

KOREKSI ATMOSFERIK UNTUK DAERAH PERAIRAN MENGUNAKAN BAND CIRRUS PADA DATA LANDSAT-8

Anis Kamilah Hayati¹, Haris Suka Dyatmika dan Kustiyo

¹Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN

Pos-el : anis.kamilah@lapan.go.id

Abstract

The atmospheric conditions, including the existence of cirrus, affect the radiometric quality of remote sensing imagery. Landsat-8 data has a special band for detecting cirrus, that is band 9. This research aims to build method by using band 9 on Landsat-8 data. Aquatic objects are used to limit the problems. The proposed method is a simple algorithm in which the reflectance of the input band is corrected linearly using the reflectance of band 9. Pre-processed data and after-processed data then compared with reference data. The result of this comparison shows a significant change with PSNR on band 4 reaching 23.687dB (data after processing) from 8.259dB (data before processing).

Keywords : atmospheric correction, cirrus band, Landsat-8

Abstrak

Kondisi atmosfer termasuk keberadaan awan sirus sangat berpengaruh pada kualitas radiometrik citra penginderaan jauh. Data Landsat-8 memiliki band yang khusus mendeteksi awan sirus, yaitu band 9. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode koreksi atmosferik dengan menggunakan band 9 pada data Landsat-8. Untuk membatasi permasalahan, penelitian ini menggunakan objek perairan. Metode yang diajukan adalah algoritma sederhana di mana nilai reflektansi dari band masukan dikoreksi dengan nilai reflektansi band 9 secara linier. Data sebelum diolah dan data setelah diolah kemudian dibandingkan dengan data referensi. Hasil perbandingan tersebut menunjukkan perubahan yang cukup signifikan dengan nilai PSNR pada band 4 mencapai 23.687dB (data setelah diolah) dari 8.259dB (data sebelum diolah).

Kata Kunci : koreksi atmosferik, band cirrus, Landsat-8

1. PENDAHULUAN

Mosaik bebas awan merupakan salah satu produk yang menjadi amanat Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh (Pustekdata) LAPAN yang tercantum dalam UU No 21 tahun 2013 tentang Keantariksaan. Untuk memenuhi amanah tersebut berbagai kajian telah dilakukan, salah satunya mengenai koreksi atmosferik.

Kualitas atmosferik merupakan satu dari setidaknya tiga aspek kualitas citra penginderaan jauh (kualitas radiometrik, kualitas atmosferik, dan kualitas geometrik)¹. Nilai reflektansi hasil konversi dari nilai radiansi yang diindera oleh sensor dapat berbeda dengan nilai reflektansi objek yang sesungguhnya dikarenakan pengaruh atmosfer yang mempengaruhi kualitas citra penginderaan jauh. Kondisi awan dan kabut merupakan salah satu bagian dari kondisi atmosferik. Kualitas radiometrik dari citra penginderaan jauh merupakan hal yang penting karena kualitas tersebut berhubungan dengan akurasi dan tingkat kepercayaan dari ekstraksi informasi yang dihasilkan².

Awan tebal menutup seluruh permukaan, sehingga upaya untuk mengembalikan nilai dari informasi yang hilang adalah dengan menggantinya dengan *scene* multi-temporal. Sementara itu, awan

tipis termasuk awan sirus hanya menutup sebagian permukaan (transparan) sehingga secara teoretis koreksi atmosferik mampu menghilangkan pengaruh awan tipis tersebut³.

Berbeda dari awan tebal yang relatif mudah dikenali, awan tipis termasuk awan sirus tidak mudah dideteksi. Penelitian menunjukkan bahwa radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang 1.375 μm mudah diserap oleh uap air⁴. Band 9 pada Landsat-8 (1.360-1.390 μm) mendeteksi kontaminasi awan tinggi yang mungkin tidak terlihat jelas pada band lain. Pada band 9 tersebut, awan sirus terlihat cerah sementara permukaan bumi yang bebas dari paparan uap air tampak gelap.

Telah banyak upaya yang dilakukan untuk menghilangkan pengaruh awan tipis. Caselles⁵ menggunakan data multi-temporal untuk melengkapi informasi yang tertutup oleh kabut. Chavez⁶ mengembangkan metode *simple dark-object subtraction* dan dimodifikasi oleh Makarau⁷. Zhang⁸ mengembangkan metode *haze optimized transform* (HOT). He⁹ mengajukan penghitungan *dark channel prior* untuk memperkirakan ketebalan kabut untuk citra RGB. Liu³ mengembangkan teknik *background suppressed haze thickness index* untuk mengindikasikan ketebalan kabut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan band 9 pada data Landsat-8 untuk menghilangkan pengaruh awan sirus. Untuk membatasi permasalahan, objek dibatasi pada area perairan. Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk pengamatan objek perairan seperti terumbu karang, lamun, dan sebagainya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data dan Lokasi

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data di daerah taman laut Wakatobi pada *path* 111 dan *row* 064. Dalam penelitian ini digunakan dua data, yaitu data yang diakuisisi pada tanggal 6 Januari 2015 sebagai data uji, dan data hasil akuisisi tanggal 8 November 2015 sebagai data referensi. Data uji dipilih karena memiliki kontaminasi awan sirus yang cukup menyebar dan tidak rata ketebalannya. Sementara data referensi dipilih karena memiliki tutupan awan kurang dari 5%. Sebelum melalui proses penghilangan awan, kedua data telah melalui koreksi *top of atmosphere* (TOA) dan *bidirectional reflectance distribution function* (BRDF).

2.2 Metode Koreksi Atmosferik

Awan transparan termasuk sirus mempengaruhi sensor sehingga nilai reflektansi dari objek di permukaan bumi yang terdeteksi tidak akurat. Dengan banyaknya penyebaran radiasi baik yang masuk maupun yang keluar melalui awan transparan relatif terhadap objek di permukaan bumi, radiansi yang terrekam oleh sensor tidak dapat dianggap sebagai jumlah dari radiansi yang dihasilkan oleh awan transparan dan radiansi yang dihasilkan oleh permukaan bumi¹⁰.

Meskipun demikian, untuk menyederhanakan permasalahan, penelitian ini menggunakan asumsi nilai reflektansi yang direkam oleh sensor merupakan penjumlahan dari reflektansi yang dipancarkan oleh objek di permukaan bumi dan reflektansi awan sirus (Persamaan 1).

$$\text{Ref}_{\text{tot}} \approx \text{Ref}_{\text{obj}} + \text{Ref}_{\text{cirrus}} \quad (1)$$

Dimana Ref_{tot} adalah reflektansi yang direkam oleh sensor untuk setiap band, Ref_{obj} adalah reflektansi sesungguhnya dari objek, dan $\text{Ref}_{\text{cirrus}}$ adalah reflektansi yang disebabkan dari awan sirus. Untuk mendapatkan nilai reflektansi yang sesungguhnya dari objek, maka nilai reflektansi yang direkam oleh sensor harus dikurangi nilai reflektansi dari awan sirus. Jika diasumsikan bahwa $\text{Ref}_{\text{cirrus}}$ berkorelasi secara linear dengan reflektansi pada band 9 Landsat-8^{11,12}, maka nilai $\text{Ref}_{\text{cirrus}}$ dapat ditulis sebagai Persamaan 2.

$$\text{Ref}_{\text{cirrus}} \approx a \times \text{Ref}_{\text{B9}} + b \quad (2)$$

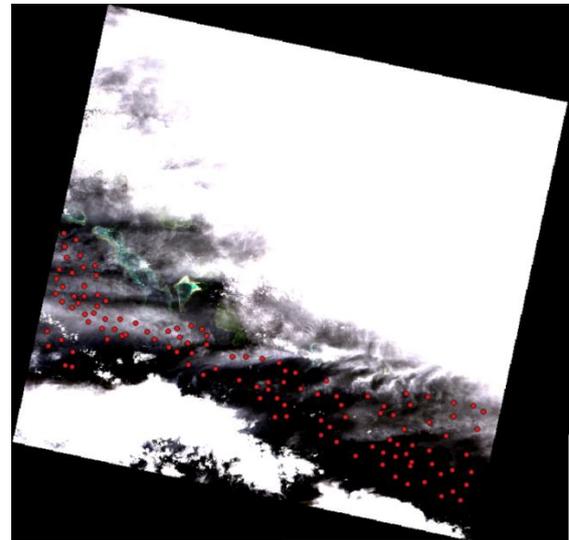
Sehingga Persamaan 1 dapat ditulis ulang sebagai Persamaan 3.

$$\text{Ref}_{\text{tot}} \approx \text{Ref}_{\text{obj}} + a \times \text{Ref}_{\text{B9}} + b \quad (3)$$

Jika diasumsikan nilai reflektansi laut dalam adalah 0, maka nilai reflektansi total dapat ditulis sebagai Persamaan 4. Dengan demikian nilai a dan b yang merupakan koefisien dapat dicari untuk setiap band visible pada Landsat-8.

$$\text{Ref}_{\text{tot}} \approx a \times \text{Ref}_{\text{B9}} + b \quad (4)$$

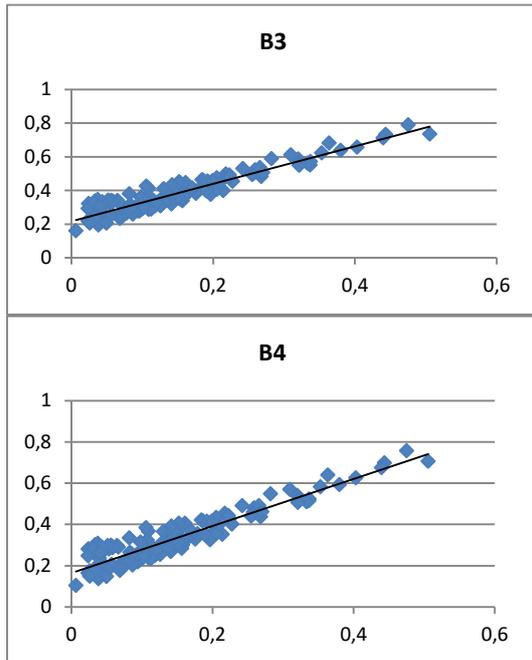
Untuk menghitung koefisien a dan b , pada data dipilih beberapa titik sampel yang diperkirakan sebagai laut dalam. Titik sampel diambil secara menyebar untuk mewakili berbagai ketebalan awan sirus. Gambar 1 menunjukkan pemilihan titik sampel pada data.



Gambar 1. Pengambilan Titik Sampel pada Data

Pemilihan titik sampel pada lautan sangat mempengaruhi nilai koefisien a dan b . Oleh karena itu titik yang akan digunakan sebagai sampel harus dipilih secara cermat. Titik sampel yang ideal adalah titik yang terkontaminasi awan sirus tipis namun bebas dari kabut yang bukan sirus serta bebas dari *sun glint*. Jika titik sampel yang diambil terkontaminasi dengan *error* selain dari awan sirus, maka persamaan yang diajukan menjadi tidak relevan.

Dengan menggunakan Persamaan 4, koefisien a dan b dapat dihitung.



Gambar 2 menunjukkan grafik yang dibentuk antara nilai reflektansi dari band *cirrus* dengan band *visible* (B2, B3, B4) sehingga nilai koefisien *a* dan *b* ditemukan.

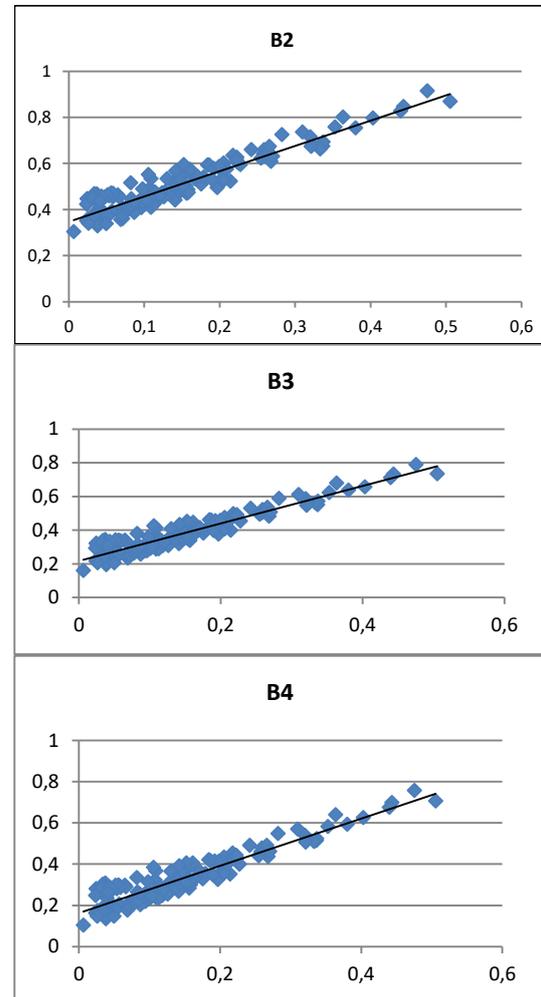
2.3 Pengujian Akurasi

Pengujian dilakukan dengan membandingkan data yang belum diolah dan data setelah diolah dengan data referensi. *Quality metrics* dari data tersebut kemudian dihitung. Dalam penelitian ini *quality metrics* yang digunakan adalah *mean squared error* (MSE), *peak signal-to-noise ratio* (PSNR), dan *structural similarity measure* (SSIM).

Dalam statistik, MSE adalah suatu metode untuk mengukur tingkat akurasi suatu model. Nilai MSE dapat dianalogikan sebagai varian ditambah dengan kuadrat bias dari suatu model. Nilai MSE selalu positif, nilai 0 menunjukkan similaritas antara model yang diujikan dengan pengujinya. Kekurangan dari metode ini adalah pembobotan yang besar bagi perbedaan intensitas piksel¹³. Hal ini disebabkan metode ini mengkuadratkan perbedaan piksel per piksel meski belum tentu secara keseluruhan model yang diujikan berbeda secara signifikan dengan model pengujinya.

PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR biasanya diukur dalam satuan desibel (db) dan umumnya digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra hasil kompresi. Pada umumnya semakin tinggi nilai PSNR mengindikasikan kualitas rekonstruksi yang semakin baik, hal ini terutama berlaku untuk perbandingan

dari hasil tipe codec yang sama dan konten yang sama¹⁴. Nilai PSNR dari hasil kompresi *lossy* berkisar antara 30-50dB pada resolusi 8bits. Sementara itu Thomos¹⁵ memberikan nilai PSNR yang dapat diterima untuk pengurangan kualitas dari transmisi *wireless* sekitar 20-25dB.



Gambar 2. Grafik Korelasi antara Band Cirrus (B9) pada Sumbu X dan Band Visible pada Sumbu Y. Band Visible Red/B2, Band Visible Green/B3, Band Visible Blue/B4.

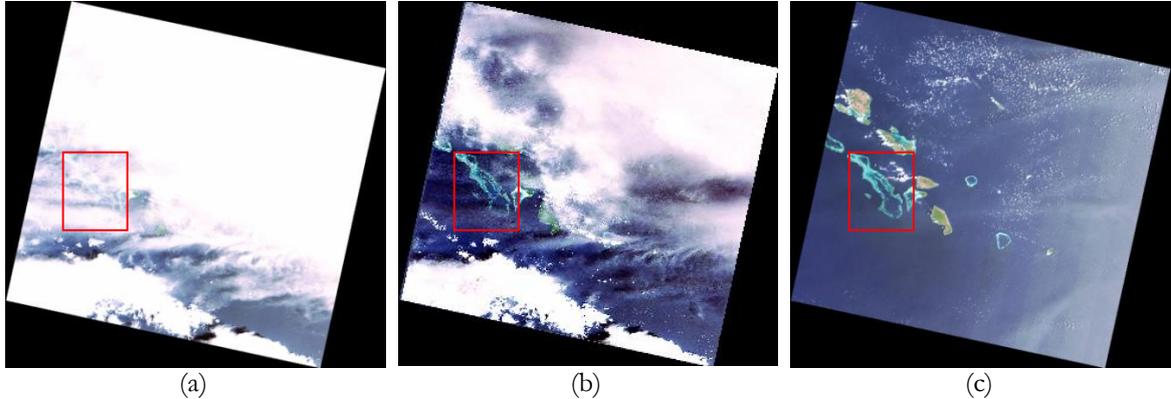
SSIM dikembangkan oleh Wang¹⁶ sebagai pelengkap dari metode tradisional yang berbasis *error-sensitivity* seperti MSE. SSIM mencoba untuk memodelkan perubahan informasi dalam struktur. Nilai SSIM bervariasi dari -1 hingga 1 dimana nilai 1 mengindikasikan similaritas yang sempurna.

3. HASIL PEMBAHASAN

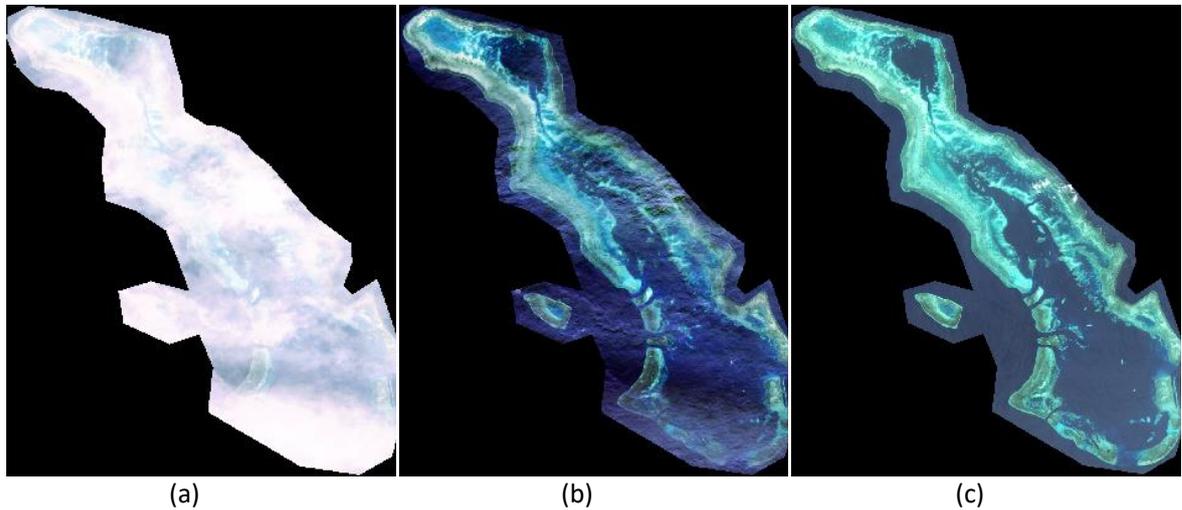
Gambar 3 menunjukkan hasil dari proses penghilangan awan sirus dengan menggunakan metode yang telah dijelaskan. Jika dilihat dari keseluruhan *scene*, hanya awan tipis saja yang dapat

dikoreksi sehingga menghasilkan citra dengan penghilangan awan yang cukup signifikan. Adapun awan tebal tidak dapat dihilangkan secara sempurna. Antara data uji dan data referensi diasumsikan tidak terjadi perubahan secara signifikan sehingga pamban-

dingan dapat dilakukan. Meskipun begitu, pada area perairan tingkat variabilitas data cukup tinggi seperti misalnya jika terjadi *sun glint*, maka nilai reflektansi data tidak akan sesuai dengan reflektansi objek yang sebenarnya.



Gambar 8. Hasil Proses Penghilangan Awan Sirius Menggunakan Band 9. (a) Sebelum Diproses, (b) Setelah Diproses. (c) Data Referensi



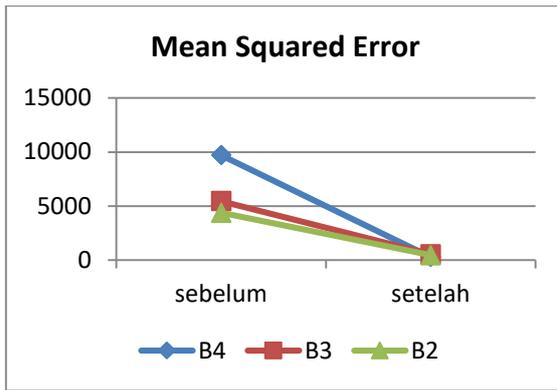
Gambar 4. Bagian Scene pada Area Awan Sirius Tipis. (a) Sebelum Diproses, (b) Setelah Diproses. (c) Data Referensi

Tabel 1. Nilai SSIM dan PSNR pada Data Sebelum Diolah dan Setelah Diolah

Data	PSNR				SSIM	
	Band 4	Band 3	Band 2	Band 4	Band 3	Band 2
Sebelum Dikoreksi	8.259 dB	10.762 dB	11.719 dB	0.622992	0.634323	0.618198
Setelah Dikoreksi	23.687 dB	20.932 dB	21.695 dB	0.703734	0.747437	0.719578

Jika data setelah dikoreksi dilihat lebih teliti, bayangan awan justru nampak samar-samar setelah dikoreksi dibandingkan dengan data sebelum dikoreksi. Hal tersebut dikarenakan memang koreksi ini berfokus pada penghilangan awan sirus saja dan belum memperhatikan koreksi bayangan awan. Namun untuk keperluan visual, data hasil koreksi sudah sangat memadai untuk pengamatan objek perairan seperti terumbu karang, lamun, dan sebagainya dibandingkan data yang belum dikoreksi.

Scene pada area dengan awan sirus tipis kemudian dipotong dan dianalisis lebih lanjut (Gambar 4). Hasil penghitungan *quality metrics* menunjukkan perubahan yang signifikan pada data setelah diolah. Gambar 5 menunjukkan nilai MSE pada data setelah diproses lebih similar dengan data referensi dibanding data sebelum diproses. Perubahan nilai MSE tersebut mencapai 97% pada band 4, 90% pada band 3 dan 89% pada band 2.



Gambar 5. Grafik MSE antara Data Sebelum Diproses dan Data Setelah Diproses dengan Data Referensi

Adapun nilai SSIM dan PSNR ditunjukkan pada Jika data setelah dikoreksi dilihat lebih teliti, bayangan awan justru nampak samar-samar setelah dikoreksi dibandingkan dengan data sebelum dikoreksi. Hal tersebut dikarenakan memang koreksi ini berfokus pada penghilangan awan sirus saja dan belum memperhatikan koreksi bayangan awan. Namun untuk keperluan visual, data hasil koreksi sudah sangat memadai untuk pengamatan objek perairan seperti terumbu karang, lamun, dan sebagainya dibandingkan data yang belum dikoreksi.

Scene pada area dengan awan sirus tipis kemudian dipotong dan dianalisis lebih lanjut (Gambar 4). Hasil penghitungan *quality metrics* menunjukkan perubahan yang signifikan pada data setelah diolah. Gambar 5 menunjukkan nilai MSE pada data setelah diproses lebih similar dengan data referensi dibanding data sebelum diproses. Perubahan nilai MSE tersebut mencapai 97% pada band 4, 90% pada band 3 dan 89% pada band 2.

. Sejalan dengan MSE, nilai PSNR pada data setelah diolah mengalami peningkatan yang signifikan hingga mencapai nilai di atas 20dB. Selain perubahan piksel per piksel, nilai SSIM pun menunjukkan bahwa data yang telah diolah secara struktur lebih similar dengan data referensi.

4. KESIMPULAN

Proses minimalisasi pengaruh awan sirus pada data Landsat-8 menggunakan band sirus telah dilakukan. Hasil dari proses tersebut menunjukkan perubahan signifikan di mana data setelah dikoreksi memberikan nilai *quality metrics* yang lebih baik dibandingkan data sebelum dikoreksi. Meskipun demikian penggunaan proses ini untuk analisis data citra lebih jauh seperti klasifikasi tutupan lahan perlu peninjauan lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap struktural dan staf Pustekdata LAPAN atas tersedianya data dan fasilitas yang menunjang terlaksananya kegiatan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- ¹Shahroky, Mohammad. 2004. Visual and Statistical Quality Assesment and Improvement of Remotely Sensed Images. ISPRS Proceedings XXXV (950).
- ²Xia, Yatong, dan Zhenzhong Chen. 2015. Quality Assessment for Remote Sensing Images : Approaches and Applications. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 1029–34.
- ³Liu, Changbing; Jianbo Hu; Yu Lin; Shihong Wu; dan Wei Huang. 2011. Haze Detection, Perfection and Removal for High Spatial Resolution Satellite Imagery. International Journal of Remote Sensing 32 (23): 8685–97
- ⁴Gao, B.C.;A.F.Goetz;danW.J.Wiscombe. 1993. CirrusCloud Detection from Airborne Imaging Spectrometer Data Using The 1.38 μ m Water Vapor Band. Geophysical Research Letters, vol. 20, pp. 301-304.
- ⁵Caselles, V.; dan García, M. J. López. 1989. An Alternative Simple Approach to Estimate Atmospheric Correction in Multitemporal Studies. International Journal of Remote Sensing 10 (6): 1127–34.
- ⁶Chavez, P. S. 1988. An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data. Remote Sensing of Environment 24 (3): 459–79.
- ⁷Makarau, Aliaksei, Rudolf Richter, Rupert Muller, dan Peter Reinartz. 2014. Haze Detection and Removal in Remotely Sensed Multispectral Imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 52 (9): 5895–5905.
- ⁸Zhang, Ying, Bert Guindon, dan J. Cihlar. 2002. An Image Transform to Characterize and Compensate for Spatial Variations in Thin Cloud Contamination of Landsat Images. Remote Sensing of Environment 82 (2-3): 173–87. doi:10.1016/S0034-4257(02)00034-2.
- ⁹He, Kaiming; Jian Sun; dan Xiaoou Tang. 2011. Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 33 (12): 2341–53.
- ¹⁰Lavreau, J. 1991. De-hazing Landsat Thematic Mapper images. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 57, 1297–1302.
- ¹¹Ji, C.Y. 2007. Haze Reduction from The Visible Bands ofLANDSAT TM and ETM+ Images Over A Shallow Water Reef Environment. Remote Sensing of Environment 112 (2008) 1773–1783.
- ¹²Kustiyo, dan Hayati, Anis Kamilah. 2016. Haze Removal in the Visible Bands of Landsat-8 OLI

- over Shallow Water Area. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*.
- ¹³Bermejo, Sergio; Cabestany, Joan. 2001. Oriented Principal Component Analysis for Large Margin Classifiers. *Neural Networks*, 14 (10), 1447–1461.
- ¹⁴Huynh-Thu, Q.; dan Ghanbari, M. 2008. Scope of validity of PSNR in image/video quality assessment. *Electronics Letters*. 44 (13): 800. doi:10.1049/el:20080522
- ¹⁵Thomos, N.; Boulgouris, N. V.; dan Srintzis, M. G. 2006. Optimized Transmission of JPEG2000 Streams Over Wireless Channels. *IEEE Transactions on Image Processing*.
- ¹⁶Wang, Zhou; Bovik, Alan Conrad; Sheikh, Hamid Rahim; Simoncelli, dan Eero P. 2004. Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity. *IEEE Transactions on Image Processing*. 13(4):600.