

## **Pengembangan Subsystem Antena untuk Penerimaan Secara Langsung (Direct Receiving System) Data Satelit Optik Resolusi Sangat Tinggi dan Resolusi Tinggi SAR (Synthetic Aperture Radar)**

### ***Development of Antenna Subsystem through Direct Receiving System (DRS) for Very High Resolution Optical Satellite Data and High Resolution Synthetic Aperture Radar (SAR) Satellite Data Acquisition***

**Muchammad Soleh<sup>\*</sup>, Hidayat Gunawan, Ali Syahputra Nasution**

Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh – Pustekdata LAPAN

<sup>\*</sup>E-mail: msoleh76@gmail.com

**ABSTRAK** - Kebutuhan data Citra Satelit Resolusi Sangat Tinggi (CSRST, resolusi spasial pankromatik < 1 meter) saat ini sudah menjadi kebutuhan prioritas yang tidak dapat tunda lagi untuk memenuhi pelaksanaan kegiatan prioritas nasional. LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) bekerjasama dengan Badan Informasi Geospasial (BIG) berkewajiban dalam penyediaan data CSRST resolusi tinggi dengan lisensi Pemerintah Indonesia. Dan mengacu pada UU Keantariksaan, LAPAN harus siap membangun dan mengoperasikan stasiun bumi untuk perolehan data (resolusi rendah, menengah, tinggi dan sangat tinggi) dalam memenuhi kebutuhan Kementerian/Lembaga, TNI, Polri, serta Pemerintah Daerah. Setidaknya, ada dua alternatif cara penyediaan CSRST yaitu: (1) melalui pembelian/pengadaan untuk multi pengguna (lisensi terbatas); (2) melalui akuisisi langsung/DRS (*Direct Receiving System*) dengan lisensi Pemerintah Republik Indonesia. Kedua cara penyediaan data diatas memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Namun jika dilihat untuk jangka panjang, biaya penyediaan data satelit melalui akuisisi langsung (DRS) akan jauh lebih hemat dibandingkan melalui pembelian data. Selain itu, akses pengguna untuk seluruh K/L dan pemerintah daerah tidak dibatasi, karena lisensi penggunaannya adalah Lisensi Pemerintah Indonesia. Fleksibilitas untuk mendapatkan data CSRST dalam pemenuhan kebutuhan prioritas tinggi yang dapat mencakup seluruh wilayah Indonesia, merupakan keuntungan lain dalam penyediaan melalui DRS. Tulisan ini bermaksud mengkaji pengembangan subsystem antena untuk penerimaan data data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi secara langsung (*Direct Receiving System*) melalui sistem stasiun bumi LAPAN. Hasil kajian ini berupa desain yang akan diimplementasikan dalam rencana pembangunan stasiun bumi LAPAN untuk penerima data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi pada khususnya dan dari berbagai satelit (multimisi) pada umumnya.

**Kata kunci:** CSRST Optik, Resolusi Tinggi SAR, Direct Receiving System (DRS), Subsystem Antena

**ABSTRACT** - Today, need for very high resolution satellite image data (where panchromatic spatial image resolution < 1 meter) is a priority that could not be delayed to implement the national priority program. LAPAN (National Institute of Aeronautics and Space of Indonesia) in cooperation with the Geospatial Information Agency (BIG) is obliged to provide very high resolution satellite Image data under license of Indonesia government. And referring to the Law of Space, LAPAN should be ready to build and operate the remote sensing ground stations for low, medium, high and very high resolution data acquisition. At least, there are two alternative ways to providing HRSI and VHRSI data i.e.: (1) through purchasing/procurement for multi user (restricted only for limited license); (2) through direct acquisition/Direct Receiving System (DRS) licensed by the Indonesian Government. Both ways of providing the data above have their own deficiencies and advantages. However, for the long term, the cost of satellite data providing through Direct Receiving System (DRS) trusted will be more cost-effective than through data purchases. In addition, user access for all ministries and local governments institutions is not restricted by using the license of Indonesian Government. The flexibility to obtain HRSI and VHRSI data in meeting with high national priority program needs that can cover all territories of Indonesia is another advantage in providing data through DRS. This paper intends to examine the LAPAN remote sensing ground station antenna subsystem development for the high resolution of synthetic aperture radar (SAR) satellite image (HRSI) and very high resolution of optical satellite image (VHRSI) data acquisition through Direct Receiving System (DRS). This study particularly will be implemented in the development plan of VHRSI optical and HRSI SAR data through direct receiving system (DRS) and generally from another various multimission satellite data.

**Keywords:** VHRSI Optic, HRSI SAR, Direct Receiving System (DRS), Antenna Subsystem

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan data Citra Satelit Resolusi Sangat Tinggi (CSRST, resolusi spasial pankromatik < 1 meter) sudah menjadi kebutuhan prioritas yang tidak dapat tunda lagi untuk memenuhi pelaksanaan kegiatan prioritas nasional. Kebutuhan penyelesaian penyusunan Rencana Detil Tata Ruang (RDTR), pemetaan Kawasan Industri Prioritas (KIP) dan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK), pemetaan perbatasan membutuhkan data CSRST. Selain untuk memenuhi kebutuhan prioritas tersebut, data CSRST juga dipergunakan untuk membantu mengoptimalkan perencanaan dan pemantauan pembangunan di daerah, melalui kerjasama LAPAN dengan seluruh Pemerintah Provinsi. Hingga tahun 2016 telah dilaksanakan kerjasama dalam pemanfaatan data satelit penginderaan jauh dengan sembilan belas (19) Pemerintah Provinsi. Sedangkan untuk tahun 2017, Sepuluh (10) Pemerintah Provinsi direncanakan menjadi mitra kerjasama dalam pemanfaatan data satelit penginderaan jauh. Sehingga pada tahun 2019 seluruh Pemerintah Provinsi di seluruh Wilayah Indonesia dapat terlayani dan memanfaatkan data satelit penginderaan jauh dalam perencanaan dan pemantauan pembangunan.

Kewajiban LAPAN dalam penyediaan data CSRST tertuang dalam Instruksi Presiden Nomor 6 Tahun 2012 tentang Penyediaan, Penggunaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan dan Distribusi Data Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi. LAPAN bekerjasama dengan Badan Informasi Geospasial (BIG) harus menyediakan data satelit penginderaan jauh resolusi tinggi dengan lisensi Pemerintah Indonesia. Kemudian sesuai amanat yang tertuang dalam Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan, LAPAN harus siap membangun dan mengoperasikan stasiun bumi untuk penyediaan data satelit penginderaan jauh (resolusi rendah, menengah, tinggi dan sangat tinggi) melalui pengoperasian stasiun bumi dilaksanakan melalui Bank Data Penginderaan Jauh Nasional. Selanjutnya di dalam Rancangan Peraturan Pemerintah (RPP) tentang Tata Cara Penyelenggaraan Kegiatan Penginderaan Jauh (diharapkan disahkan awal tahun 2017), penyediaan data satelit penginderaan jauh (resolusi rendah, menengah, tinggi dan sangat tinggi) melalui pengoperasian stasiun bumi dilaksanakan melalui Bank Data Penginderaan Jauh Nasional.

### 1.1 Permasalahan Penyediaan Data Citra Satelit Resolusi Sangat Tinggi Optik dan Resolusi Tinggi SAR

Penyediaan data CSRST dapat dilakukan dengan dua alternatif: (1) melalui pembelian/pengadaan untuk multi pengguna (lisensi terbatas); (2) melalui akuisisi langsung/DRS (*Direct Receiving System*) dengan lisensi Pemerintah Republik Indonesia. Penyediaan data melalui pembelian/pengadaan data di LAPAN telah dilakukan sejak Januari 2013 hingga Oktober 2016 dengan spesifikasi sebagai berikut:

a. Sumber data: AIRBUS DS dan DIGITAL GLOBE

- Data Pleiades (70 cm)
- Data Quickbird (50 cm)
- Data GeoEye-1 (41 cm)
- Data Worldview-2 (46 cm)
- Data Worldview-3 (31 cm)

b. Tutupan awan: < 20%

c. Level: Primary

d. Format: Geotiff

e. Tahun: 2013 – 2016

Data CSRST yang telah diadakan hingga tahun 2016 yang tersedia dalam arsip Bank Data Penginderaan Jauh Nasional (BDPJN) seluas 998.835,21 km<sup>2</sup> yang didalamnya termasuk data yang *overlap* dengan tujuan untuk mendapatkan data dengan kondisi awan yang seminimum mungkin. Berdasarkan kondisi tersebut, masih dibutuhkan data CSRST seluas 923.734,79 km<sup>2</sup> untuk dapat menutupi seluruh wilayah daratan Indonesia dengan total luasan 1.922.570 km<sup>2</sup>. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dapat diadakan dalam periode 3 tahun dengan luasan sekitar 310.000 km<sup>2</sup>/tahun.

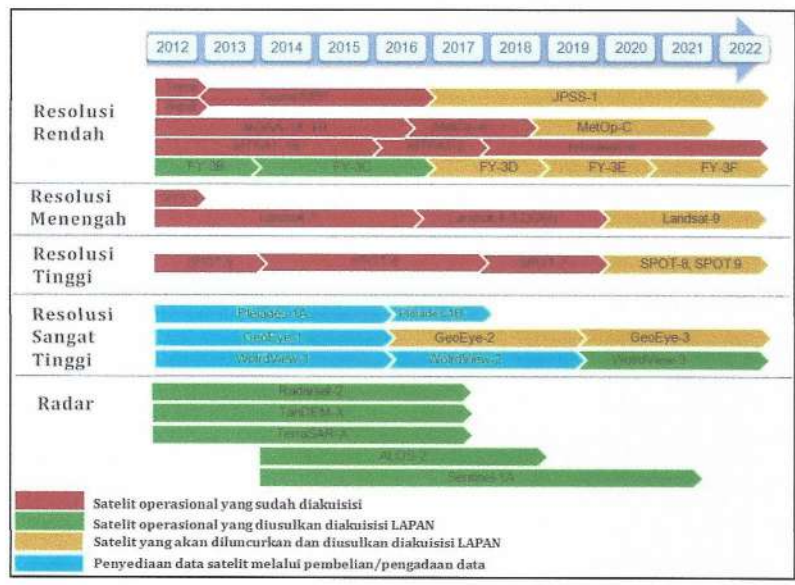
Penyediaan data melalui pembelian/pengadaan data akan sangat terbatas pada ketersediaan data arsip yang telah diakuisisi oleh operator satelit. Selain itu lisensi yang diberikan biasanya terbatas, dengan maksimum 10 pengguna. Untuk memenuhi target cakupan yang ada, diperlukan pemesanan atau *programming* satelit tentu dengan harga yang lebih mahal hampir 2 kali lipat harga data arsip. Dan untuk memenuhi seluruh kebutuhan K/L dan Pemda, lisensi yang terbatas akan membatasi penggunaannya. Namun penyediaan data satelit melalui pembelian/pengadaan untuk multi pengguna (lisensi terbatas) ini, pada awalnya akan lebih murah dan lebih sederhana bila dibandingkan dengan akuisisi data langsung. Melalui pembelian/pengadaan data, tidak perlu meng-*upgrade* sistem antenna pengolahan di stasiun bumi.

Jika dilihat untuk jangka panjang, biaya penyediaan data satelit melalui akuisisi langsung (DRS) akan jauh lebih hemat dibandingkan melalui pembelian data. Selain itu, akses pengguna untuk seluruh K/L dan pemerintah daerah tidak dibatasi, karena lisensi penggunaannya adalah Lisensi Pemerintah Indonesia. Fleksibilitas untuk mendapatkan data SRST dalam pemenuhan kebutuhan prioritas tinggi yang dapat mencakup seluruh wilayah Indonesia, merupakan keuntungan lain dalam penyediaan melalui DRS. Alternatif pembelian/pengadaan data memiliki resiko tersendiri, dikarenakan data yang dibutuhkan belum tentu tersedia. Melalui akuisisi data langsung atau DRS, data terbaru dapat tersedia dengan cepat dan sesuai prioritas. Keunggulan lain penyediaan data dengan akuisisi data langsung antara lain fleksibel dalam menghasilkan beberapa level data (*bundle product dan/atau pansharpened product*); layanan akses yang lebih baik (*emergency tasking, priority tasking, standard tasking dan/atau data arsip*); jaminan operasional akuisisi oleh beberapa satelit, luasan data yang lebih luas dibandingkan dengan pembelian data arsip (untuk jumlah anggaran yang sama), dan data dengan lisensi Pemerintah Republik Indonesia. Selain itu juga ada keuntungan lain, yaitu diperoleh peluang akuisisi data *Synthetic Aperture Radar (SAR)* yang dapat digunakan sebagai data komplemen data optik karena kemampuannya menembus awan. Hal tak kalah penting lainnya dengan akuisisi data langsung, LAPAN akan dapat melakukan akuisisi data satelit optik dan radar sehingga data yang disediakan dapat memenuhi kebutuhan pengguna sesuai dengan prioritasnya.

### 1.2 Rencana Akuisisi Data Citra Satelit Resolusi Sangat Tinggi Optik dan Resolusi Tinggi SAR oleh LAPAN

Terkait penyediaan data satelit melalui akuisisi langsung, LAPAN telah memiliki sistem stasiun bumi yang terletak di Parepare, Jakarta/Pekayon, dan Rumpin. Saat ini Stasiun Bumi Parepare telah memiliki 3 unit sistem antenna dan telah beroperasi untuk melakukan akuisisi langsung dan pengolahan dari berbagai data penginderaan jauh satelit antara lain data satelit Terra, Aqua, Suomi NPP, SPOT-6, SPOT-7, Landsat 7, dan Landsat 8. Stasiun Bumi Jakarta/Pekayon beroperasi untuk melakukan akuisisi dan pengolahan data satelit NOAA-18, NOAA-19, METOP-A dan Himawari-8. Sedangkan Stasiun Bumi Rumpin beroperasi untuk melakukan akuisisi data satelit Terra, Aqua, dan Landsat 7 dan Landsat 8.

Infrastruktur penyediaan data CSRST dan Radar resolusi tinggi secara langsung belum tersedia di LAPAN. Berdasarkan kondisi saat ini, untuk mempersiapkan sistem akuisisi data CSRST dan Radar diperlukan penambahan peralatan satu subsistem *telemetry service*, satu subsistem antenna X-band, sistem perekaman (*demodulator/high rate data receiver*) serta satu subsistem pengolahan atau disebut sebagai *Terminal Processing*. *Terminal processing* yang akan ditambahkan adalah terminal multi satelit sehingga dapat terintegrasi dengan sistem yang sudah ada seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Rencana akuisisi data penginderaan jauh satelit oleh Stasiun Bumi LAPAN hingga tahun 2022

### 1.3 Tujuan dan Sasaran dari Akuisisi Data Citra Resolusi Sangat Tinggi Optik dan Resolusi Tinggi SAR oleh LAPAN

Terkait dengan belum terpenuhinya kebutuhan akan data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi serta belum memadainya infrastruktur penyediaan data CSRST dan radar resolusi tinggi secara langsung maka LAPAN dalam waktu dekat berencana untuk melakukan akuisisi data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi secara langsung (*Direct Receiving System*) melalui sistem stasiun bumi LAPAN. Dalam hal ini LAPAN akan membangun fasilitas dan infrastruktur untuk melakukan akuisisi data secara langsung melalui *Direct Receiving System*, yang terdiri atas komponen *Telemetry Receiving Service Subsystem* dan *Terminal Processing Subsystem* Stasiun Bumi Parepare untuk dapat menerima, mengolah, menyimpan, mengarsipkan, dan mengkatalogkan data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi pada khususnya dan dari berbagai satelit (multimisi) pada umumnya.

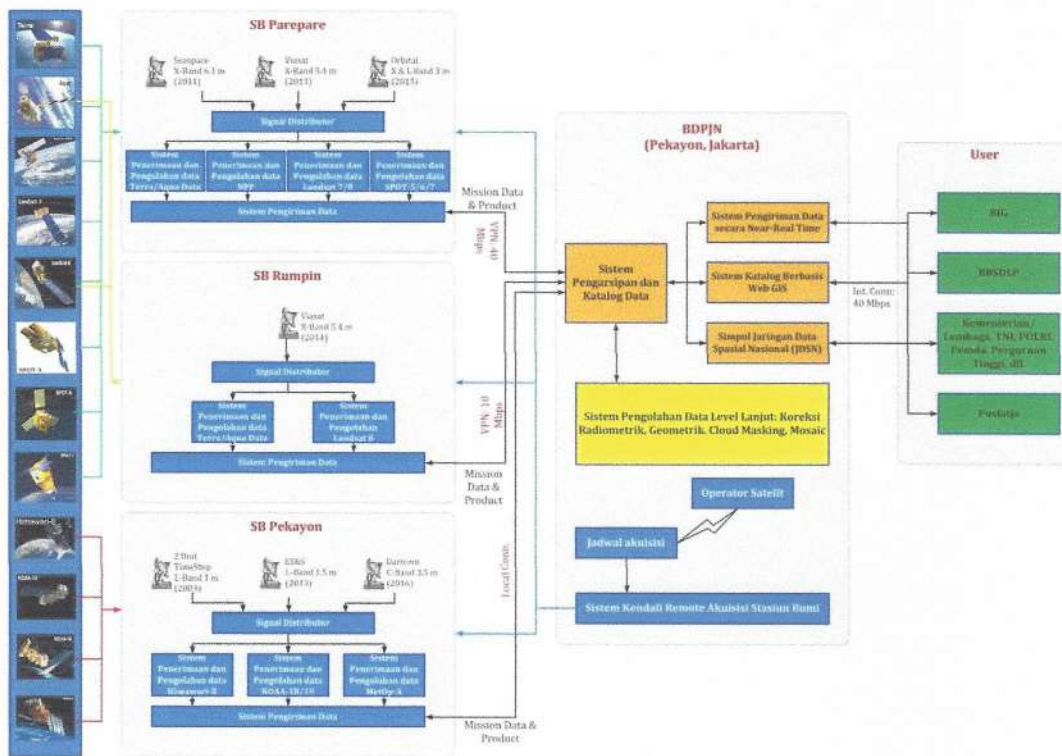
Tahapan yang akan dilakukan untuk bisa melakukan akuisisi data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi secara langsung adalah meningkatkan infrastruktur (*upgrading*) melalui *Direct Receiving System* terkait *Telemetry Receiving Service Subsystem* dan *Terminal Processing Subsystem* pada Stasiun Bumi Parepare untuk dapat menerima, mengolah, menyimpan, mengarsipkan, dan mengkatalogkan data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi. Tujuan yang hendak dicapai dari kegiatan *upgrading* stasiun bumi ini adalah melaksanakan penyiapan dan operasional akuisisi data secara langsung maupun virtual untuk mencapai target jumlah luasan data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi.

Adapun sasaran dan manfaat yang hendak dicapai dari kegiatan *upgrading* stasiun bumi ini yaitu tersedianya data CSRST dan SAR secara berkelanjutan bagi pengguna untuk kegiatan prioritas nasional yaitu percepatan pemenuhan kebutuhan prioritas sertifikasi tanah, pemetaan desa, pemetaan perbatasan dan wilayah tertinggal, penyelesaian RDTR, pemetaan Kawasan Industri Prioritas (KIP) serta Kawasan Ekonomi Khusus (KEK).

## 2. STASIUN BUMI PENGINDERAAN JAUH LAPAN

### 2.1 Kondisi Eksisting Infrastruktur Sistem Stasiun Bumi LAPAN

Arsitektur sistem stasiun bumi di LAPAN saat ini dapat dilihat dalam **Gambar 2** di bawah ini. Terdapat 3 stasiun utama penerima data satelit penginderaan jauh, yaitu stasiun bumi Parepare Sulawesi selatan, stasiun bumi Rumpin Bogor dan stasiun bumi Pekayon Jakarta.

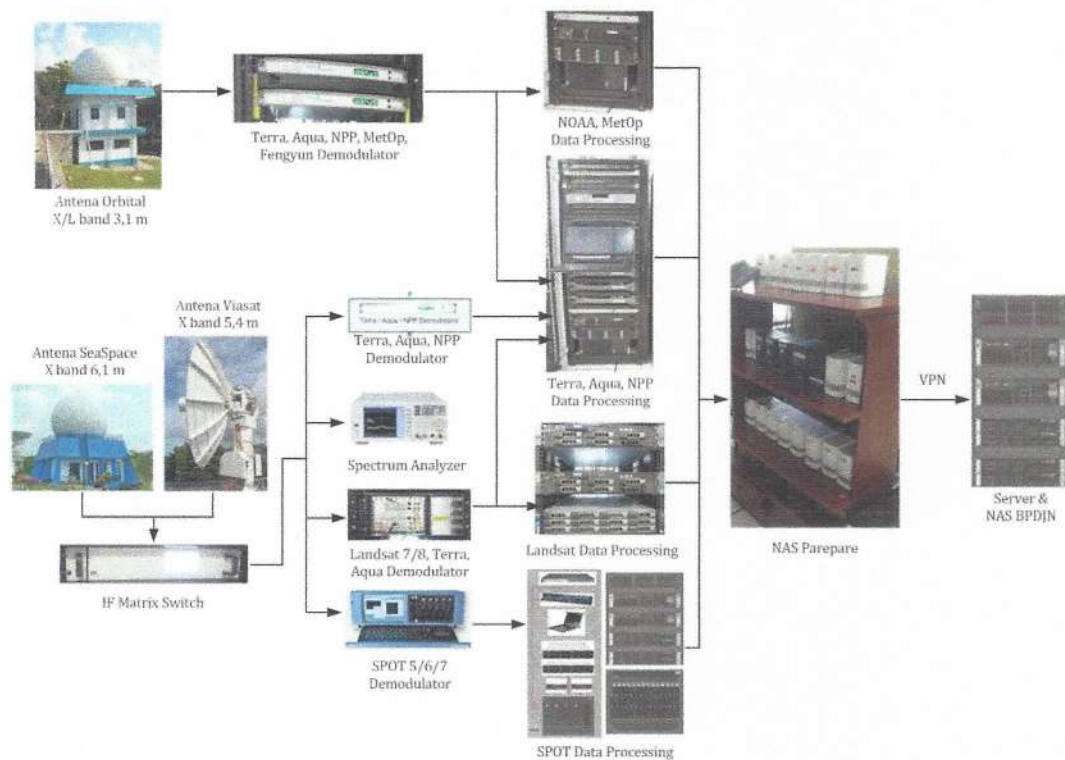


Gambar 2. Arsitektur sistem Stasiun Bumi LAPAN saat ini

### 2.1.1 Kondisi Eksisting Sistem Stasiun Bumi Parepare

Peralatan yang digunakan untuk mendukung kegiatan akuisisi, perekaman dan pengolahan data satelit penginderaan jauh resolusi tinggi, menengah dan rendah di Stasiun Bumi Parepare seperti ditunjukkan pada **Gambar 3** yaitu sebagai berikut:

- Antena Viasat 5.4 Meter
- Antena Seaspace 6.1 Meter
- Antena Orbital 3 Meter
- IF Matrix Switch
- Demodulator Zodiac
- Demodulator Avtec
- Demodulator Seaspace
- Demodulator Orbital
- Spectrum Analyzer Agilent
- Sistem Pengolahan Awal Data MODIS Terra/Aqua dan S-NPP
- Sistem Pengolahan Awal Data NOAA-18, NOAA-19, MetOp-A, Fengyun-3a, 3B, 3C
- Sistem Pengolahan Awal Data Landsat 7, Landsat 8
- Sistem Pengolahan Awal Data SPOT 5/6/7
- Sistem Penyimpanan Data
- Transfer Data VPN

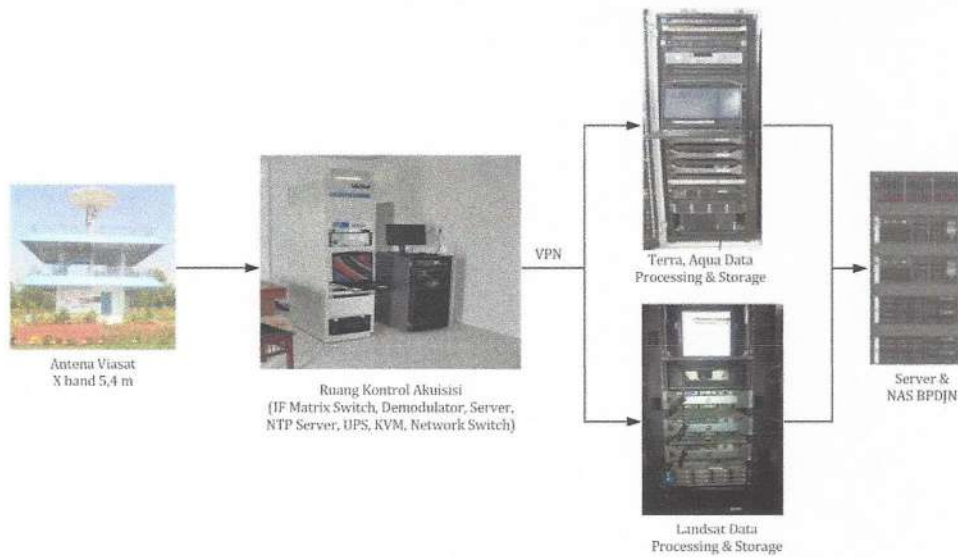


**Gambar 3.** Arsitektur sistem Stasiun Bumi Parepare saat ini

### 2.1.2 Kondisi Eksisting Sistem Stasiun Bumi Rumpin

Peralatan yang digunakan untuk mendukung kegiatan akuisisi, perekaman dan pengolahan data satelit penginderaan jauh resolusi menengah dan rendah di Stasiun Bumi Rumpin ditunjukkan pada **Gambar 4** yaitu sebagai berikut:

- Antena Viasat 5.4 Meter
- IF Matrix Switch
- Demodulator Avtec
- Sistem Pengolahan Awal Data MODIS Terra, Aqua
- Sistem Pengolahan Awal Data Landsat 7, Landsat 8
- Sistem Penyimpanan Data

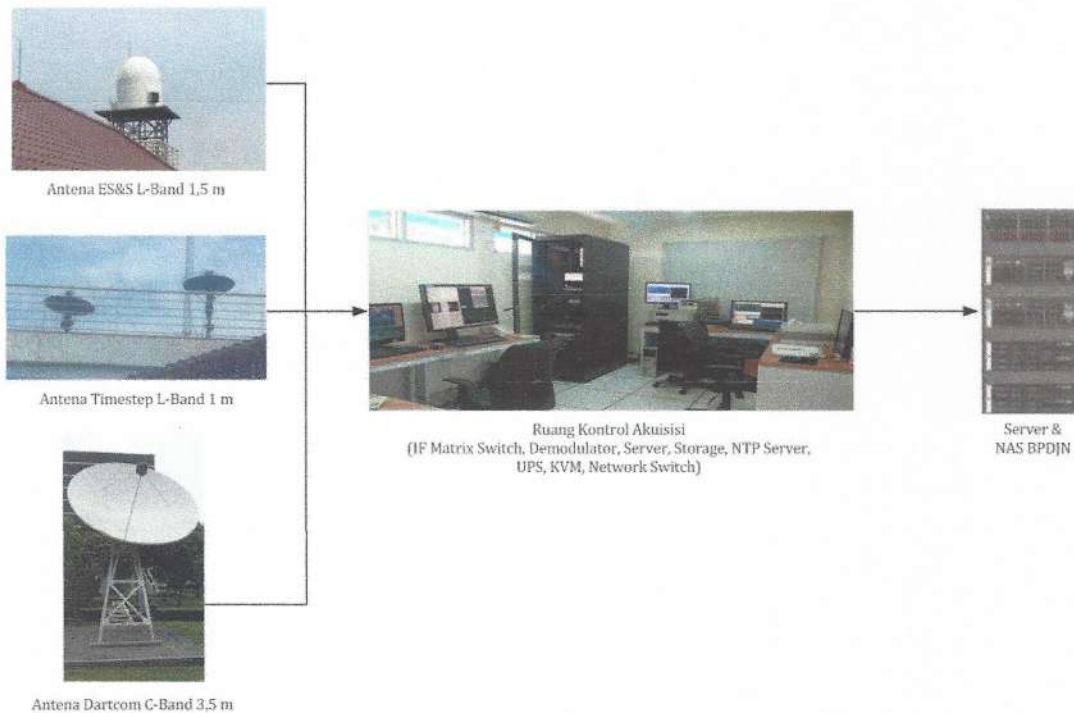


Gambar 4. Arsitektur sistem Stasiun Bumi Rumpin saat ini

### 2.1.3 Kondisi Eksisting Sistem Stasiun Bumi Pekayon

Peralatan yang digunakan untuk mendukung kegiatan akuisisi, perekaman dan pengolahan data satelit penginderaan jauh resolusi rendah di Stasiun Bumi Pekayon ditunjukkan pada Gambar 5 yaitu sebagai berikut:

- a. Antena ES&S L-band 1.5 Meter
- b. Antena Timestep L-band 1 Meter
- c. Antena Dartcom C-band 3.5 Meter
- d. IF Matrix Switch
- e. Demodulator Quorum
- f. Demodulator Dartcom
- g. Sistem Pengolahan Awal Data MODIS Terra, Aqua dan S-NPP
- h. Sistem Pengolahan Awal Data NOAA-18, NOAA-19, MetOp-A
- i. Sistem Penyimpanan Data



Gambar 5. Arsitektur sistem Stasiun Bumi Pekayon saat ini

## 2.2 Rencana Upgrading Stasiun Bumi LAPAN Parepare

Upgrading sistem penerimaan langsung (*Direct Receiving System*) data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi rencananya akan ditempatkan di Stasiun Bumi Parepare, karena lokasinya yang mampu meng-cover hampir seluruh wilayah Indonesia. *Direct Receiving System* data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi terdiri dari tiga subsistem sebagai berikut:

a. *Telemetry Receiving Service Subsystem* (TRSS)

*Telemetry Receiving Service Subsystem* (TRSS) didefinisikan akses penerimaan data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi baik secara langsung melalui *Direct Receiving System* maupun secara *virtual reception* melalui *tasking/programming* data satelit (ketika *hardware* DRS belum aktif atau mengalami kegagalan).

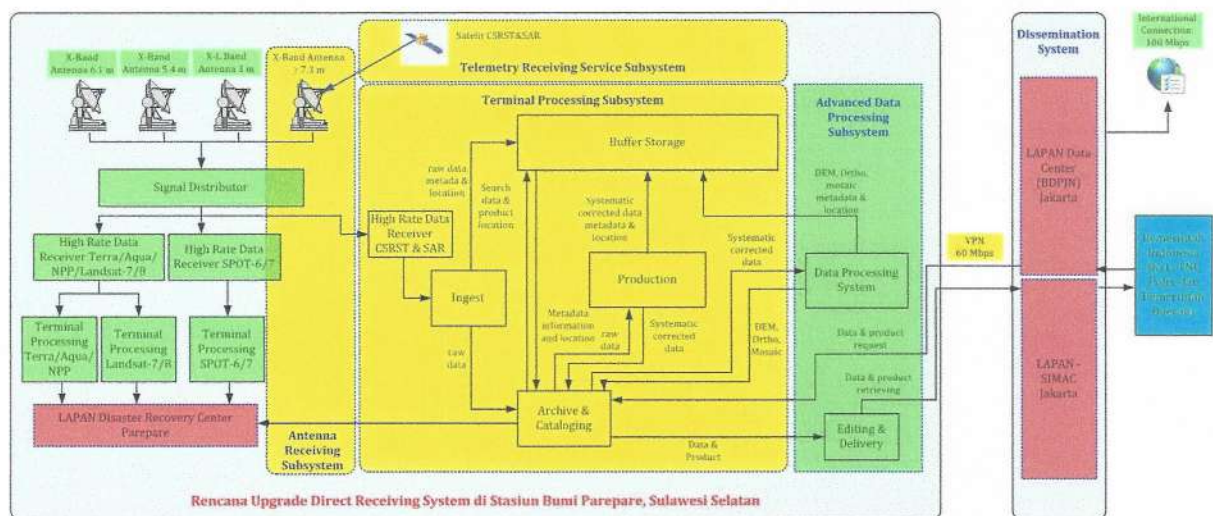
b. *Antenna Receiving Subsystem* (ARS)

*Antenna Receiving Subsystem* (ARS) didefinisikan sebagai fasilitas sistem akuisisi dan penerimaan data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi secara langsung melalui antena penerimaan Stasiun Bumi Parepare. Subsistem ini terdiri dari satu set antena dengan diameter minimum 7,3 meter.

c. *Terminal Processing Subsystem* (TPS)

*Terminal Processing Subsystem* (TPS) merupakan fasilitas penerimaan, pengolahan, penyimpanan, pengarsipan, dan *cataloging* data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi di Stasiun Bumi Parepare. Subsistem ini terdiri dari beberapa bagian meliputi *high rate data receiver (Demodulator)*, *Ingesting*, *Buffer Storage*, *Production*, *Archive* dan *Catalogue*. Selain itu, terdapat *interface* di TPS untuk dapat terintegrasi dengan ARS.

Arsitektur *upgrading* sistem Stasiun Bumi Parepare yang diusulkan dapat dilihat pada **Gambar 6** berikut ini. Terlihat pada gambar yang berwarna kuning akan dikembangkan sistem antena baru berdiameter minimum 7,3 meter untuk dapat menerima data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi di Stasiun Bumi Parepare. Rencana *upgrading* meliputi *Antenna Receiving Subsystem* (ARS), *Telemetry Receiving Service Subsystem* (TRSS) dan *Terminal Processing Subsystem* (TPS). Arsitektur sistem antena baru ini dirancang untuk terintegrasi dengan sistem antena yang sudah ada dan beroperasi hingga saat ini.



NB. Bagian yang ditandai kuning menunjukkan kebutuhan upgrading penerimaan data CSRST secara langsung melalui sistem stasiun bumi LAPAN

**Gambar 6.** Arsitektur sistem Stasiun Bumi Parepare saat ini dan rencana upgrading

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Ketersediaan dan Distribusi Data CSRST Optik dan CSRT SAR

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, rencana untuk akuisisi data secara langsung melalui DRS mencakup data satelit optik resolusi sangat tinggi (CSRST) dan data SAR resolusi tinggi. Data satelit penginderaan jauh optis resolusi sangat tinggi yang tersedia saat ini di dunia untuk rencananya dapat direkam oleh sistem stasiun bumi LAPAN, dapat dilihat dalam **Tabel 1** di bawah ini.

**Tabel 1.** Spesifikasi data CSRST Optik yang tersedia saat ini di dunia

Satelit	Payload	Jumlah Kanal Spektral	Resolusi spasial		Swath Width
			MS	PAN	
ASNARO-1	OPS	1 PAN + 6 MS	2 m	0.5 m	10 km
GeoEye-1	GIS	1 PAN + 4 MS (Blue, Green, Red, NIR)	1.64 m	0.41 m	15.2 km
KOMPSAT-2	MSC	1 PAN + 4 MS (Blue, Green, Red, NIR)	4 m	1 m	15 km
KOMPSAT-3	AEISS	1 PAN + 4 MS (Blue, Green, Red, NIR)	2.8 m	0.7 m	15 km
KOMPSAT-3A	AEISS-A	1 PAN + 4 MS (Blue, Green, Red, NIR)	2.2 m	0.55 m	12 km
Pléiades (2 satelit)	HiRI	1 PAN + 4 MS (Blue, Green, Red, Near-IR)	2.8 m	0.7 m	20 km
WorldView-1	WV60	1 PAN	-	0.50 m	17.6 km
WorldView-2	WV110	1 PAN + 8 MS (Coastal, Blue, Green, Yellow, Red, Red Edge, NIR1, NIR2)	1.84 m	0.46 m	16.4 km
WorldView-3	WV3 Imager	1 PAN + 8 MS + 8 SWIR + 12 CAVIS Bands (Desert Clouds, Aerosol-1, Green, Aerosol-2, Water-1, Water-2, Water-3, NDVI-SWIR, Cirrus, Snow, Aerosol-3, Aerosol-4)	1.24 m	0.31 m	13.1 km
WorldView-4	SpaceView™ 110	4 MS (Blue, Green, Red, NIR)	1.24 m	0.31 m	13.1 km

Adapun data satelit penginderaan jauh SAR resolusi tinggi yang tersedia saat ini di dunia untuk rencananya dapat direkam oleh sistem stasiun bumi LAPAN, dapat dilihat dalam **Tabel 2** di bawah ini

**Tabel 2.** Spesifikasi data CSRST SAR yang tersedia saat ini di dunia

Satelit	Payload	Resolusi Spasial		Swath Width
		MS	PAN	
ASNARO-1	OPS	2 m	0.5 m	10 km
GeoEye-1	GIS	1.64 m	0.41 m	15.2 km
KOMPSAT-2	MSC	4 m	1 m	15 km
KOMPSAT-3	AEISS	2.8 m	0.7 m	15 km
KOMPSAT-3A	AEISS-A	2.2 m	0.55 m	12 km
Pléiades (2 sat)	HiRI	2.8 m	0.7 m	20 km
WorldView-1	WV60	-	0.50 m	17.6 km
WorldView-2	WV110	1.84 m	0.46 m	16.4 km
WorldView-3	WV3 Imager	1.24 m	0.31 m	13.1 km
WorldView-4	SpaceView™ 110	1.24 m	0.31 m	13.1 km

### 3.2 Analisis Penyediaan Data CSRST melalui DRS (*Direct Receiving System*)

Penyediaan data CSRST dapat dilakukan dengan dua alternatif: (1) melalui pembelian/pengadaan untuk multi pengguna (lisensi terbatas); (2) melalui akuisisi langsung DRS (*direct receiving station*) dengan lisensi Pemerintah Republik Indonesia. Kedua alternatif penyediaan data satelit tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing.



Penyediaan data melalui pembelian/pengadaan data akan sangat terbatas pada ketersediaan data arsip yang telah diakuisisi oleh operator satelit. Selain itu lisensi yang diberikan biasanya terbatas, dengan maksimum 10 pengguna. Untuk memenuhi target cakupan yang ada, diperlukan pemesanan atau *programming* satelit tentu dengan harga yang lebih mahal hampir 2 kali lipat dari harga data arsip. Dan untuk memenuhi seluruh kebutuhan K/L dan Pemda, lisensi yang terbatas akan membatasi penggunaannya. Namun penyediaan data satelit melalui pembelian/pengadaan untuk multi pengguna (lisensi terbatas) ini, pada awalnya akan lebih murah dan lebih sederhana bila dibandingkan dengan akuisisi data langsung. Melalui pembelian/pengadaan data, tidak perlu meng-*upgrade* sistem antenna pengolahan di stasiun bumi.

Jika dilihat untuk jangka panjang, biaya penyediaan data satelit melalui akuisisi langsung DRS akan jauh lebih hemat dibandingkan melalui pembelian data. Selain itu, akses pengguna untuk seluruh K/L dan pemerintah daerah tidak dibatasi, karena lisensi penggunaannya adalah lisensi pemerintah Indonesia. Fleksibilitas untuk mendapatkan data CSRST dalam pemenuhan kebutuhan prioritas tinggi yang dapat mencakup seluruh wilayah Indonesia, merupakan keuntungan lain dalam penyediaan melalui DRS. Alternatif pembelian/pengadaan data memiliki resiko tersendiri, dikarenakan data yang dibutuhkan belum tentu tersedia. Melalui akuisisi data langsung atau DRS, data terbaru dapat tersedia dengan cepat dan sesuai prioritas. Keunggulan lain penyediaan data dengan akuisisi data langsung antara lain fleksibel dalam menghasilkan beberapa level data (*bundle product dan/atau pansharpened product*); layanan akses yang lebih baik (*emergency tasking, priority tasking, standard tasking dan/atau data arsip*); jaminan operasional akuisisi oleh beberapa satelit, luasan data yang lebih luas dibandingkan dengan pembelian data arsip (untuk jumlah anggaran yang sama), dan data dengan lisensi Pemerintah Republik Indonesia. Hal tak kalah penting lainnya dengan akuisisi data langsung, LAPAN akan dapat melakukan akuisisi data CSRST sehingga data yang disediakan dapat memenuhi kebutuhan pengguna sesuai dengan prioritasnya. Perbandingan penyediaan data CSRST melalui pembelian dengan penerimaan langsung (DRS) dapat dilihat dalam **Tabel 3** di bawah ini.

**Tabel 3.** Perbandingan penyediaan data CSRST melalui pembelian dengan penerimaan langsung (DRS)

Parameter	Melalui pembelian	Melalui DRS (Direct Receiving Station)
Biaya	(-) Mahal	(+) Efisien
Pemenuhan prioritas	(-) Tidak fleksibel	(+) Efektif dan fleksibel
Akses pengguna	(-) Limitasi dalam lisensi (maksimal 10 pengguna)	(+) Lisensi Pemerintah
Waktu layanan	(-) Lamban	(+) Responsif
Investasi peralatan	(+) Tidak perlu investasi	(-) Perlu penambahan peralatan
Resiko kegagalan sistem	(+) Rendah	(-) Tinggi, perlu pemeliharaan peralatan
Kontinuitas	(-) Sporadis/sementara	(+) Terjamin

### 3.3 Kebutuhan Teknis *Antenna Receiving Subsystem* (ARS) untuk *Upgrading Stasiun Bumi LAPAN Parepare*

Infrastruktur penyediaan data CSRST dan Radar resolusi tinggi secara langsung belum tersedia di LAPAN. Berdasarkan kondisi saat ini, untuk mempersiapkan sistem akuisisi data CSRST dan Radar diperlukan penambahan peralatan satu subsistem *telemetry service*, satu subsistem antena X-band, sistem perekaman (*demodulator/high rate data receiver*) serta satu subsistem pengolahan atau disebut sebagai *Terminal Processing*. *Terminal processing* yang akan ditambahkan adalah terminal multi satelit sehingga dapat terintegrasi dengan sistem yang sudah ada di Stasiun Bumi Parepare.

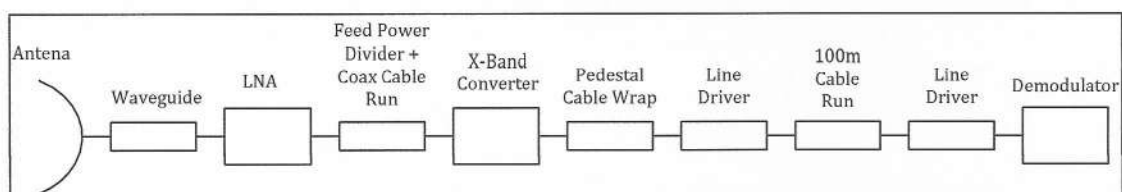
Upaya untuk mewujudkan DRS CSRST optik dan SAR resolusi tinggi dilaksanakan dalam 2 bagian yaitu penyediaan ARS (*Antenna Receiving Subsystem*) dan penyediaan TRSS & TPS (*Telemetry Receiving Service Subsystem & Terminal Processing Subsystem*). Kajian ini hanya menjelaskan kebutuhan untuk penyediaan ARS. Kebutuhan pengadaan ARS seperti ditunjukkan pada **Tabel 4** meliputi:

**Tabel 4.** Kebutuhan teknis *Antenna Receiving Subsystem* (ARS) untuk Stasiun Bumi Parepare

Parameter	Spesifikasi
Ukuran/Diameter Reflektor	Minimal 7.3 m
Material Panel & Trusses Reflektor	Aluminium
Tipe Feeder	Cassegraine
Kemampuan Tracking	Program Track & Autotrack
Polarisi	
Data Channel	Simultaneous RHCP/LHCP
Tracking Channel	Selectable RHCP/LHCP
Frekuensi	X-band only
G/T	
Data Channel	Minimum 32.5 dB/K @ 5 degree elevation
Tracking Channel	Minimum 31.0 dB/K @ 5 degree elevation
Akurasi	
Autotracking	Maksimal 0.05° rms BRE
Pointing	Maksimal 0.10° rms BRE
Insertion loss	Maksimal 0.20 dB
Passband ripple	Maksimal ± 0.05 dB
Axis Support	Az/EI/Train atau Az/EI/Tilt
Akurasi Posisi	0.025° rms
Frekuensi Tengah IF	720 MHz (1200 MHz preferable)
Ketersediaan Down Converter (DC)	Minimum 3 unit (Dual channel data reception, 1 channel tracking)
Ketersediaan Up Converter (DC)	Minimum 1 unit
Tipe Converter	Block/Modular
Temperature Outdoor	
Operational	-40°C to +55°C
Storage	-40°C to +65°C
Wind	
Operational	72 km/hr Gusting to 85 km/h
Survival	200 km/hr, sustained
Radome	Optional
Jaminan ketersediaan maintenance dan spare part	Minimal 10 tahun
Support satelit	Dapat menerima data satelit optik resolusi sangat tinggi seperti Pleiades, GeoEye-1, Worldview-2, Worldview-3, Worldview-4; serta data satelit Radar seperti RADARSAT-2, TanDEM-X, TerraSAR-X
Dapat diintegrasikan dengan perangkat eksisting Stasiun Bumi Parepare	Wajib

### 3.4 Analisis *Antenna Budget* X-Band untuk Akuisisi Data CSRST Optik dan Resolusi Tinggi SAR

Seperti ditunjukkan pada **Gambar 7** komponen utama sistem antena untuk akuisisi data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi meliputi beberapa subsistem antara lain yaitu antena X-Band, LNA, *down-converter* hingga demodulator. Keseluruhannya menjadi satu kesatuan dalam sistem ARS (*Antenna Receiving Subsystem*) yang akan harus mampu diintegrasikan dengan sistem yang sudah ada di Stasiun Bumi Parepare.



Gambar 7. Komponen sistem utama antenna pada ARS (*Antenna Receiving Subsystem*)

Tabel 5 berikut ini adalah analisis perhitungan *antenna budget* X-band pada sistem ARS untuk dapat melakukan akuisisi data CSRTS optik dan SAR resolusi tinggi.

Tabel 5. Perhitungan X-Band G/T Budget

No	Parameter	Nilai	Satuan
<b>Input Parameter:</b>			
1	Antenna Diameter	7,5	meter
2	Antenna Efficiency	71,72	%
3	Operating Frequency Antenna	8000	MHz
4	Sky Temperature	52,8	Kelvin
5	Waveguide Temperature	290	Kelvin
6	Waveguide Gain	-0,53	dB
7	LNA Temperature	45	Kelvin
8	LNA Gain	45	dB
9	Feed Power Divider + Coax Cable Run Temperature	290	Kelvin
10	Feed Power Divider + Coax Cable Run Gain	-5,6	dB
11	X-Band Converter Temperature	290	Kelvin
12	X-Band Converter Gain	8	dB
13	X-Band Converter Noise Figure	19	dB
14	Pedestal Cable Wrap Temperature	290	Kelvin
15	Pedestal Cable Wrap Gain	-4,5	dB
16	Line Driver Wrap Temperature	290	Kelvin
17	Line Driver Gain	25	dB
18	Line Driver Noise Figure	6	dB
19	100m Cable Run Temperature	290	Kelvin

20	100m Cable Run Gain	-6,5	dB
21	Line Driver Temperature	290	Kelvin
22	Line Driver Gain	0	dB
23	Line Driver Noise Figure	0	dB
24	Demodulator Temperature	290	Kelvin
25	Demodulator Gain	0	dB
26	Demodulator Noise Figure	25	dB
Hasil Perhitungan:			
1	Panjang Gelombang Sinyal	0,0375	meter
2	Hasil Perhitungan Gain Antena	283139,2111	
3	Hasil Perhitungan Gain Antena	54,5200	dBi
4	Noise Contribution From Antena	46,7341	Kelvin
5	Noise Contribution From Waveguide	33,3165	Kelvin
6	Noise Contribution From LNA	45,0000	Kelvin
7	Noise Contribution From Coax Cable Run	0,0241	Kelvin
8	Noise Contribution From X-Band Converter	2,6115	Kelvin
9	Noise Contribution From Pedestal Cable Wrap	0,0096	Kelvin
10	Noise Contribution From Line Driver	0,0443	Kelvin
11	Noise Contribution From 100m Cable Run	0,0002	Kelvin
12	Noise Contribution From Line Driver	0,0000	Kelvin
13	Noise Contribution From Line Driver	0,0662	Kelvin
14	System Noise Temperature ( $T_{sys}$ )	127,8066	Kelvin
15	System Noise Temperature ( $T_{sys}$ )	21,0655	dB K
16	System G/T	33,4545	dB K

Nilai perhitungan Gain Antena sebesar 54,5200 dBi, sedangkan System Noise Temperature ( $T_{sys}$ ) sebesar 21,0655 dB K. Kedua nilai tersebut di-input kedalam perhitungan untuk memperoleh nilai G over T antenna (G/T). Dari hasil perhitungan *antenna budget* seperti ditunjukkan pada **Tabel 3** diperoleh nilai G/T antenna sebesar 33,4545 dB K pada elevasi 5°. Nilai G/T ini memenuhi persyaratan minimum sebesar 32,5 dB K pada elevasi 5°. untuk bisa mengakusisi data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi dengan antena X-band berdiameter 7,5 meter. Sehingga dapat dinyatakan bahwa perhitungan *antenna budget* memenuhi persyaratan

dan ketentuan untuk bisa menerima data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi dengan sistem antenna X-Band berdiameter 7,5 meter.

Adapun usulan rencana penempatan antenna baru X-Band berdiameter 7,5 meter di stasiun bumi penginderaan jauh LAPAN Parepare sesuai dengan hasil kajian ditunjukkan pada **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Rencana alokasi antenna X-Band berdiameter untuk akuisisi data CSRST

#### 4. KESIMPULAN

Alternatif pembelian/pengadaan data memiliki resiko tersendiri, dikarenakan data yang dibutuhkan belum tentu tersedia. Melalui akuisisi data langsung atau DRS, data terbaru dapat tersedia dengan cepat dan sesuai prioritas. Keunggulan lain penyediaan data dengan akuisisi data langsung antara lain fleksibel dalam menghasilkan beberapa level data (*bundle product dan/atau pansharpened product*); layanan akses yang lebih baik (*emergency tasking, priority tasking, standard tasking dan/atau data arsip*); jaminan operasional akuisisi oleh beberapa satelit, luasan data yang lebih luas dibandingkan dengan pembelian data arsip (untuk jumlah anggaran yang sama), dan data dengan lisensi Pemerintah Republik Indonesia. Selain itu juga ada keuntungan lain, yaitu diperoleh peluang akuisisi data *Synthetic Aperture Radar* (SAR) yang dapat digunakan sebagai data komplemen data optik karena kemampuannya menembus awan. Hal tak kalah penting lainnya dengan akuisisi data langsung, LAPAN akan dapat melakukan akuisisi data satelit optik dan radar sehingga data yang disediakan dapat memenuhi kebutuhan pengguna sesuai dengan prioritasnya.

Hasil kajian teknis terkait akuisisi data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi secara langsung atau melalui DRS (*direct receiving system*) merekomendasikan untuk pengembangan sistem antenna baru yang dapat diintegrasikan dengan sistem yang sudah ada di Stasiun Bumi LAPAN Parepare. Antena yang dibutuhkan adalah antenna X-Band dengan diameter 7,5 meter untuk dapat mengakuisisi data CSRST optik dan SAR resolusi tinggi secara langsung melalui DRS (data satelit optik resolusi sangat tinggi seperti Pleiades, GeoEye-1, Worldview-2, Worldview-3, Worldview-4; serta data satelit radar seperti RADARSAT-2, TanDEM-X, TerraSAR-X). Diharapkan akhir tahun 2017 ini dapat direalisasikan sesuai dengan rencana LAPAN.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LAPAN, khususnya Kapustekdata, Kabid Program dan Fasilitas serta Kelompok Penelitian (Poklit) Teknologi Akuisisi dan Stasiun Bumi Penginderaan Jauh (SBPJ) LAPAN

yang telah memberikan masukan terkait kajian dan rencana implementasi sistem stasiun bumi untuk penerimaan dan perekaman data satelit penginderaan jauh optik resolusi sangat tinggi dan SAR resolusi tinggi.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. GeoEye-1 (OrbView-5), diunduh 10 Mei 2017 dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/g/geoeye-1>.
- Anonim. KOMPSAT 3 (Korea Multi-Purpose Satellite 3)/Arirang-3, diunduh 10 Mei 2017 dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/k/kompsat-3>.
- Anonim. KOMPSAT 3A (Korea Multi-Purpose Satellite 3A)/Arirang-3A, diunduh 10 Mei 2017 dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/k/kompsat-3a>.
- Anonim. KOMPSAT 5 (Korea Multi-Purpose Satellite 5)/Arirang-5, diunduh 10 Mei 2017 dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/k/kompsat-5>.
- Anonim. WorldView-1, diunduh 10 Mei 2017 dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/v-w-x-y-z/worldview-1>.
- Anonim. WorldView-2, diunduh 10 Mei 2017 dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/v-w-x-y-z/worldview-2>.
- Anonim. WorldView-3, <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/v-w-x-y-z/worldview-3>, diunduh 10 Mei 2017.
- Anonim. WorldView-4, diunduh 10 Mei 2017 dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/v-w-x-y-z/worldview-4>.
- Anonim. TDX (TanDEM-X: TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement), diunduh 10 Mei 2017 dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/t/tandem-x>.
- Anonim. TSX (TerraSAR-X) Mission, diunduh 10 Mei 2017 dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/t/terrasar-x>.
- Airbus, Inc. (2006). LAPAN Multi-Mission Direct Receiving Service Upgrade for High Resolution Optical and Radar Imagery.
- DigitalGlobe, Inc. (2016). Imagery Intelligence on Command Direct Access Program and Imagery Solutions.
- Hidayat, A., Munawar, S.T.A., Suprijanto, A., dan Setyasaputra, N. (2014). *Integration System for Receiving and Recording NPP Satellite Data at Remote Sensing Ground Station*. Proceeding of IEEE-2014 Makassar International Conference on Electrical Engineering and Informatics (MICEEI), UNHAS, Makassar.
- Integrasia, SISS. (2017). KOMPSAT Direct Receiving Station.
- Instruksi Presiden Nomor 6 Tahun 2012 tentang Penyediaan, Penggunaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan dan Distribusi Data Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi.
- Setyasaputra, N., Hidayat, A., Hadiyanto, A.L., dan Munawar, S.T.A. (2015). *Analisis Kebutuhan Integrasi Antena Orbital 3.0 dengan Sistem yang Telah Beroperasi di Stasiun Bumi Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Parepare*. Seminar Nasional Penginderaan Jauh (Sinasinderaja) 2015, ICC Bogor, Indonesia.
- Soleh, M., Suprijanto, dan A., Mahatmanto, B.P.A. (2016). *Perancangan awal sistem stasiun bumi penginderaan jauh untuk analisis dan perekaman data satelit JPSS-1 (Joint Polar Satellite System)*. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2016, Depok, Indonesia.
- Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan.