

## PENGARUH ORIENTASI RECEIVER DAN MULTI BIT-RATE PADA SISTEM VISIBLE LIGHT COMMUNICATION DI DALAM RUANGAN

*(Impact Of Receiver Orientation And Multi Bit-Rate At Visible Light Communication System  
For Closed Room)*

Fida Septiani Putri, Desti Madya Saputri, S.T.,M.T., Brian Pamukti,S.T.M.T

<sup>1,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>email1@telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>email2@telkomuniversity.co.id, <sup>3</sup>email3@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

Sistem Komunikasi Optik merupakan sistem komunikasi yang saat ini perkembangannya cukup pesat dan menjadi suatu hal yang sedang diriset untuk menjadikan teknologi di masa depan, salah satu yang sedang berkembang pesat dinamakan teknologi *Visible Light Communication* (VLC), yang dimana teknologi tersebut sangat diminati untuk menunjang kebutuhan pengembangan sebuah teknologi informasi dan komunikasi. Teknologi VLC dipilih untuk mengurangi masalah padatnya penggunaan spektrum radio seperti yang digunakan pada teknologi WiFi dan sistem radio seluler. Teknologi komunikasi ini memanfaatkan sumber cahaya yaitu *Light Emitting Diode* (LED) sebagai *transmitter*, cahaya sebagai media transmisi, dan *photodetector* sebagai *receiver*.

Penulis melakukan simulasi dan menganalisis pada sistem *visible light communication* (VLC) menggunakan modulasi *On Off Keying Non Return to Zero* (OOK-NRZ). Selanjutnya penulis melakukan perbandingan dengan *Light Emitting Diode* (LED), lalu menggunakan multi *Bit-Rate* pada orientasi sudut penerima sebesar 0°, 15° dan 45° didalam ruangan yang tertutup yang berukuran 5m ×5m×3m.

**Kata Kunci:** VLC, LED, OOK-NRZ, Orientasi Sudut

### Abstract

Optical Communication System is a communication system that is currently developing fast enough and is becoming something that is being researched to make technology in the future, one of which is growing rapidly is called the technology of *Visible Light Communication* (VLC), which technology is in great demand to support the need for information and communication technology development. VLC technology was chosen to reduce the problem of its integrated use of radio as used in WiFi technology and cellular radio systems. Communication technology uses light sources namely *Light Emitting Diode* (LED) as a transmitter, light as a transmission medium, and *photodetector* as a receiver.

The author carries out simulations and analyzes on the visible light communication system (VLC) using the *On Off Keying Non Return to Zero* (OOK-NRZ) modulation. Next, the author made a replacement with *Light Emitting Diode* (LED), then used a *Multi Bit Rate* when it was approved the receiver angle was 0°, 15° and 45° in a closed room connected 5m ×5m×3m.

**Keywords:** VLC,LED,OOK-NRZ,Orientasi Sudut

### 1. Pendahuluan

Teknologi *Visible Light Communication* (VLC) merupakan bagian dari teknologi *Optical Wireless communication* (OWC) dimana teknologi optik ini digunakan tanpa menggunakan transmisi kabel (fiber optik). Teknologi VLC muncul dan dipilih untuk mengurangi masalah padatnya penggunaan spektrum radio seperti yang digunakan pada teknologi WiFi dan system radio seluler [1]. Karena transmisi yang digunakan pada teknologi VLC menggunakan sinar cahaya dari lampu LED bukan dari spektrum gelombang radio.

Pada Tugas Akhir ini dilakukan analisis dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB mengenai Pengaruh Orientasi Sudut penerima pada LED dengan menggunakan Multi *Bit-Rate* dalam *Visible Light Communication*. Perbedaan penggunaan jumlah *Bit-Rate* untuk memberikan suatu hasil yang paling optimal dengan orientasi sudut penerima yang sudah ditentukan sebelumnya.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Visible Light Communication (VLC)

Teknologi *Visible Light Communication* (VLC) merupakan bagian dari teknologi *Optical Wireless communication* (OWC) dimana teknologi optik ini digunakan tanpa menggunakan transmisi kabel (fiber optik). Teknologi (VLC) dapat diimplementasikan untuk transmisi data juga. Data yang dikirimkan memiliki jumlah yang banyak maka dibutuhkan memakai metoda *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) pada tahun 2012 yang telah diteliti oleh **Talha A. Khan (Talha A, et al)** [5]. Teknologi VLC dipilih untuk mengurangi masalah padatnya penggunaan spektrum radio seperti yang digunakan pada teknologi WiFi dan sistem radio seluler. Teknologi komunikasi ini memanfaatkan sumber cahaya yaitu *Light Emitting Diode* (LED) sebagai *transmitter*, cahaya sebagai media transmisi, dan *photodetector* sebagai *receiver*.

### 2.2 Light Emitting Diodes (LED)

LED adalah diode yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju. LED dapat memancarkan cahaya karena menggunakan doping gallium, arsenic dan phosphorus. LED merupakan salah satu jenis diode, dimana hanya mengalirkan arus listrik satu arah saja. LED akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan listrik minimal sebesar 20 mA. Apabila dialiri tegangannya lebih besar dari 20 mA maka LED akan rusak.

### 2.3 Cahaya

Cahaya merupakan suatu bagian yang berbagai jenis gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik tersebut mempunyai frekuensi dan panjang tertentu, bahwa nilainya dapat dibedakan dari energi cahaya dalam spektrum elektromagnetiknya. Gelombang cahaya mampu merangsang retina mata, yang akan menghasilkan penglihatan yang biasa disebut pandangan. Maka dari itu, penglihatan memerlukan mata yang berfungsi dan cahaya yang nampak [3].

### 2.4 Modulasi OOK-NRZ

Modulasi adalah proses proses sisi pemancar untuk memperoleh transmisi yang efisien. Modulasi digital adalah suatu sinyal analog demodulasi berdasarkan aliran digital. Modulasi digital pada dasarnya terbagi menjadi tiga jenis, yaitu: PSK (*Phase Shift Keying*), FSK (*Frequency Shift Keying*), ASK (*Amplitudo Shift Keying*). Modulasi OOK (On-Off Keying) termasuk kedalam bagian dari ASK (*Amplitudo Shift Keying*) dan merupakan modulasi yang paling sederhana dibandingkan yang lainnya. Modulasi OOK terdapat dua subsistem yaitu OOK-NRZ dan OOK-RZ.

### 2.5 Bit-Rate

Semua media berbasis data digital pada prinsipnya hanyalah kumpulan bit. Kumpulan bit inilah yang membuat kita bisa melihat gambar, teks, suara, video, internet, smartphone, atau media digital yang lainnya. Bit punya dua nilai yaitu "1" atau "0". Tapi dari "1" dan "0" ini, komputer bisa menyusun menjadi apapun dan dapat menampilkan dilayar. Banyaknya bit yang diproses setiap detik oleh sebuah file video ketika video itu diputar. Dimana satuannya kilobit per detik (Kbps) atau megabit per detik (Mbps).

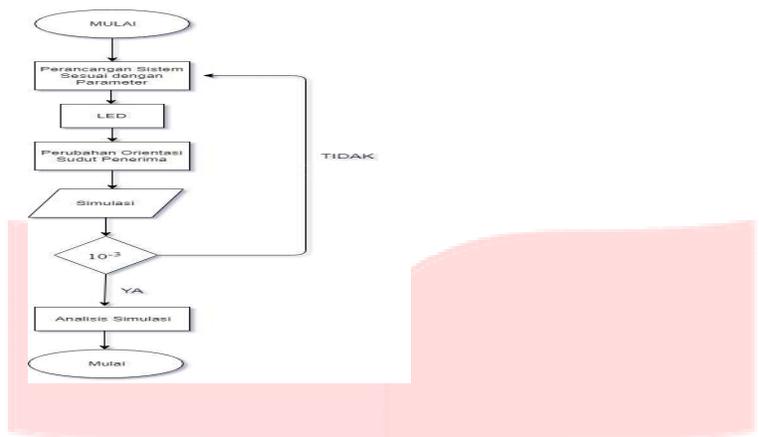
### 2.6 Photodiode

*Photodiode* adalah suatu jenis diode yang resistensinya akan berubah-ubah apabila terkena sinar cahaya yang dikirim oleh *transmitter* "LED". Resistansi dari *photodiode* dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya, semakin banyak cahaya yang diterima maka semakin kecil resistansi dari *photodiode* dan begitu juga sebaliknya jika semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh sensor *photodiode* maka semakin besar nilai resistansinya. *Photodiode* yang digunakan pada penelitian sistem *Visible Light Communication* (VLC) bertipe C30810EH memiliki luas permukaan sebesar  $1 \text{ cm}^2$  dengan *Field of View* (FOV) sebesar  $77^\circ - 138^\circ$  yang akan menjangkau ruang pandang secara optimal

## 3. Pembahasan

### 3.1 Diagram Alir Skenario Simulasi

Diagram alir dari skenario simulasi yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut



Gambar 3.1 Diagram Alur Skenario Simulasi

Dari gambar 3.1 menyatakan bahwa alur skenario simulasi pada sistem VLC yang dibuat pada Tugas Akhir ini yaitu dengan menggunakan modulasi OOK-NRZ dengan LED dan menggunakan Bit Rate yang telah ditentukan yaitu 1 Gbps, 2 Gbps dan 3 Gbps dan memiliki orientasi sudut penerima yang berbeda dengan jumlah sebesar 0°, 15°, 45°. Yang kedua melakukan simulasi agar mendapatkan BER sebesar 10<sup>-3</sup>. BER sebesar 10<sup>-3</sup> karena di Tugas Akhir bit error rate mempunyai tingkat toleransi minimal bit yang error adalah 10<sup>-3</sup> dapat diartikan sebagai 1 bit error dari 1000 bit yang ditransmisikan.

### 3.2 Desain Simulasi VLC

#### 3.2.1 Dimensi Ruang

Ruangan pada simulasi Tugas Akhir ini dengan ruangan yang tertutup, sehingga tidak ada cahaya (tampak) lain yang menyebabkan noise pada cahaya LED. Ukuran ruangan pada simulasi ini adalah sebesar 5 × 5 × 3 meter.

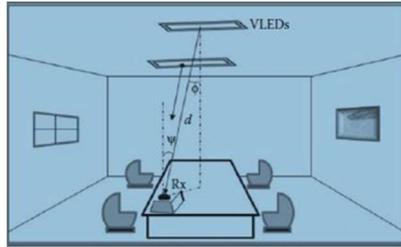
#### 3.2.2 Spesifikasi Fotodioda

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, fotodioda yang digunakan adalah fotodioda yang memiliki tipe C30810EH, karena tipe tersebut memiliki luas permukaan sebesar 1cm<sup>2</sup> dengan Field of View (FOV) sebesar 70°.

Parameter		Nilai
Ruangan	Ukuran	5m x 5m x 3m
Source	Jenis	Lampu LED
	Jumlah	1 buah
	Daya	7 Watt/LED
	Koordinat LED	(2.5, 2.5, 3) ditengah
Fotodioda	Area detektor	1 cm <sup>2</sup>
	Receive Angle	0°, 15°, 45°.
	Responsivitas	0.55 A/W
Lain-lain	Bit Rate	1 Gbps, 2 Gbps dan 3 Gbps
	Jumlah Bit	1000.000 bit

#### 3.2.3 Skenario Orientasi Sudut Penerima

Tugas Akhir ini memiliki beberapa skenario orientasi sudut penerima yaitu sebagai berikut. Skenario ini bertujuan untuk mencari cakupan terluas dan daya terima sesuai dengan orientasi sudut penerima, dimana dari skenario tersebut dapat melihat hasil BER yang dihasilkan.



Gambar 3.3 Ilustrasi Visible Light Communication [7]

Pada Gambar 3.3 merupakan suatu ilustrasi dari penggunaan orientasi sudut penerima terhadap transmitter. Pada Tugas Akhir ini skenario yang dibuat pada penggunaan orientasi sudut sebesar 0°, 15°, 45°.

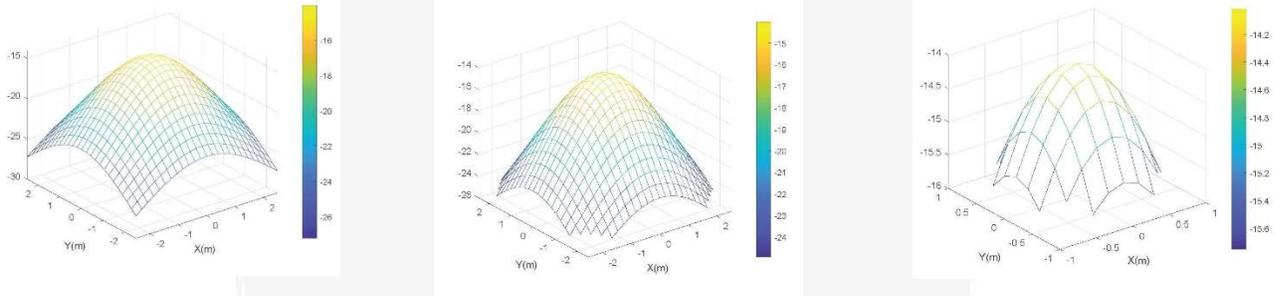
**3.2.4 Skenario 1 dengan menggunakan LED dengan jumlah Bit-Rate 1 Gbps, 2 Gbps dan 3 Gbps**

Skenario pertama menggunakan LED yang di mana letaknya tepat ditengah-tengah ruangan. Lalu pada bagian receiver diukur nilai BER, dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Keluaran yang dianalisis yaitu performansi dari masing masing orientasi sudut yang diterima receiver dengan sudut terima yaitu sebesar 0°, 15° dan 45°. Selain itu, dari masing2 sudut dengan masing masing Bit-Rate yang telah ditentukan juga sebesar 1 Gbps, 2 Gbps dan 3 Gbps. Dengan nilai BER maksimal yaitu BER=10<sup>-3</sup>.

**3.25 Skenario 2 dengan menggunakan LED dengan jumlah Bit-Rate 1 Gbps, 2 Gbps dan 3 Gbps dengan menggunakan Orientasi Sudut 0°, 15° dan 45°.**

Pada skenario ini sama hal nya dengan skenario yang pertama, yang dibedakan hanya pada peletakkan orientasi sudut di setiap device pada masing masing Bit-Rate yaitu dengan sudut 0°, 15° dan 45°. Dengan nilai BER maksimal yaitu dengan nilai BER=10<sup>-3</sup>.

**3.4.6 Skenario Perhitungan Simulasi pada orientasi sudut 0°, 15° dan 45° secara berturut turut.**

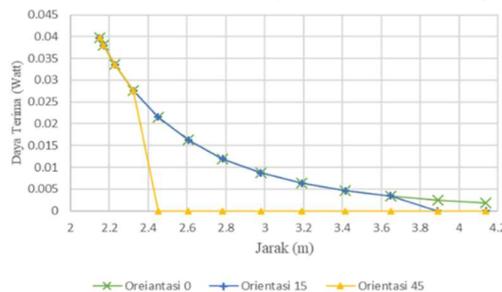


**4. Analisis Simulasi Sistem**

**4.1 Analisis Hasil Simulasi Skenario**

Pada bab ini menampilkan hasil simulasi sistem VLC pada ruangan 5m × 5m × 3m dengan model kanal LOS. Pada simulasi ini terhadap beberapa variasi yang dikerjakan, diantaranya yaitu dengan menggunakan satu LED pada tengah transmitter dengan daya sebesar 7 watt/LED dan pada sisi receiver masing masing menggunakan orientasi sudut sebesar 0°, 15° dan 45° dan jumlah bit-rate sebesar 1 Gbps, 2 Gbps dan 3 Gbps. Pada akhir simulasi ini dilakukan kalkulasi terhadap rasio daya yang diterima dan cakupan luas komunikasi yang dapat diterima dengan batas minimal bit error rate yaitu 10<sup>-3</sup> selanjutnya dilakukan analisis.

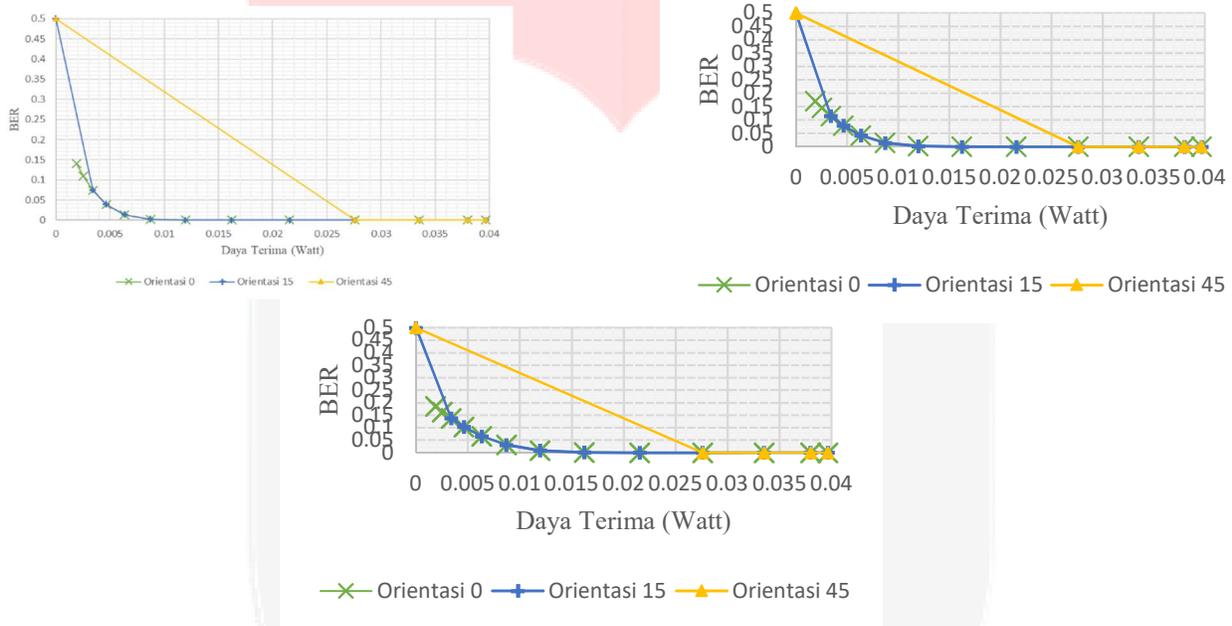
**4.1.1 Pengujian Pada Perbandingan daya terima terhadap Orientasi Sudut penerima**



**Gambar 4.1** Grafik perbandingan daya terhadap jarak pada satu lampu dengan sudut orientasi penerima.

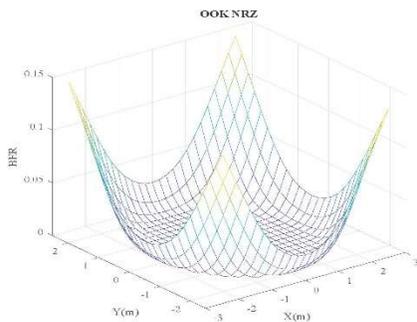
Gambar 4.1 menunjukkan perbandingan dari daya yang diterima terhadap jarak. Dari gambar tersebut dapat dilakukan analisis bahwa saat menggunakan orientasi sudut penerima  $0^\circ$  menghasilkan daya terima terendah sebesar 0.00189 watt pada jarak 4.138 m dan daya paling besar adalah 0.039 watt pada jarak 2.15 m. Sedangkan pada orientasi sudut penerima  $15^\circ$  menghasilkan daya terima terendah sebesar 0 watt pada jarak 4.137 m dan daya paling besar adalah 0.0396 watt pada jarak 2.15 m. Dan saat menggunakan orientasi  $45^\circ$  menghasilkan daya terima terendah sebesar 0 watt pada jarak 4.137 m dan daya paling besar adalah 0.039 watt pada jarak 2.15 m. Pengujian ini menggunakan LED dengan daya sebesar 7 Watt. Hal tersebut membuktikan bahwa semakin besar orientasi sudut penerima maka daya yang diterima semakin kecil atau cakupannya semakin sempit.

**4.1.2 Pengujian pada perbandingan daya terima terhadap BER dengan menggunakan bit-rate sebesar 1 Gbps, 2 Gbps dan 3 Gbps.**

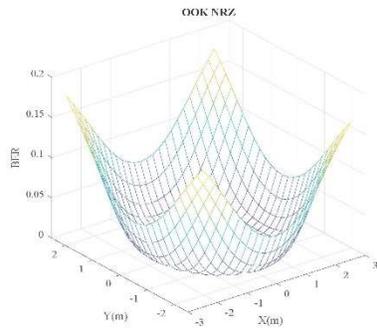


**4.2 Distribusi BER terhadap Daya Terima**

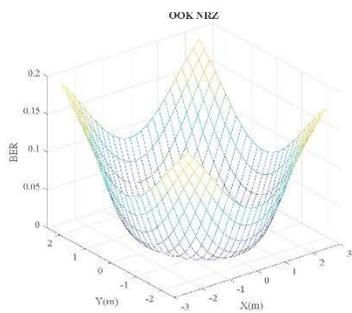
**4.2.1 Distribusi BER pada satu LED dengan menggunakan 1 Gbps, 2 Gbps dan 3 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar  $0^\circ, 15^\circ$  dan  $45^\circ$ .**



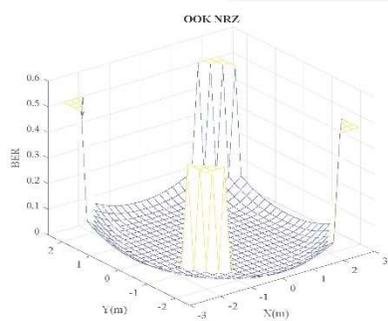
**Gambar 4.4** Grafik bit error rate pada satu buah LED dengan menggunakan 3 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar  $0^\circ$



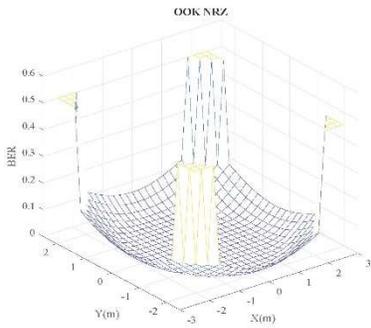
**Gambar 4.5** Grafik *bit error rate* pada satu buah LED dengan menggunakan 2 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar  $15^\circ$



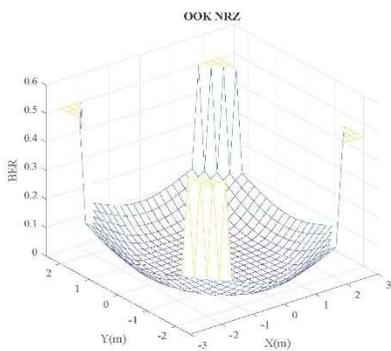
**Gambar 4.6** Grafik bit error rate pada satu buah LED dengan menggunakan 3 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar  $0^\circ$ .



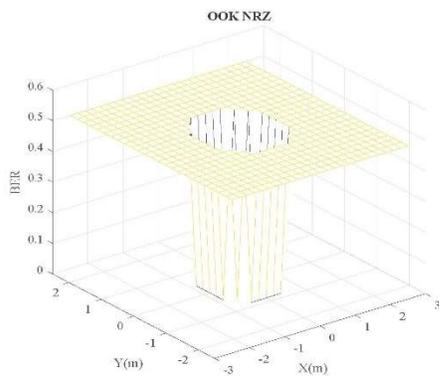
**Gambar 4.7** Grafik bit error rate pada satu buah LED dengan menggunakan 1 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar 15°.



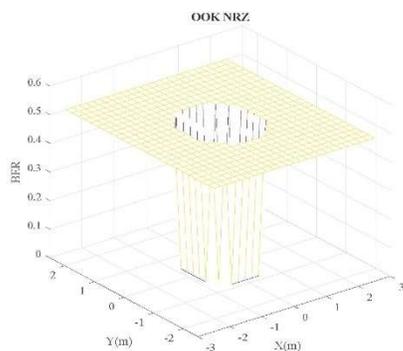
**Gambar 4.9** Grafik bit error rate pada satu buah LED dengan menggunakan 2 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar 15°.



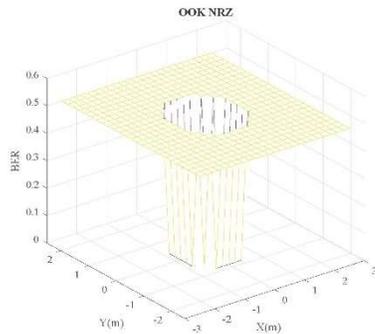
**Gambar 4.10** Grafik bit error rate pada satu buah LED dengan menggunakan 3 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar 15°.



**Gambar 4.11** Grafik bit error rate pada satu buah LED dengan menggunakan 1 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar 45°.



**Gambar 4.12** Grafik bit error rate pada satu buah LED dengan menggunakan 2 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar  $45^\circ$ .



**Gambar 4.13** Grafik bit error rate pada satu buah LED dengan menggunakan 3 Gbps pada orientasi sudut penerima sebesar  $45^\circ$ .

## 5. Kesimpulan

1. Distribusi dari daya terima dapat disimpulkan yaitu semakin besar Orientasi sudut penerima maka daya yang diterima semakin kecil dan cakupannya semakin sempit. Cakupan komunikasi terbesar yang didapat dengan cakupan luas sebesar  $15.4 \text{ m}^2$  pada Orientasi sudut penerima  $0^\circ$  dan cakupan tersempit yaitu sebesar  $2.76 \text{ m}^2$  pada Orientasi sudut  $45^\circ$ .
2. Semakin kecil daya yang diterima maka semakin besar nilai BER nya. Dan semakin besar Orientasi sudut penerima maka semakin besar nilai BER nya. Pada nilai daya terima maksimum sebesar 0.039 Watt dengan BER sebesar 0, dan minimum daya terima sebesar 0 Watt dengan BER sebesar 0.5005.
3. Pada Bit-Rate 1, 2 dan 3 Gbps, besar orientasi sudut penerima mempengaruhi cakupan komunikasi. Semakin besar orientasi sudut penerima dan Bit-Rate maka cakupan komunikasi yang didapat semakin kecil.

## Daftar Pustaka:

- [1] Povey, Dr Gordon, 2011, *Visible Light Communication*.
- [2] Darlis, Arsyad Ramadhan; Lidyawati, Lita; Jambola, Licia; Wulandari, Nurul N, 2014, *Implementasi sistem komunikasi video menggunakan VLC (Visible Light Communication)*.
- [3] Jamil, Sifral, 2013, *Teori Dasar Cahaya*.
- [4] Priyadi, 2012, *LED (Light Emitting Diode)*.
- [5] Arsyad, 2013, *Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi*.