

PENGEMBANGAN STASIUN BUMI PENGINDERAAN JAUH RUMPIN UNTUK PENERIMAAN DATA SATELIT LANDSAT7/ 8 (LDCM) DAN TERRA/AQUA (MODIS) SECARA FULLY REMOTE DAN NEARLY OTOMASI

Hidayat Gunawan, Wisnu Sinarmodo, Ali Syahputra Nasution, Andy Indradjad, Ayom Widipaminto

Perekayasa Bidang Teknologi Akusisi dan Stasiun Bumi Penginderaan Jauh,
Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
Jl. LAPAN No. 70 Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur 13710, Indonesia

hgun1708@gmail.com, widipaminto@gmail.com

Abstrak. Dalam rangka menjaga kontinuitas data satelit penginderaan jauh untuk mendukung Bank Data Penginderaan Jauh Nasional (BDPJN), LAPAN dalam hal ini kedeputian penginderaan jauh perlu membangun infrastruktur yang mampu menerima, merekam, dan mengolah data satelit penginderaan jauh sumber daya alam dan lingkungan cuaca yang mencakup wilayah Indonesia. Seperti sudah dibangun dan dikembangkan di stasiun bumi parepare, yang saat ini sudah beroperasi untuk penerimaan data penginderaan jauh satelit Spot-5/6, Landsat-7/8 (LDCM), Terra/Aqua dan NPP. Akantetapi dengan bertumpu pada stasiun bumi parepare, akan terjadi beberapa kendala dalam operasi penerimaan data penginderaan jauh, diantaranya cakupan penerimaan data, konflik jadwal akusisi dan resiko kerusakan antena. Untuk itu perlu dibangun stasiun bumi penerima data penginderaan jauh yang bisa mengantisipasi kendala yang terjadi, dan bisa sebagai alternatif sbg backup, redundansi dan compliment dari stasiun bumi parepare. Upgrading stasiun bumi penginderaan jauh di Rumpin dibangun pada posisi 106.6313 BT, 6.3728 LS, 219 ft, dengan ketinggian antena 15m dan free spekle noise pada elevasi 5 derajat. Meliputi Subsistem antena menggunakan antena X-Band dgn diameter 5.4m dan G/T 30 dB, subsistem pedestal dengan 2 sumbu (X,Y), subsistem kontrol dengan program dan autotrack, subsistem RF menggunakan Feeder/LNA dengan spektrum frekwensi 8.0 – 8.5GHz dan downconverter 720 MHz, serta subsistem penerima menggunakan programable demodulator multimisi. Dalam pengembangannya stasiun bumi penginderaan jauh Rumpin menggunakan metode fully remote dan nearly otomasi, baik pada tahapan akusisi, pengolahan dan reporting. Sehingga tidak perlu ada operator di stasiun bumi, selanjutnya operasional lebih pada monitoring proses, pengelolaan data dan pelaporan. Dengan sistem stasiun bumi yg dibangun sudah bisa dilakukan penerimaan downlink signal dan pengolahan data satelit Landsat-8 (November 2014), Landsat-7 (Agustus 2015), Terra dan Aqua (Agustus 2015), sedangkan untuk penerimaan data satelit Landsat7/8 sudah mendapatkan sertifikasi USGS tahun 2014/2015. Dengan dilakukannya upgrading dan pengembangan stasiun bumi penerima data satelit Landsat-7/8, dan Terra/Aqua (Modis) di Rumpin, dalam operasionalnya bisa menjadi backup redundansi dan compliment stasiun bumi inderaja Parepare dalam rangka mendukung program Bank Data Penginderaan Jauh Nasional.

Kata Kunci: Stasiun bumi penginderaan jauh, backup redundansi dan compliment, Fully Remote dan Nearly otomasi, Landsat7, Landsat 8, Terra/Aqua

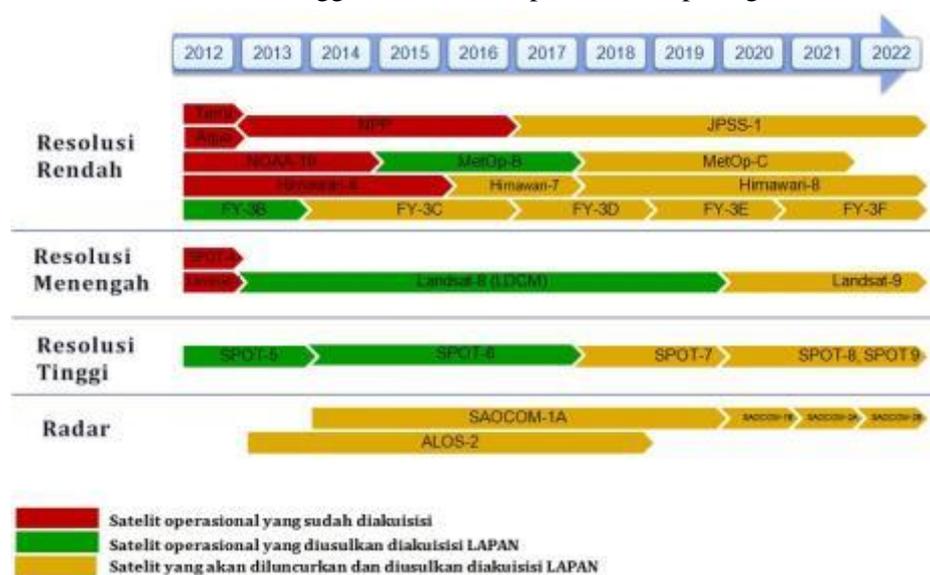
1. Pendahuluan

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) sedang membangun dan mengembangkan Bank Data Penginderaan Jauh Nasional (BDPJN) sebagai pusat data (data center)

untuk perekaman, pengolahan, penyimpanan, dan pengelolaan data penginderaan jauh satelit. Dalam rangka operasional sistem BDPJN, perlu dijaga kontinuitas ketersediaan data penginderaan jauh satelit.

LAPAN telah memiliki stasiun bumi penginderaan jauh yang terletak di Parepare, Jakarta/Pekayon, dan Rumpin. Saat ini Stasiun Bumi Parepare telah memiliki 2 unit sistem antena dan telah beroperasi untuk melakukan akuisisi langsung dan pengolahan dari berbagai data penginderaan jauh satelit antara lain data satelit Terra, Aqua, NPP, SPOT-5, 6, Landsat 7, dan Landsat-8. Stasiun Bumi Jakarta/Pekayon beroperasi untuk melakukan akuisisi dan pengolahan data satelit NOAA-18, 19, METOP, dan MTSAT. Sedangkan Stasiun Bumi Rumpin beroperasi untuk melakukan akuisisi data satelit LAPAN TUBSAT, Terra, Aqua, NPP dan Landsat-8.

Hingga tahun 2022 (Kajian Pengembangan Master Plan Manajemen BDPJ 2012-2022), data penginderaan jauh satelit optis mulai resolusi rendah hingga tinggi dan data satelit radar dibutuhkan pengguna khususnya dari berbagai instansi pemerintah, dan hingga tahun 2022 akan lebih banyak satelit penginderaan jauh yang akan diluncurkan dan beroperasi. Berdasarkan hal tersebut LAPAN telah membuat suatu usulan akuisisi data penginderaan jauh satelit secara langsung melalui Stasiun Bumi Penginderaan Jauh LAPAN hingga tahun 2022 seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Rencana akuisisi data penginderaan jauh satelit oleh Stasiun Bumi LAPAN

Pada tahun 2013 sudah dibangun dan dioperasikan sistem antena Viasat 5.4 meter. Operasional tahun 2014 dapat berjalan dengan baik dan masih dijamin dengan garansi dari fabrikasi. Pada tahun 2015 masa garansi sudah habis dan untuk menjaga kontinuitas penerimaan data penginderaan jauh satelit, diperlukan kesiapan sumber daya dalam menjaga kondisi antena tetap beroperasi secara baik. Maintenance dilakukan secara rutin dan juga dilakukan apabila terjadi kerusakan pada antena. Ketersediaan spare part merupakan kebutuhan dalam maintenance agar tidak terjadi delay yang menyebabkan terhentinya operasional antena. Ketika operasional antena terhenti, kontinuitas ketersediaan data tidak dapat dipenuhi.

Sistem Stasiun Bumi merupakan bagian penting dalam Sistem Penginderaan Jauh yang saat ini sudah operasional. Untuk dapat mempertahankan kontinuitas operasional maka penguasaan teknologi dan kemampuan rancang bangun sistem stasiun bumi penginderaan jauh merupakan suatu keharusan. Perkembangan teknologi dan kebutuhan yang ada mengharuskan sistem stasiun bumi penginderaan jauh dapat terus berkembang untuk mengikuti perkembangan. Sesuai dengan program Kedeputian Penginderaan Jauh untuk menyiapkan operasionalisasi kelanjutan sistem akuisisi data penginderaan jauh, oleh karena itu kegiatan penguasaan teknologi juga diharapkan dapat merekomendasikan sistem akuisisi data satelit yang baru. Dalam rangka menjaga kesinambungan penerimaan data satelit sumberdaya alam, selain perlu mengkaji program-program satelit inderaja masa depan untuk mempersiapkan infrastruktur yang diperlukan baik untuk penerimaan data maupun pengolahannya, khususnya perlu dikaji sistem penerima data satelit penginderaan jauh sumberdaya alam terkini,

sehubungan dengan rencana peluncuran satelit LDCM / Landsat-8. Untuk itu LAPAN perlu menyiapkan kajian spesifikasi Sistem Stasiun Bumi untuk penerima Kelanjutan Satelit Landsat (Landsat-8).

Kegiatan ini bertujuan mengembangkan dan penguasaan teknologi rancangbangun sistem sistem stasiun bumi penerima satelit penginderaan jauh (LDCM) meliputi sistem penerima dan pengolahan awal data untuk mendukung operasi penerimaan data satelit inderaja di LAPAN. Dengan sasaran terwujudnyaajian sistem penerima demodulasi dan sistem ingest data satelit LDCM dengan penekanan pada penyediaan informasi teknis tentang prinsip dan teknologi demodulasi dan ingest data yang diterapkan, dan ketersediaan perangkat/sistem dimaksud Kajian sistem pengolahan data satelit LDCM dengan penekanan pada subsistem LPGA meliputi konsep pengolahan, requirement hardware dan software environment, beserta modul software pengolahan awal data LDCM (LPGA).

Hasil kegiatan ini diharapkan bisa meningkatkan jumlah dokumen teknis dan prototype software hasil kajian dan penelitian terkait teknologi stasiun bumi penginderaan jauh meliputi sistem penerima dan pengolahan awal data. Dan bisa meningkatkan kapasitas sumberdaya manusia di LAPAN terkait teknologi stasiun bumi satelit penginderaan jauh meliputi sistem penerima dan pengolahan awal data.

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) telah memulai untuk menyediakan data penginderaan jauh satelit Landsat sejak tahun 1983 hingga tahun 2006. Pada tahun 1983, LAPAN telah melakukan penerimaan data satelit Landsat 4 *Multispectral Scanner* (MSS). Pada tahun 1993, LAPAN telah berhasil mendirikan sistem stasiun buminya yang terletak di Parepare sebagai titik tengah wilayah Indonesia, dan telah mampu menerima menerima dan mengolah data satelit Landsat 5. Selanjutnya pada tahun 2000, dilakukan upgrading stasiun bumi sehingga mampu melakukan penerimaan dan pengolahan data satelit Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+).

Pada tahun 2003, terjadi kerusakan teknis *Scan Line Corrector* (SLC)-off pada sistem sensor satelit Landsat 7 sehingga sejak tahun 2006 operasional penerimaan data Landsat 7 terhenti. Selain itu, sistem pengolahan pengolahan data Landsat juga terhenti dikarenakan kendala teknis baik dari sisi hardware maupun perangkat lunak. Pada saat itu, sistem teknologi penyimpanan belum memadai untuk menyimpan seluruh data dan produk pengolahan Landsat, dan kecepatan pengolahan yang belum memadai. Sistem pengolahan data Landsat hanya mengolah data sesuai pesanan atau tidak seluruh data akuisisi stasiun bumi. Dari hasil akuisisi langsung dan melalui kerjasama dengan *United State Geological Survey* (USGS), saat ini Kedeputian Penginderaan Jauh LAPAN telah memiliki beberapa data arsip satelit Landsat 5 dan 7 baik dalam bentuk *Digital Cassette Recording System incremental* (DCRSi) Landsat 5 dan *Digital Linear Tape* (DLT) Landsat 7. Data arsip satelit Landsat yang dimiliki LAPAN menyediakan kumpulan informasi mengenai permukaan bumi. Berbagai karakteristik dan perubahan terhadap permukaan bumi dapat dideteksi, dan dianalisa dengan menggunakan data Landsat.

Saat ini Kedeputian Penginderaan Jauh LAPAN sedang melakukan penerimaan data satelit penginderaan jauh sumber daya alam *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM). Satelit LDCM merupakan seri kelanjutan misi satelit Landsat sebelumnya (Landsat 1 hingga Landsat 7) untuk menjaga kontinuitas ketersediaan data Landsat. Satelit ini rencananya akan diluncurkan tahun 2013 dengan membawa dua sensor yaitu *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Dalam fase persiapan penerimaan data satelit LDCM, pada tahun 2011 Kedeputian Penginderaan Jauh LAPAN telah berhasil meningkatkan kemampuan dan kapasitas sistem stasiun buminya meliputi subsistem antena hingga demodulator. Kebutuhan *upgrading* (peningkatan) kapasitas dan kemampuan sistem stasiun bumi penginderaan jauh tidak hanya sampai pada sistem penerimaannya namun hingga infrastruktur sistem pengolahan datanya.

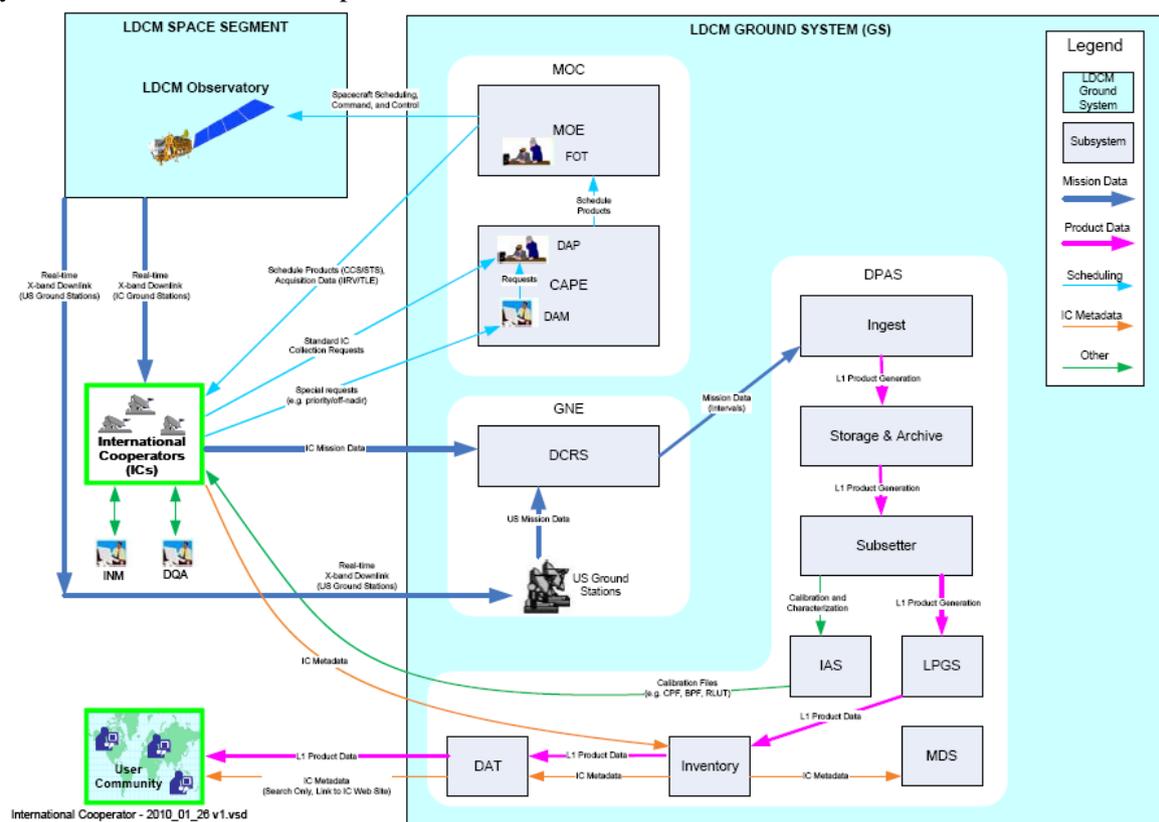
Tulisan ini membahas mengenai otomatisasi dan monitoring real-time sistem penerimaan, pengolahan dan penyimpanan data satelit LDCM yang dalam hal ini dimungkinkan untuk dapat mengolah data arsip Landsat 5 dan 7. Sistem pengolahan data ini didesain dapat mengolah data dengan kuantisasi baik 12 bit (LDCM) maupun 8 bit (Landsat 5 dan 7). Selain itu sistem pengolahan data ini dapat bekerja secara otomatis, *real-time monitoring*, *standalone* (sistem pengolahan multi modul perangkat lunak yang di-*install* dalam satu server), dan paralel (beberapa server bekerja secara bersamaan).

2. Overview Sistem Stasiun Bumi Penerima dan Pengolah Data Landsat/LDCM (Landsat/LDCM Data Processing and Receiving Ground Station System Overview)

Landsat Data Continuity Mission (LDCM) merupakan program lanjutan dari satelit Landsat untuk menggantikan satelit Landsat 7. Satelit Landsat sudah beroperasi mulai dari satelit Landsat 1 yang diluncurkan pada tahun 1972. *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) merupakan salah satu komponen dari program Landsat yang dilakukan bersama-sama dengan NASA dan USGS.

LDCM terdiri dari tiga komponen utama: Segmen Space, Segmen Ground, dan Segmen Launch Services. Gambar berikut menunjukkan konsep operasi LDCM.

Space Segment (SS) terdiri dari wahana pengamat (satelit) dan pre-launch *Ground Support Equipment* (GSE). Wahana pengamat meliputi sensor dan platform satelit. Satelit beroperasi pada ketinggian 705 km (di ekuator), *sun-synchronous* (98.2° inklinasi) orbit dengan siklus ulang 16 hari dan *mean local time* pada 10:00 a.m. (+/- 15 menit) pada *descending node*. Data dari sensor dan data *ancillary* (digabung sebagai data misi) akan disimpan secara *onboard* kemudian ditransmisikan ke semua stasiun bumi yang tergabung dalam *LDCM Ground Network* melalui jalur komunikasi X-band. Jalur ini memanfaatkan virtual channel yang terpisah meliputi status kesehatan, data misi real time dan playback yang tersimpan ke GNE dan downlink data misi real time saja ke *International Cooperators* (ICs) yang dilengkapi peralatan untuk menerima data satelit. Satelit juga akan menerima dan mengeksekusi perintah, mengirimkan data telemetri *housekeeping* real time dan yang tersimpan ke GNE melalui jalur S-band. GSE mempunyai fungsi untuk melakukan pengintegrasian dan pengetesan system stasiun bumi sebelum peluncuran.



Gambar 2. Konsep operasional penerimaan dan pengolahan LDCM

Segmen Ground LDCM terdiri dari empat elemen yaitu *Collection Activity Planning Element* (CAPE), *Mission Operations Element* (MOE), *Ground Network Element* (GNE), dan *Data Processing and Archive System* (DPAS). CAPE menentukan set scene per WRS-2 untuk dikumpulkan oleh satelit setiap harinya. MOE merencanakan dan menjadwalkan aktifitas satelit, memberikan perintah dan kontrol

ke satelit, dan memantau kesehatan dan status satelit dan sistem operasi stasiun bumi. Sistem *hardware* dan *software* MOE berada dalam LDCM *Mission Operation Center* (MOC). Terdapat backup MOE (bMOE) yang terletak dalam backup MOC (bMOC). GNE mencakup stasiun bumi yang terletak di Sioux Falls, SD, Fairbanks, AK, dan stasiun bumi kontingensi di Svalbard, Norway untuk komunikasi RF melalui jalur S dan X band, dan sistem hardware dan software yang mengkomunikasikan data *command* dan *telemetry* dengan MOE dan data misi ke DPAS. Fungsi DPAS meliputi ingest, pengolahan, dan pengarsipan dan distribusi data misi LDCM. DPAS akan berada di pusat USGS *Earth Resources Observation and Science* (EROS) di Sioux Falls, SD.

3. Upgrading Sistem Stasiun Bumi Penerima Data Inderaja Rumpin (*Upgrading of Remote Sensing Data Receiving Ground Station System in Rumpin*)

3.1 Arsitektur sistem eksisting Stasiun Bumi

Arsitektur sistem stasiun bumi parepare saat ini dapat dilihat dalam gambar 1 di bawah ini. Arsitektur sistem stasiun bumi parepare meliputi 2 subsistem yaitu sistem penerimaan dan pengolahan data satelit.

Di sisi sistem penerimaan, saat ini kegiatan akuisisi di Parepare hanya menggunakan satu buah antenna SeaSpace X-band 5,4 m. Selain itu, juga terdapat antenna lain namun sudah tidak beroperasi lagi yaitu Antena Scientific Atlanta 10 m dan antenna NEC 10 m. Antena yang saat ini beroperasi (SeaSpace) digunakan untuk melakukan perekaman data satelit SPOT 4, Terra, dan Aqua (untuk SPOT 2 dan Landsat 5,7 sudah tidak diakuisi lagi). Dalam satu hari akuisisi, data satelit SPOT 4 diakuisisi sebanyak 2 kali, dan data satelit Terra dan Aqua diakuisisi sebanyak 3 sampai dengan 4 kali. Apabila terjadi konflik jadwal maka akuisisi data satelit SPOT 4 lebih diutamakan.

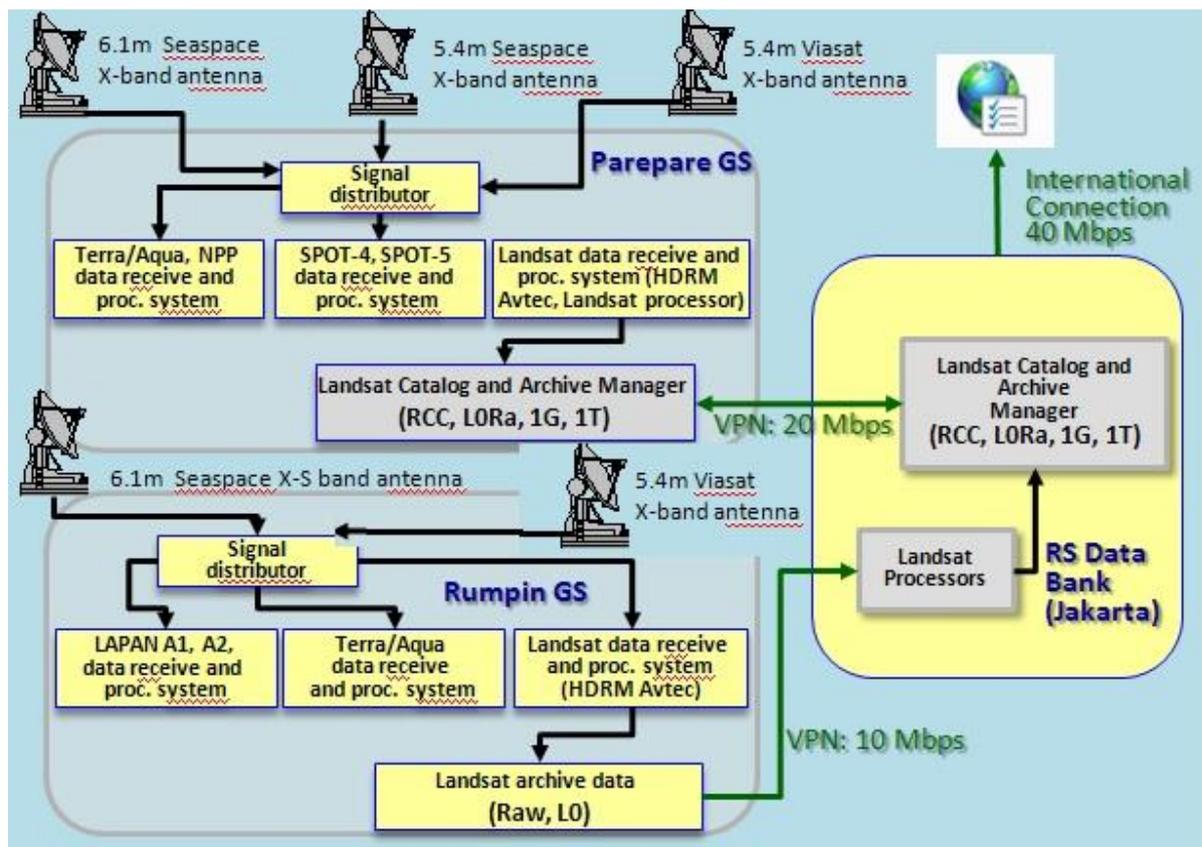
Sistem pengolahan data satelit SPOT 4 menggunakan software pengolahan data satelit SPOT untuk memproduksi data SPOT 4 dari raw data menjadi data level 1A dan 2A. Seluruh data/produk satelit SPOT 4 disimpan dan diarsipkan dalam media storage. Sebagai media transmisi pengiriman data/produk ke Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh (Pustekdata), Pekayon Jakarta digunakan media melalui Pos (CD/DVD) dan internet via FTP server.

Sistem pengolahan data satelit Terra dan Aqua menggunakan software pengolahan data satelit Terra dan Aqua (*International MODIS/AIRS Processing Packet* (IMAPP)/ *Science Processing Algorithm* (SPA)) untuk memproduksi data satelit Terra dan Aqua dari raw data menjadi level 1B (yang diolah khusus data *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS)). Seluruh data/produk satelit Terra dan Aqua disimpan dan diarsipkan dalam media storage. Sebagai media transmisi pengiriman data/produk ke Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, Pekayon, Jakarta digunakan media melalui Pos (CD/DVD) dan internet via FTP server.

Selain sistem penerimaan dan pengolahan data satelit SPOT 4, Terra dan Aqua, juga terdapat sistem penerimaan dan pengolahan data satelit lainnya namun sudah tidak beroperasi. Operasional sistem penerimaan dan pengolahan data SPOT 2 terhenti sekitar Juli 2009. Sementara itu sistem penerimaan data satelit Landsat 5 dan 7 juga telah terhenti sekitar tahun 2007.

3.2 Arsitektur sistem upgrading Stasiun Bumi

Konfigurasi sistem stasiun bumi parepare ke depan dapat dilihat dalam gambar 2 di bawah ini. Direncanakan akan dilakukan upgrading stasiun bumi Parepare terkait akan diluncurkannya satelit *National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System* (NPOESS) *Preparatory Project* (NPP) tahun 2011 dan satelit *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) pada tahun 2012.



Gambar 3. Sistem stasiun bumi penerima data satelit Landsat di Parepare dan Rumpin

Upgrading stasiun bumi Parepare Tahap I akan dilakukan pada tahun 2011 yang meliputi upgrading sistem penerimaan dan sistem pengolahan data satelit NPP. Rencananya di sisi sistem penerimaan akan ditambahkan 1 buah perangkat antenna X-band sebagai redundan perangkat antenna yang ada sekarang, sehingga semua jadwal akuisisi data satelit nantinya dapat diterima dan direkam. Selain itu akan ditambahkan perangkat Demodulator/Receiver (*High Rate Data Receiver*) yang mempunyai kemampuan dapat menerima input RF 720 MHz/1,2 GHz. Demodulator ini diharapkan juga dapat digunakan sebagai demodulator untuk data satelit LDCM. Di sisi sistem pengolahan akan diupgrade sistem hardware dan software pengolahan berdasarkan spesifikasi yang dipersyaratkan. Sistem software akan diupgrade dari IMAPP/SPA ke sistem software pengolahan *International Polar Orbiter Processing Packet (IPOPP)*. Sedangkan sistem storage NPP dapat menggunakan sistem storage Terra dan Aqua eksisting.

Upgrading stasiun bumi Parepare Tahap II akan dilakukan pada tahun 2012 terkait peluncuran satelit LDCM (kelanjutan Landsat 7). Dikarenakan satelit LDCM akan diluncurkan sekitar akhir tahun 2012, maka rencana paket upgrade hardware dan software sistem pengolahan data LDCM difokuskan untuk mengupgrade sistem pengolahan data Landsat (Landsat 7) yang dapat diupgrade ke sistem pengolahan data satelit LDCM. Sistem pengolahan data satelit LDCM yang tergabung dalam *Data Processing and Archive System (DPAS)* antara lain terdiri dari subsistem Ingest dan *subsistem Level 1 Product Generation System (LPGS)*. Kemudian akan ditambahkan perangkat sistem storage LDCM sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan. Sistem storage LDCM nantinya dibuat mirroring dengan sistem storage yang ada di Jakarta. Selain itu akan ditambahkan pula suatu perangkat *terminal multimission groundstation* yang berfungsi sebagai monitor sistem stasiun bumi untuk mengontrol seluruh perangkat multi misi satelit.

3.3 Sistem Antena Penerimaan data

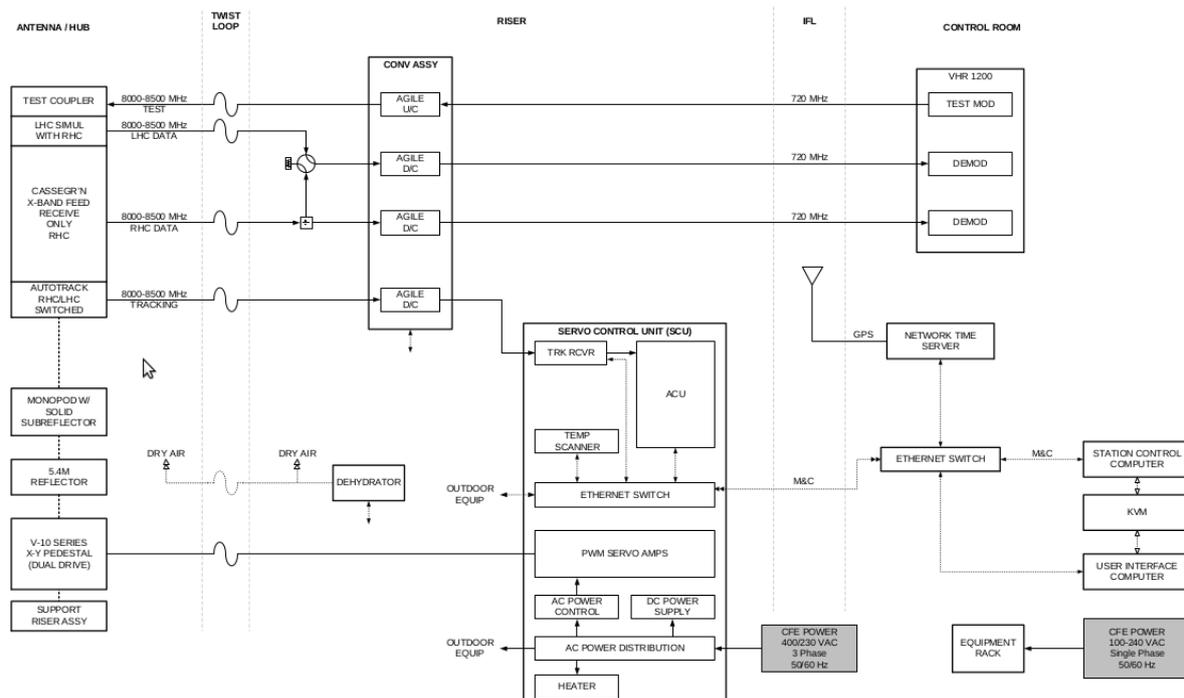
Seperti terlihat pada gambar 4, sistem antena x-band viasat terdiri dari beberapa subsistem, meliputi; subsistem dish antena, subsistem pedestal dan subsistem riser. Subsistem dish antena terbangun dari reflektor (dish/piringan), Feeder dan LNA (low noise amplifier), kemudian subsistem pedestal terdiri dari pedestal sumbu-X dan sumbu-Y, yang masing2x digerakkan oleh motor-X dan motor-Y, sedangkan subsistem Riser terdiri dari body riser yg terintegrasi dengan power distribution (PDU), servo control unit (SCU), antena control unit (ACU), Tracking receiver, Downconverter box, RF switch box dan Dehydrator box.



Gambar 4. Sistem eksisting antens X-Band 5.4 m Viasat

Spesifikasi teknis sistem antena untuk Stasiun Bumi LAPAN Rumpin sebagai berikut:

- Frekuensi : X-band
- Data channel : dual
- G/T : 31 dB/K
- Orbit satelit : satelit LEO
- Polarisasi : LHCP dan RHCP simultaneous dan automatic selectable by software
- Tipe tracking : Autotrack dan Program track
- IF : 720 MHz
- Tersedia Antena Control Unit (ACU)
- Dapat menerima data dari berbagai satelit seperti Landsat-8 (LDCM), SPOT-5/6.



Gambar 5. Sistem hardware antenna X-band Viasat

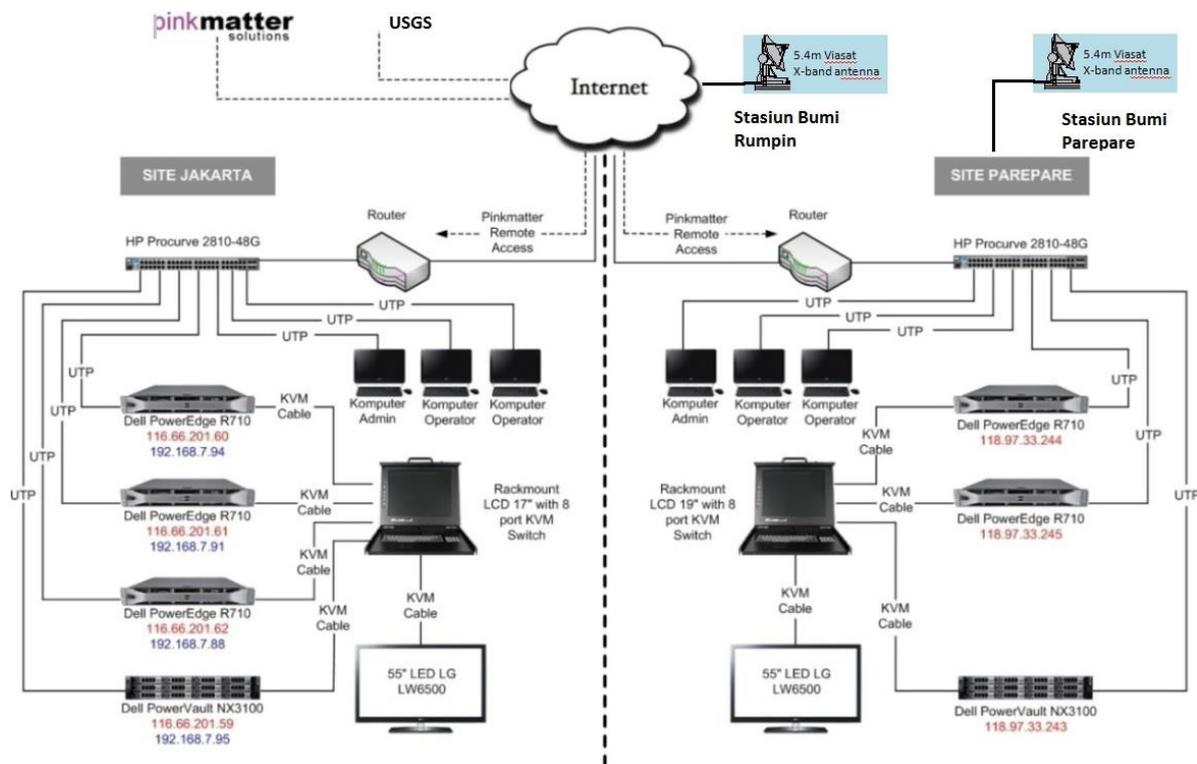
Dalam operasionalnya, kinerja sistem antenna bisa dilihat pada digram blok gambar 5, dimana terdapat 2 jalur sistem; jalur RF (down step) dan jalur kontrol antenna (up step). Jalur RF terdiri dari penerimaan signal RF data sistem sistem tracking, mulai dari signal yg ditangkap feeder antenna, kemudian melalui downconverter sampai dengan diterima demodulator (Receiver). Kemudian jalur kontrol antenna, dari ACU yg bisa mengontrol feeder dan gerak piringan antenna terhadap sumbu-X dan sumbu-Y, melalui motor-X dan motor-Y beserta X/Y encoder.

4. Sistem Pengolahan Data Landsat/LDCM (Landsat/LDCM Data Processing System Development)

4.1 Infrastruktur Perangkat keras system pengolah data satelit Landsat/LDCM

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa operasionalisasi satelit LDCM masih harus menunggu hingga tahun 2013, maka sistem pengolahan data ini dimungkinkan dapat mengolah data arsip satelit Landsat 5 dan 7. Sistem pengolahan data ini melibatkan dua lokasi yang berbeda yaitu Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh di Jakarta dan Balai Penginderaan Jauh di Parepare. Sistem pengolahan data ini membutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak. Di sisi perangkat keras membutuhkan beberapa perangkat *Server* untuk *landsat processor* dan katalog, *Network Attached Storage (NAS)* untuk penyimpanan dan pengarsipan, dan perangkat pendukung lainnya. Di sisi perangkat lunak membutuhkan modul pengolahan data Landsat dan LDCM seperti yang telah dikembangkan oleh *United States Geological Survey (USGS)* dengan beberapa modifikasi sesuai dengan kebutuhan LAPAN. Dalam hal ini LAPAN akan bekerja sama dengan Pinkmatter, salah satu perusahaan pengembang perangkat lunak Landsat di Afrika Selatan, untuk pengembangan perangkat lunak pengolahan data Landsat. Seluruh proses bekerja secara otomatis dan dapat dipantau melalui sistem *web*.

Adapun arsitektur sistem pengolah data LDCM di Jakarta dan Parepare dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini. Sedangkan spesifikasi teknis perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam rancang bangun sistem pengolahan data Landsat dapat dilihat pada Tabel 1



Gambar 6. Arsitektur sistem pengolahan data satelit LDCM di Jakarta dan Parepare

- Site Jakarta menggunakan 3 unit *server* dan 3 unit NAS dengan desain konfigurasi:
- Satu unit *server* sebagai sistem dan file manajemen, Landsat Processor (VM-01)
- Satu unit *server* sebagai Landsat Processor dan Ingest sistem (VM-02)
- Satu unit *server* sebagai Modis/NPP processor (VM-03)
- Site Parepare menggunakan 2 unit *server* dan 2 unit NAS dengan desain konfigurasi:
- Satu unit *server* sebagai processor Landsat data (Processor server)
- Satu unit *server* sebagai data receiver manajemen (Acquisition server)

4.2 Infrastruktur Perangkat lunak system pengolahan data satelit Landsat/LDCM

Adapun aliran kerja sistem pengolahan data satelit landsat yang akan diimplementasikan di LAPAN (Jakarta dan Parepare) dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.

A – Penerimaan data Landsat dari demodulator

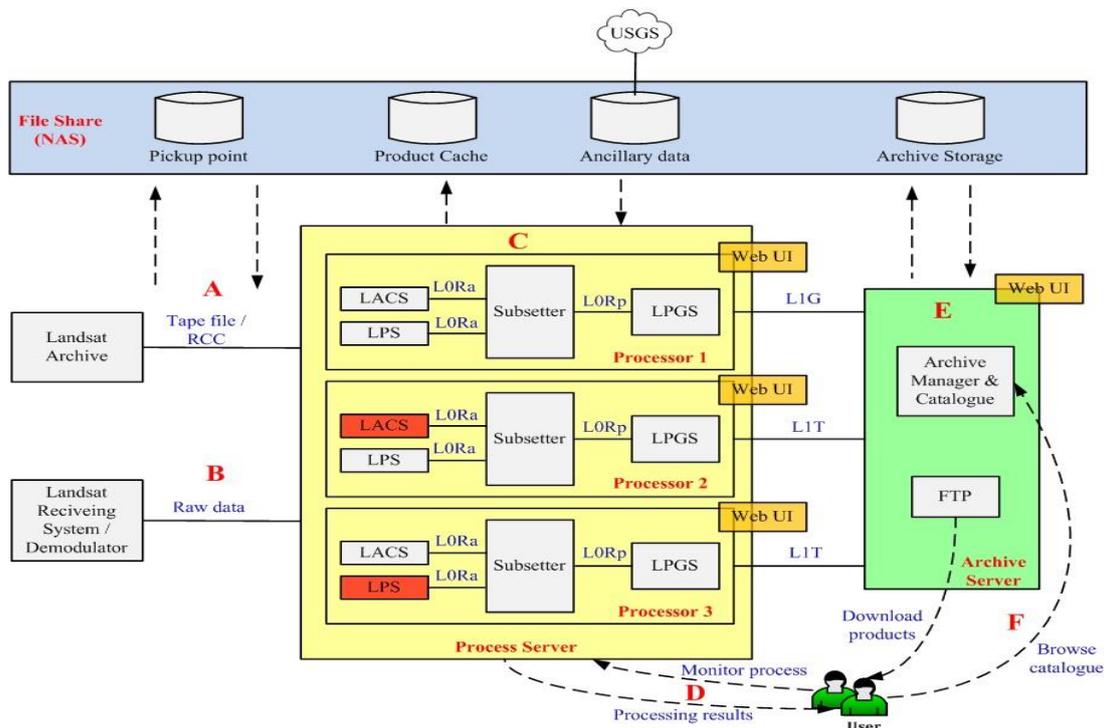
Demodulator membuang *raw data* ke *pickup point* RCC di *disk share*. File secara otomatis diambil dan dikirim ke *processing node*.

B – Ekstraksi RCC dari file arsip Landsat 5/7/8

Operator membuang *file data arsip tape* ke *Tape pickup point* di *disk share*. File secara otomatis diambil. RCC subsetter mengekstrak RCC dari *file tape* dan mengirim RCC ke *processing node*.

Tabel 1. Daftar perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data LDCM

Nama Perangkat Lunak	Fungsi
RCC subsetter	Mengekstrak data RCC Landsat 5, dan Landsat 7 dari <i>tape files</i>
LACS	Mengolah data RCC Landsat 5 TM menjadi data <i>Level 0 Reformated Archive (LORa)</i>
Subsetter	Mengolah data LORa Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 menjadi data <i>Level 0 Reformated Product (LORp)</i>
LPGS	Mengolah data Landsat 1-5 MSS, 4/5 TM, Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 LORp menjadi produk level 1 (1R/1G/1T)
Archive manager	Memantau aktual <i>processor</i> dan melewati data yang siap untuk diarsipkan ke katalog
Katalogue	Menerima data dari <i>archive manager</i> melalui <i>pickup point</i>
LPS	Mengolah data RCC Landsat 7 menjadi data LORa
Ingest	Mengolah data misi Landsat 8 menjadi data LORa



Gambar 7. Aliran kerja sistem pengolahan data arsip satelit landsat 5, 7 dan 8

C – Pengolahan Level 1 dari rawdata

Sistem secara otomatis mendistribusikan RCC ke *processing node* yang sesuai. Sebuah *order* secara otomatis dibuat untuk tiap-tiap RCC menurut konfigurasi parameter order pada *node* tersebut. Dapat terjadi beberapa antrian *order* pada *processor* dan diolah sesuai urutan

antriannya. *Rawdata* diolah ke Level 1 dan produk L1G atau L1T yang dihasilkan dipindahkan ke *product chace*, tempat dimana mereka akan diarsipkan. Beberapa data *ancillary* yang dibutuhkan untuk pengolahan, seperti data *Calibration Parameter File* (CPF) dan *ephemeris* (EPH) sensor, secara otomatis akan diunduh dari *website* USGS. Perhatikan bahwa *server* pengolahan membutuhkan akses internet untuk ini. Data *ancillary* lain seperti data Chips dan *Digital Elevation Model* (DEM) dibutuhkan pada waktu pembuatan produk L1T dan harus dipastikan bahwa data ini tersedia pada *processing node*. Jika data yang diperlukan tidak ditemukan, maka proses akan gagal dan *error* tersebut akan dicatat pada *log file processor*.

D – Pemantauan proses

Tiap-tiap *processing node* memiliki *web-based Process Manager user interface* sendiri dimana operator dapat memantau perkembangan *order* yang diolah.

E – Pengarsipan produk

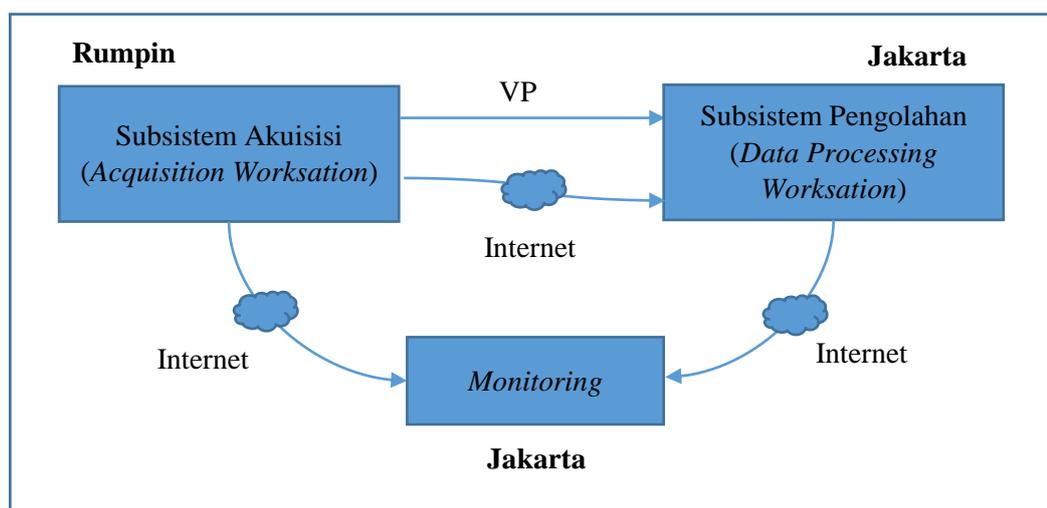
Archive server mengambil produk yang telah diolah dan menyimpan data beserta metadatanya pada *disk archive* menggunakan struktur direktori internalnya sendiri.

F – Katalog Pencarian

Archive server dapat dicari melalui *catalogue user interface*. Untuk pencarian satu *scene*, dapat dicari pada katalog dan menyimpannya pada *disk*. Pencarian dapat dilakukan berdasarkan cakupan spasial, cakupan temporal, jenis satelit (Landsat 5/7), tipe produk (RCC, L1G, L1T), dan berdasarkan metadata lain (seperti tutupan awan). Penyimpanan arsip juga dapat dicari melalui *server ftp*.

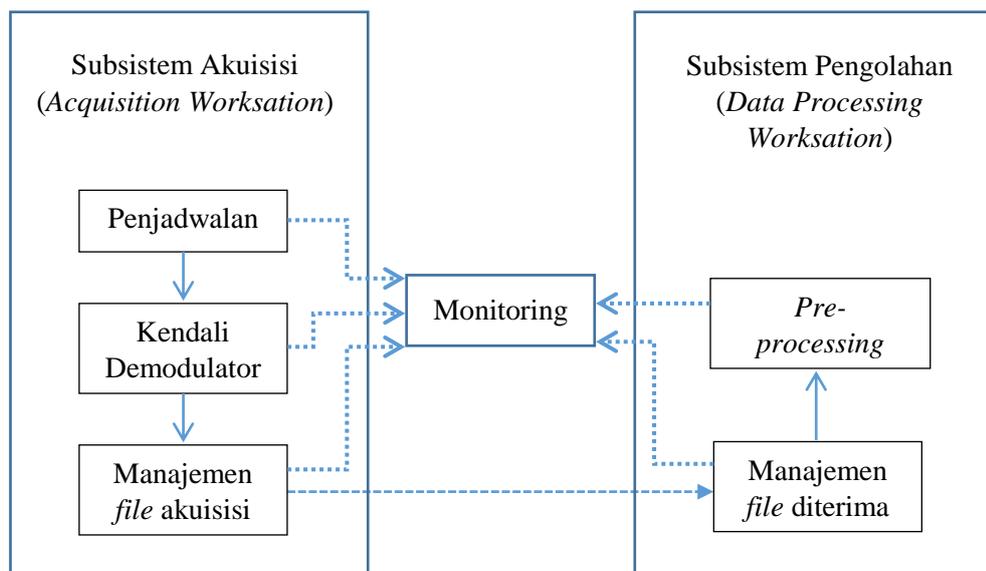
5. Sistem Penerimaan, Pengolahan dan Kataloging Data Landsat/LDCM secara Fully Remote dan Nearly Otomasi (Landsat/LDCM Data Cataloging, Processing and Receiving Ground Station by Fully Remote dan Nearly Otomation)

5.1 Arsitektur sistem secara umum



Gambar 8. Sistem penerimaan otomatis Landsat/ Modis Stasiun Bumi Rumpin

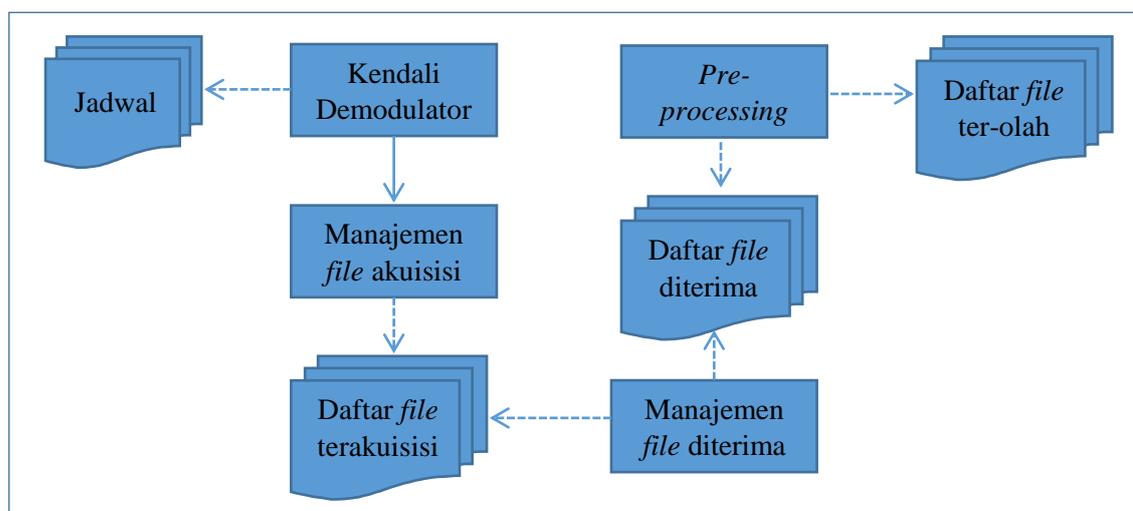
Pada Gambar 8 merupakan hubungan sistem otomatis Landsat 8 Stasiun Bumi Rumpin secara umum. Sistem dibagi menjadi 3 subsistem, yaitu subsistem akuisisi, subsistem pengolahan, dan subsistem *monitoring* terpusat. Masing-masing subsistem tersebut memiliki tugas-tugas tertentu yang terpisah (modular). Tugas masing-masing subsistem tersebut ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram blok tugas dan proses sistem otomatis penerimaan Landsat/ MODIS

Masing-masing subsistem AWS dan DPWS terdiri atas program-program yang berjalan sendiri yang berarti bersifat modular. Pada subsistem AWS terdapat 3 program yang berjalan, yaitu: penjadwalan, kendali demodulator, dan organisasi file akuisisi. Penjadwalan bertugas untuk menentukan kapan waktu akuisisi Landsat 8 (waktu satelit lewat), kendali demodulator bertugas untuk menghidupkan dan mematikan perangkat lunak demodulator dan konfigurasi demodulator, sedangkan manajemen akuisisi melakukan manajemen file pengelompokan data misi yang berhasil diterima setiap akuisisi untuk selanjutnya dipersiapkan untuk diterima oleh DPWS. Pada DPWS, terdapat 2 program, yaitu: organisasi file diterima dan *pre-processing*. Manajemen file diterima bertugas melakukan transfer data dari AWS ke DPWS dan manajemen data, sedangkan *pre-processing* bertugas menyiapkan data untuk pengolahan sistematis dan memasukkan paket data kedalam sistem pengolahan. Subsistem *monitoring* merupakan subsistem yang bersifat pasif, yang berarti hanya menerima laporan dari masing-masing program di sistem.

5.2 Implementasi sistem

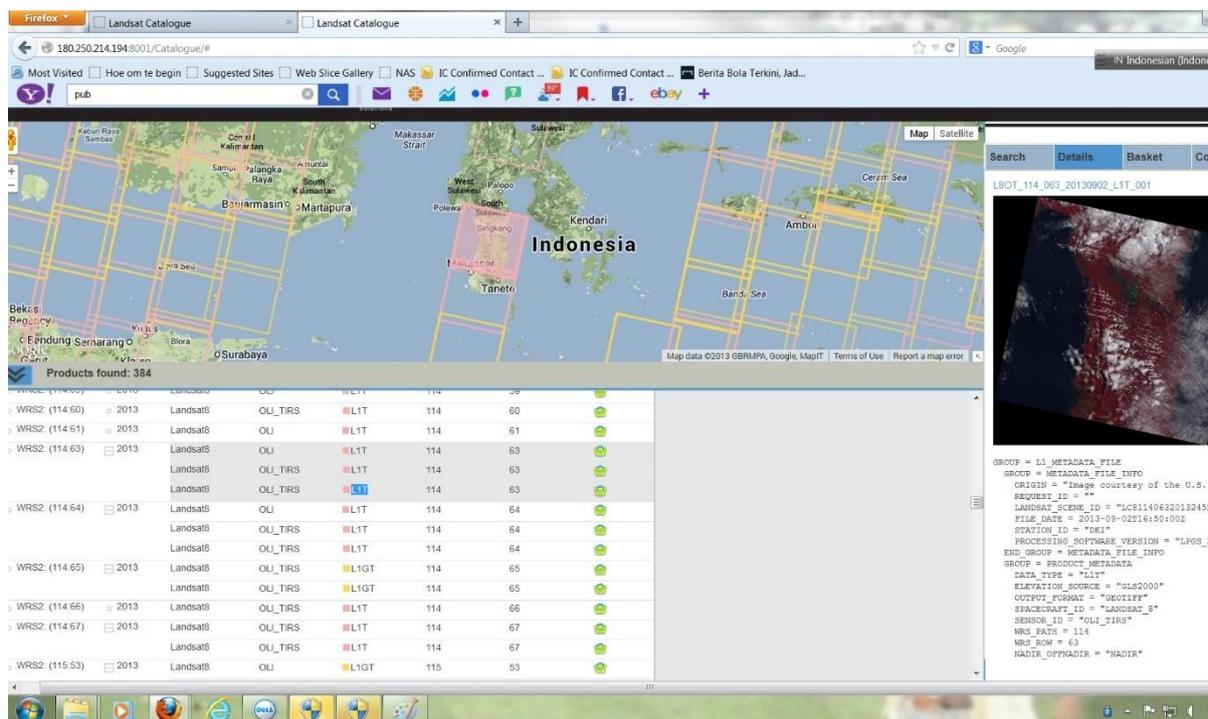


Gambar 10. Komunikasi antar program dalam sistem

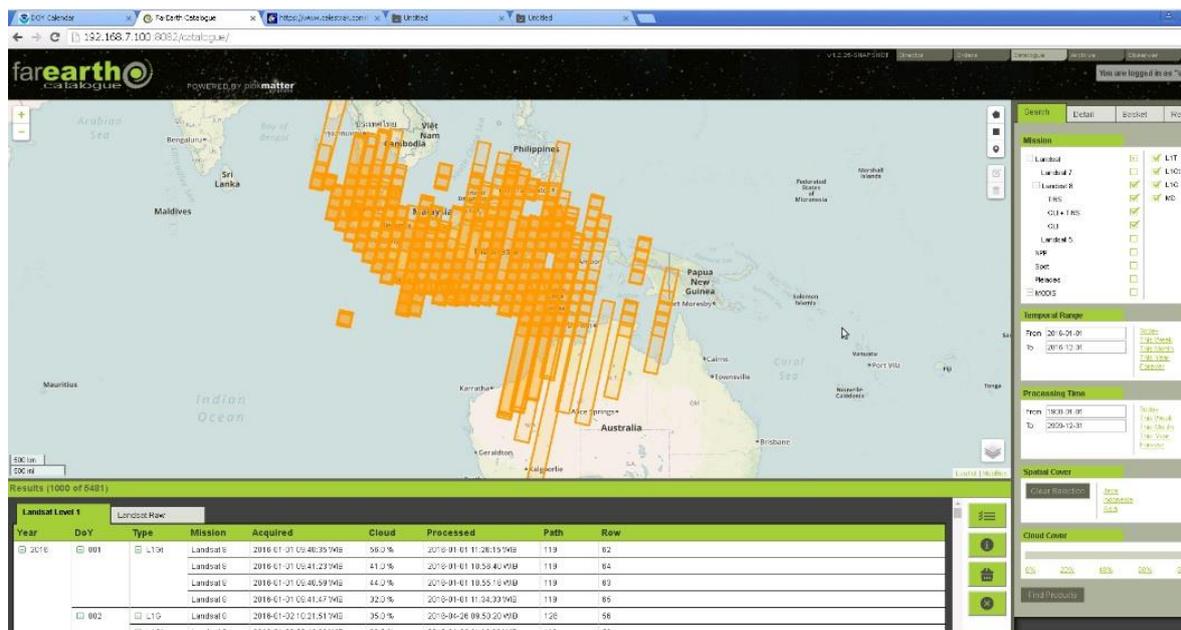
Gambar 10 menunjukkan komunikasi antar program dalam sistem. Dengan sifat sistem yang modular, maka antar masing-masing program harus dapat berkomunikasi agar proses yang bersifat prosedural dapat berjalan. Program-program dalam sistem berkomunikasi dengan cara masing-masing program memiliki suatu daftar *file* (*daftar*) yang telah melewati program atau proses tersebut. Sehingga masing-masing program (kecuali program kendali demodulator) akan terus membandingkan daftar *file* proses sebelum dengan daftar *file* terproses. Apabila terdapat *file* yang terdapat dalam daftar proses sebelum namun tidak terdapat pada daftar *file* terproses, maka program akan memproses *file* tersebut dan kemudian menambahkannya pada daftar *file* terproses. Program kendali demodulator dan manajemen *file* akuisisi berkomunikasi secara langsung, ketika setiap proses akuisisi telah selesai maka program kendali demodulator akan memicu program manajemen *file* akuisisi untuk berjalan. Daftar *file* dikelompokkan berdasarkan *interval*, dimana waktu interval (waktu akuisisi) dijadikan sebagai identitas pada daftar *file* di semua proses sistem otomatis.

5.3. Sistem penyimpanan dan Catalogue hasil pengolahan data Landsat/Modis

Sistem fully remote dan nearly otomasi, bisa dioperasikan mulai dari penerimaan, pengolahan, penyimpanan dan cataloging data Landsat/Modis. Seperti terlihat dalam gambar 11 dan gambar 12, dengan menggunakan modul Landsat processor dan sistem management Farearth, data Landsat/Modis hasil pengolahan bisa diarchiving, searching dan displaying melalui menu dan fitur yang tersedia. Sehingga operator sistem bisa melakukan manajemen data dengan praktis dan user bisa melakukan searching dan download data sesuai dengan kebutuhan temporal/waktu, path/raw, region/poligon dan level data. Sistem juga bisa dipakai untuk analisis data secara temporal untuk mendeteksi status data yang sudah diterima dan diolah atau belum, yang selanjutnya perlu dilakukan tindak lanjut untuk kelengkapan data archiving.



Gambar 11. Tampilan menu searching dan display catalogue Landsat/Modis (Landsat Processor)



Gambar 12. Tampilan menu *searching* dan *display catalogue* Landsat/Modis (FarEarth)

6. Penutup

Sistem stasiun bumi penerima data penginderaan jauh yang dibangun bisa mengantisipasi kendala yang terjadi, dan bisa sebagai alternatif sebagai backup, redundansi dan compliment dari stasiun bumi parepare. *Upgrading* stasiun bumi penginderaan jauh di Rumpin dibangun pada posisi 106.6313 BT, 6.3728 LS, 219 ft, dengan ketinggian antenna 15m dan *free spekle noise* pada elevasi 5 derajat. Meliputi Subsistem antenna menggunakan antenna X-Band dgn diameter 5.4m dan G/T 30 dB, subsistem pedestal dengan 2 sumbu (X,Y), subsistem kontrol dengan program dan autotrack, subsistem RF menggunakan Feeder/LNA dengan spektrum frekwensi 8.0 – 8.5GHz dan downconverter 720 MHz, serta subsistem penerima menggunakan *programable demodulator multimisi*.

Sistem penerimaan dan pengolahan data satelit LDCM yang dibangun menunjukkan kinerja yang baik dan handal, dimana mampu melakukan penerimaan, pengolahan secara otomatis dan memiliki tampilan sistem *landsat processor* dan kataloging berbasis *web* sehingga memudahkan operator memantau proses pengolahan yang sedang berlangsung secara real time. Sistem pengolahan ini juga dilengkapi dengan katalog pencarian untuk memudahkan pengguna melakukan pencarian data Landsat.

Dalam pengembangannya stasiun bumi penginderaan jauh Rumpin menggunakan metode fully remote dan nearly otomasi, baik pada tahapan akusisi, pengolahan dan reporting. Sehingga tidak perlu ada operator di stasiun bumi, selanjutnya operasional lebih pada monitoring proses, pengelolaan data dan pelaporan.

Dengan dioperasikannya sistem otomatis pada sistem penerimaan data Landsat 8 memiliki beberapa keuntungan, yaitu: meminimalisasi kesalahan akibat *human error*, lebih efisien (cepat), dapat melakukan akuisisi malam dan termonitor lebih baik dan mudah.

Dengan sistem stasiun bumi yg dibangun sudah bisa dilakukan penerimaan downlink signal dan pengolahan data satelit Landsat-8 (November 2014), Landsat-7 (Agustus 2015), Terra dan Aqua (Agustus 2015), sedangkan untuk penerimaan data satelit Landsat7/8 sudah mendapatkan sertifikasi USGS tahun 2014/2015. Dengan dilakukannya *upgrading* dan pengembangan stasiun bumi penerima data satelit Landsat-7/8, dan Terra/Aqua (Modis) di Rumpin, dalam operasionalnya bisa menjadi backup redundansi dan compliment stasiun bumi inderaja Parepare dalam rangka mendukung program BDPJN.

Daftar Pustaka

- Akkerman D 2014 USGS Landsat Data Continuity Mission (LDCM) Data Processing and Archive System (DPAS) Operations Concept Document Version 1.1, USGS, USA
- Daniels Doug 2012 LDCM Ground System Overview, NASA and USGS, USA
- Groot C De 2014 USGS Landsat Data Continuity Mission (LDCM) Data Processing and Archive System (DPAS) Design Document Version 1.0, USGS, USA
- Williams Jason 2010 Landsat Data Continuity Mission (LDCM) Ground System Design Document Version 1.1, USGS, USA
- Williams Jason 2010 Landsat Data Continuity Mission (LDCM) Ground System Operation Concept Document Version 2.0, USGS, USA
- Gunawan Hidayat, dkk 2013-2014 *Laporan Akhir Kegiatan: Penguasaan Teknologi dan Rancang Bangun Sistem Stasiun Bumi Penginderaan Jauh*, LAPAN, Indonesia
- Gunawan Hidayat, dkk 2011 *Sistem stasiun bumi penerima dan pengolah data satelit sumber daya alam Landsat/LDCM*, Seminar SIPTEKGAN, LAPAN, Indonesia
- Hollaren Doug 2014 *LDCM Level 1 Product Generation System (LPGS)*, LTWG#20 – Sioux Falls, SD USA
- Nasution Ali Syahputra, dkk 2012 *Rancang bangun system pengolahan data satelit sumberdaya alam LDCM*, Seminar SIPTEKGAN, LAPAN, Indonesia
- Pinkmatter Solutions 2014 *Pinkmatter Landsat Processor & Archive System User Guide*, Pretoria, South Africa
- USGS 2012 *USGS Landsat Data Continuity Mission (LDCM) Data Processing and Archive System (DPAS) Design Document*, Department of Interior US. Geological Survey, USA