

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sistem komunikasi nirkabel telah menjadi salah satu teknologi yang mendukung berbagai aplikasi modern, seperti sistem pemantauan, otomasi, *Internet of Things* (IoT), hingga kendaraan tanpa awak. Salah satu teknologi yang masih banyak digunakan adalah WiFi pada pita frekuensi 2,4 GHz karena memiliki keunggulan berupa spektrum bebas lisensi, biaya implementasi yang relatif rendah, serta kompatibilitas yang luas dengan standar IEEE 802.11. Pada berbagai aplikasi di lingkungan terbuka, termasuk komunikasi pada daerah perairan, keandalan sistem komunikasi sangat dipengaruhi oleh karakteristik propagasi gelombang radio yang terjadi pada media transmisi [1-2].

Karakteristik propagasi gelombang radio pada daerah perairan memiliki kondisi yang berbeda dibandingkan dengan lingkungan daratan. Permukaan air memiliki sifat reflektif yang tinggi sehingga sinyal yang diterima tidak hanya berasal dari lintasan langsung (*line-of-sight*), tetapi juga dari lintasan pantulan permukaan air [3]. Superposisi kedua lintasan tersebut dapat menimbulkan interferensi konstruktif maupun destruktif yang menyebabkan fluktuasi daya terima serta perubahan karakteristik redaman sinyal terhadap jarak [4]. Akibatnya, model propagasi ruang bebas (*Free Space Path loss* atau FSPL) yang mengasumsikan hanya terdapat satu lintasan propagasi tidak selalu mampu merepresentasikan kondisi propagasi sebenarnya pada lingkungan perairan [5-6]. Salah satu parameter penting dalam analisis propagasi adalah *path loss*, yaitu besarnya pelemahan daya sinyal selama proses perambatan dari antenna pemancar menuju antenna penerima. Informasi mengenai karakteristik *path loss* sangat diperlukan dalam perancangan sistem komunikasi nirkabel karena berkaitan dengan estimasi jangkauan komunikasi, perhitungan *link budget*, pemilihan konfigurasi antenna, serta evaluasi kualitas kanal komunikasi [7].

Pada lingkungan perairan, salah satu model propagasi yang banyak digunakan adalah *Exact Two-Ray Ground Reflection* karena mempertimbangkan keberadaan lintasan langsung dan lintasan pantulan permukaan secara simultan [4]. Berbeda dengan model *Free Space Path Loss*, model ini mampu merepresentasikan pengaruh refleksi permukaan terhadap daya sinyal yang diterima sehingga lebih sesuai untuk lingkungan dengan dominasi pantulan, seperti danau, sungai, maupun wilayah pesisir [8-9]. Namun demikian, karakteristik propagasi pada setiap lingkungan tetap dipengaruhi oleh kondisi fisik lokasi, konfigurasi antenna, serta geometri komunikasi, sehingga kesesuaian model propagasi perlu dievaluasi menggunakan data hasil pengukuran lapangan [6,10].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengkaji karakteristik propagasi gelombang radio pada komunikasi nirkabel dengan pendekatan dan fokus yang

beragam. De Piante dkk. melakukan pengukuran *path loss* pada lingkungan laut menggunakan pita frekuensi sub-GHz dan menunjukkan bahwa karakteristik propagasi di atas permukaan air berbeda dengan ruang bebas sehingga menghasilkan nilai *Path loss Exponent* (PLE) yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan [6]. Selanjutnya, Eyuboglu dkk. mengevaluasi beberapa model propagasi pada komunikasi *shore-to-ship* frekuensi 5,6 GHz dan menunjukkan bahwa model yang mempertimbangkan karakteristik propagasi lingkungan perairan memberikan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan model konvensional [10]. Dari sisi pengembangan model, Staudinger dkk. menjelaskan bahwa fenomena *breakpoint distance* merupakan salah satu karakteristik utama pada model Two-Ray Ground Reflection yang membedakan perilaku propagasi sebelum dan sesudah titik transisi [4]. Sementara itu, berbagai penelitian mengenai komunikasi WiFi 2,4 GHz menunjukkan bahwa pita frekuensi ini masih banyak digunakan pada sistem komunikasi nirkabel berbasis RSSI untuk analisis propagasi dan estimasi jarak, namun sebagian besar penelitian masih dilakukan pada lingkungan *indoor* maupun *terrestrial* [11-13]. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik propagasi dipengaruhi oleh frekuensi operasi, kondisi lingkungan, serta model propagasi yang digunakan, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengevaluasi karakteristik propagasi WiFi 2,4 GHz pada lingkungan perairan menggunakan model propagasi yang sesuai.

Meskipun berbagai penelitian mengenai komunikasi WiFi 2,4 GHz, propagasi pada lingkungan perairan, pengembangan model propagasi, serta ekstraksi *Path loss Exponent* telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian tersebut masih membahas aspek-aspek tersebut secara terpisah. Penelitian pada lingkungan perairan umumnya dilakukan pada frekuensi sub-GHz, 3,2 GHz, maupun 5,6 GHz [9-10,14], sedangkan penelitian WiFi 2,4 GHz lebih banyak difokuskan pada lingkungan *indoor* maupun *terrestrial* [11-12]. Di sisi lain, penelitian yang menggunakan model *Two-Ray Ground Reflection* umumnya masih berupa analisis teoritis atau pengembangan model, sedangkan validasi empiris terhadap model *Exact Two-Ray Ground Reflection* menggunakan data hasil pengukuran lapangan masih relatif terbatas. Selain itu, kajian mengenai karakteristik *path loss* dan *Path loss Exponent* pada komunikasi WiFi 2,4 GHz di atas permukaan air, khususnya pada lingkungan perairan Indonesia, masih belum banyak dilaporkan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa masih diperlukan penelitian yang mampu mengintegrasikan pengukuran empiris WiFi 2,4 GHz di lingkungan perairan dengan analisis *path loss*, ekstraksi *Path loss Exponent*, serta evaluasi model *Exact Two-Ray Ground Reflection* menggunakan parameter RMSE, sehingga diperoleh validasi empiris terhadap penerapan model propagasi tersebut pada lingkungan perairan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik *path loss* pada komunikasi WiFi 2,4 GHz di daerah perairan menggunakan model *Exact Two-Ray Ground Reflection*. Pengukuran

dilakukan pada skenario komunikasi *surface-to-shore*, dengan *Unmanned Surface Vehicle* (USV) digunakan sebagai platform pengambilan data selama proses pengujian [2,15]. Data hasil pengukuran selanjutnya dianalisis untuk memperoleh karakteristik *path loss* empiris, menentukan nilai *Path loss Exponent*, serta mengevaluasi kesesuaian model propagasi terhadap kondisi lapangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan maupun perancangan sistem komunikasi nirkabel pada lingkungan perairan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik *path loss* komunikasi WiFi 2,4 GHz pada daerah perairan berdasarkan data hasil pengukuran lapangan?
2. Bagaimana nilai *Path loss Exponent* (PLE) yang diperoleh dari karakteristik *path loss* empiris pada komunikasi WiFi 2,4 GHz di daerah perairan?
3. Bagaimana kesesuaian model *Exact Two-Ray Ground Reflection* terhadap karakteristik *path loss* empiris pada komunikasi WiFi 2,4 GHz di daerah perairan?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik *path loss* komunikasi WiFi 2,4 GHz pada daerah perairan berdasarkan data hasil pengukuran lapangan.
2. Menentukan nilai *Path loss Exponent* (PLE) berdasarkan karakteristik *path loss* empiris pada komunikasi WiFi 2,4 GHz di daerah perairan.
3. Mengevaluasi kesesuaian model *Exact Two-Ray Ground Reflection* terhadap karakteristik *path loss* empiris pada komunikasi WiFi 2,4 GHz di daerah perairan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini adalah :

1. Frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah WiFi pada pita 2,4 GHz.
2. Daya pancar (*transmit power*) pada stasiun darat ditetapkan secara konstan pada nilai 27 dBm.
3. Penggunaan antena dibatasi pada jenis *directional* dengan penguatan 9 dBi untuk pemancar dan *omni-directional* 6 dBi untuk penerima.
4. Objek penelitian dibatasi pada satu unit *Unmanned Surface Vehicle* (USV).
5. Lingkungan pengujian dilakukan pada perairan air tawar dengan kondisi *line-of-sight* (LOS).
6. Pengukuran dilakukan pada kondisi cuaca relatif stabil dan tidak membahas pengaruh cuaca ekstrem.
7. Model propagasi yang dievaluasi adalah *Exact Two-Ray Ground Reflection* dan *Free Space Path Loss*

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah :

1. Menjadi referensi dalam perancangan sistem komunikasi nirkabel untuk *Unmanned Surface Vehicle* (USV) yang beroperasi di lingkungan perairan terbuka.
2. Menyediakan data empiris yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan dan validasi model propagasi gelombang radio pada komunikasi *surface-to-shore*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori dasar yang mendukung dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang penjelasan dan langkah-langkah mengenai penelitian yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil data dan analisis dari penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran atas penelitian yang dilakukan.

