

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Inter-Satellite Optical Wireless Communication (Is-OWC) merupakan salah satu perkembangan teknik telekomunikasi, yang mengacu pada penggunaan cahaya untuk mengirimkan informasi antar satelit [1]. Pada sistem komunikasi antar satelit mengharuskan pengiriman data dengan jarak yang jauh, sehingga membutuhkan teknologi yang mampu mengirimkan data dengan cepat untuk mengurangi latensi [2]. Tautan *radio frequency* (RF) sebelumnya digunakan untuk komunikasi antar satelit, tetapi penggunaan RF terkendala karena memiliki *bandwidth* yang terbatas dan memiliki masalah frekuensi yang memiliki lisensi dengan harga yang mahal [3]. Namun, tautan *Optical Wireless Communication* tidak memerlukan lisensi spektrum apa pun [4]. Tautan ini juga memiliki banyak manfaat termasuk *bandwidth* yang besar, berkecepatan tinggi, kebal terhadap frekuensi radio dan interferensi elektromagnetik, transmisi yang aman, dan kebutuhan massa yang rendah. Pada tautan OWC, laser lebar sinar sempit digunakan sehingga dapat meminimalkan kehilangan daya sinyal dibandingkan dengan sistem komunikasi RF [5].

Is-OWC adalah teknologi yang menggabungkan sistem komunikasi *wireless* dengan optik agar menghasilkan *bandwidth* yang tinggi, daya yang kecil, *loss* yang kecil dan *low cost* untuk sistem komunikasi jarak jauh (*long haul*)[6]. Sistem ini menggunakan lensa sebagai antena untuk memfokuskan cahaya sebagai pemancar dan penerima. Lensa pada bagian pengirim berfungsi untuk memfokuskan sinyal optik yang akan dikirimkan, sedangkan lensa pada bagian penerima berfungsi untuk mengumpulkan dan memfokuskan sinyal yang diterima untuk diteruskan ke *photodetector* [7]. Selain itu, lensa juga dapat digunakan untuk mengurangi efek dispersi dan difraksi cahaya, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan stabilitas sinyal optik yang diterima oleh sistem. Oleh karena itu, ukuran dari lensa akan sangat berpengaruh terhadap kualitas sinyal yang diterima. Di sisi lain, salah satu faktor dominan yang mempengaruhi kinerja sistem Is-OWC

adalah *multipath fading* [3]. Fenomena *multipath fading* pada Is-OWC terjadi ketika saat pengiriman, laser dipantulkan oleh permukaan satelit atau objek di sekitarnya, seperti asteroid atau debu antariksa, yang mengakibatkan cahaya difraksi dan *scattering* [8]. Efek tersebut mengakibatkan beberapa salinan sinyal (*multipath*), yang masing-masing memiliki perbedaan waktu dan fase yang berbeda dan mengakibatkan penurunan kualitas sinyal. Dengan menggunakan sistem *coherent optical orthogonal frequency division multiplexing* (CO-OFDM) masalah tersebut dapat diselesaikan.

Sistem CO-OFDM mengkombinasikan teknik OFDM dengan *coherent detection* pada sisi penerima. Pada sistem OFDM, beberapa *sub-carrier orthogonal* digunakan untuk mentransmisikan informasi berkecepatan tinggi secara bersamaan untuk meminimalkan efek *multipath fading* [5]. Simbol yang dimasukkan dipetakan ke sejumlah *subcarrier* ortogonal yang tumpang tindih satu sama lain, memiliki frekuensi yang tepat dan diubah menjadi domain waktu dengan menerapkan transformasi *inverse fast fourier*. Selain itu, modulasi 4-QAM juga digunakan untuk meningkatkan performansi pengiriman data dalam hal efisiensi spektral dan jarak transmisi. Satu simbol 4-QAM memuat 2bit informasi per simbol, sehingga kesalahan bit pada saat pengiriman lebih sedikit dibandingkan 16-QAM. Oleh karena itu, jumlah informasi yang ditransmisikan dapat lebih banyak dalam satu satuan waktu. Dalam hal ini, 4-QAM lebih tahan terhadap *noise* yang dapat meningkatkan kualitas sinyal, sehingga modulasi ini cocok digunakan untuk komunikasi dengan jarak transmisi yang jauh. Beberapa penelitian terkait sistem Is-OWC telah dilakukan.

Pada penelitian [5] membandingkan modulasi 4-QAM dengan 4-PSK dengan jarak 10.000 – 60.000 km pada sistem Is-OWC menggunakan CO-OFDM, penelitian tersebut menyimpulkan modulasi 4QAM memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan menggunakan modulasi 4PSK. Pada penelitian [9] meneliti pengaruh *aperture diameter* pada sistem *indoor* VLC. Sistem tersebut mampu memperoleh maksimum 2 Gbps *bit rate* dengan jarak hingga 3 meter. Namun jika menggunakan *aperture diameter* sebesar 5 cm rentang tautan juga memanjang hingga 3,8meter pada *bit rate* yang sama 2 Gbps. Melalui permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus untuk menganalisa pengaruh *aperture diameter* pada kinerja

sistem CO-OFDM berbasis Is-OWC, terhadap operasi *wavelength* yang digunakan. Pada penelitian yang dilakukan akan memvariasikan *aperture diameter* sebesar 10-30 cm untuk mengamati pengaruh besar diameter terhadap kinerja sistem. Serta panjang gelombang sebesar 850 nm dan 1550 nm, untuk melihat operasi panjang gelombang yang lebih baik digunakan pada jarak 3500 km. Parameter ukur yang digunakan untuk melihat unjuk kerja sistem yaitu *Bit Error Rate* (BER), *Symbol Error Rate* (SER), *Error Vector Magnitude* (EVM), dan *Received Optical Power*.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana pengaruh dan perbandingan dari *wavelength* sumber optis terhadap kinerja sistem *coherent optical* OFDM pada media Is-OWC ?
- 2) Bagaimana pengaruh dan perbandingan dari *aperture diameter* lensa antenna terhadap kinerja sistem *coherent optical* OFDM pada media Is-OWC ?
- 3) Bagaimana perbandingan nilai *optical received power* yang diperoleh melalui perhitungan teoritis dan simulasi ?

1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- 1) Pembahasan difokuskan menggunakan sistem OFDM dengan *coherent detection* pada sistem *Inter-Satellite Optical Wireless Communication* dengan jarak 3500 km.
- 2) Modulasi yang digunakan yaitu modulasi 4-QAM
- 3) *Wavelength* yang digunakan pada sumber optis yaitu 850 nm dan 1550 nm.
- 4) *Aperture diameter* yang digunakan sebesar 10-30 cm.
- 5) *Bit rate* yang digunakan 20 Gbps.
- 6) Skema konversi *optical* dilakukan secara eksternal menggunakan 2 buah *modulator Mach-Zehnder Modulator* (MZM).
- 7) Besar daya sumber optis adalah 0 dBm.
- 8) Pembahasan tentang satelit terbatas pada bagian *optical wireless*

communication, yang terkait dengan *Inter-Satellite Optical Wireless Communication* (Is-OWC).

- 9) Perancangan sistem dan simulasi menggunakan *software optisystem* 19.
- 10) Asumsi kedua satelit dalam keadaan *line of sight*.
- 11) Parameter performansi yang dianalisis yaitu *Bit Error Rate* (BER), *Symbol Error Rate* (SER), *Error Vector Magnitude* (EVM), dan *Received Optical Power*.

1.4 TUJUAN

- 1) Membuat pemodelan dan simulasi sistem CO-OFDM menggunakan modulasi 4-QAM pada media Is-OWC.
- 2) Menganalisis hasil dan pengaruh *aperture diameter* serta operasi *wavelength* sumber optis yang lebih optimal terhadap kinerja sistem CO-OFDM pada media Is-OWC berdasarkan parameter *bit error rate*, *symbol error rate*, *error vector magnitude*, dan *received optical power*.
- 3) Mengetahui perbandingan nilai *optical received power* yang diperoleh melalui perhitungan teoritis dan simulasi.

1.5 MANFAAT

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui performansi sistem *Inter-Satellite Optical Wireless Communication* berbasis CO-OFDM menggunakan modulasi 4-QAM menggunakan panjang gelombang 850 nm dengan 1550 nm dan pengaruh *aperture diameter* sebagai evaluasi untuk mengoptimalkan kinerja sistem menjadi lebih baik.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Pada penelitian yang dilakukan akan dibagi menjadi beberapa bab. Bab I berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II berisi kajian pustaka penelitian terkait dan dasar teori sebagai pendukung penelitian ini. Bab II berisi jenis metode penelitian yang digunakan, alur penelitian dan pemodelan sistem. Bab IV berisi

hasil data simulasi dan analisis berdasarkan hasil data yang diperoleh. Bab V berisi kesimpulan dan saran untuk pengembangan skripsi ke depannya.