

Analisis Gangguan Interferensi Pada Frekuensi X-Band Terhadap Hasil Akuisisi Satelit Terra, Aqua dan Landsat-8 di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin

(Interference Analysis of X-Band Frequency on Terra, Aqua and Landsat-8 Satellite at Rumpin's Remote Sensing Ground Station)

Ali Syahputra Nasution^{*}, Wisnu Sunarmodo, Nurmajid Setyasaputra, Hidayat Gunawan, Ayom Widipaminto

Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh – LAPAN

^{*} E-mail: ali.syahputra@lapan.go.id

ABSTRAK - Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin merupakan salah satu sistem stasiun bumi penginderaan jauh LAPAN yang berada di daerah perkotaan antara Kabupaten Tangerang dan Bogor. Stasiun Bumi ini memiliki sistem antena yang bekerja pada frekuensi X-band (8000 - 8500 MHz) dan beroperasi untuk melakukan akuisisi berbagai satelit penginderaan jauh antara lain satelit Terra, Aqua dan Landsat-8. Pada pita frekuensi tersebut, sistem komunikasi antena stasiun bumi akan sangat berpotensi terganggu dengan adanya komunikasi *microwave* antara *Base Transmitter Station* (BTS) dan *Base Station Controller* (BSC). Hal ini dikarenakan, rentang frekuensi tersebut digunakan secara bersama-sama untuk aplikasi satelit dan teresterial sesuai peraturan Negara Republik Indonesia. Gangguan interferensi di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin seringkali terjadi pada arah elevasi dan *azimuth* tertentu dan mengakibatkan kerusakan pada data satelit yang diterima sehingga data tersebut tidak dapat diolah. Oleh karena itu, diperlukan antisipasi terhadap kondisi gangguan frekuensi tersebut. Beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi gangguan interferensi di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin akan disajikan dalam makalah ini.

Kata kunci: interferensi, X-band, akuisisi, stasiun bumi penginderaan jauh Rumpin, *microwave*, elevasi, *azimuth*

ABSTRACT - Remote Sensing Ground Station in Rumpin is one of LAPAN's remote sensing ground station system located in urban area between Tangerang and Bogor regency. The Ground Station has an antenna system that works on X-band frequencies (8000 - 8500 MHz) and operates to acquire various remote sensing satellites including Terra, Aqua and Landsat-8 satellites. In such frequency bands, ground station antenna communication systems will be potentially disrupted by microwave communications between Base Transmitter Station (BTS) and Base Station Controller (BSC). This is because the frequency range is used jointly for satellite and terrestrial applications according to the Republic of Indonesia regulations. Interference at Rumpin Ground Station often occurs in certain elevation and azimuth directions and results in damage to the received satellite data so that the data cannot be processed. Therefore, anticipation of the frequency interference condition is required. Several approaches that can be taken to anticipate interference in the Remote Sensing Ground Station Rumpin will be presented in this paper.

Keywords: interference, X-band, acquisition, remote sensing ground station in Rumpin, *microwave*, elevation, *azimuth*

1. PENDAHULUAN

Spektrum frekuensi radio adalah kumpulan pita frekuensi radio (PP No. 53, Tahun 2000), merupakan sumber daya yang sangat vital dan terbatas dalam dunia telekomunikasi. Spektrum frekuensi radio (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2018) adalah sumber daya alam terbatas, merupakan susunan pita frekuensi radio yang mempunyai frekuensi lebih kecil dari 3000 GHz sebagai satuan getaran gelombang elektromagnetik yang merambat dan terdapat dalam dirgantara (ruang udara dan antariksa). Sifat spektrum frekuensi radio dapat merambat ke segala arah tanpa mengenal batas wilayah, sehingga alokasi penggunaan spektrum radio diatur harus sesuai peruntukannya, tidak saling mengganggu, dengan memperhatikan kaidah hukum nasional maupun internasional. Hal ini berimplikasi pada perlunya pengelolaan, pengaturan dan pengawasan penggunaan frekuensi di wilayah Indonesia. Pengaturan dan penataan frekuensi dilakukan untuk menghindari terjadinya interferensi baik interferensi antar sistem maupun interferensi antar pengguna dalam suatu sistem. Tujuannya juga untuk efisiensi penggunaan spektrum frekuensi sehingga tidak terjadi pemborosan dalam pemakaiannya.

LAPAN mempunyai tugas khusus sebagai penyedia data satelit penginderaan jauh resolusi rendah, menengah dan tinggi (*Received Only*) dengan lisensi Pemerintah Indonesia sebagaimana telah ditetapkan dalam Inpres No. 6 Tahun 2012 tentang Penyediaan, Penggunaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan dan Distribusi Data Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi dan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan. Untuk memenuhi kebutuhan nasional akan data penginderaan jauh, LAPAN memiliki tiga stasiun bumi penginderaan jauh yang berlokasi di Parepare (Sulawesi Selatan), Rumpin (Jawa Barat) dan Pekayon (Jakarta).

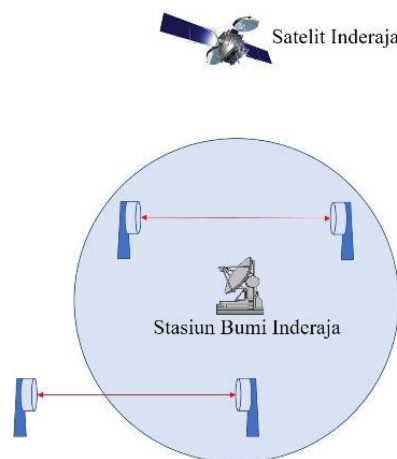
1.1 Sistem Operasional Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin dan Komunikasi Terrestrial Microwave

Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin merupakan salah satu fasilitas dalam jaringan stasiun bumi yang dimiliki Pusat Teknologi dan Data (Pustekdata) Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang berlokasi di Kabupaten Bogor. Stasiun bumi dibangun agar dapat melakukan penerimaan data wilayah barat Indonesia (wilayah Aceh) yang tidak bisa diliput oleh Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Parepare. Stasiun Bumi ini telah dibangun pada tahun 2014 dan telah beroperasi dalam melakukan fungsi penerimaan data satelit penginderaan jauh yang beroperasi pada rentang frekuensi 7 - 8 GHz (*X-band*) untuk menjamin ketersediaan data penginderaan jauh. Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin memiliki satu sistem antena yang bekerja pada kanal frekuensi *X-band* yang digunakan untuk menerima data Terra, Aqua dan Landsat-8 dengan parameter satelit tampak pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Parameter Satelit Penginderaan Jauh yang Diterima di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin

| Satelit | Frekuensi Carrier (Fc) | Bandwidth | F1 | F2 | EIRP | Jarak Orbit Apogee (km) |
|-----------|------------------------|-----------|--------|--------|------|-------------------------|
| Terra | 8212.5 | 60 | 8182.5 | 8242.5 | 17.6 | 705 |
| Aqua | 8160 | 40 | 8140 | 8180 | 19.2 | 705 |
| Landsat-8 | 8200.5 | 374 | 8013.5 | 8387.5 | 20.4 | 718 |

Dengan berkembangnya daerah sekitar Rumpin, berimbas pada peningkatan fasilitas telekomunikasi selular untuk memenuhi kebutuhan layanan telekomunikasi di daerah tersebut. Hal ini terlihat dengan banyaknya *Base Transceiver Station (BTS)* dan *Base Station Controller (BSC)* yang dibangun dan beroperasi di daerah sekitar Rumpin. Hal ini berpotensi mengganggu (interferensi) frekuensi kerja Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin karena penggunaan frekuensi *X-band* untuk komunikasi teresterial *microwave* antar BTS-BSC/Node B-RNC.



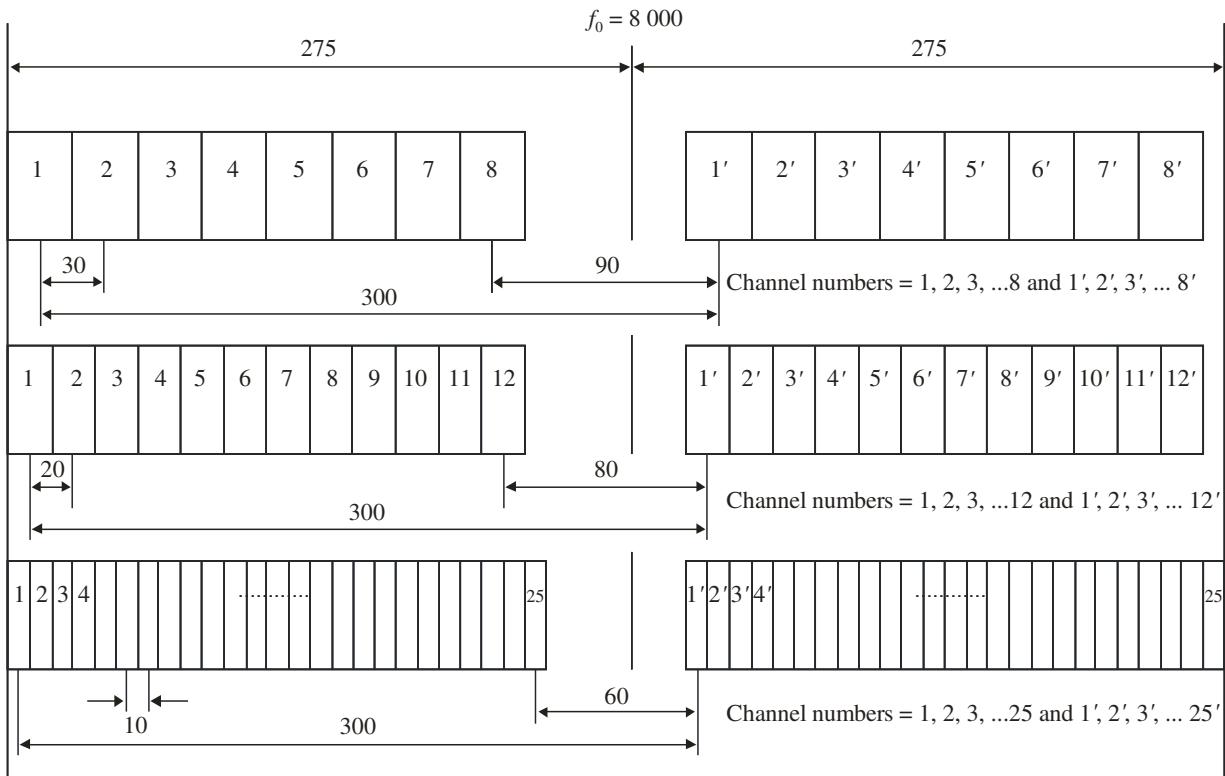
Gambar 1. Ilustrasi Link Komunikasi Stasiun Bumi Penginderaan Jauh dan *Microwave*

Mengingat pentingnya peran Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin, maka perlu diperhatikan langkah teknis maupun administratif yang berkaitan dengan perlindungan penggunaan frekuensi *X-band* sesuai dengan regulasi nasional yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, penulisan makalah ini dimaksudkan untuk menganalisa gangguan frekuensi di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin terhadap data hasil akuisisi, sehingga dapat

dijadikan data dan informasi sebagai bahan koordinasi penggunaan frekuensi yang sama antara link komunikasi terestrial *microwave* dan Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin.

1.2 Alokasi Frekuensi X-Band

ITU-R F.386-9 (ITU-R F.386-9, 2013) menyediakan pengaturan kanal frekuensi radio untuk sistem nirkabel tetap yang beroperasi pada pita frekuensi 8 GHz (7725 hingga 8500 MHz), yang digunakan untuk sistem berkapasitas tinggi, medium, dan rendah. Annex 1 menjelaskan pengaturan kanal frekuensi radio untuk sistem nirkabel tetap *point-to-point* berkapasitas rendah, menengah, dan tinggi yang menggunakan modulasi digital dan beroperasi pada pita frekuensi 7725 – 8275 MHz. Pasangan kanal yang diberikan dengan pemisahan *transmit-receive* sebesar 300 MHz.



F.0386-01

Gambar 2. RF Channel Arrangements untuk Pita Frekuensi 7725-8275 Mhz (Seluruh Frekuensi dalam Mhz)

Apabila diamati lebih jauh terlihat beberapa frekuensi *microwave link* tersebut berada di *bandwidth* frekuensi *downlink* satelit penginderaan jauh yang diakuisisi oleh Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin seperti tampak pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perbandingan Standar ITU-R F.386-9 Annex 1 dengan Frekuensi *Downlink* Satelit yang Diterima di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin

| Channel | Fn (MHz) | fn' (MHz) | Frekuensi Satelit |
|---------|----------|-----------|-------------------|
| 1 | 7740 | 8040 | Landsat-8 |
| 2 | 7770 | 8070 | Landsat-8 |
| 3 | 7800 | 8100 | Landsat-8 |
| 4 | 7830 | 8130 | Aqua, Landsat-8 |
| 5 | 7860 | 8160 | Aqua, Landsat-8 |
| 6 | 7890 | 8190 | Terra, Landsat-8 |
| 7 | 7920 | 8220 | Terra, Landsat-8 |
| 8 | 7950 | 8250 | Terra, Landsat-8 |

Berdasarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika RI No.25/ Tahun 2014, alokasi spektrum frekuensi radio 7250 – 8500 MHz digunakan untuk TETAP, SATELIT TETAP, BERGERAK, SATELIT METEOROLOGIS dan SATELIT EKSPLORASI BUMI. Penulisan huruf kapital pada peruntukkan *band* frekuensi tersebut bermakna sama-sama PRIMER (utama). Catatan kaki INS30 dan INS30A menyatakan bahwa pita frekuensi radio 7425 – 7725 MHz, 7725 – 8275 MHz dan 8275 – 8500 MHz dapat juga digunakan untuk sistem komunikasi titik ke titik dan sistem radio komunikasi dinas satelit.

Tabel 3. Alokasi Penggunaan Spectrum Frekuensi X-Band 7 250-8 500 Mhz

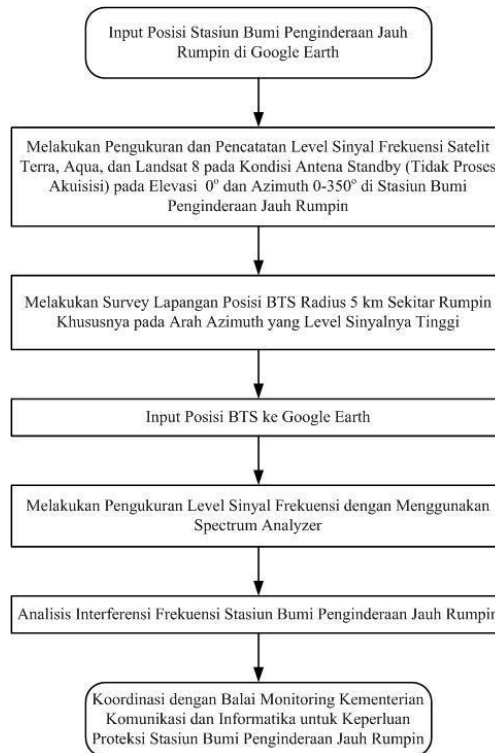
| Frekuensi Radio | Wilayah 3-ITU | Alokasi Indonesia |
|-----------------|---|---|
| 7 250-7 450 | TETAP | TETAP |
| | SATELIT TETAP (angkasa ke Bumi) | SATELIT TETAP (angkasa ke Bumi) |
| | BERGERAK 5.461 | BERGERAK 5.461 INS30 |
| 7 300-7 450 | TETAP | TETAP |
| | SATELIT TETAP (angkasa ke Bumi) | SATELIT TETAP (angkasa ke Bumi) |
| | BERGERAK kecuali bergerak penerbangan 5.461 | BERGERAK kecuali bergerak penerbangan 5.461 INS30 INS30A |
| 7 450-7 550 | TETAP | TETAP |
| | SATELIT TETAP (angkasa ke Bumi) | SATELIT TETAP (angkasa ke Bumi) |
| | SATELIT METEOROLOGIS (angkasa ke Bumi) BERGERAK kecuali bergerak penerbangan 5.461A | SATELIT METEOROLOGIS (angkasa ke Bumi) BERGERAK kecuali bergerak penerbangan 5.461 INS30 INS30A |
| 7 550-7 750 | TETAP | TETAP |
| | SATELIT TETAP (angkasa ke Bumi) | SATELIT TETAP (angkasa ke Bumi) |
| | BERGERAK kecuali bergerak penerbangan | BERGERAK kecuali bergerak penerbangan INS30 INS30A |
| 7 750-7 900 | TETAP | TETAP |
| | SATELIT METEOROLOGIS (angkasa ke Bumi) 5.461B | SATELIT METEOROLOGIS (angkasa ke Bumi) 5.461B |
| | BERGERAK kecuali bergerak penerbangan | BERGERAK kecuali bergerak penerbangan INS30 INS30A |
| 7 900-8 025 | TETAP | TETAP |
| | SATELIT TETAP (Bumi ke angkasa) | SATELIT TETAP (Bumi ke angkasa) |
| | BERGERAK 5.461 | BERGERAK 5.461 INS30 INS30A |
| 8 025-8 175 | SATELIT EKSPLORASI BUMI (angkasa ke Bumi) | SATELIT EKSPLORASI BUMI (angkasa ke Bumi) |
| | TETAP | TETAP |

| Frekuensi Radio | Wilayah 3-ITU | Alokasi Indonesia |
|-----------------|--|--|
| 8 175-8 215 | SATELIT TETAP (Bumi ke angkasa) | SATELIT TETAP (Bumi ke angkasa) |
| | BERGERAK 5.463 5.462A | BERGERAK 5.463 5.462A INS30 INS30A |
| | SATELIT EKSPLORASI BUMI (angkasa ke Bumi) | SATELIT EKSPLORASI BUMI (angkasa ke Bumi) |
| | TETAP | TETAP |
| | SATELIT TETAP (Bumi ke angkasa) | SATELIT TETAP (Bumi ke angkasa) |
| | SATELIT METEOROLOGIS (Bumi ke angkasa) | SATELIT METEOROLOGIS (Bumi ke angkasa) |
| 8 215-8 400 | BERGERAK 5.463 5.462A | BERGERAK 5.463 5.462A INS30 INS30A |
| | SATELIT EKSPLORASI BUMI (angkasa ke Bumi) | SATELIT EKSPLORASI BUMI (angkasa ke Bumi) |
| | TETAP | TETAP |
| | SATELIT TETAP (Bumi ke angkasa) | SATELIT TETAP (Bumi ke angkasa) |
| | BERGERAK 5.463 5.462A | BERGERAK 5.463 5.462A INS30 INS30A |
| | SATELIT EKSPLORASI BUMI (angkasa ke Bumi) | SATELIT EKSPLORASI BUMI (angkasa ke Bumi) |
| 8 400-8 500 | TETAP | TETAP |
| | BERGERAK kecuali bergerak penerbangan | BERGERAK kecuali bergerak penerbangan |
| | PENELITIAN RUANG ANGKASA (angkasa ke Bumi) 5.465 | PENELITIAN RUANG ANGKASA (angkasa ke Bumi) 5.465 |
| | 5.466 | 5.466 |
| | | INS30 INS30A |
| | | |

Dengan pemanfaatan *bandwidth* frekuensi yang sama antara komunikasi satelit dan komunikasi seluler *microwave*, maka sangat dimungkinkan terjadi interferensi antara frekuensi operasi Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin satelit dengan frekuensi *microwave link terrestrial* tersebut.

2. METODE

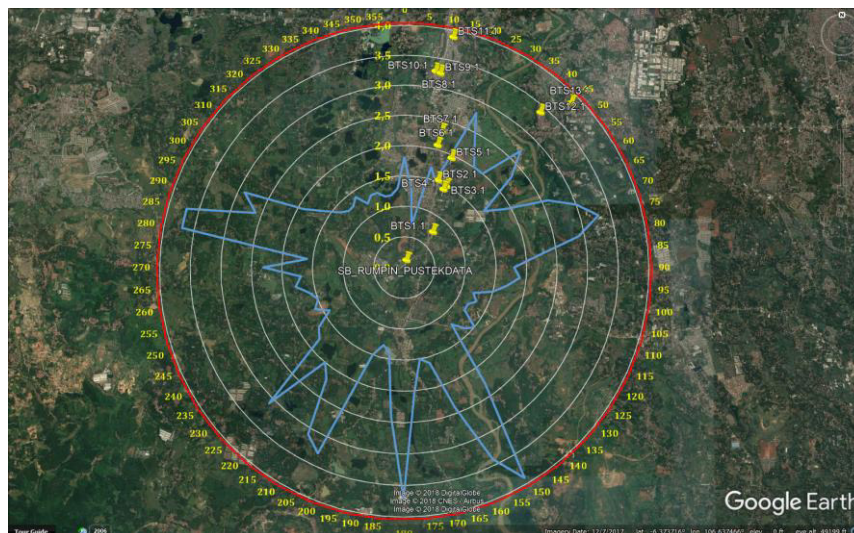
Diagram alir proses monitor dan analisis data sinyal interferensi dijelaskan pada **Gambar 3**. Metode analisis potensi interferensi yang dilakukan adalah dengan mengukur dan mencatat level sinyal frekuensi satelit yang diakuisisi melalui *Graphical User Interface (GUI) control* antena Viasat 5,4 meter di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin pada pita frekuensi X dari *azimuth* 0° – 360° dengan sudut elevasi antena 5° . Kemudian posisi (koordinat) Stasiun Bumi Rumpin dan hasil (grafik) pencatatan level sinyal dipetakan di *Google Earth*. Selanjutnya dilakukan *survey* lapangan terkait sumber sinyal interferensi dengan mencatat koordinat BTS radius 5 km dari Stasiun Bumi Rumpin. Lalu dilakukan pengukuran level sinyal pada arah sumber interferensi dengan menggunakan *spectrum analyzer*. Selanjutnya dilakukan analisis interferensi dan meminta pendampingan kepada Balai Monitoring setempat untuk melakukan survey bersama lokasi tower dan pemancar *microwave* yang digunakan dengan melampirkan ISR dan rincian gangguan berupa gambaran sinyal dan dampak yang diakibatkan. Bila perlu dilakukan komunikasi lanjutan antara LAPAN, Balai Monitoring Kemkominfo dan provider telekomunikasi terkait.



Gambar 3. Tahapan Analisis Interferensi Frekuensi Pita Frekuensi X-Band di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

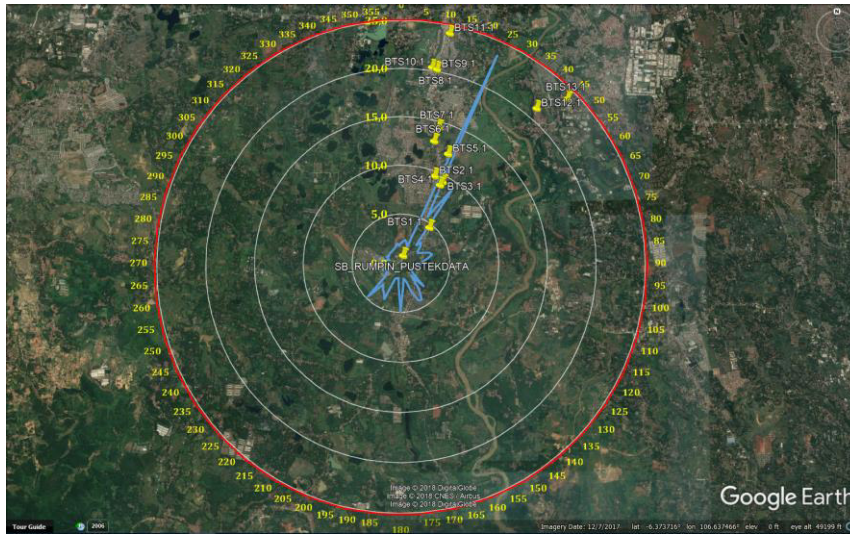
Untuk mendukung analisis interferensi frekuensi ini, telah dilakukan beberapa percobaan pengukuran dengan menggunakan sistem antena X-band Viasat 5,4 meter yang ada di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin melalui *Graphical User Interface (GUI) control* antena pada saat *standby* (tidak dalam proses akuisisi) pada frekuensi tengah satelit Terra, Aqua dan Landsat-8 dengan arah posisi elevasi 5° dan *azimuth* dari 0° hingga 359°. Selanjutnya dilakukan survey lapangan terkait sumber sinyal interferensi dengan mengamati posisi BTS dan BSC di sekitar Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin yang menjadi sumber gangguan interferensi tersebut.



Gambar 4. Data Hasil Pengukuran Kuat Sinyal Satelit Terra pada Saat Antena Posisi *Standby* dan *Mapping* Koordinat BTS Radius 5 Km dari Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin Arah *Azimuth* 20-30°

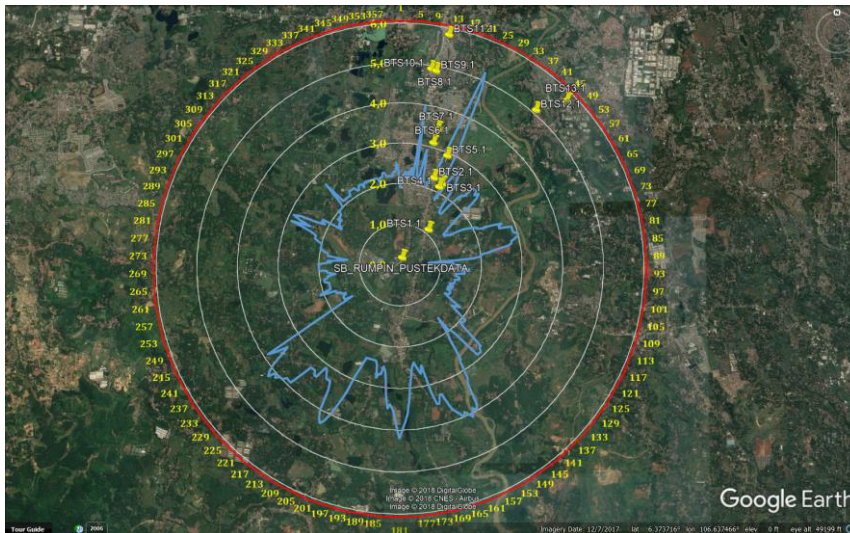
Gambar 4 di atas menunjukkan data/hasil pengukuran *scan* frekuensi Terra pada antena stasiun bumi Rumpin pada saat *standby* (tidak dalam proses akuisisi) pada frekuensi 8212,5 GHz dengan arah posisi elevasi 5° dan

azimuth dari 0° hingga 359°. Dari pengukuran tersebut, diperoleh data kuat sinyal yang tertinggi pada azimuth 150° (3,9 dB). Selain itu juga diperoleh data kuat sinyal yang cukup tinggi pada azimuth 180° (3,7 dB), azimuth 280° (3,7 dB).



Gambar 5. Data Hasil Pengukuran Kuat Sinyal Satelit Aqua pada Saat Antena Posisi Standby dan Mapping Koordinat BTS Radius 5 Km dari Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin Arah Azimuth 20-30°

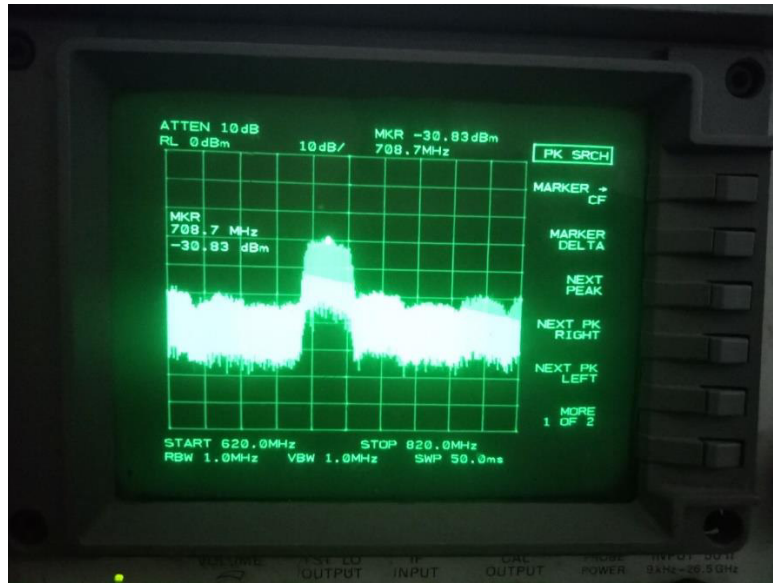
Gambar 5 di atas menunjukkan data/hasil pengukuran scan frekuensi Aqua pada antenna stasiun bumi Rumpin pada saat standby (tidak dalam proses akuisisi) pada frekuensi 8160 GHz dengan arah posisi elevasi 5° dan azimuth dari 0° hingga 359°. Dari pengukuran tersebut, diperoleh data kuat sinyal yang tertinggi pada azimuth 25° (23,5 dB). Selain itu juga diperoleh data kuat sinyal yang cukup tinggi pada azimuth 35° (9,3 dB), Azimuth 180° (5,0 dB).



Gambar 6. Data Hasil Pengukuran Kuat Sinyal Satelit Landsat-8 pada Saat Antena Posisi Standby dan Mapping Koordinat BTS Radius 5 Km dari Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin Arah Azimuth 20-30°

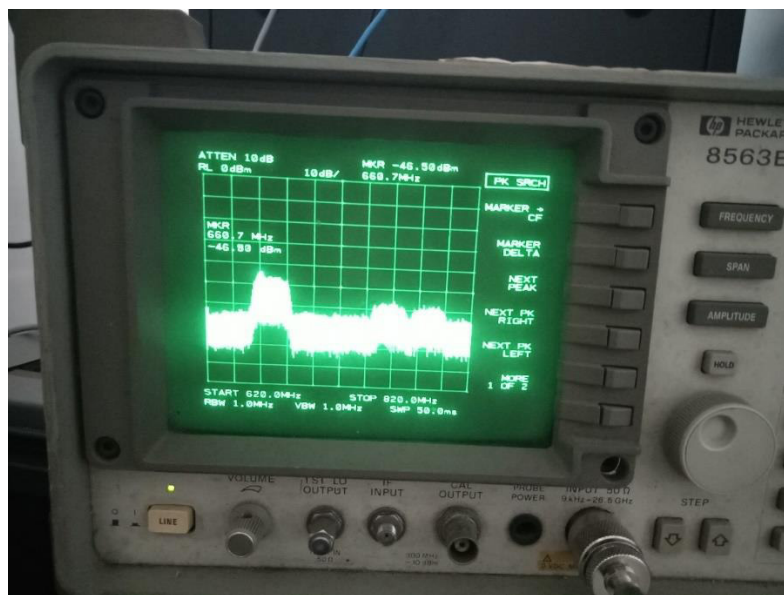
Gambar 6 di atas menunjukkan data/hasil pengukuran scan frekuensi Landsat-8 pada antenna stasiun bumi Rumpin pada saat standby (tidak dalam proses akuisisi) pada frekuensi 8200,5 GHz dengan arah posisi elevasi 5° dan azimuth dari 0° hingga 359°. Dari pengukuran tersebut, diperoleh data kuat sinyal yang tertinggi pada azimuth 24° (5,2 dB). Selain itu juga diperoleh data kuat sinyal azimuth 30° (5,4 dB) dan azimuth 207° (4,3 dB).

Selanjutnya dari hasil pengukuran level sinyal frekuensi pada arah yang terindikasi interferensi frekuensi sekitar Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin dengan menggunakan spectrum analyzer HP 8563E, diperoleh beberapa level sinyal yang cukup tinggi yang berpotensi mengganggu frekuensi sinyal satelit penginderaan jauh yang akan diakuisisi di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin.



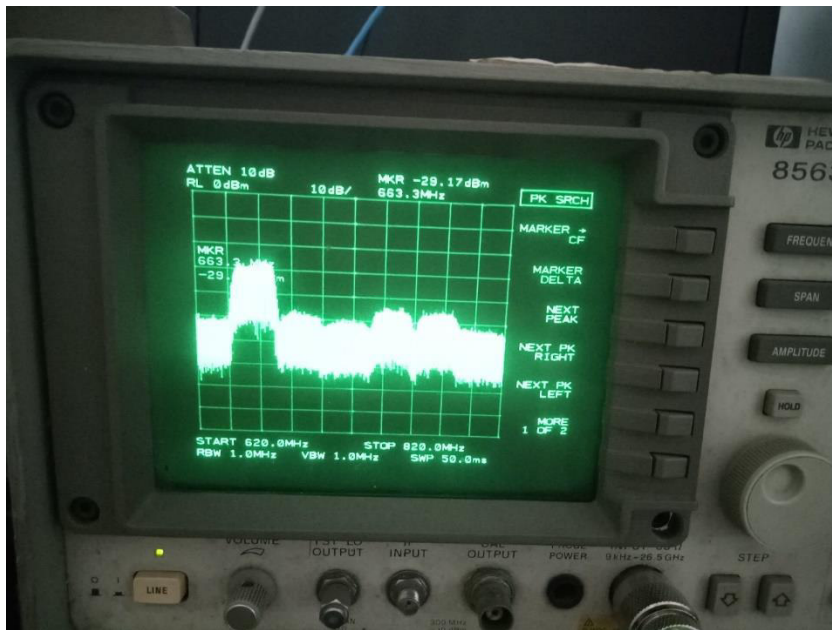
Gambar 7. Pengukuran Sinyal Frekuensi Satelit Aqua pada Azimuth 25° Elevasi 5° dengan *Spectrum Analyzer*

Gambar 7 memperlihatkan hasil pengukuran *spectrum analyzer* frekuensi satelit Aqua pada azimuth 25° elevasi 5°. Pada *spectrum analyzer* terlihat bahwa sinyal interferensi pada frekuensi 708,70 MHz (IF)/8148,70 MHz (RF) dengan level sinyal -30,83 dBm.



Gambar 8. Pengukuran Sinyal Frekuensi Satelit Landsat-8 pada Azimuth 24° Elevasi 5° dengan *Spectrum Analyzer*

Gambar 8 memperlihatkan hasil pengukuran *spectrum analyzer* frekuensi satelit Landsat-8 pada azimuth 24° elevasi 5°. Pada *spectrum analyzer* terlihat bahwa sinyal interferensi pada frekuensi 660,70 MHz (IF)/8141,20 MHz (RF) dengan level sinyal -46,80 dBm.



Gambar 9. Pengukuran Sinyal Frekuensi Satelit Terra pada Azimuth 25° Elevasi 5° dengan *Spectrum Analyzer*

Gambar 9 memperlihatkan hasil pengukuran *spectrum analyzer* frekuensi satelit Terra pada azimuth 25° elevasi 5°. Pada *spectrum analyzer* terlihat bahwa sinyal interferensi pada frekuensi 663,30 MHz (IF)/8155,80 MHz (RF) dengan level sinyal -29,00 dBm.

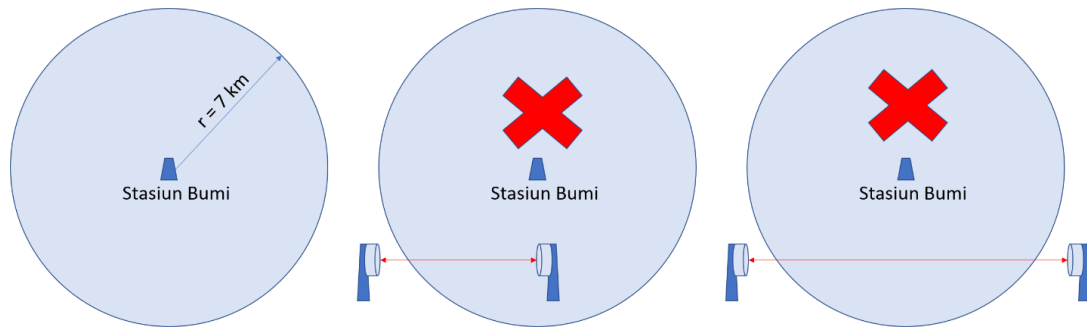
Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan *spectrum analyzer* pada arah yang terindikasi adanya potensi interferensi dari link *microwave* BTS-BSC di atas, frekuensi 8141,20 MHz, 8148,70 MHz, 8155,80 MHz berada dalam pita frekuensi satelit Terra, Aqua, dan Landsat-8 yang berpotensi mengganggu proses akuisisi data di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin seperti tampak pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Ilustrasi Frekuensi Interferensi dalam Cakupan Frekuensi Satelit Penginderaan Jauh yang Diakuisisi Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin

Dari kondisi yang dihadapi saat ini, perlu segera dilakukan koordinasi bersama antara LAPAN, Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemenkominfo) beserta operator telekomunikasi selular dalam mengantisipasi terjadinya interferensi frekuensi. Dalam makalah ini disajikan contoh analisis metode solusi interferensi frekuensi Stasiun Bumi dengan *Microwave* BTS-BSC/Node B-RNC yang pernah diambil dari hasil komunikasi lanjut antara LAPAN, Balmon dan provider telekomunikasi terkait pada tahun 2013. Berdasarkan pertemuan tersebut dihasilkan beberapa rekomendasi yaitu:

1. Penyesuaian data parameter *microwave* link seperti ketinggian antenna, sudut elevasi, daya pancar dan proteksi teknis lainnya.
2. Mengganti frekuensi radio pada *band* selain 7 – 8 GHz yaitu 11 – 14 GHz atau 23 GHz.
3. Mengganti *microwave* link dengan fiber optik.
4. *Re-route* / pindah BTS/BSC/Node B/RNC / ubah topografi jaringan.
5. ISR pada frekuensi 7 – 8 GHz tidak diperpanjang.
6. Ditetapkan radius proteksi sejauh 7 km dari Stasiun Bumi Penginderaan Jauh khusus untuk frekuensi 7 – 8 GHz (seperti pada **Gambar 11**).



Gambar 11. Proteksi 7 Km yang Disepakati

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan sinyal interferensi yang terjadi di Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Indikasi interferensi terjadi pada frekuensi 8141,20 MHz, 8148,70 MHz, 8155,80 MHz dengan level sinyal yang cukup tinggi pada arah sudut *azimuth* 20 – 30° antena Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin dan berpotensi mengganggu frekuensi Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin dalam operasional akuisisi data satelit penginderaan jauh.
- Perlu dilakukan koordinasi dalam penggunaan frekuensi yang sama bagi Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin dan komunikasi *microwave terrestrial*.
- Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan, pasal 103 ayat 3 Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang komunikasi dan informatika wajib memprioritaskan penggunaan frekuensi radio untuk kegiatan keantariksaan sesuai dengan pengaturan penggunaan frekuensi radio untuk kegiatan keantariksaan 2016 – 2020 yang telah disusun (LAPAN, 2017).
- Perlu segera didaftarkan Ijin Stasiun Radio (ISR) untuk Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Rumpin agar dapat memproteksi penggunaan frekuensi operasional akuisisi satelit penginderaan jauh pada pita frekuensi X.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LAPAN, khususnya Kepala Pusat Teknologi dan Data (Kapustekdata), Kepala Bidang Program dan Fasilitas (Profas) serta Kelompok Penelitian (Poklit) Teknologi Akuisisi dan Stasiun Bumi Penginderaan Jauh (SBPJ) LAPAN yang telah membantu penulis terkait penyediaan data, pengerjaan data maupun pendanaan kegiatan ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Pemerintah Indonesia. 2000. Peraturan Pemerintah Nomor 53 Tahun 2000 tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio dan Orbit Satelit. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2000 Nomor 108. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. 2018. Izin Spektrum Frekuensi Radio. http://www.postel.go.id/artikel_c_7_p_1856.htm diakses pada 14 Mei 2018.
- Pemerintah Indonesia. 2012. Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2012 tentang Penyediaan, Penggunaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan dan Distribusi Data Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi. Sekretariat Kabinet. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 2013. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan. Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5435. Sekretariat Negara. Jakarta.
- International Telecommunication Union. 2013. ITU-R F.386-9 (02/2013): Radio-frequency channel arrangements for fixed wireless systems operating in the 8 GHz (7 725 to 8 500 MHz) band diunduh dari <https://www.itu.int/rec/R-REC-F.386/en>.
- Menteri Komunikasi dan Informatika. 2014. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika RI No.25/ Tahun 2014, Tabel Alokasi Spektrum Radio Indonesia, Jakarta.
- LAPAN. 2017. Frekuensi Keantariksaan LAPAN, Jakarta.