

## **MODEL KOREKSI ATMOSFER CITRA LANDSAT-7 (ATMOSPHERIC CORRECTION MODELS OF LANDSAT-7 IMAGERY)**

**Fadila Muchsin<sup>1\*)</sup>, Liana Fibriawati<sup>\*\*)</sup>, Kuncoro Adhi Pradhono<sup>\*\*\*)</sup>**

**\*) \*\*) Peneliti Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh**

**\*\*\*) Perekayasa Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh**

**Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional**

**Jl. Kalisari Lapan No. 8, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur 13710, Indonesia**

**<sup>1</sup>e-mail: fadila.muchsin@lapan.go.id**

**Diterima 07 April 2017; Direvisi 12 Desember 2017; Disetujui 13 Desember 2017**

### **ABSTRACT**

Three methods of atmospheric correction, Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (6S), Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System (LEDAPS) and the model Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes (FLAASH), have been applied to the level 1T Landsat-7 image Jakarta area. The atmospheric corrected image is then compared with the TOA reflectance image. The results show that there is an improvement of the spectral pattern on the TOA reflectance image by the decrease of the reflectance value of each object by (1 - 11) % after the atmospheric correction of all models for visible bands (blue, green and red). In the NIR and SWIR bands there is an increase in the spectral value of about 1% to the TOA reflectance on all objects except wetland for the LEDAPS model. The percentage of the increase and the decrease in spectral values of 6S and FLAASH models have the same tendency. Analyzes were also performed on the NDVI values of each model, where NDVI values were relatively higher after atmospheric correction. The NDVI value of rice crop on FLAASH model is the same as 6S model that is equal to 0.95 and for wetland, it has the same value between FLAASH model and LEDAPS which is 0.23. NDVI value of entire scene for FLAASH model = 0.63, LEDAPS model = 0.56 and 6S model = 0.66. Before the atmospheric correction, the TOA is 0.45.

*Keywords: atmospheric correction, FLAASH, 6S, LEDAPS, spectral profile, NDVI*

**ABSTRAK**

Tiga metode koreksi atmosfer diantaranya *Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum* (6S), *Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System* (LEDAPS) dan model *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH) telah diterapkan pada citra Landsat-7 level 1T wilayah Jakarta. Citra yang telah terkoreksi atmosfer dibandingkan dengan citra reflektan TOA. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat perbaikan pola spektral pada citra reflektan TOA dengan adanya penurunan nilai reflektan setiap obyek sebesar (1 – 11) % setelah dilakukan koreksi atmosfer pada semua model untuk kanal-kanal *visible* (*blue*, *green* dan *red*). Pada kanal NIR dan SWIR terjadi kenaikan nilai spektral yaitu sekitar 1% terhadap reflektan TOA pada semua objek terkecuali objek lahan basah untuk model LEDAPS. Persentase kenaikan dan penurunan nilai spektral model 6S dan FLAASH memiliki kecenderungan yang sama. Analisis juga dilakukan terhadap nilai NDVI masing-masing model, dimana nilai NDVI relatif lebih tinggi setelah koreksi atmosfer. Nilai NDVI tanaman padi pada model FLAASH sama dengan model 6S yaitu sebesar 0.95 dan untuk lahan basah memiliki nilai yang sama antara model FLAASH dan LEDAPS yaitu 0.23. Nilai NDVI seluruh *scene* untuk model FLAASH = 0.63, model LEDAPS = 0.56 dan model 6S = 0.66. Sebelum koreksi atmosfer (TOA) adalah 0.45.

Kata kunci: *koreksi atmosfer, FLAASH, 6S, LEDAPS, pola spektral, NDVI*

**1 PENDAHULUAN**

Lebih dari 40 tahun program Landsat telah menyediakan data dan informasi sumberdaya alam di seluruh permukaan bumi untuk pengguna di berbagai sektor seperti agrobisnis, penelitian untuk pemantauan global, pemerintahan, swasta, militer, komersial dan komunitas internasional (NASA, 2016). Data Landsat-7 mulai direkam oleh stasiun bumi LAPAN Parepare sejak tahun 2000 dan saat ini dapat diunduh secara gratis melalui website LAPAN ([www.lapan.go.id](http://www.lapan.go.id)).

Citra Landsat-7 banyak digunakan untuk memperoleh informasi permukaan bumi karena memiliki kemampuan spektral yang cukup baik untuk mengenali dan membedakan berbagai objek. Informasi tersebut dapat berupa informasi penutup/penggunaan lahan, reflektansi permukaan, indeks vegetasi (NDVI), albedo, dan sebagainya. Citra Landsat-7 memiliki enam kanal atau band multispektral yaitu *blue* (0,45 – 0,52)  $\mu\text{m}$ , *green* (0,52 – 0,60)  $\mu\text{m}$ , *red* (0,63 – 0,69)  $\mu\text{m}$ , NIR (0,77 – 0,90)  $\mu\text{m}$ , SWIR1 (1,55 – 1,75)  $\mu\text{m}$  dan SWIR2 (2,09 – 2,35)  $\mu\text{m}$  serta pankromatik (0,52 – 0,90)  $\mu\text{m}$ . Masing-masing kanal multispektral memiliki resolusi spasial

30 meter dan kanal pankromatik adalah 15 meter. Analisis kuantitatif untuk memperoleh informasi permukaan bumi biasanya menggunakan keunggulan dari kanal spektral tersebut.

Informasi yang langsung diturunkan dari kanal/*band* spektral tersebut masih bercampur dengan unsur-unsur dan molekul di atmosfer sehingga mempengaruhi akurasi informasi tersebut khususnya menggunakan band biru, hijau, merah, dan inframerah dekat. Unsur-unsur dan molekul yang sangat mempengaruhi adalah aerosol dan uap air (Kaufman, Y.J., *et al.*, 1997). Koreksi atmosfer dilakukan untuk menghilangkan pengaruh tersebut agar nilai radian atau pantulan sesuai atau mendekati nilai yang sebenarnya. Hasil dari koreksi atmosfer disebut produk *surface reflectance* (Vermote, E.F., *et al.*, 2002).

Terdapat dua kelompok besar koreksi atmosfer yaitu koreksi absolut dan relatif. Model absolut merupakan model koreksi atmosfer yang menggunakan parameter atmosfer seperti aerosol, uap air, ozon dan gas lainnya dari hasil pengukuran lapangan. Model ini memiliki akurasi cukup baik dibandingkan model relatif karena

parameter atmosfer langsung diperoleh dari lapangan dan mewakili kondisi atmosfer yang sesungguhnya. Namun dalam penerapannya sulit untuk memperoleh parameter atmosfer hasil pengukuran lapangan khususnya untuk data-data yang bersifat historis. Model relatif merupakan model koreksi atmosfer yang menggunakan citra yang memiliki kondisi atmosfer cukup baik atau citra yang bebas awan sebagai referensi untuk melakukan koreksi atmosfer. Model ini mudah diterapkan karena tidak membutuhkan pengukuran lapangan akan tetapi membutuhkan target berupa obyek yang relatif tidak pernah berubah (*Invariant Features*). Objek-obyek tersebut sulit diperoleh di wilayah Indonesia, dimana dinamika perubahan lahan cukup besar terjadi. Model koreksi atmosfer yang termasuk model absolut antara lain 6S, FLAASH dan LEDAPS. Sedangkan model koreksi atmosfer yang termasuk model relatif adalah *Pseudo Invariant Features* (PIFs) dan *Radiometric Control Sets* (RCS) (Mahiny, A.S dan Turner, B.J, 2007). Penelitian ini menggunakan model absolut yaitu model 6S, FLAASH, dan LEDAPS yang diterapkan pada citra Landsat-7.

Model 6S merupakan model *radiative transfer code* yang dirancang untuk melakukan simulasi pantulan radiasi matahari melalui kombinasi antara permukaan lapisan atmosfer, kondisi spektral dan geometri obyek (Vermote, E.F, et al., 1997). Model ini menggunakan informasi reflektansi permukaan dan kondisi atmosfer pada waktu perekaman. Parameter yang diperlukan untuk menjalankan model 6S adalah *Aerosol Optical Depth* (AOD) yang dapat diwakili dengan data *visibility* yang diperoleh dari stasiun meterologi setempat, uap air, ozon, informasi rata-rata ketinggian permukaan dan parameter-parameter lainnya seperti jenis sensor satelit, sudut *zenith* dan *azimuth*, tanggal akuisisi dan koordinat

center citra (*scene center*) yang dapat diperoleh dari *file* metadata citra.

Model FLAASH juga termasuk *model radiative transfer code* yang didasari pada model Modtran4 (ENVI, 2009). Modtran4 dapat menurunkan informasi uap air dan aerosol langsung dari citra menggunakan sudut pandang sensor, sudut elevasi dan rata-rata ketinggian permukaan. Parameter lainnya seperti *visibility* dapat diturunkan langsung dari citra. Modtran4 telah memasukan perhitungan *adjacency effect* untuk memperbaiki nilai reflektan akibat pengaruh pantulan obyek disekitarnya (Mathew, M.W, et al., 2003).

Model LEDAPS merupakan sistem pengolahan data secara otomatis untuk menghasilkan produk *surface reflectance* yang telah terkoreksi atmosfer yang didasari pada Model 6S (Vermote, E. and Saleous, N, 2007). Sistem LEDAPS hanya dapat dijalankan untuk citra Landsat-5 dan Landsat-7. Data-data pendukung (*ancillary data*) seperti konsentrasi ozon diperoleh dari data *Total Ozone Mapping Spectrometer* (TOMS) dan kolom uap air dari data NOAA *National Center of Enviromental Prediction* (NCEP). Parameter aerosol (AOT) diperoleh langsung dari citra menggunakan metode *dark dense vegetation* (DDV) (Schmidt, G, et al., 2013).

Data Landsat-7 hasil perekaman stasiun bumi LAPAN Parepare berupa data level 1T (*precision terrain-corrected product*) telah terkoreksi geometrik presisi dan radiometrik sistematis. Produk turunan dari data level 1T saat ini masih berupa citra reflektan TOA dan belum terkoreksi atmosfer.

Penelitian ini bertujuan menerapkan model koreksi atmosfer yaitu 6S, FLAASH, dan LEDAPS pada data Landsat-7 level 1T dan membandingkan dengan citra reflektan TOA berdasarkan respon spektral obyek dan nilai NDVI.

## 2 METODOLOGI

### 2.1 Data

Penelitian ini menggunakan data Landsat-7 level 1T wilayah Jakarta dan sekitarnya Path/Raw 122/064 tanggal 17 September 2001 hasil perekaman stasiun bumi penginderaan jauh LAPAN Parepare dengan liputan awan ≤ 1%. Penelitian ini menggunakan data tahun 2001 karena data Landsat-7 setelah bulan Mei tahun 2003 mengalami gangguan berupa *scan line corrector-off (SLC-off)* sehingga informasi yang dihasilkan menjadi tidak utuh. Koreksi atmosfer dan kalibrasi radiometri memerlukan informasi parameter sensor yang dapat diperoleh dari metadata citra serta nilai radian dari citra. Informasi metadata citra ditunjukkan pada Tabel 2-1.

### 2.2 Metode Koreksi Atmosfer

#### 2.2.1 Kalibrasi radiometri

Sebelum melakukan koreksi atmosfer, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi menggunakan parameter pada Tabel 2-1. Kalibrasi radiometri dilakukan dengan cara mengkonversi nilai digital (DN) ke radian untuk setiap kanal multispektral dari citra Landsat-7 menggunakan formula (Chander, G., *et al.*, 2009):

$$L_{\lambda} = G_{\text{rescale}} \times Q_{\text{cal}} + B_{\text{rescale}} \quad (2-1)$$

$$G_{\text{rescale}} = (L_{\text{MAX}_{\lambda}} - L_{\text{MIN}_{\lambda}}) / (Q_{\text{cal max}} - Q_{\text{cal min}})$$

$$B_{\text{rescale}} = L_{\text{MIN}_{\lambda}} - ((L_{\text{MAX}_{\lambda}} - L_{\text{MIN}_{\lambda}}) / (Q_{\text{cal max}} - Q_{\text{cal min}})) \times Q_{\text{cal min}}$$

Keterangan:

$L_{\lambda}$  = nilai radian pada sensor untuk setiap  $\lambda$  [W/(m<sup>2</sup> sr  $\mu$ m)]

$Q_{\text{cal}}$  = nilai digital (DN)

$Q_{\text{cal min}}$  = nilai digital minimum

$Q_{\text{cal max}}$  = nilai digital maksimum

$L_{\text{MIN}_{\lambda}}$  = nilai radian minimum pada sensor untuk masing-masing  $\lambda$  [W/(m<sup>2</sup> sr  $\mu$ m)]

$L_{\text{MAX}_{\lambda}}$  = nilai radian maksimum pada sensor untuk masing-masing  $\lambda$  [W/(m<sup>2</sup> sr  $\mu$ m)]

#### 2.2.2 Top of atmosphere (TOA)

Setelah kalibrasi radiometri dilakukan konversi citra radian menjadi reflektan *Top of Atmosphere* (TOA). Tujuan utamanya adalah memperbaiki perbedaan nilai pantulan akibat perbedaan jarak bumi – matahari pada setiap tanggal perekaman. Perbedaan ini dapat menjadi signifikan karena perbedaan kondisi geografis dan waktu perekaman citra. Reflektan TOA belum memperhitungkan pengaruh kondisi atmosfer pada citra. Perhitungan nilai reflektansi TOA dilakukan menggunakan persamaan:

$$\rho_{TOA_{\lambda}} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_c} \quad (2-2)$$

Tabel 2-1: INFORMASI PARAMETER SENSOR

Citra Satelit	Sudut Azimuth	Sudut Elevasi	Sudut Zenith (90 – elevasi)	Kanal/Band	$Q_{\text{cal min}}$	$Q_{\text{cal max}}$	$L_{\text{MIN}_{\lambda}}$	$L_{\text{MAX}_{\lambda}}$
Landsat-7 P/R (122/064) 17 September 2001	75.42°	59.65°	30.35°	(blue)	1	255	-6.200	191.600
				(green)	1	255	-6.400	196.500
				(red)	1	255	-5.000	152.900
				(NIR)	1	255	-5.100	241.100
				(SWIR1)	1	255	-1.000	31.060
(SWIR2)	1	255	-0.350	10.800				

Keterangan:

- $\rho_{TOA\lambda}$  = reflektan TOA untuk setiap  $\lambda$
- $\pi$  = 3.14159
- $L_{\lambda}$  = nilai radian pada sensor untuk masing-masing  $\lambda$  [ $W/(m^2 sr \mu m)$ ]
- $d$  = jarak bumi-matahari (*astronomical units*)
- $ESUN_{\lambda}$  = Mean exoatmospheric solar irradiance [ $W/(m^2 \mu m)$ ]
- $\theta_s$  = sudut *zenith* matahari (derajat) =  $(90^{\circ} - \text{sudut elevasi matahari})$   
 Nilai iradian dan jarak bumi – matahari diperoleh diperoleh dari Tabel 6 (Chander, G., et al., 2009). Sudut elevasi matahari diperoleh dari *file* metadata.

Reflektan TOA digunakan sebagai input untuk koreksi atmosfer model 6S, FLAASH, dan LEDAPS.

### 2.2.3 Model FLAASH

Pada model FLAASH, radian yang diterima oleh sensor dimodelkan kembali dengan menambahkan faktor-faktor yang mempengaruhi radian/reflektan yang diterima sensor seperti albedo, pantulan obyek disekitarnya (*adjacency effect*), dan radian yang dihamburkan oleh atmosfer dengan mengasumsikan bahwa permukaan obyek adalah uniform dan Lambertian (Envi, 2009):

$$L_{\lambda} = \left( \frac{A\rho_{\lambda}}{1 - \rho_{\lambda}eS} \right) + \left( \frac{B\rho_{\lambda}e}{1 - \rho_{\lambda}eS} \right) + L_a \quad (2-3)$$

Keterangan:

- $L_{\lambda}$  = nilai radian yang diterima sensor untuk setiap  $\lambda$
- $\rho_{\lambda}$  = reflektansi permukaan (*surface reflectance*) untuk setiap  $\lambda$
- $pe$  = rata-rata nilai pantulan piksel dan piksel-piksel di sekitarnya
- $S$  = nilai albedo
- $L_a$  = nilai radian yang dihamburkan oleh atmosfer
- $A$  dan  $B$  = nilai koefisien yang bergantung pada kondisi atmosfer dan kondisi geometri

Setiap variabel pada persamaan di atas tergantung pada kanal spektral yang digunakan. Nilai  $A$ ,  $B$ ,  $S$ , dan  $L_a$  diperoleh dari perhitungan MODTRAN4 yang menggunakan sudut pandang sensor dan sudut matahari serta rata-rata ketinggian permukaan yang dapat diperoleh dari file metadata citra dan rata-rata ketinggian dapat berasal dari data *Digital Elevation Model* (DEM). Berdasarkan data-data tersebut juga dapat diturunkan model atmosfer tertentu, model aerosol, dan nilai *visibility*.

### 2.2.4 Model 6S

Model 6S memprediksi nilai pantulan obyek pada lapisan puncak atmosfer ( $\rho_{TOA\lambda}$ ) menggunakan informasi reflektansi permukaan ( $\rho_{\lambda}$ ) dan kondisi atmosfer pada waktu perekaman. Estimasi reflektansi permukaan ( $\rho_{\lambda}$ ) atau citra terkoreksi atmosfer diperoleh menggunakan formula (Mahiny, AS., Turner, B.J., 2007):

$$\rho_{\lambda} = [(A\rho_{TOA\lambda} + B)/[1 + \gamma(A\rho_{TOA\lambda} + B)]] \quad (2-4)$$

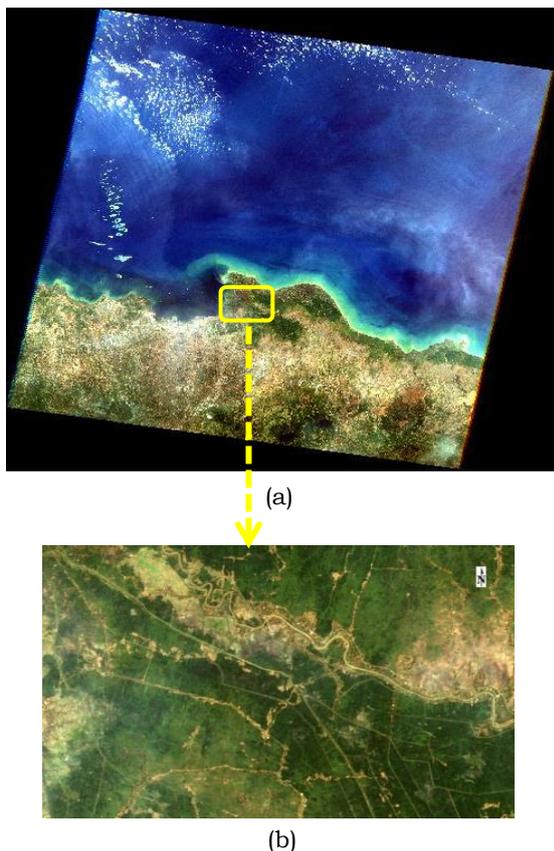
dimana  $A = 1/\alpha\beta$ ,  $B = -\rho_{TOA}/\beta$ ,  $\alpha$  adalah transmisi gas global,  $\beta$  adalah total transmisi hamburan di atmosfer dan  $\gamma$  adalah *spherical* albedo. *Alpha*, *beta*, dan *gamma* diperoleh dengan menjalankan model 6S menggunakan modul 6SV versi 4.1 secara *online* dari website 6s.ltdri.org. Parameter yang diperlukan untuk menjalankan model 6S adalah *visibility* yang diperoleh dari stasiun meterologi setempat dan parameter-parameter sensor yang diperoleh dari metadata citra Landsat diantaranya jenis sensor satelit, sudut *zenith* dan *azimuth*, tanggal akuisisi dan koordinat *center* citra (*scene center*).

### 2.2.5 LEDAPS

*Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System* (LEDAPS) merupakan sistem pengolahan citra satelit secara otomatis yang dikembangkan oleh NASA untuk melakukan koreksi

atmosfer citra Landsat-5 dan Landsat-7. Sistem LEDAPS didasari pada model 6S, namun parameter atmosfer seperti aerosol diturunkan langsung dari citra dan parameter uap air dan ozon diperoleh dari data-data pengukuran satelit meteorologi. Parameter aerosol (AOT) diperoleh langsung dari citra menggunakan metode *Dark Dense Vegetation* (DDV). Konsentrasi ozon diperoleh dari data *Total Ozone Mapping Spectrometer* (TOMS) dan kolom uap air dari data NOAA *National Center of Environmental Prediction* (NCEP). Pada sistem LEDAPS parameter atmosfer diatur pada model continental (Schmidt, G., et al., 2013).

### 2.3 Respon Spektral Obyek



Gambar 2-1: (a) Citra Landsat-7 Wilayah Jakarta dan sekitarnya tanggal 17 September 2001, (b) area persawahan yang dianalisis

Analisis spektral obyek dilakukan pada areal sawah, dimana obyek vegetasi, lahan terbuka dan lahan basah cukup homogen (Gambar 2-1). Sebelumnya

dilakukan digitasi *training sample* tanaman padi, lahan kering dan lahan basah dan diperoleh 20 sampel untuk masing-masing obyek tersebut pada setiap model. Selanjutnya dihitung rata-rata nilai reflektan dan dibuat kurva pantulan setiap obyek.

### 2.4 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

NDVI merupakan indeks vegetasi yang umum digunakan untuk membedakan tingkat kehijauan tanaman berdasarkan nilai spektral kanal *visible* dan inframerah (Hadjimitsis, D.G, et. al., 2010). NDVI diturunkan menggunakan formula (Teillet, P.M, et, al., 2001):

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{Red}) / (\rho_{NIR} + \rho_{Red}) \quad (2-5)$$

dimana  $\rho$  adalah nilai reflektan obyek.

## 3 HASIL PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer model FLAASH dan 6S menggunakan informasi citra dan parameter sensor (Tabel 2-1). Pada model FLAASH, pemilihan model parameter atmosfer menggunakan parameter standar yang disediakan pada modul FLAASH yaitu kolom uap air menggunakan standar wilayah tropis (4,11 g/cm<sup>2</sup> dengan suhu udara permukaan 27°C) dan informasi aerosol yang dipilih adalah model maritim (representasi aerosol yang terdiri dari dua komponen yaitu aerosol dari laut dan wilayah rural). Pemilihan model maritim didasari pada karakteristik wilayah Indonesia pada umumnya yang merupakan benua maritim. Penelitian ini menggunakan nilai *initial visibility* (ENVI, 2009) yaitu 20 km (*moderate haze*) dengan asumsi kondisi cuaca pada seluruh *scene* cenderung *clear*, karena liputan awan pada citra adalah 1%. Penelitian ini tidak menggunakan nilai *visibility* stasiun meteorologi karena sulit diperoleh untuk data-data historis.

Model 6S juga dijalankan menggunakan model atmosfer standar

wilayah tropis untuk kolom uap air dan parameter aerosol menggunakan model maritim. Pada model 6S nilai *visibility* yang digunakan adalah 20 km. Koreksi atmosfer model 6S memberikan hasil berupa koefisien  $x_a$ ,  $x_b$ , dan  $x_c$  seperti disajikan pada Tabel 3-1. Koefisien tersebut kemudian dikalikan pada setiap *band*/kanal dari data Landsat 7.

Pada sistem LEDAPS parameter atmosfer yaitu ozon diperoleh secara langsung dari data TOMS dan kolom uap air diambil dari data NCEP pada saat proses pengolahan data. Nilai *aerosol optical depth* diturunkan langsung dari citra dan diproses secara otomatis sehingga diperoleh langsung citra terkoreksi atmosfer (*surface reflectance*) untuk kanal biru, hijau, merah, NIR dan SWIR.

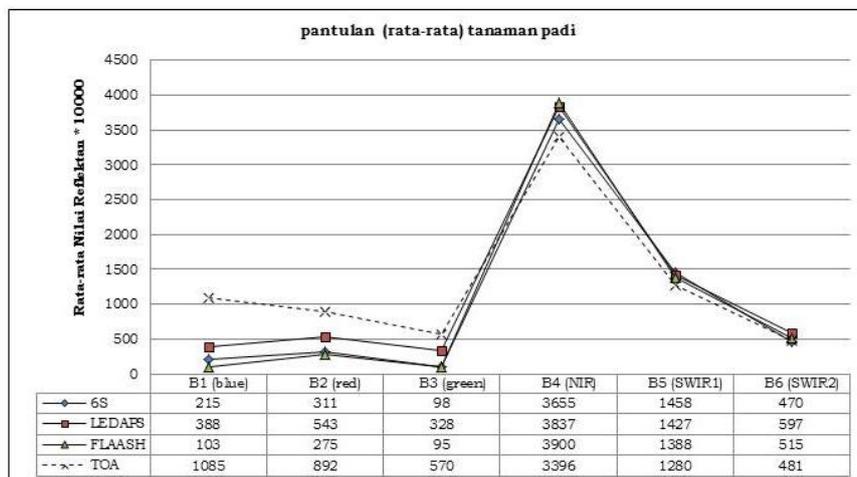
**3.2 Respon Spektral Obyek**

Analisis spektral obyek dilakukan pada areal sawah, dimana obyek vegetasi, lahan terbuka dan lahan basah cukup homogen. Untuk obyek tanaman padi (merupakan representasi dari obyek vegetasi) dan lahan kering serta lahan basah menunjukkan adanya penurunan respon spektral obyek setelah koreksi atmosfer terhadap reflektan TOA. Hal ini terjadi untuk semua model pada kanal biru (*blue*), hijau (*green*), merah (*red*), dan NIR terkecuali pada kanal SWIR hanya untuk model LEDAPS (Gambar 3-1a, 3-1b dan 3-1c).

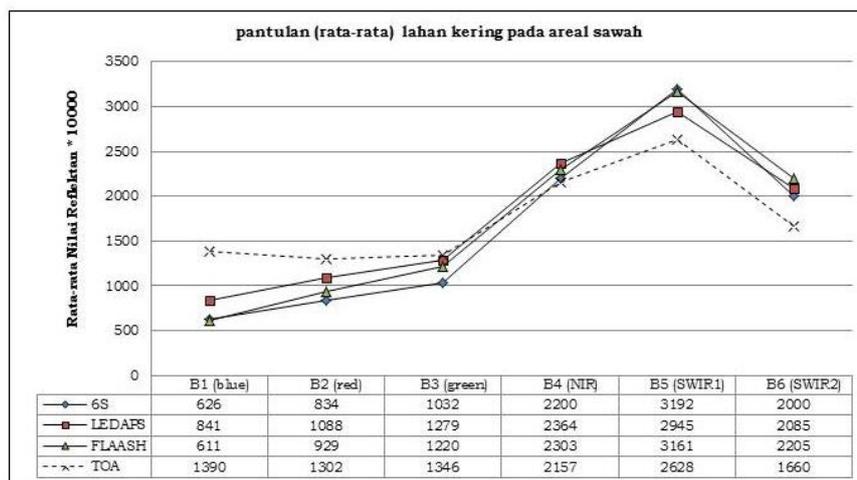
Penurunan respon spektral obyek terutama pada kanal-kanal *visible* menyebabkan pola spektral obyek sesuai dengan pola spektral yang sesungguhnya merujuk pada pola spektral obyek pada citra Landsat (NASA, 2016).

Tabel 3-1. KOEFISIEN KOREKSI ATMOSFER (MODEL 6S) UNTUK SETIAP BAND

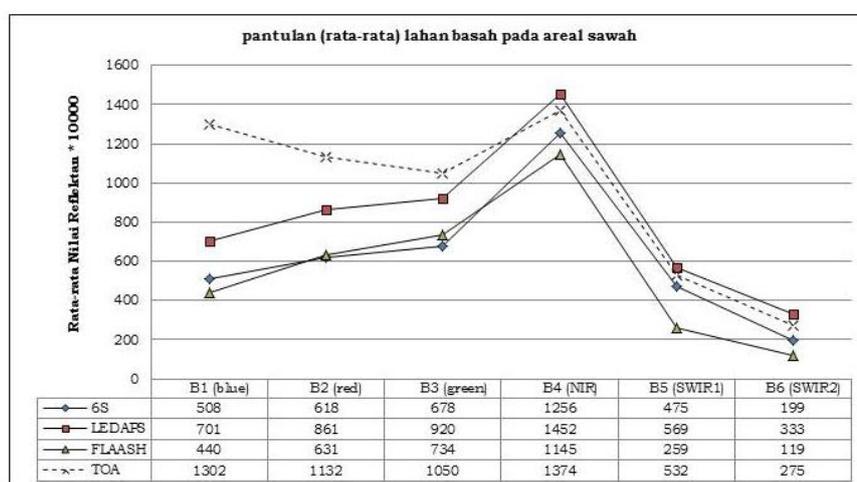
Band/kanal	Kofisien koreksi		
	$x_a$	$x_b$	$x_c$
Band 1 – <i>blue</i> /biru	0.00982	0.22203	0.15858
Band 2 – <i>green</i> /hijau	0.01030	0.13665	0.10872
Band 3 – <i>red</i> /merah	0.01088	0.08148	0.08037
Band 4 - NIR	0.01595	0.04734	0.05682
Band 5 - SWIR 1	0.07602	0.02062	0.03559
Band 7 - SWIR 2	0.21319	0.01644	0.03017



a)



b)



c)

Gambar 3-1: Pola pantulan reflektan TOA, model FLAASH, LEDAPS dan 6S kanal *visible*, NIR dan SWIR, pada areal persawahan: a) tanaman padi b) lahan kering c) lahan basah

### 3.3 Persentase Nilai Reflektan Setiap Model Terhadap Reflektan TOA

Persentase nilai reflektan model FLAASH, 6S, dan LEDAPS terhadap citra sebelum koreksi atmosfer (TOA) disajikan pada Tabel 3-2. Persentase penurunan nilai reflektan cukup tinggi terjadi pada kanal biru, hijau, dan merah untuk semua jenis obyek pada ketiga model koreksi. Model FLAASH dan 6S memiliki kecenderungan yang sama dibandingkan dengan LEDAPS baik untuk persentase kenaikan maupun penurunan nilai reflektan. Persentase terbesar terjadi untuk nilai reflektan tanaman padi pada model FLAASH yaitu menurun sebesar 11% diikuti model 6S yaitu 5% dan model LEDAPS sekitar 2.8% pada kanal

biru. Hal tersebut mengindikasikan bahwa gangguan atmosfer yang terdapat pada kanal *visible* telah terkoreksi menggunakan model-model tersebut.

Pada kanal NIR dan SWIR, terjadi kenaikan nilai reflektan dengan kisaran kurang lebih 1% untuk obyek vegetasi dan lahan kering pada semua model dan obyek lahan basah pada model LEDAPS. Sebaliknya pada model FLAASH dan 6S terjadi penurunan nilai reflektan dengan kisaran sekitar 1%.

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa gangguan atmosfer seperti aerosol dan uap air yang biasanya terjadi pada kanal-kanal *visible* (*blue*, *green* dan *red*) dan NIR dan berkurang pada kanal SWIR (Vermote, E.F, *et al.*,

1997) dapat menaikkan nilai reflektan dan setelah koreksi atmosfer dapat menurunkannya. Namun pada penelitian ini hal tersebut tidak terjadi untuk kanal NIR dan SWIR untuk obyek tanaman padi dan lahan kering. Setelah koreksi atmosfer nilai reflektan cenderung naik pada kanal NIR dan SWIR terkecuali untuk lahan basah pada model LEDAPS. Kenaikan tersebut kemungkinan terjadi karena terdapat absorpsi atau penyerapan atmosfer oleh uap air yang cukup besar, sehingga koreksi atmosfer akan mengkompensasi absorpsi tersebut dengan memperkuat atau menaikkan nilai reflektan TOA

(sebelum koreksi atmosfer). Absorpsi atmosfer oleh uap air adalah (0.5 – 3) % pada kanal *visible*, (3.5 – 14) % pada kanal NIR, (5 – 16) % pada kanal SWIR 1, dan (2.5 – 13) % pada kanal SWIR 1 (Vermote, E.F, et al., 1997).

Terdapat kecenderungan persentase kenaikan dan penurunan nilai reflektan yang sama pada model FLAASH dan 6S kemungkinan disebabkan karena kedua model tersebut menggunakan nilai *visibility* sebagai pengganti nilai aerosol (AOD) sedangkan model LEDAPS menggunakan informasi AOD langsung dari citra.

Tabel 3-2: PERSENTASE NILAI REFLEKTAN MASING-MASING MODEL TERHADAP REFLEKTAN TOA

Obyek	Model koreksi	Persentase model koreksi terhadap TOA (%)					
		B1 ( <i>blue</i> )	B2 ( <i>green</i> )	B3 ( <i>red</i> )	B4 (NIR)	B5 (SWIR1)	B7 (SWIR2)
Tanaman padi	FLAASH	10.6 (-)	3.2 (-)	6.0 (-)	0.9 (+)	0.9 (+)	0.9 (+)
	LEDAPS	2.8 (-)	1.6 (-)	1.7(-)	0.9 (+)	1.0 (+)	0.8 (+)
	6S	5.0 (-)	2.9 (-)	5.8 (-)	0.9 (+)	0.9 (+)	1.0 (+)
Lahan kering	FLAASH	2.3 (-)	1.4 (-)	1.1 (-)	0.9 (+)	0.8 (+)	0.8 (+)
	LEDAPS	1.7 (-)	1.2 (-)	1.0 (-)	0.9 (+)	0.9 (+)	0.8 (+)
	6S	2.2 (-)	1.6 (-)	1.3 (-)	1.0 (+)	0.8 (+)	0.8 (+)
Lahan basah	FLAASH	3.0 (-)	1.8 (-)	1.1 (-)	0.9 (-)	2.1(-)	2.3 (-)
	LEDAPS	1.9 (-)	1.3 (-)	1.1 (-)	0.9 (+)	0.9 (+)	0.8 (+)
	6S	2.8 (-)	1.8 (-)	1.5 (-)	0.9 (-)	1.1 (-)	1.4 (-)

(+) kenaikan nilai reflektan terhadap TOA  
 (-) penurunan nilai reflektan terhadap TOA

Tabel 3-3. NILAI NDVI MASING-MASING MODEL KOREKSI ATMOSFER

Obyek	Nilai rata-rata NDVI		
	FLAASH	LEDAPS	6S
vegetasi (tanaman padi)	0.95	0.84	0.95
lahan terbuka	0.31	0.30	0.36
lahan basah	0.23	0.23	0.30
seluruh citra	0.63	0.56	0.66

### 3.4 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Nilai NDVI setelah koreksi atmosfer, relatif lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum koreksi atmosfer untuk masing-masing obyek dan memiliki nilai yang hampir mendekati antara setiap model (Tabel 3-1). Nilai NDVI tanaman padi pada model FLAASH sama dengan model 6S yaitu sebesar 0.95 dan untuk lahan basah memiliki nilai yang sama antara model FLAASH dan LEDAPS yaitu 0.23. Secara keseluruhan nilai NDVI model FLAASH hampir mendekati model 6S.

## 4 KESIMPULAN

Telah dilakukan koreksi atmosfer citra landsat-7 wilayah Jakarta menggunakan model koreksi 6S, LEDAPS dan FLAASH serta membandingkannya dengan citra reflektan TOA. Hasilnya menunjukkan terjadi penurunan respon spektral obyek setelah koreksi atmosfer terhadap reflektan TOA sehingga memperbaiki pola spektral obyek mengikuti pola spektral obyek pada citra Landsat terutama pada kanal biru (*blue*), hijau (*green*), merah (*red*). Persentase penurunan nilai reflektan untuk setiap obyek berkisar antara (1 – 11%) dan cukup tinggi terjadi pada kanal biru untuk obyek tanaman padi. Pada kanal NIR dan SWIR terjadi kenaikan nilai reflektan sekitar 1% untuk semua obyek terhadap reflektan TOA terkecuali untuk lahan basah pada model LEDAPS. Kenaikan tersebut kemungkinan terjadi karena terdapat absorpsi atau penyerapan atmosfer oleh uap air yang cukup besar, sehingga koreksi atmosfer akan mengkompensasi absorpsi tersebut dengan memperkuat atau menaikkan nilai reflektan TOA (sebelum koreksi atmosfer).

Terdapat kecenderungan persentase kenaikan dan penurunan nilai reflektan yang sama pada model FLAASH dan 6S untuk seluruh obyek dan juga untuk rata-rata nilai NDVI.

## 5 UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada Ir. Mahdi Kartasasminta, Ph.D atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan pada pemahaman teoritis dan matematis. Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan litbang “Koreksi Atmosfer Citra Landsat TA 2015” di Pustekdata Inderaja LAPAN untuk mencari metode koreksi atmosfer yang tepat untuk digunakan pada kegiatan operasional.

## DAFTAR RUJUKAN

- Chander, G., Markham, B.L., Helder, D.L., 2009. *Summary of Current Radiometric Calibration Coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI Sensors*, Remote Sensing of Environment (113): 893 – 903.
- ENVI, 2009. *Atmospheric Correction Module: QUAC and FLAASH User's Guide*, ITT Visual Information Solutions.
- Hadjimitsis, D.G., Papadavid, G., Agapiou, A., Themistocleous, K., Hadjimitsis, M.G., Retalis, A., Michaelides, S., Chrysoulakis, N., Toulous, L., Clayton, C.R.I., 2010. *Atmospheric Correction for Satellite Remote Sensed Data Intended for Agricultural Application: Impact on Vegetation Indices*, Natural Hazards and Earth System Sciences (10): 89 – 95.
- Kaufman, Y.J., Wald, A.E., Remer, L.A., Gao, B-C., Li, R-R., Flynn, L., 1997. *The MODIS 2.1-  $\mu$ m Channel—Correlation with Visible Reflectance for Use in Remote Sensing of Aerosol*. IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing 35 (5):1286-1298.
- Mahiny, A.S., Turner B.J., 2007. *A Comparison of Four Common Atmospheric Correction Methods*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 73, No.4, April 2007, 361-368.
- Mathew, M.W., Adler-Golden, S.M., Berk, A., Felde, G., Anderson, G.P., Gorodetsky, D., Paswaters, S., Shippert, M., 2003. *Atmospheric correction of spectral imagery: evaluation of the FLAASH algorithm with AVIRIS data*, Spectral Sciences, Inc.

- NASA, 2016. *Landsat 7 Science Data User Handbook*, National Aeronautics and Space Administration, USA.
- Schmidt, G., Jenkerson, C., Masek, J., Vermote, E., Gao, F., 2013. *Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System (LEDAPS) Algorithm Description*, Open-File Report, U.S. Geological Survey.
- Teillet, P.M., Barker, J.L., Markham, B.L., Irish, R.R., Fedosejevs G., 2001. *Radiometric Cross-Calibration of the Landsat-7 ETM+ and Landsat-5 TM Sensors Based on Tandem Data Sets*, Remote Sensing of Environment, Vol. 78 (39 -54).
- Vermote, E.F., and Saleous, N., 2007. *LEDAPS Surface Reflectance Product Description version 2.0*. Technical Document, Departement of Geography, University of Maryland. USA.
- Vermote, E.F., El Saleous, N.Z., Justice, C.O., 2002. *Atmospheric Correction of MODIS data in Visible to Middle infrared: First Result*, Remote Sensing of Environment, Vol. 83 (97 – 111).
- Vermote, E.F., Tanre, D., Deuze, J.L., Herman, M., Morcrette, J-J., 1997. *Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum, 6S: An Overview*, IEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 35, No. 3, May 1997, 875– 686.

