

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Revolusi industri 4.0 ditandai dengan perkembangan teknologi yang semakin meningkat di setiap tahunnya. Kebutuhan akan akses komunikasi yang lebih cepat dan efisien menjadi salah satu harapan dalam bidang teknologi telekomunikasi. Radio frekuensi (RF) saat ini digunakan untuk dapat berkomunikasi dikarenakan kecepatan yang tinggi sehingga mendukung komunikasi *broadband*. Namun, keterbatasan spektrum frekuensi menjadi kelemahan dalam teknologi ini. Selain itu, adanya Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) pada poin ke tujuh yang berfokus kepada penghematan energi dengan harga terjangkau, handal, berkelanjutan, dan modern membuat *Optical Wireless Communication* (OWC) menjadi salah satu alternatif dari permasalahan yang ada. OWC merupakan teknologi pengiriman sinyal informasi dengan menggunakan cahaya sebagai sinyal *carrier*. Keunggulan teknologi ini antara lain mendukung kecepatan akses yang tinggi dengan kapasitas yang dihasilkan dapat mencapai 30 Gbps, spektrum frekuensi yang tak terbatas, tidak adanya lisensi atau pengenaan tarif pengguna spektrum frekuensi, dan tingkat keamanan yang tinggi [1][2].

*Visible light communication* (VLC) merupakan salah satu pengimplementasian dari teknologi OWC dengan sumber cahaya yang digunakan berasal dari *light emitting diode* (LED). Teknologi ini lebih sesuai diimplementasikan di dalam ruangan dengan memanfaatkan cahaya tampak sebagai media transmisi. VLC memanfaatkan panjang gelombang 380-750 nm sehingga menjadikan VLC sebagai teknologi yang mumpuni dalam pengiriman sinyal informasi berkecepatan tinggi. Kapasitas VLC mencapai 10.000 kali lebih besar dibandingkan dengan teknologi RF [3]. Pa-

da VLC, sinyal yang dikirimkan oleh pengirim berasal dari LED dan sinyal tersebut diterima oleh *photodetector* [4]. Namun, sempitnya *bandwidth* modulasi menjadi keterbatasan utama yang ada pada teknologi VLC sehingga mengakibatkan berkurangnya kapasitas yang dicapai sistem. Pada penelitian [5] untuk meningkatkan kapasitas sistem VLC, *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM) dan *orthogonal frequency division multiple access* (OFDMA) diimplementasikan pada VLC dikarenakan kedua teknik ini mampu mengefisienkan spektrum frekuensi. Namun kedua teknik ini tidak dapat langsung diaplikasikan pada sistem VLC karena adanya pembatasan sinyal *real* dan positif akibat modulasi dan sifat pencahayaan. Untuk itu, pada penelitian [6] *DC-biasing* dan teknik *clipping* diimplementasikan pada OFDM dan OFDMA VLC, namun kedua teknik ini berdampak pada penurunan efisiensi spektrum frekuensi.

*Non orthogonal multiple access* (NOMA) adalah suatu teknik penggabungan beberapa sinyal informasi berdasarkan kepada daya setiap *user*. Dalam NOMA, beberapa sinyal informasi dengan domain waktu dan frekuensi yang berbeda dapat digabungkan, sehingga terjadi penghematan dalam penggunaan spektrum frekuensi. Terdapat *superposition coding* di sisi pengirim NOMA dan *successive interference cancellation* (SIC) di sisi penerima [7]. Beralih pada penelitian [8] NOMA diimplementasikan dalam sistem *downlink* pada VLC. Untuk meningkatkan kapasitas sistem, dilakukan perbandingan alokasi daya antara *static power allocation* (SPA) dan *gain ratio power allocation* (GRPA). Pada GRPA, alokasi daya dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi kanal tiap *user* agar menghasilkan alokasi daya yang lebih efisien dan seimbang untuk masing-masing *user*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa GRPA secara signifikan meningkatkan performansi sistem dibandingkan dengan SPA. Perbandingan metode alokasi lain juga dilakukan pada penelitian [9]. Penelitian ini membahas tentang algoritma alokasi daya dengan penambahan residu proses SIC dalam perhitungan yang disebut *multi-factor control* (MFOPA). Didapatkan hasil bahwa penerapan MFOPA dalam sistem NOMA-VLC

lebih efektif dalam meningkatkan *data rate* walaupun pada beberapa kondisi GRPA menghasilkan kapasitas yang lebih tinggi.

Model kanal propagasi *line of sight* (LOS) lebih sering digunakan pada penelitian karena pada kanal LOS energi yang berdifusi lebih sedikit dibandingkan kanal NLOS [4]. Namun, pada realisasi ruangan pada umumnya tidak ada karakteristik ruangan seperti kanal LOS. Oleh karena itu, pada penelitian Tugas Akhir ini dirancang sebuah model sistem komunikasi nirkabel berbasis NOMA-VLC dengan membandingkan metode SPA dan GRPA sebagai alokasi daya pada kanal propagasi yaitu *non-direct line of sight* (NLOS). Beberapa parameter yang diujikan dalam Tugas Akhir ini antara lain daya terima dan kapasitas terhadap jumlah *user* yang telah ditentukan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Beberapa rumusan masalah yang menjadi pokok penelitian dalam Tugas Akhir ini diantaranya penghematan energi yang digunakan dalam sistem telekomunikasi dan kurang efektifnya teknik *multiple access* yang ada pada efisiensi spektrum frekuensi, sehingga diterapkan sistem NOMA VLC.

Tugas Akhir ini membandingkan dua metode alokasi daya yaitu SPA dan GRPA sebagai alokasi daya optimal yang dapat diterapkan dalam sistem NOMA-VLC pada kondisi kanal yang berbeda dan penambahan persentase residu pada proses SIC dalam sistem. Penelitian ini dilakukan simulasi pada ruangan tertutup berukuran 5 x 5 x 3 m dengan jumlah *user* yang sudah ditentukan.

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

### **1.3.1 Tujuan**

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk menganalisis dan mendapatkan alokasi daya optimal yang dapat diterapkan dalam sistem NOMA-VLC pada beberapa

model kanal propagasi dalam ruangan berdimensi 5 x 5 x 3 m.

### 1.3.2 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui performansi sistem NOMA-VLC pada kondisi kanal NLOS.
2. Menganalisis kinerja GRPA dan SPA sebagai alokasi daya pada sistem NOMA-VLC.
3. Mendapatkan alokasi daya yang optimal dan efektif untuk digunakan dalam sistem NOMA-VLC pada kondisi kanal NLOS.
4. Memaksimalkan kapasitas yang dihasilkan sistem VLC dengan penerapan NOMA pada kondisi kanal NLOS.

### 1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam Tugas Akhir ini lebih spesifik dan terarah maka diperlukan beberapa batasan masalah seperti berikut:

1. *Non-Orthogonal Multiple Access* (NOMA) digunakan sebagai teknik *multiple access* yang dalam sistem VLC.
2. Alokasi daya yang digunakan dalam sistem NOMA-VLC yaitu SPA dan GRPA.
3. Tidak membahas pengaruh teknik modulasi pada penelitian.
4. Model kanal yang digunakan yaitu LOS dan NLOS dengan terdapat beberapa benda yang dapat memantulkan cahaya dan menghalangi cahaya dari *light emitting diode* (LED).
5. Simulasi diimplementasikan dalam ruangan tertutup yang kedap cahaya berukuran 5 x 5 x 3 m.
6. Menggunakan *software* simulasi komputer sebagai penunjang perancangan simulasi.

7. Skenario simulasi menggunakan 1 lampu LED yang ditempatkan di tengah sisi atas ruangan.
8. Parameter yang diujikan adalah daya terima dan kapasitas.

## 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini meliputi:

### 1. Studi Literatur

Dalam penyusunan dan penelitian Tugas Akhir, dilakukan pengumpulan literatur terkait baik berupa buku yang berjudul *Wireless Communication System and Channel Modeling with MATLAB* yang ditulis oleh Z. Ghassemlooy, W. Papoola, dan S.Rajbhandari serta beberapa jurnal diantaranya *Non-Orthogonal Multiple Access for Visible Light Communications* yang ditulis oleh Hanaa Marshoud, Vasileios M. Kapinas, George K. Karagiannidis, dan Sami Muhaidat, dan *Optimal Power Allocation Scheme Based On Multi-Factor Control in Indoor NOMA-VLC Systems* yang ditulis oleh Qian Li, Tao Shang, Tang Tang, dan Zanyang Dong.

### 2. Konsultasi dengan Pembimbing

Selama penyusunan dan pelaksanaan penelitian Tugas Akhir, dilakukan diskusi dengan dosen pembimbing seputar penelitian dan penulisan laporan Tugas Akhir yang baik dan benar.

### 3. Simulasi

Dilakukan simulasi dengan menggunakan *software* simulasi komputer. Pada simulasi dilakukan perbandingan alokasi daya SPA dan GRPA untuk mendapatkan parameter kinerja yang baik berdasarkan kondisi SIC, kondisi ruangan, dan jumlah *user* yang telah ditentukan.

### 4. Analisis

Pada hasil simulasi dilakukan perubahan beberapa alokasi daya yang sudah ditentukan sebelumnya untuk dapat dianalisis bagaimana pengaruhnya terha-

dap perfomansi kinerja NOMA-VLC.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dituliskan dalam Tugas Akhir ini terdiri atas lima bab yang disusun sebagai berikut:

- **BAB II KONSEP DASAR**

Bab ini berisi pembahasan seputar konsep dan teori VLC, LED, *photodetector*, modulasi, NOMA, *multi-user power allocation*, kanal transmisi, serta teori lain yang berkaitan dengan penelitian Tugas Akhir ini.

- **BAB III PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM**

Pada bab ini dibahas model sistem yang berupa diagram blok sistem NOMA-VLC serta fungsi masing-masing blok diagram, diagram alir pelaksanaan penelitian, desain simulasi, dan parameter uji yang dilakukan pada penelitian ini.

- **BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISIS**

Bab ini membahas tentang analisis hasil berdasarkan simulasi yang telah dilakukan. Analisis dilakukan terhadap parameter kinerja sitem melalui grafik dari hasil simulasi.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian Tugas Akhir berdasarkan parameter kinerja yang diuji serta diberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.