

CLOUD MASKING DATA SPOT-6 DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN NILAI REFLEKTANSI DAN GEOMETRI

Danang Surya Candra^{*)}, Kustiyo^{*)}, Hedy Ismaya^{*)}

^{*)} Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN

e-mail: thedananx@yahoo.com

Abstract

Cloud is a major problem in the application of remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) because it can eliminate the necessary information on remote sensing data. Existing method of cloud masking is only limited to low and medium resolution remote sensing data. There has been no study on the cloud masking for SPOT-6 data. SPOT-6 with the characteristics of small and medium size is used in this study. The problem of cloud masking for SPOT-6 data is the limited number of spectral bands (only have 4 bands – blue, green, red and NIR). Thermal band that is often used for cloud detection and SWIR bands for the detection of open land not be included in the SPOT-6 data. Temporal resolution SPOT-6 is low, so it can not support to cloud removal with the multi-temporal data. The purpose of this study is to analyze the cloud masking using reflectance and geometry approach. By using the confusion matrix, it obtained accuracy of cloud and shadow is high ($> 97\%$). It can be concluded that the cloud masking using reflectance and geometry approach can be used for SPOT-6 data with the characteristics of medium and small clouds. The omission errors of cloud class is small (<0.01). It can be used to produce cloud-free data (vertical mosaic). The commission error of cloud class is small (<0.00003). It can be used to calculate the percentage of cloud coverage more appropriate.

Key Words: *Cloud Masking, SPOT-6, Remote Sensing*

Abstrak

Awan merupakan masalah utama pada aplikasi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografi (SIG) karena dapat menghilangkan informasi yang diperlukan pada data penginderaan jauh. Metode cloud masking yang sedang berkembang hanya terbatas pada data penginderaan jauh resolusi rendah dan menengah. Belum ada kajian mengenai cloud masking untuk data SPOT-6. Pada penelitian ini digunakan data SPOT-6 dengan karakteristik awan yang kecil dan sedang. Permasalahan cloud masking untuk data SPOT-6 adalah keterbatasan jumlah band spektral (hanya mempunyai 4 band – blue, green, red dan NIR). Band thermal yang sering digunakan untuk deteksi awan dan band SWIR untuk deteksi lahan terbuka tidak terdapat pada data SPOT-6. Resolusi temporal SPOT-6 rendah, sehingga kurang memungkinkan untuk metode cloud removal dengan data multitemporal. Tujuan dari tulisan ini adalah untuk menganalisis cloud masking dengan pendekatan reflektansi dan geometri. Dengan evaluasi menggunakan metode confusion matrix, diperoleh akurasi kelas cloud dan shadow tinggi ($>97\%$). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa cloud masking dengan menggunakan pendekatan reflektansi dan geometri dapat digunakan untuk data SPOT-6 dengan karakteristik awan yang sedang dan kecil. Untuk omission error kelas cloud kecil (<0.01). Sehingga hasil dari cloud masking tersebut dapat digunakan untuk menghasilkan data yang bebas awan (mosaik vertikal). Sedangkan commission error kelas cloud kecil (<0.00003). Sehingga hasil tersebut dapat dimanfaatkan untuk menghitung prosentase cloud coverage lebih tepat.

Kata Kunci: *Cloud Masking, SPOT-6, Penginderaan Jauh*

1. Pendahuluan

Awan merupakan salah satu masalah utama pada aplikasi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis karena dapat menghilangkan informasi yang diperlukan pada citra penginderaan jauh yang digunakan. Untuk itu diperlukan metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan awan pada citra penginderaan jauh.

Hingga saat ini banyak penelitian cloud removal antara lain: Sahoo and Patnaik (2008), Gafurov (2009), Hoan and Tateishi (2009), Martinuzzi (2007) dan Wang (1999). Pada penelitian yang dilakukan (Sahoo and Patnaik 2008), teknik yang digunakan untuk menghilangkan awan adalah Auto Associative Neural Network dan Stationary Wavelet Transform (SWT). Metode ini menggabungkan informasi detail dari citra bebas awan dan juga menjaga informasi spektral dari principal component pertama dari citra

berawan. Dalam pendekatan menghilangkan awan, fusi dilakukan pada tingkat piksel. Penelitian ini menggunakan data multitemporal. Hasil dari penelitian ini adalah citra satelit bebas awan dan penampakan citra terlihat meningkat (enhance) secara visual.

Salah satu metode untuk menghilangkan awan adalah cloud masking. Awan dapat dihilangkan apabila hasil-hasil dari citra cloud masking tersebut dimosaik vertikal. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk hal tersebut, salah satunya adalah Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA) (Irish, 2006). Metode tersebut digunakan USGS untuk menghitung cloud cover dari citra Landsat. Keterbatasan dari metode ini adalah tidak mendeteksi bayangan dari awan. Sehingga metode ini belum bisa digunakan untuk menghilangkan awan sekaligus bayangannya. Tingkat kesulitan untuk menentukan awan dan bayangan sangat tinggi (Simpson, J and Stitt, 1998). Hasil dari penelitian (Simpson, J and Stitt, 1998) menunjukkan bahwa awan dan bayangan yang terdeteksi menghasilkan kesalahan 30-40% dari reflektansi yang diamati untuk piksel yang terkena dampak.

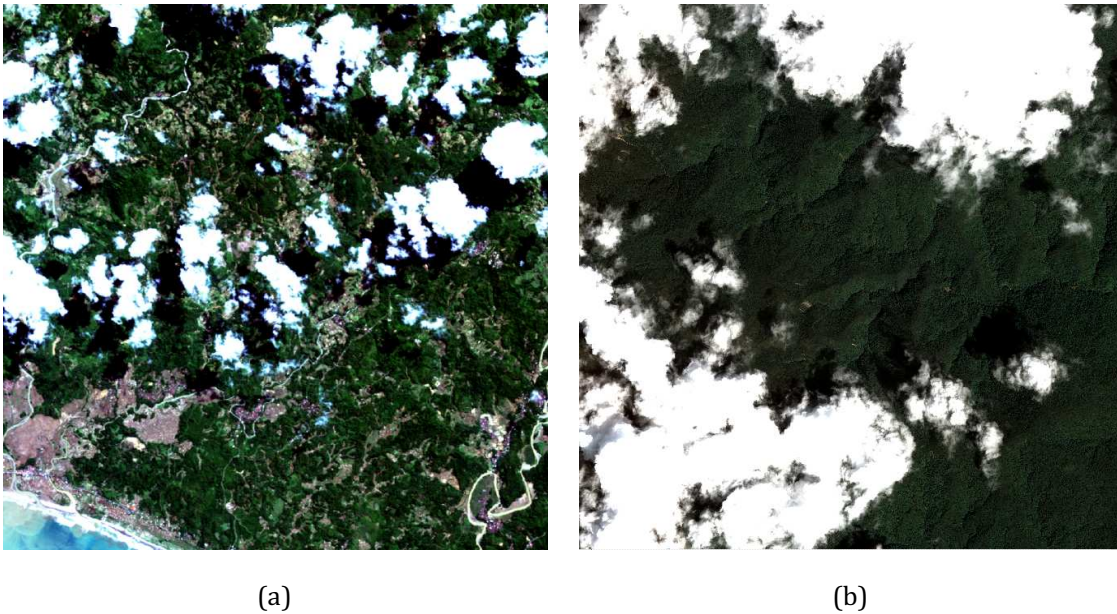
Pada tahun 2014, LAPAN merekam data SPOT-6 secara rutin. Keterbatasan citra SPOT-6 adalah jumlah band yang sedikit (Blue, Green, Red dan NIR). Citra SPOT-6 tidak memiliki band thermal yang umumnya digunakan untuk mendeteksi suhu awan. Pada umumnya awan dan lahan terbuka sulit untuk dipisahkan. Band SWIR pada umumnya digunakan mendukung dalam mendeteksi lahan terbuka (dapat memisahkan awan dan lahan terbuka). Hal tersebut juga merupakan salah satu kendala karena SPOT-6 tidak memiliki band SWIR. Kendala lain adalah resolusi temporalnya rendah (26 hari untuk akuisisi normal). Sehingga kurang dimungkinkan untuk metode cloud removal dengan data multitemporal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode cloud masking pada citra SPOT-6 dengan pendekatan reflektansi dan geometri. Untuk menguji realibilitas dari metode tersebut, dilakukan evaluasi hasil dengan menggunakan confusion matrix. Hasil dari confusion matrix dapat diturunkan menjadi tingkat akurasi, commission error dan omission error. Pendekatan reflektansi umumnya dilakukan pada cloud masking, sehingga diduga dengan menambah pendekatan geometri maka akan dapat meningkatkan tingkat akurasi dari hasil cloud masking.

2. Metodologi

2.1. Data

Citra SPOT-6 multispektral yang terkoreksi radiometrik digunakan dalam penelitian ini. Band-band yang digunakan adalah semua band multispektral (Blue, Green, Red dan NIR). Berdasarkan karakteristik awan, citra SPOT-6 yang dipilih ada dua macam yaitu (1) citra yang mempunyai dominan awan tipis dan berukuran sedang dan kecil (stratus cumulus dan stratocumulus); (2) citra yang mempunyai dominan awan tebal (cumulonimbus). Kedua citra tersebut dapat dilihat pada Gambar 2-1.

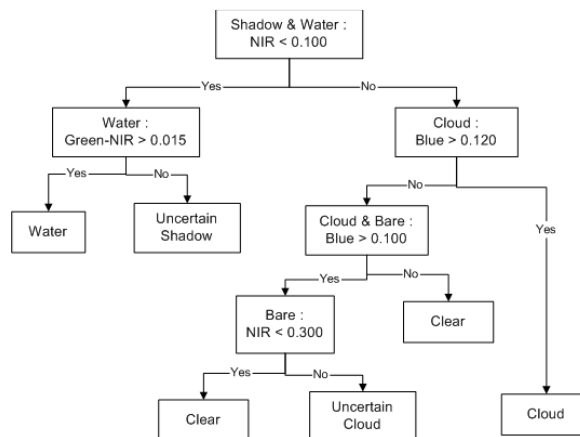


Gambar 2-1. (a) citra yang mempunyai dominan awan tipis dan berukuran sedang dan kecil (stratus cumulus dan stratocumulus); (b) citra yang mempunyai dominan awan tebal (cumulonimbus).

2.2. Metode

2.2.1. Metode Pendekatan Reflektansi

Pada metode ini dipilih band-band tertentu dan threshold yang dapat memisahkan awan dan bayangannya dari obyek lain. Diagram alir metode cloud masking dengan pendekatan reflektansi dapat dilihat pada Gambar 2-2.



Gambar 2-2. Metode cloud masking dengan pendekatan reflektansi

Pada diagram alir di atas, deteksi awan dan bayangannya dideteksi secara bertahap. Pertama, obyek awan dan non awan dipisahkan dengan menggunakan band NIR. Untuk obyek awan masih mengandung obyek lain yaitu lahan terbuka dan clear (tanpa awan). Sedangkan obyek non awan masih mengandung obyek bayangan awan, air dan clear. Untuk obyek awan, dipisahkan obyek yang certain-awan dan obyek yang masih mengandung bukan awan dengan menggunakan band Blue. Sedangkan obyek certain-clear dipisahkan dengan obyek awan dan lahan terbuka dengan menggunakan band Biru dengan threshold yang

diturunkan dari threshold sebelumnya. Untuk memisahkan obyek certain-lahan terbuka (atau bisa dimasukkan ke dalam kelas clear) dengan awan digunakan band NIR. Untuk awan yang dipisahkan dengan lahan terbuka ini masih bersifat *uncertain*. Untuk obyek bayangan awan dapat dipisahkan dengan obyek certai-air dengan menggunakan band Green dikurangi band NIR. Untuk obyek bayangan awan dalam hal ini masih bersifat *uncertain*.

2.2.2. Pendekatan Geometri

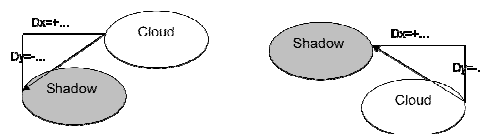
Pendekatan geometri untuk mendeteksi awan dan bayangannya, digunakan parameter jarak, letak dan luas area obyek yang dideteksi. Metode ini digunakan setelah metode dengan pendekatan reflektansi. Hasil dari metode dengan pendekatan reflektansi diperbaiki oleh metode ini. Ada beberapa langkah dalam metode ini, yaitu

- Filter minority, digunakan untuk menghilangkan *salt and paper* pada hasil dengan menggunakan metode pendekatan reflektansi. Untuk kelas awan dan bayangannya yang mempunyai ukuran yang sangat kecil dihilangkan dan diubah menjadi kelas yang meliputinya.
- Confidence test, digunakan untuk memastikan kelas uncertain-cloud menjadi kelas cloud dengan melihat jarak antara uncertain-cloud dengan cloud yang ada di sekitarnya. Apabila jaraknya dekat, maka kelas uncertain-cloud diubah menjadi kelas cloud.
- Pemastian dengan letak, digunakan untuk memastikan bahwa kelas obyek tertentu di dalam kelas awan, bayangan awan atau diantara keduanya. Jika kelas obyek tertentu mempunyai luas yang tidak besar (< 500 piksel) di dalam kelas awan atau bayangan awan, maka kelas tersebut dimasukkan ke dalam kelas yang meliputinya (awan atau bayangan awan). Apabila obyek tersebut terletak di antara awan atau bayangannya, maka obyek tersebut dimasukkan ke dalam kelas awan.



Gambar 2-3. Pemastian kelas berdasarkan letak dan luas area nya.

- Pemastian dengan jarak dan luas, digunakan untuk memastikan suatu kelas tertentu dengan menggunakan jarak antara kelas tersebut dengan kelas lainnya. Untuk pendekatan ini, dibagi menjadi dua kategori, yaitu pemastian uncertain-cloud menjadi cloud dan pemastian uncertain-shadow menjadi shadow.



Gambar 2-4. Pemastian kelas berdasarkan jarak.

Untuk pemastian pemastian uncertain-cloud menjadi cloud, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Jika $\text{jarak}(\text{uncertain cloud}, \text{cloud}) \leq 2 \text{ piksel}$, maka kelas uncertain cloud menjadi kelas cloud.

- Jika luas(uncertain cloud) < 100 piksel dan jarak(uncertain cloud, bayangan) < 40 piksel, maka kelas uncertain cloud menjadi kelas cloud
- Luas(uncertain cloud) < 10 piksel dan jarak(uncertain cloud, bayangan) < 20 piksel, maka kelas uncertain cloud menjadi kelas cloud



Gambar 2-5. Pemastian uncertain cloud menjadi cloud dengan parameter jarak dan luas area.

Untuk pemastian pemastian uncertain-shadow menjadi shadow, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Jarak (uncertain shadow, cloud) < 200 piksel, maka kelas uncertain-shadow menjadi kelas shadow.
- Luas(uncertain shadow) < 1000 piksel dan jarak(uncertain shadow,cloud) < 40 pixel, maka kelas uncertain-shadow menjadi kelas shadow.
- Luas(uncertain shadow) < 50 piksel dan jarak(uncertain shadow,cloud) < 20 piksel, maka kelas uncertain-shadow menjadi kelas shadow.

2.2.3. Metode Confusion Matrix

Metode confusion matrix digunakan untuk mengevaluasi hasil dari cloud masking. Hasil dari confusion matrix dapat diturunkan menjadi beberapa penilaian, yaitu tingkat akurasi, *commission error* dan *ommision error*. Tingkat akurasi digunakan untuk menilai kehandalan metode yang dipakai dalam penelitian ini. Akurasi yang dicari adalah akurasi global, kelas cloud dan kelas shadow.

Tabel 2-1. Evaluasi dengan menggunakan confusion matrix

		Acuan (Piksel)		
		Kelas A	Kelas B	Total
Hasil	Kelas A	p	q	p+q
(Piksel)	Kelas B	r	s	r+s
	Total	p+r	q+s	p+q+r+s

Commission error digunakan untuk menunjukkan piksel yang dideteksi kelas lain yang sebenarnya mempunyai label kelas acuan. Hasil yang didapat dari error ini dapat menunjukkan kehandalan metode dalam menghitung ketepatan prosentase cloud coverage dari tiap scene.

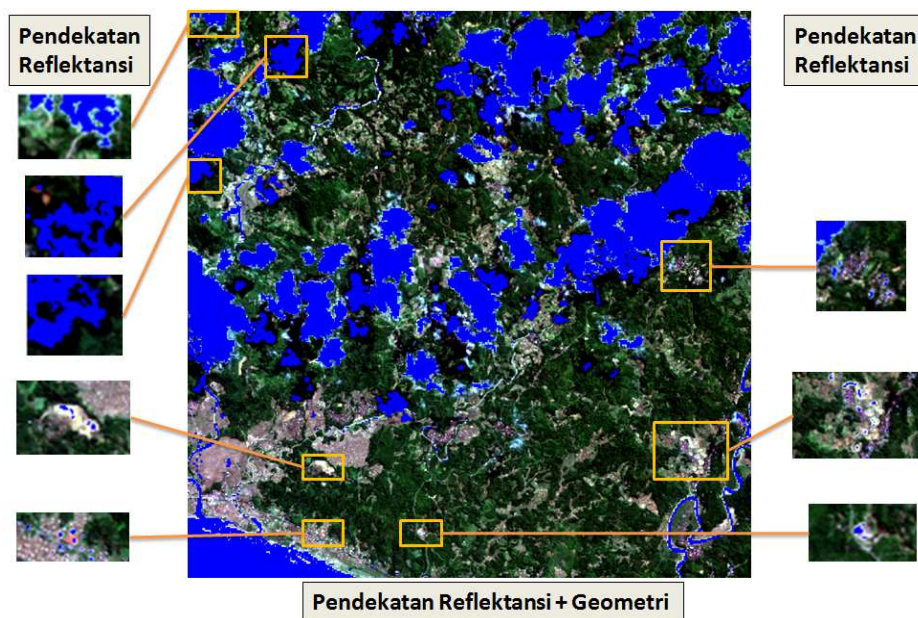
Sedangkan *ommision error* digunakan untuk menunjukkan piksel yang dimiliki kelas acuan tetapi pada proses pengkelasan gagal untuk mengelaskannya pada kelas yang diinginkan tersebut. Apabila

hasilnya menunjukkan omission error nya kecil, maka citra hasil cloud masking dapat digunakan untuk menghasilkan citra bebas awan dengan menggunakan metode mosaik vertikal.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perbandingan hasil antara pendekatan reflektansi dengan pendekatan reflektansi dan geometri

Tujuan perbandingan hasil antara cloud masking dengan pendekatan reflektansi dan pendekatan reflektansi ditambah geometri adalah untuk membuktikan bahwa dengan penambahan pendekatan geometri dapat menambah tingkat akurasi. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1. Perbandingan hasil antara cloud masking dengan pendekatan reflektansi dan pendekatan reflektansi ditambah geometri pada citra a.

Terlihat bahwa apabila pendekatan reflektansi ditambah geometri akan menambah tingkat akurasi jika dibandingkan hasil yang hanya memakai pendekatan reflektansi saja.

3.2. Evaluasi Hasil

Confusion matrix digunakan untuk mengevaluasi hasil dari cloud masking. Hasil dari confusion matrix dapat diturunkan menjadi beberapa penilaian, yaitu tingkat akurasi, *commission error* dan *ommision error*.

Tabel 3-1. Hasil confusion matrix dari cloud masking citra a.

		Acuan (PIKSEL)				
		Cloud	Shadow	Water	Clear	Total
	Cloud	297984	0	0	64	298048
Hasil	Shadow	0	97964	0	948	98912
(Piksel)	Water	184	0	46192	95	46471
	Clear	2640	1184	0	1802745	1806569
	Total	300808	99148	46192	1803852	2250000

Akurasi global dari cloud masking adalah 0,99. Sedangkan akurasi kelas cloud 0,99 dan kelas shadow 0,98. Untuk *commission error* dan *ommision error* dapat dilihat pada Tabel 3-2.

Tabel 3-2. Hasil *commission error* dan *ommision error* dari cloud masking citra a.

Kelas	Commission (Piksel)	Omission (Piksel)
Cloud	$(0+0+64)/298048 = 0.00021$	$(184+0+2640)/300808 = 0.00939$
Shadow	$(0++0+948)/98912 = 0.00958$	$(0+0+1184)/99148 = 0.01194$
Water	$(184+0+95)/46471 = 0.00600$	$(0+0+0)/46192 = 0$
Clear	$(2640+1184)/1806569 = 0.00212$	$(64+948+95)/1129382 = 0.00098$

Berdasarkan hasil cloud masking citra a, akurasi kelas cloud dan shadow tinggi ($> 97\%$). Metode cloud masking pengembangan dapat digunakan untuk data dengan karakteristik awan yang besar. Ommision error cloud kecil sehingga dapat menghasilkan SPOT-6 hires bebas awan (mosaik vertikal). Commission error cloud kecil sehingga dapat menghitung prosentase cloud coverage tiap scene dengan lebih tepat. Untuk confusion matrix hasil cloud masking citra b dapat dilihat pada Tabel 3-3.

Tabel 3-3. Hasil confusion matrix dari cloud masking citra b.

		Acuan (Piksel)			
		Cloud	Shadow	Clear	Total
	CLOUD	1031857	0	0	1091857
Hasil	Shadow	0	87645	3	87648
(Piksel)	Clear	91	1025	1129379	1130495
	TOTAL	1031948	88670	1129382	2250000

Akurasi global dari cloud masking adalah 0,99. Sedangkan akurasi kelas cloud 0,99 dan kelas shadow 0,98. Untuk *commission error* dan *ommision error* dapat dilihat pada Tabel 3-4.

Tabel 3-4. Hasil *commission error* dan *ommision error* dari cloud masking citra b.

Kelas	Commission (Piksel)	Omission (Piksel)
Cloud	$(0+0)/1031857 = 0$	$(0+91)/1031948 = 0.00008$
Shadow	$(0+3)/87648 = 0$	$(0+1025)/88670 = 0.01155$
Water	$(91+1025)/1130495 = 0.00987$	$(0+3)/1129382 = 0$
Clear	$(0+0)/1031857 = 0$	$(0+91)/1031948 = 0.00008$

Berdasarkan hasil cloud masking citra b, akurasi kelas cloud dan shadow tinggi ($> 97\%$). Metode cloud masking pengembangan dapat digunakan untuk data dengan karakteristik awan yang besar. Ommision error cloud kecil sehingga dapat menghasilkan SPOT-6 hires bebas awan (mosaik vertikal). Commission error cloud kecil sehingga dapat menghitung prosentase cloud coverage tiap scene dengan lebih tepat.

4. Kesimpulan

Dari hasil cloud masking dengan pendekatan reflektansi dan geometri diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk metode cloud masking dengan pendekatan reflektansi yang sudah umum, dengan penambahan pendekatan geometri dapat menambah tingkat akurasi.
2. Blue dan NIR dapat mendeteksi awan dan memisahkan awan dan lahan terbuka dengan baik. Sedangkan Green dan NIR dapat mendeteksi bayangan dan air serta memisahkan keduanya dengan baik.
3. Metode cloud masking dengan pendekatan reflektansi dan geometri menghasilkan tingkat akurasi tinggi ($> 97\%$). Sehingga metode tersebut dapat digunakan untuk cloud masking data SPOT-6.
4. Hasil evaluasi menunjukkan ommision error untuk cloud kecil (< 0.010). Sehingga metode cloud masking pada penelitian ini dapat menghasilkan SPOT-6 hires bebas awan (mosaik vertikal).
5. Commission error untuk cloud kecil (< 0.003), sehingga metode cloud masking pada penelitian ini dapat menghitung prosentase cloud coverage tiap scene lebih tepat.

5. Daftar Rujukan

- Gafurov, A and B'ardossy, A. 2009. *Cloud Removal Methodology From MODIS Snow Cover Product*. Hydrology and Earth System Sciences, 13 : 1361–1373.
- Hoan, N. T and Tateishi, R. 2009. *Cloud Removal of Optical Image Using SAR Data for ALOS Applications - Experimenting on Simulated ALOS Data*. Journal of The Remote Sensing Society of Japan, Vol. 29, No. 2 : 410-417.
- Irish R. R, et al. 2006. *Characterization of the Landsat-7 ETM Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA) Algorithm*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. Vol. 72, 10 : 1179-1188.
- Martinuzzi, S, et.al. 2007. *Creating Cloud-Free Landsat ETM+ Data Sets in Tropical Landscapes: Cloud and Cloud-Shadow Removal*, General Technical Report IITF-GTR-32.
- Wang, B., et. al., 1999. *Automated Detection and Removal of Clouds and their Shadows from Landsat TM Images*. IEICE TRANS. INF. & SYST., Vol. E82-D, No. 2.
- Sahoo, T., and Patnaik, S. *Cloud Removal from Satellite Images using Auto Associative Neural Network and Stationary Wavelet Transform*. IEEE Xplore [Oktober 2012].
- Simpson, J and Stitt, J. 1998. *A Procedure for the Detection and Masking of Cloud Shadow from AVHRR Data over Land*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. Vol. 36, No. 3.