

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

International Council on Mining and Metals (ICMM) melaporkan bahwa pada 2010 nilai nominal produksi mineral dunia meningkat empat kali dibandingkan tahun 2002 senilai \$474 miliar. Peningkatan ini sebagian besar didorong oleh pertumbuhan yang tinggi dalam perekonomian China, India, dan kekuatan ekonomi berkembang lainnya. Selain itu, ICMM juga menampilkan daftar 20 negara dengan nilai produksi pertambangan terbesar di dunia yang menguasai 88% produksi mineral dunia dan Indonesia duduk pada urutan ke-11 dengan nilai produksi mineral \$12,22 miliar [1].

Indonesia sebagai salah satu negara dengan hasil produksi pertambangan terbesar di dunia masih mengalami kesulitan dalam *monitoring* transportasi pertambangan (kereta tambang). Di sisi lain kereta tambang yang membawa hasil tambang memiliki resiko tinggi dari pencurian sebab kereta tambang harus melalui jalur yang sangat jauh melewati hutan dan pegunungan. Sistem komunikasi yang *reliable* dapat memudahkan *monitoring* transportasi pertambangan. Selain itu, sistem komunikasi yang *reliable* dapat meningkatkan keamanan di tempat kerja dengan menyediakan komunikasi dua arah antara penambang dan tim di kantor pusat untuk dapat memantau kondisi secara *real time* atau saat keadaan darurat dengan menyediakan konsultasi kepada tim medis. Oleh karena itu, sistem komunikasi yang *reliable* menjadi penting dan *urgent* dalam proses produksi pertambangan.

Atas dasar permasalahan sistem komunikasi di area pertambangan tersebut Tugas Akhir ini merancang sistem komunikasi pertambangan yang *reliable* untuk *monitoring* transportasi pertambangan. Sistem ini selanjutnya disebut sistem komunikasi pertambangan, yang terdiri atas *base station* (BS) dan sensor (S) yang ada pada kereta tambang. Sistem komunikasi pertambangan memiliki karakteristik yang berbeda dengan perkotaan dan pedesaan sehingga kanal pada sistem komunikasi pertambangan pada Tugas Akhir ini dimodelkan sesuai dengan kondisi alam area pertambangan di Indonesia. Pemodelan kanal sangat diperlukan dalam perancangan dan implementasi sistem komunikasi pertambangan karena dapat menentukan karakteristik sistem komunikasi pertambangan dan membantu menentukan parameter praktis untuk implementasi sistem tersebut [2].

Tugas Akhir ini menggunakan *software New York University Simulator* (NYUSIM) sebagai *channel simulator* untuk memodelkan kanal sistem komunikasi pertambangan di Indonesia yang nantinya digunakan sebagai kanal dalam simulasi pada Tugas Akhir ini. Hasil dari pemodelan kanal menggunakan NYUSIM telah divalidasi dengan membandingkan hasil simulasi melalui pengukuran langsung di lapangan dan hasilnya tidak jauh berbeda [3].

Parameter alam PT Freeport Indonesia (PTFI) yang terletak di kabupaten Mimika, Papua, Indonesia yang saat ini menerapkan teknik penambangan *open-pit* atau tambang terbuka di Grasberg dianggap mewakili area pertambangan di Indonesia. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini parameter masukan NYUSIM untuk memodelkan kanal sistem komunikasi pertambangan di Indonesia diambil dari area tambang Grasberg milik PTFI. Kapasitas kanal sistem komunikasi pertambangan dihitung untuk menurunkan *outage probability* dari kapasitas kanal yang didapatkan. Hal ini diharapkan dapat menjadi landasan teori untuk implementasi sistem komunikasi pertambangan yang *reliable*.

Jalur yang dilalui kereta tambang terdiri atas medan yang kompleks. Lingkungan pertambangan terdiri atas pegunungan dan perhutanan. Gelombang radio yang dikirimkan BS ke S, S ke BS melalui beberapa mekanisme perambatan dasar, yaitu *Line of Sight* (LOS) yang berarti bahwa antara BS dan S tidak ada penghalang (*obstacle*). Namun jika ada *obstacle* yang tidak dapat dihindari seperti pegunungan atau pepohonan maka dibutuhkan *relay* pada sistem komunikasi tersebut. Hal ini juga diperkuat dengan adanya hasil penelitian yang menunjukkan bahwa *relay* dapat meningkatkan performansi dari sistem komunikasi [4].

Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini penggunaan *relay* pada sistem komunikasi pertambangan dievaluasi untuk meningkatkan performansi sistem komunikasi pertambangan. Performansi dari sistem komunikasi pertambangan pada Tugas Akhir ini divalidasi dengan menghitung *Bit Error Rate* (BER) dan *Frame Error Rate* (FER) terhadap *Signal-to-Noise Power Ratio* (SNR).

1.2 Rumusan Masalah

Kondisi alam wilayah pertambangan dan jalur transportasi pertambangan yang kompleks, berbeda dengan kondisi wilayah pedesaan atau perkotaan sehingga komunikasi dengan kondisi seperti itu perlu didesain khusus. Perbedaan kondisi alam tersebut menyebabkan karakteristik sistem komunikasi pertambangan berbeda dengan karakteristik sistem komunikasi wilayah pedesaan atau perkotaan. Oleh karena itu, sistem komunikasi pertambangan yang *reliable*, harus didesain sesuai dengan

kondisi alam wilayah pertambangan sehingga pemborosan *transmit power* bisa dihindari terutama karena keterbatasan sumber listrik di daerah pertambangan.

1.3 Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang sistem komunikasi pertambangan yang *reliable* untuk *monitoring* kereta tambang, dengan karakteristik sistem komunikasi pertambangan yang sesuai dengan kondisi alam wilayah pertambangan. Untuk mendapatkan karakteristik sistem komunikasi pertambangan, performansi dari kanal yang dimodelkan sesuai kondisi alam wilayah pertambangan dievaluasi sehingga hasil dari pemodelan kanal pada Tugas Akhir ini dapat merepresentasikan karakteristik sistem komunikasi pertambangan.

Tugas Akhir ini juga bertujuan menentukan parameter praktis yang diperlukan agar semua kereta tambang dapat termonitor. Hasil simulasi sistem komunikasi pertambangan dibandingkan dengan teori *Shannon Capacity* untuk mendapatkan *maximum performance* dari sistem komunikasi pertambangan yang dirancang. Selain itu Hasil dari Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk menentukan desain sistem komunikasi di lingkungan industri pertambangan khususnya industri pertambangan di Indonesia sehingga dapat meningkatkan performansi sistem komunikasi pertambangan dan *maximum performance* dapat segera diwujudkan.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup dari pembahasan sistem komunikasi pertambangan pada Tugas Akhir ini terdiri atas beberapa hal sebagai berikut:

1. *Repetition codes* sebagai *channal coding* yang memiliki komputasi sederhana mampu menghemat penggunaan *power*. Hal ini karena sistem komunikasi pertambangan memiliki jalur kereta tambang yang kompleks sehingga tidak lagi membutuhkan *power* yang lebih banyak untuk berkomunikasi.
2. Modulasi yang digunakan dalam simulasi sistem komunikasi pertambangan ini adalah *Complex Binary Phase Shift Keying (C-BPSK)*.
3. Model kanal yang digunakan dalam simulasi sistem komunikasi pertambangan adalah kanal *multipath fading*, yang dihasilkan dari model kanal area pertambangan Grasberg milik PTFI yang dianggap dapat merepresentasikan model kanal area pertambangan di Indonesia.

4. Dengan menggunakan kanal *multipath fading* maka perhitungan kapasitas dan *outage probability* dalam Tugas Akhir ini menggunakan konsep OFDM dengan *cyclic prefix* (CP-OFDM).
5. DF *relay* adalah jenis *relay* yang digunakan dalam Tugas Akhir ini.

1.5 Tahapan Penelitian

Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 *work packages* (WP) yaitu:

1. WP1: Studi Literatur

Tahap ini melakukan analisis, investigasi, dan identifikasi masalah yang berkaitan dengan sistem komunikasi pertambangan. Literatur yang menjadi rujukan adalah buku referensi, standar 3GPP, serta paper dan jurnal dari berbagai publikasi nasional dan internasional. Selain itu, simulasi pemodelan kanal pada Tugas Akhir ini mengambil data kondisi alam area pertambangan Grasberg dari BMKG, *website* resmi PTFI, dan *google earth*.

2. WP2: Pemodelan Kanal Sistem Komunikasi Pertambangan

Tahap ini melakukan simulasi NYUSIM berdasarkan kondisi alam tambang Graberg. Hasil simulasi NYUSIM di *generate* menjadi *Power Delay Profile* (PDP) yang dianggap sebagai representasi dari sistem komunikasi pertambangan (*representative* PDP). Kapasitas kanal komunikasi pertambangan dihitung dengan memperhatikan PDP yang telah didapatkan. Tahap ini juga menghitung *outage probability* untuk mengetahui kapasitas kanal dari sistem komunikasi pertambangan yang diusulkan. Kemudian *outage probability* yang didapatkan diturunkan menjadi *outage performances*.

3. WP3: Perancangan Sistem Komunikasi Pertambangan

Tahap ini melakukan perancangan sistem komunikasi pertambangan dengan kanal *multipath fading* yang telah dihasilkan pada WP2. Mode transmisi pada Tugas Akhir ini menggunakan konsep *Cyclic Prefix - Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (CP-OFDM). *Repetition Codes* sebagai *channel coding* dengan kompleksitas yang sederhana ditambahkan sebagai *channel coding* untuk menambah *reability* sistem komunikasi pertambangan. DF *Relay* juga ditambahkan ke dalam perancangan sistem komunikasi pertambangan ini.

4. WP4: Simulasi pada kanal *Rayleigh Fading*

Performansi dari sistem komunikasi pertambangan dievaluasi dengan menghitung nilai performansi BER dan FER pada kanal *Rayleigh fading*. Performansi BER dan FER dari sistem komunikasi pertambangan tanpa *channel coding*, dengan *Repetition codes*, dan Relay ditampilkan bersamaan sehingga bisa didapatkan performansi terbaik dari ketiga skenario tersebut.

5. WP5: Analisis dan Penarikan Kesimpulan

Tahap ini melakukan analisis dari sistem komunikasi pertambangan yang diusulkan berdasarkan hasil studi dan simulasi yang didapatkan. selanjutnya penarikan kesimpulan dari hasil analisis dirumuskan. Kesimpulan pada Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi bentuk kontribusi untuk pengembangan sistem komunikasi pertambangan khususnya di Indonesia sekaligus referensi untuk pengembangan alat sistem komunikasi pertambangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk selanjutnya, Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut:

- Bab 2 KONSEP DASAR
Bab ini membahas konsep dasar dari perancangan sistem komunikasi pertambangan yang terdiri atas pembahasan kanal sistem komunikasi, CP-OFDM, PDP, *outage performances*, *repetition codes* dan *relay*.
- Bab 3 USULAN DAN SKENARIO VALIDASI SISTEM KOMUNIKASI PERTAMBANGAN
Bab ini berisi penjelasan tentang sistem komunikasi pertambangan yang diusulkan. Pembahasan dimulai dari bagaimana bit informasi diproses pada sisi *transmitter*, kanal komunikasi pertambangan, hingga proses *decoding* bit yang diterima pada sisi *receiver*.
- Bab 4 ANALISIS DAN EVALUASI PERFORMANSI
Bab ini berisi pembahasan hasil simulasi serta analisis performansi BER dan FER pada kanal *frequency-flat Rayleigh fading*.
- Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN
Bab ini berisi kesimpulan dari Tugas Akhir ini dan memberi saran terkait dengan pengembangan sistem komunikasi pertambangan.