

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi nirkabel berkembang dengan cepat dan telah menjadi alat penunjang kehidupan manusia dari segala aspek. Teknologi tersebut mampu menghasilkan kinerja yang optimal dan efisien. Salah satu aspek yang sedang dijadikan primadona pada penerapan teknologi nirkabel adalah aspek kesehatan. Pada aspek kesehatan, sebagian besar alat-alat yang digunakan untuk observasi dan diagnosis awal sudah menerapkan teknologi ini, salah satunya adalah *Wireless Capsule Endoscopy* (WCE).

WCE merupakan perkembangan alat pada prosedur endoskopi yang dikenal dengan mengutamakan kenyamanan pasien dibandingkan teknologi konvensional sebelumnya yaitu *Gastroscopy* (OGD). OGD merupakan prosedur endoskopi konvensional yang digunakan untuk memeriksa bagian dalam kerongkongan, perut dan bagian atas usus halus. OGD dikenal sebagai endoskopi GI bagian atas atau sekadar endoskopi. Prosedur konvensional ini dilakukan dengan memasukkan tabung panjang dan tipis yang disebut endoskop ke dalam mulut dan meneruskannya ke perut. Endoskop lebih tipis dari jari kelingking dan memiliki kamera di ujungnya yang mengirimkan gambar bagian dalam perut dan usus ke layar video [2]. OGD merupakan prosedur endoskopi yang menimbulkan rasa sakit meskipun pasien sudah dalam pengaruh anestasi pada saat prosedur dilakukan.

WCE merupakan salah satu pengaplikasian dalam perkembangan teknologi *Wireless Body Area Network* (WBAN) [3] yang digunakan untuk *screening* dan *monitoring* saluran *gastrointestinal* (GI) pada sistem pencernaan manusia. Pelaksanaan prosedur endoskopi menggunakan WCE dilakukan tanpa pengaruh anestasi karena WCE berbentuk kapsul yang hanya berukuran 26×11 mm dan tidak menimbulkan rasa sakit. Pada pelaksanaan prosedur endoskopi ini, pasien hanya perlu berbaring dan memakai sabuk yang berfungsi sebagai penerima untuk menyimpan gambar dan video yang telah diambil oleh WCE.

Pada prosedur endoskopi dengan menggunakan WCE memiliki keunggulan lebih dalam mengidentifikasi kelainan dan memvisualisasikan seluruh panjang usus halus pada saluran GI dibandingkan dengan teknologi endoskopi konvensional [4], [5]. Teknologi WCE terkini memiliki kekurangan yaitu belum mampu memberikan



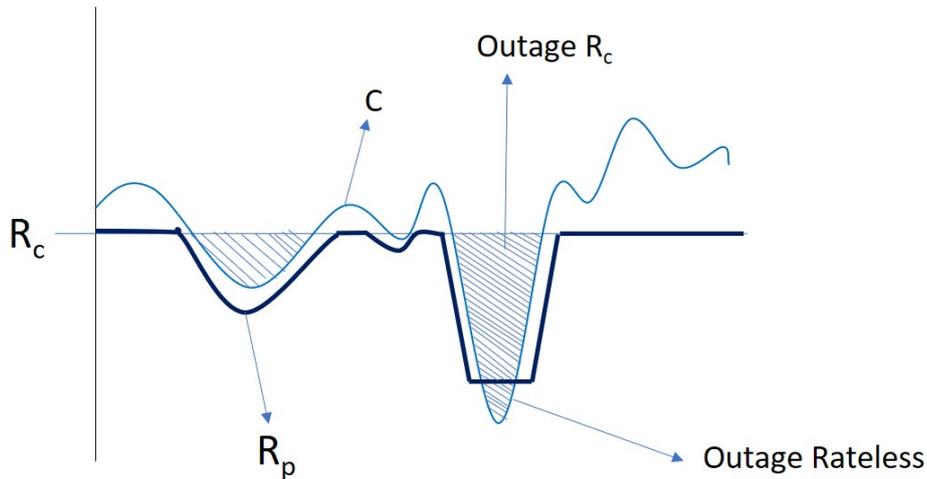
Images : Journal of IEEE Reviews in Biomedical Engineering "Capsule Endoscopy : From Current Achievements to Open Challenges", 2011.

Gambar 1.1 *Wireless Capsule Endoscopy (WCE).*

hasil resolusi gambar dan *frame rate* yang tinggi [6]. Gambar 1.1 menunjukkan penampang dari salah satu merek WCE yang telah dipasarkan dan dipakai oleh sektor medis [7]. WCE yang diproduksi oleh *olympus* yang dirilis ditahun 2007 ini memiliki ukuran 26×11 mm dengan resolusi hanya 1920×1080 , *frame rate* 2 dan ketahanan baterai 8-12 jam.

Standar WCE terbaru menyebutkan bahwa penerapan WCE menggunakan model kanal *In-Body to On-Body (IB-to-OB)* pada *Ultra-Wide Band (UWB)* [8] mampu menghasilkan kualitas resolusi *frame* yang bagus, *bandwidth* yang lebar dan *data rate* yang tinggi. Kinerja *Bit Error Rate (BER)* dengan penerimaan acak untuk kanal *IB-to-OB* pada UWB yang beroperasi di frekuensi 3.4–4.8.8 GHz ditunjukkan pada referensi [9]. Pada referensi tersebut dapat disimpulkan bahwa kanal *IB-to-OB* yang digunakan pada sistem komunikasi WCE memiliki karakteristik kapasitas kanal yang berubah-ubah karena berbagai faktor seperti tingkat kedalaman lokasi WCE dan kelembapan organ saluran GI didalam pencernaan manusia. Karakteristik kanal kapasitas yang tidak konsisten tersebut menyebabkan adanya eror pada data yang diterima selama proses komunikasi antara WCE dengan penerima diluar tubuh manusia. Eror pada proses transmisi menyebabkan foto dan video yang diterima tidak memiliki resolusi tinggi, sehingga memungkinkan terjadinya kesalahan diagnosis. Oleh karena itu, sistem komunikasi WCE harus ditingkatkan dengan menerapkan *channel coding* yang berkemampuan *rateless* sehingga mampu beradaptasi terhadap perubahan kapasitas kanal dan memiliki performansi yang bagus dalam proses deteksi dan koreksi eror. *Rateless* berperan penting dalam meminimalisir *outage probability*.

Outage probability adalah peluang terjadinya *outage* yang merupakan suatu kondisi saat informasi tidak dapat didekode oleh penerima sehingga akan terjadi eror. *Outage* terjadi saat tidak terpenuhinya syarat *Shannon limit* yaitu $R \leq C$ dengan R adalah *channel coding rate* dan C adalah *channel capacity*. *Outage* terjadi ketika nilai *channel capacity* lebih rendah daripada nilai *channel coding rate*. Salah



Gambar 1.2 Perbandingan *outage probability rateless codes* yang diajukan dengan *fixed code rate* terhadap karakteristik kanal WCE.

satu penyebabnya adalah nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) yang sangat rendah [10].

Perbandingan *outage probability rateless codes* yang diajukan dengan *fixed code rates* terhadap kanal WCE ditunjukkan oleh Gambar 1.2. Kapasitas kanal WCE C_c diilustrasikan dengan kurva berwarna ungu. Ketika *channel coding rate* diatur *fixed* R_c maka akan terjadi *outage* yang diilustrasikan dengan daerah arsiran sehingga eror terjadi, akan tetapi ketika *channel coding rate* yang diajukan R_p bersifat *rateless* yang ditunjukkan dengan kurva berwarna merah maka *channel coding* akan memiliki kemampuan beradaptasi terhadap perubahan kanal sehingga dapat meminimalisir eror. Salah satu *channel coding* yang memiliki performansi tersebut adalah *Raptor codes*.

Raptor codes memiliki manajemen daya yang adaptif dengan fleksibilitas *code rates* sehingga memberi keuntungan yang signifikan pada kanal *erasure* [11]. *Raptor codes* mampu melindungi hampir semua informasi bahkan pada jaringan yang padat tanpa menurunkan *throughput* [12]. *Raptor codes* tersusun atas *pre-coder* dan *Luby Transform* (LT codes). *Pre-coder* yang umum digunakan pada perancangan *Raptor codes* adalah *Low-Density Generator Matrix* (LDGM) codes dan *Low-Density Parity Check* (LDPC) yang memiliki perbedaan karakteristik. *Raptor codes* dengan menggunakan LDPC codes sebagai *pre-coder* memiliki kemampuan yang tinggi dalam proses koreksi eror [13] sedangkan jika menggunakan LDGM codes mendukung *data rate* yang tinggi.

Tugas Akhir ini mengajukan desain *Raptor codes* sebagai *channel coding* yang

diterapkan pada pengembangan teknologi sistem komunikasi WCE. *Raptor codes* yang diajukan tersusun dari LDPC *codes* sebagai *precoder* dan LT *codes*. Desain *precoder* LDPC yang diajukan memiliki kemampuan seperti Quasi-Cyclic (QC) LDPC *codes* pada 5G. *Raptor codes* yang diajukan akan dianalisis dengan menggunakan *extrinsic information transfer* (EXIT) *chart* dan EXIT *trajectory*.

Tugas Akhir ini mengasumsikan karakteristik kanal komunikasi antara WCE dengan penerima diluar tubuh dapat didekati dengan kanal *Rayleigh fading*, sehingga *Raptor codes* yang diajukan akan dievaluasi berdasarkan transmisi data dalam bentuk bit pada kanal *Additive white Gaussian noise* (AWGN), *Rayleigh fading*, dan *IB-to-OB Multipath Rayleigh fading*. Kanal *IB-to-OB* pada Tugas Akhir ini menggunakan nilai *Power Delay Profile* (PDP) pada referensi [1] sebagai acuan dalam pemodelan kanal *multipath* pada WCE. *Cyclic-Prefix Orthogonal Frequency Division Multiplexing* akan diaplikasikan pada proses transmisi data melewati kanal *Multipath* untuk mencegah *intersymbol interference* (ISI) dan *interblock interference* (IBI).

Tugas Akhir ini juga mengevaluasi sifat *rateless* pada *Raptor codes* dengan mengasumsikan kapasitas kanal konstan untuk beberapa saat sehingga *channel state information* dapat diketahui oleh WCE.

1.2 Rumusan Masalah

Teknologi WCE terbaru belum mendukung gambar dan video dengan resolusi dan *frame rate* yang tinggi sehingga tidak bisa diaplikasikan untuk diagnosis penyakit yang memerlukan gambar dan video beresolusi tinggi. Selain itu, *Channel coding* yang saat ini digunakan dalam WCE belum memiliki sifat *rateless* yang mampu beradaptasi terhadap perubahan kondisi kanal.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tugas Akhir ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan performansi sistem komunikasi WCE dengan mengusulkan *Raptor codes* dengan *precode* 5G NR QC-LDPC *codes* yang bersifat *rateless* untuk mendukung gambar dan video beresolusi tinggi. Penelitian dalam Tugas Akhir ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Hasil analisis penerapan *Raptor Codes* dapat digunakan untuk mengembangkan sistem komunikasi WCE.
2. Hasil analisis penerapan *Raptor Codes* dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam perkembangan teknologi *Wireless Body Area*

Network (WBAN).

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan yang diterapkan selama pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Desain *Raptor codes* dan evaluasi performansi menggunakan simulasi komputer MATLAB.
2. Pemodelan kanal WCE dengan standar kanal IB-to-OB [8] memiliki karakteristik yang dapat diasumsikan dengan pendekatan kanal *Rayleigh Fading*.
3. Pemodelan kanal *Multipath fading* yang digunakan berdasarkan nilai *Power Delay Profile (PDP)* pada penelitian [1].
4. Desain *precoder* pada struktur *Raptor codes* yang dikembangkan memiliki kemampuan seperti QC-LDPC pada 5G.
5. Modulasi yang digunakan adalah *Binary Phase Shift Keying (BPSK)*.
6. Evaluasi performansi sistem berdasarkan *EXIT chart*, *EXIT trajectory*, dan BER.

1.5 Metode Penelitian

Pada penelitian Tugas Akhir ini, metode penelitian yang dilakukan meliputi:

a. Studi Literatur

Studi Literatur ini dilakukan untuk mencari referensi terkait konsep dasar dan tahap-tahap penelitian Tugas Akhir.

b. Pembuatan desain struktur *Raptor codes*

Pembuatan struktur *Raptor codes* bertujuan untuk menentukan algoritma LPDC-Raptor yang akan disimulasikan pada MATLAB.

c. Pembuatan Algoritma proses *decoding* pada *Raptor codes* dan Simulasi

Pada tahap ini dilakukan pembuatan algoritma proses *decoding* pada *Raptor codes* yang dilanjutkan dengan pembuatan simulasi menggunakan simulasi komputer MATLAB.

d. Analisis Hasil

Analisis hasil bertujuan untuk menyimpulkan informasi hasil evaluasi performansi *Raptor codes* pada WCE.

f Penulisan Publikasi

Penulisan publikasi ilmiah bertujuan untuk mempublikasikan hasil penelitian Tugas Akhir dalam bentuk jurnal dan paper ilmiah.

e. Penulisan Laporan

Pembuatan laporan bertujuan untuk memenuhi syarat mata kuliah Tugas Akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini selanjutnya adalah sebagai berikut:

- BAB II KONSEP DASAR

Bab ini membahas konsep dasar pada sistem komunikasi WCE, Kanal IB-to-OB, *Raptor codes*, CP-OFDM, serta EXIT *Chart* yang menjadi dasar penelitian ini.

- BAB III MODEL SISTEM DAN PERANCANGAN *RAPTOR CODES*

Bab ini membahas pemodelan sistem serta simulasi untuk WCE.

- **BAB IV ANALISIS EVALUASI PERFORMANSI**

Bab ini mengevaluasi dan menganalisis hasil simulasi *Raptor codes* beserta *EXIT chart* pada kanal yang telah ditentukan.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memaparkan kesimpulan dan saran Tugas Akhir ini.