

PENGARUH BIT RATE TERHADAP AREA CAKUPAN DI RUANG BER-REFLEKTOR DENGAN KOMUNIKASI CAHAYA TAMPAK

BIT RATE IMPACT FOR COVERAGE AREA IN REFLECTOR ROOM WITH VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

Lisa Charisa Batara¹, Kris Sujatmoko S.T. M.T², Brian Pamukti S.T M.T,³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom ¹
¹lisacharisab@telkomuniversity.ac.id, ² krissujatmoko@telkomuniversity.co.id, ³
brianpam@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Teknologi komunikasi merupakan teknologi yang memiliki perkembangan sangat cepat dan pesat. Salah satu teknologi komunikasi adalah teknologi komunikasi nirkabel. Visible Light Communication (VLC) adalah komunikasi nirkabel yang sedang dikembangkan, karena VLC memiliki kecepatan yang cepat, user friendly dan lebih efisien dalam penggunaan energi.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan analisis perbandingan bit rate dalam VLC, menggunakan bermacam-macam bit rate. Bit rate yang digunakan adalah 0,5 Gbps, 1 Gbps, 2 Gbps, dan 3 Gbps. Penelitian ini menggunakan satu buah lampu Light Emitting Diode (LED) dengan daya sebesar 2 W, dan menggunakan modulasi On Off Keying - Non Return to Zero (OOK-NRZ) pada simulasi yang akan dilakukan. Penelitian ini dilakukan dalam ruangan tertutup dengan menggunakan kaca sebagai reflektor di sisi kiri ruangan.

Berdasarkan hasil simulasi, jarak terjauh dan luas area cakupan untuk 0.5 Gbps adalah 4.7878 m dengan luas 20.52 m², 1 Gbps sejauh 4.7331 m dengan luas 18.84 m², 2 Gbps dengan nilai jarak terjauh 4.4738 m dengan luas 16 m², dan pada 3 Gbps mendapatkan jarak terjauh 4.0726 m dan luas cakupan senilai 14.56 m².

Kata kunci : Visible Ligth Communication, On Off Keying-Non Return to Zero, Bit Error Rate

Abstrack

Communication technology is a technology that has a very fast and rapid development. One of communication technology is wireless communication technology. Visible Light Communication is a wireless system that is being developed, because VLC has fast speed, user friendly and more efficient in energy use.

In this final task research, a bit rate comparison analysis conducted in VLC, using various bit rates. The Bit rates used are 0.5 Gbps, 1 Gbps, 2 Gbps, and 3 Gbps. This research uses a single lamp of Light Emitting Diode (LED) with a power of 2 Watt and the modulation of On Off Keying-Non Return to Zero (OOK-NRZ) on conducted simulation. This research conducted in a 5x5x4 m closed room using mirror as a reflector on the one side of the room.

Based on simulated results, the farthest and wide range coverage area for 0.5 Gbps is 4.7878 m with an area of 20.52 m², 1 Gbps as far as 4.7331 m with an area of 18.84 m², 2 Gbps with the farthest distance value 4.4738 m with an area of 16 m², and at 3 Gbps get The farthest distance is 4.0726 m and the coverage area is worth 14.56 m².

Keywords: Visible Ligth Communication, On Off Keying-Non Return to Zero, Bit Error Rate

Pendahuluan

Dewasa ini perkembangan telekomunikasi semakin pesat. Hampir setiap manusia membutuhkan kecepatan dan ketepatan dalam menjalankan komunikasi, baik melalui data atau telepon biasa. Dalam hal menggunakan internet, manusia di masa yang akan datang akan semakin haus dengan kecepatan berselancar di Internet, maka dari itu hal yang mendukung kecepatan dan efisiensi berselancar di Internet ada di teknologi Jaringan menggunakan optik.

Teknologi optik merupakan suatu metode untuk mentransmisikan sebuah informasi dari satu tempat ke tempat yang lain dengan mengirimkan sinar atau cahaya melalui serat optik. Saat ini kabel serat optik digunakan sebagai media transmisi untuk menggantikan kabel tembaga. Penggunaan serat optik saat ini telah digunakan dimana-mana karena keunggulannya dalam kecepatan paket data.

Namun, dibalik berbagai kelebihanannya, terdapat pula kekurangan dari kabel serat optik ini, yaitu pemasangan dan biaya perawatan memiliki harga yang relatif tinggi, dan tidak bisa dipasang di area yang memiliki belokan yang tajam, karena di dalam kabel optik menggunakan cahaya sebagai penghantar sinyal, jika kabel ditekuk maka cahaya akan bocor dan akan mengalir ke tekukan tersebut. Untuk mengatasi kekurangan dari kabel optik, maka teknologi untuk mengirimkan media informasi yang tepat yaitu teknologi *Opical Wireless Communication (OWC)*. Pada perkembangan teknologi OWC terdapat teknologi *Visible Light Communication (VLC)*. VLC pertama kali dikembangkan oleh **Alexander Graham Bell** (1880) dengan penemuannya yaitu *photopone*. VLC adalah komunikasi nirkabel optik memanfaatkan pencahayaan LED, sehingga lampu LED dapat memberikan pencahayaan dan komunikasi [1]. Pada penelitian [2] dengan judul *Impact of Multipath Reflections on Secrecy in VLC System with Randomly Located Eavesdroppers*, menyatakan bahwa apabila receiver memiliki jarak yang dekat dengan dinding dengan reflektor, maka akan mendapatkan keuntungan yang lebih besar karena terkena pantulan cahaya.

1. Dasar Teori

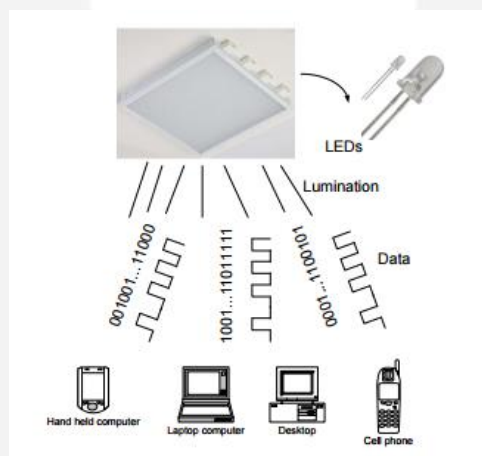
1.1 Cahaya

Dalam sebuah pancaran gelombang elektromagnetika yang dapat di lihat secara kasat mata oleh manusia. Menurut **James Maxwell** (1831-1897), cahaya adalah gelombang elektromagnetik, sehingga cepat rambat cahaya sama dengan cepat rambat gelombang elektromagnetik, yaitu 3.10^{-8} m/s [2], oleh karena itu cahaya merupakan gelombang elektromagnetik.

1.2 Visual Light Communication(VLC)

Visible Light Communication (VLC) adalah sebuah teknologi komunikasi yang memanfaatkan pancaran cahaya tampak dari lampu pada sistem komunikasi. Sistem komunikasi visible light ini terdiri dari pemancar dan penerima. Pemancar terdiri dari *Light Emitting Dioda*, audio transformator, baterai, dan pada penerima terdiri dari solar *cell* dan *photodiode*, *amplifier* dan catu daya.

VLC sendiri memiliki beberapa keunggulan salah satunya adalah harga yang relatif terjangkau, tidak berbahaya karena menggunakan LED yang notabene tidak memiliki kandungan UV di dalamnya sebagai medium komunikasi, serta mudah dalam pengimplementasian karena infrastruktur telah tersedia yaitu perangkat cahaya.



Gambar 2. 1 Konfigurasi VLC [3]

2.3 Modulasi

Modulasi adalah proses perubahan gelombang periodik berubah menjadi sinyal yang membawa suatu informasi. Didalam modulasi digital, informasi yang dibawa berupa bentuk pulsa, dengan memiliki dua kondisi, yaitu 0(*on*) dan 1(*off*). OOK adalah teknik modulasi yang paling digunakan untuk IM / DD dalam komunikasi optik dikarenakan oleh kesederhanaannya. Sedikit diwakili oleh pulsa optik yang menempati seluruh durasi bit sementara diwakili oleh tidak adanya pulsa optik [4].

Modulasi OOK memiliki 2 subunit, yaitu NRZ dan RZ. Baik untuk *return-to-zero (RZ)* dan *nonreturn-to-zero (NRZ)* skema dapat diterapkan. Dalam skema NRZ, pulsa dengan durasi yang sama dengan durasi bit ditransmisikan untuk mewakili 1 saat dalam skema RZ hanya menempati sebagian durasi bit [4].

2.4 Kanal

Line Of Sight (LOS) adalah kanal yang dipergunakan dalam percobaan ini. LOS merupakan jalur tidak terhalang dari komunikasi antara pemancar dan penerima, *Transmitter* mengarahkan sinar cahaya ke arah penerima secara langsung [5]. Kanal LOS memiliki jumlah kesalahan bit yang sedikit, karena tidak terdapat obstacle di dalam ruangan.

2.5 Reflektor

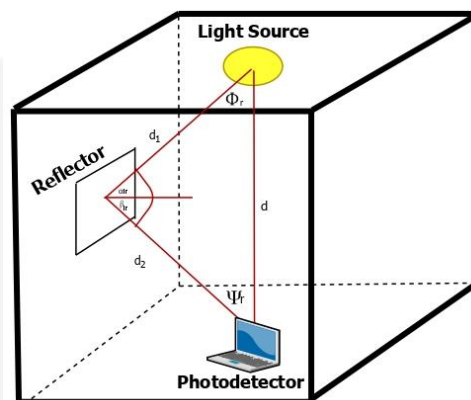
Sinar yang datang mengenai suatu permukaan obyek akan dipantulkan dengan sudut yang sama besar terhadap normal pada bidang yang dikenai disebut dengan refleksi. Reflektor adalah alat yang bias memantulkan cahaya atau gelombang elektromagnetik lainnya. Dalam lingkungan ruangan, penerima sinyal optic mengalami dispersi waktu karena refleksi dari dinding atau objek[1]. Iluminasi gelombang cahaya yang paling maksimal ialah terdapat pada sudut 0° dan seiring mengalami penurunan dengan penambahan sudut menjauhi sumber lampu tersebut [6].

2.6 Bit Rate

Bit rate adalah jumlah bit yang diproses per unit waktu. Kecepatan bit dikuantifikasi menggunakan satuan bit per detik, seperti *Kilo byte per second* (Kbps), *Mega byte per second* (Mbps), atau *Giga byte per second* (Gbps).

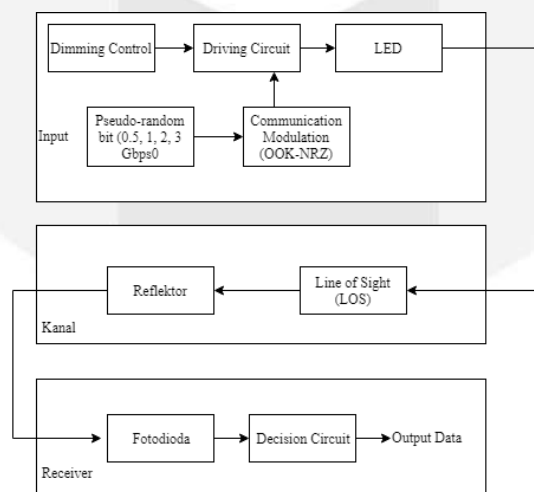
3.1 Pembahasan dan Perancangan Sistem

Dalam bab ini, akan dilihat konsep perancangan Tugas Akhir ini. Sistem ini dirancang di dalam ruangan, dengan *receiver* berada di bawah *transmitter*, dan terdapat satu buah reflektor berupa cermin pantul yang diletakkan pada salah satu sisi ruangan dengan koefisien pantul sebesar 80%, dengan menggunakan modulasi OOK-NRZ.



Gambar 3. 1 Model penelitian sistem

3.1.1 Blok Diagram Alir



Gambar 3. 2 Blok diagram VLC

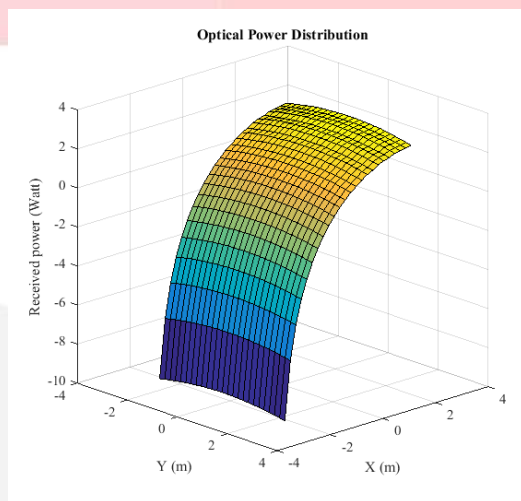
Gambar 3.2 terdapat *Dimming Control* memiliki peran untuk memberi masukan untuk sinyal listrik, jika *dimming control* menyala maka sinyal listrik bisa merambat masuk ke dalam sistem. *Dimming*

control memiliki hubungan langsung dengan *driver circuit*, yang berfungsi untuk mengaktifkan blok *transmitter* agar dapat bekerja. *Driver circuit* juga berfungsi untuk mengaktifkan LED dan komponen-komponen di dalamnya. Penambahan reflektor dimaksudkan untuk receiver melakukan mobilitas yang dapat menerima nilai masukan secara lebih maksimal. Pada komponen LED akan mentransmisikan sinyal pembawa informasi dengan penggunaan sinyal keluaran berupa cahaya, prinsip kerja dioda adalah menghasilkan arus listrik yang membentuk fungsi linear terhadap cahaya yang diserap dengan udara sebagai media rambat. Sinyal informasi yang sudah menjadi dimodulasi dari blok *transmitter* akan dikirim ke blok *receiver*.

Dalam blok *receiver*, informasi-informasi tersebut di deteksi dan di tangkap oleh fotodioda. Fotodioda yang digunakan adalah jenis PIN. Setelah proses di fotodioda selesai, akan dilakukan *decision circuit* yang berfungsi untuk meloloskan sinyal dengan nilai yang lebih besar dibandingkan *threshold* dianggap 1, dan sinyal yang nilainya berada di bawah *threshold* dianggap bit 0.

4. Analisis Simulasi

Pada pembahasan bab ini, dapat terlihat hasil simulasi sistem VLC dalam ruangan dengan menggunakan reflektor di salah satu sisi ruangan, serta menggunakan model kanal LOS. Dalam simulasi ini juga menggunakan satu buah modulasi, yaitu modulasi OOK-NRZ, dan satu buah LED dengan daya 2 Watt

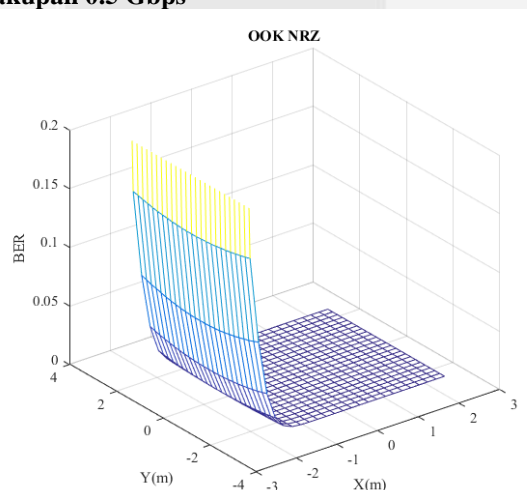


Gambar 4.1 Distribusi cahaya dalam satu reflektor.

Gambar 4.1 menjelaskan bahwa bagian yang berwarna lebih terang adalah bagian dengan distribusi cahaya yang besar, apabila warna berubah menjadi berwarna lebih gelap, maka bagian tersebut memiliki distribusi cahaya yang kecil, dan pada koordinat (-2,5 2,5) tidak mendapat distribusi cahaya karena memiliki nilai jarak terjauh dari LED dan reflektor. Pada hasil simulasi tersebut, nilai daya minimum adalah 0 Watt, sementara nilai daya maksimum adalah 1.8822 Watt, dan nilai daya rata-rata adalah sebesar 1.0952 Watt.

4.1 Analisis Luas Cakupan

4.1.1 Analisis Luas Cakupan 0.5 Gbps

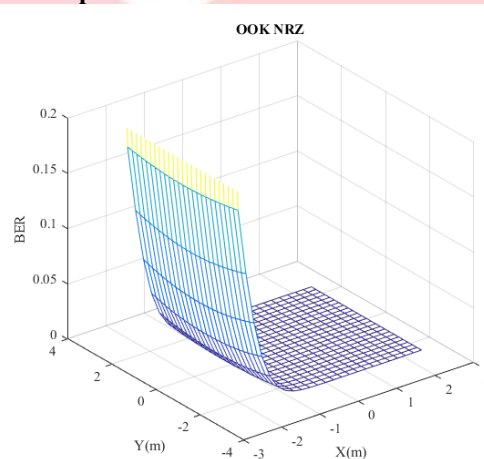


Gambar 4.2. Daerah cakupan *bit rate* 0.5 Gbps.

Terlihat Berdasarkan hasil simulasi di ruang berukuran 5x5x4 m, menggunakan 1 LED berukuran 2 Watt, dengan bit rate 0.5 Gbps dapat menghasilkan 513 *cell* yang memenuhi syarat BER = 10^{-3} luas cakupan yang didapatkan adalah 20.52 m².

warna yang lebih terang mendapat nilai BER yang tidak memenuhi syarat yaitu BER = 10^{-3} semakin gelap warna pada bagian dari hasil simulasi tersebut, maka kualitas pengiriman data akan semakin baik dan memenuhi syarat BER = 10^{-3} . Nilai BER yang memenuhi syarat terjadi mulai pada daya terima sebesar 0.499 Watt dengan jarak 4.6218 m dari reflektor. Dengan nilai maksimum yang didapatkan adalah BER senilai 0, jika BER didapatkan dengan nilai 0, maka dipastikan tidak terjadi kesalahan bit dalam pengirimannya, dan menerima seluruh data dari *transmitter*.

4.1.2 Analisis Luas Cakupan 1 Gbps

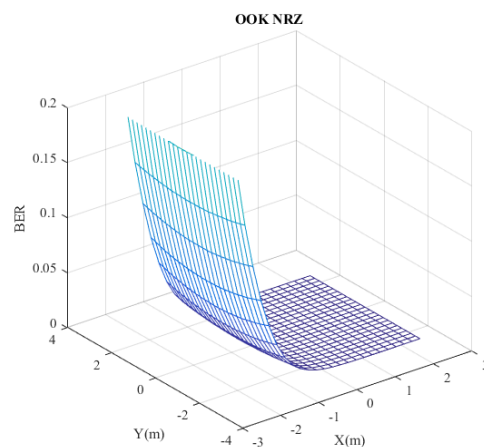


Gambar 4.3. Daerah cakupan bit rate 1 Gbps.

Gambar 4.3 menunjukkan simulasi sistem VLC pada ruangan 5x5x4 m, satu lampu LED berdaya 2 Watt, dengan bit rate sebesar 1 Gbps dan menggunakan modulasi OOK-NRZ. Dengan parameter tersebut menghasilkan nilai BER. Nilai BER yang memenuhi syarat 10^{-3} dari hasil simulasi didapatkan 471 *cell*, dan daerah luas cakupan yang didapatkan adalah senilai 18.84 m².

Berdasarkan simulasi yang berbentuk tiga dimensi tersebut, bagian yang berwarna cenderung lebih terang mendapat hasil yang kurang baik atau tidak memenuhi syarat BER = 10^{-3} , dibandingkan bagian berwarna lebih gelap yang mendapat nilai memenuhi syarat atau nilai BER = 10^{-3} . Nilai dari BER yang memenuhi syarat terjadi dimulai dari daya terima sebesar 0.664 Watt, dan dengan jarak antara reflektor menuju *receiver* adalah sebesar 4.25 m.

4.1.3 Analisis Luas Cakupan 2 Gbps



Gambar 4.4. Daerah cakupan bit rate 2 Gbps.

Dalam simulasi ini dilakukan di ruangan dengan ukuran dan LED dengan daya yang sama dengan simulasi sebelumnya, tetapi menggunakan bit rate yang berbeda, dalam simulasi ini menggunakan bit rate dengan nilai 2 Gbps. Nilai BER yang memenuhi syarat 10^{-3} mendapatkan jumlah *cell* sejumlah 400, dan

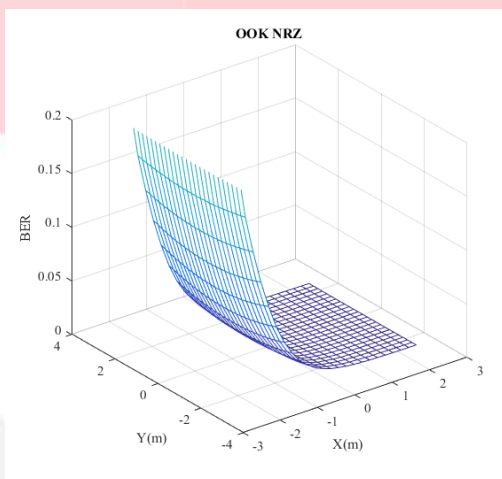
memiliki area luas cakupan dengan nilai 16 m^2 .

Gambar 4.4 bagian dengan berwarna lebih terang mendapat nilai BER yang buruk, dan bagian yang berwarna lebih gelap mendapat nilai BER yang baik. Nilai dari BER yang memenuhi syarat terjadi dimulai pada daya 0.966 Watt, dari nilai daya tersebut memiliki jarak dari reflektor ke *receiver* adalah 3.710 m, diantara jarak tersebut tidak terdapat *bit error* pada saat pengiriman bit.

4.1.4 Analisis Luas Cakupan 3 Gbps

Simulasi terakhir ini, tetap dengan parameter ruangan, LED, dan modulasi yang sama. Tetapi menggunakan nilai bit rate yang berbeda, yaitu dengan nilai 3 Gbps. Nilai BER yang memenuhi syarat 10^{-3} mendapatkan 366 *cell*, dan 14.56 m^2 . Sama halnya dengan simulasi sebelumnya, bagian dengan berwarna lebih terang mendapatkan nilai BER yang buruk, sementara bagian dengan warna lebih gelap mendapatkan nilai BER yang lebih baik.

Nilai BER yang memenuhi syarat terjadi dimulai dari daya 1.154 Watt, dengan jarak antara *receiver* terhadap reflektor adalah 3.366 m, di dalam jarak tersebut tidak terjadi kesalahan dalam pengiriman data.

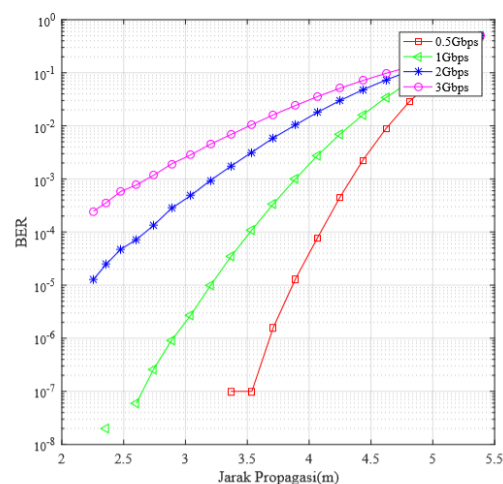


Gambar 4.5. Daerah cakupan bit rate 3 Gbps.

4.2 Analisis BER terhadap Jarak

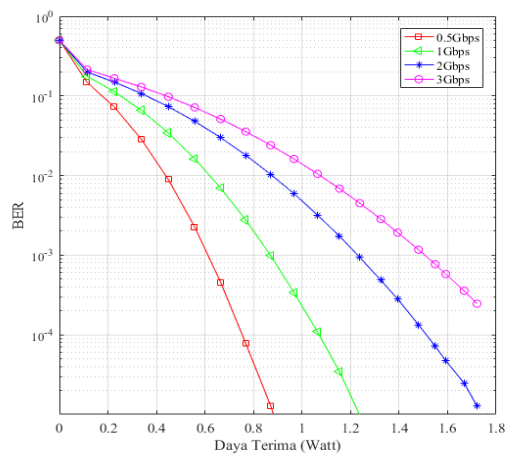
BER yang dihasilkan simulasi dari ukuran ruangan $5 \times 5 \times 4 \text{ m}$, satu buah LED berdaya 2 Watt, menggunakan modulasi OOK-NRZ, dan menggunakan bit rate dengan nilai 0.5 Gbps, 1 Gbps, 2 Gbps, dan 3 Gbps. Data yang diambil berasal dari area cakupan tepat berada di bawah lampu dengan daya terendah senilai 0 Watt dan daya tertinggi dengan nilai 1.8822 Watt. Daya terendah memiliki jarak terjauh dari reflektor.

Dalam simulasi ini terdapat nilai BER sebesar 1 karena terdapat area cakupan yang tidak mendapat distribusi daya terima pada koordinat 2.5 -2.5. Untuk memenuhi nilai BER 10^{-3} pada bit rate 0.5 Gbps dapat dicapai pada daya 0.4398 Watt, pada bit rate 1 Gbps dicapai pada daya 0.6252 Watt, dalam bit rate 2 Gbps dicapai pada 0.9669 Watt, dan pada bit rate 3 Gbps dicapai pada 1.1542 Watt.



Gambar 4.6. BER terhadap jarak.

4.3 Analisis BER Terhadap Power



Gambar 4.7. BER terhadap power

Pada Gambar 4.6 tersebut nilai BER berpengaruh terhadap daya terima yang berasal dari pancaran LED. Dalam simulasi ini terdapat nilai BER sebesar 1 karena terdapat area cakupan yang tidak mendapat distribusi daya terima pada koordinat 2.5 -2.5. Untuk memenuhi nilai BER 10^{-3} pada bit rate 0.5 Gbps dapat dicapai pada daya 0.4398 Watt, pada bit rate 1 Gbps dicapai pada daya 0.6252 Watt, dalam bit rate 2 Gbps dicapai pada 0.9669 Watt, dan pada bit rate 3 Gbps dicapai pada 1.1542 Watt.

Semakin besar daya terima maka nilai BER yang dihasilkan akan semakin kecil, dan semakin memenuhi syarat untuk VLC. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai bit rate 0.5 Gbps menghasilkan nilai BER yang lebih kecil dibanding bit rate lainnya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi sistem VLC diatas, menggunakan penambahan satu buah reflektor di salah satu sisi ruangan, dan bit rate dengan nilai 0.5 Gbps, 1 Gbps, 2 Gbps, dan 3 Gbps dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Bit Rate dengan nilai 0.5 Gbps mendapat hasil terbaik, dibandingkan dengan bit rate 1 Gbps, 2 Gbps, dan 3 Gbps. Hal ini dibuktikan dengan data BER yang mendapatkan 10^{-3} lebih banyak yang memenuhi syarat sistem VLC. Pada bit rate 0.5 Gbps jarak maksimal adalah 4.7878 m, dalam bit rate 1 Gbps memiliki nilai 4.7331 m, sementara pada bit rate 2 Gbps mendapatkan 4.4738 m, dan pada bit rate 3 Gbps nilai jarak maksimal adalah 4.0726 m. Dari data tersebut dapat diartikan bahwa bit rate dengan 0.5 Gbps memiliki jarak yang lebih jauh.
2. Dalam segi besarnya daya, untuk memenuhi nilai BER 10^{-3} bit rate 0.5 Gbps mendapatkan nilai daya 0.4398 Watt, untuk 1 Gbps nilai daya nya adalah 0.6252 Watt, sementara untuk bit rate 2 Gbps adalah 0.8902 Watt dan yang terakhir bit rate 3 Gbps mendapatkan nilai daya sebesar 1.0757 Watt untuk memenuhi BER 10^{-3} Dengan demikian bit rate 0.5 Gbps mendapatkan nilai daya yang paling rendah.
3. Bit rate 0.5 Gbps memiliki performa yang lebih baik jika dibandingkan dengan ketiga bit rate lainnya, bisa dilihat berdasarkan luas cakupan masing-masing bit rate untuk memenuhi BER 10^{-3} . Bit rate 0.5 Gbps memiliki area cakupan sebanyak 525 cell, dengan luas 20.52 m² pada bit rate 1 Gbps memiliki 475 cell area cakupan, seluas 18.84 m² sementara pada 2 Gbps area cakupan sebesar 400 cell, dengan luas 16 m², dan yang terakhir 3 Gbps memiliki daerah cakupan dengan nilai 364 cell, dan dengan luas 14.56 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Haas, "High-speed wireless networking using visible light," SPIE Newsroom, vol. 1, no. 1, 2013.
- [2] S. Cho, G. Chen, H. Chun, J. P. Coon, and D. O'Brien, "Impact of multipath reflections on secrecy in vlc systems with randomly located eavesdroppers," in 2018 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC). IEEE, 2018, pp. 1–6.
- [3] R. R. Sharma, A. Sanganal et al., "Li-fi technology: Transmission of data through light," International Journal of Computer Technology and Applications, vol. 5, no. 1, p. 150, 2014.
- [4] T. Cevik and S. Yilmaz, "An overview of visible light communication systems," arXiv preprint arXiv:1512.03568, 2015.
- [5] Z. Ghassemlooy, W. Popoola, and S. Rajbhandari, Optical wireless communications: system and channel modelling with Matlab R . CRC press, 2019.
- [6] K. Lee, H. Park, and J. R. Barry, "Indoor channel characteristics for visible light communications," IEEE communications letters, vol. 15, no. 2, pp. 217–219, 2011.
- [7] B. Crowell, Light and matter. B. Crowell, 2017.
- [8] K. Sindhubala and B. Vijayalakshmi, "Design and performance analysis of visible light communication system through simulation," in 2015 International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCT). IEEE, 2015, pp. 215–220.
- [9] R. H. A. Prastica, "Analisis pengaruh penambahan reflector terhadap tegangan keluaran modul solar cell," Ph.D. dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.