

# Sistem Pengolahan Data Penginderaan Jauh Instrumen VIIRS Satelit Suomi NPP untuk Produksi *Surface Reflectance*

**Budhi Gustiandi<sup>1</sup>, Andy Indradjad<sup>1</sup>, Islam Widia Bagdja<sup>1</sup>, Kurnia Robiansyah<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh – Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.  
Email: budhi.gustiandi@lapan.go.id

**Abstrak** – Sebuah sistem pengolahan data penginderaan jauh instrumen Visible Infrared Imager Radiometer Suite (VIIRS) satelit Suomi National Polar-orbiting Partnership (NPP) telah berhasil dibangun sehingga telah mampu menghasilkan produk *surface reflectance*. Seperangkat komputer server digunakan bersama sistem operasi dan modul-modul pengolahan berbasis open source (Linux CentOS, Real-Time Software Telemetry Processing System / RT-STPS versi 5.5, Community Satellite Processing Package Science Data Record / CSPP SDR versi 2.0.1 dan CSPP Environmental Data Record / CSPP EDR versi 2.0) untuk membangun sistem pengolahan tersebut. Bahasa scripting yang digunakan untuk mengintegrasikan seluruh komponen yang membangun sistem adalah bash shell. Penjelasan mengenai produk *surface reflectance* yang dihasilkan oleh sistem dijabarkan secara detail di dalam makalah. Dua jenis evaluasi dilakukan terhadap produk-produk *surface reflectance* yang dihasilkan sebagai keluaran dari sistem, yaitu evaluasi volume produk hasil pengolahan untuk mengetahui seberapa besar kebutuhan sistem penyimpanan sampai umur misi satelit Suomi NPP diperkirakan berakhir dan evaluasi waktu pengolahan untuk mengetahui apakah sistem berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem yang bersifat near real time. Hasil evaluasi volume produk hasil pengolahan memperlihatkan bahwa kebutuhan sistem penyimpanan untuk mengakomodasi data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP dari mulai level rawdata sampai dengan dihasilkannya produk *surface reflectance* adalah sebesar 43,96 TB. Hasil evaluasi waktu pengolahan memperlihatkan bahwa sistem berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem yang bersifat near real time dengan catatan pemantauan harus terus dilakukan untuk mengantisipasi kemungkinan adanya waktu pengolahan yang masih lebih lama daripada selang waktu tercepat 2 (dua) akuisisi data penginderaan jauh satelit Suomi NPP yang berurutan.

**Kata kunci:** *Surface Reflectance, Intermediate Product, VIIRS, Suomi NPP*

## PENDAHULUAN

Nilai-nilai digital yang terdapat pada data penginderaan jauh satelit adalah nilai-nilai yang diperoleh pada saat sinyal masuk ke instrumen perekaman yang terdapat pada satelit. Nilai-nilai tersebut akan dipengaruhi oleh karakteristik instrumen, kondisi atmosfer dan kondisi permukaan yang diamati. Karakteristik instrumen pada umumnya dapat diketahui dengan sangat baik dari spesifikasi teknis yang dirilis oleh pengembang instrumen tersebut. Pengaruh atmosfer pun dapat diminimalisir pada pengamatan di kondisi-kondisi bebas awan. Pengaruh terbesar adalah yang berasal dari kondisi permukaan yang diamati terutama pada permukaan yang memiliki sifat heterogen yang tinggi. Seluruh pengaruh tersebut harus dikoreksi agar nilai-nilai yang terdapat di dalam suatu data penginderaan jauh satelit mendekati kondisi permukaan yang diamati sebenarnya. Nilai-nilai yang terkoreksi tersebut biasanya disajikan dalam suatu produk data penginderaan jauh satelit yang disebut dengan *surface reflectance*.

*Surface reflectance* banyak dimanfaatkan pada aplikasi-aplikasi penginderaan jauh daratan. Informasi yang diturunkan dari *surface reflectance* diantaranya dapat digunakan untuk mempelajari (GSFC, 2013):

- Pengaruh-pengaruh variasi-variasi iklim regional terhadap pertanian, kandungan-kandungan unsur hara dan gangguan ekosistem;
- Pengelolaan sumberdaya pertanian dan perairan;
- Perubahan iklim dan keluaran-keluaran model prediksi cuaca; dan
- Kelembaban tanah / penelitian parameter-parameter permukaan tanah.

Di tingkat nasional, untuk kategori data penginderaan jauh satelit resolusi rendah, sebagian besar produk *surface reflectance* dihasilkan dari pengolahan data instrumen Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) satelit Terra dan satelit Aqua. Namun, seiring dengan telah terlewatnya masa operasional yang direncanakan untuk kedua satelit tersebut – meskipun sampai makalah ini selesai dibuat kedua satelit masih beroperasi dengan baik –, maka diluncurkanlah instrumen Visible Infrared Imager Radiometer Suite (VIIRS) sebagai penerus instrumen MODIS pada tanggal 28 Oktober 2011 (GSFC, 2015). Instrumen VIIRS dipasang pada wahana satelit National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System (NPOESS) Preparatory Project (NPP) (Murphy, 2006) yang kemudian namanya diganti menjadi Suomi National Polar-orbiting Partnership (NPP) (AMS, 2012). Stasiun bumi penginderaan jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) di kota Parepare, Sulawesi Selatan telah menerima data penginderaan jauh satelit Suomi NPP dalam mode *direct broadcast* sejak tahun 2012.

Terdapat 5 (lima) level pengolahan data penginderaan jauh satelit Suomi NPP, yaitu level rawdata, level Raw Data Record (RDR), level Sensor Data Record (SDR), Intermediate Product (IP) dan level Environmental Data Record (EDR). Produk *surface reflectance* yang dihasilkan dari pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP dikategorikan dalam level IP. Produk dalam level ini merupakan produk yang dihasilkan dan dibutuhkan untuk menghasilkan produk pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP lainnya, baik dalam level IP maupun dalam level pengolahan yang lebih tinggi, misal level EDR (GSFC, 2014).

Makalah ini menjelaskan mengenai rancang bangun sebuah sistem pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP untuk menghasilkan produk *surface reflectance* sebagai upaya untuk menjamin kontinuitas ketersediaan produk *surface reflectance* yang sebelumnya dihasilkan dari pengolahan data penginderaan jauh instrumen MODIS satelit Terra dan Aqua.

## ALAT, BAHAN DAN METODA

Seperangkat komputer server dengan spesifikasi prosesor 24 *core @* 2,4 GHz, memori 64 GB, dan kapasitas *hardisk* 20 TB, digunakan untuk mengimplementasikan sistem pengolahan data penginderaan jauh satelit Suomi NPP untuk menghasilkan produk *surface reflectance*. 2 (dua) buah jaringan komunikasi digunakan untuk menghubungkan komputer server pengolahan di kota Jakarta Timur, D.K.I. Jakarta dengan komputer server akuisisi di kota Parepare, Sulawesi Selatan (melalui jaringan Virtual Private Network – VPN berkecepatan 30 Mbps) dan untuk menghubungkan komputer server pengolahan tersebut dengan komputer server Space Science and Engineering Center (SSEC) (melalui internet berkecepatan 40 Mbps *shared* dengan jaringan komunikasi perkantoran) dalam kaitannya dengan keperluan transfer data *ancillary* yang dibutuhkan dalam proses pengolahan.

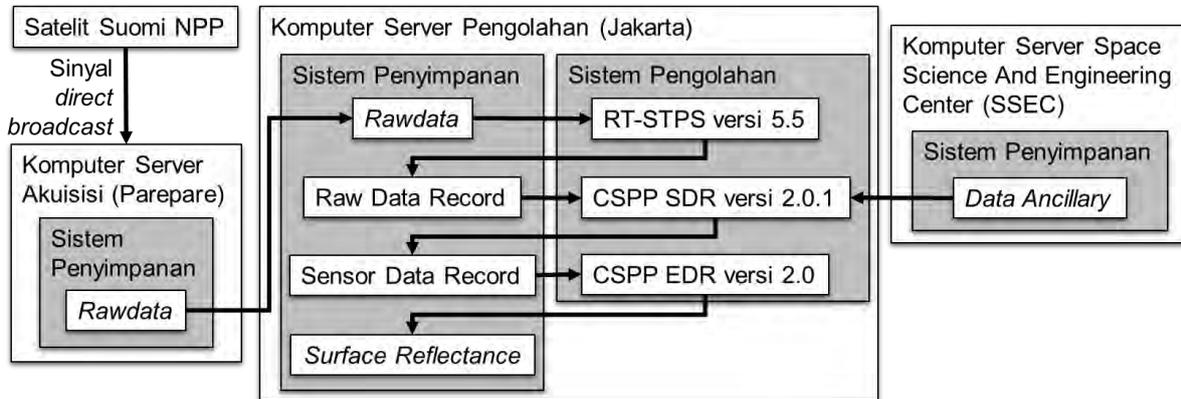
Agar penerapan sistem di masa mendatang pada komputer-komputer server lainnya tidak akan terkendala oleh lisensi, maka sistem operasi dan perangkat-perangkat lunak yang digunakan adalah yang bersifat *open source*. Adapun sistem operasi yang digunakan di dalam sistem pengolahan yang diimplementasikan adalah Linux CentOS versi 6.3 (<http://www.centos.org>). Meskipun saat ini telah tersedia versi 7 yang dirilis secara resmi oleh pengembangnya, namun versi tersebut masih belum diuji pada sistem-sistem pengolahan data penginderaan jauh satelit Suomi NPP yang telah dibangun sebelumnya. Sehingga versi yang digunakan di dalam implementasi sistem adalah versi 6.3.

Sementara, perangkat-perangkat lunak utama yang digunakan di dalam implementasi sistem pengolahan data instrumen VIIRS satelit Suomi NPP untuk menghasilkan produk *surface reflectance* adalah sebagai berikut: (1) Real-Time Software Telemetry Processing System (RT-STPS) versi 5.5 (<http://directreadout.sci.gsfc.nasa.gov>) untuk mengolah data penginderaan jauh satelit Suomi NPP dari level *rawdata* menjadi level Raw Data Record (RDR), (2) Community Satellite Processing Package (CSPP) Science Data Record (SDR) versi 2.0.1 (<http://cimss.ssec.wisc.edu>) untuk mengolah data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP dari level RDR menjadi level Sensor Data Record (SDR), dan (3) CSPP Environmental Data Record (EDR) versi 2.0 untuk mengolah data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP dari level SDR menjadi produk *surface reflectance*. Khusus untuk perangkat lunak RT-STPS, versi terbaru yang tersedia adalah versi 5.6. Namun, dikarenakan manual pengguna dari perangkat lunak CSPP SDR menyatakan bahwa perangkat lunak CSPP SDR versi saat ini hanya kompatibel dengan keluaran perangkat lunak RT-STPS versi 5.5, maka versi inilah yang digunakan dalam membangun sistem.

Untuk mengintegrasikan seluruh perangkat lunak yang digunakan dalam membangun sistem, dibuatlah *script-script* berbasis bahasa *scripting* bash shell. Pertimbangan penggunaan bahasa *scripting* tersebut adalah karena bash shell merupakan bahasa *scripting* yang paling komprehensif untuk digunakan di dalam lingkungan pemrograman berbasis sistem operasi Linux (Parker, 2011; Shoots Jr., 2012). Disamping itu, seluruh perangkat

lunak yang diintegrasikan di dalam sistem pengolahan yang dibangun, sebagian besar terdiri dari *script-script* bash shell.

Untuk dapat menjelaskan domain komputasi (komponen-komponen atau sub sistem) dan domain komunikasi (konektor-konektor) yang menyusun sebuah sistem atau perangkat lunak secara menyeluruh, sebuah diagram alir harus dibangun (Bass dkk., 2003). Diagram alir merupakan gambaran umum arsitektur dari sebuah sistem atau perangkat lunak. Diagram alir sistem pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP untuk menghasilkan produk *surface reflectance* diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Arsitektur sistem pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP untuk menghasilkan produk *surface reflectance*.

Algoritma yang digunakan untuk mengolah data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP diadopsi dari algoritma serupa yang digunakan untuk mengolah data penginderaan jauh instrumen MODIS satelit Terra dan satelit Aqua (Vermote et al., 1994; 1997; Vermote and Vermeulen, 1999). Hal ini dikarenakan karakteristik spektral dan karakteristik spasial dari instrumen VIIRS secara umum serupa dengan karakteristik spektral dan karakteristik spasial instrumen MODIS (GSFC, 2013). Khusus algoritma yang digunakan untuk menghasilkan produk *surface reflectance*, meliputi koreksi-koreksi secara dinamis terhadap pengaruh-pengaruh atmosfer, aerosol, awan, piksel-piksel sekitar (*adjacency adjustment*), Bi-directional Reflectance Distribution Function (BRDF), ketinggian permukaan dan pita spektral yang digunakan dengan mengasumsikan permukaan yang Lambert.

Data yang digunakan di dalam pelaksanaan kegiatan adalah data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP dalam level SDR yang telah dihasilkan dalam kegiatan sebelumnya (Gustiandi dan Indradjad, 2013). Data *ancillary* juga digunakan sebagai data pendukung proses pengolahan dari level SDR menjadi produk *surface reflectance* yang diperoleh dari komputer server SSEC.

Seluruh spesifikasi minimum sebagaimana yang dipersyaratkan di dalam masing-masing dokumen teknis instalasi sistem operasi dan perangkat-perangkat lunak yang akan diintegrasikan telah dipenuhi oleh perangkat-perangkat keras yang digunakan di dalam sistem yang dibangun. Namun, perhatian utama harus ditujukan kepada sistem penyimpanan. Kapasitas terbatas yang dimiliki oleh sistem penyimpanan akan berkaitan langsung dengan salah satu atribut kualitas sistem yang paling penting, yaitu keterawatan (Pahl dkk., 2009). Sistem yang bermanfaat harus memenuhi atribut keterawatan ini. Sehingga perlu dilakukan evaluasi mengenai kapasitas sistem penyimpanan yang tersedia terhadap kebutuhan sistem penyimpanan yang diperkirakan sampai umur misi satelit Suomi NPP berakhir.

Terdapat 3 (tiga) jenis metoda atau teknik evaluasi yang dapat digunakan untuk memperkirakan kebutuhan sistem penyimpanan, yaitu metoda empiris, teknik simulasi dan pemodelan analisis (Lilja, 2000). Metoda empiris mencakup kegiatan-kegiatan pengukuran atau perhitungan metrik. Teknik simulasi menggunakan tiruan dari sebuah eksekusi program. Sementara pemodelan analisis menjelaskan jalannya sebuah program dengan menggunakan pendekatan matematis. Dari ketiga teknik atau metoda tersebut, hasil-hasil yang paling akurat akan diberikan oleh metoda empiris karena secara langsung berhubungan dengan data sebenarnya dan tidak menggunakan asumsi-asumsi sebagaimana metoda atau teknik lainnya. Oleh karena itu, kebutuhan sistem penyimpanan akan diperkirakan melalui evaluasi dengan menggunakan metoda empiris.

Metoda empiris sendiri dapat dilaksanakan dengan menggunakan 2 (dua) macam pendekatan, yaitu pengambilan sampel (*sampling*) dan pelacakan kejadian (*event tracing*). Pendekatan pengambilan sampel dilaksanakan dengan mengambil bagian-bagian dari sebuah sistem (misal produk keluaran hasil pengolahannya) setelah sistem berjalan selama beberapa selang waktu. Kelebihan pendekatan ini adalah pelaksanaan evaluasi dapat dilakukan

tanpa harus menghentikan sistem yang sedang berjalan. Sedangkan pendekatan pelacakan kejadian dilaksanakan dengan menyisipkan kode ke dalam program yang membentuk sistem untuk mengevaluasi sistem tersebut. Program yang sedang berjalan harus dihentikan terlebih dahulu, menyisipkan / memodifikasi kode programnya dan menjalankan kembali program yang dihentikan tersebut. Pendekatan pelacakan kejadian akan menggunakan sumberdaya sistem yang lebih besar (misalkan memori) dibandingkan dengan pendekatan pengambilan sampel (Lilja, 2000). Sehingga, pelaksanaan evaluasi untuk memperkirakan kebutuhan sistem penyimpanan akan dilakukan dengan menggunakan metoda empiris melalui pendekatan pengambilan sampel.

Sampel data yang digunakan dalam pelaksanaan evaluasi adalah produk-produk *surface reflectance* hasil pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP yang terdapat di dalam sistem penyimpanan dari sistem yang dibangun. Adapun jumlah produk *surface reflectance* yang dievaluasi adalah sebanyak 532 produk dengan rentang waktu akuisisi dari tanggal 27 Juni 2014 sampai 23 Januari 2015.

Selain volume produk yang dihasilkan, dilakukan evaluasi juga terhadap waktu pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP untuk menghasilkan produk *surface reflectance* sebagai gambaran apakah sistem berpotensi untuk dikembangkan di masa mendatang dengan menerapkan metoda otomatisasi agar dapat berjalan secara *near real time*.

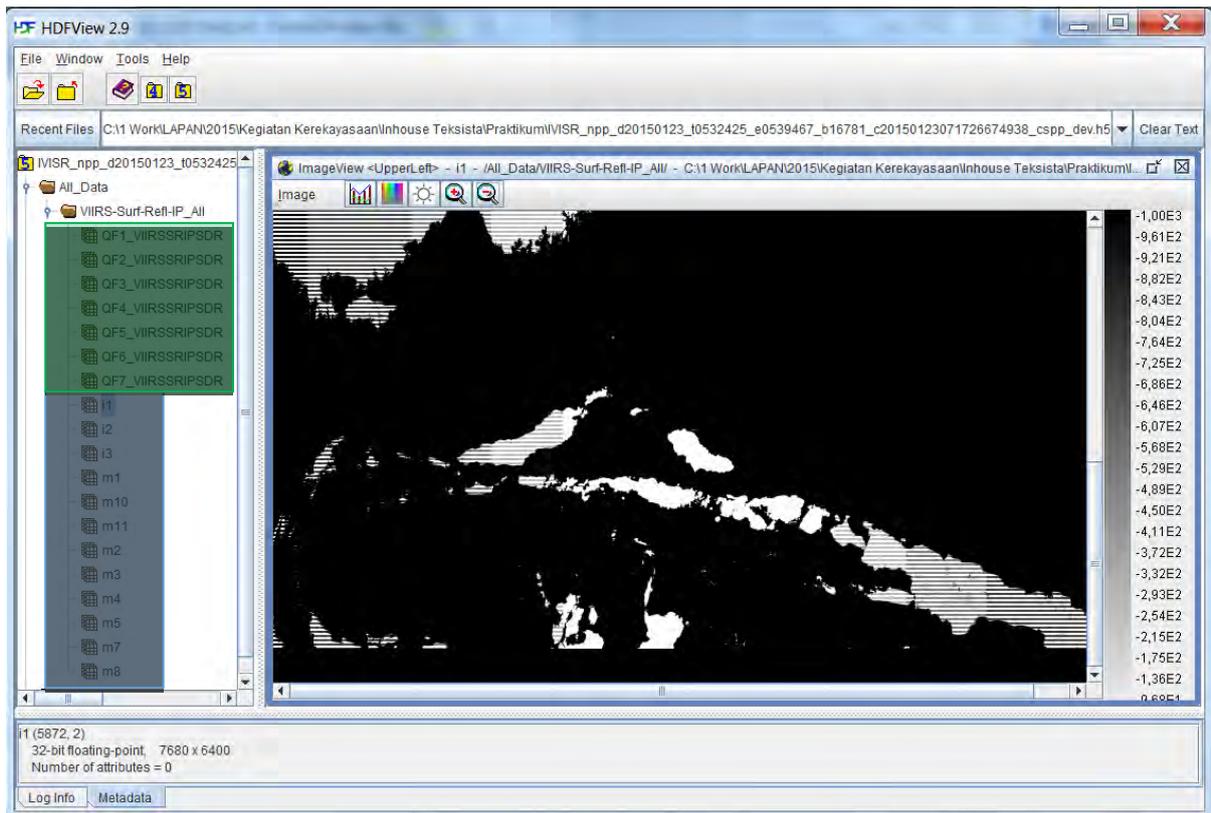
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk-produk *surface reflectance* yang dihasilkan sebagai keluaran dari sistem pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP yang dibangun memiliki format penamaan berkas `IVISR_npp_dYYYYMMDD_tHHMMSS_eHHMMSS_bNNNNN_cYYYYMMDDHHMMSSSSSSSS_cspp_dev.h5`. Format penamaan berkas ini mengikuti standard penamaan yang telah ditentukan di dalam dokumen teknis yang dirilis oleh GSFC (2012). Huruf-huruf yang tidak dicetak tebal dalam format penamaan berkas tersebut bersifat statis pada semua produk *surface reflectance* yang dihasilkan. Sedangkan huruf-huruf yang dicetak tebal pada format penamaan berkas tersebut bersifat dinamis tergantung dari waktu akuisisi data penginderaan jauh satelit Suomi NPP yang diolah dan waktu selesai pengolahannya pada saat dihasilkannya produk *surface reflectance*. Informasi mengenai tahun akuisisi, bulan akuisisi dan tanggal akuisisi diberikan pada deretan huruf **YYYYMMDD**. Informasi mengenai waktu mulai akuisisi (dengan awalan huruf “t”) dan waktu selesai akuisisi (dengan awalan huruf “e”) dalam UTC (jam, menit dan detik) diberikan pada deretan huruf **HHMMSS**. Informasi mengenai waktu selesai pengolahan (dengan awalan huruf “c”) diberikan pada deretan huruf **YYYYMMDDHHMMSSSSSSSS**. Sementara informasi mengenai bilangan orbit diberikan pada deretan huruf **NNNN**.

Berkas produk *surface reflectance* memiliki akhiran ekstensi “.h5” yang menunjukkan bahwa berkas tersebut memiliki format Hierarchical Data Format (HDF) versi 5 (HDF5). Format data HDF5 ini merupakan format data standard yang digunakan untuk menyimpan data penginderaan jauh satelit Suomi NPP beserta hasil-hasil pengolahannya baik dalam level *rawdata*, RDR, SDR, IP/ARP dan EDR. Format data ini merupakan pengembangan dari format data HDF versi 4 (HDF4) yang sebelumnya telah digunakan sebagai format data standard untuk data penginderaan jauh satelit Terra dan Aqua beserta hasil-hasil pengolahannya (HDF, 2013).

Sebagai contoh, sebuah produk *surface reflectance* dihasilkan dari pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP yang diakuisisi pada tanggal 23 Januari 2015 jam 5:32:42 UTC sampai jam 05:39:46 UTC dengan waktu pengolahan sampai dihasilkannya produk *surface reflectance* tersebut selesai pada hari yang sama jam 07:17:26 UTC. Maka, produk *surface reflectance* yang dihasilkan akan memiliki nama berkas `IVISR_npp_d20150123_t053242_e0539467_b16781_c20150123071726674938_cspp_dev.h5`. Selain itu, dari nama berkas ini dapat diketahui bahwa bilangan orbit satelit Suomi NPP pada saat akuisisi adalah sebesar 16781.

Beberapa perangkat lunak pengolah data penginderaan jauh dapat digunakan untuk membaca data dalam format HDF5 ini. Namun, perangkat lunak pembaca data dalam format HDF5 yang paling *native* adalah perangkat lunak HDFView (<http://hdfgroup.org>) yang tersedia secara gratis. Adapun contoh tampilan dari produk *surface reflectance* (untuk pita spektral I1) sebagaimana dijelaskan pada paragraf sebelumnya yang dibaca dengan menggunakan perangkat lunak HDFView diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Tampilan produk *surface reflectance* (pita spektral I1) hasil pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP yang diakuisisi pada tanggal 23 Januari 2015 jam 5:32:42 UTC dengan menggunakan perangkat lunak HDFView.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa satu produk *surface reflectance* terdiri dari nilai-nilai untuk 12 (dua belas) pita spektral, yaitu I1, I2, I3, M1, M2, M3, M4, M5, M7, M8, M10 dan M11 (kotak berwarna biru). Selain itu terdapat juga 7 (tujuh) jenis nilai penanda kualitas (*quality flag*) dari seluruh piksel yang tercakup di dalam produk *surface reflectance* tersebut, yaitu QF1\_VIIRSSRIPSDR, QF2\_VIIRSSRIPSDR, QF3\_VIIRSSRIPSDR, QF4\_VIIRSSRIPSDR, QF5\_VIIRSSRIPSDR, QF6\_VIIRSSRIPSDR dan QF7\_VIIRSSRIPSDR (kotak berwarna hijau). Isi dari data penanda kualitas tersebut diantaranya adalah kualitas *masking* awan (*cloud mask quality*), tingkat keyakinan *masking* awan (*cloud mask confidence*), sudut zenith sinar matahari, apakah pikselnya terpengaruh oleh kilau cahaya matahari (*sun glint pixel*), apakah pikselnya termasuk ke dalam wilayah daratan atau lautan, apakah pada pikselnya terdeteksi bayangan, halangan non-awan (misal aerosol tebal), pantulan dari awan tipis, penyerapan dari awan tipis, apakah piksel yang tercakup di dalam citra merupakan piksel yang tidak baik (*bad pixel*) dilihat dari data SDR pada seluruh pita spektral yang digunakan sebagai masukannya, kualitas keseluruhan dari piksel ketebalan optis aerosol pada piksel yang menjadi perhatian, apakah ada salju yang terdeteksi, kedekatan piksel yang menjadi perhatian dengan piksel awan dan kuantitas aerosol.

Produk *surface reflectance* diperkirakan memiliki ukuran 221.184.000 bytes (~212 MB) / *granule* (GSFC, 2014). Ukuran tersebut belum termasuk header HDF5 dan metadata produknya. Sehingga dilakukan pengukuran volume produk *surface reflectance* dari sampel-sampel sebagaimana dijelaskan pada bagian sebelumnya. Dari sampel-sampel tersebut, jumlah *granule* terkecil yang terdapat di dalam satu produk *surface reflectance* adalah 1 (satu) *granule* dan jumlah *granule* terbesar yang terdapat di dalam satu produk *surface reflectance* adalah 11 (sebelas) *granule*, sementara jumlah *granule* rata-rata yang terdapat di dalam satu produk *surface reflectance* adalah 6 (enam) *granule*. Hasil pengukuran volume seluruh sampel produk *surface reflectance* dijabarkan secara detil pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengukuran volume produk *surface reflectance* untuk 532 sampel dengan rentang waktu akuisisi dari tanggal 27 Juni 2014 sampai 23 Januari 2015.

Jumlah <i>granule</i> dalam 1 (satu) produk <i>surface reflectance</i>	Jumlah sampel	Volume 1 (satu) produk <i>surface reflectance</i> (dalam MB)
1	22	213,35
2	20	426,64
3	58	639,93
4	73	853,23
5	56	1.066,52
6	39	1.279,81
7	54	1.493,10
8	46	1.706,39
9	58	1.919,68
10	52	2.132,98
11	54	2.346,27

Dalam 1 (satu) hari dapat dilakukan maksimum 4 (empat) kali akuisisi. Umur misi satelit Suomi NPP diperkirakan selama 5 (lima) tahun (GSFC, 2015) atau 1.825 hari (dengan mengasumsikan 1 tahun terdapat 365 hari). Dengan mengambil jumlah *granule* maksimum dalam 1 (satu) produk *surface reflectance*, maka kebutuhan sistem penyimpanan untuk dapat mengakomodasi produk *surface reflectance* sampai perkiraan umum satelit Suomi NPP berakhir adalah sebesar  $1.825 \times 4 \times 2,29 \text{ GB} = 16,33 \text{ TB}$ .

Dari kegiatan-kegiatan sebelumnya, diketahui bahwa kebutuhan sistem penyimpanan dalam kurun waktu yang sama untuk mengakomodir data penginderaan jauh satelit Suomi NPP dalam level *rawdata* adalah sebesar 3,45 TB (Gustiandi dkk., 2013), level RDR adalah sebesar 1,89 TB (Indradjad dkk., 2013) dan level SDR adalah sebesar 22,29 TB (Gustiandi dan Indradjad, 2013). Sehingga kebutuhan sistem penyimpanan keseluruhan untuk mengakomodasi sistem pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP sampai dihasilkannya produk *surface reflectance* pada perkiraan umur misi satelit Suomi NPP adalah sebesar 43,96 TB. Sistem penyimpanan saat ini yang memiliki kapasitas sebesar 20 TB harus ditingkatkan lagi untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Waktu pengolahan tercepat untuk menghasilkan produk *surface reflectance* dari level *rawdata* adalah selama 4 menit 30 detik. Waktu pengolahan terlama untuk menghasilkan produk *surface reflectance* dari level *rawdata* adalah selama 1 jam 53 menit 22 detik. Waktu pengolahan rata-rata untuk menghasilkan produk *surface reflectance* dari level *rawdata* adalah selama 40 menit 29 detik. Selang waktu tercepat 2 (dua) akuisisi data penginderaan jauh satelit Suomi NPP yang berurutan adalah selama 1 jam 35 menit. Meskipun waktu pengolahan terlama untuk menghasilkan produk *surface reflectance* dari level *rawdata* masih lebih lama daripada selang waktu tercepat 2 (dua) akuisisi data penginderaan jauh satelit Suomi NPP yang berurutan tersebut, namun dari 532 sampel data yang diukur, hanya 1 (satu) sampel data yang memiliki waktu pengolahan melebihi 1 jam 35 menit. Sehingga, sistem pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP untuk menghasilkan produk *surface reflectance* berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem yang bersifat *near real time* dengan menerapkan teknik-teknik otomatisasi. Namun, sistem perlu dipantau secara terus-menerus untuk mengantisipasi kemungkinan adanya waktu pengolahan yang masih lebih lama daripada 1 jam 35 menit tersebut.

## KESIMPULAN

Produk *surface reflectance* dibutuhkan sebagai masukan oleh sejumlah produk hasil pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP lainnya, diantaranya: Top of Atmosphere (TOA) dan Top of Canopy (TOC) dari Enhanced Vegetation Index (EVI) dan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), jenis permukaan, albedo permukaan dan kelembaban tanah. Lebih jauh lagi, produk-produk tersebut dapat diolah secara bersama-sama untuk menghasilkan produk-produk lainnya lagi, seperti Leaf Area Index (LAI) dan *active fires*.

Sebuah sistem pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP untuk menghasilkan produk *surface reflectance* telah berhasil dibangun dan diimplementasikan di dalam rangkaian operasi sistem stasiun bumi penginderaan jauh resolusi rendah milik Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Terbangunnya sistem pengolahan tersebut telah membuka potensi untuk menghasilkan produk-produk hasil pengolahan data penginderaan jauh instrumen VIIRS satelit Suomi NPP lainnya sebagaimana disebutkan di atas.

Namun, sistem penyimpanan saat ini yang masih memiliki kapasitas sebesar 20 TB masih harus ditingkatkan lagi menjadi minimal berkapasitas 43,96 TB untuk dapat mengakomodasi kebutuhan penyimpanan data penginderaan jauh satelit Suomi NPP (khususnya instrumen VIIRS) dalam level *rawdata*, RDR, SDR hingga produk *surface reflectance* sampai perkiraan umur misi satelit Suomi NPP berakhir. Sistem juga berpotensi untuk

dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem yang bersifat *near real time* melalui teknik-teknik otomatisasi dengan catatan pemantauan harus terus dilakukan untuk mengantisipasi kemungkinan adanya waktu pengolahan yang masih lebih lama daripada selang waktu tercepat 2 (dua) akuisisi data penginderaan jauh satelit Suomi NPP yang berurutan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Para penulis ingin menghaturkan terima kasih sebesar-besarnya kepada para pihak yang telah membantu baik secara moral maupun material selama pelaksanaan kegiatan di bidang Teknologi Akuisisi dan Stasiun Bumi LAPAN. Juga kepada Goddard Space Flight Center NASA selaku pengembang perangkat lunak Real-Time Software Telemetry Processing System (RT-STPS) dan Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMSS) University of Wisconsin-Madison selaku pengembang perangkat lunak Community Satellite Processing Package (CSPP) yang telah memberikan seluruh dokumentasi yang diperlukan dalam pelaksanaan kegiatan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- American Meteorological Society (AMS). 2012. Town Hall Meeting: Early Success from the Suomi-NPP Mission. *Bulletin of American Meteorological Society* (93), pp. 1760.
- Bass, L., Clements, P. And Kazman, R. 2003. *Software Architecture in Practice 3rd Edition*. Boston: Addison Wesley.
- Goddard Space Flight Center (GSFC). 2012. *Joint Polar Satellite System (JPSS) Common Data Format Control Book – External (CDFCB-X) Volume I – Overview*. National Aeronautics and Space Administration: Greenbelt, Maryland.
- GSFC. 2013. *Joint Polar Satellite System (JPSS) VIIRS Surface Reflectance Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD)*. National Aeronautics and Space Administration: Greenbelt, Maryland.
- GSFC. 2014. *Joint Polar Satellite System (JPSS) Common Data Format Control Book – External (CDFCB-X) Volume IV Part 1 – IPs, ARPs, and Geolocation Data*, pp. 88-102. National Aeronautics and Space Administration: Greenbelt, Maryland.
- GSFC. 2015. *About Suomi NPP*. Tersedia online di [http://npp.gsfc.nasa.gov/suomi\\_mission\\_details.html](http://npp.gsfc.nasa.gov/suomi_mission_details.html). Diakses terakhir pada tanggal 22 Januari 2015.
- Gustiandi, B. dan Indradjad, A. 2013. Sistem Pengolahan Data Satelis S-NPP Berbasis CSPP: RDR ke SDR. *Prosiding Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro (SNETE) 2013*, pp. 56-62.
- Gustiandi, B., Indradjad, A. dan Bagdja, I.W. 2013. Rancang Bangun Sistem Pengolahan Data Satelit Suomi National Polar-orbiting Partnership (S-NPP) dari Rawdata ke Raw Data Record (RDR). *Inderaja*, vol. 6, no. 6, pp. 10-14.
- Hierarchical Data Format (HDF). 2013. *HDF ESDIS Project*. Tersedia online di <http://www.hdfgroup.org/projects/esdis/index.html>. Diakses terakhir tanggal 26 Januari 2015.
- Indradjad, A., Gustiandi, B. dan Bagdja, I.W. 2013. Automatic S-NPP Satellite Data Processing System: Rawdata to RDR. *Prosiding Seminar Nasional Pengaplikasi Telematika (SINAPTIKA) 2013*, pp. 7-12.
- Lilja, D.J. 2000. *Measuring Computer Performance: A Practitioner's Guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Murphy, R.E. 2006. The NPOESS Preparatory Project, in Qu dkk., *Earth Science Satellite Remote Sensing Volume 1: Science and Instruments*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag and Beijing: Tsinghua University Press, pp. 182-198.
- Pahl, C., Bošković, M., Barrett, R. and Hasselbring, W. 2009. *Quality-Aware Model-Driven Service Engineering* in Rech, J. and Bunse, C., eds., *Model-Driven Software Development: Integrating Quality Assurance*. New York: Information Science Reference.
- Parker, S. 2011. *Shell Scripting: Expert Recipes for Linux, Bash, and More*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc.
- Shoots Jr., W.E. 2012. *The Linux® Command Line: A Complete Introduction*. California: No Starch Press.

Vermote, E.F. and Vermeulen, A. 1999. *Atmospheric correction algorithm: spectral reflectances (MOD09) Version 4.0*. Algorithm technical background document. National Aeronautics and Space Administration: Greenbelt, Maryland.

Vermote, E.F., Tanré, D., Deuzé, J.L., Herman, M. and Morrisette, J.J. 1994. *Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (6S), 6S Version 0 User's Guide*. National Aeronautics and Space Administration: Greenbelt, Maryland.

Vermote, E.F., Tanré, D., Deuzé, J.L., Herman, M. and Morrisette, J.J. 1997. *Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum, 6S: An Overview*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (35), pp. 675-686