

# DETEKSI AWAN DALAM CITRA SPOT-5 (CLOUD DETECTION IN SPOT-5 IMAGES)

Haris Suka Dyatmika

Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh,  
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional  
Jl. Lapan No. 70, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur 13710, Indonesia  
e-mail: haris.suka@lapan.go.id

## ABSTRACT

This research studied about cloud cover in SPOT-5 (Satellite Pour l'Observation de la Terre - 5) imagery. Cloud cover was related to the quality of optical remote sensing imagery data. A common example of optical remote sensing imagery satellite applications usually require cloud masking step in their methods. Cloud masking could be optimized with appropriate parameter. Cloud detection parameters studied in the present research were band uses, reflectance threshold and spatial characteristic. From the experiment, we obtained that green band was the best in class separability, ToA reflectance threshold was 0.42, area threshold was 50 pixel and window standard deviation was 6. From the calculation table in accuracy assessment, we obtained that kappa coefficients were good ie. 0.91 and 0.72.

Keywords: *Cloud cover, Remote sensing, SPOT-5*

## ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji mengenai tutupan awan dalam citra *Satellite Pour l'Observation de la Terre - 5* (SPOT-5). Tutupan awan sangat mempengaruhi kualitas data citra penginderaan jauh optis. Contoh umum pemanfaatan citra satelit penginderaan jauh optis biasanya mengharuskan dilakukannya tahapan *cloud masking* di dalam metodenya. *Cloud masking* dapat dioptimalkan dengan parameter-parameter deteksi yang sesuai. Parameter deteksi awan yang ditelaah dalam penelitian ini yaitu penggunaan kanal, ambang batas reflektansi dan karakteristik spasial. Didapatkan parameter-parameter optimal untuk deteksi awan yakni kanal hijau dengan *class separability* yang paling baik, ambang batas reflektansi ToA 0,42, batas luasan objek 50 piksel dan standar deviasi *window* adalah 6. Pada penilaian akurasi melalui tabel perhitungan, didapatkan koefisien kappa yang cukup baik, yakni 0,91 dan 0,72.

Kata kunci: *Tutupan awan, Penginderaan jauh, SPOT-5*

## 1 PENDAHULUAN

Pemanfaatan penginderaan jauh telah sangat berkembang dengan adanya beragam sistem satelit penginderaan jauh. Sistem penginderaan jauh dapat digolongkan menjadi dua, yakni optis dan radar. Sistem penginderaan jauh radar dapat menembus awan yang tidak bisa ditembus oleh sistem optis. Namun demikian banyak pemanfaatan teknologi penginderaan jauh yang masih membutuhkan citra penginderaan jauh optis sebagai sumber data, seperti misalnya untuk memonitor hutan dengan

komposisi warna yang sebenarnya, yang harus melibatkan kanal merah, hijau dan biru (kanal optis).

Salah satu rencana LAPAN adalah menyediakan data mosaik citra bebas awan (*cloud free mosaic*) dengan kombinasi dari berbagai macam sensor yang sangat bermanfaat bagi pengguna. Berkaitan dengan proses mosaik citra bebas awan dengan kombinasi dari berbagai macam sensor, banyak teknik pengolahan citra yang dibutuhkan dalam prosesnya. Seperti misalnya *resampling*, *cloud masking*, *pansharpening*, *color*

*balancing* dan lain sebagainya. *Cloud masking* merupakan salah satu bagian penting diantaranya. Dalam *cloud masking*, deteksi awan merupakan bagian yang paling penting dalam prosesnya.

Telah banyak penelitian mengenai metode *cloud masking* untuk beberapa citra satelit, seperti misalnya Landsat dan Modis. Algoritma yang umum digunakan misalnya *Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA)* dikembangkan untuk citra Land sat-7 (Irish, 2006). Algoritma tersebut sangat cepat, namun akurasi masih kurang memuaskan (Hollingsworth, 1996). Zhu (2014), mengembangkan metode dengan memanfaatkan data multitemporal. Meskipun demikian, hanya dengan menggunakan turunan informasi citra optis penginderaan jauh itu sendiri, sudah sangat memungkinkan untuk mendeteksi tutupan awan dalam citra itu sendiri. Dengan cara ini, tidak diperlukan data tambahan lainnya, sehingga tahapan *cloud masking* dapat dengan praktis dilakukan. Hal yang menjadi perhatian adalah kesesuaian metodologi, akurasi dan beban komputasi dari serangkaian proses *cloud masking*.

Pada penelitian ini, hendak dioptimalkan kinerja deteksi awan dengan parameter-parameter deteksi yang sesuai untuk mosaik citra bebas awan. Parameter deteksi awan yang ditelaah dalam penelitian ini yaitu penggunaan kanal, ambang batas reflektansi dan karakteristik spasial. Kemudian peninjauan kualitas dilakukan dengan analisis dari tabel *contingency*.

## 2 DASAR TEORI

### 2.1 Deteksi Awan

Dalam penginderaan jauh, setiap obyek memiliki karakteristik tersendiri dalam memantulkan energi ke sensor satelit. Pengenalan obyek dilakukan dengan mengamati karakteristik spektral obyek yang tergambar pada citra (Sutanto, 1986). Deteksi atau pengenalan obyek, dalam penelitian ini adalah awan,

merupakan bagian penting dari proses *cloud masking*. *Cloud masking* sendiri adalah proses untuk menentukan batas spasial antara awan dengan bukan awan (Huang, 2010). Sejumlah *scene* citra yang telah dihilangkan awannya (dengan proses *cloud masking*) kemudian dapat disusun menjadi sebuah citra mosaik (Helmer, 2005).

### 2.2 Satelit SPOT 5

Satelit SPOT 5 merupakan salah satu satelit SPOT yang telah menyediakan citra resolusi tinggi sejak 1986 (Airbus Defence and Space, 2015). Adapun karakteristik utamanya ditampilkan pada Tabel 2-1.

Tabel 2-1: KARAKTERISTIK CITRA STAELIT SPOT-5

<b>Produk</b>	Pankromatik: 2.5 m - 5 m Multispektral: 10 m - 20 m <i>Merge</i> : 2.5 m - 5 m
<b>Kanal spektral</b>	P (pankromatik); B1 (hijau); B2 (merah); B3 ( <i>near-infrared</i> ); B4 (SWIR: <i>short-wave infrared</i> )
<b>Sapuan</b>	60 km x 60 km
<b>Revisite Interval</b>	2 sampai 3 hari
<b>Viewing angle</b>	<i>Cross-track</i> : +/- 27° <i>Forward/backward stereoviewing</i> pada SPOT 5
<b>Akurasi lokasi</b>	<i>SPOT Scene</i> (tanpa GCPs): < 30 m (CE90) for SPOT 5 <i>SPOTView</i> : < 10 m (CE90) dengan referensi data 3D atau bergantung pada kualitas GCPs dan DEM yang digunakan untuk orthorektifikasi

Sumber: Airbus Defence and Space, 2015

### 2.3 Penilaian Akurasi

Penilaian akurasi hasil deteksi dilakukan dengan membandingkan hasil deteksi menggunakan metode yang diuji dengan citra referensi. Salah satu cara untuk menilai akurasi adalah dengan

menggunakan tabel *contingency*. Dari tabel *contingency* bisa didapatkan koefisien kappa, *omission error*, *commisision error* dan total akurasi. *Omission error* adalah kesalahan karena terlewatnya data dalam suatu kelas sedangkan *commission error* adalah kesalahan memasukkan data dalam suatu kelas (Sanden, 1997).

Tabel 2-1: TABEL CONTINGENCY

Hasil deteksi	Referensi		Total
	1	2	
1. Awan	a	b	a+b
2. Bukan awan	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	a+b+c+d
Total <i>correct</i>	a+d	$(a+d)/(a+b+c+d) \times 100\%$	
Total <i>error</i>	b+c	$(b+c)/(a+b+c+d) \times 100\%$	

Sumber: data yang diolah

Koefisien kecocokan kappa dihitung menurut persamaan 2-1 (Cohen, 1960)

$$\kappa = \frac{Po - Pe}{1 - Pe} \quad (2-1)$$

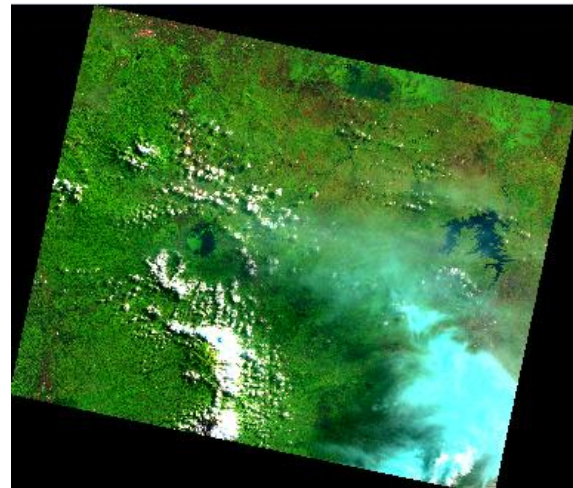
$\kappa$  adalah koefisien kappa,  $Po$  adalah proporsi cocok dan  $Pe$  adalah proporsi kebetulan cocok.

### 3 METODE PENELITIAN

#### 3.1 Data

Pada penelitian ini digunakan citra SPOT-5 sebagian wilayah Jawa Tengah. Pemilihan data dilakukan dengan pertimbangan beragamnya variasi awan di citra ini (Gambar 3-1). Data tersebut diakuisisi LAPAN dengan *scene ID* SPOT5\_292-364\_2014-06-16\_ORTHO\_S5 dengan tanggal perekaman 16 Juni 2014. Data telah terkoreksi geometrik dan juga radiometrik yakni data sudah terkoreksi geometrik dan juga sudah melalui koreksi radiometrik ToA, sehingga nilai *digital number* tiap-tiap piksel telah mewakili nilai reflektansi dari obyek yang direkam. Meskipun demikian, nilai tersebut masih berbeda

dengan reflektansi permukaan (*surface reflectance*) karena untuk mendapatkan nilai itu diperlukan koreksi lanjutan lagi seperti misalnya koreksi atmosfer.



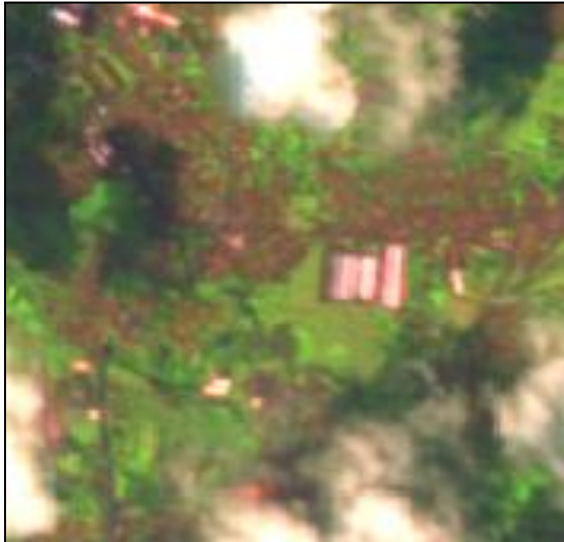
Gambar 3-1: Data SPOT-5 dengan *false color RGB composite* (431) (Sumber: Citra yang diolah)

Analisis data banyak dilakukan dengan ekstraksi informasi dengan perangkat lunak bahasa pemrograman *python*.

#### 3.2 Pengambilan Sampel

Metode sederhana yang banyak digunakan dalam pengklasifikasian awan dan bukan awan adalah dengan menggunakan kanal *visible*. Awan dapat dibedakan karena awan berwarna putih dan terang (Xu, 2012). Namun hal tersebut tidak bisa membedakan antara awan dengan obyek terang lain seperti pemukiman. Untuk mengamati hal ini diambil sampel 170×170 piksel pada dalam citra SPOT-5. Sampel dipilih pada area yang heterogen untuk mengoptimalkan pendeteksian. Sampel setidaknya harus memuat kelas awan, permukiman dan vegetasi. Gambar 3-2 menunjukkan contoh sampel yang diambil dalam penelitian ini. Dari data pengambilan sampel yang dilakukan, dilakukan sejumlah variasi nilai ambang batas untuk memisahkan kelas awan dengan bukan awan. Dari variasi yang dilakukan, ditentukan jumlah *error* piksel yang terjadi terhadap sampel acuan. Deteksi pada sampel acuan dilakukan dengan

penilaian secara visual. Pemisahan secara visual pada sampel acuan sangat subyektif. Pada kenyataannya batas antara awan dengan bukan awan memang tidak mutlak, sangat tergantung pada penilai dan kebutuhan. Asumsi dari pendekatan ini adalah bahwa biasanya nilai *digital number* piksel awan lebih tinggi dibandingkan obyek bukan awan, sehingga penampakan awan pada citra akan relatif terang.



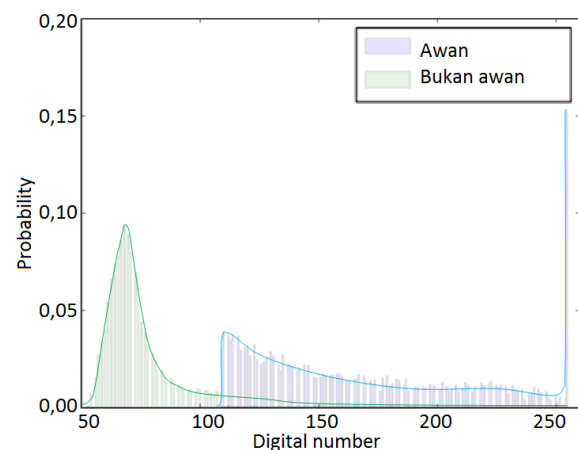
Gambar 3-2: Contoh pengambilan sampel dengan *false color RGB composite* (431) (Sumber: Citra yang diolah)

Dari sampel, dianalisis sebaran *histogram* citranya. Gambar 3-3 menunjukkan adanya pertampalan nilai piksel antara obyek awan dengan bukan awan pada *histogram* sampel. Ketika hanya digunakan pendekatan ambang batas kanal tertentu dalam mengklasifikasikan awan dan bukan awan, maka klasifikasi yang dihasilkan pasti masih mengandung kesalahan (*error*). Namun begitu, tahap ini tetap perlu dilakukan, mengingat metode ini sangat sederhana dan efektif. Kemudian akurasi ditingkatkan dengan menggunakan metode tambahan lainnya.

### 3.3 Analisis Tingkat Keterpisahan Kelas

Pertama, ditentukan kanal dengan kemampuan membedakan (*class separability*) awan dengan obyek bukan awan yang terbaik. Parameter ini

berhubungan dengan rentang nilai reflektansi tiap-tiap obyek di setiap kanal yakni kemampuan memisahkan antar kelas. Kanal yang lebih dipilih adalah kanal dengan perbedaan reflektansi awan dengan obyek yang bebas dari awan paling jauh. Semakin jauh nilai perbedaannya, maka akan semakin mudah menentukan kelas dari masing-masing obyek yang diamati. Dalam penelitian ini, dipilih area permukiman sebagai sampel obyek yang bebas dari awan. Pemilihan tersebut didasarkan pada kemiripan reflektansi antara dua kelas obyek tersebut diantara obyek-obyek lainnya.



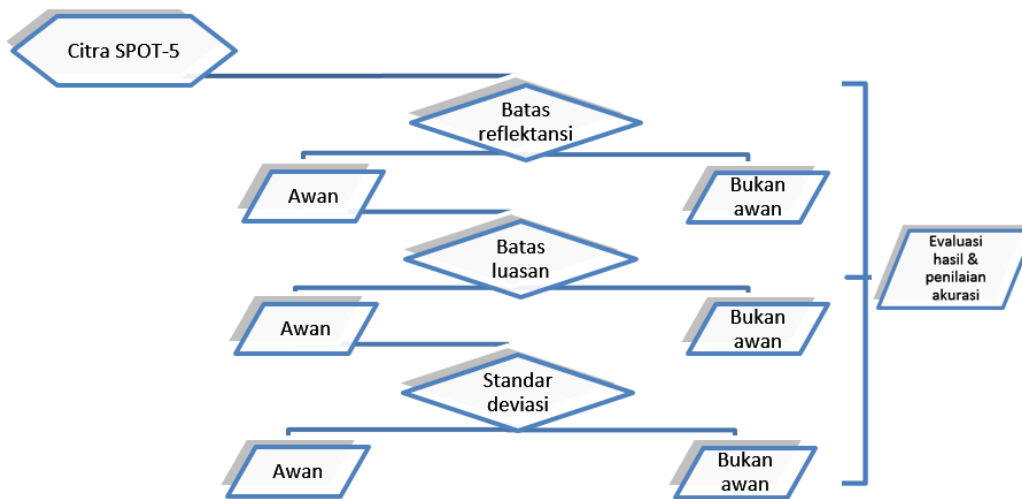
Gambar 3-3: Tampilan histogram sampel awan dan bukan awan (Sumber : Citra yang diolah)

### 3.4 Penentuan Ambang Batas Reflektansi

Setelah didapatkan kanal dengan *class separability* terbaik, ditentukan ambang batas nilai antar kelas, yakni antara obyek awan dengan bukan awan. Banyak metode dikembangkan secara spesifik dalam penelitian lain, misalnya Wu (2008) yang membahas beberapa algoritma identifikasi data. Pada penelitian ini, dicari ambang batas dengan meminimalkan *omission error* dan *commission error*.

### 3.5 Analisis Karakteristik Spasial

Setelah didapatkan parameter yang berkaitan dengan *class separability* kanal dan ambang batas reflektansi, selanjutnya diperhitungkan juga



Gambar 3-4: Langkah-langkah pendeteksian awan (Sumber : Citra yang diolah)

karakteristik spasial dari obyek yang dideteksi sebagai awan. Pola spasial (segmen) yang dibentuk dari klasifikasi sebelumnya diberikan tanda untuk masing-masing obyek yang terpisah. Selanjutnya untuk membedakan obyek terang awan dengan bukan awan, digunakan karakteristik spasialnya. Biasanya obyek terang seperti atap rumah luasannya relatif lebih kecil daripada awan, sehingga *error* bisa ditekan dengan mencari ambang batas antara luasan obyek bukan awan dengan awan.

Selanjutnya ditambahkan parameter karakteristik spasial lainnya, yakni standar deviasi. Berkaitan dengan parameter ini, standar deviasi menyatakan tingkat variabilitas *digital number* antar piksel. Untuk pengukurannya digunakan *window* 3 × 3 untuk setiap penghitungan nilai standar deviasi.

### 3.6 Evaluasi

Evaluasi dilakukan pada beberapa *Region Of Interest* (ROI), dengan mempertimbangkan evaluasi secara keseluruhan akan mengalami kesulitan untuk memperhatikan secara detil obyek-obyek yang diamati. Namun begitu ROI dipilih pada tempat yang bervariasi dan dilakukan perlakuan yang sama pada setiap ROI.

Pada akhirnya langkah-langkah untuk pengklasifikasian obyek awan

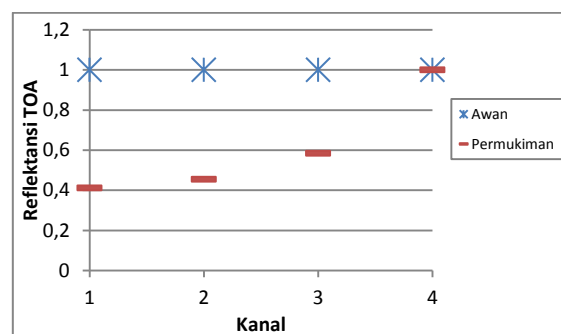
dengan bukan awan diilustrasikan pada Gambar 3-4.

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini melaporkan analisis metode, evaluasi hasil pengolahan dan penilaian akurasi dari penerapan masing-masing langkah deteksi awan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

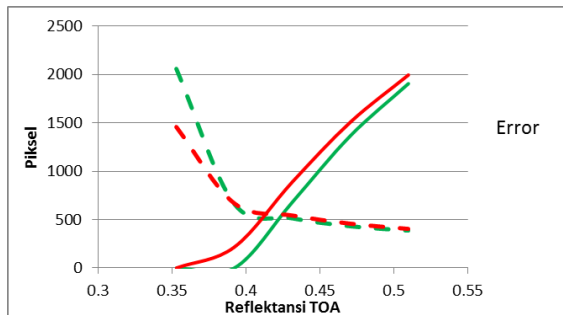
### 4.1 Analisis Metode

Hasil tahap awal yakni mencari *class separability* awan dan bukan awan. Dari hasil, sekilas dapat disimpulkan bahwa kanal 1 (kanal hijau) mempunyai perbedaan nilai reflektansi ToA obyek awan dengan permukiman yang paling jauh (Gambar 4-1). Meskipun demikian, kanal 2 (kanal merah) dinilai cukup sebanding dengan kanal hijau, sehingga kedua kanal tersebut dapat dipertimbangkan dalam analisis selanjutnya.



Gambar 4-1: Perbedaan nilai reflektansi ToA awan dengan permukiman pada tiap-tiap kanal di SPOT-5 yakni *Green*, *Red*, *Near-Infrared* (NIR), dan *Shortwave-Infrared* (SWIR). (Sumber : Citra yang diolah)

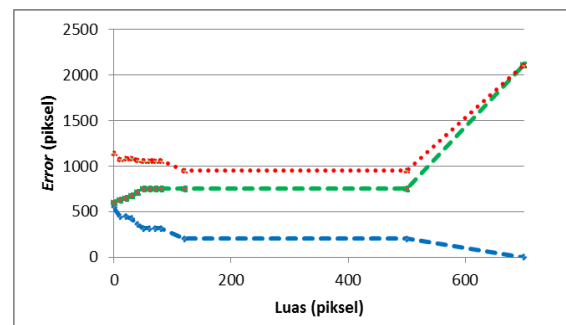
Pada kanal merah dan hijau dilakukan pengujian selanjutnya, yakni mencari nilai ambang batas reflektansi antara awan dengan bukan awan. Gambar 4-2 menunjukkan grafik yang menjelaskan variasi ambang batas relatif terhadap *error* yang ditimbulkan, baik *omission error* maupun *commission error*. Semakin tinggi ambang batas yang digunakan, maka akan semakin besar *omission error* yang ditimbulkan. Sebaliknya, semakin rendah ambang batas yang digunakan, maka akan besar *commission error* yang ditimbulkan. Kedua jenis *error* ini berbanding terbalik. Nilai ambang batas ditentukan dengan meminimalkan *total error*. Dari dua variasi yang dilakukan, yakni variasi pada kanal hijau dan variasi pada kanal merah, didapatkan hasil bahwa *total error* dalam salah satu variasi pada kanal hijau lebih rendah dari kanal merah, sehingga dipilih kanal hijau sebagai kanal yang digunakan untuk pengolahan lebih lanjut.



Gambar 4-2: Variasi nilai ambang reflektansi terhadap jumlah kesalahan yang ditimbulkan dalam pendeteksian awan. Warna hijau dan merah pada garis menunjukkan kanal, yakni berturut-turut kanal hijau dan merah. Sementara tipe garis putus-putus dan penuh berturut-turut adalah *commission error* dan *omission error* (Sumber: Citra yang diolah)

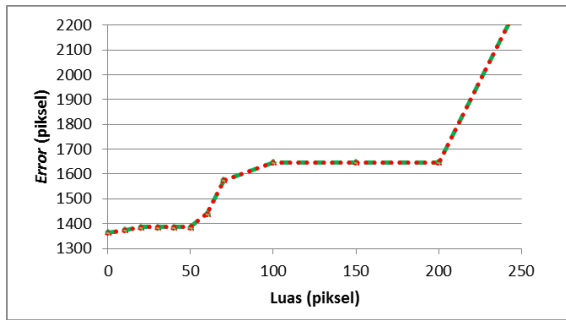
Dari hasil optimasi ambang batas reflektansi kemudian ditingkatkan lagi dengan menghitung luasan optimal batas deteksi. Gambar 4-3 menunjukkan grafik hasil variasi ambang luasan obyek yang

diterapkan pada sampel. Dari grafik, dilihat *error* minimum pada luas antara 100 sampai 500 piksel. Dengan penambahan metode ini dapat diperoleh dengan *commission error* yang relatif lebih kecil dibanding dengan langkah sebelumnya bahkan mendekati nol. Walaupun *omission error* yang diakibatkan sedikit bertambah, bahkan pertambahannya semakin besar pada ambang batas tertentu, namun pada ambang batas yang sesuai, *total error* yang ditimbulkan relatif berkurang (Gambar 4-3).



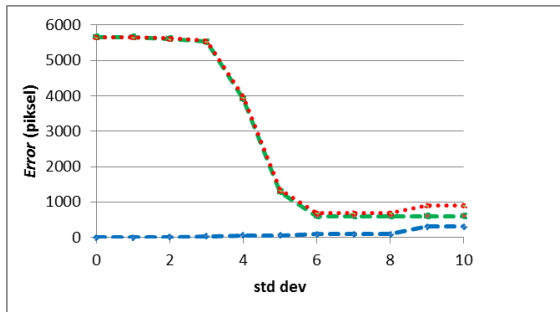
Gambar 4-3: Variasi ambang batas luasan obyek terhadap jumlah kesalahan yang ditimbulkan dalam pendeteksian awan. Warna hijau, biru dan merah pada garis putus-putus menunjukkan jumlah *error*, yakni berturut-turut *omission error*, *commission error* dan *total error*. (Sumber: Citra yang diolah)

Dari variasi beberapa sampel, diketahui bahwa sebenarnya luas awan cukup bervariasi. Nilai *error* yang dihasilkan sangat bergantung pada sampel yang diambil, bahkan terdapat awan yang luasnya relatif kecil. Contoh data pengamatan pada sampel lain ditunjukkan pada Gambar 4-4. Meskipun demikian, dari sini dapat disimpulkan bahwa piksel cukup kecil dinilai masih meyakinkan untuk mengklasifikasikan obyek menjadi bukan awan. Grafik pada Gambar 4-4 menampilkan *error* pada tipe awan yang kecil, sehingga untuk awan yang ukurannya relatif lebih besar, dapat dipastikan tidak akan terjadi *error* pada deteksi yang dilakukan.



Gambar 4-4: Variasi ambang batas luasan obyek terhadap jumlah kesalahan yang ditimbulkan dalam pendeteksian awan. Warna, hijau dan merah pada garis putus-putus menunjukkan jumlah *error*, yakni berturut-turut *omission error* dan *total error*. (Sumber: Citra yang diolah)

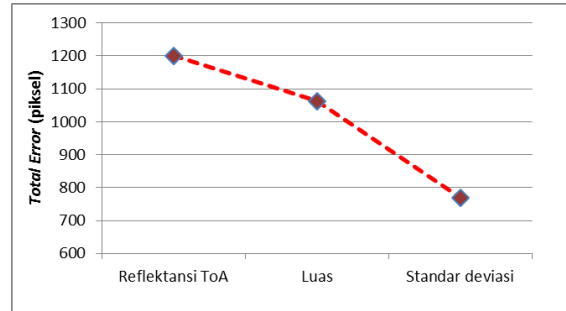
Selanjutnya standar deviasi sebagai pengembangan metode diamati nilai optimalnya. Variasi ambang batas nilai standar deviasi terhadap *error* yang timbul dapat dilihat di Gambar 4-5.



Gambar 4-5: Variasi ambang batas standar deviasi obyek terhadap jumlah kesalahan yang ditimbulkan dalam pendeteksian awan. Warna hijau, biru dan merah pada garis putus-putus menunjukkan jumlah *error*, yakni berturut-turut *omission error*, *commission error* dan *total error*. (Sumber: Citra yang diolah)

Dari hasil optimasi metode tersebut di atas, didapatkan parameter-parameter optimal untuk deteksi awan yakni kanal hijau dengan *class separability* yang tinggi, ambang batas reflektansi ToA 0,42, batas luasan obyek 50 piksel dan standar deviasi adalah 6. Peningkatan akurasi dengan penggunaan metode tersebut ditampilkan pada Gambar 4-6. Dalam Gambar 4-6, terlihat menurunnya *total error* untuk setiap tahap deteksi menggunakan parameter-parameter di

atas. Penggunaan ambang batas luasan dapat menurunkan total *error* sebesar 11% dari total *error* sebelumnya. Sementara penggunaan standar deviasi menurunkan total *error* sebesar 27% dari total *error* sebelumnya.



Gambar 4-6: Grafik penurunan total *error* terhadap metode yang diterapkan. (Sumber : Citra yang diolah)

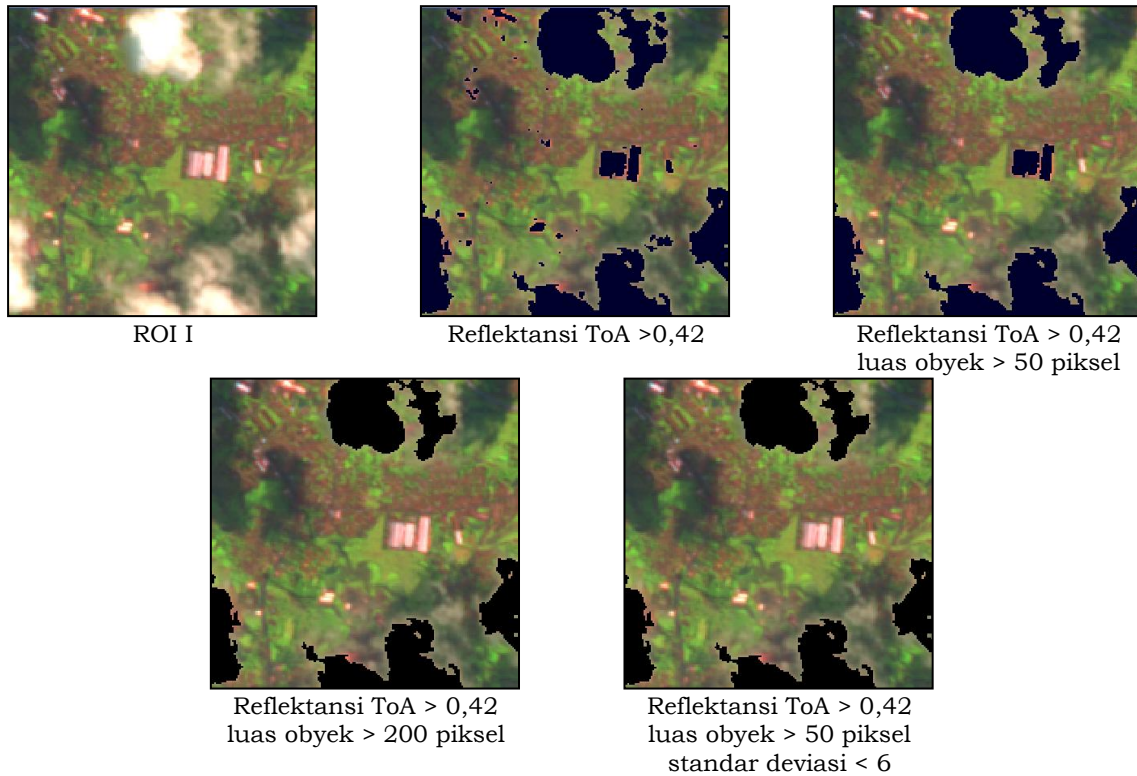
#### 4.2 Evaluasi Hasil Pengolahan

Evaluasi hasil pengolahan dilakukan pada 3 ROI. Masing-masing ROI dipilih dengan perbedaan karakteristik obyek yang beerbeda. Pada ROI I komposisi obyek bervariasi yakni pada permukiman, awan tipis sampai vegetasi. ROI II mewakili awan yang ukurannya sangat kecil. Terakhir ROI III menunjukkan beberapa kekurangan yang masih terjadi pada metode yang digunakan yakni pada daerah yang secara spasial berada pada satu segmen walaupun berbeda kelas.

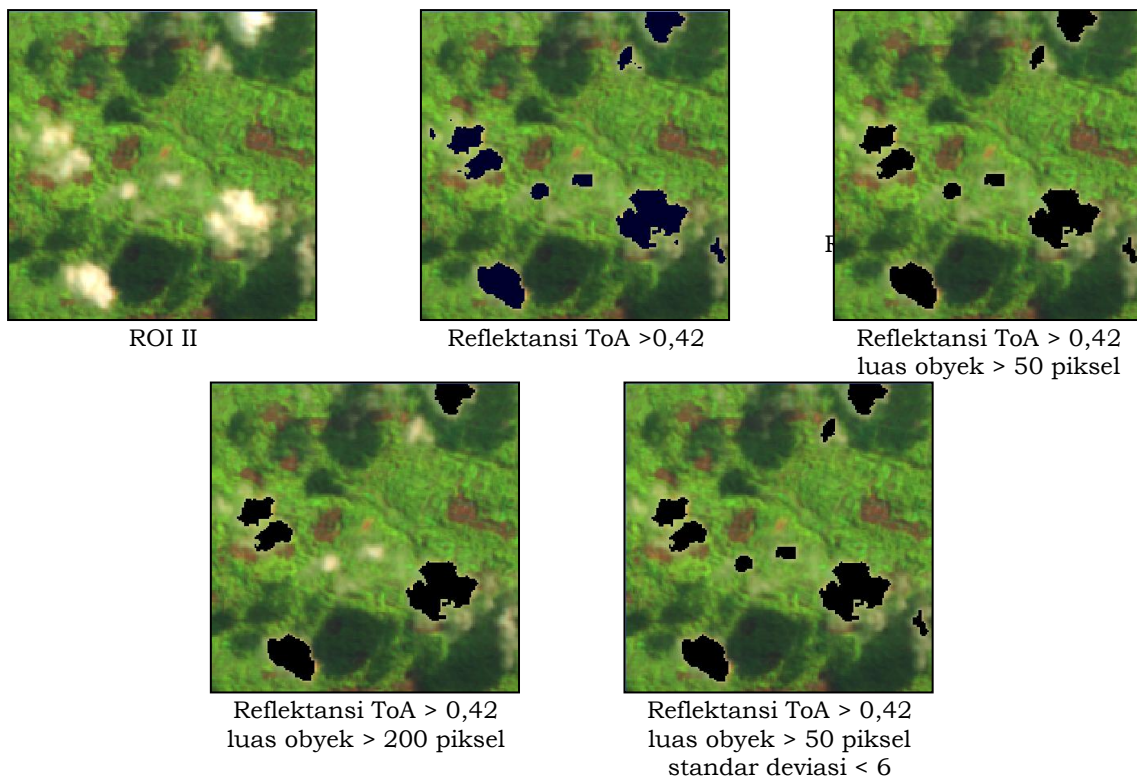
Hasil pengolahan pada ROI yang pertama ditunjukkan pada Gambar 4-7. Pada Gambar 4-7, diketahui bahwa batas reflektansi ToA dapat memisahkan sebagian besar awan dengan bukan awan, tentu dengan *error* relatif tinggi. Ketika diperbaiki dengan batas luasan obyek yang lebih dari 50 piksel, kinerja *classifier* meningkat pada obyek kecil yang pada awalnya masih *error*. Kemudian batas luasan ditingkatkan menjadi 200 piksel, kinerja *classifier* meningkat pada obyek yang cukup besar. Hasil yang sama baiknya diperoleh ketika menambah parameter standar deviasi. Berbeda dengan analisis pada ROI I, peningkatan luasan ke 200 piksel diketahui menjadi *error* pada ROI II (Gambar 4-8). Pada ROI II batas

luasan yang optimal adalah 50 piksel. Namun ketika digunakan alternatif yakni menggunakan batas standar

deviasi, hasilnya adalah sama baiknya pada semua evaluasi ROI yang dilakukan.



Gambar 4-7: Hasil deteksi awan pada ROI I dengan masing-masing perlakuan (Sumber: Citra yang diolah)

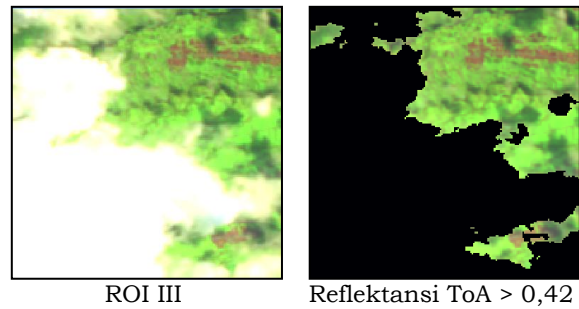


Gambar 4-8: Hasil deteksi awan pada ROI II dengan masing-masing perlakuan (Sumber: Citra yang diolah)



Dari evaluasi yang dilakukan, ditemukan satu kekurangan dalam teknik deteksi ini yakni masih kurang baiknya metode segmentasi yang digunakan. Ketika segmen awan bersinggungan dengan dengan segmen obyek lainnya yang cukup terang, maka kedua segmen ini masih ditandai sebagai satu segmen, sehingga segmen minor akan ikut ke dalam kelas segmen mayor. Contohnya pada ROI III yakni contoh ROI pada awan tebal (Gambar 4-9). Jika dihitung dengan jumlah piksel maupun standar deviasinya, obyek yang ditandai seharusnya masuk pada kelas bukan awan. Namun obyek itu berada pada segmen yang sama dengan kelas mayor, sehingga menjadi *error* dalam deteksi ini.

Pada umumnya penggunaan *cloud masking* dapat dikelompokkan menjadi dua yakni untuk mosaik citra bebas awan (*cloud free mosaic*) dan analisis deteksi perubahan (*change detection analysis*). Prinsip *cloud masking* untuk mosaik bebas awan dengan analisis deteksi perubahan seharusnya dibedakan untuk tujuan efisiensi data. Mosaik citra bebas awan biasanya digunakan untuk interpretasi visual. Sedangkan analisis deteksi perubahan berhubungan dengan perubahan digital number antar citra. *Cloud masking* untuk mosaik citra bebas awan cenderung longgar dalam penentuan batas awan dan bukan awannya. Hal ini dikarenakan obyek yang tertutup oleh awan tipis, *haze* masih dimungkinkan untuk dilakukan interpretasi visual. Sedangkan pada analisis deteksi perubahan sangat ketat dalam penentuan batas awan dan bukan awannya. Untuk pengolahan banyak data, sebenarnya dimungkinkan untuk menggunakan metode *cloud masking* yang dikombinasikan antara data multi temporal maupun multi resolusi (Sedano, 2011). Berkaitan dengan pengolahan banyak data, kombinasi *cloud masking* dengan citra resolusi lainnya akan memberikan masukan penting seperti misalnya informasi *brightness temperature* (Zhu, 2011).



Gambar 4-9: Hasil deteksi awan pada ROI III dengan masing-masing perlakuan (Sumber: Citra yang diolah)

### 4.3 Penilaian Akurasi

Untuk keperluan penilaian akurasi hasil metode *cloud masking* yang dikaji, digunakan tabel *contingency*. Tabel 4-1 menunjukkan koefisien kappa yang cukup baik yakni 0,91.

Tabel 4-1: TABEL CONTINGENCY ROI I

Hasil deteksi	Referensi		Total
	1	2	
Awan	23215	750	23965
Bukan awan	20	4915	4935
Total	23235	5665	28900
Total <i>correct</i>	28130	(97,3%)	
Total <i>error</i>	770	(2,7%)	
K	0,91		

(Sumber: data yang diolah)

Di lain pihak koefisien kappa pada Tabel 4-2 lebih rendah daripada koefisien kappa pada Tabel 4-1. Hal ini dapat merujuk kembali pada batasan pada bagian sebelumnya yakni penentuan ambang batas antara awan dan bukan awan sangat subjektif. Namun, koefisien kappa sudah cukup yakni 0,72 dan pengkelasan yang sesuai sudah mencapai 95,2%. Terlebih lagi ketika dianalisis secara visual pada ROI II deteksi awan sudah cukup untuk digunakan pada mosaik citra bebas awan yang telah dijelaskan sebelumnya.

Tabel 4-2: TABEL CONTINGENCY ROI II

Hasil deteksi	Referensi		Total
	1	2	
1. Awan	25425	1386	26811
2. Bukan awan	0	2089	2089
Total	25425	3475	28900
Total correct	27514	(95,2%)	
Total error	1386	(4,8%)	
K	0,72		

Sumber: data yang diolah

## 5 KESIMPULAN

Untuk keperluan mosaik citra bebas awan, penggunaan kanal, ambang batas reflektansi dan karakteristik spasial sangat berpengaruh pada akurasi deteksi awan. Dari data dan hasil penelitian, didapatkan kesimpulan bahwa kanal hijau baik untuk deteksi karena paling bisa membedakan awan dengan obyek lainnya. Ambang batas reflektansi ToA yang optimal untuk deteksi awan adalah 0,42. Batas luasan antara awan dengan obyek lain adalah 50 piksel. Sementara batas standar deviasi awan dengan obyek lain adalah 6. Untuk evaluasi didapatkan koefisien kappa 0,91 dan 0,72.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Eddy Hermawan atas segala bimbingan, koreksi dan nasehat yang sangat membantu penulis dalam penulisan makalah ini, serta bidang Teknologi Pengolahan Data, Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN atas segala fasilitas berupa dukungan dari teman-teman, data dan instrumen pengolahan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Airbus Defence and Space, 2015. SPOT 1 to SPOT 5 Satellite Images, [http:// www. geo-airbusds.com/en/4388-spot-1-to-spot-5-satellite-images](http://www.geo-airbusds.com/en/4388-spot-1-to-spot-5-satellite-images) [Mei 2015].
- Cohen, J., 1960. *Coefficient of Agreement for Nominal Scales*, Educational and Psychological Measurement, 20: 37-46.
- Helmer, E. H., et al., 2005. *Cloud-Free Satellite Image Mosaics with Regression Trees and Histogram Matching*, Photogrammetric

*Engineering & Remote Sensing*. Vol. 71, No. 9, September 2005, 1079-1089.

- Hollingsworth B. V., Chen L., Reichenbach S. E., 1996. *Automated Cloud Cover Assessment for Landsat TM Images*, SPIE's 1996 International Symposium on Optical Science, Engineering, and Instrumentation. International Society for Optics and Photonics: 170-179.
- Huang, C., et al., 2010. *Automated Masking of Cloud and Cloud Shadow for Forest Change Analysis using Landsat Images*, International Journal of Remote Sensing, Vol. 31, No. 20, 20 October 2010, 5449-5464.
- Irish, R. R., et al., 2006. *Characterization of the Landsat-7 ETM+ Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA) Algorithm*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing:72 (10), 1179.
- Sanden, J.J. V. D., 1997. *Radar Remote Sensing to Support Tropical Forest Management*, Guyana: Tropenbos Guyana Series 5. 330 hlm.
- Sedano, F., et al., 2011. *A Cloud Mask Methodology for High Resolution Remote Sensing Data Combining Information From High and Medium Resolution Optical Sensors*, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Volume 66, Issue 5, September 2011, 588-596.
- Sutanto, 1986. *Penginderaan Jauh*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wu, X., et al., 2008. *Top 10 Algorithms in Data Mining*, Knowledge and Information System 14:1-37.
- Xu, L., et al., 2012. *Cloud Detection Based on Decision Tree Over Tibetan Plateau With Modis Data*, XXII ISPRS Congress. Volume XXXIX-B8.
- Zhu, Z., 2011. *Object-Based Cloud and Cloud Shadow Detection in Landsat Imagery*, Remote Sensing of Environment, Vol. 118, 15 March 2012, 83-94.
- Zhu, Z., & Woodcock, C. E., 2014. *Automated Cloud, Cloud Shadow, and Snow Detection in Multitemporal Landsat Data: an Algorithm Designed Specifically for Monitoring Land Cover Change*, Remote Sensing of Environment, 152: 217-234.

