

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Free Space Optic (FSO) adalah sistem komunikasi yang menggunakan sumber cahaya berupa LED atau LASER (*light amplification by stimulated emission of radiation*) dan meneruskannya ke daerah penerima menggunakan media propagasi atmosfer. (Heinz Willebrand:5, 2002). FSO merupakan teknologi akses *broadband* yang menawarkan *data rate* yang tinggi melalui topologi *point to point*. Sistem komunikasi FSO dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu: *Transmitter* (TX), *atmospheric Channel* dan *receiver* (RX). Pada sisi *transmitter*, sumber optik yang berupa sinar LASER atau LED ditransmisikan dari *transmitter* menuju *receiver* secara *Line Off Sight* (LOS). Sebelum mencapai *receiver* perlu dilakukan proses *coding* pada sisi *transmitter* untuk sinkronisasi antara pengirim dan penerima, spektrum sinyal digital direkayasa agar sesuai dengan medium transmisi yang akan digunakan, dan bit rate di.tingkatkan (V.Sneha Latha et al, 2011). Terdapat tiga tipe dasar *binary line code* yaitu *Return to Zero* (RZ), *Non Return to Zero* (NRZ) dan *Phase Encoded* (Gerd Keiser, 2010). *Retun to Zero* (RZ) dan *Non Return to Zero* (NRZ) merupakan skema format modulasi yang banyak digunakan dalam sistem komunikasi FSO komersial karena kemudahan implementasi dan efisiensi *bandwidth* (Liu et al., 2008).

Modulasi optik atau modulasi cahaya adalah teknik modulasi yang menggunakan berkas cahaya berupa pulsa-pulsa cahaya sebagai sinyal pembawa. Terdapat 2 teknik modulasi optik yaitu modulasi internal dan modulasi eksternal. Sumber Laser dan LED pada aplikasi sistem telekomunikasi menggunakan modulasi eksternal. Ada 2 teknik modulasi eksternal yaitu *Mach-Zehnder Modulation* (MZM) dan *Electroabsorption Modulation* (EAM). Sistem komunikasi FSO dengan teknik modulasi *Electroabsorption* memberikan nilai BER nol menggunakan *line coding* RZ. Sedangkan pada teknik modulasi *Mach-Zehnder* memberikan BER yang rendah pada *power input* 15 dB menggunakan *line coding* NRZ. (S. M. Jahangir Alam, 2011). Penelitian lain mengungkapkan bahwa sistem FSO pada panjang gelombang 1550 nm yang menggunakan *power input* lebih dari 30 dBm menghasilkan nilai BER yang rendah di kondisi hujan. Disimpulkan bahwa semakin tinggi *power input* yang diberikan pada sistem komunikasi FSO maka nilai *bit error rate* yang dihasilkan semakin rendah. (Rashid dan Senzota, 2014)

Panjang gelombang 850 nm, 1310 nm dan 1550 nm sering digunakan pada propagasi sistem komunikasi FSO. Panjang gelombang propagasi 1550 nm dipilih karena menghasilkan nilai Q factor yang tinggi bila dibandingkan dengan panjang gelombang 850 nm dan 1310 nm. (Wan Rizal Hazman Wan Ruslan dkk, 2011). Sedangkan jarak propagasi ± 1 km dipilih karena menghasilkan nilai BER yang paling rendah saat kondisi cuaca cerah pada sistem komunikasi FSO. Hal tersebut dibuktikan pada pengujian *Performansi Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) Sistem Free space optic (FSO) Dalam Kondisi Cuaca Cerah Menurut Standar ITU-R P.1817, 2013* dengan rentang jarak propagasi 1-5 km.

Pada proses propagasi cahaya di atmosfer banyak kendala yang dihadapi yaitu redaman (*attenuation*) akibat adanya penyerapan (*absorption*), hamburan (*scattering*) dan turbulensi atmosfer yang menyebabkan sintilasi. Kondisi cuaca seperti hujan, debu, salju, dan kabut / asap juga dapat menimbulkan atenuasi pada media transmisi sistem FSO. Dampak dari atenuasi tersebut mengakibatkan nilai *bit error rate* pada sistem FSO semakin tinggi. Q factor yang merupakan parameter untuk mengukur kualitas sinyal transmisi pada sistem FSO juga mengalami penurunan dan akhirnya menyebabkan kesalahan bit. (Wan Rizal Hazman Wan Ruslan dkk, 2011).

Di daerah tropis, kondisi cuaca hujan lebat adalah penyebab utama gangguan atenuasi pada sistem komunikasi FSO. Faktor intensitas hujan mampu melemahkan daya laser dan menyebabkan kinerja FSO menurun (Willebrand, 2002). Untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas kinerja dari sistem komunikasi FSO dibutuhkan optimasi pada parameter *bit error rate* dan Q factor. Optimasi dilakukan untuk memperoleh kualitas sistem komunikasi FSO yang efisien dan efektif. Optimasi parameter *bit error rate* dan Q factor dapat dilakukan dengan memperbaiki arsitektur jaringan sistem FSO seperti, panjang gelombang, daerah *transmitter*, daerah *receiver*, jarak antara pemancar dan penerima dapat disesuaikan untuk meminimalkan efek pelemahan pada FSO. (Gaurav Soni, 2013). Optimasi dilakukan dengan cara memberikan power input yang minimum namun sudah dapat memberikan performansi BER maksimum 10^{-9} dan Q factor diatas 6.

Penelitian yang dilakukan ini akan meneliti sistem FSO agar dapat beroperasi dengan *power* transmisi yang cukup, *bit error rate* dan Q factor yang optimal pada kondisi cuaca cerah dan hujan lebat di daerah tropis. Penelitian ini membahas tentang “Optimasi *Bit Error Rate* dan Q -Factor pada *Free Space Optic Communication System* Berdasarkan Variasi Modulasi Eksternal dan *Line Coding*”.

1.2 Rumusan Masalah

Sistem komunikasi *Free Space Optic* (FSO) atau yang sering disebut juga dengan *wireless optic*, merupakan sistem komunikasi optik yang menggunakan atmosfer sebagai media propagasinya. Namun dalam proses transmisi sering terdapat gangguan saat penjalaran cahaya yaitu terjadinya redaman (*attenuation*). Kondisi cuaca seperti hujan, debu, salju, dan kabut / asap juga dapat menimbulkan atenuasi pada media transmisi sistem FSO. Gangguan atmosfer yang terjadi mengakibatkan nilai *bit error rate* pada sistem FSO semakin tinggi dan *Q factor* semakin menurun. Hal tersebut membuat performansi dari sistem FSO menurun. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan dalam latar belakang maka rumusan masalah ditekankan pada:

1. Bagaimana pengaruh jenis *line coding*, dan modulasi eksternal terhadap performansi sistem komunikasi *free space optic* saat cuaca cerah dan hujan lebat di daerah tropis?
2. Bagaimana nilai BER dan nilai *Q factor* pada setiap kombinasi *line coding*, dan modulator eksternal terhadap performansi sistem komunikasi *free space optic* saat cuaca cerah dan hujan lebat di daerah tropis?
3. Bagaimana pengaruh variasi *power input* dan responsivitas *photodetector* terhadap performansi sistem komunikasi *Free space optic* saat cuaca cerah dan hujan lebat di daerah tropis?

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang dimaksud pada penelitian ini adalah lingkup tempat dan lingkup aspek kajian. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Aspek kajian yang dilakukan terhadap permasalahan adalah:

1. Sumber optik yang digunakan adalah *Continuous Wave Laser* (CW Laser) dengan panjang gelombang yang diamati adalah 1550 nm.
2. Pulse generator yang digunakan dalam penelitian adalah variasi *coding* NRZ dan RZ.
3. Modulator yang digunakan adalah modulator optik variasi jenis *Mach-Zehnder Modulator* (MZM) dan *Electroabsorption Modulator* (EAM).
4. Media transmisi yang digunakan adalah *Free space optic* (FSO).
5. Pengamatan dilakukan berdasarkan parameter atenuasi saat kondisi cuaca cerah dan cuaca hujan lebat di daerah tropis.
6. Detector yang digunakan adalah jenis PIN dan APD.
7. Parameter yang diamati adalah BER dan *Q-Factor*.

8. Bit rate yang digunakan adalah 40 Gbps.
9. Jarak transmisi *Free space optic* adalah 1 km.
10. Penelitian menggunakan simulasi dengan *software optysistem*.

1.4 Tujuan

Tujuan penulisan penelitian ini untuk mengoptimasi sistem komunikasi FSO berdasarkan variasi modulasi eksternal dan *line coding* saat cuaca cerah dan hujan lebat di daerah tropis. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah BER, dan *Q-Factor*. Berdasarkan nilai BER dan *Q-Factor* dapat ditentukan kombinasi komponen yang memberikan performansi paling optimum pada sistem komunikasi FSO di kondisi cuaca cerah dan cuaca hujan lebat di daerah tropis.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini tersusun atas lima bab yang terdiri atas pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian yang dilakukan, hasil eksperimen dan pembahasan, serta penutup yang terdiri atas pengambilan kesimpulan dan pemberian saran. Sistematika penulisan penelitian ini diawali dengan Bab I pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan pustaka memuat teori-teori yang menunjang penelitian ini, yaitu mengenai *Free space optic* (FSO), *Continous Wave Laser* (CW Laser), *coding Non Return to Zero*, *coding Return to Zero*, *Mach-Zehnder Modulator* (MZM), *Electroabsorption Modulator* (EAM), *detector* PIN photodiode, *detector* APD, atenuasi pada cuaca cerah dan hujan lebat di daerah tropis, penjelasan parameter BER, dan *Q-Factor*. Bab III Metodologi penelitian menjelaskan metode penelitian yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah yaitu penentuan jenis dan cara pengambilan data, variabel dan cara analisis yang digunakan, serta kerangka solusi masalah yang disajikan dalam bentuk diagram alir dan pembahasannya.

Bab IV Perhitungan dan analisis, melakukan perhitungan dan analisis berdasarkan data yang telah didapat dari pengukuran BER, dan *Q-Factor* untuk mengetahui pengaruh kombinasi sistem komunikasi *free space optic* saat kondisi cuaca cerah dan hujan lebat di daerah tropis. Setelah data didapatkan melalui simulasi, analisis dilakukan untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan yang ada. Bab V Penutup berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis beserta pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.