

OTOMATISASI PENGOLAHAN DATA SATELIT S-NPP: RAW DATA RECORD KE SENSOR DATA RECORD

Budhi Gustiandi¹⁾, Andy Indradjad²⁾

^{1,2}Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh-Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
Jl. LAPAN No. 70 Kelurahan Pekayon, Kecamatan Pasar Rebo, Jakarta Timur 13710

Telp : (021) 8710786, Fax : (021) 87717816

E-mail : budhi.gustiandi@lapan.go.id¹⁾

Abstract

Since May 2012, Suomi National Polar-orbiting Partnership (S-NPP) satellite data have been received as Direct Broadcast (DB) by Indonesian National Aeronautics and Space Agency (LAPAN) remote sensing ground station that is located at Parepare, South Sulawesi. The existing processing system has availability to process S-NPP satellite data from rawdata level to Raw Data Record (RDR) level up to Sensor Data Record (SDR), but otomatization just has been implemented up to RDR level only. The system was developed with bash shell script based routine program addition to automatically execute Community Satellite Processing Package (CSPP) Science Data Record (SDR) software which was done manually. Automatization algorithm is presented detailly and experiment results show that automatization is running appropriately and the processing time still under two subsequent S-NPP data acquisition interval, hence, the system can be recognized as a near-real time system to produce SDR level data.

Keywords: S-NPP satellite, RDR, SDR, CSPP, processing automatization.

Abstrak

Sejak bulan Mei 2012, data satelit Suomi National Polar-orbiting Partnership (S-NPP) telah diterima secara Direct Broadcast (DB) oleh stasiun bumi penginderaan jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang terletak di kota Parepare, Sulawesi Selatan. Sistem pengolahan yang telah tersedia telah dapat mengolah data satelit S-NPP dari level rawdata ke level Raw Data Record (RDR) hingga Sensor Data Record (SDR), namun otomatisasi baru diterapkan hanya sampai level RDR saja. Sistem dikembangkan dengan menambahkan rutin program berbasis script bash shell untuk mengotomatiskan eksekusi perangkat lunak Community Satellite Processing Package (CSPP) Science Data Record (SDR) yang sebelumnya harus dilakukan secara manual. Algoritma otomatisasi disajikan secara detil dan hasil pengujian memperlihatkan bahwa otomatisasi telah berjalan dengan baik dan waktu pengolahannya masih di bawah selang waktu akuisisi dua data satelit S-NPP yang berurutan, sehingga sistem sudah dapat dikatakan bersifat near-real time menghasilkan data dalam level SDR.

Kata kunci: satelit S-NPP, RDR, SDR, CSPP, otomatisasi pengolahan.

1. PENDAHULUAN

Lebih dari satu dekade terakhir, serangkaian satelit yang dikenal secara umum sebagai *Earth Observing System* (EOS) telah diluncurkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) untuk memperoleh tampilan dinamika planet bumi secara menyeluruh, mencakup awan, lautan, vegetasi, es dan atmosfer dari antariksa (Salomonson, Barnes and Masuoka, 2006). Satelit-satelit pemantau planet bumi generasi baru telah dipersiapkan seiring akan berakhirnya masa operasional satelit EOS untuk menjaga kontinuitas data yang telah diberikannya.

Salah satu satelit pendahulu dari serangkaian satelit generasi baru yang dipersiapkan untuk mengamati lebih banyak lagi aspek dari perubahan planet bumi adalah satelit *National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System* (NPOESS) *Preparatory Project* (NPP) (Murphy, 2006). NASA telah menamai ulang satelit NPP menjadi *Suomi National Polar-orbiting Partnership* (S-NPP) untuk menghormati seorang ahli meteorologi di Universitas Wisconsin yang dikenal secara luas sebagai "Bapak Satelit Meteorologi", almarhum Verner E. Suomi. Pengumuman tersebut dilaksanakan di pertemuan tahunan *American Meteorological Society* (AMS) di New Orleans pada tanggal 24 Januari 2012 (AMS, 2012).

Satelit S-NPP mengumpulkan data penginderaan jauh daratan, lautan, dan atmosfer untuk didistribusikan kepada para penggunanya sebagai tanggung jawab akan kontinuitas pengukuran-pengukuran yang diperlukan untuk menjembatani misi-misi pemantauan planet bumi sebelumnya yang dilakukan oleh EOS dengan *Joint Polar Satellite System* (JPSS) - sebelumnya bernama NPOESS - sebuah program kerja sama antara *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dan *Goddard Space Flight Center* (GSFC) NASA yang

diperkirakan peluncuran pertamanya akan dilaksanakan paling cepat pada tahun 2017 (Xiong, et al., 2012). Beberapa data seperti temperatur atmosfer, temperatur permukaan laut, kelembaban, produktivitas biologi darat dan laut, serta sifat-sifat awan dan aerosol akan dikumpulkan oleh satelit S-NPP.

Hampir seluruh permukaan planet bumi dicakup dalam pemantauan satelit S-NPP yang mengorbit 14 kali setiap harinya. Satelit S-NPP diluncurkan ke orbit dari Vandenberg Air Force, California pada tanggal 28 Oktober 2011 jam 5:48 pagi waktu setempat dengan menggunakan roket *United Launch Alliance Delta-II*. Masa pakai satelit S-NPP diperkirakan selama 7 tahun dengan umur misi 5 tahun (GSFC, 2013).

Satelit S-NPP mengamati planet bumi dengan menggunakan muatan beragam yang terdiri dari instrumen-instrumen ilmiah yang diadopsi dari instrumen-instrumen yang terdapat pada EOS, *Polar Operational Environmental Satellite* (POES) milik NOAA, dan *Defense Meteorological Satellite Program* (DMSP) milik *Department of Defense* (DoD), salah satunya adalah *Visible Infrared Imager Radiometer Suite* (VIIRS). *Raytheon Space and Airborne Systems* mengembangkan VIIRS berupa sebuah radiometer 22 kanal yang diadopsi dari instrumen *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) yang terdapat pada satelit Terra dan satelit Aqua (Schueler and Barnes, 1998; Ardanuy, et al., 2001; Murphy, et al., 2001; Schueler, et al., 2001; Murphy, 2006; Murphy, et al., 2006).

Sejak bulan Mei 2012, data satelit S-NPP telah diterima secara *Direct Broadcast* (DB) oleh stasiun bumi penginderaan jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang terletak di kota Parepare, Sulawesi Selatan. Komputer server akuisisi menyimpan data satelit S-NPP tersebut dalam level *rawdata* kemudian mengirimkannya ke *data center* yang terletak di Jakarta melalui jaringan internet agar dapat segera diolah dan didistribusikan lebih lanjut kepada pihak-pihak yang membutuhkannya. Data dalam level *rawdata* harus diolah menjadi level-level yang lebih tinggi seperti *Raw Data Record* (RDR), *Sensor Data Record* (SDR) / *Temperature Data Record* (TDR), *Application Related Product* (ARP) / *Environmental Data Record* (EDR), dan *Climate Data Record* (CDR) agar produknya dapat lebih bermanfaat bagi para pengguna akhir.

Pada kegiatan sebelumnya, telah dibangun sebuah sistem yang mengolah data satelit S-NPP dari level *rawdata* menjadi level RDR (Gustiandi, Indradjad dan Bagdja, 2013). Sistem operasi Linux CentOS versi 6.3 (<http://www.centos.org>) dan perangkat lunak *Real-time Software Telemetry Processing System* (RT-STPS) (<http://directreadout.sci.gsfc.nasa.gov>) digunakan sebagai inti dari sistem. Kemudian sistem dikembangkan lagi agar dapat mengolah data dari level RDR menjadi level SDR untuk instrumen VIIRS dengan mengintegrasikan perangkat lunak *Community Satellite Processing Package* (CSPP) *Science Data Record* (SDR) (<http://cimss.ssec.wisc.edu/cspp/>) (Indradjad dan Gustiandi, 2013).

Tren stasiun bumi penginderaan jauh di dunia menunjukkan kecenderungan mengimplementasikan sistem pengolahan data secara otomatis terutama untuk instrumen yang terdapat pada satelit lingkungan dan cuaca, seperti MODIS (Shutler, et al., 2005; Zhu, et al., 2007; Zhu and Asanuma, 2008; Cerdeira-Estrada and Lopez-Saldana, 2008; ; Cerdeira-Estrada and Lopez-Saldana, 2011; Gustiandi, et al., 2012a; Gustiandi, et al., 2012b), *Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor* (SeaWiFS) (Lavender and Groom, 1999; Stumpf, et al., 2003; Sciarra, et al., 2006), dan *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) (Smyth, et al., 2001). Hasil analisis pengukuran waktu pengolahan untuk sistem yang dikembangkan memperlihatkan potensi sistem untuk beroperasi secara *near real-time*, sehingga sistem dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur otomatisasi dari mulai akuisisi sampai pengolahan data ke level RDR (Gustiandi dan Indradjad, 2013). Otomatisasi tersebut mengadopsi sistem pengolahan otomatis data instrumen MODIS satelit Terra dan Aqua yang juga dikembangkan oleh LAPAN sebelumnya (Gustiandi, et al., 2012a; Gustiandi, et al., 2012b). Hasil analisis pengukuran waktu pengolahan sampai ke level SDR juga masih memperlihatkan potensi sistem untuk beroperasi secara *near real-time*, sehingga pada kegiatan ini sistem dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur otomatisasi pengolahan data dari level RDR menjadi level SDR untuk instrumen VIIRS.

2. DESAIN PENGEMBANGAN SISTEM

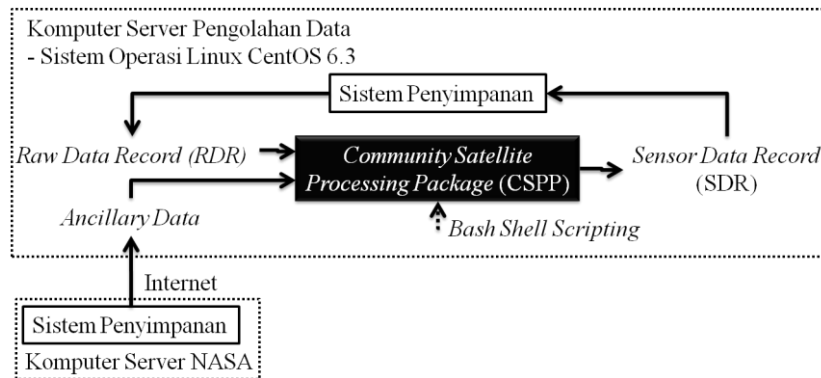
Pengembangan sistem menggunakan perangkat keras berupa seperangkat komputer server dan koneksi internet yang tersedia di Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh (Pustekdata) LAPAN beserta perangkat-perangkat lunaknya dengan spesifikasi yang diperlihatkan pada Tabel 1. Seluruh sistem operasi dan perangkat lunak yang digunakan di dalam pengembangan sistem adalah berbasis *open source*. Hal tersebut bertujuan agar penerapan sistem pada komputer server pengolahan lain di masa mendatang tidak akan terkendala oleh lisensi.

Tabel 1. Spesifikasi perangkat keras yang digunakan di dalam otomatisasi sistem pengolahan data satelit S-NPP.

Komputer Server	
Prosesor	24 Core Intel® Xeon® @ 2,4 GHz
Memori	64 GB
Kapasitas Penyimpanan	4 TB

Sistem Operasi	Linux CentOS versi 6.3	
Perangkat Lunak	RT-STPS versi 5.3	Perangkat lunak untuk mengolah data satelit S-NPP dari level <i>rawdata</i> menjadi level RDR.
	Simulcast Viewer	Perangkat lunak untuk menampilkan hasil pengolahan data satelit S-NPP dalam level RDR.
	CSPP SDR versi 1.3	Perangkat lunak untuk mengolah data instrumen VIIRS satelit S-NPP dari level RDR menjadi level SDR.
	HDFViewer	Perangkat lunak untuk melihat isi dari data instrumen VIIRS satelit S-NPP yang memiliki format <i>Hierarchical Data Format</i> versi 5 (HDF5).
<hr/>		
Koneksi Internet		
Kapasitas	20 mbps	

Sistem yang dikembangkan sebelumnya memiliki arsitektur seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Data dalam level RDR diperoleh dari sistem penyimpanan komputer server pengolahan data. Sedangkan data *ancillary* yang dibutuhkan untuk mengolah ke level SDR diperoleh secara langsung dari sistem penyimpanan komputer server NASA melalui jaringan internet. Berkas-berkas hasil pengolahan perangkat lunak CSPP dalam level SDR akan disimpan kembali pada sistem penyimpanan komputer server pengolahan data.

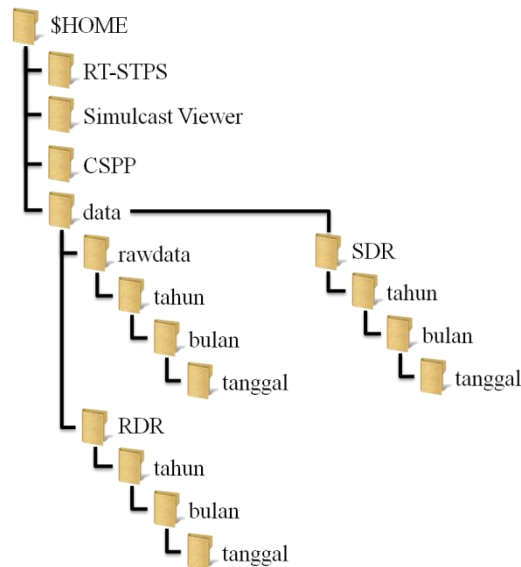


Gambar 1. Arsitektur sistem pengolahan data satelit S-NPP (disederhanakan).

Sistem yang dikembangkan sebelumnya memiliki struktur direktori seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Dari Gambar 2 dapat terlihat bahwa direktori instalasi perangkat-perangkat lunak yang digunakan dan direktori penyimpanan data dibuat terpisah. Hal tersebut bertujuan agar apabila salah satu perangkat lunak tersebut perlu diperbaharui di masa mendatang, data yang sudah terolah dan tersimpan sebelumnya tidak akan terhapus. Direktori penyimpanan data juga dipisahkan berdasarkan level pengolahannya. Hal ini bertujuan untuk mengakomodasi level-level pengolahan lain yang akan dihasilkan di masa mendatang. Pemisahan direktori berdasarkan waktu akuisisi juga dilakukan dengan tujuan untuk memudahkan pencarian data di masa mendatang.

Otomatisasi pengolahan yang menjadi perhatian dalam kegiatan ini adalah pengolahan data dari level RDR menjadi level SDR, sehingga direktori yang menjadi perhatian adalah direktori RDR dan SDR. Bahasa *scripting* yang digunakan di dalam pengembangan sistem adalah *bash shell*. Bahasa tersebut merupakan bahasa yang telah dikenal secara luas sebagai bahasa *scripting* yang paling lengkap untuk bekerja di dalam lingkungan sistem operasi Linux (Michael, 2008; Shoots Jr., 2012).

Diagram alir proses pengolahan secara otomatis diperlihatkan pada Gambar 3. Pertama-tama, *script* membuat daftar berkas-berkas yang terdapat di dalam direktori RDR dan SDR. Kemudian *script* membandingkan daftar berkas-berkas tersebut berdasarkan waktu akuisisi yang melekat pada penamaan produk data satelit S-NPP yang sudah terstandarisasi. Apabila tidak terdapat perbedaan di antara keduanya, *script* akan menunggu selama waktu yang telah ditentukan di variabel waktu pada awal *script* dijalankan dan kemudian akan kembali membandingkan kedua daftar berkas-berkas yang terdapat di dalam direktori RDR dan SDR.



Gambar 2. Struktur direktori sistem pengolahan data satelit S-NPP.

Apabila ditemukan perbedaan di antara daftar berkas-berkas yang terdapat di dalam direktori RDR dan SDR, maka *script* akan menyimpulkan bahwa terdapat data baru di dalam sistem penyimpanan. *Script* kemudian menjalankan perangkat lunak CSPP untuk mengolah data RDR baru yang ditandai menjadi data dalam level SDR yang bersesuaian dan menyimpannya di dalam direktori sementara. Selanjutnya *script* akan membuat sub direktori baru di dalam direktori SDR berdasarkan waktu akuisisi yang diperoleh dari nama berkas RDR yang diolah dan memindahkan berkas-berkas SDR dari direktori sementara ke direktori yang dibuat tersebut. Terakhir, *script* akan memperbaharui daftar berkas-berkas yang terdapat di dalam direktori SDR dan kembali melakukan perbandingan daftar berkas-berkas yang terdapat di dalam direktori RDR dan SDR.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum *script* otomatisasi diterapkan pada sistem untuk mengolah data instrumen VIIRS satelit S-NPP dari level RDR menjadi level SDR, langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan pengujian fungsional terhadap *script* otomatisasi tersebut. Pengujian dilakukan dengan membuat direktori-direktori *dummy* di luar direktori-direktori sistem yang sudah operasional yang terdiri dari direktori RDR dan direktori SDR dengan struktur yang dibuat mirip dengan direktori-direktori sistem yang sudah operasional. Kemudian data uji berupa salah satu data instrumen VIIRS satelit S-NPP dalam level RDR disalin ke dalam direktori. Apabila *script* otomatisasi berjalan dengan baik, maka setelah selang waktu yang ditentukan *script* akan secara otomatis mengolah data yang disalin tersebut dan menghasilkan data dalam level SDR serta menyimpannya ke dalam direktori SDR yang bersesuaian. Setelah dipastikan proses pengolahan selesai, satu persatu data uji lainnya dimasukkan ke dalam direktori RDR dan seterusnya. Data uji yang digunakan berjumlah 30 data. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh data uji dapat diolah menjadi level SDR dan tersimpan pada direktori SDR berdasarkan waktu akuisisinya.

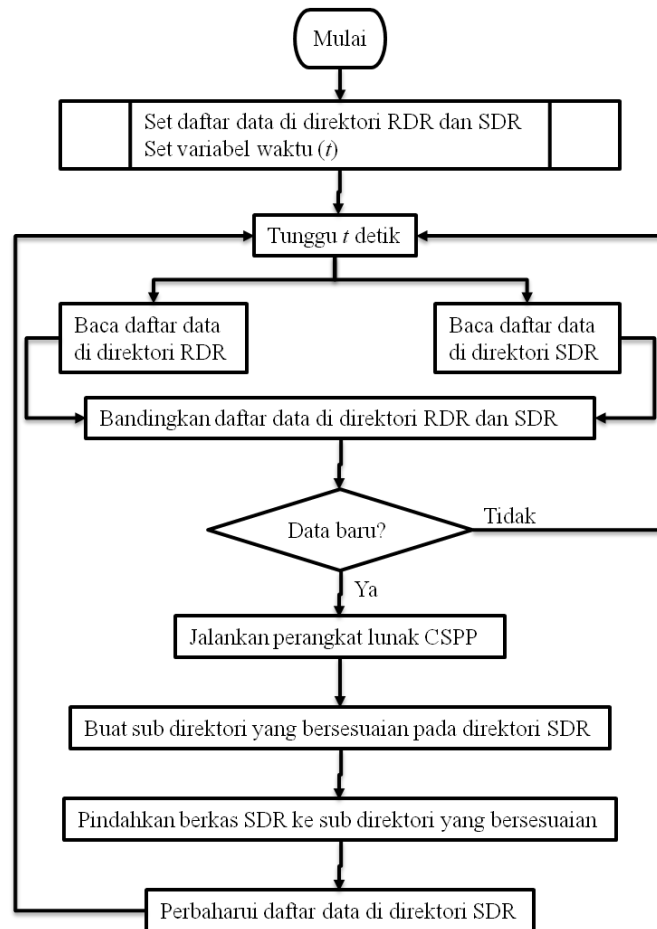
Persyaratan lain sebelum menerapkan *script* otomatisasi pada sistem yang sudah operasional adalah seluruh data dalam level RDR yang terdapat di sistem penyimpanan komputer server pengolahan harus diolah terlebih dahulu menjadi level SDR. Hal ini dikarenakan *script* otomatisasi hanya akan mengolah data baru yang masuk ke dalam direktori RDR dikarenakan skema otomatisasi yang berdasarkan perbandingan daftar berkas-berkas yang terdapat di direktori RDR dan SDR.

Setelah *script* otomatisasi diterapkan pada sistem yang sudah operasional, dilakukan observasi terhadap kinerja sistem. Observasi dilakukan selama waktu akuisisi bulan Juni 2013. Hasil observasi memperlihatkan bahwa sistem sudah dapat mengolah data baru yang masuk ke dalam direktori RDR dan menghasilkan data dalam level SDR ke dalam direktori yang bersesuaian sehingga sistem sudah dapat dikatakan berjalan sebagaimana yang diharapkan.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Sistem pengolahan data satelit S-NPP telah berhasil dikembangkan dengan menambahkan fitur otomatisasi pengolahan data instrumen VIIRS dari level RDR menjadi level SDR. Waktu pengolahan data yang masih lebih cepat daripada selang waktu akuisisi data dua satelit S-NPP yang berurutan dalam satu hari telah menjadikan sistem tersebut bersifat *near real-time*.



Gambar 3. Diagram alir proses otomatisasi pengolahan data instrumen VIIRS satelit S-NPP dari level RDR menjadi level SDR.

4.2 Saran

Sistem masih harus terus dikembangkan agar dapat mengolah data satelit S-NPP - khususnya instrumen VIIRS – menjadi level-level lain yang lebih tinggi lagi seperti ARP, EDR, dan CDR sehingga para pengguna dapat memanfaatkan produk-produk data satelit S-NPP yang siap pakai sesuai dengan bidang pemanfaatannya tanpa harus melakukan pengolahan lagi secara tersendiri.

1. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Salomonson, V.V., Barnes, W., and Masuoka, E.J., 2006. Introduction to MODIS and an overview of associated activities. In: J.J. Qu, W. Gao, M. Kafatos, R.E. Murphy and V.V. Salomonson, 2006. *Earth Science Satellite Remote Sensing, Volume 1*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag and Beijing: Tsinghua University Press, pp.12-32.
- [2] Murphy, R.E., 2006. The NPOESS Preparatory Project. In: J.J. Qu, W. Gao, M. Kafatos, R.E. Murphy and V.V. Salomonson, 2006. *Earth Science Satellite Remote Sensing, Volume 1*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag and Beijing: Tsinghua University Press, pp.182-198.
- [3] American Meteorological Society (AMS), 2012. Town hall meeting: early success from the Suomi-NPP mission. In: Bulletin of American Meteorological Society, Volume 93. New Orleans: AMS, pp.1760.
- [4] Xiong, X., Chiang, K., McIntire, J., Oudrari, H., Wu, A., Schwaller, M., and Butler, J., 2012. Early assessment of VIIRS on-orbit calibration and support activities. In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. Munich, Germany, 22-27 July 2012. IEEE: Munich, pp.7189-7192.
- [5] Goddard Space Flight Center (GSFC), 2013. *Spacecraft and instruments*. [Online] (Updated 20 June 2013) Available at: http://npp.gsfc.nasa.gov/spacecraft_inst.html. [Accessed 20 June 2013].

- [6] Schueler, C.F. and Barnes, W.L., 1998. Next-generation MODIS for polar operational environmental satellites. *Journal of Atmosphere and Ocean Technology*, 15 (2), pp.430-439.
- [7] Ardanuy, P., Schueler, C.F., Miller, S.W., Kealy, P.S., Cota, S.A., Haas, J.M., and Welsch, C., 2001. NPOESS VIIRS design process. In: Society of Photographic Instrumentation Engineers (SPIE), *Proceedings of Earth Observing System VI, SPIE 4483*. 29 July 2001, pp.24-34.
- [8] Murphy, R.E., Barnes, W.L., Lyaspustin, A.I., Privette, J., Welsch, C., DeLuccia, F., Swenson, H., Schueler, C.F., Ardanuy, P., and Kealy, P., 2001. Using VIIRS to provide data continuity with MODIS. In: IEEE, IGARSS. Sydney, Australia, 2001. IEEE: Sydney, pp.1212-1214.
- [9] Schueler, C.F., Clement, J.E., Ardanuy, P., Welsch, C., DeLuccia, F., and Swenson, H., 2001. NPOESS VIIRS sensor design overview. In: SPIE, *Proceedings of Earth Observing System VI, SPIE 4483*. 29 July 2001, pp.11-23.
- [10] Murphy, R.E., Ardanuy, P., DeLuccia, F., Clement, J.E., and Schueler, C.F., 2006. The Visible Infrared Imaging Radiometer Suite. In: J.J. Qu, W. Gao, M. Kafatos, R.E. Murphy and V.V. Salomonson, 2006. *Earth Science Satellite Remote Sensing, Volume 1*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag and Beijing: Tsinghua University Press, pp.199-223.
- [11] 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). *Majalah Inderaja*, 4 (6), *in press*. Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- [12] Indradjad, A. dan Gustiandi, B., 2013. Sistem pengolahan data satelit S-NPP berbasis CSPP: RDR ke SDR. Dalam: Universitas Syiah Kuala, *Prosiding Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro (SNETE)*. 26 Agustus 2013, pp.56-62.
- [13] Shutler, J.D., Smyth, T.J., Land, P.E., and Groom, S.B., 2005. A near real-time automatic MODIS data processing system. *International Journal of Remote Sensing*, 26 (5), pp.1049-1055.
- [14] Zhu, J., Asanuma, I., Zhao, C., and Huang, B., 2007. Possible satellite oceanography on coastal waters during the NPP stage. In: SPIE, *Proceedings of SPIE 6680, Coastal Ocean Remote Sensing, 66800Q*, doi:10.1117/12.731965.
- [15] Zhu, J. and Asanuma, I., 2008. RT-STPS based receiving and data processing prepared for the NPP stage. *Image and Signal Processing*, 2, pp.119-123.
- [16] Cerdeira-Estrada, S. and Lopez-Saldana, G., 2008. Automatic processing of near-real time MODIS ocean products applied to Mexico seas monitoring. In: IEEE, *Proceedings of Fifth International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE 2008)*, article no. 4723456, pp.545-549.
- [17] Cerdeira-Estrada, S. and Lopez-Saldana, G., 2011. A novel satellite-based ocean monitoring system for Mexico. *Ciencias Marinas*, 37 (2), pp.237-247.
- [18] Gustiandi, B., Indradjad, A., Arief, R., dan Bagdja, I.W., 2012a. Rancang Bangun Sistem Pengolahan Data MODIS Untuk Produksi Informasi Indeks Kehijauan Skala Regional. *Berita Inderaja*, 3 (4). Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, pp.50-55.
- [19] Gustiandi, B., Indradjad, A., Arief, R., dan Bagdja, I.W., 2012b. Pengembangan Sistem Produksi Informasi Indeks Kehijauan Skala Regional Dengan Penambahan Fitur Network Links. Dalam: LAPAN, *Prosiding Seminar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Dirgantara (Siptekgan) XVI*. 27 November 2012, pp.516-524.
- [20] Lavender, S.J. and Groom, S.B., 1999. The SeaWiFS automatic data processing system (SeaAPS). *International Journal of Remote Sensing*, 20, pp.1051-1056.
- [21] Stumpf, R.P., Culver, M.E., Tester, P.A., Tomlinson, M., Kirkpatrick, G.J., Pederson, B.A., Truby, E., Ransibrahmanakul, V., and Soracco, M., 2003. Monitoring *Karenia brevis* blooms in the Gulf of Mexico using satellite ocean color imagery and other data. *Harmful Algae*, 2, pp.147-160.
- [22] Sciarra, R., Böhm, E., D'Acunzo, E., and Santoleri, R., 2006. The large scale observing system component of ADRISCOM: the satellite system. *Acta Adriatica*, 47, pp.51-64.
- [23] Smyth, T.J., Miller, P.I., Groom, S.B., and Lavender, S.J., 2001. Remote sensing of sea surface temperature and chlorophyll during Lagrangian experiments at the Iberian margin. *Progress in Oceanography*, 51, pp.269-281.
- [24] Gustiandi, B. dan Indradjad, A., 2013. Automatic Suomi National Polar-orbiting Partnership (S-NPP) Satellite Data Processing System: Rawdata to Raw Data Record (RDR), *unpublished*.
- [25] Michael, R.K., 2008. *Mastering UNIX® Shell Scripting*. 2nd ed. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- [26] Shoots Jr., W.E., 2012. *The Linux® Command Line: A Complete Introduction*. California: No Starch Press