

BAB I

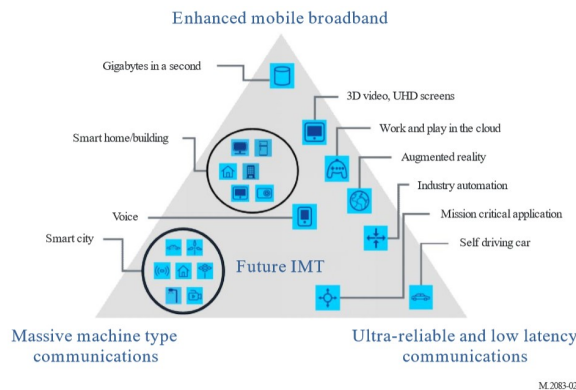
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi seluler berkembang pesat terutama generasi kelima (5G) yang akan diluncurkan pada 2020. Teknologi 5G diprediksikan menggunakan frekuensi di antara 1 GHz - 100 GHz [1–3]. Frekuensi yang sangat tinggi ini menghadirkan tantangan baru, yaitu masalah redaman propagasi gelombang yang sangat dipengaruhi oleh kondisi alam [4].

Teknologi 5G yang akan segera dirilis pada 2020 untuk menjadi *partner (non-standalone)* sekaligus penerus (*standalone*) teknologi generasi sebelumnya seperti 4G. Teknologi 5G dilengkapi dengan berbagai fitur yang lebih mutakhir untuk mendukung berbagai macam skenario pelayanan. Gambar 1.1 menunjukkan 3 skenario penggunaan 5G yaitu: (i) meningkatkan kemampuan teknologi *broadband* bergerak, (ii) komunikasi antar mesin yang masif serta (iii) teknologi komunikasi handal dengan *latency* rendah.

Teknologi 5G akan menggunakan frekuensi di antara 1 GHz sampai 100 GHz, sebuah rentang frekuensi yang lebih tinggi dari generasi sebelumnya. Rentang frekuensi ini menghadirkan tantangan baru terhadap pengaruh parameter iklim seperti suhu, kelembapan dan tekanan udara terhadap propagasi gelombang. Salah satu kandidat frekuensi terkuat yang akan digunakan 5G adalah frekuensi 28 GHz yang sekaligus menjadi frekuensi kerja yang dipakai dalam Tugas Akhir ini.



Gambar 1.1: Usage Scenarios of IMT for 2020 and beyond.

Kanal adalah media di antara antenna pengirim dan antenna penerima yang perlu dimodelkan sehingga menghasilkan desain sistem komunikasi yang meminimalkan *error* serta memaksimalkan transmisi informasi atau *bitrate*.

Model kanal (untuk *small-scale fading* biasanya dinyatakan dalam *power delay profile* (PDP) [5], yaitu sebuah gambar yang tingginya menunjukkan *power* untuk *delay* yang berbeda. Model kanal, selain untuk desain dan pengujian, bisa juga dipakai untuk pembuktian suatu teknologi komunikasi, terutama teknologi *wireless*. Hal ini karena kapasitas dan performansi sistem tergantung pada kanal. Jika model kanal untuk suatu negara atau daerah diketahui, parameter pada alat bisa diatur sedemikian rupa sehingga menghasilkan kinerja maksimal untuk negara tersebut [6]. Oleh karena itu, pemodelan kanal sangat membantu perancangan sistem komunikasi implementasinya secara optimal.

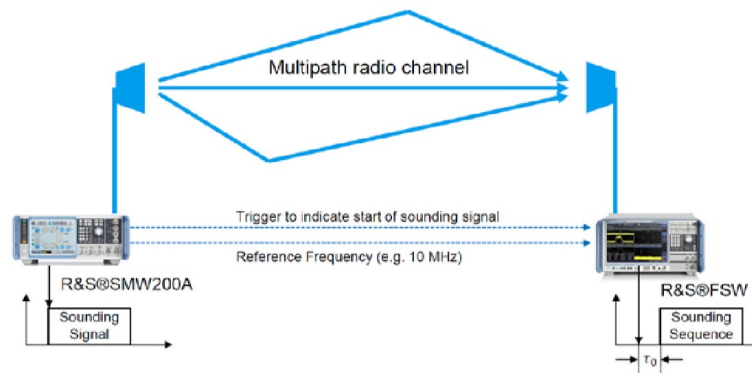
Dalam banyak keadaan, semua fenomena pantulan, difraksi, dan hamburan pada saat propagasi gelombang yang mengakibatkan fenomena *multipath* cukup sulit dijelaskan. Nilai kanal berubah-ubah sehingga lebih banyak dinyatakan dengan probabilitas [6].

Statistical spatial channel model SSCM menggunakan data dari banyak percobaan yang parameter kanal dan probabilitasnya dimodelkan secara statistik. Parameter statistik ini dapat digunakan untuk menggambarkan keadaan kanal sebenarnya, misalnya hasil di [4, 7]. Model kanal ini didapatkan dari percobaan yang dari tahun 2011 hingga tahun 2015. SSCM dibuat dari pola yang dihasilkan dari berbagai pengukuran dengan skenario yang diinginkan, seperti radius sel, frekuensi yang digunakan, parameter lingkungan dan lainnya [4, 8].

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dan juga hasil pengukuran langsung. Model kanal NYUSIM sudah divalidasi dengan hasil yang mendekati hasil pengukuran lapangan [7].

Pengukuran kanal, yang disebut dengan *channel sounding*, menggunakan alat *channel sounder* dengan skenario paling sederhana ditunjukkan oleh Gambar 1.2 untuk mengumpulkan data [9]. Tugas Akhir ini menggunakan teknik SSCM untuk memodelkan kanal 5G Indonesia. Model kanal yang diusulkan berupa sebuah PDP yang dianggap mewakili Indonesia dengan mengambil kota Bandung sebagai kota yang dianggap mewakili. Tentu saja akurasi dapat diperbaiki dengan sampel banyak kota lain di Indonesia, tetapi kami berpikir bahwa kanal 5G di kota Bandung dapat lebih mewakili Indonesia daripada sebuah model kanal 5G di kota New York.

Kapasitas kanal sistem komunikasi dapat dihitung berdasarkan PDP menggunakan Shannon *capacity* yang mengasumsikan bahwa semua keadaan ideal, seperti panjang blok tak terhingga dan *coding* yang dilakukan secara *random*. Oleh karena



Gambar 1.2: Skenario pengukuran kanal menggunakan *channel sounder*.

itu, hasil perhitungan ini dapat dianggap sebagai kinerja teori 5G di Indonesia. Seluruh peluang kanal dievaluasi dalam Tugas Akhir ini dengan angka sebesar 200,000 kanal yang dianggap cukup mewakili seluruh kanal terjadi di Indonesia. Setelah itu kanal dianalisis dari segi *cumulative distribution function* (CDF) untuk mendapatkan *outage probability* dan kemudian dibandingkan dengan hasil praktis seperti *frame-error-rate* (FER) yang diperoleh dari teknologi praktis seperti *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM). Hasil Tugas Akhir ini diharapkan menjadi bahan referensi untuk mengoptimalkan performansi sistem 5G di Indonesia.

1.2 Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mempelajari model kanal 5G Indonesia dengan hasil studi berupa usulan PDP kanal 5G Indonesia yang mampu mewakili sebagian besar kondisi alam Indonesia. Model kanal ini kemudian dianalisis untuk mendapatkan teori *outage* 5G Indonesia untuk dijadikan referensi nasional dalam implementasi 5G di Indonesia.

1.3 Rumusan Masalah

Teknologi 5G yang diluncurkan pada 2020 memerlukan kajian mendalam terutama karena frekuensi tinggi yang digunakan sampai 100 GHz. Frekuensi baru ini memiliki karakteristik baru yang berbeda dengan frekuensi yang dipakai generasi di bawahnya, karena frekuensi 5G dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, tekanan udara dan curah hujan sehingga negara berbeda memiliki karakteristik berbeda pula.

Perbedaan ini memerlukan studi mendalam sehingga dihasilkan suatu model kanal sebagai representasi model kanal 5G Indonesia. Masalah berikutnya adalah pengolahan PDP menjadi teori kinerja 5G di Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Tugas Akhir ini membatasi masalah dengan rincian sebagai berikut:

1. Ribuan *instantaneous* PDP dibangkitkan menggunakan teknik SSCM dengan *software* yang dikembangkan oleh NYU Wireless.
2. *Software* SSCM hanya digunakan untuk menghitung PDP. Parameter selain PDP diabaikan karena dianggap tidak relevan dengan kajian Tugas Akhir ini.
3. Kapasitas dan *outage probability* dihitung menggunakan integral. Namun Tugas Akhir ini menyederhanakan perhitungan ini dengan menggunakan konsep OFDM dengan *cyclic prefix* (CP-OFDM) yang blok OFDM-nya dibuat cukup panjang sehingga efek *rate-loss* karena CP dapat diabaikan.
4. Model kanal 5G Indonesia idealnya dihitung dengan sampel seluruh kota di Indonesia. Namun untuk menyederhanakan analisis Tugas Akhir ini hanya menggunakan parameter lingkungan kota Bandung sebagai representasi Indonesia.
5. Tugas Akhir ini hanya melakukan pengembangan teori dan simulasi. Eksperimen lapangan disimpan sebagai kerja selanjutnya.
6. Tugas Akhir hanya menggunakan pada sistem *single input single output* (SISO) untuk validasi hasil *outage performance*. Namun, dengan sedikit modifikasi pada PDP untuk matriks, hasil Tugas Akhir ini bisa diperlebar untuk sistem *multiple input multiple output* (MIMO).

1.5 Metodologi

Metodologi dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini terdiri atas beberapa tahapan yaitu:

1. Studi literatur
Tahap ini melakukan pengumpulan literatur tentang pemodelan kanal dari berbagai publikasi internasional termasuk buku. Literatur yang diambil dipilih yang berkaitan dengan PDP, frekuensi tinggi, dan *outage probability*.

2. Parameter yang representatif

Tahap ini mengamati pola dan mencari satu PDP yang paling representatif untuk Indonesia.

3. Simulasi PDP

Tahap ini melakukan simulasi untuk mendapatkan PDP dan juga memprediksi kapasitas kanal untuk setiap PDP diikuti dengan *outage probability*.

4. Evaluasi dan validasi

Tahap ini melakukan evaluasi dan validasi performansi *outage probability* yang menjadi teori kinerja teknologi 5G ideal dengan parameter praktis yaitu dengan CP-OFDM.

5. Penyimpulan hasil

Tahap ini menarik kesimpulan penelitian berdasarkan data-data hasil kajian dan studi sehingga berkontribusi untuk pengembangan berikutnya teknologi 5G di Indonesia dan dunia.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini selanjutnya adalah sebagai berikut:

- **BAB 2 DASAR TEORI**

Bab ini membahas dasar teori kapasitas kanal, *outage probability*, *diversity*, dan teori dasar CP-OFDM berserta *channel coding*.

- **BAB 3 MODEL SISTEM DAN USULAN VALIDASI MODEL**

Bab ini menyajikan model sistem penurunan model kanal beserta parameter untuk verifikasi

- **BAB 4 MODEL KANAL 5G INDONESIA DAN ANALISISNYA**

Bab ini menganalisis secara mendalam model kanal yang dinyatakan dengan *outage performance* dan verifikasinya dengan parameter praktis.

- **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memaparkan kesimpulan pemodelan kanal 5G dan saran untuk pengembangan di masa depan.