karakteristik spektral data. Dengan menggunakan metode dekomposisi *wavelet* informasi spektral citra multispektral (30 m) dan spasial dari citra pankromatik (15 m) sensor ETM Landsat itu dapat disatukan.

1 PENDAHULUAN

Penggunaan data penginderaan jauh pada prinsipnya memerlukan pengenalan obyek permukaan bumi secara baik. Dalam semua bidang pemakaian data harus mampu membedakan obyek satu dengan yang lain. Khususnya dalam bidang geologi perlu sekali membedakan bentuk permukaan sehingga dengan mudah dikenali adanya bukit ataupun gundukan, lembah atau cekungan, kelurusan, patahan dan jenis batuan. Karena obyek-obyek tambang biasanya terdapat dalam tanah yang berada pada kawasan berbentuk spesifik. Sehingga dengan mengenali bentuk-bentuk tersebut memudahkan penentuan lokasi penambangan. Dalam percobaan ini akan

digunakan data ETM Landsat yang terdiri atas 7 kanal multi spektral dengan resolusi 30 m dan satu kanal pankromatik yang resolusinya 15 m. Berarti titik terkecil yang dapat dilihat terpisah melalui kanal multi spektral berjarak 30 m satu sama lain dan dapat diperkecil jaraknya menjadi 15 m bila digabungkan dengan kanal pankromatik. Tulisan ini membandingkan beberapa penajaman citra yang dilakukan pada citra penginderaan jauh untuk mempertajam kenampakan bentuk permukaan di atas.

2 DATA DAN FUSI CITRA WAVELET

Akhir-akhir ini analisis multi resolusi menjadi salah satu dari metode yang diterima sebagai alat untuk meng-

analisis citra penginderaan jauh. Dalam makalah ini diperkenalkan metode baru analisis citra penginderaan jauh berdasarkan transformasi diskrit. Untuk mempertajam citra penginderaan jauh telah ada beberapa metode penajaman (*enhancement*) dan beberapa metode fusi. Metode penajaman dan fusi yang telah ada dan dikenal sejak lama menggunakan metode Komponen Utama atau *Principle Component (PC)*, metode HIS atau *hue-intensity-saturation*, dan metode *Brovey*.

Metode Komponen Utama sebenarnya adalah metode analisis untuk pengenalan obyek atau klasifikasi obyek permukaan bumi yang ada dalam citra penginderaan jauh. Dalam metode ini dilakukan pengolahan *principle component* atau komponen utama untuk citra multi spektral (band1, band2, band3 atau RGB) sehingga diperoleh komponen yang mempunyai informasi terbanyak. Fusi digunakan untuk memperoleh informasi yang lebih banyak, dengan tambahan data atau citra lain yang mempunyai kelebihan dari citra pertama. Setelah diperoleh komponen utama yang mempunyai informasi citra paling banyak diganti dengan citra kedua. Citra hasil diperoleh dari transformasi inverse dari komponen utama. RGB adalah masing-masing komponen warna primer merah, hijau dan biru.

Metode kedua adalah HIS (VHS) yang didasarkan atas transformasi kanal multi spektral RGB ke dalam HIS (*hue-*

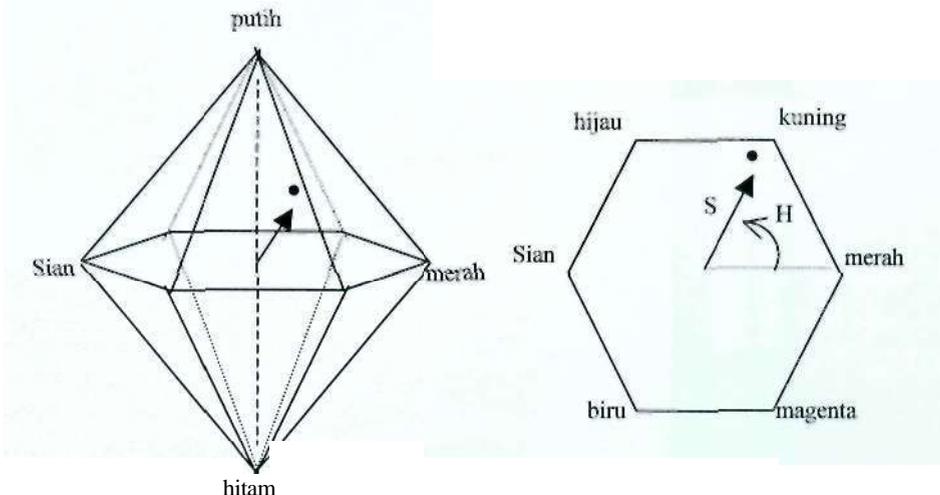
intensity-saturation). Dalam metode ini, komponen intensitas diganti dengan citra yang mempunyai kelebihan informasi, kemudian dilakukan transformasi inverse (HIS ke RGB). Ada beberapa transformasi HIS, antara lain kerucut lingkaran, kerucut segi tiga dan kerucut segi enam; dalam percobaan ini digunakan kerucut segi enam (*Hexcone*), seperti pada Gambar 2-1.

Intensitas diukur melalui arah vertikal, sumbu vertikal di pusat kerucut menghubungkan intensitas nol (hitam) dan intensitas maximum (putih). *Hue (H)* diukur dari merah memutar berlawanan jarum jam. Sedangkan jarak antara dari pusat kerucut ke warna yang ditunjuk adalah *saturation (S)*.

Metode ke tiga adalah metode *Brovey* yang mempunyai algoritma bahwa semua intensitas komponen multi spektral ditransformasi menjadi komponen baru dengan rumusan berikut.

$$\begin{aligned} R_{\text{baru}} &= (R / (R + G + B)) \text{ PAN} \\ G_{\text{baru}} &= (G / (R + G + B)) \text{ PAN} \\ B_{\text{baru}} &= (B / (R + G + B)) \text{ PAN} \end{aligned} \quad (2-1)$$

Komponen warna citra awal adalah R, G dan B. Kemudian terbentuklah citra baru dengan komponen baru dari komponen citra multispektral lama dan pankromatik. Maryam Dehghani telah melakukan percobaan untuk membandingkan metode-metode tersebut yang menyimpulkan bahwa penajaman menggunakan transformasi *Wavelet* lebih baik dari yang lain (*Dehghani, 2003*)



Gambar 2-1: Komponen warna HIS metode *hexcone* (Gonzales, 2002)

Transformasi *wavelet* multiresolusi dapat memberi suatu domain di mana baik informasi waktu dan skala dapat diteliti secara simultan dengan memberi suatu penggambaran waktu-skala sinyal yang diteliti. Suatu transformasi *wavelet* dapat diperoleh dengan memproyeksikan sinyal ke versi geseran dan skala dari suatu fungsi dasar (*basicJunction*). Fungsi ini disebut sebagai induk *wavelet* $\psi(t)$.

Secara matematis fungsi *wavelet* induk dinyatakan sebagai

$$\Psi_{m,n}(x) = 2^{-m/2} \Psi(2^{-m}x - n) \quad (2-2)$$

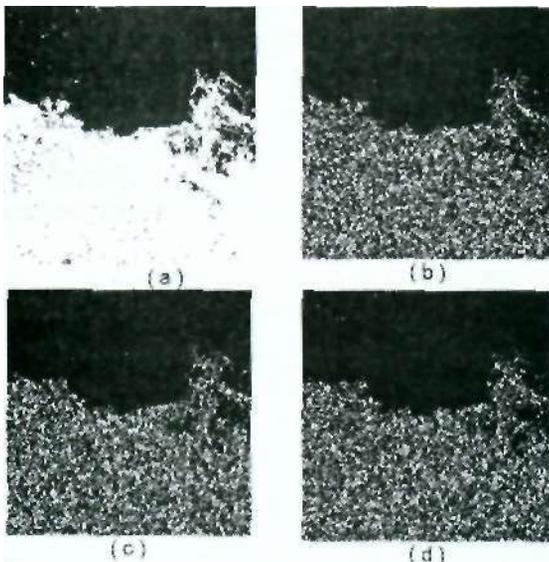
koefisien dapat dicari dengan rumusan matematik sebagai berikut

$$c_{m,n} = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \Psi_{m,n}(x) dx \quad (2-3)$$

sedangkan pendekatan fungsi sinyal dapat dituliskan sebagai deret

$$f(x) = \sum_{m,n} c_{m,n} \Psi_{m,n}(x) \quad (2-4)$$

Kondisi itu menunjukkan bahwa fungsi *wavelet* mempunyai rata-rata nol. Dalam persamaan di atas m adalah resolusi dan n adalah skala. Untuk fungsi dua dimensi seperti $g(x, y)$ pendekatan fungsi menjadi $g(x, y) = \sum \sum C_m C_n \Psi(x) \Psi(y)$.



Gambar 2-2: Citra dekomposisi *Wavelet* algoritma *Mallat*. a) citra pendekatan b) citra detail horisontal. c) citra detail vertikal d) citra detail diagonal

Transformasi *wavelet* menghasilkan citra-citra dalam resolusi yang berbeda-beda pada level berbeda, disebut multiresolusi. Representasi *wavelet* berkaitan dengan ruang spasial dan frekuensi. Transformasi ini akan menunjukkan posisi terbaik fungsi (dalam hal ini citra) dalam ruang spasial dan frekuensi. Ada pendekatan yang berbeda-beda dalam melakukan dekomposisi *wavelet*. Satu dari sekian metode tersebut adalah algoritma *Mallat* yang dapat menggunakan fungsi *wavelet* seperti fungsi-fungsi *Daubechies* (db1, db2, ...). Setiap transformasi dengan algoritma itu akan memberikan hasil citra pendekatan, citra detail horisontal, citra detail vertikal dan citra detail diagonal (*Daubechies*, 1992), lihat Gambar 2-2.

Penelitian yang diuraikan dalam tulisan ini menggunakan algoritma "A trous" yang memanfaatkan *wavelet dyadic* untuk digabung dengan data *non dyadic* dalam prosedur yang efisien dan sederhana. Dalam algoritma *A trous* tersebut transformasi *wavelet* menggunakan filter yang elemennya diberi nilai seperti berikut (*Dehghani*, 2003)

$$\begin{pmatrix} 0.0039 & 0.0156 & 0.0234 & 0.0156 & 0.0039 \\ 0.0156 & 0.0625 & 0.0938 & 0.0626 & 0.0156 \\ 0.0234 & 0.0938 & 0.1406 & 0.0938 & 0.0234 \\ 0.0156 & 0.0625 & 0.0938 & 0.0626 & 0.0156 \\ 0.0039 & 0.0156 & 0.0234 & 0.0156 & 0.0039 \end{pmatrix}$$

Dalam pelaksanaan algoritma *A Trous*, konvolusi citra I dan filter setiap langkah menghasilkan citra-citra I_1, I_2, I_3, \dots . Koefisien *wavelet* didefinisikan sebagai berikut

$$w_{cL} = I_{L-1} - I_L \quad L = 1, 2, \dots, n \quad (2-5)$$

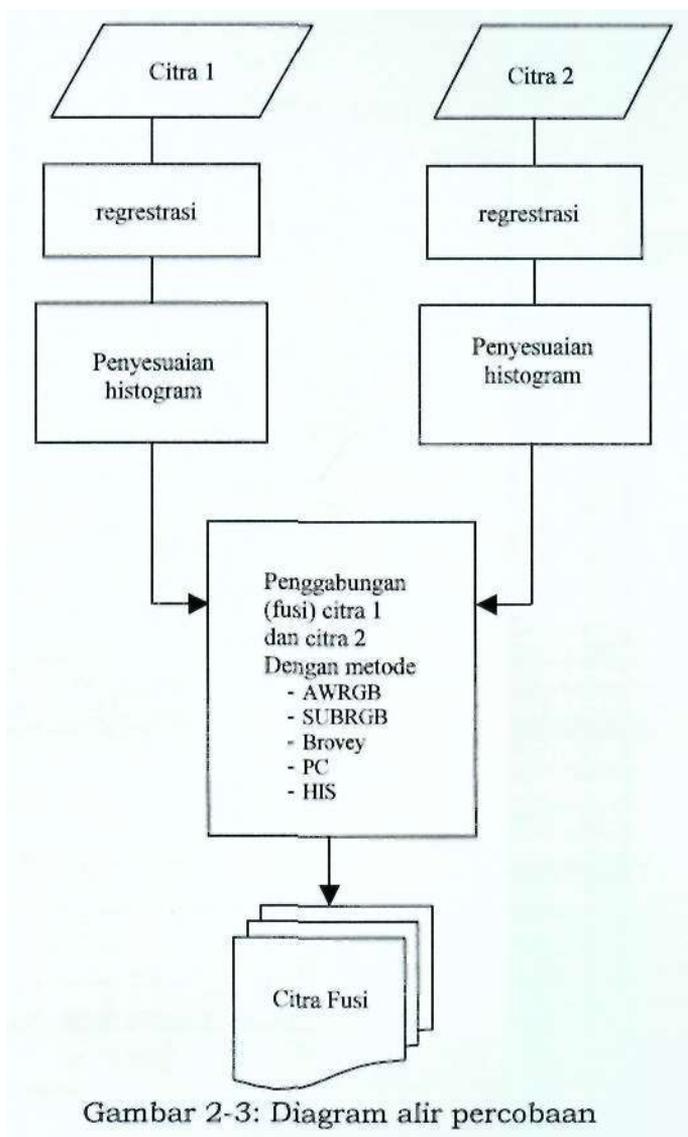
L adalah langkah atau *level*. Sehingga setelah dilakukan dekomposisi berulang ulang maka diperoleh

$$I = \sum_{L=1}^n w_{cL} + I_r \quad (2-6)$$

Dalam rumus itu I_r adalah citra residu dan w_{cL} adalah koefisien *wavelet*. Dalam algoritma ini berlainan dengan algoritma *Mallat*, semua bidang koefisien *wavelet* mempunyai jumlah piksel sama dengan citra asli.

Dalam fusi berdasarkan dekomposisi *wavelet* terdapat dua metode pendekatan, yaitu pendekatan substitusi dan pendekatan aditif. Pada pendekatan substitusi setelah mendapat koefisien *wavelet* citra multispektral dan pankromatik, beberapa koefisien citra multispektral disubstitusi dengan koefisien citra yang diinginkan masuk informasinya. Kemudian hasil akhir yang diinginkan diperoleh dengan melakukan inversi transformasi *wavelet* tersebut. Sedangkan metode pendekatan Additif pelaksanaannya pun dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pertama dengan komponen RGB atau *add wavelet to RGB* (AWRGB) kemudian yang kedua adalah menambahkan koefisien *wavelet* komponen intensitas atau *add wavelet to intensity* (AWI).

Dalam metode AWRGB, pertama yang dilakukan adalah dekomposisi *wavelet* citra pankromatik, kemudian menambahkan koefisien *wavelet-nya* ke semua komponen citra RGB secara langsung. Sedangkan pada pendekatan Additif cara kedua fusi dilaksanakan dengan menambahkan koefisien dekomposisi *wavelet* ke komponen intensitas; dalam hal ini koefisien dekomposisi *wavelet* citra pankromatik ditambahkan ke komponen intensitas dari hasil transformasi HIS dari komponen citra RGB. Citra hasil yang diharapkan adalah citra hasil transformasi *inverse* HIS dengan intensitas baru tersebut. Ada cara berbeda dalam memperoleh komponen intensitas dari *band-band* RGB. Dalam penelitian ini pengambilan komponen intensitas dilaksanakan dengan metode kerucut segi enam (*Hexcone*).



Gambar 2-3: Diagram alir percobaan

Citra 1 dalam diagram alir adalah citra RGB sedang citra 2 adalah koefisien *Wavelet* dari citra Pankromatik Landsat 7. Fusi dilakukan dengan membuang koefisien *wavelet* kanal citra multispektral yang dikehendaki diganti dengan koefisien *wavelet* citra pankromatik. Dengan metode aditif ini informasi yang ada dalam citra tidak hilang bahkan bertambah. Perbedaan dari metode kedua cara dalam metode aditif ini adalah dalam AWRGB koefisien *wavelet* citra pankromatik ditambahkan ke semua band citra RGB, sedangkan dalam AWI informasi resolusi tinggi dari citra pankromatik hanya ditambahkan ke komponen intensitas saja.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini digunakan citra ETM Landsat multispektral yang beresolusi 30 m dan pankromatik resolusi 15 m. Dalam penelitian ini dibandingkan metode aditif baik AWRGB maupun AWI, dengan metode substitusi SUBRGB HIS, Brovey maupun metode komponen utama. Koefisien *wavelet* yang diperoleh dengan metode *A Trous* untuk kota Jakarta di sajikan pada Gambar 3-2. Pengolahan menggunakan perangkat lunak Matlab 6.5.1 dan ERMAPPER 6.2 (perangkat lunak khusus penginderaan jauh). Registrasi dan resampling dilakukan menggunakan ERMAPPER 6.2. Peng-kajian ketelitian, untuk mengetahui kualifikasi metode fusi yang dilakukan dengan menghitung koefisien korelasi masing-masing hasil dengan aslinya.

$$Cor(A,B) = \frac{\sum_{j=1}^{npix} (A_j - \bar{A})(B_j - \bar{B})}{\sqrt{\sum_{j=1}^{npix} (A_j - \bar{A}) \sum_{j=1}^{npix} (B_j - \bar{B})}} \quad (3-1)$$

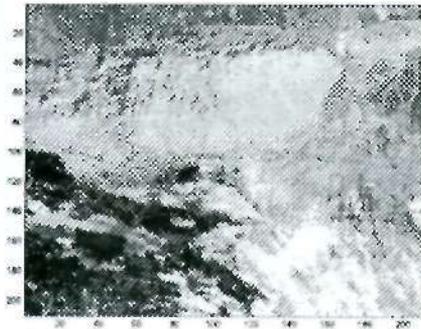
A dan B masing-masing adalah data ash dan data yang telah diolah, sedangkan A dan B adalah rata-rata masing-masing data tersebut, $npix$ adalah jumlah *pixel*. Banyaknya jumlah koefisien korelasi menunjukkan bahwa karakteristik spektral citra multispektral terjaga baik. Tabel 3-1 menunjukkan koefisien korelasi masing-masing metode.

Dengan penggabungan atau fusi menggunakan transformasi *wavelet* tersebut dapat diperoleh beberapa keuntungan. Kualitas spektral citra lebih terjaga dari yang lain ditunjukkan dengan korelasi dengan citra asli tinggi. Karena dalam metode *wavelet* aditif informasi detail dari citra multispektral dan pankromatik yang lain tidak terbangun. Sedangkan pada metode substitusi informasi detail kanal-kanal citra multispektral terbangun.

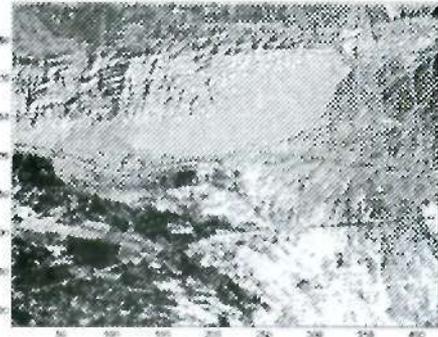
Dalam pengolahan citra yang dilaksanakan bersama dalam ruang frekuensi dan spasial lebih efisien dari pada hanya salah satu ruang saja. Sehingga metode *wavelet* yang memproses kedua ruang itu berbarengan lebih baik dari metode lain. Karena metode *wavelet* menggunakan analisis multiresolusi, maka lebih berguna dari pada dalam ruang frekuensi seperti transformasi *Fourier*.

Tabel 3-1: KORELASI ANTARA CITRA HASIL FUSI DAN ASLI

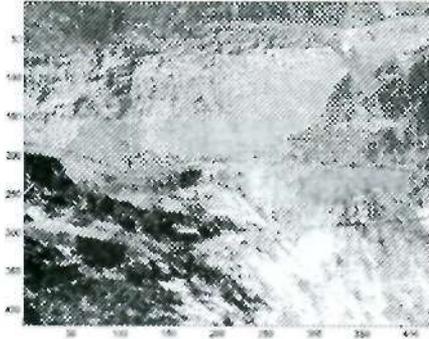
Metode	B (biru)	G (hijau)	R (merah)
AWI	0.8220	0.8189	0.8117
AWRGB	0.7950	0.7993	0.8046
SUBRGB	0.6899	0.6968	0.7046
Brovey	0.5988	0.6511	0.7011
Komp Utama	0.5533	0.5445	0.5663
HIS	0.6534	0.6431	0.6218



(a)



(b)

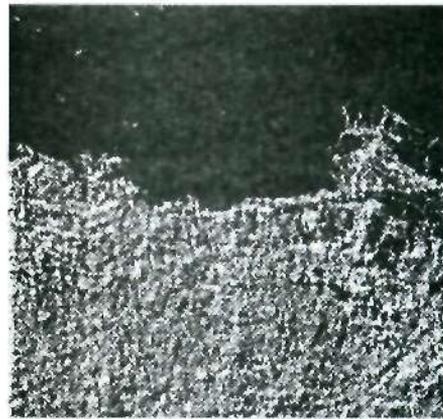
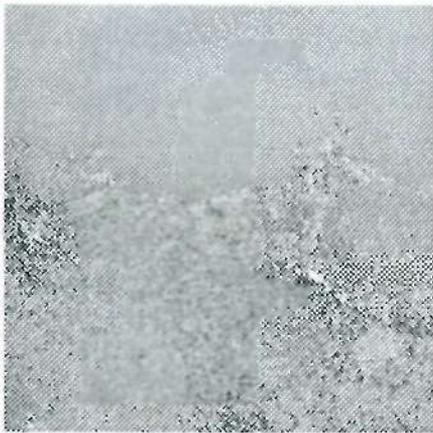


(c)



(d)

Gambar 3-1: (a) Citra asli Kanal 7 (b) Metode AWI (c) Metode Brovey (Dehghani, 2003) (d) Citra Jakarta



Gambar 3-2: Citra asli Jakarta dan koefisien *wavelet* level 3 dari Band 7 ETM Landsat daerah Jakarta dan sekitarnya.

Dalam metode HIS komponen intensitas disubstitusi dengan citra pankromatik, sehingga informasi dalam komponen intensitas hilang. Namun dalam metode AWI komponen intensitas ditambah dengan koefisien *wavelet* citra pankromatik, fitur resolusi tinggi yang tak tersajikan dalam citra multi spektral ditambahkan. Karena koefisien *wavelet* (kecuali citra residu) mempunyai rata-

rata nol, *flux* total citra multispektral tetap.

Algoritma *A Trous* menggunakan *wavelet dyadic* memadukan data *non dyadic* dengan prosedur yang sederhana dan efisien. Sehingga lebih baik dari algoritma lain, seperti *Mallat*. Dengan menggunakan algoritma ini untuk mendekomposisi citra semua bidang *wavelet* ditambahkan ke citra residu yang mem-

punyai ukuran piksel asli, sehingga dapat dilakukan *merger* antara citra *non dyadic* dengan algoritma ini.

Secara visual terlihat, perbandingan kualitas antara citra hasil fusi dalam Gambar 3-1, citra hasil fusi berdasarkan *wavelet* lebih baik dari yang lainnya.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan korelasi yang dihitung untuk masing-masing hasil metode fusi yang disajikan dalam Tabel 3-1 dan tampilan yang diperlihatkan pada Gambar 3-1 a, b dan c dapat disimpulkan bahwa metode *wavelet* yang dilakukan baik dengan AWI, AWRGB dan SUBRGB dapat menyajikan karakteristik spektral citra

secara lebih baik dari metode lainnya, dilihat dari koefisien korelasinya yang lebih tinggi.

DAFTAR RUJUKAN

- Daubechies, Ingrid, 1992. *Ten Lectures on Wavelet*. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, Pennsylvania. USA.
- Dehghani, Maryam, 2003. *Wavelet Base Image Fusion Using 'ATrous'Algorithm*. Map India Conference, GIS development.net.
- Gonzales, R.C. and R. E. Woods, 2002. *Digital Image Processing 2 Edition*, Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey, USA.