

Pengembangan Nilai Kualitas Radiometrik untuk Citra Landsat-8 (Fase I: Identifikasi Awan dan Penghitungan Jarak Awan)

Development of Landsat-8 Image Radiometric Quality Score (Phase I: Cloud Identification and Cloud Distance Calculation)

Kustiyo^{1*)}, Randy Brahmantara¹, dan Wisnu Sunarmodo¹

¹Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh

^{*)}E-mail: kustiyo@lapan.go.id

ABSTRAK – Kualitas radiometrik citra menunjukkan seberapa baik citra tersebut bebas dari pengaruh kesalahan radiometrik, setidaknya ada 2 parameter yang dapat diperoleh dari data Landsat-8 dan digunakan untuk menilai kualitas radiometrik, yaitu adanya kabut (*haze*) dan adanya awan atau jarak dari awan. Sebagai langkah awal dari pengembangan kualitas radiometrik citra, penelitian ini mengembangkan teknik untuk mengidentifikasi awan dan cara menghitung jarak awan dari data Landsat-8. Data yang digunakan adalah data Landsat-8 yang sudah terkoreksi geometrik ortho dan terkoreksi radiometrik TOA (*Top Of Atmospheric*) dan BRDF (*Bidirectional Reflectance Distribution Function*). Teknik deteksi awan yang digunakan adalah menggunakan kanal visible dan kanal cirrus, kanal visible untuk mendeteksi awan tebal yang berwarna putih pada kombinasi warna sebenarnya (*true color*), sedangkan kanal *cirrus* untuk mendeteksi awan tinggi. Masking air juga dilakukan untuk memisahkan obyek air dengan obyek lainnya. Kelas awan diberi nilai 100 yang menunjukkan tingkat ketelitian deteksi awan yang tinggi, selanjutnya dibuat buffer awan secara bertahap dengan ketelitian deteksi awan lebih rendah, pixel paling dekat dengan awan diberi nilai 99, sedangkan pixel paling jauh dengan jarak 100 pixel diberi nilai 1. Dengan teknik ini maka pixel pixel yang ragu dalam pengelompokan awan dan bayangan awan akan masuk dalam jangkauan jarak awan. Awan awan kecil yang bergerombol akan terkelompok dalam satu cluster awan dan jarak awan. Dengan teknik ini diharapkan semua awan akan terkelompok dengan nilai score 100 sampai 1, sedangkan pixel yang yakin bukan awan diberi nilai nol (0).

Kata kunci: kualitas citra, awan, jarak awan

ABSTRACT – Image radiometric quality score is the score that shows how good the image from radiometric error. At least there are two parameters derived from Landsat-8 image that can be used to assess the radiometric quality, that are haze and cloud or cloud distance. This research used the ortho rectified and radiometric corrected (Top Of Atmospheric and Bidirectional Reflectance Distribution Function) Landsat-8 images. As an initial work of the image radiometric quality score development, this research developed the cloud identification technique from Landsat-8 image and calculated the cloud distance. It used the visible and cirrus band, visible band was used to identify the thick cloud, but the cirrus band to detect high cloud. Water masking was applied to separate water and others. Cloud assigned to score 100 (highest confident cloud), then cloud buffer was assigned gradually using score 99 to 1 (the least confident cloud). Using this technique, the possible cloud in surrounding cloud and cloud shadow are in the range of cloud distance. Many small clouds in surrounding will be clustered become cloud and its distance. All cloud will be scored to 100 to 1, and pixel with certain no cloud assigned with value zero (0).

Keywords: image quality, cloud, cloud distance

1. PENDAHULUAN

Satelit penginderaan jauh mengidentifikasi obyek permukaan bumi dengan mengukur nilai radian obyek pada lokasi koordinat tertentu, selanjutnya nilai radian dapat dikonversi menjadi nilai reflektan, dimana nilai reflektan ini merepresentasikan obyek pada lokasi tertentu. Nilai reflektan sebuah obyek dapat berbeda dari yang sebenarnya tergantung dari kondisi atmosfer pada saat perekaman, informasi kualitas citra khususnya informasi kualitas reflektan sangat diperlukan dan merupakan kunci keberhasilan dari pemanfaatan citra penginderaan jauh (Xia, 2015), kualitas citra yang baik akan menghasilkan informasi tematik pemanfaatan citra yang akurat. Setidaknya ada dua parameter dasar yang digunakan untuk menentukan kualitas citra penginderaan jauh, yaitu (1) ketelitian geometrik, yang mengukur ketelitian lokasi pada setiap elemen pixel pada citra, dan (2) ketelitian radiometrik, yang mengukur perbedaan reflektan yang diukur oleh sensor satelit dengan reflektansi sebenarnya (George, 2005). Beberapa penelitian terkait kualitas citra sudah banyak dilakukan, antara lain penggunaan *signal-to-noise ratio* (Fiete, 2001), penggunaan *universal reconstruction*

method Shen, 2010), penggunaan *visual information fidelity index* (Shao, 2013), penggunaan *comprehensive evaluation factor* (Wang, 2014), penggunaan statistik dan analisa secara visual (Shahrokhy, 2004), dan kualitas citra untuk data citra resolusi tinggi (Mattiacrespi, 2009).

Kualitas radiometrik ditentukan oleh kualitas sensor dan kondisi atmosfer pada saat perekaman, yang dimaksud dengan kualitas radiometrik pada penelitian ini dibatasi pada kualitas atau kondisi atmosfer pada saat perekaman. Kualitas atmosfer sebuah citra dipengaruhi oleh kondisi awan dan *haze* (Shahrokhy, 2004). Kualitas citraditunjukkan oleh nilai/score tertentu, makin tinggi score maka makin tinggi kualitas citra.

Penelitian ini difokuskan untuk identifikasi awandan bayangannya dari data Landsat-8, sebagai bagian dari penyusunan kualitas kualitas citrasecara keseluruhan. Awan dapat dibagi menjadi dua kategori: awan tebal dan tipis, awan tebal relatif lebih mudah untuk diidentifikasi karena nilai reflektansi yang tinggi pada kanal *visible*, tetapi identifikasi awan tipis lebih sulit karena adanya efek obyek di bawah awan (Gao dan Kaufman, 1995; Gao dkk., 1998; 2002). Salah satu pendekatan dalam identifikasi awan dan bayangan awan adalah secara manual, pendekatan ini memakan waktu yang lama. Metoda yang banyak diteliti menggunakan data dengan resolusi spasial rendah seperti *Advanced Resolusi Sangat Tinggi Radiometer* (AVHRR) dan *Moderate Resolution Imaging Spectrometer-radiometer* (MODIS). Sensor ini biasanya dilengkapi dengan lebih dari satu kanal thermal, dan kanal yang sensitif terhadap kandungan uap air, yang keduanya berguna untuk deteksi awan tipis (Ackerman dkk., 1998; Derrien dkk., 1993; Saunders dan Kriebel, 1998).

Identifikasi awan dari data Landsat sudah banyak dilakukan antara lain: *Automated Cloud Cover Assessment* (ACCA) sistem (Irish, 2000; Irish dkk., 2006), tetapi ACCA tidak dapat mengidentifikasi awan tipis (*cirrus*). Identifikasi awan juga dapat dilakukan dengan mengidentifikasi ada tidaknya bayangan awan, setiap awan biasanya ada bayangannya (Kustiyo, 2012). Penelitian ini menggunakan data Landsat-8, dimana pada sensor OLI mempunyai kanal yang khusus untuk mendeteksi awan *cirrus*.

2. METODE

2.1. Data dan Lokasi Penelitian

Data yang digunakan adalah data Landsat-8 scene 122/065 perekaman tahun 2015 yang mencakup sebagian wilayah Jawa Barat bagian selatan. Dari 23 citra yang ada dipilih 5 scene yang relatif bebas awan, data dengan tanggal perekaman 28 Juni 2015 digunakan sebagai sample data, sedangkan lainnya digunakan untuk ujicoba atau validasi, yaitu 31 Agustus 2015, 03 November 2015, 06 Januari 2016, dan 13 Mei 2016

Level data yang digunakan adalah L1T, dimana data sudah dikoreksi geometrik tegak menggunakan titik kontrol yang diperoleh secara otomatis menggunakan teknik *image mathcing*, sedangkan secara radiometrik data yang digunakan sudah dalam bentuk radian dengan mengalikan gain dan offset yang terdapat dalam metadata.

2.2. Pengolahan awal

Pengolahan awal yang digunakan adalah koreksi radiometrik berupa koreksi *Top of Atmospheric* (TOA) dan *Bidirectional Reflectance Distribution Function* (BRDF). Hasil koreksi radiometrik berupa nilai reflektan dengan nilai 0 -1, selanjutnya dikalikan dengan 60000 agar dapat disimpan dalam nilai 16-bit interger. Sedangkan pengolahan koreksi geometrik tidak dilakukan karena data yang digunakan sudah dalam level pengolahan L1T.

2.3. Deteksi Awan dan Bayangan

Pada tahap awal deteksi awan dan bayangan dilakukan secara terpisah, selanjutnya diterapkan hubungan spasial antara awan dan bayangannya (Kustiyo, 2012). Pengembangan dari metoda yang sebelumnya adalah digunakannya kanal *cirrus* Landsat-8 yang mendeteksi awan tipis, dan digunakannya teknik scoring dari nilai 1-100 yang menunjukkan kualitas radiometrik karena pengaruh awan. Nilai 1 menunjukkan awan dengan tingkat akurasi tinggi (*certain cloud*), sedangkan nilai 100 menunjukkan bukan awan (*certain no-cloud*). Deteksi awan yang dilakukan disini adalah deteksi *certain cloud*, dan *certain shadow*.

2.3.1. Deteksi Awan

Metoda yang digunakan dengan menggabungkan 3 indek, disebut sebagai index x,y,z yang menunjukkan ruang 3 dimensi, sbb:

sebuah pixel dikelompokkan sebagai awan, jika:

$$x < 0.9, y > 9000/60000, \text{ dan } z > 7000/1000 \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

$$\begin{aligned} x &= \text{Ref}_{\text{Green}} \\ y &= \text{Ref}_{\text{SWIR1}} / \text{Ref}_{\text{NIR}} \\ z &= \text{Ref}_{\text{SWIR2}} \end{aligned}$$

Awan yang dimaksud adalah certain cloud, indeks x digunakan untuk mendeteksi awan, indeks y digunakan untuk memisahkan awan dengan lahan terbuka, sedangkan indeks z digunakan untuk memisahkan awan dengan air.

2.3.2. Deteksi Bayangan Awan

Metoda yang digunakan menggunakan metoda yang dikembangkan oleh Kustiyo 2012, sbb:

sebuah pixel dikelompokkan sebagai bayangan awan, jika:

$$\text{Ref}_{\text{SWIR1}} + \text{Ref}_{\text{NIR}} < 0.7 \dots\dots\dots(2)$$

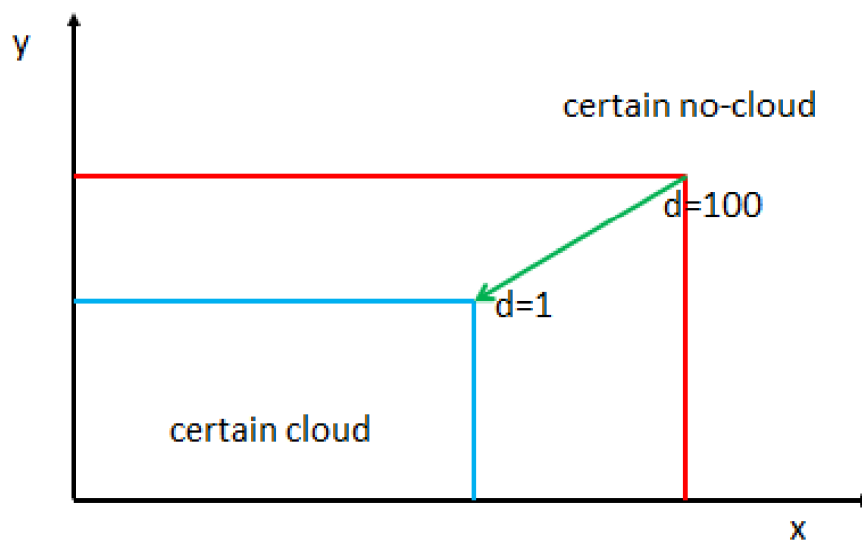
Jika jumlah reflektance SWIR1 dan NIR kurang dari 0.7, maka dikelompokkan menjadi certain shadow.

2.4. Penghitungan Jarak Awan

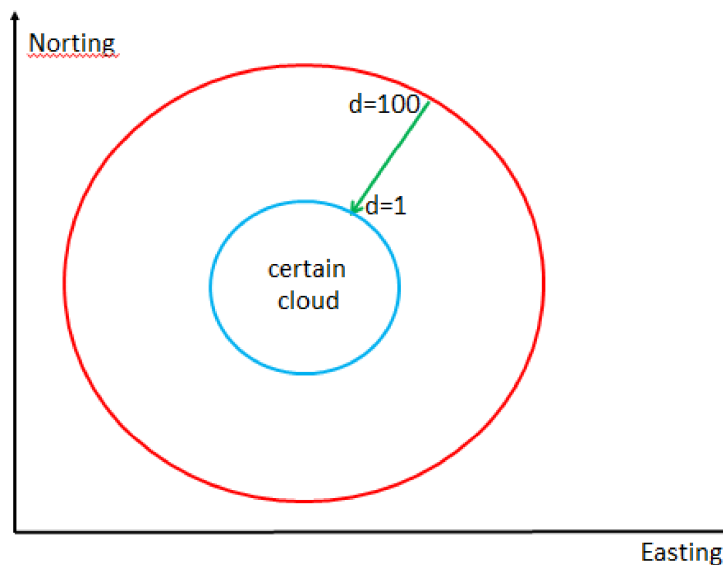
Jarak awan disini merupakan jarak relatif dengan nilai jarak 1 sampai 100. Nilai 1 menunjukkan jarak ke awan paling dekat dengan kualitas radiometrik yang paling jelek, sedangkan nilai 100 menunjukkan jarak ke awan paling jauh dengan kualitas radiometrik yang paling baik.

2.4.1. Penghitungan Jarak Spektral Awan

Jarak spektral dihitung berdasarkan tingkat kedekatan spektral dari certain cloud, jika secara spektral dekat dengan certain cloud diberi score 1, makin jauh dari certain cloud diberi nilai jarak lebih besar, jarak paling besar diberi score 100. Secara gambar-2D jarak spektral cloud digambarkan seperti pada gambar 1. Nilai 1 menunjukkan nilai kualitas radiometrik rendah, sedangkan nilai 100 menunjukkan nilai kualitas radiometrik yang baik. Jarak spektral yang sebenarnya dihitung menggunakan 3 parameter yang digunakan dalam identifikasi awan. Jarak spektral diterapkan untuk awan tebal dan awan tipis.



Gambar 1. Gambaran perhitungan jarak spektral awan



Gambar 2. Gambaran perhitungan jarak spasial awan

2.4.2. Penghitungan Jarak Spasial Awan

Jarak spasial awan dihitung berdasarkan jarak spasial pada koordinat bumi dari certain cloud, jika dekat secara spasial dengan certain cloud diberi score 1, makin jauh dari certain cloud diberi nilai jarak lebih besar, jarak paling besar diberi score 100. Secara gambar-2D jarak spasial awan digambarkan seperti pada gambar 2. Nilai 1 menunjukkan dekat dari awan dengan nilai kualitas radiometrik rendah, sedangkan nilai 100 menunjukkan jauh dari awan dengan nilai kualitas radiometrik yang baik.

2.5. Scoring Awan dan Bayangan

Nilai score awan, bayangan dan jarak digabung menjadi menjadi score akhir, yang menunjukkan kualitas radiometrik akibat pengaruh awan dan bayangan. Nilai score yang digunakan adalah 1 sampai 100, nilai 1 menunjukkan kualitas radiometrik yang paling jelek sedangkan nilai 100 menunjukkan kualitas radiometrik yang paling baik. Score akhir dihitung dengan rumus sbb:

$$\begin{aligned}
 sa &= \min(s1, s2, s3) \dots\dots\dots (3) \\
 sb &= \min(s4, s5, s6) \dots\dots\dots (4) \\
 sb' &= 1 - (sb/100) \dots\dots\dots (5) \\
 s &= sa * sb' \dots\dots\dots (6)
 \end{aligned}$$

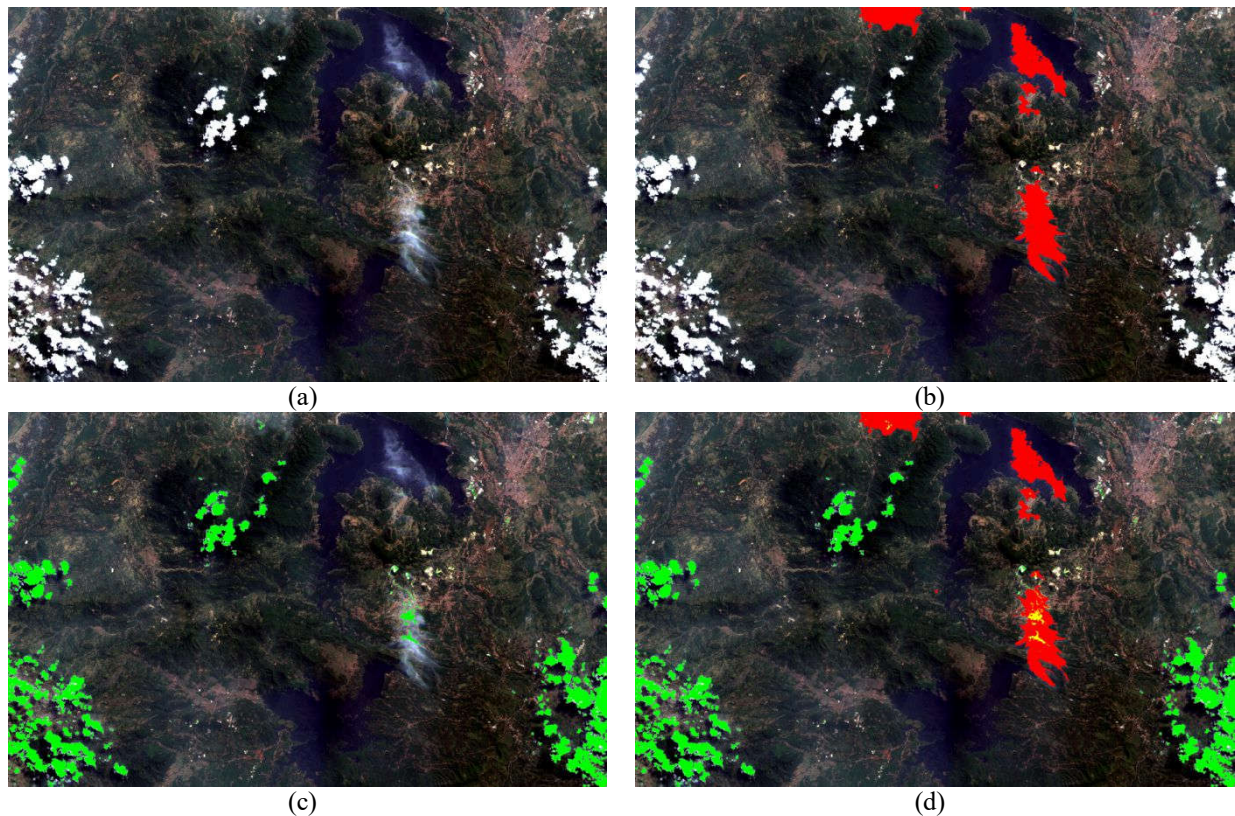
dimana:

- s1: score jarak spektral awan tebal;
- s2: score jarak spektral awan tipis;
- s3: score jarak spektral bayangan;
- s4: score jarak spasial awan tebal;
- s5: score jarak spasial awan tipis;
- s6: score jarak spasial bayangan;
- sa: gabungan score jarak spektral;
- sb: gabungan score jarak spasial;
- s=score akhir.

3. HASILDAN PEMBAHASAN

3.1. Deteksi awan

Gambar 3(a) menunjukkan gambar kombinasi citra *natural color* kanal 432 dari data Landsat-8 scene 122065, tanggal 26 Juni 2016. Hasil klasifikasi *certain cloud* untuk awan tebal disampaikan pada Gambar 3(c), sedangkan hasil klasifikasi *certain cloud* untuk awan tipis disampaikan pada Gambar 3(b), sedangkan Gambar 3(d) menunjukkan gabungan keduanya. Pada gambar 3(d), warna merah menunjukkan awan tipis, warna hijau menunjukkan awan tebal, sedangkan warna kuning menunjukkan teridentifikasi sebagai keduanya.

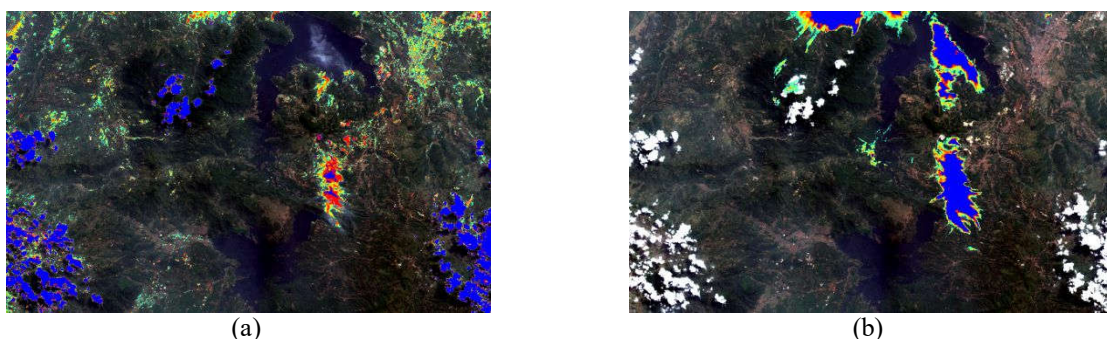


Gambar 3. Deteksi awan scene 122065, tanggal 26 Juni 2016. (a) Citra RGB *natural color* (b) awan cirrus (c) awan tebal (d) awan tebal dan awan cirrus

Dari gambar 3 tampak bahwa cara pendeteksian awan harus dipisahkan antara deteksi awan tebal dengan warna tipis, kenampakan awan tebal tidak transparan, sedangkan awan tipis nampak transparan pada kombinasi *natural color*. Dengan mengkombinasikan awan tebal dan awan tipis menjadi satu kelas awan, maka awan terkelaskan semua. Awan tipis selain dapat dideteksi dengan kanal thermal (Kustiyo, 2012), maka awan tipis juga dapat dideteksi dengan kanal cirrus. Pada penelitian ini tidak digunakan kanal thermal dengan alasan antara lain resolusi kanal cirrus yang lebih baik dibanding kanal thermal, dan tidak setiap hasil perekaman data Landsat selalu terdapat kanal thermal. Kanal thermal diperoleh melalui sensor TIRS yang terpisah dengan sensor OLI, sedangkan kanal cirrus tergabung dalam sensor OLI.

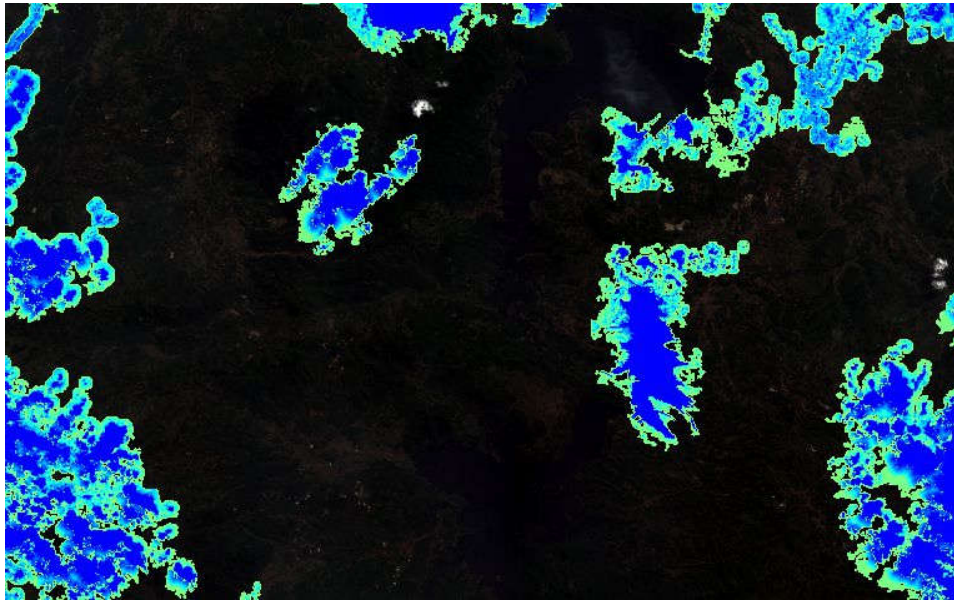
3.2. Jarak awan

Gambar 4 menunjukkan jarak spektral awan baik untuk awan tebal (Gambar 4a) dan awan tipis (Gambar 4b). Warna biru menunjukkan *certain cloud* sedangkan warna dengan range dari merah (score 1) ke hijau (score 99) menunjukkan mungkin awan (*maybe cloud*), sedangkan untuk pixel yang pasti bukan awan dengan score 100 adalah transparan. Warna merah sampai hijau menunjukkan kualitas radiometrik yang bervariasi dari 1 sampai 99, sedangkan warna biru menunjukkan kualitas radiometrik 0 (paling jelek).



Gambar 4. Perhitungan jarak spektral awan scene 122065, tanggal 26 Juni 2016. (a) Jarak spektral awan cirrus, (b) Jarak spektral awan tebal

Citra hasil perhitungan jarak spektral dikalikan dengan citra jarak spasial awan diperoleh citra akhir. Hasil akhir score kualitas radiometrik awan disampaikan pada Gambar 5.

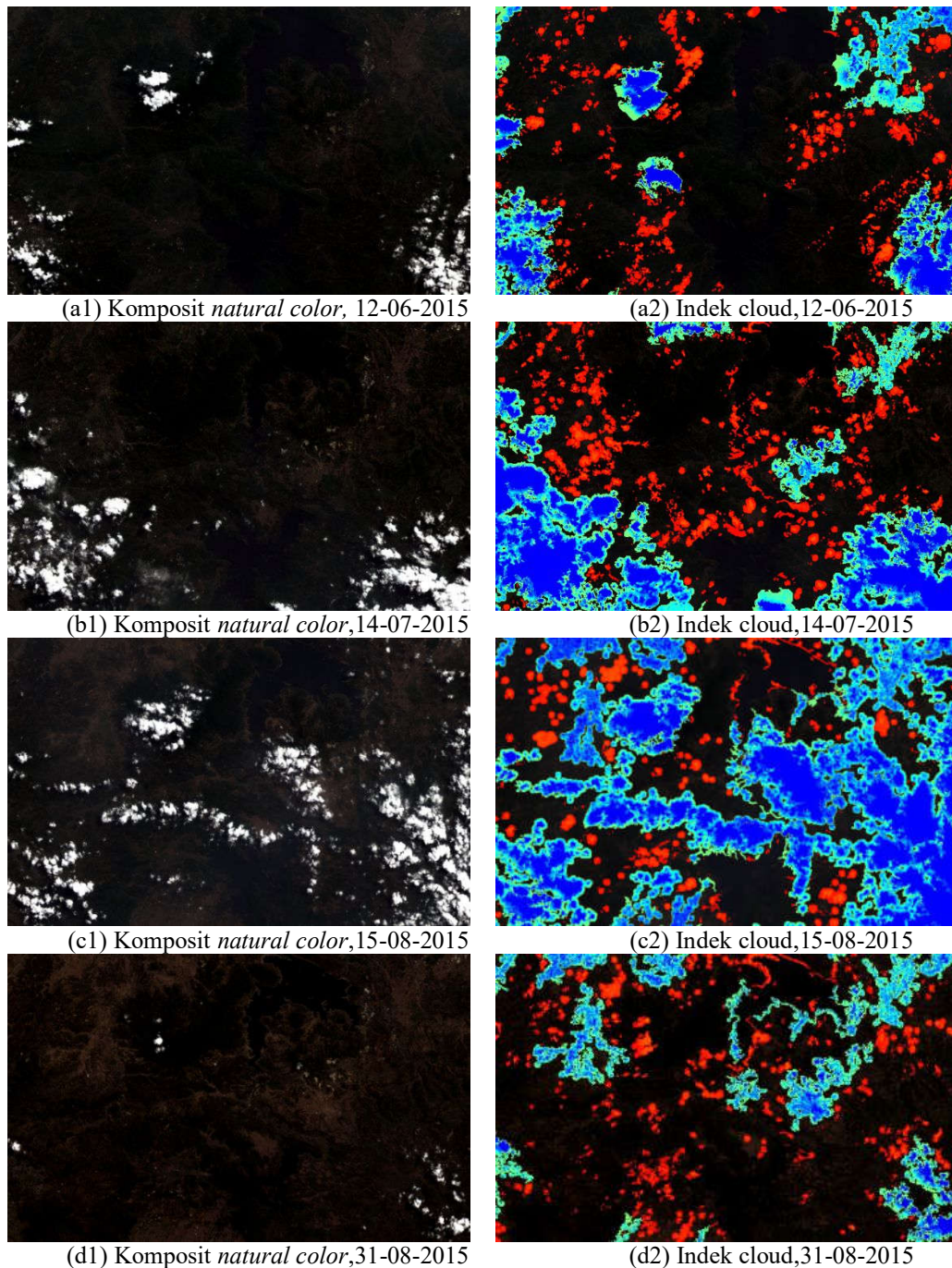


Gambar 5. Score kualitas radiometrik scene 122065, tanggal 26 Juni 2016.

3.3. Uji Coba Metodologi

Metoda terpilih diujikan untuk scene yang sama dengan tanggal perekaman yang berbeda. Metoda diujicobakan untuk scene 122065 dengan empat perekaman, yaitu tanggal 12 Juni 2015, 14 Juli 2015, 15 Agustus 2015, dan 31 Agustus 2015. Hasil ujicoba disampaikan pada Gambar 6.

Secara garis besar ke-4 scene hasil ujicoba menunjukkan bahwa tidak adanya kesalahan omisi, artinya semua awan teridentifikasi. Jika awan tidak teridentifikasi pada *certain cloud*, maka awan terindikasi pada score 1 sampai 99. Dengan teknik ini, maka algoritma diharapkan dapat diterapkan untuk scene dan area lainnya, karena memang komodir adanya ketidakpastian identifikasi awan.



Gambar 6. Hasil uji coba kualitas radiometrik (cloud score)

4. KESIMPULAN

Dari ujicoba algoritma yang diterapkan untuk scene dengan perekaman yang berbeda menunjukkan bahwa semua awan terdeteksi dengan baik, awan yang mudah diidentifikasi masuk dalam kelas certain cloud dengan score 1, sedangkan awan yang sulit diidentifikasi masuk dalam kelas dengan score 1-99. Dengan teknik ini, maka Algoritma diharapkan dapat diterapkan untuk scene dan area lainnya, Karena mengakomodir adanya ketidakpastian identifikasi awan. Teknik ini dapat diterapkan untuk operasional dalam menentukan kualitas radiometrik citra khususnya kualitas radiometrik karena pengaruh awan.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Kepala Bidang Program dan Fasilitas yang telah menyediakan akses data Landsat-8 secara langsung ke server pengolahan data Landsat-8. Juga beserta tim akusisi dan pengolahan data standar Landsat-8.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, S.A., Strabala, K.I., Menzel, W.P., Frey, R.A., Moeller, C.C., dan Gumley, L.E., (1998). Discriminating Clear Sky From Clouds with MODIS. *Journal of Geophysical Research*, 103(24): 32141–32157.
- Derrien, M., Farki, B., Harang, L., LeGleau, H., Noyalet, A., Pochic, D., dan Sairouni, A., (1993). Automatic Cloud Detection Applied to NOAA-11/ AVHRR Imagery. *Remote Sensing of Environment*, 46(3):246–267.
- Gao, B.C., dan Kaufman, Y.J., (1995). Selection of The 1.375-Mm MODIS Channel for Remotesensing of Cirrus Clouds and Stratospheric Aerosols from Space. *American Meteorological Society*, 52:4231–4237.
- Gao, B.C., Kaufman, Y.J., Han, W., dan Wiscombe, W.J. (1998). Correction of Thin Cirrus Path Radiance in The 0.4–1.0 mm Spectral Region using The Sensitive 1.375 mm Cirrus Detecting Channel. *Journal of Geophysical Research*, 103(24):32169–32176.
- Gao, B.C., Yang, P., Han, W., Li, R.R., dan Wiscombe, W.J., (2002). An Algorithm Using Visible and 1.38-mm Channels to Retrieve Cirrus Cloud Reflectances from Aircraft and Satellite Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 40(8):1659–1668.
- Irish, R., (2000). Landsat-7 Automatic Cloud Cover Assessment Algorithms for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery. *The International Society for Optical Engineering*, 4049:348–355.
- Huanfeng, S., Yaolin, L., Tinghua, A., Yi, W., dan Bo, W. (2010). Universal Reconstruction Method for Radiometric Quality Improvement of Remote Sensing Images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12(4):278–286.
- Irish, R., Barker, J.L., Goward, S.N. dan Arvidson, T. (2006). Characterization of The Landsat-7 ETM+ Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA) Algorithm. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 72(10):1179–1188.
- Joseph, G., (2005). *Fundamentals of Remote Sensing*, Universities Press (India) Private Limited.
- Kustiyo, Dianovita, Ismaya, H., Rahayu, M.I., dan Adiningsih, E.S., (2012). New Automated Cloud and Cloud-Shadow Detection using Landsat Imagery. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*. 9(2).
- Lin, W., Xu, W., Xiao, L., dan Shao, X., (2014). No-Reference Remote Sensing Image Quality Assessment using A Comprehensive Evaluation Factor. Proc. SPIE 9124.
- Mattia, C., dan Laura, D.V., (2009). Procedure for High Resolution Satellite Imagery Quality Assessment. *Sensors*, 9: 3289-3313
- Robert, D.F., dan Theodore, T., (2001). Comparison of SNR Image Quality Metrics for Remote Sensing Systems. *Optical Engineering*, 40(4):574-585.
- Saunders, R.W., dan Kriebel, K.T., (1998). An Improved Method for Detecting Clear Sky and Cloudy Radiances from AVHRR Data. *International Journal of Remote Sensing*, 9(1):123–150.
- Shahrokh, S.M., (2004). *Visual and Statistical Quality Assessment and Improvement of Remotely Sensed Images*, ISPRS proceedings XXXV, 950.
- Yu, S., Fucun, S., dan Hongbo, L., (2013). A No-Reference Remote Sensing Image Quality Assessment Method Using Visual Information Fidelity Index. Proceedings of 2013 Chinese Intelligent Automation Conference, 325-332.
- Xia, Y., dan Chen, Z., (2015). Quality Assessment for Remote Sensing Images: Approaches and Applications. *Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, IEEE International Conference on, Kowloon, 2015, 1029-1034.

*) Makalah ini telah diperbaiki sesuai dengan saran dan masukan pada saat diskusi presentasi ilmiah

BERITA ACARA

PRESENTASI ILMIAH SINAS INDERAJA 2016

Moderator : Dr. Ety Parwati
Judul Makalah : Pengembangan Nilai Kualitas Radiometrik untuk Citra Landsat-8 (Fase I: Identifikasi Awan dan Penghitungan Jarak Awan)
Pemakalah : Kustiyo (LAPAN)
Diskusi :

Pertanyaan: Eko Susilo (KKP)

Untuk penggunaan threshold 7000 dan 9000, manakah yang lebih baik? Nilai-nilai 7000 dan 9000 tersebut apakah ada referensinya? Ataukah hasil pengembangan? Bagaimana hasilnya bila digunakan untuk laut?

Jawaban :

Kami membuat range 7000-9000 untuk klasifikasi awan karena banyaknya scene. Tiap-tiap kanal terdapat response spektral yang berbeda-beda, misal untuk green ada di mana. Penggunaan belum digunakan di laut, masih di darat saja.