

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Penyakit saluran pencernaan menempati 10 besar terbanyak pada pasien rawat jalan di seluruh Indonesia. Selain itu, penyakit saluran pencernaan masih menempati urutan ke-5 penyebab kematian terbanyak pada pasien rawat inap. Salah satu modalitas utama untuk diagnosis dan pengobatan pada saluran pencernaan adalah dengan endoskopi saluran pencernaan [1]. Teknologi nirkabel semakin berkembang pesat dan kini telah sampai pada era dimana banyak unsur yang dapat terhubung dan termonitor secara jarak jauh. Jaringan yang secara khusus ditempatkan pada tubuh manusia disebut *wireless body area network* (WBAN) [2]. Pada bidang kesehatan, WBAN membawa pengaruh dalam memudahkan memonitor tubuh manusia dan mentransmisikannya melalui media nirkabel. Di bawah standar IEEE 802.15.6, WBAN bekerja dengan prinsip konsumsi daya rendah, *bit rate* rendah, dan biaya yang rendah [3].

Endoskopi adalah salah satu prosedur pemeriksaan medis untuk melihat kondisi saluran pencernaan menggunakan alat endoskop yang merupakan alat berbentuk seperti selang elastis dengan lampu dan kamera optik di ujungnya. Kamera akan menangkap setiap objek yang dituju dan ditampilkan pada monitor [4]. Seiring dengan perkembangan zaman, endoskopi saluran pencernaan mengalami kemajuan pesat. Bila awalnya teknik memasukkan alat semacam kamera hanya terbagi dua, gastroskopi dan kolonoskopi, kini sudah ada teknik bernama kapsul endoskopi [5]. Kapsul endoskopi adalah prosedur merekam gambar pada saluran pencernaan. Kapsul tersebut berukuran seperti pil dan terdiri dari sebuah kamera kecil, antena berukuran kecil, dan baterai. Gambar 1.1 adalah penampang umum dari kapsul en-



Sumber: <https://www.dicardiology.com/article/capsule-endoscopy-systems-safety-patients-cardiovascular-implants>

**Gambar 1.1** *Wireless Capsule Endoscopy* (WCE).

doskopi di dunia kesehatan. Setelah pasien menelan kapsul tersebut, kamera yang berada di kapsul merekam gambar bagian dalam saluran pencernaan untuk mengetahui masalah di wilayah usus kecil yang tidak dapat dilihat oleh jenis endoskopi lainnya. Jenis pemeriksaan ini sering dilakukan untuk mencari sumber pendarahan atau penyebab sakit perut [6].

Jaringan yang ada di dalam tubuh manusia merupakan suatu material dielektrik yang memiliki suatu nilai permitivitas dan konduktivitas. Hal ini disebabkan jaringan manusia merupakan sekumpulan struktur sel dan ekstraselular yang memiliki ion-ion yang bermuatan listrik. Oleh karena itu nilai permitivitas suatu jaringan manusia berbeda karena komposisi dari larutan ionik dan struktur penunjang lainnya [7]. Banyak material di dalam tubuh memiliki sifat yang tidak konstan akibat pemaparan frekuensi yang bervariasi. Sifat material yang bervariasi ini disebut dengan dispersi. Jaringan tubuh manusia memiliki beberapa sifat dispersi yang berbeda berdasarkan rentang frekuensi tertentu [8].

Teknologi *wireless capsule endoscopy* (WCE) menggunakan model kanal *ultra-wideband* (UWB) dalam frekuensi 3.4–4.8 GHz. Pada frekuensi ini parameter lingkungan sekitar sangat berpengaruh dalam pemodelan terhadap propagasi gelombang. Kanal adalah media antara pengirim dan penerima yang perlu dimodelkan sehingga menghasilkan model sistem komunikasi untuk meminimalkan kesalahan *error* dan memaksimalkan transmisi informasi (*bit rate*). Media untuk kanal berupa kawat tembaga, kabel koaksial, udara (radio), atau serat optik. Kanal di tubuh manusia berbeda dengan kanal transmisi tersebut karena struktur jaringan tubuh manusia yang berbeda sehingga tidak dapat disamakan dengan kanal di udara. Setiap kanal memberikan redaman atau *loss* sehingga daya sinyal berkurang dengan peningkatan jarak.

Model kanal biasanya dinyatakan dalam *power delay profile* (PDP), yaitu sebuah *profile* yang menunjukkan *power* untuk *delay* yang berbeda. Jika model kanal untuk beberapa kondisi tubuh manusia diketahui, parameter bisa diatur mengikuti keadaan tubuh manusia. Oleh karena itu, pemodelan kanal sangat membantu dalam perancangan sistem komunikasi dengan implementasinya secara optimal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Belum diketahuinya kanal *broadband* WCE, menyulitkan penentuan *channel coding* yang tepat untuk pengembangan WCE. Jika *channel coding* tidak ditentukan dengan tepat, akan terjadi *power loss* (inefisiensi) pada sistem komunikasi WCE dan lambatnya pengembangan WCE. Kanal komunikasi WCE tidak dapat

disamakan dengan medium udara karena WCE bekerja di dalam tubuh manusia. Perbedaan ini memerlukan studi mendalam sehingga model kanal yang merepresentasikan atau mendekati kanal untuk WCE sesungguhnya bisa digunakan untuk mendesain *channel coding* dan *rate* yang sesuai.

### 1.3 Tujuan dan Manfaat

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mempelajari model kanal WCE untuk tubuh manusia dengan hasil studi usulan PDP kanal WCE yang dapat merepresentasikan sebagian besar kondisi tubuh manusia. Model kanal ini kemudian dianalisis untuk dijadikan referensi dalam implementasi dan pengembangan WCE. Tugas Akhir ini juga memiliki tujuan sebagai langkah awal untuk menentukan *channel coding* yang tepat untuk pengembangan WCE.

### 1.4 Batasan Masalah

Tugas Akhir ini membatasi masalah dengan rincian sebagai berikut:

1. Interferensi sinyal dari luar diabaikan.
2. Sinkronisasi dan *channel estimation* dianggap sempurna.
3. Baterai pada WCE dianggap tidak akan pernah habis.
4. Model kanal pada simulasi ini dianggap mendekati *Rayleigh fading* yang menunjukkan bahwa tidak pernah terjadi kondisi *line-of-sight* (LOS) antara kapsul dan *receiver* di luar tubuh.
5. Modulasi yang digunakan adalah *binary phase shift keying* (BPSK).
6. Kinerja sistem komunikasi WCE dievaluasi dengan simulasi komputer.
7. Pemodelan kanal awal menghasilkan ribuan *instantaneous* PDP yang didapat menggunakan *software* NYUSIM Channel Simulator.

### 1.5 Metode Penelitian

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

#### 1. Studi Literatur WCE

Tahap ini melakukan pengumpulan literatur yang berkaitan dengan WBAN, WCE, model kanal, UWB, *repetition codes*, *convolutional codes outage performance*, BER, dan FER. Literatur tersebut dapat berupa buku dan jurnal dari berbagai publikasi.

#### 2. Perhitungan *Representative* PDP

Tahap ini melakukan simulasi untuk memperoleh PDP berdasarkan gambaran umum kondisi dalam tubuh manusia yang paling representatif untuk keadaan tubuh manusia. Hasil PDP akan digunakan untuk memprediksi kapasitas kanal dan *outage performances*.

#### 3. Pemodelan dan simulasi sistem kanal WCE

Tahap ini melakukan pemodelan dan simulasi pada model kanal WCE. Skenario validasi disajikan dalam perhitungan kinerja BER dan FER.

#### 4. Analisis dan Validasi Kinerja

Tahap ini mengevaluasi dan menganalisis hasil simulasi pada model kanal yang telah ditentukan.

#### 5. Penarikan kesimpulan

Tahap ini melakukan penarikan kesimpulan untuk simulasi yang telah diperoleh yang ditentukan dari hasil dan analisis *outage performance*, BER, dan FER.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Selanjutnya, sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- **BAB II KONSEP DASAR**

Bab ini membahas konsep dasar dari *wireless body area network*, *wireless capsule endoscopy*, modulasi, *repetition codes*, *convolutional codes*, PDP, dan *outage performances*.

- **BAB III MODEL SISTEM DAN USULAN MODEL**

Bab ini menjelaskan model sistem pemodelan kanal WCE serta tahapan validasi parameter-parameter kinerja yang diperoleh dari simulasi.

- **BAB IV HASIL KINERJA DAN ANALISIS**

Bab ini menganalisis kinerja parameter yang dinyatakan dengan *outage performances* yang divalidasi dengan parameter praktis BER dan FER.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memaparkan kesimpulan dari hasil pemodelan kanal WCE dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini di masa mendatang.