

BAB I

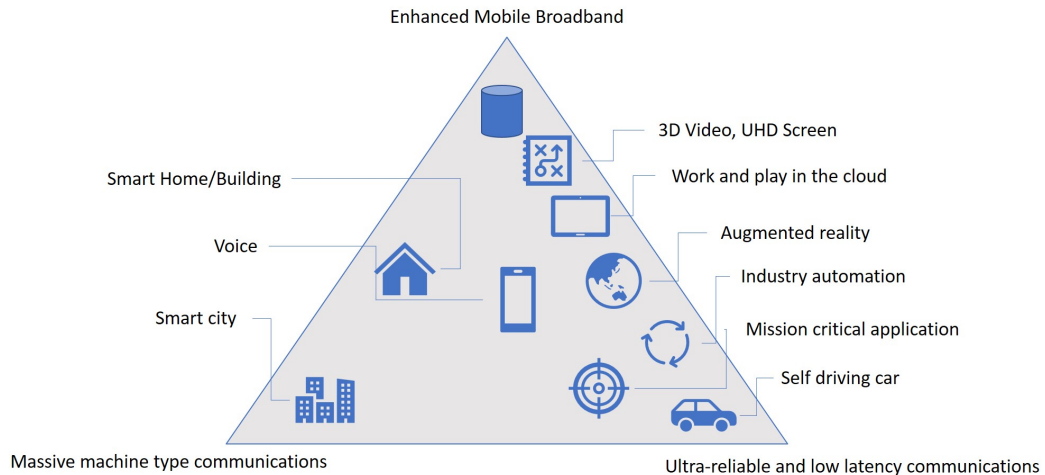
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem telekomunikasi masa depan atau yang biasa dikenal dengan *fifth generation new radio (5G NR) technology* akan menghadirkan layanan *broadband* yang tidak pernah ada sebelumnya seperti *3D Video*, *augmented reality (AR)*, dan sebagainya. Hal ini berkaitan dengan tiga misi utama teknologi 5G NR yang dikeluarkan oleh *International Telecommunication Union (ITU)* tentang *5G NR requirements* seperti pada Gambar 1.1. 5G NR memiliki tiga misi utama sesuai dengan Gambar 1.1 yaitu *enhanced mobile broadband (eMBB)*, *massive machine type communication*, dan *ultra-reliable and low latency communication (URLLC)* [1].

Layanan *extreme mobile broadband (xMBB)* yang adalah evolusi dari Layanan *mobile broadband (MBB)* akan memungkinkan 5G untuk memenuhi permintaan untuk kecepatan data tinggi dan permintaan *traffic* tinggi di tahun-tahun setelah 2020 [2]. *Enhanced mobile broadband (eMBB)* menangani hal yang *human-centric* untuk mengakses konten, layanan, dan data multimedia [3]. *Peak data rate* dan *peak spectral efficiency* merupakan hasil dari persyaratan *broadband* teknologi 5G [1]. Untuk menunjang hal tersebut, maka 3rd Generation Partnership Project (3GPP) telah menetapkan standar untuk modulasi pada TS 38.211 [3] dengan penambahan modulasi tingkat tinggi *256-quadrature amplitude modulation (QAM)* yang belum ada pada teknologi sebelumnya [3].

Modulasi pada teknologi 5G secara berurutan yaitu 256-QAM, 64-QAM, 16-QAM, *quadrature phase shift keying (QPSK)*, dan *binary phase shift keying (BPSK)* yang secara berurutan memiliki 8, 6, 4, 2, 1 bit dalam satu simbol. 256-QAM diusung sebagai modulasi untuk meningkatkan *data rate* dan meningkatkan *spectral efficiency* [4]. BPSK adalah modulasi paling sederhana yang digunakan dalam teknologi 5G NR, BPSK dapat meningkatkan *receiver sensitivity* dan memiliki toleransi yang besar terhadap distorsi sinyal [5].



Gambar 1.1. Skenario penggunaan 5G berdasarkan persyaratan IMT-2020.

Penelitian [6] meneliti tentang perancangan *mapper* dan *demapper* untuk modulasi QPSK dan 16-QAM dengan *iterative demapping*. Analisis penelitian dilakukan dengan *extrinsic information transfer chart* (EXIT) *Chart* dan kurva *bit error rate* (BER). Analisis EXIT *Chart* digunakan untuk mengevaluasi kinerja dari *iterative demapping*. Kurva BER pada penelitian [6] digunakan untuk mengevaluasi kinerja dari *mapper* dan *soft demapper* yang diusulkan. Penelitian [4] meneliti tentang perancangan *demapper* untuk modulasi 256-QAM dengan *soft demapper* kompleksitas rendah. Penelitian dilakukan dengan membandingkan kinerja antara *hard demapper* dan *soft demapper*. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, *soft demapper* yang diusulkan memiliki peningkatan kinerja 5 dB dibandingkan dengan *hard demapper*. Namun, permasalahannya adalah *soft demapper* pada penelitian [6] dan [4] tidak digunakan pada semua modulasi yang akan digunakan pada 5G NR. Sedangkan nilai LLR untuk setiap modulasi berbeda-beda.

Pada penerapan praktis, nilai LLR terbatas oleh *hardware* yang menyebabkan degradasi kinerja dari sistem. Namun, distorsi tersebut dapat diminimalkan dengan menggunakan teknik sederhana. Penelitian [7] mengusulkan metode perhitungan LLR dengan menggunakan 3-bit *soft-decision*. Metode ini terdiri dari 2 komponen, yaitu 3-bit *soft decision decider* dan LLR *transformer*. Perhitungan nilai LLR yang mengikuti pendekatan Gaussian cukup rumit untuk implementasi praktis. Hasil simulasi pada [7] menunjukkan bahwa teknik yang diusulkan memberikan kinerja yang lebih baik dari teknik *hard-decision*. Meskipun kinerja dari metode ini tidak dapat lebih baik dari pendekatan *Gaussian approximation*, metode ini memberikan arah yang menjanjikan untuk diterapkan dalam implementasi praktis. Pada Tugas Akhir ini, angka yang digunakan adalah 710, yang setara dengan 9 bit.

Dengan adanya batasan ini, *demapper* harus dirancang untuk dapat berfungsi dengan baik pada kondisi apa pun dan tidak boleh menunjukkan LLR *infinite* atau nol. Untuk mengatasi masalah ini, *threshold* dalam proses *demapping* harus ditentukan untuk setiap modulasi karena *signal to noise power ratio* (SNR) yang digunakan untuk setiap modulasi berbeda. Ketika demapper memiliki nilai LLR yang *infinite*, terdapat lompatan *error-floor* dalam kurva *bit-error-rate* (BER) yang diharapkan, terutama pada SNR di atas 30 dB.

Tugas Akhir ini menjadi penting untuk melakukan penyelidikan terhadap *soft demapper* yang akan menjadi acuan untuk *demapping* tiap-tiap jenis modulasi 5G NR dengan dan tanpa *channel coding*.

1.2 Rumusan Masalah

Standar 3GPP untuk modulasi 5G NR hanya menentukan standar untuk *mapper*, namun tidak menetapkan standar untuk *demapper*. *Soft demapper* digunakan untuk teknik *demapper* karena memiliki kinerja yang lebih baik daripada *hard demapper*. Masalah dalam Tugas Akhir ini adalah belum adanya *soft demapper* yang optimal untuk implementasi praktis. Hal tersebut dikarenakan *hardware* memiliki keterbatasan. Misalnya pada [7] dan Matlab, dapat memproses 3-bit dan 9-bit, secara berurutan. Jika *soft demapper* tidak didesain optimal, maka *hardware* tidak dapat berlaku universal, melainkan hanya memberikan kinerja terbaik untuk satu *parameter setting*, tetapi tidak untuk parameter lainnya. Hal ini menyulitkan pihak industri dan juga pelanggan 5G.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Tugas Akhir ini adalah untuk menentukan *soft demapper* yang optimal untuk tiap-tiap modulasi 5G NR dengan dan tanpa *channel coding* untuk implementasi praktis. Angka dalam Tugas Akhir ini dipilih +709 dan -709 masing-masing sebagai nilai LLR tertinggi dan terendah sehingga nilai *exponent* dari LLR tidak menjadi *infinite*.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan dalam Tugas Akhir ini terdiri atas beberapa hal, antara lain:

1. Tugas Akhir ini menggunakan *repetition codes* dan *convolutional codes* sebagai *channel coding*.
2. Menggunakan modulasi $\pi/2$ -BPSK, BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, dan 256-QAM.
3. Kanal yang digunakan adalah adalah kanal *multi-path* dengan *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM) sebagai kompensasi *multi-path*.
4. Tugas Akhir ini menggunakan *equalizer minimum mean-squared error* (MMSE) untuk mitigasi efek kanal.
5. Tugas Akhir ini hanya berfokus kepada blok *soft demapper* dalam blok sistem komunikasi.
6. Usulan *soft demapper* dievaluasi menggunakan BER teori.

1.5 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang diterapkan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap ini melakukan pengumpulan informasi tentang modulasi dan demodulasi 5G NR melalui literatur dan referensi dari berbagai sumber, mempelajari dasar *wireless communication system*, dan beberapa aspek kajian yang berkaitan dengan penelitian ini, seperti *mapper*, *demapper*, OFDM, dan BER. *paper*, jurnal, dan buku.

2. Pemodelan dan Simulasi

Pada tahap ini *wireless communication system* disimulasikan menggunakan komputer dan terfokus kepada blok *demapper* berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan.

3. Uji Coba Kasus

Uji coba dilakukan pada usulan *soft demapper* dengan dan tanpa *channel coding* pada kanal *multi-path fading*

4. Analisis Kinerja dan Pelaporan

Tahap ini memvalidasi usulan *soft demapper* melalui kurva BER yang didapat dari tahap sebelumnya untuk menentukan apakah usulan *soft demapper* mampu bekerja sesuai perencanaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk selanjutnya, sistematika penulisan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- **BAB II KONSEP DASAR**

Bab ini membahas konsep dasar *repetition codes*, *convolutional codes*, *mapper*, *equalizer*, *demapper*, OFDM, dan perhitungan BER serta literatur yang digunakan untuk mendukung penelitian pada Tugas Akhir ini.

- **Bab III USULAN *SOFT DEMAPPER***

Bab ini membahas sistem model yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini serta parameter usulan untuk *soft demapper*.

- **BAB IV EVALUASI KINERJA**

Bab ini menganalisis kinerja dari usulan *soft demapper* dengan dan tanpa *channel coding* pada kanal *multi-path* dalam bentuk pengamatan kurva BER.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memaparkan kesimpulan dari hasil studi *soft demapper* optimal pada Tugas Akhir ini.