

Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Frekuensi Ka-band untuk Sistem Komunikasi Satelit

Opportunities and Challenges upon Usage of Ka-band Frequency for Satellite Communication System

Wirianto Pradono¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber daya, Perangkat dan Penyelenggaraan Komunikasi dan Informatika I

¹Jln. Medan Merdeka Barat No.9 Jakarta, Indonesia

email:¹wiri001@kominfo.go.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah diterima 16 November 2017

Direvisi 20 November 2017

Disetujui 20 November 2017

Keywords:

Ka-band

Satellite

Broadband

Frequency

Kata kunci :

Ka-band

Satelit

Pitalebar

Frekuensi

ABSTRACT

Data traffic growth is much higher than that of voice traffic. Cisco predicts that mobile data traffic in Indonesia will grow 8-fold from 2016 to 2021. Broadband technology becomes appropriate solution to cope with data traffic growth and to keep quality of service optimal. Considering that terrain profile of rural areas in Indonesia is hard for terrestrial system to be deployed, satellite technology is urgently required to deploy broadband services in rural areas. Considering its superiorities over existing satellite systems, Ka-band satellite is one of key technologies to enable broadband service penetration in rural area. Literature studies and qualitative approach are used in this study to identify opportunities and challenges Indonesia will encounter when deploying Ka-band satellite system. Research results show that Ka-band satellite is capable of facilitating telecommunication services requiring high bandwidth. Satellite service users also vary, spanning from industries, government agencies, and consumers. Regardless superiorities Ka-band satellite offers, there are still some challenges to address. Those challenges are vulnerability of Ka-band frequency due to rain attenuation and lack of Ka-band filing owned by Indonesia with status approved by International Telecommunication Union (ITU).

ABSTRAK

Pertumbuhan trafik data jauh melampaui pertumbuhan trafik suara. Cisco memprediksi trafik data bergerak di Indonesia akan meningkat sebesar 8 kali lipat dalam periode 2016-2021. Teknologi pitalebar merupakan solusi tepat untuk memfasilitasi peningkatan trafik data sekaligus menjaga kualitas layanan tetap optimal. Kondisi medan wilayah rural Indonesia sulit dijangkau oleh sistem terestrial sehingga teknologi satelit sangat dibutuhkan agar penetrasi layanan pitalebar dapat menjangkau wilayah tersebut. Menimbang sejumlah keunggulan dari satelit Ka-band dibandingkan sistem satelit yang ada saat ini membuat satelit Ka-band menjadi salah satu teknologi kunci yang memungkinkan penetrasi layanan pitalebar hingga wilayah rural. Studi literatur dan pendekatan kualitatif digunakan dalam studi ini untuk mengidentifikasi potensi dan tantangan yang dihadapi Indonesia dalam pengembangan sistem satelit Ka-band. Hasil studi menunjukkan satelit Ka-band mampu memfasilitasi layanan telekomunikasi yang membutuhkan bandwidth besar. Pengguna layanan satelit juga bervariasi meliputi industri, institusi pemerintah, hingga konsumen individu dan rumah tangga. Meskipun satelit Ka-band menawarkan sejumlah keunggulan, ada beberapa tantangan yang harus diantisipasi yakni kerentanan frekuensi Ka-band terhadap redaman hujan dan ketiadaan filing Ka-band milik Indonesia dengan status disetujui oleh International Telecommunication Union (ITU).

1. Pendahuluan

Saat ini tren layanan komunikasi telah mengalami perubahan. Pertumbuhan layanan data terutama layanan data bergerak atau *mobile data* jauh melampaui pertumbuhan layanan suara atau *telephony* (Ericsson, 2016). Cisco memprediksi untuk periode 2016-2021, volum trafik layanan data bergerak mengalami pertumbuhan pesat dari 7.2 *Exabyte* (EB) menjadi 48.3 EB untuk lingkup global dan dari 184 *Petabyte* (PB) menjadi 1.5 EB untuk lingkup Indonesia (Cisco, 2017). Salah satu faktor yang mendorong pesatnya pertumbuhan trafik layanan data adalah semakin meluasnya penggunaan perangkat telepon cerdas

atau *smartphone* dan *tablet* (Checko et al., 2015). Cisco memprediksi untuk periode 2016-2021, jumlah penggunaan *smartphone* mengalami peningkatan sebesar 2.6 miliar perangkat untuk lingkup global dan 128.1 juta perangkat untuk lingkup Indonesia (Cisco, 2016). Peningkatan kapasitas jaringan telekomunikasi secara kontinu diperlukan untuk menjaga agar kualitas layanan tetap terjaga dengan baik. Solusi untuk memfasilitasi hal tersebut yakni jaringan pitalebar atau *broadband*. Menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2014 tentang Rencana Pitalebar Indonesia 2014-2019, jaringan pitalebar dapat diartikan sebagai akses terhadap layanan internet dengan jaminan konektivitas yang stabil, terjamin keamanandan ketahanan informasinya serta mampu memfasilitasi layanan *triple-play* dengan kecepatan minimal 2 *Megabit per second* (Mbps) untuk akses tetap dan 1 Mbps untuk akses bergerak.

Wilayah Indonesia tidak hanya terdiri dari dataran rendah seperti di wilayah perkotaan tetapi juga pegunungan, perbukitan, dan laut yang mendominasi wilayah rural. Kondisi ini membuat wilayah rural cukup sulit untuk dijangkau oleh sistem terestrial yang implementasinya membutuhkan waktu lama dan biaya sangat mahal. Oleh karena itu percepatan pemerataan jaringan pitalebar tidak cukup hanya mengandalkan sistem terestrial (*fixed wireless access*, jaringan nirkabel seluler, dan jaringan serat optik) tetapi juga perlu ditopang oleh sistem nonterestrial yakni satelit. Teknologi satelit memungkinkan sinyal komunikasi dihantarkan dari pemancar ke penerima tanpa terhalang oleh kontur wilayah. Pita frekuensi yang paling banyak digunakan saat ini untuk komunikasi satelit berada pada rentang di bawah 10 *Gigahertz* (GHz) yakni di frekuensi *C-band* dan sebagian kecil yang berada di atas 10 GHz yakni *Ku-band*. Frekuensi *C-band* dan *Ku-band* masing-masing memiliki *usable bandwidth* berturut-turut sebesar 500 MHz dan 1 GHz (HarrisCapRock, 2012; Yuniarti, 2013). Keterbatasan *bandwidth* dan pesatnya pertumbuhan trafik data menyebabkan *bandwidth* di pita frekuensi satelit *existing* ini semakin menipis sehingga dibutuhkan pita frekuensi baru di rentang yang lebih tinggi untuk mengakomodasi kebutuhan *bandwidth* yang semakin besar yakni pada rentang *Ka-band* (Maruddani, Kurniawan, Sugihartono, & Munir, 2011; NewSat Ltd ABN, 2012). Di lingkup global, frekuensi *Ka-band* sudah banyak diminati oleh industri, pemerintahan, dan militer. *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) bahkan menyebutkan bahwa *Ka-band* secara spesifik pada frekuensi 26 GHz, menjadi spektrum yang menjanjikan bagi NASA (NASA, 2014). Satelit yang beroperasi pada frekuensi *Ka-band* juga mampu menyediakan berbagai layanan yang disediakan oleh satelit yang beroperasi pada pita frekuensi yang digunakan saat ini (NewSat Ltd ABN, 2013).

Peran satelit di Indonesia sangat penting dalam percepatan pemerataan layanan pitalebar hingga wilayah rural serta untuk mengakomodasi pertumbuhan trafik layanan data yang terus meningkat dan menuntut kebutuhan *bandwidth* yang semakin besar. Frekuensi *Ka-band* menjadi salah satu isu penting yang akan dibahas dalam sidang *World Radiocommunication Conferences* (WRC) ke-19 terkait dengan pemanfaatannya untuk komunikasi *Earth Station in Motion* (ESIM) dan *International Mobile Telecommunication System* (IMT) tahun 2020 (ITU-R, 2015a, 2015b; Matas, n.d.). Menimbang hal-hal tersebut maka diperlukan studi untuk mengetahui pemanfaatan dan kendala yang dihadapi dalam penyelenggaraan komunikasi satelit di Indonesia saat ini sekaligus mengidentifikasi peluang dan tantangan yang dihadapi apabila Indonesia ingin memanfaatkan frekuensi *Ka-band* untuk penyelenggaraan komunikasi satelit. Hasil studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal bagi para pihak mengenai hal-hal yang perlu disiapkan terkait pengembangan layanan komunikasi satelit pada frekuensi *Ka-band* di Indonesia.

2. Tinjauan Pustaka

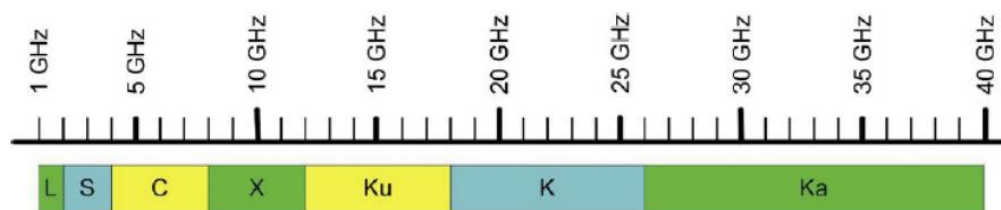
2.1. Sistem Komunikasi Satelit

Satelit adalah perangkat telekomunikasi yang ditempatkan di luar angkasa dan mengorbit terhadap bumi yang memiliki fungsi sebagai *repeater* untuk meneruskan sinyal *microwave* sehingga memungkinkan para pelanggan atau pengguna layanan telekomunikasi dapat saling bertukar informasi selama perangkat pelanggan tersebut terkoneksi dengan stasiun bumi (Elbert, 2008). Satelit menurut tipe dan jarak orbitnya

terhadap bumi dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis yakni *Geostationery Earth Orbit* (GEO), *Medium Earth Orbit* (MEO), dan *Low Earth Orbit* (LEO). ITU dalam hal ini melalui ITU-R, mendefinisikan layanan yang dapat didukung oleh satelit menjadi beberapa kategori berdasarkan mobilitas penerima satelit dan konten layanan:

- a. *Fixed Satellite Service*
- b. *Mobile Satellite Service*
- c. *Broadcast Satellite Service*
- d. Layanan satelit lainnya (satelit navigasi, satelit maritim, satelit meteorologi)

Sistem komunikasi satelit meliputi dua segmen utama yakni *ground segment* dan *space segment*. *Ground segment* atau stasiun bumi adalah perangkat di bumi yang berfungsi meneruskan sinyal komunikasi dari dan menuju satelit. *Space segment* atau stasiun luar angkasa adalah perangkat yang ditempatkan di luar angkasa, dalam hal ini adalah satelit itu sendiri yang berfungsi untuk meneruskan sinyal dari dan menuju stasiun bumi atau antarsatelit. Teknologi satelit mampu mendukung sejumlah layanan antara lain siaran radio dan televisi, jalur koneksi untuk *Public Switched Telephone Network* (PSTN), navigasi penerbangan, militer, maritim, meteorologi, *backhauling*, dan sebagainya. Sebagaimana teknologi telekomunikasi nirkabel lainnya, teknologi satelit membutuhkan alokasi spektrum frekuensi untuk menggelar layanan komunikasi. ITU Radio Regulation mengkategorikan spektrum frekuensi yang digunakan oleh satelit menjadi *unplanned band* dan *planned band* (Ditjen SDPPI Kementerian Kominfo, 2012, 2013). *Unplanned band* adalah pita frekuensi satelit yang tidak dapat diklaim hanya milik salah satu negara dan penggunaannya diatur oleh ITU untuk menjamin kesetaraan akses dan penggunaan slot orbit bagi semua negara sedangkan pita frekuensi *planned band* telah diatur sedemikian rupa oleh ITU agar setiap negara mendapatkan jatah slot orbit dan kanal frekuensi untuk transponder satelit dengan cakupan terbatas hanya pada wilayah teritorial negara tersebut. Beberapa pita frekuensi yang dialokasikan untuk penyelenggaraan layanan komunikasi satelit dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alokasi frekuensi untuk komunikasi satelit (Harris CapRock Communications Inc., 2012)

Frekuensi *C-band* berada pada rentang 4-8 GHz sementara frekuensi *Ku-band* berada di rentang 12-18 GHz. Selain kedua frekuensi tersebut, frekuensi saat ini yang menjadi daya tarik tersendiri khususnya di kalangan industri telekomunikasi adalah frekuensi *Ka-band*. Frekuensi *Ka-band* memiliki beberapa kelebihan salah satunya *bandwidth* yang lebih besar sehingga dapat menyediakan kapasitas layanan yang lebih banyak (Benoit, Fenech, & Pezzana, 2009).

2.2. Pengaruh Aspek Frekuensi dan Cuaca Terhadap Komunikasi Satelit

Teknologi nirkabel memungkinkan sinyal komunikasi dapat menjangkau lokasi yang berjauhan melalui media udara. Saat merambat di udara, sinyal mengalami berbagai gangguan yang memengaruhi kualitas penerimaan di sisi penerima atau *receiver*. Tingkat gangguan yang dialami sinyal saat merambat melalui udara dipengaruhi oleh mode propagasi dan frekuensi sinyal. Mode propagasi sinyal dapat dibedakan atas propagasi *Line of Sight* (LOS) dan non-LOS (Seybold, 2005). Propagasi LOS memungkinkan sinyal merambat melalui udara tanpa terhalang vegetasi, pegunungan, dan bangunan gedung. Meskipun demikian, sinyal tetap mengalami redaman yang disebut dengan *free space path loss*. Pada propagasi non-LOS, transmisi sinyal dari pemancar ke penerima menemui halangan berupa gedung, bukit, gunung, dan vegetasi sehingga sinyal yang ditransmisikan dari satelit ke stasiun bumi atau sebaliknya akan mengalami redaman dan pemantulan yang berdampak pada penurunan kekuatan sinyal.

Selain redaman *free space path loss*, redaman propagasi yang terjadi pada komunikasi satelit disebabkan oleh faktor-faktor yang terkait dengan karakteristik cuaca di wilayah bersangkutan antara lain redaman atmosfer, hujan, derau (*noise*), *tropospheric scintillation*, dan redaman hidrometer (Dissanayake, 2002; He, Guo, & Zhao, 2015; Kandella, n.d.). Besaran nilai redaman tersebut ditentukan oleh rentang spektrum frekuensi yang digunakan dan karakteristik cuaca seperti kondisi atmosfer dan curah hujan. Curah hujan memiliki dampak paling signifikan terhadap kualitas sinyal untuk daerah ekuatorial (Hasanuddin, 2014; Jong, Lam, Din, & D’Amico, 2015; Ulaganathen, Rahman, Rahim, & Islam, 2013). Semakin tinggi frekuensi yang digunakan maka semakin besar redaman hujan yang dialami oleh sinyal komunikasi (Kesavan, Islam, Abdullah, & Tharek, 2015). *Ka-band* yang digunakan untuk komunikasi satelit berada pada rentang frekuensi tinggi (>10 GHz). Pada rentang tersebut, hujan merupakan faktor paling dominan yang berpengaruh terhadap kualitas sinyal yang dipancarkan, arah *downlink* maupun *uplink* (Lakanchanh, Leelaruji, Hemmakorn, & Moriya, 2005; Maruddani et al., 2011). Nilai redaman hujan terhadap sinyal komunikasi dapat dihitung menggunakan persamaan 1 dan 2 yang merujuk pada rekomendasi ITU-R P.838-8 (ITU-R, 2005; Shrestha & Choi, 2017)

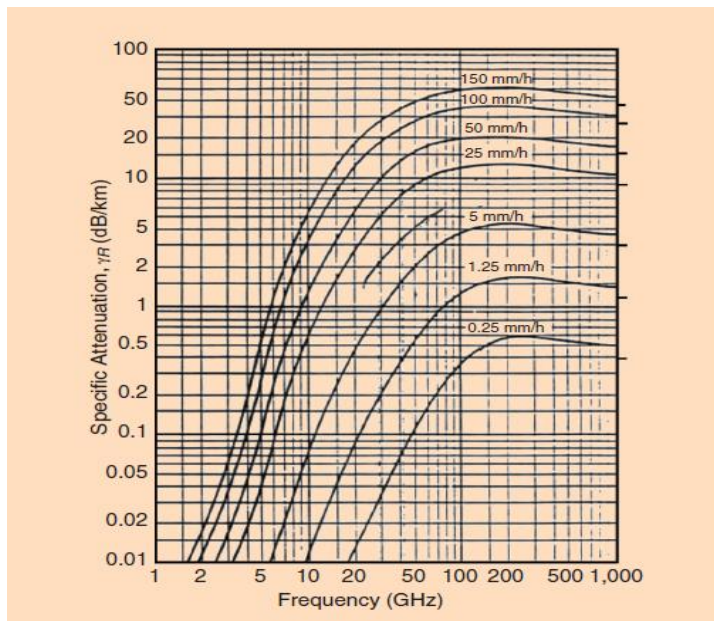
Persamaan 1:

$$\gamma_R = k \times R^\alpha$$

Persamaan 2:

$$A = \gamma_R \times d_{eff}$$

γ_R adalah redaman hujan spesifik dalam satuan dB/km, k dan α merupakan koefisien yang nilainya ditentukan oleh frekuensi dan mode polarisasi antena (horisontal/vertikal), d_{eff} adalah jarak efektif antara pemancar dan penerima dalam satuan km, R adalah curah hujan dalam satuan mm/jam, r adalah faktor reduksi jarak antara pemancar dan penerima, dan A adalah redaman hujan pada jarak pemancar dan penerima sejauh d_{eff} dalam satuan dB. Pengaruh curah hujan dan frekuensi terhadap kualitas sinyal komunikasi satelit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh frekuensi dan hujan terhadap sinyal komunikasi satelit (Marcus & Pattan, 2005)

2.3. Spektrum Frekuensi *Ka-band* untuk Komunikasi Satelit

Alokasi frekuensi radio oleh ITU untuk seluruh negara di dunia dibedakan berdasarkan regional dimana negara bersangkutan berada. Regional yang ditetapkan oleh ITU meliputi regional 1 (Eropa, Rusia, Timur Tengah, dan Afrika), regional 2 (Amerika), dan regional 3 (Asia, Australia, dan Oceania). *Ka-band* merupakan daerah frekuensi yang berada pada rentang 18-40 Ghz. Namun, secara aktual frekuensi *Ka-band* yang dialokasikan oleh ITU untuk komunikasi satelit berada pada rentang 17.3 – 31 GHz (Singarajah,

2012). Negara yang menggelar layanan komunikasi satelit *Ka-band* pada rentang 17.3 – 31 GHz harus menyesuaikan dengan pembagian regional ITU dimana negara tersebut berada dan tipe layanan satelit yang diselenggarakan. Amerika Serikat masuk ke dalam regional 2 dan menyelenggarakan layanan satelit MSS. Berdasarkan dokumen ITU Radio Regulation article 5, pita frekuensi *Ka-band* yang boleh digunakan oleh Amerika Serikat untuk penyelenggaraan layanan satelit MSS berada pada rentang 19.7-21.2 GHz untuk *uplink* dan 29.5-31 GHz untuk *downlink*. Tabel 1 menunjukkan sejumlah sistem komunikasi satelit *Ka-band* yang sudah diselenggarakan oleh beberapa negara di dunia.

Tabel 1. Satelit *Ka-band* yang telah beroperasi di dunia (Avanti Communication Group plc, 2012)

<i>Company</i>	<i>Satellite System</i>
Arabsat	Arabsat-5B, Arabsat-5C
Avanti	Hylas-1 / Hylas-2
Eutelsat	Eutelsat-W3 series, Ka-Sat, Hotbird
Hispasat	Spainsat, Hispasat-1E
Hughes	Spaceway-3 / Jupiter-1
Intelsat	IAS-28 / Intelsat-20
Ipstar	Ipstar
Iridium	Iridium (LEO)
JAXA/NICT	Winds
Nilesat	Nilesat 201
SES	ASTRA 1H, ASTRA-1L, ASTRA-3B, ASTRA 4A, AMC-15, AMC-16, NSS-6
Spacecom	Amos 3
Telesat Canada	Nimiq 4
ViaSat	ViaSat-1, Wildblue-1, Anik-F2
Yahsat	Yahsat 1A (government), Yahsat-1B
ABS	ABS-7, ABS-2
Arabsat	BADR 7
Avanti	Hylas-3
Eutelsat	W3C, EUTELSAT-3B
Eutelsat / ictQATAR	ES'HAIL
Hispasat	Hispasat AG1, Amazonas-3
Inmarsat	Global Xpres F1/F2/F3
Inmarsat	Alphasat 1-XL
ISRO	G-Sat 14
Measat	Measat-5
NBN Co	NBN-1 / NBN-2
NewSat	Jabiru 1
O3B Networks Limited	O3B Networks (MEO)
RSCC	Express AM5 & AM6 & AM7
SES	ASTRA 2E, ASTRA 2F, ASTRA 2G, ASTRA 4B, ASTRA 5B
Russia RTCom	National Systems

<i>Company</i>	<i>Satellite System</i>
Spacecom	Amos 4 & 6
Telenor	Thor-7
Turksat	Turksat 4A / Turksat 4B

2.4. Regulasi dalam Penyelenggaraan Layanan Komunikasi Satelit

Aspek yang juga perlu menjadi perhatian terkait komunikasi satelit selain aspek teknis adalah aspek regulasi. Aspek regulasi yang dimaksud adalah perizinan penempatan dan pengoperasian satelit di orbit luar angkasa yang mencakup tiga elemen utama yakni alokasi spektrum frekuensi, pengurusan hak dan kewajiban terkait alokasi slot orbit satelit, dan publikasi data slot orbit satelit sebagai bentuk pengakuan atas hak sebuah institusi baik pemerintah maupun swasta untuk dapat menempatkan satelit pada slot orbit yang telah mendapat persetujuan bersama oleh ITU, badan administrasi telekomunikasi negara, dan institusi (pemerintah/swasta) yang akan/sudah menyelenggarakan layanan satelit. Berdasarkan hal tersebut maka para penyelenggara layanan komunikasi satelit baik institusi asing maupun institusi dari Indonesia, harus mengajukan izin penggunaan orbit satelit yakni *filing* satelit Indonesia sebelum dapat menempatkan satelitnya di atas wilayah Indonesia (Permenkominfo, 2014). *Filing* satelit adalah dokumen teknis dari jaringan sistem satelit dan dokumen lain yang didaftarkan kepada ITU agar dapat menggunakan spektrum frekuensi radio dinas satelit di orbit satelit tertentu sesuai dengan ketentuan ITU. Prosedur pendaftaran *filing* meliputi tiga tahapan yakni Tahap1: publikasi awal, Tahap: koordinasi dan pemeriksaan menyeluruh, dan Tahap 3: notifikasi (Ditjen SDPPI Kementerian Kominfo, 2013). *Filing* satelit harus didaftarkan oleh penyelenggara satelit ke ITU melalui administrasi telekomunikasi Indonesia dalam hal ini Kementerian Komunikasi Informatika yang didelegasikan kepada Direktorat Jenderal SDPPI (Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika) dan perlu berkoordinasi dengan penyelenggara satelit lain dari institusi Indonesia maupun asing yang sudah terlebih dahulu memiliki *filing* satelit yang sudah terdaftar di ITU. Koordinasi ini diperlukan agar tidak terjadi interferensi yang dapat mengganggu satelit lain atau sistem radio terestrial *existing* maupun *planning* di Indonesia yang sudah berizin sekaligus sebagai pengakuan dan proteksi secara internasional (Ditjen SDPPI Kementerian Kominfo, 2016). Koordinasi *filing* satelit tidak hanya melibatkan antaradministrasi telekomunikasi yang berasal dari negara berbeda namun juga dapat melibatkan antarp penyelenggara layanan satelit.

Koordinasi *filing* satelit antarp penyelenggara layanan satelit berpatokan kepada besaran busur koordinasi yakni rentang jarak maksimum dalam satuan derajat. Suatu *filing* satelit wajib melakukan koordinasi dengan pemilik *filing* satelit *existing* yang beroperasi pada rentang frekuensi yang sama. Setelah koordinasi satelit selesai dilakukan antarpihak terkait dan tidak ada permasalahan maka hak penggunaan *filing* satelit Indonesia tersebut akan dipublikasikan di ITU dan juga diterbitkan oleh pemerintah yang diwakili oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika dalam bentuk keputusan menteri. Penyelenggara satelit yang telah memegang hak penggunaan *filing* satelit Indonesia diwajibkan menyampaikan laporan penggunaan *filing* satelit setiap tahun kepada pemerintah. Sementara itu, apabila satelit yang akan diluncurkan dan dioperasikan di atas wilayah Indonesia menggunakan satelit milik asing maka dibutuhkan izin tambahan selain *filing* satelit yaitu hak labuh satelit (*landing right*) yang harus diajukan kepada pemerintah Indonesia melalui Kementerian Komunikasi dan Informatika. Hak labuh satelit yang sudah disetujui akan diterbitkan oleh Ditjen SDPPI Kementerian Komunikasi dan Informatika atas nama Menteri Komunikasi dan Informatika. Satelit asing yang sudah mendapatkan hak labuh dapat digunakan apabila memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. *Filing* satelit yang digunakan oleh satelit asing tersebut telah selesai melakukan koordinasi satelit dengan *filing* satelit Indonesia.
- b. Tidak menimbulkan interferensi frekuensi radio yang merugikan jaringan satelit maupun jaringan radio terestrial Indonesia yang telah mengantongi izin *existing* maupun *planning*.

- c. Terbuka kesempatan yang sama bagi penyelenggara satelit Indonesia untuk beroperasi di negara asal tempat *filing* satelit asing tersebut terdaftar.

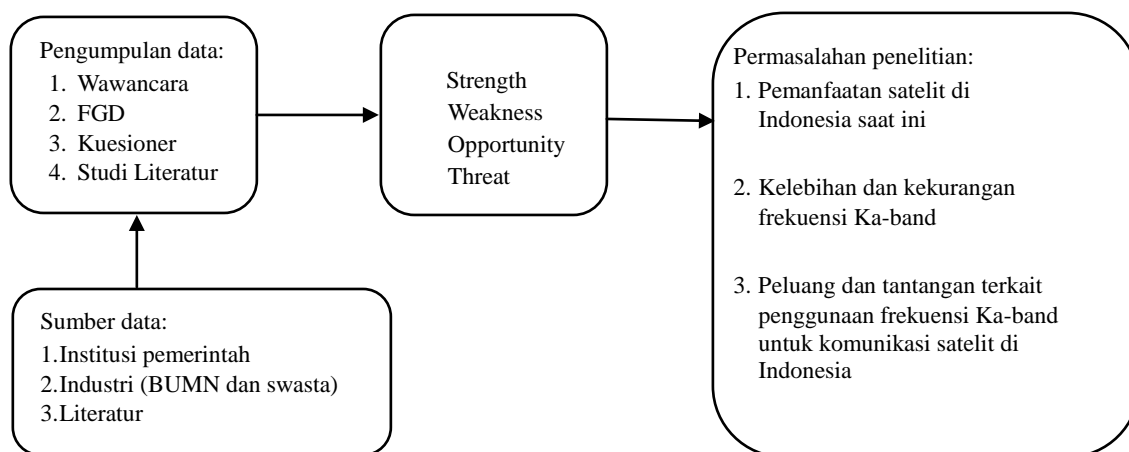
Setelah penyelenggara atau calon penyelenggara layanan satelit mendapatkan hak penggunaan *filing* satelit dan/atau hak labuh satelit maka mereka baru dapat memulai peluncuran dan penempatan satelit di angkasa pada slot orbit yang terdaftar dalam *filing* satelit. Hak penggunaan *filing* satelit Indonesia dapat dicabut apabila terjadi salah satu atau beberapa kondisi atau situasi antara lain:

- a. Melanggar ketentuan terkait hak penggunaan *filing* satelit.
- b. Pencabutan izin penyelenggaraan telekomunikasi.
- c. Dinilai tidak mampu melaksanakan rencana pemanfaatan *filing* satelit berdasarkan hasil evaluasi.
- d. Penghapusan *filing* satelit oleh ITU.

Jika hak penggunaan *filing* satelit Indonesia sudah habis/selesai atau dicabut dan tidak ada penyelenggara satelit lain dari Indonesia yang berminat untuk menggunakan *filing* satelit tersebut maka pemerintah dapat mengajukan penghapusan *filing* satelit tersebut ke ITU. Namun, apabila penyelenggara satelit Indonesia masih ingin melanjutkan penggunaan hak *filing* satelit tersebut maka penyelenggara harus mengajukan permohonan perpanjangan hak penggunaan *filing* satelit dengan melampirkan rencana pengadaan satelit kepada pemerintah paling lambat 3 tahun sebelum masa operasi satelit berakhir.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan studi literatur. Alur pengumpulan dan analisis data dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur pengumpulan dan analisis data penelitian

Data primer didapatkan melalui wawancara mendalam, *Focus Group Discussion* (FGD), dan penyebaran kuesioner kepada responden dari institusi pemerintah maupun industri yang telah menggunakan maupun yang berpotensi menggunakan layanan komunikasi satelit. Data sekunder didapatkan melalui studi literatur yang terkait dengan substansi penelitian dari jurnal, buku, dan regulasi terkait. Data-data penelitian kemudian dianalisis secara kualitatif menggunakan pendekatan *Strength, Weakness, Opportunity, Threat* (SWOT) untuk memetakan faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap solusi teknologi yang ditawarkan (Aich & Ghosh, 2016; Bull et al., 2016; Mehmood, Hassannezhad, & Abbas, 2014). Faktor internal dan eksternal yang dimaksud meliputi keunggulan, kekurangan, peluang, dan tantangan yang dihadapi dalam pengembangan komunikasi satelit pada frekuensi *Ka-band* untuk wilayah Indonesia.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

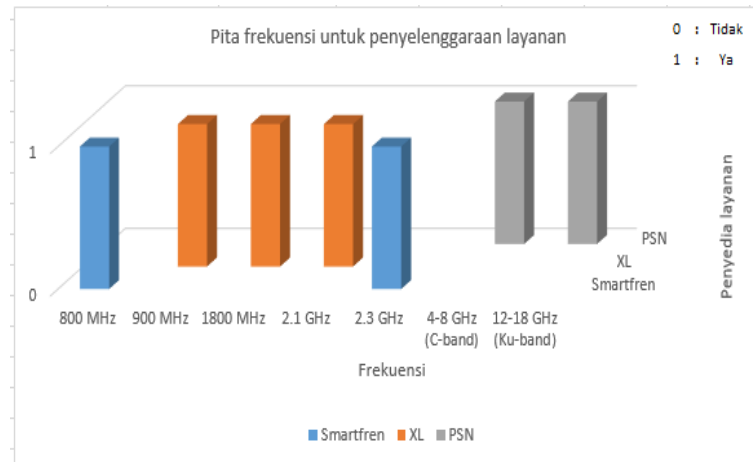
4.1. Pemanfaatan Satelit di Indonesia Saat Ini

Kondisi saat ini, pemanfaatan komunikasi satelit di Indonesia mencakup beberapa aspek antara lain alokasi slot orbit satelit dan spektrum frekuensi yang digunakan untuk komunikasi satelit, jenis layanan

yang memanfaatkan komunikasi satelit, dan sejumlah kendala yang dihadapi dalam pemanfaatan komunikasi satelit.

4.1.1. Alokasi Slot Orbit dan Spektrum Frekuensi untuk Komunikasi Satelit

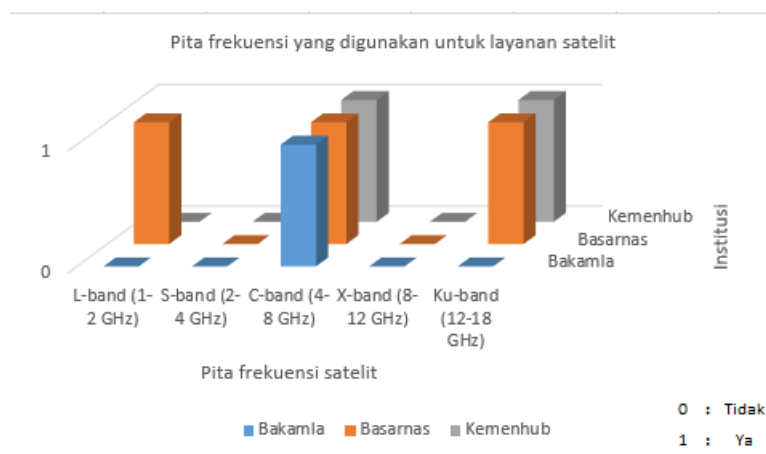
Satelit yang masih aktif dioperasikan Indonesia saat ini berjumlah 7 buah satelit, 5 satelit untuk mendukung layanan *Fixed Satellite Service* (FSS), 1 buah satelit *Broadcast Satellite Service* (BSS), dan 1 satelit *Earth Exploration Satellite Service* (EESS) yang menempati slot orbit 108° BT, 108.2° BT, 113° BT, 118° BT, 123° BT, 146° BT dan 150.5° BT. Selain alokasi slot orbit, komunikasi satelit juga membutuhkan alokasi spektrum frekuensi. Rentang frekuensi yang digunakan untuk komunikasi satelit di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Sumber: data primer (diolah)

Gambar 4. Pemanfaatan pita frekuensi untuk komunikasi satelit oleh industri di Indonesia

Pada Gambar 4 dapat dilihat selain penyelenggaraan layanan seluler juga terdapat penyelenggaraan layanan satelit. Selain melalui jaringan seluler, penyelenggaraan layanan seluler juga ditunjang dengan layanan satelit khususnya di wilayah rural dengan kondisi perbukitan, pegunungan, dan hutan yang tidak memungkinkan apabila hanya mengandalkan jaringan seluler. Gambar 4 dan 5 memberikan gambaran sistem komunikasi satelit yang digunakan di Indonesia memanfaatkan pita frekuensi *L-band*, *C-band*, dan *Ku-band*.



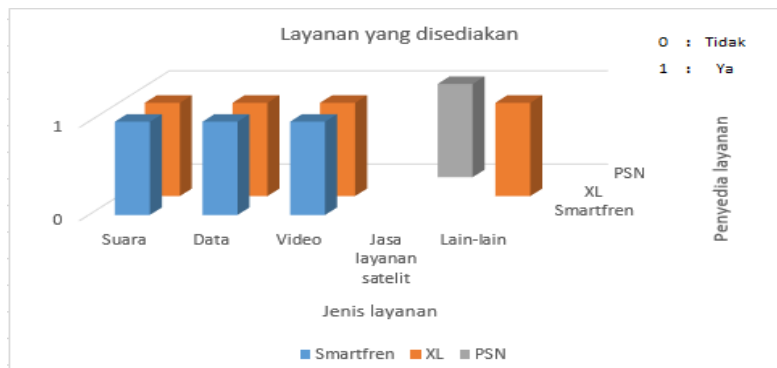
Sumber: data primer (diolah)

Gambar 5. Pemanfaatan pita frekuensi untuk komunikasi satelit oleh institusi pemerintah

Industri penyedia layanan satelit, Pasifik Satelit Nusantara (PSN) menyediakan layanan satelit yang beroperasi di pita frekuensi C dan Ku sementara institusi pemerintah memanfaatkan layanan satelit di pita frekuensi C, L, dan Ku. Selain ketiga pita frekuensi yang sudah disebutkan, komunikasi satelit juga dioperasikan pada beberapa frekuensi lainnya yakni *S-band* dan *X-band* oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) untuk keperluan *maritime monitoring*, *earth surveillance*, *amateur communication*, dan penginderaan jauh. Secara keseluruhan, di antara kelima pita frekuensi tersebut, pita frekuensi C merupakan yang paling banyak digunakan untuk menyelenggarakan sistem komunikasi satelit. Hal ini dikarenakan pita frekuensi C memiliki keunggulan dalam hal ketahanan atau reliabilitas terkait kondisi cuaca khususnya faktor curah hujan di Indonesia yang tergolong tinggi.

4.1.2. Jenis Layanan yang Memanfaatkan Komunikasi Satelit

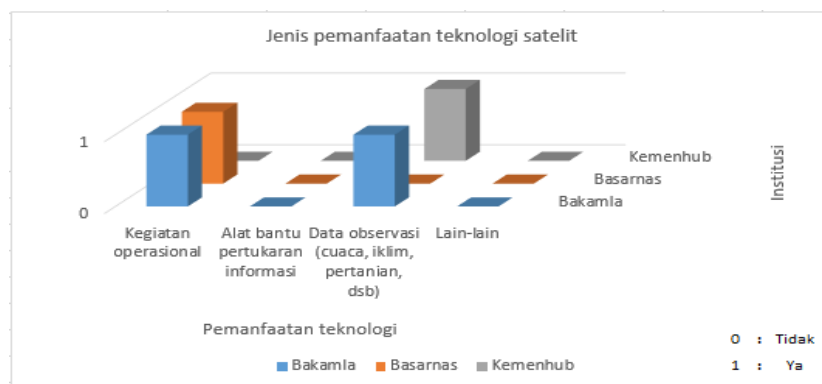
Sistem komunikasi satelit digunakan secara luas untuk berbagai kebutuhan industri maupun institusi pemerintah. Jenis layanan telekomunikasi yang dapat difasilitasi oleh komunikasi satelit dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



Sumber: data primer (diolah)

Gambar 6. Pemanfaatan layanan satelit oleh industri

Layanan telekomunikasi yang terdiri dari layanan suara atau telefoni, data, atau video yang diselenggarakan oleh industri selain memanfaatkan komunikasi seluler juga menggunakan komunikasi satelit agar dapat menjangkau wilayah rural dengan kontur wilayah yang cukup sulit untuk dijangkau oleh jaringan seluler dan jaringan kabel (*wired*). Sebagai elemen penting dalam menunjang jaringan komunikasi seluler maupun jaringan kabel, sistem komunikasi satelit digunakan untuk penggelaran *backhaul* pada jalur komunikasi antara satu *Base Transceiver Station* (BTS) dengan BTS lainnya.



Sumber: data primer (diolah)

Gambar 7. Pemanfaatan komunikasi satelit oleh institusi pemerintah

Pemanfaatan sistem komunikasi satelit oleh institusi pemerintah antara lain untuk kegiatan operasional institusi dan alat bantu pertukaran informasi seperti pengiriman data antara kantor pusat dan daerah, penanganan kondisi darurat seperti bencana alam dan kecelakaan transportasi, navigasi

penerbangan, penginderaan jauh, pencocokan *database* untuk keperluan forensik, hingga komunikasi untuk keperluan pertahanan dan keamanan antara lain operasi pengamanan wilayah laut serta *tracking* pergerakan kapal dan pasukan perang. Sementara fungsi pemantauan dan observasi yang dapat difasilitasi oleh komunikasi satelit antara lain pemetaan sumber daya laut, pemetaan potensi lahan pertanian, dan pemantauan cuaca dan iklim.

4.1.3. Kendala yang Dihadapi dalam Pemanfaatan Komunikasi Satelit Saat Ini

Komunikasi satelit memungkinkan pengiriman sinyal komunikasi hingga ke wilayah rural yang sulit dijangkau oleh komunikasi terestrial. Namun begitu, bukan berarti dalam penyelenggaraan layanan komunikasi tidak menemui kendala. Berdasarkan hasil wawancara dengan esponden dari industri maupun institusi pemerintah, didapatkan informasi mengenai kendala-kendala yang dihadapi dalam penyelenggaraan dan pemanfaatan komunikasi satelit antara lain:

a) Gangguan cuaca dan atmosfer

Gangguan cuaca dan atmosfer seperti hujan, redaman gas, dan awan berdampak signifikan terhadap komunikasi satelit yang beroperasi pada frekuensi di atas 10 GHz. Namun, tidak demikian untuk komunikasi satelit yang menggunakan frekuensi di bawah 10 GHz. Gangguan atmosfer berupa angin matahari hanya muncul pada periode tertentu dan tidak sampai mengganggu performansi komunikasi satelit secara signifikan.

b) Biaya investasi yang tinggi

Biaya investasi yang tinggi untuk menyelenggarakan komunikasi satelit memberikan dampak pada biaya layanan satelit yang juga tidak murah dikarenakan selain pembangunan stasiun bumi dan perangkat *Customer Premises Equipment (CPE)* juga perlu mempertimbangkan biaya pembuatan dan/atau penyewaan satelit serta biaya peluncuran satelit ke orbit di luar angkasa. Selain itu investasi di bisnis komunikasi satelit bersifat jangka panjang dengan masa 15 tahun.

c) Keterbatasan *bandwidth*

Bandwidth untuk komunikasi satelit memang lebih besar dibandingkan *bandwidth* yang digunakan untuk komunikasi terestrial seperti nirkabel seluler ataupun *Broadband Wireless Access (BWA)*. Meskipun demikian, berdasarkan kebutuhan layanan telekomunikasi saat ini, didapatkan informasi dari responden bahwa *bandwidth* komunikasi satelit yang ada saat ini belum mampu mendukung layanan secara optimal khususnya untuk layanan yang bersifat *real time* seperti *video conference*, *surveillance*, layanan pitalebar seperti fasilitas internet di pesawat, *distance health*, *Direct-to-Home Television*, dan *video on demand*. Hal ini dikarenakan komunikasi satelit yang banyak digunakan saat ini memiliki *bandwidth* di bawah 1 GHz, sebagai contoh frekuensi C-band hanya memiliki *bandwidth* sebesar ± 500 MHz.

4.2. Kelebihan dan Kekurangan Frekuensi Ka-band

Pita frekuensi Ka-band yang berada pada rentang 26.5 - 40 GHz menjadi daya tarik bagi industri maupun pemerintahan untuk menyelenggarakan layanan komunikasi termasuk komunikasi satelit karena memiliki sejumlah keunggulan antara lain:

a) *Bandwidth* yang lebih besar

Satelit Ka-band memiliki transponder yang lebih lebar 300 – 600 MHz. Nilai ini sebanding dengan 10 kali lipat ukuran transponder pada Ku-band sebesar 27 – 54 MHz. Hal ini mengakibatkan satelit Ka-band memiliki *throughput* 10 – 100 kali lebih besar daripada *throughput* Ku-band. *Bandwidth* yang disediakan oleh frekuensi Ka-band sendiri mencapai ± 3.5 GHz yang memungkinkan layanan *high throughput satellite (HTS)* dengan kecepatan hingga 100 *Gigabit per second (Gbps)*. Hal ini tentu mendukung layanan yang membutuhkan *bandwidth* yang besar seperti *broadband internet*, *video on demand*, *video streaming*, dan *broadcasting*.

b) *Multispot beam* dan *frequency reuse*

Multispot beam memungkinkan penyelenggaraan layanan satelit dengan cakupan wilayah yang lebih kecil. Berbeda dengan *beam* lebar dengan daerah cakupan luas, *spot-beam* hanya mencakup 1% - 2% area *beam* lebar pada sistem satelit selain *Ka-band*. Fitur ini juga memungkinkan frekuensi yang digunakan di satu wilayah cakupan dapat digunakan kembali (*reuse*) di wilayah lainnya selama jarak antarwilayah cakupan memenuhi persyaratan *reuse distance* agar tidak terjadi interferensi yang diakibatkan oleh penggunaan frekuensi yang sama (*co-channel interference*) pada wilayah yang berdekatan. Kombinasi *multispot beam* dan *frequency reuse* membuat penggunaan frekuensi menjadi lebih efisien sehingga menurunkan biaya *bandwidth*

c) Portabilitas perangkat VSAT dan CPE

Pita frekuensi *Ka-band* yang berada pada daerah frekuensi tinggi yakni di atas 10 GHz menyebabkan ukuran dimensi antena pada perangkat penerima di stasiun bumi yakni *Very Small Aperture Terminal* (VSAT) dan CPE dapat dibuat menjadi lebih kecil dibandingkan dengan antena VSAT dan CPE yang menggunakan pita frekuensi di bawah 10 GHz seperti *C-band*, *L-band*, *X-band*, dan *S-band*. Hal ini membuat perangkat VSAT dan CPE menjadi lebih mudah dan ringan untuk dibawa dan biaya pembuatan perangkat menjadi lebih murah.

Selain memiliki keunggulan, frekuensi *Ka-band* juga memiliki batasan yang perlu diantisipasi terkait kerentanan frekuensi *Ka-band* terhadap kondisi atmosfer dan cuaca terutama hujan. Posisi frekuensi *Ka-band* yang berada pada frekuensi tinggi (> 10 GHz) menyebabkan peredaman signifikan terhadap daya pancar sinyal komunikasi satelit. Semakin tinggi curah hujan semakin besar peredaman sinyal. Mengingat Indonesia merupakan wilayah dengan curah hujan tinggi maka dampak hujan terhadap degradasi kualitas sinyal komunikasi satelit jauh lebih besar dibandingkan dengan negara-negara yang berada pada wilayah subtropis yang memiliki curah hujan rendah.

4.3. Peluang dan Tantangan Penggunaan Frekuensi *Ka-band* untuk Komunikasi Satelit di Indonesia

4.3.1. Peluang Penggunaan Frekuensi *Ka-band* untuk Layanan Komunikasi Satelit

Pemanfaatan sistem komunikasi satelit *Ka-band* di dunia internasional cukup luas mulai dari segmen korporasi, pemerintahan, dan individu. Satelit *Ka-band* dapat ditempatkan pada orbit GEO, MEO, maupun LEO. Secara global, layanan yang dapat difasilitasi oleh *Ka-band* untuk setiap segmen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Layanan yang dapat difasilitasi oleh satelit *Ka-band* (Thales Alenia Space, 2007)

<i>User Segments</i>	<i>Communication Services Applications</i>
<i>Consumer</i>	<i>Internet Access</i>
	<i>Webcasting and Streaming</i>
	<i>IPTV with Push VOD</i>
	<i>IP Multicast and Push Platform</i>
	<i>Direct-to-Home Television Service</i>
<i>Corporate, Business</i>	<i>High Quality Video</i>
	<i>Video on Demand</i>
	<i>Broadband Internet Access</i>
	<i>Site Interconnection</i>
	<i>Intranet and VPN with Secure Data Exchange</i>
<i>Governmental, Institutions</i>	<i>Machine to Machine Supervisory Control/Data</i>
	<i>Satellite News Gathering</i>
	<i>Broadband Internet Access</i>
	<i>VPN and VNI with Secure Data exchange</i>
	<i>Emergency Communication Networks</i>
<i>Governmental, Institutions</i>	<i>Backup and Disaster Recovery Networks</i>
	<i>Distance Learning</i>
	<i>Distance Healthcare</i>

Pita frekuensi *Ka-band* telah menjadi pilihan banyak operator satelit karena kemampuan peningkatan kapasitas dan dukungan aplikasi layanan pitalebar antara lain *broadcasting*, *site interconnection (backhaul, backbone, dan inter-satellite link)*, satelit *news gathering*, *video streaming*, *Internet Protocol Television (IPTV)* hingga jaringan komunikasi untuk penanganan kondisi darurat serta layanan pendidikan dan kesehatan jarak jauh. Beberapa layanan tersebut saat ini sudah difasilitasi oleh teknologi *existing* antara lain teknologi nirkabel seluler, teknologi satelit pada pita frekuensi *existing*, dan serat optik. Mempertimbangkan kondisi curah hujan yang tinggi di Indonesia maka satelit *Ka-band* cocok digunakan untuk layanan *nonrealtime* antara lain *video streaming*, layanan internet dan intranet, dan *site interconnection*. Teknologi lain yang dapat diposisikan sebagai komplemen atau kompetitor terhadap satelit *Ka-band* adalah *High Altitude Platforms (HAPS)*, *drone*, dan serat optik.

4.3.2. Tantangan Pemanfaatan Frekuensi *Ka-band* untuk Layanan Komunikasi Satelit di Indonesia

Sistem komunikasi satelit *Ka-band* mendukung beragam layanan khususnya layanan pitalebar yang membutuhkan *bandwidth* yang besar. Berdasarkan hasil pengumpulan data, diperoleh informasi terkait tantangan yang dihadapi dalam melakukan *deployment* sistem komunikasi satelit *Ka-band*, antara lain:

a) Curah hujan tinggi

Indonesia merupakan wilayah dengan curah hujan tinggi dan hal ini berpotensi mengganggu kinerja komunikasi satelit yang berakibat pada penurunan kualitas layanan komunikasi kepada para pelanggan karena saat melewati butiran-butiran air hujan, daya pancar sinyal komunikasi satelit teredam. Kondisi tersebut mengakibatkan sisi penerima (*receiver*) sulit mendeteksi sinyal dengan baik sehingga akan terjadi kesalahan dalam menerjemahkan informasi yang dibawa oleh sinyal satelit. Oleh karena itu, diperlukan teknik mitigasi yang tepat untuk meminimalisir dampak hujan terhadap kualitas sinyal komunikasi satelit agar hujan yang intens tidak mendegradasi kualitas penerimaan sinyal komunikasi oleh stasiun bumi maupun satelit. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan Isyana Gita P., diperoleh hasil nilai redaman hujan rata-rata untuk komunikasi *uplink* sebesar 122 dB dan komunikasi *downlink* sebesar 64 dB. Penelitian tersebut dilakukan pada sistem satelit *teledesic* yang mengorbit pada ketinggian di bawah 2.000 km dari bumi (LEO). Redaman hujan menjadi semakin besar apabila posisi satelit *Ka-band* mengorbit pada jarak yang lebih jauh lagi dari bumi yakni GEO dan MEO.

b) *Filing* dan slot orbit satelit

Kompetisi untuk mendapatkan *filing* satelit *Ka-band* sangat ketat. Berdasarkan data dari Ditjen SDPPI tahun 2016, sudah ada 45 *filing* *Ka-band* di atas wilayah Indonesia yang sudah disetujui (*notified*) oleh ITU.. Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa keseluruhan 45 buah *filing* *Ka-band* tersebut merupakan milik negara asing dan tidak ada satupun *filing* *Ka-band* yang terdaftar atas nama administrasi Indonesia. Selain itu jarak antarslot orbit yang terasosiasi dengan *filing* tersebut cukup rapat hanya $\pm 2^\circ$.

Tabel 3. *Filing* satelit *Ka-band* di atas wilayah Indonesia pada rentang 90° - 140° BT (Ditjen SDPPI Kementerian Koinfo, 2016)

Slot	Filing	Adm	Date of Receipt	Slot	Filing	Adm	Date of Receipt	Slot	Filing	Adm	Date of Receipt
90.75	DRTS-90.75E	J	09.08.2005	105.5	ASIASAT-CKW	CHN	29.10.2014	125.0	CHINASAT-MSB5	CHN	03.11.2010
90.75	N-SAT-90.75E	J	30.11.2012	105.5	ASIASAT-CKZ	CHN	05.11.2011	125.0	CHINASAT-ROUTE8	CHN	11.07.2013
91.5	MEASAT-1A	MLA	24.07.2014	108.2	LUX-G7-20	LUX	01.08.2016	128.0	N-SAT-128E	J	14.02.2012
91.5	MEASAT-1R	MLA	10.12.2010	110.5	SINOSAT-5	CHN	20.12.2011	128.2	COMS-128.2E	KOR	26.02.2008
95.0	INTELSAT KA 95E	HOL	19.12.2002	113.0	INFOSAT-B	KOR	27.05.2008	130.0	CHNSAT-130E	CHN	28.10.2010
95.0	NSS-G2-18	HOL	23.10.2015	115.5	CHINASAT-115.5SE	CHN	23.07.2014	130.0	CHNSAT-2-130E	CHN	16.09.2011

Slot	Filing	Adm	Date of Receipt	Slot	Filing	Adm	Date of Receipt	Slot	Filing	Adm	Date of Receipt
95.0	NSS-KA41	CHN	30.08.2011	115.5	CHINASAT-MSB4	CHN	04.06.2014	130.0	SINOSAT-3C	CHN	09.12.2005
98.0	CHINASAT-44	CHN	18.11.2008	115.5	CHINASAT-ROUTE7	CHN	28.01.2014	132.0	JCSAT-FO-132E	J	12.10.2010
98.0	CHINASAT-64	CHN	16.07.2008	115.5	DFH-5-OD	CHN	21.11.2005	132.0	N-SAT-M-132E	J	14.02.2012
98.2	CHNSAT-98E	CHN	24.12.2012	116.0	INFOSAT-C	KOR	28.09.1999	132.0	N-STAR-A	J	06.04.1995
100.5	ASIASAT-EKZ	CHN	05.12.2011	116.1	PACIFISAT-9	PNG	18.12.2013	136.0	N-STAR-B	J	04.10.1995
101.5	CHINASAT-45	CHN	07.09.2005	119.5	THAICOM-IP1	THA	13.05.2009	140.0	AUS-NBN-3	AUS	29.09.2015
102.8	APSTAR-102E	CHN	22.11.2005	122.2	ASIASAT-AKZ	CHN	05.12.2011	140.0	MTSAT-140E	J	04.06.2008
103.0	CHINASAT-65	CHN	16.07.2008	124.0	N-SAT-124E	J	14.02.2012	140.0	MTSAT-B-140E	J	03.10.2008
105.0	CHINASAT-46	CHN	22.08.2005	125.0	CHINASAT-49	CHN	22.11.2005	140.0	EXPRESS-10KA	RUS	02.04.2012
Jarak antar slot orbit rata-rata 2°											

Indonesia belum memiliki satelit *Ka-band* melalui sewa atau kepemilikan sendiri karena sebelum dapat meluncurkan satelit, terlebih dahulu harus memiliki *filing* satelit *Ka-band* dengan status disetujui (*notified*) oleh ITU agar satelit dapat diluncurkan menuju slot orbit sesuai yang diajukan dalam data *filing* satelit.

Tabel 4. Status pengajuan *filing* satelit *Ka-band* Indonesia (Ditjen SDPPI Kementerian Kominfo, 2017)

No	Filing	Slot Orbit	Operator	Tanggal API/A	Akhir Regulatory Period	Status Terakhir (Semester-1, Tahun 2017)
1	TELKOM-108E	108° BT	PT. TELKOM	20-September-2010	20-September-2017	CR/E M1, RES49, PART I-S
2	CSM-106	106° BT	PT. CITRA SARI MAKMUR	10-Agustus-2011	10-Agustus-2018	CR/D
3	CSM-111	111° BT	PT. CITRA SARI MAKMUR	10-Agustus-2011	10-Agustus-2018	CR/D
4	CSM-120	120.5° BT	PT. CITRA SARI MAKMUR	10-Agustus-2011	10-Agustus-2018	CR/D
5	PALAPA-C1-B	113° BT	PT. INDOSAT	6-Agustus-2011	6-Agustus-2019	CR/D
6	PALAPA-C4-B	150.5° BT	PT. BANK RAKYAT INDONESIA	6-Agustus-2011	6-Agustus-2019	RES49
7	PSN-146E	146° BT	PT. PASIFIK SATELIT NUSANTARA	25-Oktober-2012	25-Oktober-2019	CR/D, RES49
8	NUSANTARA-HI-A	116.1° BT	PT. SARANA MUKTI ADIJAYA	25-Oktober-2012	30-Oktober-2022	API/A, CR/E, CR/D

Tabel 4 menyajikan data delapan buah *filing* satelit *Ka-band* yang sedang diajukan oleh operator domestik Indonesia ke ITU. Berdasarkan data Ditjen SDPPI Kementerian Kominfo per tahun 2017, 8 buah *filing* tersebut masih dalam status pengajuan ke ITU dan koordinasi dengan administrasi negara lain yang sudah terlebih dahulu mendapatkan *filing* dengan status disetujui (*notified*) oleh ITU. Berdasarkan regulasi ITU dan nasional, alokasi pita frekuensi *Ka-band* untuk wilayah Indonesia berada pada region tiga dengan rentang 17.7-20.2 GHz dan 27.5-31 GHz. Persaingan ketat dalam mendapatkan *filing* satelit *Ka-band* juga terlihat pada proses koordinasi antara operator satelit Indonesia (PT. Telkom dan PT. Pasifik Satelit Nusantara) dengan operator satelit dari UK yakni O3B. O3B sudah memiliki *filing* *Ka-band* di rentang 5°LU - 5°LS yang mencakup hingga separuh wilayah Indonesia. *Filing* ini bertumpuk (*overlapping*) dengan *filing* satelit *Ka-band* yang diajukan oleh PT. Telkom dan PT. Pasifik Satelit Nusantara. Indonesia

berpotensi tidak dapat memanfaatkan frekuensi *Ka-band* untuk wilayah Indonesia dikarenakan kepentingan proteksi *filing* satelit O3B maka O3B menyatakan tidak boleh ada stasiun bumi *Ka-band* di wilayah 5°LU - 5°LS. Pihak Indonesia belum dapat menerima proposal hak labuh yang diajukan oleh O3B sehingga satelit O3B belum dapat diberikan izin atau hak labuh (*landing right*) oleh pihak administrasi Indonesia.

4.4. Analisa SWOT

Tabel 5 menyajikan hasil analisa terhadap data-data penelitian yang dirumuskan menjadi faktor internal yang meliputi keunggulan (*strength*) dan kelemahan (*weakness*) maupun faktor eksternal yang mencakup peluang (*opportunity*), dan tantangan (*threat*) sehubungan dengan pengembangan sistem komunikasi satelit pada pita frekuensi *Ka-band*.

Tabel 5. Hasil analisa SWOT

Internal	
<i>Strengths</i>	<i>Weaknesses</i>
<ul style="list-style-type: none"> a) Ketersediaan <i>bandwidth</i> dan <i>throughput</i> yang besar b) Biaya berlangganan per Mbps/bulan lebih rendah jika dibandingkan dengan biaya serupa pada sistem satelit <i>C-band</i> dan <i>Ku-band</i>, dimungkinkan dengan ada fitur <i>multispot beam</i> dan <i>frequency reuse</i> c) Diameter antena stasiun bumi lebih kecil (sekitar 74 cm) sehingga harga CPE lebih rendah dan lebih <i>portable</i> 	<ul style="list-style-type: none"> a) Kerentanan terhadap kondisi atmosfer dan cuaca (hujan, awan, gas-gas atmosfer, dan <i>scintillation</i>). b) Biaya implementasi yang besar
Eksternal	
<i>Opportunities</i>	<i>Threats</i>
<ul style="list-style-type: none"> a) Layanan multimedia yang lebih bervariasi dengan kecepatan yang tinggi antara lain <i>video streaming</i> dan <i>IPTV</i> b) Akses internet pitalebar, intranet, dan <i>Virtual Private Network</i> (VPN) c) <i>Inter-site connection, backhaul</i> maupun <i>backbone</i> 	<ul style="list-style-type: none"> a) Pengembangan teknologi mitigasi baru dan pengembangan sistem <i>hybrid bands</i> untuk menangani tantangan lingkungan propagasi yang menjadi masalah pada frekuensi yang lebih tinggi (jika dibandingkan dengan <i>C-band</i> dan <i>Ku-band</i>) b) Terdapat 8 <i>filing</i> satelit Indonesia yang diajukan untuk <i>Ka-band</i>, namun statusnya masih koordinasi. Satelit O3B milik UK memiliki <i>filing</i> di atas wilayah Indonesia (5°LU – 5°LS) dan <i>overlapped</i> dengan beberapa <i>filing</i> satelit <i>Ka-band</i> Indonesia sehingga dengan status <i>filing</i> yang lebih junior, Indonesia berpotensi tidak dapat memanfaatkan frekuensi <i>Ka-band</i>.

4.4.1. *Strength* dan *Weakness*

Faktor internal mencakup keunggulan dan kelemahan yang merupakan karakteristik alami pita frekuensi *Ka-band* yang menjadikan sistem satelit *Ka-band* lebih kompetitif dibandingkan sistem satelit *existing* sekaligus aspek kelemahan yang harus diantisipasi dari sistem satelit *Ka-band*. Aspek keunggulan meliputi *bandwidth* yang besar (± 3 GHz), fitur *multispot beam* dan *frequency reuse* yang memungkinkan efisiensi penggunaan spektrum frekuensi sehingga biaya berlangganan per Mbps lebih terjangkau, dan ukuran diameter antena stasiun lebih sehingga biaya CPE lebih rendah dan lebih mudah dibawa. Aspek kelemahan mencakup kerentanan terhadap kondisi atmosfer dan cuaca terutama hujan serta biaya implementasi sistem satelit yang cukup mahal.

4.4.2. *Opportunity* dan *Threat*

Faktor eksternal mencakup lingkungan eksternal di luar karakteristik frekuensi *Ka-band* yang ikut berpengaruh terhadap pengembangan sistem satelit *Ka-band* yakni aspek peluang dan tantangan. Aspek peluang diperoleh melalui analisis kemampuan sistem satelit *Ka-band* dibandingkan dengan kemampuan

sistem satelit *existing* yakni mampu mendukung layanan yang membutuhkan *bandwidth* besar seperti multimedia, akses internet pitalebar, intranet dan VPN, serta *inter-site connection*. Aspek tantangan juga harus diantisipasi agar pemanfaatan satelit *Ka-band* dapat memberikan manfaat yang optimal yakni pengembangan teknik mitigasi untuk mengatasi kerentanan frekuensi *Ka-band* terhadap kondisi cuaca dan atmosfer serta belum tersedianya *filing Ka-band* dengan status *notified* dari ITU yang dimiliki oleh Indonesia hingga saat ini. Ketiadaan *filing Ka-band* tentu menghambat peluang Indonesia untuk dapat menempatkan satelit *Ka-band* di ruang angkasa.

5. Simpulan dan Saran

Kesimpulan yang diperoleh melalui studi ini adalah layanan satelit *Ka-band* cocok diterapkan di Indonesia khususnya untuk layanan yang membutuhkan *bandwidth* besar. Teknologi satelit *Ka-band* dapat memfasilitasi ragam layanan yang luas, mulai dari segmen individu, korporasi, maupun pemerintahan. Mengingat wilayah Indonesia memiliki curah hujan tinggi serta bervariasi dan keunggulan pita frekuensi *Ka-band* maka untuk wilayah Indonesia satelit *Ka-band* cocok digunakan untuk penyelenggaraan internet pitalebar yang bersifat *nonrealtime*. Pita frekuensi *Ka-band* memiliki keunggulan kapasitas yang lebih besar, efisiensi lebih baik dalam penggunaan frekuensi, biaya *bandwidth*, dan harga CPE lebih rendah dibandingkan dengan layanan satelit pada pita *C-band* dan *Ku-band*. Namun begitu karakteristik pita frekuensi *Ka-band* yang rentan terhadap hujan menjadi hal yang harus diantisipasi mengingat Indonesia merupakan wilayah dengan curah hujan yang tinggi. Satu tantangan besar lain bagi Indonesia terkait penggelaran satelit *Ka-band* adalah Indonesia belum memiliki *filing* satelit *Ka-band mature* sementara kompetisi dalam mendapatkan *filing Ka-band* semakin ketat.

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil studi antara lain diperlukan studi lebih lanjut mengenai teknologi satelit itu sendiri maupun analisa sosial ekonomi mengenai pemanfaatan satelit *Ka-band* di Indonesia. Studi teknologi ditujukan untuk menginvestigasi pengaruh curah hujan di Indonesia terhadap performansi komunikasi satelit sekaligus untuk mengidentifikasi teknik mitigasi yang paling cocok untuk mengatasi efek hujan yang intens di Indonesia terhadap sistem komunikasi satelit *Ka-band*. Studi sosial ekonomi ditujukan untuk menganalisis kebutuhan serta manfaat sosial dan ekonomi atas pemanfaatan sistem komunikasi satelit *Ka-band* bagi industri maupun masyarakat terutama di wilayah rural beserta komparasinya dengan teknologi terestrial seperti teknologi nirkabel seluler dan jaringan serat optik.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam pengumpulan data, dari industri telekomunikasi, regulator, dan akademisi serta kepada seluruh rekan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah bersedia memberikan kontribusinya dalam pelaksanaan penelitian hingga selesai. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Puslitbang SDPPPI Kementerian Komunikasi dan Informatika sebagai pihak yang memfasilitasi penelitian ini dari tahap awal hingga selesainya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Aich, A., & Ghosh, S. K. (2016). Application of SWOT Analysis for the Selection of Technology for Processing and Disposal of MSW. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 209–228. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.083>
- Benoit, G., Fenech, H., & Pezzana, S. (2009). Triple play over satellite, Ka-band making the difference. *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering*, 15 LNICST, 20–28. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04260-7_3
- Bull, J. W., Jobstvogt, N., Böhnke-Henrichs, A., Mascarenhas, A., Sitas, N., Baulcomb, C., ... Koss, R. (2016). Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats: A SWOT analysis of the ecosystem services framework. *Ecosystem Services*, 17, 99–111. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.11.012>
- Checko, A., Christiansen, H. L., Yan, Y., Scolari, L., Kardaras, G., Berger, M. S., & Dittmann, L. (2015). Cloud RAN for Mobile Networks - A Technology Overview. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 17(1), 405–426. <https://doi.org/10.1109/COMST.2014.2355255>
- Cisco. (2016). Cisco VNI Device Growth Prediction 2016-2021. Retrieved September 11, 2017, from https://www.cisco.com/c/m/en_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights.html#

- Cisco. (2017). Cisco VNI Mobile Highlight Prediction 2016-2021. Retrieved September 11, 2017, from https://www.cisco.com/c/m/en_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights.html#
- Dissanayake, A. (2002). Ka-Band Propagation Modeling for Fixed Satellite Applications Asoka Dissanayake COMSAT Laboratories Clarksburg, Maryland. *Online Journal of Space Communication*, (2), 1-5.
- Ditjen SDPPI Kementerian Kominfo. (2012). Data Statistik Ditjen SDPPI Semester 2-2012.
- Ditjen SDPPI Kementerian Kominfo. (2013). Data Statistik Ditjen SDPPI Semester 2-2013.
- Ditjen SDPPI Kementerian Kominfo. (2016). Data Statistik Ditjen SDPPI Semester 2-2016, (September), 3-6.
- Ditjen SDPPI Kementerian Kominfo. (2017). Direktorat Jenderal Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika Semester-1 Tahun 2017.
- Elbert, B. R. (2008). *Introduction to Satellite Communication*. Artech House. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Ericsson. (2016). Mobility Report June 2017. <https://doi.org/10.3103/S0005105510050031>
- HarrisCapRock. (2012). Harris CapRock White Paper Not All Bands Are Created Equal A Closer Look at Ka & Ku High Throughput Satellites.
- Hasanuddin, Z. B. (2014). Design of Ka-band Satellite Links in Indonesia. *Journal of Electrical Computer Energetic Electronic and Communication Engineering*, 8(8).
- He, C., Guo, Y., & Zhao, W. (2015). Simulink Implementation of Ka-band Mobile Satellite Channel Comprehensive Model, (International Conference on Computer, Mechatronics, Control, and Electronic Engineering), 106-110.
- ITU-R. (2005). Specific attenuation model for rain for use in prediction methods. *Recommendation ITU-R P.638-3*, 1-5.
- ITU-R. (2015a). (Earth-to-space) by earth stations in motion communicating with geostationary space stations in the fixed-satellite service.
- ITU-R. (2015b). Studies on frequency-related matters for International Mobile Telecommunications identification including possible additional allocations to the mobile services on a primary basis in portion (s) of the frequency range between 24 . 25 and 86 GHz for the, 238, 25-27.
- Jong, S. L., Lam, H. Y., Din, J., & D'Amico, M. (2015). Investigation of Ka-band satellite communication propagation in equatorial regions. *ARPAN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 10(20), 9795-9799.
- Kandella, P. (n.d.). STUDI PERENCANAAN SATELIT BROADBAND NASIONAL MENGGUNAKAN KA-BAND, 1-6.
- Kesavan, U., Islam, M. R., Abdullah, K., & Tharek, A. R. (2015). Rain attenuation prediction for higher frequencies in microwave communication using frequency scaling technique. *Proceedings - 5th International Conference on Computer and Communication Engineering: Emerging Technologies via Comp-Unication Convergence, ICCCE 2014*, 217-219. <https://doi.org/10.1109/ICCCE.2014.69>
- Lakanchanh, D., Leelarui, N., Hemmakorn, N., & Moriya, Y. (2005). Study on Ka band Propagation Effect by Rain, (December), 1-4.
- Marcus, M., & Pattan, B. (2005). Millimeter wave propagation: Spectrum management implications. *IEEE Microwave Magazine*, 6(2), 54-62. <https://doi.org/10.1109/MMW.2005.1491267>
- Maruddani, B., Kurniawan, A., Sugihartono, & Munir, A. (2011). Performance evaluation of Ka-Band satellite communication system in rain fading channel at tropical area. *Proceedings of the 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics, ICEEI 2011*, (July). <https://doi.org/10.1109/ICEEI.2011.6021801>
- Matas, A. (n.d.). WRC-19 Agenda items and challenges.
- Mehmood, F., Hassannezhad, M., & Abbas, T. (2014). Analytical Investigation of Mobile NFC Adaption with SWOT-AHP Approach: A Case of Italian Telecom. *Procedia Technology*, 12, 535-541. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.526>
- NASA. (2014). Ka-Band Represents the Future of Space Communications. Retrieved September 11, 2017, from https://www.nasa.gov/mission%7B_%7Dpages/station/research/news/ka%7B_%7Dband
- NewSat Ltd ABN. (2012). Ka-band White Paper. Australia.
- NewSat Ltd ABN. (2013). Not all Ka-band satellites are the same.
- Permenkominfo. (2014). Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 21 Tahun 2014 Tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio Untuk Dinas Satelit dan Orbit Satelit, 4, 7, 12-18.
- Perpres Republik Indonesia. (2014). Peraturan Presiden RI No.96 Tahun 2014 tentang Rencana Pita Lebar Indonesia 2014-2019.
- Seybold, J. S. (2005). *Introduction To RF Propagation*. New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- Shrestha, S., & Choi, D. Y. (2017). Rain attenuation statistics over millimeter wave bands in South Korea. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 152-153(July 2016), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2016.11.004>
- Singarajah, K. (2012). Overview of Ka-band Satellite System Developments & Key Regulatory Issues, (September), 5-7.
- Ulaganathan, K., Rahman, T. A., Rahim, S. K. A., & Islam, R. M. (2013). Review of rain attenuation studies in tropical and equatorial regions in Malaysia: An overview. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 55(1), 103-113. <https://doi.org/10.1109/MAP.2013.6474490>
- Yuniarti, D. (2013). Studi Perkembangan dan Kondisi Satelit Indonesia The Study of Development and Condition of Indonesian Satellites. *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 11(2), 121-136.