

ANALISIS KINERJA MULTIPLE PULSE POSITION MODULATION TERHADAP INTERFERENSI LAMPU NEON PADA SISTEM VLC

MULTIPLE PULSE POSITION MODULATION PERFORMANCE ANALYSIS OF FLOURESCENT LAMP INTERFERENCE IN VLC SYSTEM

Naffisa Naufal Andriani¹, Akhmad Hambali², M.Irfan Maulana³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹ naffisanaufal@student.telkomuniversity.ac.id

² ahambali@telkomuniversity.ac.id ³ muhammadirfan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Teknologi *Visible Light Communication* (VLC) merupakan sistem komunikasi nirkabel yang menyampaikan informasi menggunakan spektrum cahaya tampak. VLC memiliki keunggulan tidak terpengaruh oleh interferensi elektromagnetik, namun dapat terpengaruhi interferensi dari cahaya lain. Terdapat dua jenis interferensi pada sistem VLC yaitu interferensi alami yang berasal dari cahaya matahari dan interferensi cahaya sekitar yang berasal dari lampu neon ataupun lampu pijar. Penelitian ini membahas tentang pengaruh interferensi cahaya lampu neon pada sistem VLC dengan menggunakan modulasi *Multiple Pulse Position Modulation* (MPPM) di dalam ruangan 10x10x3 meter dengan kanal *Line Of Sight* (LOS).

Kata kunci: *Visible Light Communication, SNR, LED, Lampu Neon, Bit Error Rate*

Abstract

Visible Light Communication (VLC) technology is a wireless communication system that transmit information using the visible light spectrum. VLC has the advantage of not being affected by electromagnetic interference, but can be affected by interference from ambient light. There are two types of interference in the VLC system, namely natural interference from sunlight and ambient light interference from fluorescent or incandescent lamps. This study discusses the effect of fluorescent light interference on the VLC system using Multiple Pulse Position Modulation (MPPM) in a 10x10x3 meter room with Line Of Sight (LOS) channel.

Keywords: *Visible Light Communication, SNR, LED, Fluorescent Lamp, Bit Error Rate*

1. Pendahuluan

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era modern ini membuat teknologi telekomunikasi juga ikut berkembang dalam hal peningkatan performansi guna memenuhi kebutuhan. Salah satu sistem komunikasi yang mengalami perkembangan hingga saat ini adalah komunikasi nirkabel. Salah satu bentuk perkembangannya yaitu *Visible Light Communication* (VLC) dimana sistem komunikasi nirkabel tersebut menyampaikan informasi dengan memodulasi cahaya yang terlihat oleh mata manusia. Sistem komunikasi ini menggunakan gelombang elektromagnetik pada spektrum cahaya tampak antara 380 nm hingga 780 nm (385 - 789 THz)[1].

Berdasarkan penelitian [2] memaparkan pentingnya sumber interferensi cahaya sekitar pada sistem VLC. Interferensi yang berasal dari cahaya matahari dan lampu neon yang diaktifkan oleh elektronik *ballast* terbukti menjadi faktor utama interferensi dibandingkan dengan lampu pijar dan lampu neon yang di gerakkan oleh konvensional *ballast*. Pada Tugas Akhir ini, dilakukan penelitian tentang pengaruh interferensi cahaya lampu neon terhadap performansi sistem VLC dengan menggunakan modulasi *Multiple Pulse Position Modulation* (MPPM).

2. Dasar Teori

2.1 Visible Light Communication

Visible Light Communication (VLC) merupakan salah satu bentuk *Optical Wireless Communication* dimana VLC mengirimkan informasi dengan menggunakan cahaya tampak atau dapat dilihat oleh mata manusia. spektrum yang digunakan oleh VLC adalah spektrum elektromagnetika yang dapat tangkap oleh mata manusia. Spektrum tersebut memiliki panjang gelombang 380 nm – 780 nm dengan rentang frekuensi berkisar 385 – 789 THz [1].

2.2 LED

LED merupakan dioda semikonduktor yang aktif jika dialiri tegangan yang dihasilkan dari *forward bias*. Ketika persimpangan PN dialiri *forward bias* elektron yang berada pada wilayah-N dan

elektron yang berada pada wilayah-P akan menuju wilayah aktif utama. Ketika elektron bebas bergabung dengan momentum yang sebanding maka akan memancarkan foton yang akan menghasilkan cahaya dari LED[3].

2.3 Photodetector

Photodetector adalah alat untuk mengukur intensitas cahaya. Pada sistem VLC *photodetector* biasanya digunakan sebagai receiver. Salah satu jenis *photodetector* yang populer digunakan sebagai receiver pada sistem VLC adalah PIN Photodetector. PIN terbuat dari bahan semikonduktor tipe p dan n yang dipisahkan oleh wilayah n-doped yang sangat ringan [3].

2.4 Interferensi Lampu neon

Dalam sistem VLC akan selalu ada *noise termal* dari perangkat elektronik dan *shot noise* karena daya sinyal yang diterima oleh *photodetector* berasal dari cahaya sekitar (*ambient light*)[5]. Persamaan untuk menghitung interferensi yang didapat di sisi penerima dinyatakan sebagai berikut [2]:

$$H(t) = H_B + H_{interf}(t), \quad (1)$$

dimana, H_B rata-rata penyinaran dan H_{interf} merupakan variasi komponen dalam domain waktu.

Lampu neon merupakan salah satu sumber interferensi pada sistem VLC. Terdapat dua jenis lampu neon yaitu lampu neon yang diaktifkan oleh *ballast* konvensional dan lampu neon yang diaktifkan oleh *ballast* elektronik. Persamaan interferensi pada lampu neon konvensional *ballast* dapat dinyatakan sebagai berikut [1] :

$$iflour = \frac{I_B}{A_2} \sum_{i=1}^{20} [bi \cos(2\pi(100i - 50)t + \varphi_i) + ci \cos(2\pi \cdot 100it + \theta_i)], \quad (2)$$

dimana I_B merupakan *background noise*, A_2 merupakan konstanta index, bi dan φ_i merupakan amplituda dan fasa harmonik ganjil sedangkan ci dan θ_i merupakan amplituda dan fasa harmonik genap *fourier*.

2.5 Modulasi MPPM

Pulse Position Modulation (PPM) merupakan salah satu teknik modulasi yang digunakan dalam pengiriman informasi sistem OWC. Pada modulasi PPM, informasi dikodekan dalam posisi pulsa dari data input M-bit [3]. Terdapat berbagai perkembangan teknik modulasi PPM salah satunya adalah *Multiple Pulse Position Modulation* (MPPM). Modulasi MPPM dinilai lebih baik karena dapat mengefisiensi daya dibanding skema modulasi lainnya seperti OOK. MPPM dapat mentransmisikan pulsa dalam beberapa slot dalam satu blok sinyal. Bit masukan dapat dinotasikan sebagai berikut :

$$L = 2^M \quad (3)$$

dimana L merupakan level atau pulsa yang akan ditransmisikan dan M merupakan bit yang berupa bilangan bulat.

2.6 Kanal Transmisi

Dalam sistem komunikasi optik salah satunya VLC memiliki dua kondisi sistem komunikasi dalam ruangan yaitu *Line of Sight* (LOS) dan *Non-Line of Sight* (NLOS). Kondisi LOS merupakan keadaan dimana saat proses pengiriman informasi antara *transmitter* dan *receiver* tidak terdapat *obstacle* yang menghalanginya sementara NLOS terdapat *obstacle* diantara *transmitter* dan *receiver*. Pada kondisi LOS cahaya dari LED akan berfokus pada suatu titik dengan cakupan *Field-Of-View* (FOV) yang sempit.

Ketika sistem komunikasi optik dalam ruangan menggunakan LED sebagai *transmitter* dan *photodetector* sebagai *receiver*, distribusi sudut dari pola intensitas radiasi dimodelkan menggunakan persamaan Lambertian sebagai berikut [3] :

$$m_l = \frac{-\ln 2}{\ln \left(\cos \phi_{\frac{1}{2}} \right)}, \quad (4)$$

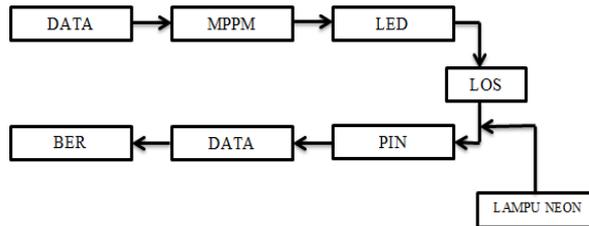
dengan $\phi_{1/2}$ merupakan LED setengah daya.

Untuk persamaan menghitung kanal LOS adalah sebagai berikut :

$$H = \frac{(m + 1) \cdot A_d \cdot \cos^{(m+1)} \cdot \phi}{2\pi d^2} , \tag{5}$$

dengan A_d adalah area *photodetector* pada *receiver*, ϕ merupakan sudut perpindahan terhadap *transmitter* dan d merupakan jarak antara *transmitter* dan *receiver*.

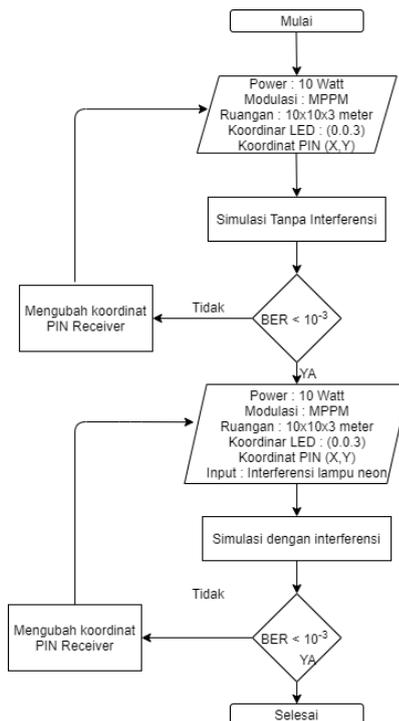
3. Perancangan dan Simulasi Sistem
3.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 1. Blok diagram sistem.

Pada Tugas Akhir ini terdapat rancangan blok diagram yang akan digunakan dimana rancangan tersebut direpresentasikan pada Gambar 1. pada bagian *transmitter* terdapat data masukan tentang spesifikasi sistem. *Transmitter* merupakan sumber informasi yang akan ditransmisikan berupa sinyal dalam bentuk cahaya. Selanjutnya terdapat modulator yang berfungsi untuk mengubah sinyal informasi menjadi sinyal *carrier* yang prosesnya disebut sebagai modulasi. Modulasi yang digunakan pada penelitian ini merupakan modulasi MPPM berupa 2-PPM, 4-PPM, dan 8-PPM. LED akan mentransmisikan data melalui kanal *Line Of Sight* (LOS). Selain itu, interferensi yang digunakan untuk mempengaruhi performansi sistem VLC adalah lampu neon dengan daya pancar sebesar 13 watt. Data yang ditransmisikan akan diterima oleh *photodetector* yang berupa PIN. *Photodetector* berfungsi untuk mengubah cahaya menjadi sinyal elektrik yang kemudian akan di demodulasi oleh demodulator yang berfungsi untuk mengubah sinyal pembawa menjadi sinyal informasi. Setelah itu, data akan dianalisa untuk mengetahui berapa daya yang akan diterima oleh *receiver* ketika ada interferensi dari cahaya lampu neon dan perhitungan BER digunakan untuk melihat performansi pada sistem VLC.

3.2 Diagram Alir Sistem



Gambar 2. Daigram alir sistem.

Pada Gambar 2. Merupakan gambar diagram alir dari Tugas Akhir ini. Pada Tugas Akhir ini terdapat 2 skenario yang akan disimulasikan. Skenario 1 merupakan skenario pengiriman data dengan menggunakan modulasi MPPM tanpa ada interferensi dari lampu neon. Skenario 2 merupakan skenario pengiriman data pada sistem VLC dengan menggunakan modulasi MPPM serta adanya pengaruh dari cahaya lampu neon.

3.3 Desain Pengujian VLC

Pada simulasi sistem Tugas Akhir ini, memfokuskan pada spesifikasi LED, modulasi, *photodetector*, kanal transmisi, dan interferensi yang digunakan.

3.3.1 Spesifikasi LED

LED yang digunakan pada tugas akhir ini menggunakan 1 buah LED dengan daya total sebesar 10 Watt. Lampu LED tersebut diletakkan ditengah atas ruangan dengan koordinat (0,0,3).

3.3.2 Spesifikasi Photodetector

Photodetector yang digunakan berjenis silicon PIN *Photodetector*. Tipe *photodetector* ini memiliki luas permukaan sebesar 1 cm^2 , memiliki *Field of View* (FOV) sebesar 70° dan memiliki responsivitas 0.55 A/W.

3.3.3 Modulasi M-PPM

Modulasi *Multi-level Pulse Position Modulation* (MPPM) adalah sebuah modulasi yang terdapat perubahan pulsa dari sebuah sumber cahaya.

3.3.4 Kanal

Pada Tugas Akhir ini menggunakan ruangan sebesar $10 \times 10 \times 3$ meter dengan kanal yang digunakan adalah *Line of Sight* (LOS).

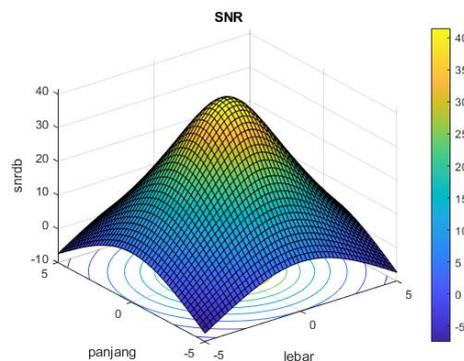
3.3.5 Interferensi Lampu Neon

Lampu neon yang digunakan sebagai interferensi pada Tugas Akhir ini sebanyak 1 buah dengan letak koordinat (5,0,3).

4. Hasil dan Analisis

Terdapat 2 skenario pada Tugas Akhir ini, skenario 1 merupakan skenario tanpa interferensi dan skenario 2 merupakan skenario dimana terdapat pengaruh dari interferensi lampu neon. Setelah dilakukan simulasi terhadap 2 skenario tersebut, maka di dapatkan hasil dan analisis sebagai berikut.

4.1 Distribusi SNR tanpa Interferensi Cahaya Lampu neon

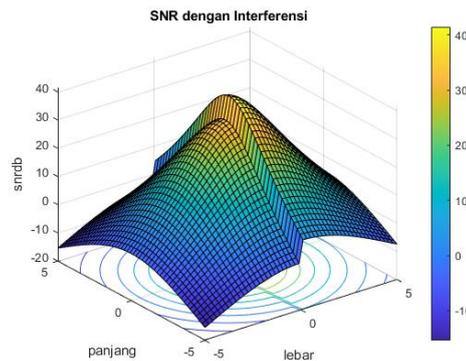


Gambar 3. Distribusi SNR di ruangan tanpa interferensi lampu neon

Pada skenario I, mendapatkan hasil distribusi SNR maksimum sebesar 1.4×10^4 atau setara dengan 41.46 dB yang berada pada koordinat (0,0) dan distribusi SNR minimum sebesar 0.1801 atau setara dengan -7.4441 dB. Nilai maksimum SNR terjadi pada koordinat dimana merupakan jarak terdekat antara *transmitter* dengan *receiver* yaitu pada jarak 2.1548 begitupun sebaliknya, nilai minimum SNR

terletak pada koordinat jarak terjauh antara antara *transmitter* dengan *receiver* yaitu pada jarak 7.397. Hal ini membuktikan bahwa semakin jauh jarak *receiver* terhadap *transmitter* maka nilai distribusi SNR semakin kecil.

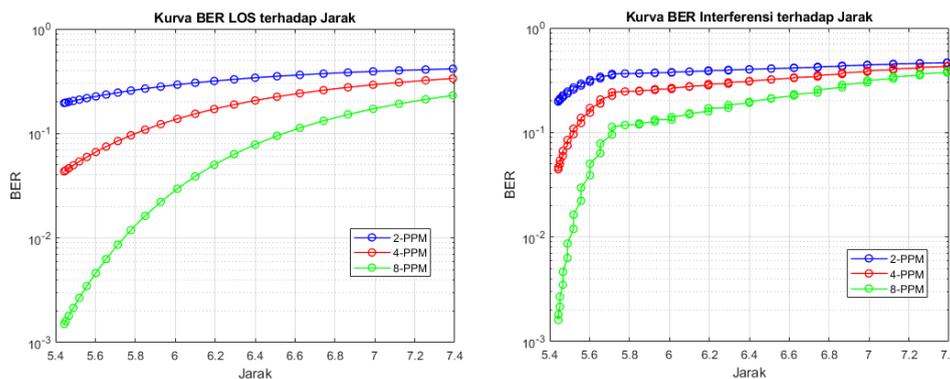
4.2 Distribusi SNR dengan Interferensi Cahaya Lampu neon



Gambar 4. Distribusi SNR di ruangan dengan interferensi lampu neon

Pada skenario II, mendapatkan hasil distribusi SNR maksimum sebesar 1.289×10^4 atau setara dengan 41.1 dB yang berada pada koordinat (0,0) dan distribusi SNR minimum sebesar 0.0288 atau setara dengan -15.407 dB. Nilai maksimum SNR terjadi pada koordinat dimana merupakan jarak terdekat antara *transmitter* dengan *receiver* yaitu pada jarak 2.1548 begitupun sebaliknya, nilai minimum SNR terletak pada koordinat jarak terjauh antara antara *transmitter* dengan *receiver* yaitu pada jarak 7.397. Hal ini membuktikan bahwa semakin jauh jarak *receiver* terhadap *transmitter* maka nilai distribusi SNR semakin kecil.

4.3 Perbandingan BER terhadap Jarak Skenario I dan Skenario II

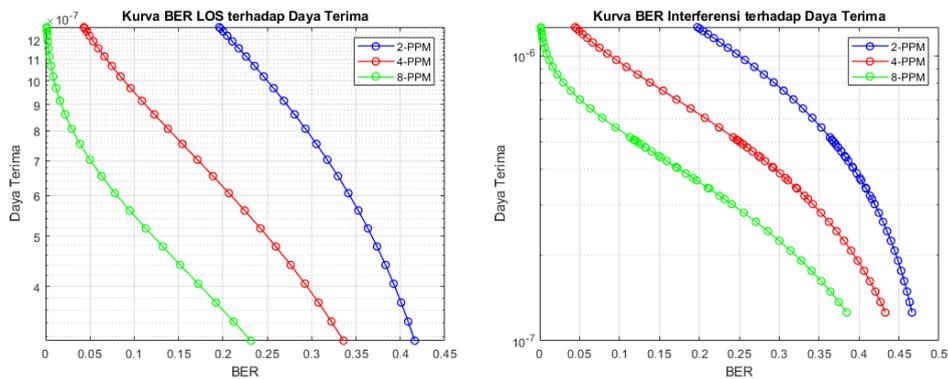


Gambar 5. Perbandingan BER Terhadap Jarak Skenario I dan II

Pada Gambar 5. Dari segi distribusi BER yang diperoleh, pada sistem VLC skenario I relatif lebih rendah dibandingkan sistem VLC skenario II. Hal tersebut dibuktikan pada skenario I nilai maksimum BER yang diperoleh dengan modulasi 2-PPM pada jarak terjauh yaitu 7,4 meter sebesar 0,4161. Nilai maksimum BER yang diperoleh dengan modulasi 4-PPM pada jarak terjauh yaitu 7,4 meter sebesar 0,335. Serta nilai maksimum BER yang diperoleh dengan modulasi 8-PPM pada jarak terjauh yaitu 7,4 meter sebesar 0,2315. Sedangkan untuk skenario II nilai maksimum BER yang diperoleh dengan modulasi 2-PPM pada jarak terjauh yaitu 7,4 meter sebesar 0,4662. Nilai maksimum BER yang diperoleh dengan modulasi 4-PPM pada jarak terjauh yaitu 7,4 meter sebesar 0,4327. Serta nilai maksimum BER yang diperoleh dengan modulasi 8-PPM pada jarak terjauh yaitu 7,4 meter sebesar

0,3846. Selain itu, nilai BER yang menggunakan modulasi 8-PPM memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai BER yang menggunakan modulasi 2-PPM dan 4-PPM. Sehingga dapat di analisis bahwa semakin dekat jarak antara *transmitter* dengan *receiver* maka semakin kecil nilai BER nya. Semakin kecil nilai BER yang didapat, semakin baik hasil performansi pada sistem VLC. Disamping itu, Modulasi MPPM merupakan modulasi yang cukup baik untuk pengiriman data walaupun terpengaruh oleh interferensi lampu neon.

4.4 Perbandingan BER terhadap Daya Terima Skenario I dan Skenario II



Gambar 6. Perbandingan BER Terhadap Daya Terima Skenario I dan II

Pada Gambar 6. Dari segi distribusi BER yang diperoleh, pada sistem VLC skenario I relatif lebih rendah dibandingkan sistem VLC skenario II. Hal tersebut dibuktikan pada skenario I nilai maksimum BER yang diperoleh dengan modulasi 8-PPM sebesar 0,2315 dengan daya terima minimum sebesar $3,141 \times 10^{-7}$, sedangkan untuk skenario II nilai maksimum BER yang diperoleh dengan modulasi 8-PPM sebesar 0,3846 dengan daya terima minimum sebesar $1,256 \times 10^{-7}$. Dapat dilihat juga nilai BER yang menggunakan modulasi 8-PPM memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai BER yang menggunakan modulasi 2-PPM dan 4-PPM. Sehingga dapat di analisis bahwa terjadi penurunan nilai daya terima pada skenario II yang diakibatkan oleh interferensi lampu neon. semakin kecil daya terima yang ditangkap oleh *photodetector* maka semakin besar nilai BER yang didapatkan sehingga performansi dari sistem VLC kurang baik begitupun sebaliknya semakin kecil nilai BER yang didapat, semakin baik hasil performansi pada sistem VLC. Disamping itu, Modulasi MPPM merupakan modulasi yang cukup baik untuk pengiriman data walaupun terpengaruh oleh interferensi lampu neon.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis dari dua skenario pada sistem VLC, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari segi distribusi SNR, hasil SNR pada skenario I yaitu tanpa interferensi lampu neon terbukti lebih baik dibandingkan dengan skenario II dimana terdapat interferensi dari lampu neon. Hal ini dibuktikan dengan hasil distribusi SNR pada skenario I memiliki nilai maksimum sebesar 41.45 dB dan nilai minimum sebesar -7.441 dB. Untuk skenario II memiliki nilai maksimum sebesar 41.1 dB dan nilai minimum -15.407 dB. Terdapat penurunan nilai dari skenario I ke skenario II yang disebabkan oleh interferensi cahaya lampu neon.
2. Dari segi distribusi BER yang diperoleh, pada sistem VLC skenario I relatif lebih rendah dibandingkan sistem VLC skenario II. Hal tersebut dibuktikan pada skenario I nilai maksimum BER yang diperoleh sebesar 0,2315, sedangkan untuk skenario II sebesar 0,3846. Hal ini disebabkan semakin jauh jarak antara *transmitter* dengan *receiver* maka semakin besar nilai BER yang di peroleh. Selain itu, daya terima juga berpengaruh dengan nilai BER yang didapatkan, semakin besar daya terima yang di terima oleh *photodetector* semakin kecil nilai BER yang didapatkan pada sistem VLC. Semakin kecil nilai BER maka semakin baik performansi pada sistem VLC, begitupun sebaliknya semakin besar nilai BER maka semakin buruk performansi pada sistem VLC. Interferensi dari lampu neon juga dapat mempengaruhi pertambahan nilai BER pada titik yang terkena interferensi dan berpengaruh pada performansi sistem VLC yang semakin buruk.
3. Performansi sistem VLC ketika terinterferensi oleh cahaya lampu neon dengan menggunakan modulasi 8-PPM memiliki performansi yang cukup baik. Meskipun terjadi perubahan nilai BER pada daerah yang terdampak interferensi, tetapi masih terdapat nilai BER yang cukup rendah pada

daerah yang terdampak interferensi. Modulasi 8-PPM merupakan moodulasi yang dapat menghasilkan performansi sistem VLC yang paling baik dibandingkan dengan modulasi 2-PPM dan 4-PPM.

Referensi

- [1] J. A. Salehi, B. M. Ghaffari, and M. D. Matinfar, *Wireless optical CDMA communication systems*, vol. 9780521197. 2012.
- [2] K. Sindhubala and B. Vijayalakshmi, "Review on impact of ambient light noise sources and applications in optical wireless communication using LED," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 10, no. 12, pp. 31115–31130, 2015.
- [3] W. popoola. and S. R. Z. Ghassemlooy, *Optical wireless communications: system and channel modelling with matlab*, vol. 53, no. 9. 2019.