BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Berdasarkan data Ericsson dari 23 negara, manusia menghabiskan hampir 85% waktunya di dalam ruangan, dan pengguna internet 77% diakses di ruangan pula [1]. Selain itu munculnya konsep *society 5.0* dimana masyarakat berorientasi pada teknologi, maka dapat dipastikan perlunya kebutuhan akses data yang sangat cepat dan aplikasi penunjang aktivitas manusia, salah satunya adalah *indoor positioning system*.

Indoor Positioning System (IPS) merupakan sebuah konsep komunikasi yang digunakan untuk mengetahui lokasi benda atau seseorang di dalam ruangan. Implementasi dari IPS tentu mempunyai hal perlu diperhatikan seperti keandalan akurasi dan efisiensi energi. Selama ini teknologi *Global Positioning System (GPS)* dapat diandalkan ketika berada di luar ruangan. Namun ketika di dalam ruangan, GPS akan sulit menjangkau secara spesifik area bangunan tertentu karena akurasi yang kurang baik. Sehingga kebutuhan IPS muncul untuk dapat berperan sebagai pelengkap navigasi pada teknologi GPS. Aplikasi IPS di antaranya dapat mengarahkan pengunjung di suatu museum, toko perbelanjaan, dan membantu tunanetra mengenali lingkungan suatu ruangan untuk keperluan navigasi [2][3][4].

Terdapat beberapa teknologi yang dapat mendukung IPS seperti *Wireless Fidelity (Wi-Fi)*, *Bluetooth Low Energy (BLE)*, dan *Light Fidelity (Li-Fi)*. Akan tetapi teknologi Li-Fi mempunyai keunggulan dari segi akurasi yang cukup baik dan efisiensi energi yang tinggi [5][6]. Keunggulan lain yakni terkait aspek “*availability*” dimana hampir setiap lokasi mempunyai perangkat untuk penerangan serta memungkinkan diaplikasikan pada area yang tidak bisa dijangkau frekuensi radio seperti pesawat, dan rumah sakit. Aspek “*capacity*” *bandwidth* yang lebih lebar dibandingkan frekuensi radio yang umum dimanfaatkan saat ini. Aspek “*security*” yang lebih baik karena tidak dapat menembus objek solid. Li-Fi merupakan bagian dari teknologi *Visible Light Communication (VLC)* yang

memanfaatkan lampu *Light Emitting Diode* (LED) sebagai media penerangan dan transmisi data secara bersamaan. Li-Fi sendiri berfokus pada *bi-directional multiuser communication* dibandingkan VLC yang hanya pada *point to point communication* [7].

Terdapat beberapa teknik *positioning* yang dapat digunakan pada Li-Fi diantaranya: *triangulation*, *scene analysis*, dan *proximity* [8]. Tema penelitian ini menggunakan teknik *triangulation* yang berkaitan dengan *angulation* dimana informasi didapatkan menggunakan sifat geometri segitiga, dan *lateration* dimana estimasi posisi akan didapatkan dari beberapa poin referensi. Permasalahannya adalah jika dikaitkan dengan IPS, kebanyakan lokasi pemasangan lampu LED biasanya mengikuti bentuk dari ruangan itu sendiri. Misalnya yang sering ditemui yakni berbentuk bujur sangkar ataupun berderet memanjang. Hal tersebut secara tidak langsung dapat mempengaruhi akurasi terlebih jika berbicara teknik *Received Signal Strength* (RSS) yang mengambil kuat daya terima sebagai estimasi suatu jarak, dan *Time Difference of Arrival* (TDOA) yang mengambil perbedaan waktu kedatangan sebagai estimasi suatu jarak. Oleh sebab itu pada penelitian ini membahas lebih lanjut terkait akurasi IPS pada Li-Fi dengan skenario bentuk geometri pemasangan lampu LED berbeda-beda. Bentuk geometri ditinjau dari beberapa macam bentuk menggunakan teknik RSS, dan TDOA. Adapun pertimbangan menggunakan teknik RSS yakni lebih sederhana, hemat biaya, dan sering digunakan untuk model kanal *Line of Sight* (LOS) [9]. TDOA dapat menambah keandalan akurasi dan kompleksitas pada sistem [9]. Sehingga dari penelitian ini diperoleh informasi terkait geometri pemasangan lampu LED yang baik terhadap akurasi untuk implementasi IPS pada teknologi Li-Fi.

1.2 Rumusan dan Ruang Lingkup Masalah

Adapun rumusan masalah yang dibahas pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pada teknologi *Global Positioning System* (GPS) akan sulit menjangkau secara spesifik area bangunan tertentu karena akurasinya yang kurang baik jika diaplikasikan sebagai IPS.

2. Pada teknologi VLC/Li-Fi, perbandingan bentuk geometri lokasi pemasangan lampu dan algoritma RSS, dan TDOA dibutuhkan untuk mengetahui teknik yang paling baik terkait implementasi IPS.

Ruang lingkup masalah :

1. Komunikasi hanya terjadi secara *Line of Sight* (LOS).
2. Skenario terjadi di ruangan kelas dengan ukuran dimensi 6 x 6 x 3 m³ dan pada kondisi ideal (tidak ada interferensi dan reflektor).
3. Jenis *photodetector* yang digunakan jenis PIN.
4. Bentuk geometri lokasi pemasangan lampu LED hanya ditinjau dari bentuk bujur sangkar, segitiga, berderet memanjang, segi lima, dan segi enam.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini adalah untuk mendapatkan perbandingan akurasi *positioning* yang tinggi untuk aplikasi IPS. Teknik yang dibandingkan adalah teknik RSS dan TDOA, dan ditinjau terhadap konfigurasi lokasi pemasangan lampu LED yang dinyatakan dalam bentuk geometri.

1.4 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah pada objek penelitian Tugas Akhir ini :

1. Melakukan simulasi sistem pada *software* MATLAB R2018.
2. Tidak membahas modulasi dan pengiriman bit informasi secara khusus.
3. Posisi *receiver* berada pada bidang datar dan dalam keadaan diam (tidak bergerak).
4. Komunikasi bersifat satu arah (*Half Duplex*) dan *point to point*.

1.5 Metode Penelitian

Tugas Akhir ini membahas terkait akurasi *indoor positioning* Li-Fi dengan bentuk geometri yang berbeda-beda menggunakan algoritma RSS dan TDOA. Beberapa parameter pengukuran untuk analisa diantaranya ditinjau dari nilai SNR, BER, *Error Positioning*/Akurasi. Sedangkan pada variabel pengukuran diantaranya berkaitan dengan penggunaan jumlah lampu LED, bentuk penempatan lampu LED, dan lokasi penempatan *receiver* pada masing-masing algoritma.

Dalam proses pengambilan data *positioning*, komponen *transmitter* dan *receiver* mempunyai skenario khusus agar dapat berfungsi sesuai tujuan Tugas Akhir. Komponen *transmitter* yakni lampu LED mempunyai kapabilitas untuk mengirimkan ID unik (berbeda antara satu lampu dengan lampu lain) terkait lokasi fisik mereka. Hal ini sangat berguna untuk proses identifikasi masing-masing *transmitter* pada tahap setelahnya. Komponen *receiver* mempunyai kapabilitas untuk menghitung estimasi posisinya sendiri. Estimasi posisi tersebut dibagi menjadi dua tahap, tahap pertama proses penentuan jarak dengan mengandalkan konektivitas dirinya terhadap *transmitter* menggunakan teknik RSS dan TDOA. Pada tahap kedua, estimasi posisi didapatkan menggunakan sifat geometris berdasarkan tiga titik (*trilateration*) atau lebih (*multilateration*). Pengambilan *trilateration* atau *multilateration* ditinjau dari skenario penggunaan jumlah lampu LED dan bentuk geometri yang digunakan.

Selanjutnya proses penambihan data *positioning* dilakukan, pada penelitian ini lokasi uji dilakukan pada 37 lokasi berbeda untuk RSS, dan 5 lokasi berbeda untuk TDOA. Dari masing-masing lokasi dihitung kedekatan antara nilai pengukuran (*estimate position*) dan nilai sesungguhnya (*real position*). Sehingga dari nilai kedekatan tersebut dapat disajikan nilai *error positioning* dan akurasi yang menjadi bagian penelitian ini. Analisa dari *error positioning* dan akurasi ditinjau dari perbedaan masing-masing bentuk geometri dan algoritma yang digunakan. Sehingga tujuan akhir Tugas Akhir dapat tercapai yakni mendapatkan data yang baik terkait implementasi IPS dengan skenario yang ditawarkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu :

- **BAB II : DASAR TEORI**

Pada bagian ini berisi teori penunjang terkait topik *indoor positioning* VLC/Li-Fi, diantaranya : teori VLC/Li-Fi, kanal *Line of Sight* (LOS), komponen utama VLC/Li-Fi yakni lampu *Light Emitting Diode* (LED) dan *photodetector* pada jenis PIN dioda, teknik *positioning Received Signal Strength* (RSS) dan *Time Difference of Arrival* (TDOA), dan terakhir terkait parameter performansi sistem diantaranya SNR, BER, dan *error positioning*.

- **BAB III : PERANCANGAN MODEL SISTEM**

Pada bagian ini berisi rancangan model sistem VLC/Li-Fi, diantaranya : model sistem VLC/Li-Fi, diagram blok sistem *positioning* VLC/Li-Fi, diagram alir sistem *positioning* VLC/Li-Fi, parameter yang digunakan, dan analisa perhitungan yang digunakan sebagai acuan dalam proses simulasi.

- **BAB IV : HASIL SIMULASI DAN ANALISIS**

Pada bagian ini berisi pemaparan hasil simulasi dari sistem *positioning* VLC/Li-Fi, diantaranya : pada teknik RSS memuat informasi distribusi daya terima, SNR, BER, dan hasil *positioning*. Dan teknik TDOA yang memuat informasi terkait pilot signal dan hasil *positioning*.

- **BAB V : PENUTUP**

Pada bagian ini berisi kesimpulan yang memuat informasi sesuai dengan tujuan Tugas Akhir ini, yakni : perbandingan bentuk geometri lokasi pemasangan lampu LED dan algoritma yang paling baik untuk implementasi IPS. Adapun kekurangan dan perbaikan sistem untuk menjadi lebih baik pada penelitian selanjutnya disajikan pada poin saran.