



Wireless Gigabit untuk komunikasi pitalebar

Broadband communication in Wireless Gigabit

Awangga Febian Surya Admaja¹, Sri Ariyanti²

^{1,2}Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya, Perangkat, dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika

^{1,2}Jl. Medan Merdeka Barat No.9 Jakarta 10110, Indonesia

e-mail: ¹awan002@kominfo.go.id, ²sria006@kominfo.go.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah diterima 9 November 2016

Direvisi 30 November 2016

Disetujui 20 Desember 2016

Keywords:

60 GHz

Wireless gigabit

Broadband communication

Kata kunci :

60 GHz

Wireless gigabit

Komunikasi pitalebar

ABSTRACT

The increasing growth of data traffic led to higher demand for broadband communications. This demand problem can be overcome by the use of the 60 GHz band as gigabit wireless networking spectrum. This study aims to see the potential use of the 60 GHz band in Indonesia, through in-depth interviews with regulators and by looking at the regulatory conditions domestically and internationally. The results show that the 60 GHz band has the potential use as long as the licensing scheme is adapted to the application conditions. Channels having the fewest allocation for wireless gigabit based on tasfri are channel 2 and 3, while channel 4, in the range of 63.72-65.88 GHz, has the least allocated spectrum on 64-65 GHz band.

ABSTRAK

Pertumbuhan trafik data yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan komunikasi pitalebar menjadi semakin tinggi, hal tersebut dapat diatasi dengan penggunaan pita 60 GHz sebagai jaringan *wireless gigabit*. Kajian ini bertujuan untuk melihat bagaimana potensi penggunaan pita 60 GHz di Indonesia dengan melakukan wawancara terhadap regulator dan operator seluler, serta melihat kondisi regulasi dalam negeri dan ketentuan internasional. Hasil kajian menunjukkan bahwa pita 60 GHz memiliki potensi penggunaan dengan skema perizinan yang disesuaikan dengan kondisi penerapan. Kanal yang memiliki alokasi peruntukannya paling sedikit dalam tasfri berdasarkan ketentuan ITU adalah kanal 2 dan 3 sedangkan pada kanal 4 di rentang 63.72-65.88 GHz pengalokasian paling sedikit hanya ada di pita 64-65 GHz.

1. Pendahuluan

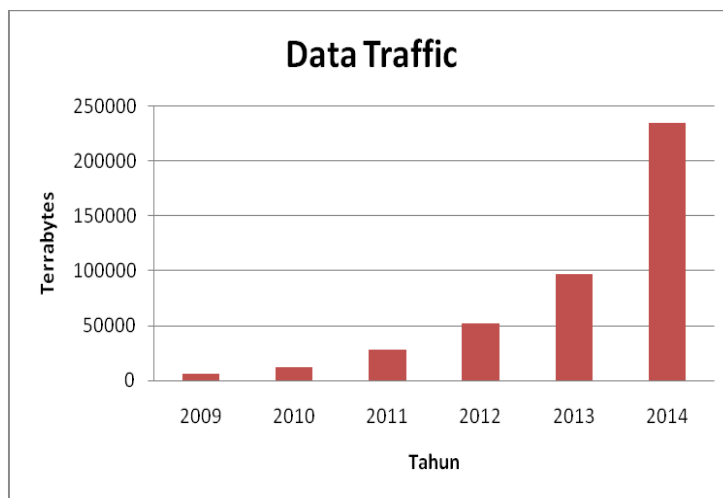
Komunikasi *broadband* merupakan komunikasi dengan kecepatan tinggi, selalu terkoneksi dengan internet, dan menyediakan transmisi data dua arah (Technology, 2013). Teknologi *broadband* atau pita lebar merupakan salah satu teknologi media transmisi yang mendukung banyak frekuensi, mulai dari frekuensi suara hingga video.

Sesuai dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 96 tahun 2014, Rencana Pita Lebar Indonesia 2014 – 2019 berlangsung selama lima tahun. Perencanaan jaringan pita lebar tersebut memerlukan perencanaan yang cukup matang dari segi frekuensi maupun infrastruktur, sedangkan waktu yang tersedia cukup singkat. Saat ini pemerintah sudah melakukan penataan frekuensi di pita 1800 MHz untuk mendukung teknologi *4th generation long-term evolution frequency division duplex* (4G LTE FDD) guna mendukung perencanaan jaringan pita lebar.

Kemajuan teknologi yang begitu pesat menyediakan kecepatan data yang cukup tinggi. Seiring dengan hal tersebut, jumlah pengguna data semakin meningkat sehingga akan menurunkan kualitas jika tidak diiringi dengan penambahan infrastruktur, *bandwidth* atau dengan melakukan *upgrade* teknologi. Jaringan internet selama ini terbantu dengan adanya Wi-Fi untuk menjangkau pelanggan di area tertentu agar mengurangi beban jaringan seluler. Namun apabila jumlah pelanggan semakin banyak, maka koneksi menjadi lambat.

Gambar 1 menunjukkan peningkatan trafik data PT. Telkomsel selama enam tahun berturut-turut. Terlihat bahwa peningkatan trafik data mengalami kenaikan yang cukup signifikan, terutama kenaikan dari tahun 2013 ke tahun 2014 yaitu sebesar 142,9%. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat memiliki kecenderungan tinggi untuk menggunakan layanan data.

Kenaikan trafik data tersebut memberikan pengaruh dalam pembangunan infrastruktur yang mendukung layanan data. Operator seluler akan membangun lebih banyak *base transceiver station* (BTS) jika tidak ada penambahan *bandwidth*. Hal ini akan memberikan pengaruh pengeluaran biaya infrastruktur yang cukup besar. Sementara frekuensi yang digunakan saat ini yaitu pada frekuensi 900 MHz – 2600 MHz sangat terbatas. Alokasi frekuensi yang masih tersedia dan belum digunakan yaitu pada frekuensi tinggi.



Gambar 1. Trafik data PT. Telkomsel(Telkom, 2010), (Telkom, 2011a), (Telkom, 2011b), (Telkom, 2012), (Telkom, 2013), (Telkom, 2014)

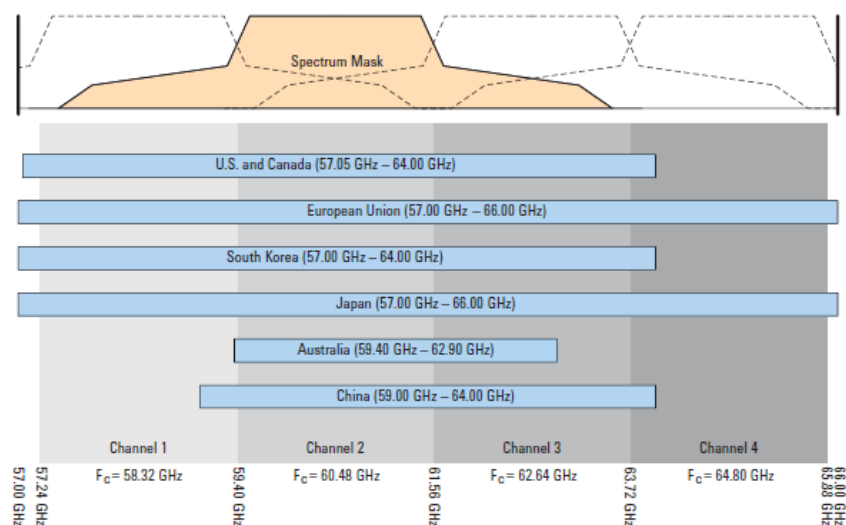
Frekuensi tinggi memberikan *data rate* yang jauh lebih tinggi dibanding dengan frekuensi rendah. Frekuensi 60 GHz mampu memberikan kecepatan data hingga 7 Gbps. Namun demikian, kelemahannya yaitu jangkauan yang jauh lebih rendah jika dibanding dengan frekuensi yang digunakan untuk seluler saat ini. Oleh karena itu frekuensi 60 GHz lebih sesuai digunakan untuk menggantikan peran Wi-Fi atau bersama-sama bekerja dengan Wi-Fi.

Wireless Gigabit (WiGig) Alliance dibentuk untuk memenuhi spesifikasi komunikasi *wireless* dengan kecepatan tinggi (multi-gigabit). IEEE 802.11ad merupakan standar 802.11 yang memungkinkan komunikasi tanpa kabel pada frekuensi 60 GHz yang dibuat pada Mei 2010. WiGig mempunyai peran untuk menggantikan Wi-Fi pada frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz ketika trafik data pada jaringan penuh.

Federal Communications Commission (FCC) pertama kali mengajukan izin untuk menggunakan *unlicensed band* 59 – 64 GHz pada tahun 1994. Organisasi *radio regulatory* di seluruh dunia telah menentukan alokasi yang tepat dan parameter modulasi yang memungkinkan *unlicensed band* yang serupa di wilayah hukum masing-masing. Beberapa negara yaitu Amerika Serikat, Kanada, Eropa, Jepang, Korea Utara, Australia dan China telah menyelesaikan dan menyetujui spektrum *unlicensed* pada frekuensi 60 GHz pada wilayah masing-masing (WiGig Alliance, 2010).

Gambar 2 menunjukkan alokasi *unlicensed band* 60 GHz untuk wilayah Amerika Serikat, Kanada, Eropa, Korea Selatan, Jepang, Australia dan China.

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa dengan adanya peningkatan trafik data yang cukup signifikan dari tahun ke tahun, sementara pita frekuensi untuk *broadband* yang sangat terbatas, maka permasalahan yang perlu dikaji adalah bagaimana potensi *unlicensed band* 60 GHz dapat digunakan untuk mendukung layanan *broadband*.

Gambar 2. Alokasi *unlicensed band* 60 GHz untuk masing-masing wilayah

WiGig mempunyai spesifikasi dapat memaksimalkan performansi, meminimalkan biaya, kompatibel dengan Wi-Fi eksisting, serta menyediakan keamanan yang tinggi. Adapun fitur utama WiGig meliputi (WiGig Alliance, 2010):

- Mendukung transmisi data dengan kecepatan sampai 7 Gbps; semua perangkat yang mempunyai spesifikasi WiGig dapat mengirimkan data sampai gigabit.
- Dirancang dari bawah ke atas untuk mendukung perangkat dengan daya rendah seperti ponsel, serta perangkat dengan kinerja tinggi seperti komputer.
- Menggunakan standar IEEE 802.11; mendukung WiFi dan memungkinkan perangkat dapat beralih secara transparan antara jaringan yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz, 5 GHz dan 60 GHz.
- Mendukung *beamforming*, menguatkan sinyal dan memungkinkan komunikasi yang handal pada jarak lebih dari 10 meter.
- Tingkat keamanan yang handal menggunakan *Galois/Counter Mode* dari algoritma enkripsi *advanced encryption standard* (AES).
- Mendukung performansi tinggi pada HDMI, *Display port*, USB dan *PC peripherals*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terdahulu

- Pita 60 GHz memberikan kecepatan data multi-gigabit untuk mendukung aplikasi baru seperti video HD melalui jaringan nirkabel. Sinyal propagasi di pita 60 GHz secara signifikan berbeda dengan pita 2,4 dan 5 GHz. Propagasi dan *loss of signal* di pita 60 GHz jauh lebih tinggi. Selain itu, sinyal sering terpantulkan pada pengaturan di dalam ruangan. Penggunaan antenna *directional* secara signifikan dapat membantu dalam mengatasi efek ini. Berdasarkan pengaruh kepadatan jaringan, model *gossip-based* memberikan lebih banyak pengaruh dalam hal interferensi karena model ini bertukar informasi antarnode saat frekuensi berseberangan atau saling menginterferensi (Ning, Kim, Krishnamurthy, & Cordeiro, 2011).
- Teknologi *microwave* sedang mengalami transformasi yang cepat. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan kapasitas dan cakupan sehingga berdampak pada *backhauling* dalam beberapa aspek. Penggunaan topologi baru di mana akses *backhaul platform* harus menjangkau titik *hot-spot* yang sangat kecil dan memperkuat kebutuhan dalam penggunaan spektrum yang tersedia. Secara khusus, lingkungan perkotaan dan *sub-urban*, menyebabkan pendekatan baru dan revolusioner terhadap penggunaan *microwave backhauling*. Kapasitas akan terus meningkat sementara jarak jangkauan semakin menurun sehingga BTS lebih dekat dengan pelanggan. Frekuensi di bawah 50

GHz sudah sangat padat dan dieksploitasi, oleh karena itu perlu penggunaan pita frekuensi yang lebih tinggi dalam jaringan dimasa yang akan datang. Karena evolusi teknologi dan ketersediaan *bandwidth* pita lebar, penggunaan pita frekuensi di *V-Band 2* dan *E-Band 2* akan menarik untuk dapat memenuhi kebutuhan jaringan *backhaul* saat ini dan masa depan. Langkah ini sedang dilaksanakan oleh European Framework Programme (FP7) dalam proyek penelitian: E3NETWORK menangani terutama pada solusi *backhaul* di *E-Band*, MiWaves menangani *backhaul* dan solusi akses di pita 60 GHz dan 71-86 GHz Band dan IPHOBAC-NG menangani integrasi gelombang milimeter dan *photonics* untuk *backhaul* dan keperluan lainnya (Giovanni & Frecassetti, 2015).

- c. Kinerja sistem pada kanal *wireless outdoor* dengan menggunakan frekuensi 60 GHz diukur berdasarkan kapasitas *bit rate* dengan melakukan simulasi. Untuk tipe antenna isotropis, kondisi *backbone line of sight* (LOS) memiliki nilai *delay spread* antara 0,81–4,83 ns sedangkan untuk *backbone* kondisi *non line of sight* (NLOS) bernilai antara 2,83-15,97 ns. Untuk tipe antenna *horn*, kondisi *backbone* LOS memiliki nilai *delay spread* antara 0,02–1,43 ns sedangkan untuk *backbone* kondisi NLOS bernilai antara 0.09-1.16. Dari kinerja sistem ditunjukkan bahwa ketika fungsi korelasi frekuensi 90% maka *bandwidth* koheren yang didapat berkisar antara 1,25–1000 MHz sehingga *bit rate* maksimum yang bisa dicapai dengan efisiensi spektrum 1 (bit/s)/Hz adalah 1000 Mbps (Fahlevi, 2011).
- d. Pita frekuensi 60 GHz memiliki beberapa karakteristik yang sangat menarik untuk dikaji. Pertumbuhan kebutuhan *bandwidth* dan peningkatan *data rate* mendorong penelitian mengenai pita frekuensi ini menarik. Dalam kajian ini diperlihatkan bagaimana karakteristik pita 60 GHz dapat dimanfaatkan lebih lanjut dengan melakukan simulasi terhadap rekomendasi yang diberikan oleh IEEE dalam penggunaan pita 60 GHz. (Guo, Qiu, Mo, & Takahashi, 2007)

2.2. Multiple Gigabit Wireless System (MGWS)

ITU mengelompokkan pembagian rentang frekuensi menjadi 9 bagian dengan pita 60 GHz sebagai bagian dari pita *Extremely High Frequency* (EHF) dengan panjang gelombang 1 sampai dengan 10 mm oleh karena itu gelombang ini disebut juga *millimeter wave*. (ITU, 2012b)

Tabel 1. Pembagian pita frekuensi berdasarkan ITU

Nomor pita	Simbol	Rentan frekuensi	Panjang gelombang
4	VLF	3 to 30 kHz	10 - 100 km
5	LF	30 to 300 kHz	1 - 10 km
6	MF	300 to 3000 kHz	100 - 1000 m
7	HF	3 to 30 MHz	10 - 100 m
8	VHF	30 to 300 MHz	1 - 10 m
9	UHF	300 to 3000 MHz	10 - 100 cm
10	SHF	3 to 30 GHz	1 - 10 cm
11	EHF	30 to 300 GHz	1 - 10 mm
12	THF	300 to 3000 GHz	0.1 - 1 mm

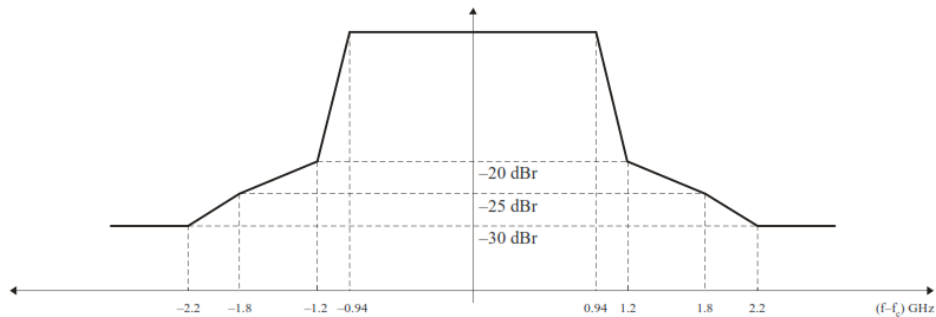
Sumber: data diolah

Tahun 2012, IEEE 802.11 membentuk *working group* untuk bekerja sama dengan Wireless Gigabit Alliance (WiGig) dalam merancang sebuah standar teknologi *wireless Very High Throughput* (VHT). ITU mengenalkan standar MGWS sebagai teknologi yang mampu menghasilkan *throughput* hingga level gigabit dan bekerja pada frekuensi *unlicensed*. Pengembangan teknologi *wireless* telah mendorong industri telekomunikasi memanfaatkan potensi frekuensi 60 GHz untuk memenuhi kebutuhan koneksi *wireless indoor* maupun *outdoor*. Saat ini beberapa negara telah menerapkan penggunaan spektrum 60 GHz untuk keperluan komunikasi (Yong, 2011).

Berdasarkan ITU-R, lebar pita yang dibutuhkan untuk teknologi MGWS adalah minimal 7 GHz spektrum yang *contiguous* pada rentan 57-66 GHz (ITU, 2012a). Hal tersebut dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan aplikasi yang akan menggunakan teknologi ini.

Tabel 2. Spektrum teknologi MGWS berdasarkan ITU-R

Kanal	Frekuensi Bawah (GHz)	Frekuensi Tengah (GHz)	Frekuensi Atas (GHz)	3 dB BW (MHz)	Roll-Off Factor
1	57,240	58,320	59,400	1728	0,25
2	59,400	60,480	61,560	1728	0,25
3	61,560	62,640	63,720	1728	0,25
4	63,720	64,800	65,880	1728	0,25



Gambar 3. Spectrum mask untuk penggunaan single channel

2.3. Karakteristik Pita 60 GHz

2.3.1. Free space attenuation

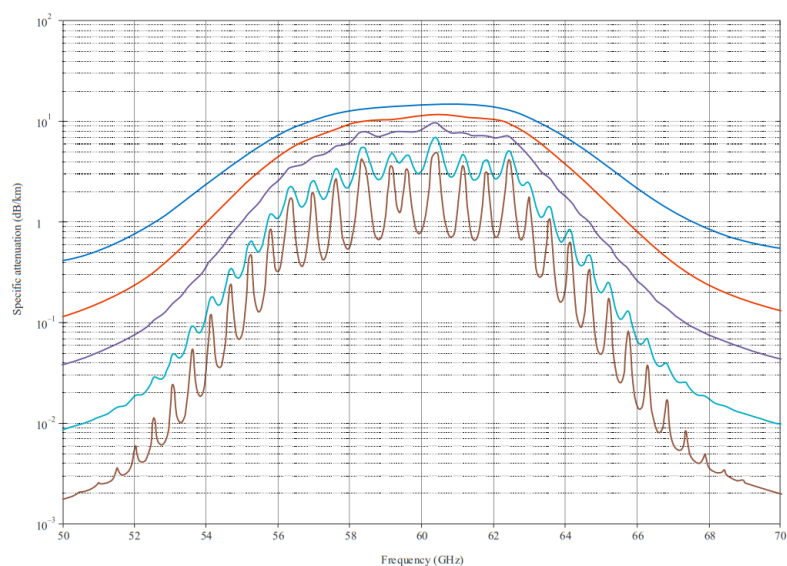
Redaman ruang terbuka dapat dihitung dengan rumus

$$L_{dB} = 32.4 + 20 \log f_{MHz} + 20 \log d_{km} \dots\dots(1)$$

Sebagai contoh, jarak 1 km pada pita 60 GHz memiliki redaman yang sama besar dengan jarak 100 km pada pita 600 MHz. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi pada pita ini hanya dapat dilakukan pada jarak rendah, tetapi memiliki kemungkinan untuk reuse.

2.3.2. Redaman oksigen (atmospheric absorbtion)

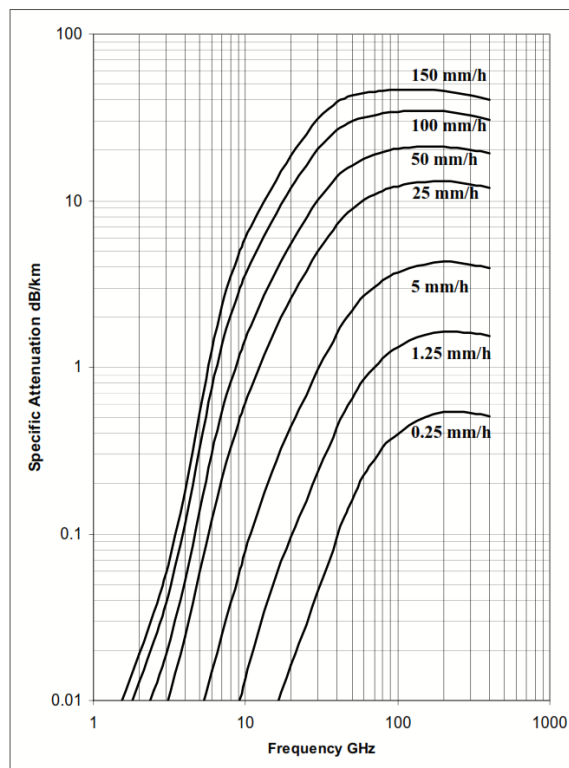
Sebagai tambahan pada free space attenuation, keberadaan gas atmosfer seperti oksigen dan lain-lain juga memberikan dampak redaman yang tinggi. ITU-R memberi rekomendasi metode untuk menghitung redaman gas atmosfer pada pita 60 GHz. Redaman oksigen pada tekanan standar menunjukkan angka sekitar 16 dB/km (ITU-R, 2013).



Gambar 4. Specific attenuation pita 50-70 GHz (ITU-R, 2013)

2.3.3. Redaman hujan (*rain attenuation*)

Pita 60 GHz cukup rentan terhadap redaman hujan, tetesan air hujan memiliki ukuran yang kurang lebih sama dengan panjang gelombang dari gelombang elektromagnetik. Hal ini menyebabkan pancaran sinyal radio tersebar (*scatter*). Berdasarkan ITU-R, pada saat curah hujan tinggi, tingkat redaman dapat mencapai lebih dari 40 dB/km (ITU-R, 2003).



Gambar 5. Redaman hujan berdasarkan frekuensi (ITU-R, 2003)

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kualitatif. Penelitian dilakukan di Jakarta dan Jawa Barat yang dipilih secara purposif mengingat regulator dan operator berada di lokasi tersebut.

Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara (*in-depth interview*) untuk menggali data dan informasi. Wawancara ini bertujuan untuk menemukan permasalahan secara lebih terbuka, serta meminta pendapat dan ide-ide dari informan. Wawancara dilakukan terhadap pejabat yang berkompeten dan mengetahui permasalahan yang berkaitan dengan potensi penggunaan frekuensi 60 GHz sebagai komunikasi *broadband*. Sedangkan data sekunder didapatkan dari studi pustaka.

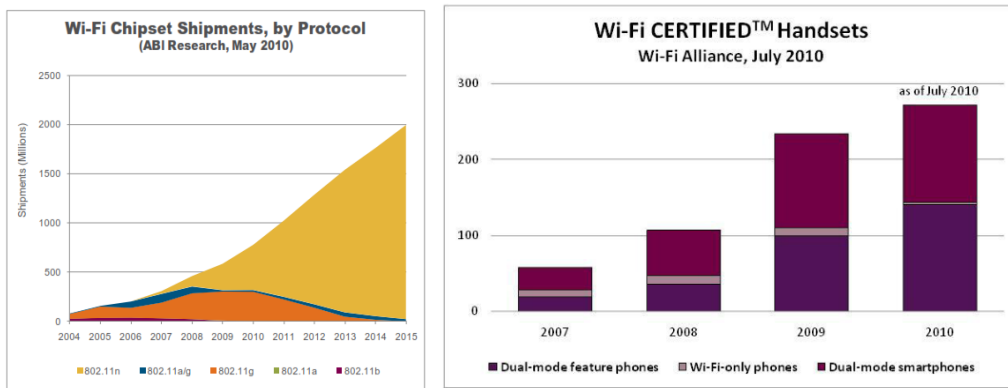
4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1. Perkembangan Teknologi Pita 60 GHz

4.1.1. Penerapan teknologi

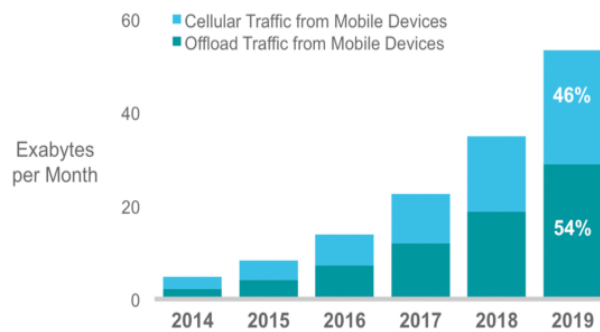
Berdasarkan rekomendasi ITU-R M.2227, teknologi *wireless* gigabit dapat digunakan sebagai *next generation TV link*, *faster download*, *cordless computing* (ITU-R, 2011), dan dapat diimplementasikan melalui *wireless local area network* (WLAN) dan *wireless personal area network* (WPAN).

WLAN; perkembangan teknologi tanpa kabel menunjukkan peningkatan jumlah pengguna yang sangat signifikan, hal ini dapat dilihat dari pertumbuhan penjualan *chipset* Wi-Fi dan perangkat yang terintegrasi oleh teknologi tersebut.



Gambar 6. Pejualan *chipset* Wi-Fi & pertumbuhan *handset* terintegrasi Wi-Fi

Berdasarkan data dari Cisco, pada tahun 2014 sebanyak 46% dari total *mobile data traffic offload* melalui Wi-Fi atau *femtocell* dan semakin bertambah (Cisco, 2011).



Gambar 7. Forecast Wi-Fi offload (Cisco, 2011)

Perkembangan tersebut meningkatkan kebutuhan akses yang semakin cepat dan teknologi *wireless gigabit* untuk WLAN dapat digunakan untuk memenuhinya.

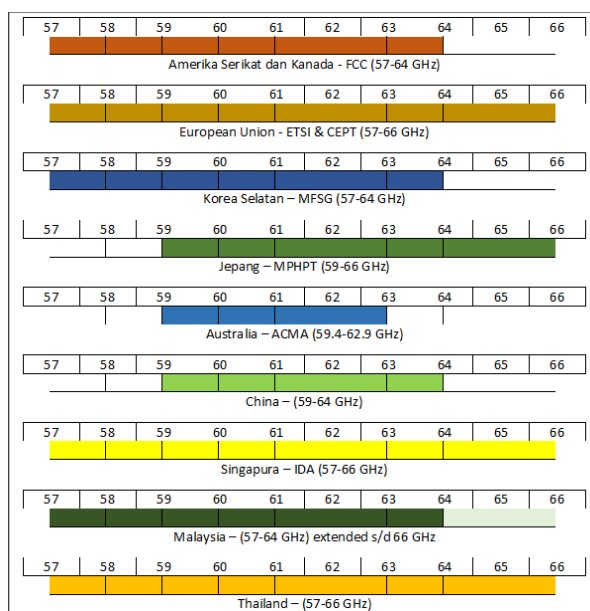
WPAN; merupakan teknologi transfer data pada jarak yang pendek sehingga sifatnya personal, contoh teknologi ini adalah *bluetooth*. Penggunaan *wireless gigabit* untuk WPAN dapat digunakan untuk konsep *cordless computing*.

4.1.2. Global Standard- MGWS

- a. ITU-R M.2227; *Multiple Gigabit Wireless System in frequencies around 60 GHz*; pada laporan ITU ini diberikan rekomendasi bagaimana penggunaan frekuensi 60 GHz digunakan. Untuk mendukung penggunaan yang luas dari visi MGWS, maka sistem ini harus dapat berjalan baik dalam modulasi *single carrier* (SC) maupun *orthogonal frequency-division multiplexing* (OFDM). Modulasi SC menggunakan *binary phase-shift keying* (BPSK), *quadrature phase-shift keying* (QPSK) dan *16-quadrature amplitude modulation* (QAM) dapat mengakomodasi kecepatan data sampai dengan 4 Gbit/s dan modulasi OFDM menggunakan BPSK, QPSK, 16-QAM dan 64 QAM dapat mengakomodasi kecepatan data sampai dengan 7 Gbit/s. Metode akses yang dapat digunakan adalah *Time Division Multiple Access* (TDMA) yang dianggap dapat mengatasi tantangan yang diberikan oleh pita 60 GHz seperti penggunaannya dalam *wireless display* dan Wi-Fi. Untuk mengatasi tingkat redaman yang besar diperlukan teknik *beamforming* pada antenna, bila dibandingkan dengan 2.4 GHz dan 5 GHz, teknik *beamforming* sangat cocok digunakan dalam penggunaan pita milimeter, hal ini dikarenakan semakin pendek panjang gelombang maka antenna semakin kecil, sebagai contoh antenna *array 6 element* (konfigurasi 4x4) dapat dikemas dalam paket sebesar 1 cm². (ITU-R, 2011)

- b. IEEE Std 802.11ad-2012; IEEE *Standard for Information Technology* – standar penggunaan frekuensi 60 GHz dilihat dari modifikasi standar IEEE 802.11 mengenai *physical layer* (PHY) dan standar IEEE 802.11 mengenai *medium access control layer* (MAC) sehingga didapatkan *throughput* yang tinggi (IEEE Computer Society, 2012)
- c. IEEE Std 802.15.3cTM-2009; IEEE *Standard for Information Technology* – spesifikasi untuk *High Rate* WPAN terkait dengan spesifikasi PHY dan MAC serta standar penggunaan *beamforming* pada *high rate* WPAN (IEEE Computer Society, 2009).
- d. European Telecommunications Standards Institute (ETSI) EN 302 567 v1.2.1 (2012-01) "*Broadband Radio Access Networks (BRAN); 60 GHz Multiple-Gigabit WAS/RLAN Systems* – merupakan standar ETSI mengenai penggunaan pita 60 GHz untuk teknologi MGWS. Dalam standar tersebut disebutkan daya pancar *effective isotropic radiated power* (EIRP) maksimal penggunaan di dalam ruangan (*indoor*) sebesar 40 dBm dan 25 dBm untuk penggunaan di luar ruangan (*outdoor*) (ETSI, 2009).
- e. Wireless Gigabit Alliance (WGA); *WiGig MAC and PHY Specification v1.2, March 2012*. Penggunaan model modulasi memperlihatkan perbedaan dalam penggunaan MAC dan PHY.
- f. ISO/IEC 13156; *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems* – High rate 60 GHz PHY, MAC and PALs merupakan standar ISO/IEC yang mengatur secara spesifik mengenai PHY, MAC dan PALs untuk penggunaan multi-gigabit WPAN yang bersifat fleksibel dan heterogen (ISO/IEC, 2012).

4.2. Benchmark Negara Lain



Gambar 8. Alokasi pita 60 GHz di negara lain

4.2.1. Amerika Utara / Kanada

Pada tahun 2001, FCC mengalokasikan 7 GHz di pita 54 - 66 GHz sebagai *unlicensed band*. Perlu diketahui bahwa penerapan pita 60 GHz di Kanada didorong oleh industri telekomunikasi (*IC-SMT / Industry Canada Spectrum Management and Telecommunication*) yang bersinergi dengan ketentuan yang berlaku di Amerika.

- a. Pita 60 - 61.25 GHz digunakan untuk *industrial, scientific* dan *medical* (ISM).
- b. Perubahan maksimal EIRP dari 40 dBm menjadi 82 dBm untuk pita 57-64 GHz *unlicensed* (FCC, 2013).

4.2.2. Jepang

Pada tahun 2000, Kementerian Jepang yang mengatur mengenai manajemen frekuensi (MPHPT – Ministry of Public Management, Home Affairs, Post and Telecommunication) menerbitkan regulasi mengenai penggunaan pita 60 GHz, dengan penggunaan pita 59 - 66 GHz sebagai *unlicensed band* dan 54,25 - 59 GHz sebagai *licensed band*.

4.2.3. Australia

Mengikuti terbitnya regulasi di Kanada dan Jepang, Australia Communication and Media Authority (ACMA) juga mengesahkan regulasi terkait penggunaan pita 60 GHz pada tahun 2005, meskipun begitu hanya 3,5 GHz *bandwidth* (59,4 – 62,9 GHz) yang dapat disediakan sebagai *unlicensed band*.

- a. 57.2-58.2 GHz – *mobile backhaul link (short range point to point)* (Alwis & Delahoy, 2004).
- b. Terdapat vendor yang telah mengembangkan perangkat *transceiver* yang beroperasi pada 60 GHz.

4.2.4. Korea

Pada bulan Juni tahun 2005, studi grup mengenai penggunaan gelombang milimeter (*Millimeter-wave Frequency Study Group/MFSG*) didirikan dibawah pengawasan Korean Radio Promotion Association. MFSG mengusulkan penggunaan 7 GHz *bandwidth* sebagai *unlicensed band* (57 – 64 GHz) tanpa limitasi tipe aplikasi penggunaannya.

4.2.5. Singapura

Di Singapura telah diterapkan kajian mengenai spektrum 60 GHz sejak tahun 2011. Pita 57 - 66 GHz dapat digunakan untuk perangkat dengan tingkat radiasi rendah (≤ 40 dBm EIRP) dan pita 57,1 – 62,9 GHz diperuntukkan untuk perangkat dengan tingkat radiasi lebih tinggi (≤ 55 dBm EIRP) (IDA Singapore, 2011).

- a. Pita 63-64 GHz akan digunakan untuk *intelligent transport system (ITS)*.
- b. 100 MHz *guard band* di pita 57-63 GHz.
- c. Pita 57-63 GHz (>40 dBm) bersifat *full licensed*.
- d. Pita 63-66 GHz dipertimbangkan dibuka untuk *high radiation equipment*.

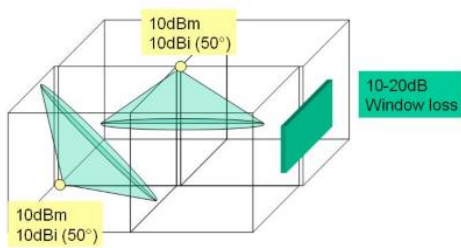
4.2.6. Malaysia

Malaysia melalui SKMM – MCMC menerbitkan regulasi penggunaan pita 57 – 64 GHz untuk digunakan sebagai teknologi *Wireless Gigabit* dengan ketentuan EIRP sebesar 10 watt atau 40 dBm. Sedangkan pita 61-61.5 GHz digunakan untuk kebutuhan ISM (*industrial, scientific and medical*) sesuai dengan rekomendasi ITU dengan EIRP maksimal 500 mWatt ~26-27 dBm (SKMM - MCMC, 2010)

4.2.7. Eropa

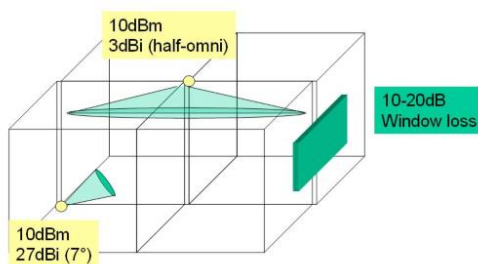
ETSI dan Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT) telah bekerja sama untuk melegalkan penggunaan *unlicensed band* di pita 60 GHz. Secara umum, pita 59 – 66 GHz telah ditetapkan sebagai alokasi layanan bergerak (*mobile services*) tanpa menyebutkan spesifikasi secara khusus. Pada tahun 2004, European Radiocommunications Committee (ERC) mempertimbangkan penggunaan pita 57 – 59 GHz sebagai *fixed services*, dan Electronic Commission Committee (ECC) yang berada di dalam CEPT mengusulkan penggunaan pita 64 – 66 GHz sebagai *point to point fixed services*. Kemudian berdasarkan rekomendasi penggunaan tersebut, ETSI mengusulkan regulasi pita 60 GHz dengan *bandwidth* 9 GHz. Berdasarkan standar ETSI, aplikasi MGWS dibagi menjadi 3 bagian yaitu MGWS WLAN, MGWS WPAN dan MGWS FLANE (ETSI, 2009).

MGWS WLAN; komunikasi radio yang hanya dimungkinkan dilakukan dalam ruangan (*indoor*) karena memiliki jarak yang pendek yaitu 10-100 meter tergantung dari kondisi ruangan.



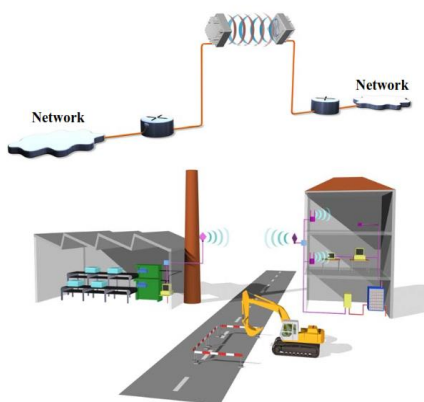
Gambar 9. Ilustrasi WLAN (ETSI, 2009)

MGWS WPAN; merupakan komunikasi radio yang dilakukan secara perorangan dengan kondisi LOS dan NLOS tertentu. Pada dasarnya MGWS WPAN memiliki jarak tidak akan lebih 10 meter karena penggunaannya yang bersifat personal, seperti koneksi laptop ke proyektor atau ke televisi dan lain sebagainya.



Gambar 10. Ilustrasi WPAN (ETSI, 2009)

MGWS FLANE (*Fixed Local Area Network Extended*); merupakan komunikasi radio antar 2 titik hampir seperti halnya pada *point to point* FS hanya menggunakan *bandwidth* yang lebih lebar. Jarak komunikasi ini berkisar antara 10-800 meter tergantung dari kondisi lingkungan.



Gambar 11. Ilustrasi MGWS FLANE (ETSI, 2009)

Tabel 3. Parameter MGWS pada standar ETSI

Parameter	MGWS WLAN/WPAN	MGWS FLANE
Maksimum EIRP	40 dBm	40-55 dBm
Gain antenna	10 dBi (penggunaan tipe antena yang sama antara pengirim dan penerima) 27 dBi (menggunakan antena <i>half-omni</i> dengan berbagai variasi antena pada penerima)	38 dBi
Data rates	100 Mbps - 10 Gbps (tergantung ukuran kanal dan modulasi yang digunakan)	100 Mbps - 10 Gbps (tergantung ukuran kanal dan modulasi yang digunakan)
Bandwidth kanal	500 MHz – 2.5 GHz (tergantung data rates yang diinginkan dan modulasi yang digunakan)	10 MHz – 2.5 GHz (tergantung data rates yang diinginkan dan modulasi yang digunakan)

Tabel 4. Parameter FS PP berdasarkan standar ETSI

Parameter	Value/characteristic
<i>Tx output power</i>	+10 dBm
<i>Transmitter e.i.r.p</i>	+55 dBm
<i>Maximum OOB noise floor e.i.r.p</i>	-5 dBm
<i>Assumed (typical) antenna gain</i>	-5 dBm/MHz
<i>3 dB Beamwidth (°)</i>	0.9
<i>Gain in side lobes (>~5°)</i>	<15 dBi
<i>Gain in side lobes (>~15°)</i>	<4 dBi
<i>Channel Bandwidth</i>	100 MHz
<i>Communication mode</i>	<i>TDD currently used today</i>
<i>Typical maximum BER</i>	<10 ⁻⁶
<i>Receiver Noise Figure</i>	13 dB
<i>Protection criteria</i>	I/N=-10 dB (Note)
<i>Minimum C/I (co-channel equivalent on co-located routes)</i>	C/I ≥ 25 dB (Note)

sumber : (ECC - CEPT, 2009)

4.3. Alokasi Pita 60 GHz di Indonesia

Berdasarkan tabel alokasi frekuensi Permen Kominfo tahun 2014 disebutkan bahwa pita 60 GHz (57-66 GHz) sampai dengan saat ini masih sesuai dengan ketentuan ITU dan belum memiliki peraturan khusus dalam penggunaannya.

Tabel 5. Alokasi pita 57-66 GHz di Indonesia

Penggunaan	Alokasi frekuensi
Satelit eksplorasi bumi	57-59.3 GHz; 65-66 GHz
Tetap	57-66 GHz
Antar satelit	57-58.2 GHz; 59-66 GHz
Bergerak	57-64 GHz; 64-66 GHz (kecuali bergerak penerbangan)
Penelitian ruang angkasa	57-64 GHz; 65-66 GHz
Radioalokasi	59-64 GHz

Sumber : (Menkominfo, 2014)

Satelit eksplorasi bumi; alokasi pada pita 57-59.3 GHz; 65-66 GHz. Alokasi ini diperuntukkan sebagai fungsi penginderaan bumi oleh satelit pada orbit rendah. Dinas radio komunikasi antara stasiun bumi dengan satu atau beberapa stasiun ruang angkasa yang mencakup :

- Informasi yang berhubungan dengan kondisi bumi
- Informasi yang dikumpulkan oleh *platform* udara
- Informasi yang perlu didistribusikan pada stasiun bumi, dan lainnya.

Tetap; alokasi pada pita 57-66 GHz merupakan alokasi untuk semua jenis teknologi komunikasi radio antara titik-titik tetap yang telah ditentukan.

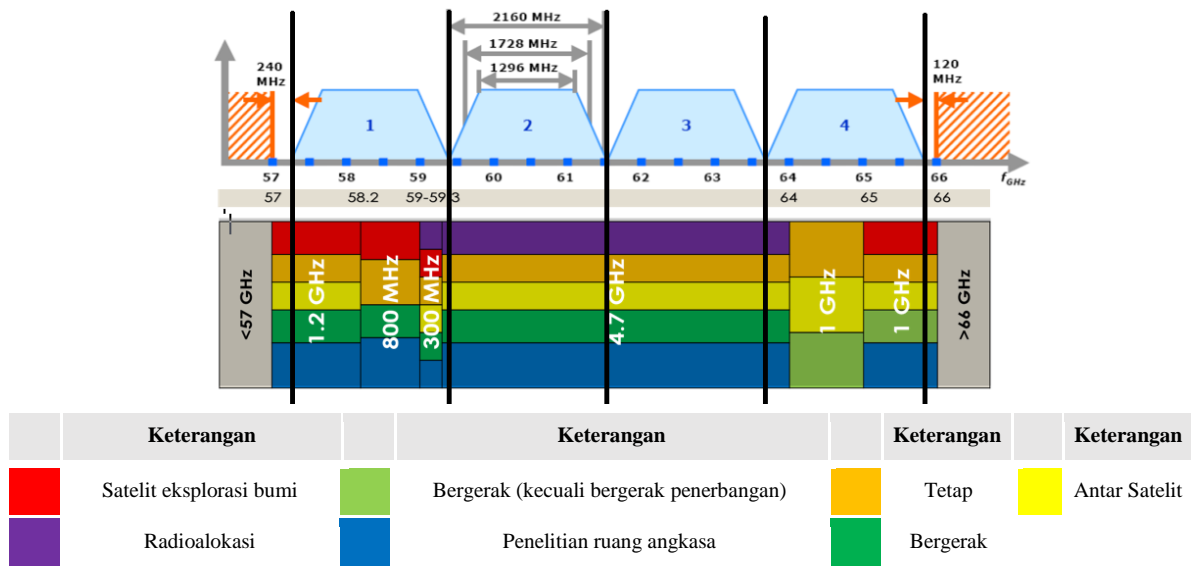
Antar satelit; alokasi pita 57-58.2 GHz dan 59-66 GHz merupakan alokasi frekuensi yang diperuntukkan untuk radio komunikasi antarsatelit buatan. Penggunaan pita tersebut terbatas terhadap satelit yang berada di orbit geostasioner

Bergerak; alokasi pada pita 57-64 GHz; 64-66 GHz (kecuali bergerak penerbangan). Merupakan alokasi yang diperuntukkan sebagai radio komunikasi antara stasiun bergerak dan stasiun darat, atau antara stasiun-stasiun bergerak

Penelitian ruang angkasa; alokasi pada pita 57-64 GHz; 65-66 GHz. Diperuntukkan sebagai dinas radio komunikasi pesawat ruang angkasa atau *platform* lain yang ada di luar angkasa yang digunakan untuk penelitian ilmiah atau berkenaan dengan teknologi termasuk untuk uji coba.

Radioalokasi; alokasi pada pita 59-64 GHz. Merupakan alokasi yang diperuntukkan sebagai radioalokasi penginderaan jauh.

Apabila pita tersebut disandingkan dengan kanalisasi sesuai dengan rekomendasi ITU terlihat bahwa kanal yang alokasi peruntukannya paling sedikit adalah kanal 2 dan 3. Pada kanal 4 di rentang 63.72-65.88 GHz pengalokasian paling sedikit hanya ada di pita 64-65 GHz.



Gambar 12. Perbandingan kanalisasi rekomendasi ITU dengan alokasi di Indonesia

4.4. Potensi Penggunaan Pita 60 GHz

Melihat karakteristik yang unik dari pita frekuensi 60 GHz, beberapa penelitian mengenai penggunaan pita ini dilakukan/dikondisikan pada *indoor* dengan metode yang bermacam-macam untuk memaksimalkan utilisasi pita ini. Pita 60 GHz apabila digunakan dalam kondisi dalam ruangan akan memberi manfaat terhadap *reuseable resources* karena pancaran dengan EIRP rendah tidak akan dapat menembus tembok sehingga dapat dimanfaatkan untuk penambahan kapasitas. Pada kondisi LOS, direkomendasikan menggunakan model *single cluster*, hal ini dikarenakan adanya sebaran efek *doppler* yang menyebabkan *slow fading* atau *delay* lebih besar (Smulders, 2009).

Berdasarkan metode *ray tracing* ditemukan bahwa karakteristik pelemahan sinyal pada pita 60 GHz mengikuti pola distribusi Weibull (Lim, Lee, Burkholder, Volakis, & Marhefka, 2007) dan hal ini memperlihatkan bahwa metode *ray tracing* dapat menampilkan parameter dari kanal terutama pada 60 GHz.

Penggunaan pita 60 GHz pada kondisi *outdoor* memiliki tantangan tersendiri dengan banyaknya penghalang yang menyebabkan *loss* yang sangat besar karena akan ada banyak difraksi dari sudut bangunan, mobil, manusia dan sebagainya. Meski demikian, besarnya sebaran difraksi tersebut berbeda-beda, difraksi dari mobil maupun tiang lampu lebih besar daripada difraksi pada sudut-sudut bangunan sehingga hal ini membutuhkan model sebaran saat melakukan simulasi pada daerah urban (Lu, Cabrol, Steinbach, & Pragada, 2013).

Indonesia saat ini belum meregulasikan secara khusus penggunaan pita 60 GHz untuk keperluan *wireless gigabit*, dikarenakan beberapa hal antara lain:

- Belum ada permintaan dari pengguna (operator, vendor, dan lain-lain)
- Belum ada perangkat di pasar Indonesia (karena belum ada pengguna); ketersediaan perangkat atau terlebih lagi adanya manufaktur yang memproduksi perangkat jaringan yang beroperasi di frekuensi 60 GHz, yang dapat mendorong untuk segera diregulasikannya penggunaan pita ini. Seperti halnya di Amerika Serikat, Eropa dan Australia, keberadaan vendor mendorong operator untuk menyediakan jaringan *backhaul* untuk lokasi yang tidak dimungkinkan penggelaran jaringan *fiber*.
- Potensi sifat perizinan *unlicensed* menyebabkan adanya kekhawatiran tidak terkendalinya pengguna oleh regulator sehingga justru akan menyebabkan interferensi.

Sebagai langkah awal dalam meregulasikan penggunaan teknologi *wireless gigabit* pada pita 60 GHz sebaiknya melakukan konsultasi kepada seluruh pihak yang memiliki kemungkinan berpartisipasi dalam pengguna frekuensi ini seperti operator, vendor dan lainnya. *Draft* awal dapat berupa kondisi di berbagai

negara yang telah meregulasikan penggunaan pita 60 GHz dan bagaimana penerapannya. Selain itu juga disertakan rekomendasi dari ITU.

Tabel 6. Regulasi pita 60 GHz di berbagai negara

Region	Rentang pita	Tx power	EIRP	Max gain antena	Keterangan
USA/Canada	7 GHz (57-64)	500 mW (max)	82 dBm	51 dBi	
Jepang	7 GHz (59-66)	10 mW (max)	-	47 dBi	
Korea	7 GHz (57-64)	10 mW (max)	-	-	
Australia	3,5 GHz (59,4 – 62,9)	10 mW (max)	150 W	-	Terbatas pada penggunaan sebagai jaringan backhaul
EU/Eropa	9 GHz (57-66)	20 mW (max)	40 dBm 55 dBm	37 dBi	40 dBm untuk MGWS WLAN/WPAN 55 dBm untuk MGWS FLANE
Malaysia	7 GHz (57-64)	-	40 dBm	-	
Singapura	9 GHz (57-66)	-	40 dBm 55 dBm	30 dBi	40 dBm untuk MGWS WLAN/WPAN 55 dBm untuk MGWS FLANE

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Pita 60 GHz memiliki potensi untuk digunakan di Indonesia, tetapi hal ini tergantung kepada minat dari pihak yang akan berperan dalam penggunaan pita tersebut, ketersediaan perangkat akan mengikuti kebutuhan operator sehingga kunci dari penggunaan pita tersebut adalah di operator, tetapi lain halnya apabila tipe perizinan bersifat *unlicensed* karena hal tersebut menyebabkan pihak yang berperan dalam penggunaan pita ini akan bersifat umum. Hal ini akan menyebabkan sulitnya kontrol dari regulator dalam penggunaan pita tersebut.

Berdasarkan tabel alokasi frekuensi di Indonesia dengan disandingkan dengan kanalisasi sesuai dengan rekomendasi ITU terlihat bahwa kanal yang memiliki alokasi peruntukannya paling sedikit adalah kanal 2 dan 3 sedangkan pada kanal 4 di rentan 63.72-65.88 GHz pengalokasian paling sedikit hanya ada di pita 64-65 GHz.

5.2. Rekomendasi

Terdapat potensi penggunaan pita 60 GHz sebagai jaringan *backhaul* nirkabel di lokasi yang tidak dimungkinkan digelar jaringan *fiber*, selain itu dapat juga sebagai *backhaul* antar gedung yang berdekatan seperti kampus dan perkantoran selama tidak memiliki penghalang diantaranya (LOS).

Secara khusus di Indonesia belum ada peraturan mengenai penggunaan pita 60 GHz dan dapat dipertimbangkan skema regulasi dengan berbagai pertimbangan. Skema *unlicensed* dapat diberikan untuk penggunaan dalam ruangan dengan EIRP tidak lebih dari 40 dBm sebagai Wi-Fi Gigabit. Sedangkan *full licensed* untuk penggunaan luar ruangan atau sebagai jaringan *backhaul* dengan peningkatan EIRP sampai tingkat tertentu (perlu kajian lebih lanjut terkait dengan ketahanan sinyal dan interferensi).

Untuk mempercepat penyusunan regulasi, perlu disusun *draft* konsultasi kepada berbagai pihak terkait dengan penggunaan pita 60 GHz dalam hal penggunaan maksimal RF EIRP, model komersialisasi, penggunaan/ jenis layanan dan model perizinan.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam kajian ini terutama kepada Puslitbang SDPPPI Kementerian Komunikasi dan Informatika sebagai pihak yang mendanai kajian ini.

Daftar Pustaka

Alwis, G. De, & Delahoy, M. (2004). 60 GHz Band Millimetre Wave Technology. *ACMA*, (December).

- Cisco. (2011). Cisco Visual Networking Index : Global Mobile Data Traffic Forecast Update , 2010 – 2015. *Growth Lakeland*, 2011(4), 2010–2015. Retrieved from http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html
- Direktorat Spektrum Frekuensi Radio dan Orbit Satelit. (2005). *Perencanaan Frekuensi TV Siaran UHF di Indonesia*. Jakarta.
- ECC - CEPT. (2009). Compatibility Studies Around 63 GHz Between Intelegent Transport Systems (ITS) and Other Systems, (September 2007).
- ETSI. (2009). Final draft ETSI EN 302 567 v.1.1.0 Broadnad Radio Access Network (BRAN); 60 GHz Multiple-Gigabit WAS/RLAN Systems; Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive, 1–29.
- Fahlevi, I. R. (2011). *Kinerja Kanal Outdoor WLAN Pada Frekuensi 60 GHz Sebagai Jaringan Backbone Kampus*. Institut Teknologi Bandung.
- FCC. (2013). FCC 13-112 Operation of Unlicensed Devices in the 57-64 GHz Band.
- Giovanni, M., & Frecassetti, L. (2015). *E-Band and V-Band - Survey on status of worldwide regulation*. France: ETSI.
- Guo, N., Qiu, R. C., Mo, S. S., & Takahashi, K. (2007). 60-GHz Millimeter-Wave Radio: Principle, Technology, and New Results. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2007, 1–8. <http://doi.org/10.1155/2007/68253>
- IDA Singapore. (2011). IDA’S DECISION AND EXPLANATORY MEMORANDUM ON THE REGULATORY FRAMEWORK FOR 60 GHz FREQUENCY BAND. Singapore: IDA Singapore.
- IEEE Computer Society. (2009). *Part 15.3: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs) Amendment 2: Millimeter-wave-based Alternative Physical Layer Extension*.
- IEEE Computer Society. (2012). *Part 11 : Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 3 : Enhancements for Very High Throughput in the 60 GHz Band* (Vol. 2012).
- ISO/IEC. (2012). ISO/IEC 13156 Information technology - Telecommunication and information exchange between systems - High rate 60 GHz PHY, MAC and PALs, 2012.
- ITU. (2012a). ITU-R M.2003 Multiple Gigabit Wireless Systems in frequencies around 60 GHz.
- ITU. (2012b). Radio Regulations Articles.
- ITU-D ICT Statistics. (2014). Mobile-cellular telephone subscriptions.
- ITU-R. (2003). ITU-R P.838-2 Specific attenuation model for rain for use in prediction methods, 1–5.
- ITU-R. (2011). M.2227 - Multiple Gigabit Wireless Systems in frequencies around 60 GHz, 2227.
- ITU-R. (2013). P.676-10 : Attenuation by atmospheric gases. *Itu-R*, 10.
- Lim, C.-P., Lee, M., Burkholder, R., Volakis, J., & Marhefka, R. (2007). 60 GHz Indoor Propagation Studies for Wireless Communications Based on a Ray-Tracing Method. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2007(1), 073928. <http://doi.org/10.1155/2007/73928>
- Lu, J. S., Cabrol, P., Steinbach, D., & Pragada, R. V. (2013). Measurement and Characterization of Various Outdoor 60 GHz Diffracted and Scattered Paths. <http://doi.org/10.1109/MILCOM.2013.212>
- Menkominfo. Peraturan Menteri Nomor 25 Tahun 2014 Tentang Tabel Alokasi Frekuensi Radio Indonesia (2014). Jakarta, Indonesia.
- Ning, J., Kim, T.-S., Krishnamurthy, S. V., & Cordeiro, C. (2011). Directional neighbor discovery in 60 GHz indoor wireless networks. *Performance Evaluation*, 68(9), 897–915. <http://doi.org/10.1016/j.peva.2011.03.009>
- SKMM - MCMC. (2010). Communications and Mutimedia Act 1998 Class Assigments No.1 of 2010. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(1), 160. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Smulders, P. F. M. (2009). Statistical Characterization of 60-GHz Indoor Radio Channels. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 57(10), 2820–2829.
- Technology, N. M. D. of I. (2013). The New Mexico Broadband Program Broadband Definitions and Acronyms The New Mexico Broadband Program Broadband Definitions and Acronyms, (April).
- Telkom, P. (2012). *Info Memo The Full Year 2012 Results (Audited)*. Jakarta.
- Telkom, P. (2013). *Info Memo The Full Year 2013 Results*. Jakarta.
- Telkom, P. (2014). *Info Memo The Full Year 2014 Results (Audited)*. Jakarta.
- WiGig Alliance. (2010). *Wireless Communications White Paper July 2010*.
- Yong, S.-K. (SK). (2011). Introduction to 60 GHz. In A. V. G. Su-Khiong (SK) Yong, Pengfei Xia (Ed.), *60 GHz Technology for Gbps WLAN and WPAN: From Theory to Practice* (pp. 1–16). John Wiley & Sons, Ltd.