

# PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK PENGOLAHAN DATA SATELIT NOAA DAN FENGYUN

Nursaid, Hidayat Gunawan, dan B.M.R. Subowo  
Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh - LAPAN  
Jl. Lapan No.70, Pekayon-Pasar Rebo, Jakarta 13710

## ABSTRAK

Data satelit NOAA dan FengYun yang dihasilkan oleh sistem penerima Timestep, baik untuk pengolahan awal, pengolahan lanjut maupun aplikasi, memerlukan banyak langkah dalam proses pengolahan dan menggunakan beberapa perangkat lunak (*software*) pengolah yang berbeda sehingga memerlukan waktu dan energi yang cukup banyak. Oleh sebab itu sebagai dukungan Bidang Produksi Informasi terhadap para peneliti/pengguna data satelit NOAA dan FengYun, perlu adanya ketersediaan data yang sudah diolah awal. Data yang sudah terolah awal tersebut harus mempunyai format yang sesuai (*compatible*) dengan perangkat lunak pengolahan lanjut. Penggunaan perangkat lunak *open source* ATOVS AVHRR Pre-Processing Package (AAPP) diharapkan dapat membantu permasalahan tersebut. Kajian awal adalah komparasi struktur/format data NOAA dan FengYun yang tersedia dengan struktur/format data NOAA dan FengYun standar yang digunakan oleh perangkat lunak AAPP.

**Kata kunci:** NOAA, FengYun, AAPP.

## 1. PENDAHULUAN

Untuk mendukung dan meningkatkan pelayanan kepada pengguna, khususnya pengguna data satelit lingkungan dan cuaca NOAA dan Fengyun, diperlukan data yang telah diolah awal dengan menggunakan format standar dan konsisten serta memenuhi kaidah ilmiah yang berlaku. Data standar diperlukan agar pengolahan awal (*pre-processing*) dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak *open source*. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk pengolahan awal data satelit lingkungan dan cuaca seperti Otomatisasi Sistem Produksi Hot Spot untuk Mendukung *Firewatch* Indonesia dan Sistem Informasi Bencana Alam (SIMBA) LAPAN tahun 2008, dan Kegiatan Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh untuk Standarisasi Data Satelit Lingkungan dan Cuaca tahun 2010.

Pemanfaatan perangkat lunak *open source* AAPP yang dibangun oleh *Satelit Application Facility on Numerical Weather Prediction* (NWP SAF) memberikan harapan perangkat lunak tersebut menghasilkan data yang mempunyai format data standar. Data master yang disimpan untuk kepentingan pengguna saat ini adalah dalam bentuk data mentah level 1B. Pada kegiatan ini diharapkan pekerjaan pengolahan awal tersebut dapat dilakukan dengan sistem pengolahan awal otomatis.

Dengan adanya pemanfaatan perangkat lunak AAPP, pengguna tidak lagi melakukan proses pengolahan awal, sehingga dalam melakukan pengolahan lanjut waktu yang digunakan lebih pendek dan informasi yang dihasilkan dapat disampaikan lebih cepat. Pada kegiatan sebelum ini, pengolahan data lanjutan untuk aplikasi selalu menggunakan dua file data, yaitu data mentah dan data level 1B. Dengan penggunaan perangkat lunak *open source* diharapkan keluarannya sudah dapat digunakan untuk pengolahan lanjut.

Satelit NOAA merupakan satelit meteorologi generasi ketiga milik *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) Amerika Serikat setelah seri *Television and Infra-Red Observation Sattelite* (TIROS) tahun 1960-1965 dan *Infra-Red Observation Sattelite* (IOS) tahun 1970-1976. Satelit NOAA berada pada ketinggian orbit 833-870 km dengan sudut inklinasi berkisar  $98,7^{\circ}$ – $98,9^{\circ}$ , dan mempunyai kemampuan mengindra suatu daerah 2 kali dalam 24 jam. Satelit NOAA merupakan satelit yang handal untuk memperoleh informasi mengenai keadaan fisik lautan/samudera dan atmosfer. Seri NOAA ini dilengkapi dengan 6 (enam) sensor utama, yaitu:

### 1. *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR)

2. *Tiros Operational Vertical Sonde* (TOVS)
3. *High Resolution Infrared Sounder* (HIRS) / bagian dari TOVS,
4. *Data Collection System* (DCS)
5. *Space Environment Monitoing* (SEM)
6. *Search and Rescue Sattelite System* (SARSAT)

Di antara keenam sensor utama tersebut, sensor AVHRR merupakan sensor yang bermanfaat untuk pemantauan bumi dengan kemampuan memantau menggunakan lima kanal, dari kanal tampak (*visible*) sampai dengan kanal inframerah-jauh (*far infrared*). Periode untuk sekali orbit bagi satelit NOAA adalah 102 menit menghasilkan  $\pm 14,1$  orbit per hari. Bilangan orbit yang tidak genap ini menyebabkan *sub-orbital track* tidak berulang pada baris harian walaupun pada saat perekaman data waktu lokalnya tidak berubah dalam satu lintang.

Secara umum sensor AVHRR mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Kepekaan kanal inframerah termal  $0,12 \text{ K}$  pada  $300^\circ \text{ K}$
- Jumlah piksel sebanyak 1.024
- *Instantaneous Field of View* (IFOV) adalah  $1,3 \pm 0,1 \text{ m rad}$
- Resolusi spasial terkecil adalah sebesar  $1,1 \times 1,1 \text{ km}$
- Lebar liputan/sapuan adalah  $2.590 \text{ km}$
- *Field of View* (FOV) adalah  $55,4^\circ$
- Kecepatan garis (*line rate*) adalah 360 garis per menit
- Kecepatan data (*data rate*) adalah  $665,4 \times 10^3 \text{ bps}$ .

Data AVHRR dapat diaplikasikan untuk menganalisis parameter-parameter di bidang meteorologi, oseanografi, maupun hidrologi. Kombinasi penggunaan beberapa kanal dari data AVHRR dapat juga dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi, seperti pemantauan vegetasi, kebakaran hutan, ekstraksi albedo, ekstraksi suhu permukaan laut dan suhu daratan, pertanian, liputan awan maupun pendeteksian salju/es di permukaan bumi. Sensor AVHRR terdiri dari 5 kanal, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nama Kanal, Panjang Gelombang, Spektrum dan Jenis Penginderaan Sensor Jauh AVHRR Satelit NOAA

KANAL	PANJANG GELOMBANG ( $\mu\text{m}$ )	DAERAH SPEKTRUM	PENGAMATAN
1	0,56 – 0,68	Tampak	Albedo siang hari (pemetaan awan) Pemantauan salju, lapisan es dan cuaca
2	0,73 – 1,10	Tampak sampai inframerah-dekat	Pemantauan perkembangan tumbuhan
3A	1,58 – 1,64	Tampak sampai inframerah-dekat	Deteksi salju dan es
3B	3,55 – 3,93	Inframerah-tengah	Pemetaan awan malam hari Pengukuran temperatur permukaan laut
4	10,5 – 11,5	Inframerah-jauh	Pemetaan awan siang dan malam Pengukuran temperatur permukaan laut, Penelitian air tanah untuk pertanian
5	11,5 – 12,5	Inframerah-jauh	Pemetaan siang dan malam Pengukuran temperatur permukaan laut,

Data *High Resolution Picture Transmission* (HRPT) dari satelit FengYun 1-C dan FengYun-1D milik China disebut *China High Resolution Picture Transmission* (CHRPT). CHRPT berupa *Multichannel Visible and Infrared Scan Radiometer* (MVISR) yang terdiri dari 10 kanal. *Scan rate* MVISR 6 lines/second. Masing-masing kanal terdiri dari 2.048

word untuk 10 kanal ada 20.480 word, dengan ditambah *synch* dan *auxiliary* information menjadi 22.180 words setiap *scan line*, dan 10 bit/words, bit rate 1,3308 Mbps. Modulasi data CHRPT adalah *Phase Shift Keying* (PSK). CHRPT mempunyai 10 kanal (lihat Tabel 2.) dan spesifikasi dari instrumen CHRPT dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Kanal, Panjang Gelombang, dan Pemanfaatan Data CHRPT FengYun

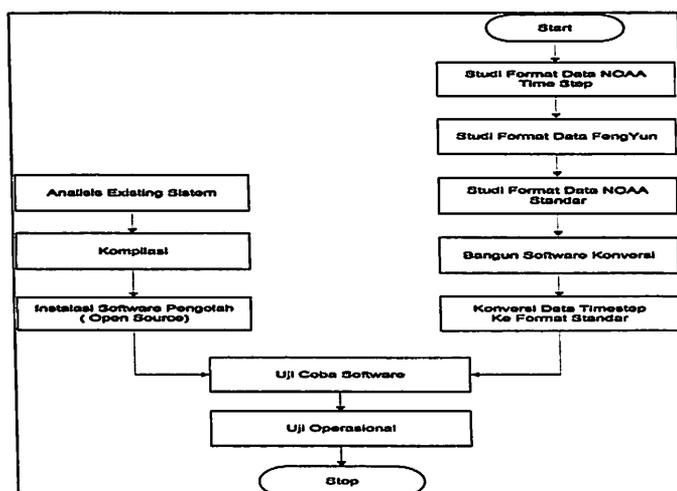
BAND	SPECTRAL RANGE ( $\mu\text{m}$ )	PRIMARY USE OF DATA
1	0,58 - 0,68 (VIS)	Daytime clouds, ice and snow, vegetation
2	0,84 - 0,89 (VNIR)	Daytime clouds, vegetation, water
3	3,55 - 3,93 (MWIR)	Heat source, night cloud
4	10,3 - 11,3 (TIR)	SST, day/night clouds
5	11,5 - 12,5 (TIR)	SST, day/night clouds
6	1,58 - 1,64 (SWIR)	Soil humidity, provision of ice/snow cover distinguishing capability
7	0,43 - 0,48 (VIS)	Ocean color
8	0,48 - 0,53 (VIS)	Ocean color
9	0,53 - 0,58 (VIS)	Ocean color
10	0,90 - 0,965 (VNIR)	Water vapor

Tabel 3. Spesifikasi Instrumen CHRPT

INSTRUMENT TYPE	WHISKBROOM SCANNING RADIOMETER
Optical aperture of telescope	200 mm
IFOV, FOV (swath width)	1,26 mrad (1,1 km spatial resolution), $\pm 55,4^\circ$ (3.100 km swath)
Detector material	Si detector for bands 1,2, 7, 8, 9, 10; HgCdTe for bands 3, 4, 5 and 6
Cooler	Radiant cooler operating at 105° K
Radiometric sensitivity	NEDR $< 3 \times 10^{-4}$ , bands 1, 2, 7, 8, 10 NEDR $< 1 \times 10^{-3}$ , band 6 (Noise Equivalent Delta Radiance) NEDT $< 0,27^\circ$ K, band 3 NEDT $< 0,25^\circ$ K, band 4, 5 (Noise Equivalent Delta Temperature)
Radiation calibration accuracy	$>10\%$ for VIS and IR bands, $1,0^\circ$ K for TIR bands
Scan rate	6 lines/s
Pixels per scan line	2048 for CHRPT and DLPT data 1018 for DGPT data
Data quantization	10 bit
Instrument mass, power	55 kg, 45 W

## 2. METODE PENELITIAN

Peralatan dan bahan yang digunakan: personal komputer; server; data NOAA format *time step*; data FengYun format *time step*; *open source* AAPP; OS. Windows; OS. Linux; FORTRAN 77/FORTRAN; 90 compiler; C compiler; kertas; flash disk; CD-ROM/DVD-ROM.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Format file HRPT time step cukup kompleks dan sangat tidak terkait erat dengan format data asli. Hal ini terutama untuk alasan kinerja, memiliki data untuk setiap kanal dalam satu blok membuat akses lebih mudah. Image data dimulai setelah *header*, satu baris dari setiap kanal data terdiri dari 2.560 *byte* 10-bit dalam format *packed*. Secara umum format data timestep sebagai berikut: 2.048 *Bytes header*; 2.560 *Bytes line 1 channel 1*; 2.560 *Bytes line 1 channel 2*; 2.560 *Bytes line 1 channel 3*; 2.560 *Bytes line 1 channel 4*; 2.560 *Bytes line 1 channel 5*; 2.560 *Bytes line 1 Calibration data*, seterusnya sampai akhir file. Data kalibrasi selalu disimpan dalam *unpacked* 16-bit.

Prinsip *encode* dan pemaketan data AVHRR menggunakan prinsip HRPT, dimana satu *scan-line* data AVHRR dikemas dalam satu *minor-frame*. Pada setiap *minor-frame* terdapat sejumlah data/informasi dengan ukuran yang berbeda-beda, dan dari awal setiap *minor-frame* ditandai dengan satu set kode *frame-sync* dengan panjang 60 bit. Setelah kode *frame-sync* akan diikuti dengan berbagai data dengan urutan: *ID*, *Time-code*, *Telemetry*, *Internal Target-Data*, *Space-data*, *TIP-data*, *Spare Words*, *Earth-data* dan *Auxiliary-sync*, dengan total 11.090 *word* (a 10 bit) setiap *minor-frame*. Sebagian besar data pada setiap *minor-frame* adalah “*Earth-data*”, yaitu sebanyak 10.240 *word*, disusun kemudian *TIP-data* sebanyak 520 *word* dan *Spare Words* 127 *word*.

Beberapa hal penting pada pemaketan data NOAA yang menggunakan prinsip HRPT bilamana dirangkum secara singkat dapat uraikan sebagai berikut:

1. 60 *bit* pertama adalah *bit Frame-Sync*, yang dihasilkan oleh 7 bit PN generator dengan inisial status 1111111 (seluruh bit-nya berlogika 1). Fungsinya adalah untuk membangkit PN menggunakan polinomial PN:  $X^6+X^5+X^2+X+1$ ,
2. 520 *bit* data TIP terdiri atas 5 *frame*, dimana masing-masing *frame* terdiri atas 104 *word*. Ke 104 *word* terdiri atas 103 *words* frame AMSU ditambah *word*-pertama TIP-data.
3. 127 *spare word* diturunkan dari keluaran 1.023 bit PN yang nilai logika-binernya di balik (*invert*). Data tersebut dihasilkan oleh umpan-balik pembangkit *shift register* dengan polinomial  $X^{10}+X^5+X^2+X+1$ . Status awal pembangkit PN adalah 1111111111 (seluruhnya berlogika 1) yang setup awalnya dimulai pada setiap awal *minor-frame*.
4. Setiap *minor-frame* memuat data yang diperoleh selama satu *scan* informasi atas permukaan bumi menggunakan sensor AVHRR. Data dari kelima kanal sensor AVHRR di multiplex menggunakan teknik BIP.

5. *Auxiliary sync* diturunkan dari keluaran 1023 bit PN yang nilai logika binernya tidak di balik (*non-invert*). Seperti hanya *spare word*, data tersebut dihasilkan oleh umpan-balik pembangkit "shift register" dengan polinomial  $X^{10}+X^5+X^2+X+1$ . Status awal pembangkit PN adalah 111111111 (seluruhnya berlogika 1) yang dimulai pada awal *word* ke-10.991.

Prinsip dekode data AVHRR, untuk menemukan kembali data instrumen yang dikirim satelit dilakukan proses ekstraksi data dengan teknik dekoding atau kami menyebutnya dengan produksi level 0. Secara umum struktur *minor-frame* data HRPT NOAA seri NOAA14 s/d NOAA18 adalah sangat mirip. Bila data tersebut dipaket dengan standar HRPT level 0, maka struktur datanya akan sama. Satu *scan-line* data HRPT NOAA terdiri atas 11.090 *word*, dengan satu *word* adalah 10 *bit*. Sehingga total data per *scan-line* adalah 110.900 *bit* atau 13.862,5 *Byte*. Adapun urutan informasi pada setiap baris (*scan-line*) data HRPT adalah:

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| a. 60 bit <i>Frame sync</i>              | g. 10 bit <i>Sync AVHRR</i> ,         |
| b. 20 bit <i>ID AVHRR</i> ,              | h. 520 bit <i>TIP data</i> ,          |
| c. 40 bit <i>Time-code</i> ,             | i. 1270 bit <i>Spare data</i>         |
| d. 100 bit <i>Telemetry AVHRR</i> ,      | j. 102400 bit <i>Earth data AVHRR</i> |
| e. 300 bit <i>Internal target data</i> , | k. 1000 bit <i>Auxiliary data</i>     |
| f. 500 bit <i>Space data AVHRR</i> ,     |                                       |

Proses ekstraksi data HRPT dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

**a. Framing data**

- Membuat 7 bit PN generator, sedemikian rupa sehingga 10 bit data PN-*scrambling* pertama yang keluar adalah 1010000100 dan yang terakhir adalah 0010010101.
- *Framing* data dilakukan dengan membandingkan 60 bit data di awal *frame-sync* dan 32 bit diakhir *frame-sync*. Proses pengujian *frame-sync* dilakukan dengan menggeser *bit* data yang diuji setiap kali komparasi data dilakukan. Proses yang sama diulang hingga ditemukan kode *frame-sync* pertama.
- Deteksi *frame-sync* lanjutan dilakukan pada setiap awal *scan line*.

**b. Dekomposisi bit**

- Ekstraksi data dilakukan setiap 10 bit (sesuai dengan struktur HRPT) dan data tersebut dikonversi menjadi data 16 bit, untuk selanjutnya disimpan ke *buffer*.
- Status deteksi (*loss-sync*, *counter* deteksi dan posisi *loss-frame-sync*) ditampilkan di monitor, agar operator mengetahui kualitas data yang diterima.
- Sesuai standar paket pengolahan HRPT menggunakan AAPP, data pada *scan-line* dengan status *loss frame-sync* tidak ditulis pada file output.
- Data keluaran berupa produk level 0 dengan struktur standar HRPT NOAA.

**c. Output**

- Data output level 0 HRPT NOAA disimpan dengan tetap memuat kode *frame-sync* dan seluruh data yang ada seperti aliran data HRPT, kecuali telah ter-*framing* (terpaket) dan dikonversi menjadi 16 bit.
- Tampilan QL HRPT adalah RGB komposit bila akuisisi siang dan hitam-putih pada akuisisi malam hari.
- Tampilan citra QL adalah *full-resolution* dengan fasilitas *scroll* pada kedua arah.

Paket pengolah data AAPP adalah paket program pengolah data HRPT-NOAA dan AHRPT MetOp yang dipublikasi terbuka-terbatas melalui *website*. Paket AAPP dibangun dan dikembangkan oleh sejumlah peneliti dari organisasi meteorologi Eropa, yang antara lain:



## Fungsi Paket Perangkat Lunak

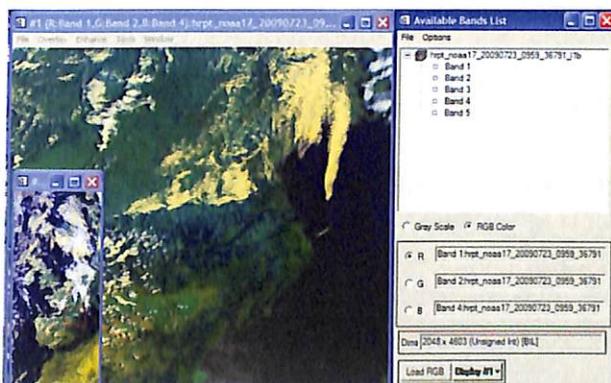
AAPP memuat sejumlah modul yang mampu mengolah data HRPT/AHRPT dari level 0 hingga menghasilkan produk-produk sebagai berikut :

- Produk level 1a : memisahkan data sesuai instrumen masing-masing,
- Produk level 1b: data terkoreksi sistematik (terkalibrasi dan *geo-reference*),
- Produk level 1c: *Albedo* dan temperatur terkalibrasi dan *geo-reference*,
- Produk level-1d: data terfilter dan *mapped* (khusus untuk aplikasi *cloud mask*), (Format data produk level 1a, 1b, 1c dan 1d telah dipublikasi secara internasional melalui WMO).

Secara fungsional, paket AAPP memuat fungsi dekomutasi, navigasi, kalibrasi, pengolahan awal, pemetaan sesuai grid instrumen, dan *cloud-masking* AVHRR. Gambar 2 dan 3 memaparkan alur pengolahan data satelit NOAA dan MetOp. Khusus untuk data satelit sebelum NOAA-15, keberadaan file MSU akan menggantikan oleh file AMSU-A dan AMSU-B, dan prosesnya menggunakan modul kalibrasi tersendiri.

Modul dekomutasi berfungsi mengekstrak data level-0, mengolahnya hingga menghasilkan produk level-1a. Proses ekstraksi berbeda-beda untuk setiap instrumen. Proses selanjutnya adalah pengolahan navigasi-satelit, yang dalam hal ini menggunakan elemen-orbit (TBUS atau TLE). Hasilnya dipakai pada proses kalibrasi dengan cara menambahkan data kalibrasi dan navigasi pada produk level-1a, dan menuliskannya sebagai produk level 1b pada file yang sama.

Tahap pengolahan diterapkan terhadap data terkalibrasi untuk menghasilkan file level-1b dimana hasilnya akan terkalibrasi temperatur kecerahannya untuk setiap instrumen ATOVS. Tahap kedua adalah memetakan data instrumen ATOVS pada grid yang disediakan, normalnya menggunakan grid HIRS serta menambahkan hasil dari beberapa tes ilmiah ke dalam file. Terakhir, data AVHRR diproses menggunakan dengan skema *cloud-mask* untuk menghasilkan informasi tentang awan yang kemudian ditambahkan pada file HIRS level-1d.



Gambar 4. Visualisasi Citra NOAA-17 hasil olahan AAPP



Gambar 5. Visualisasi Citra NOAA-18 hasil olahan AAPP

Paket AAPP dapat juga digunakan untuk mengolah data ATOVS dan AVHRR MetOp, untuk mana datanya harus tersusun satu file per instrumen atau memenuhi standar format *EPS Level 0*. Alur pengolahan MetOp tidak menggunakan modul *dekomutasi*, karena masukannya telah berorientasi instrumen, namun tersedia fasilitas untuk mengkonversi file *EPS level 0* menjadi format level-1a standar AAPP. Dengan fasilitas konversi ini, pengolahan data MetOp dapat dilakukan sebagaimana layaknya pengolahan data satelit NOAA.

Seperti diketahui, satelit MetOp memiliki banyak instrumen. Modul pengolahan data IASI dan instrumen lainnya sedang dikaji manfaatnya, namun demikian bila menggunakan modul *Operational Software – Local Reception Station* (OPS-LRS) data IASI dapat diproses hingga menghasilkan produk level-1c. Paket pengolah data IASI tidak dibahas lebih lanjut, namun informasinya dapat dibaca pada dokumen AAPP v6 Top Level Design, NWPSAF-MO-DS-011. Gambar 4 dan Gambar 5 adalah visualisasi hasil olahan perangkat lunak AAPP menggunakan data NOAA standar.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kemampuan perangkat lunak *open source* AAPP dalam mengolah data satelit lingkungan dan cuaca adalah menghasilkan data dengan level 1c: *geo-referenced and calibrated temperatures and albedo (non-reversible: calibration coefficients are applied to numerical data)* dan level 1d: *mapped and filtered data (cloud mask)*. Dari tahapan kegiatan yang sudah dilaksanakan seperti hasil kajian format data satelit NOAA dan FengYun yang tersedia dalam format sistem penerima *timestep* dan hasil kajian data standar yang digunakan oleh perangkat lunak AAPP.

Standar produk sistem akuisisi data adalah data mentah (sesuai dengan struktur data HRPT). Dengan pendekatan ini *framing* data dilakukan dua kali, yaitu saat tampilan *quicklook* dan saat pengolahan awal.

Modul pengolahan data NOAA/MetOp AAPP berhasil diinstall dan telah diuji coba pada komputer PC dengan sistem operasi Windows+Cygwin. Hasil olahan HRPT NOAA telah digunakan oleh beberapa kegiatan penelitian di lingkungan Pusbangja sejak Agustus 2007.

Modul pengolahan data NOAA telah diuji untuk pengolahan data mulai NOAA12, NOAA14, NOAA15, NOAA16, NOAA17, dan NOAA18. Sementara itu, pengolahan data AHRPT MetOp akan dibahas tersendiri. Perlu ada kajian lebih lanjut agar hasil kegiatan ini dapat mendukung kegiatan pemantauan, aplikasi dan penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson, N. 2005. AAPP Status Report and Review of Development for NOAA-N and METOP. May 2005. Met Office.
- Iskandar, E. 2010. Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh untuk Standarisasi Data Satelit Lingkungan dan Cuaca. PUSBANGJA LAPAN.
- Kustyo. 2008. Otomatisasi Sistem Produksi Hotspot untuk Mendukung Firewatch Indonesia dan SIMBA-LAPAN. PUSBANGJA LAPAN.
- Labrot, T. 2006. AAPP Documentation, Software Description, Doc ID. NWPSAF-MF-UD-002 Version 6.0.
- Labrot, T. 2007. AAPP Documentation, Data Format, Doc ID: NWPSAF-MF-UD-003 Version 6.1.
- White, K. dan Atkinson, N. 2006. AAPP Overview, Doc ID: NWPSAF-MF-UD-004 Version 6.0.  
[david-taylor@blueyonder.co.uk](mailto:david-taylor@blueyonder.co.uk)  
<http://celestrak.com/NORAD/elements/weather.txt>  
[www.ncdc.noaa.gov/oa/pod-guide/ncdc/docs/klm/html/c4/sec4-1.htm](http://www.ncdc.noaa.gov/oa/pod-guide/ncdc/docs/klm/html/c4/sec4-1.htm), NOAA KLM User's Guide, section 4.1.