

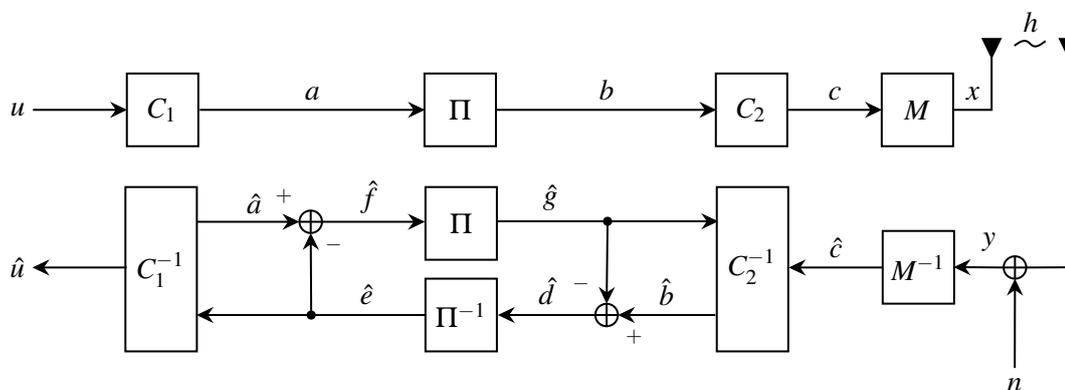
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap komunikasi melalui sebuah kanal berpeluang mengalami *error* yang biasanya disebabkan oleh *noise* maupun gangguan kanal lainnya selama proses pengiriman informasi. Setiap kanal memiliki kapasitas (C), yaitu *rate* maksimum yang dapat dicapai oleh suatu sistem [1]. Sistem harus dirancang menggunakan skema *rate* tertentu agar informasi dapat diterima dengan benar.

Teknik *channel coding* digunakan untuk mentransmisikan bit informasi yang dikodekan dengan suatu skema *coding* dengan *rate* (R) tertentu. Akan tetapi, menurut Shannon *capacity*, *error* dapat dijadikan nol atau mendekati nol, jika nilai R berada di bawah nilai C [2]. Namun, nilai R harus tetap berdekatan dengan nilai C agar *rate loss* yang terjadi dapat diminimalkan [3]. Penggunaan teknik *channel coding* yang tepat menjadikan nilai probabilitas *error* yang lebih kecil, sehingga memungkinkan sistem dapat mentransmisikan sinyal menggunakan daya yang lebih kecil. Teknik *channel coding* dengan skema *iterative decoding* dapat meningkatkan kinerja sistem secara signifikan [4].

Gambar 1.1 menunjukkan skema *iterative decoding* seperti pada [5], dengan u adalah bit informasi yang dikirimkan lalu di-*encode* menggunakan C_1 untuk mendapatkan bit a . Selanjutnya, bit a diacak menggunakan sebuah *interleaver* Π , sehingga menghasilkan bit b . Bit b dikodekan kembali menggunakan C_2 , sehingga menghasilkan bit c yang kemudian di-modulasi dengan skema modulasi M tertentu menjadi simbol



Gambar 1.1 Sebuah contoh struktur skema *iterative decoding* yang melibatkan C_1^{-1} dan C_2^{-1} .

x. Selanjutnya, simbol x dikirimkan melalui kanal h menggunakan sebuah antenna. *Receiver* menerima sinyal y yang mengandung *noise* n , kemudian sinyal tersebut di-demodulasi menggunakan *soft demapper* M^{-1} , sehingga menghasilkan *log-likelihood ratio* (LLR) \hat{c} . LLR \hat{c} di-*decode* menggunakan skema *iterative decoding* yang melibatkan C_2^{-1} dan C_1^{-1} untuk mendapatkan bit informasi \hat{u} kembali.

Skema *iterative decoding* memiliki dua buah teknik pengkodean seperti pada Gambar 1.1 yaitu *inner codes* dan *outer codes* yang dapat mengoreksi *error* secara signifikan [6]. Karakteristik dari teknik pengkodean C_1 dan C_2 masing-masing dapat diketahui melalui proses pertukaran *mutual information* (MI) yang digambarkan secara visual melalui analisis kurva *Extrinsic Information Transfer* (EXIT). Kedua kurva pada EXIT *chart* berkorelasi dengan nilai C dan R pada kanal informasi. Luas Area di bawah kurva *inner codes* berhubungan dengan C dan luas area di bawah kurva *outer codes* berhubungan dengan R . Oleh karena itu, kedua kurva EXIT tersebut tidak boleh berpotongan sebelum mencapai titik MI (1,1) [7]. Kurva EXIT terkadang dapat berpotongan sebelum mencapai titik MI (1,1) yang menandakan bahwa teknik *coding* yang digunakan untuk *inner codes* dan *outer codes* tidak sesuai. Hal tersebut mengakibatkan informasi yang diterima terus mengalami *error* selama proses *decoding* dan menyebabkan tidak adanya sebuah *improvement*.

Penggunaan *Accumulator codes* pada *channel coding* diketahui meningkatkan kinerja sistem, karena dapat menghasilkan tingkat kesesuaian kurva EXIT dengan baik. *Repeat-Accumulator codes* (RA *codes*) merupakan salah satu contoh dari teknik *channel coding* yang menggunakan *Accumulator codes* meskipun memiliki struktur *coding* yang sederhana [4]. Terdapat beberapa perkembangan dari RA *codes*, seperti peningkatan efisiensi algoritma RA *codes* untuk mampu melakukan *decoding* data dengan lebih andal pada waktu yang linier [8]. Penambahan *Accumulator* sebelum blok RA *codes* atau *Accumulator-Repeat-Accumulator codes* (ARA *codes*) diketahui juga dapat lebih meningkatkan kinerja sistem [9]. *Accumulator codes* juga dapat diaplikasikan pada teknik *multiple access*, seperti yang diusulkan oleh [10] dan [11]. Dengan bantuan *Accumulator codes*, OFDM tanpa *cyclic prefix* dapat dilakukan seperti yang diusulkan pada [12] untuk menghasilkan teknik *channel coding* yang *low complexity*. *Doped-Accumulator codes* juga dapat membuat kurva BER mendekati teori Shannon *limit*, sehingga *channel coding* yang digunakan dapat menjadi lebih optimal pada [13] dan [14].

Analisis bentuk kurva EXIT digunakan untuk menggambarkan karakteristik kinerja dari sebuah sistem. Analisis pada bentuk kurva EXIT juga dapat membantu perancangan *channel coding* yang optimal, karena kedua kurva EXIT dari *inner codes* dan *outer codes* berkorelasi dengan nilai C dan R . Oleh karena itu,

bentuk kurva EXIT yang baik adalah ketika kedua kurvanya tidak saling berpotongan hingga titik MI (1,1) dan juga memiliki *gap* antara kedua kurva yang sedekat mungkin untuk dapat mencapai nilai $R \leq C$. Bentuk kurva EXIT dapat dimodifikasi dengan menggunakan *Accumulator codes* dengan nilai P tertentu, sehingga kedua kurva EXIT yang memiliki bentuk lengkung semirip mungkin antara kedua kurva pada EXIT *chart* seperti yang dilakukan pada [14] dan [15]. Akan tetapi, selama ini untuk mendapatkan bentuk kurva EXIT *Accumulator codes* masih mengandalkan hasil simulasi komputer, menyebabkan sulitnya proses analisis dengan cepat dan akurat.

Tugas Akhir ini mengusulkan *closed-form expression* untuk kurva EXIT *Accumulator codes* dengan cara: (i) menurunkan persamaan secara matematis untuk nilai $P \leq 2$ dan (ii) menganalisis pertukaran MI pada Tanner *graph decoder Accumulator codes* untuk nilai $P > 2$. Hasil Tugas Akhir ini diharapkan dapat membantu proses perancangan *channel coding* melalui analisis bentuk kurva EXIT yang lebih optimal, sehingga analisis dapat dilakukan dengan cepat dan akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Tugas Akhir ini berfokus pada masalah yaitu tidak adanya sebuah persamaan matematika sederhana atau *closed-form expression* untuk menganalisis kurva EXIT *Accumulator codes*. Tidak adanya *closed-form expression* tersebut menjadikan proses optimalisasi dan pemilihan jenis *coding* beserta parameternya harus selalu dilakukan dengan simulasi komputer, sehingga menyulitkan analisis dengan cepat dan akurat. Beberapa kekurangan atau kelebihan *coding* dan *demapper* setelah dikombinasikan dengan *Accumulator codes* juga tidak dapat dianalisis secara matematis, karena harus selalu disimulasikan.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendapatkan sebuah *closed-form expression* yang sederhana untuk menggambarkan kurva EXIT *Accumulator codes* dalam berbagai nilai SNR dan nilai P yang digunakan. Penelitian dalam Tugas Akhir ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Hasil *closed-form expression* dari kurva EXIT *Accumulator codes* dapat digunakan untuk mengkombinasikan *Accumulator codes* dengan *demapping*, *decoding*, atau fungsi lainnya yang berdasarkan pada MI.

2. Hasil analisis penerapan *closed-form expression* dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan teknik *channel coding* yang andal.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Analisis kurva EXIT yang dilakukan hanya untuk bagian *Accumulator codes* sebagai *inner codes* pada *iterative decoding*, karena kurva EXIT *outer codes* dapat diproyeksikan ke dalam kurva EXIT *inner codes*.
2. Tugas Akhir ini tidak sampai melakukan evaluasi kinerja yang menggunakan kurva BER dengan asumsi bahwa kinerja dapat diprediksikan dari perpotongan kedua kurva dalam EXIT *chart*.

1.5 Metode Penelitian

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

1. Studi literatur.

Tahap ini mengumpulkan berbagai referensi yang digunakan sebagai penunjang penelitian, seperti buku, jurnal, *paper conference* yang berkaitan dengan *Accumulator codes* dan analisis EXIT *chart*. Juga beberapa referensi yang bersifat literatur maupun non-literatur yang berasal dari diskusi dengan pembimbing Tugas Akhir.

2. Pemodelan struktur *Accumulator codes*.

Tahap ini melakukan sebuah perancangan bagaimana model sistem yang dibuat sesuai dengan parameter yang pengujian dalam analisis kurva EXIT. Tahap ini dilakukan juga untuk merancang struktur *encoder* dan *decoder Accumulator codes* dalam bentuk Tanner *graph*.

3. Pembuatan algoritma proses *encoding-decoding* pada *Accumulator codes*.

Pada tahap ini dilakukan pembuatan algoritma untuk analisis proses *encoding* dan *decoding* struktur Tanner *graph Accumulator codes*.

4. Mencari *closed-form expression* kurva EXIT *Accumulator codes*.

Tahap ini melakukan proses pencarian *closed-form expression* melalui penurunan persamaan matematis pada proses pertukaran *mutual information extrinsic* dari struktur *decoder Accumulator codes* untuk memperoleh sebuah kurva EXIT.

5. Penulisan publikasi.

Penulisan publikasi ilmiah dilakukan untuk mempublikasikan hasil penelitian Tugas Akhir dalam bentuk jurnal atau *paper* ilmiah.

6. Penarikan kesimpulan.

Tahap ini membuat kesimpulan berdasarkan *closed-form expression* untuk kurva EXIT *Accumulator codes* sudah didapatkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. BAB II KONSEP DASAR

Bab ini membahas konsep dasar pada entropi, MI, teori Shannon *capacity*, teknik *coding Accumulator codes*, algoritma BCJR, kanal BEC, analisis EXIT *chart*, konsep *variable node* dan *check nodes* yang menjadi dasar penelitian ini.

2. BAB III MODEL SISTEM DAN STRUKTUR *ACCUMULATOR CODES*

Bab ini membahas pemodelan struktur Tanner *graph Accumulator codes*, konsep *encoding* dan *decoding Accumulator codes*, dan menyibak rahasia perbaikan *error* pada *Accumulator codes*.

3. BAB IV ANALISIS KURVA EXIT *ACCUMULATOR CODES*

Bab ini menganalisis penurunan *closed-form expression* untuk kurva EXIT *Accumulator codes* menggunakan kanal BEC.

4. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memaparkan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya terkait dengan penelitian selanjutnya tentang kurva EXIT *Accumulator codes*.