

## ANALISIS PERFORMANSI MULTIPower LED PADA SISTEM VISIBLE LIGHT COMMUNICAATION DI DALAM RUANGAN

### (PERFORMANCE ANALYSIS OF MULTIPower LED IN VISIBLE LIGHT COMMUNICATION ON INDOOR)

Agung Adi Putra, Hurianti Vidyaningtyas, S.T., M.T.<sup>2</sup>,  
Akhmad Hambali, Ir., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
<sup>1</sup>agungap@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>huriantividya@telkomuniversity.ac.id,  
<sup>3</sup>ahambali@telkomuniversity.ac.id

#### Abstrak

*Visible Light Communication* merupakan salah satu jenis komunikasi yang memanfaatkan cahaya sebagai media transmisi. Pada penelitian ini akan menganalisis performansi *multipower LED* pada VLC yang terdiri dari 9 dan 6 buah LED dengan daya masing-masing 3, 5, 7 Watt pada ruangan tertutup dengan dimensi 10x10x3 meter menggunakan kanal *line of sight* dan modulasi *pulse position modulation*. Hasil akhir menunjukkan bahwa penggunaan daya LED yang semakin besar akan menghasilkan *bit error rate*(BER) yang kecil. jumlah LED yang semakin banyak akan menghasilkan distribusi sinyal informasi yang relatif lebih baik.

**Kata kunci:** VLC, PPM, SNR, BER.

#### Abstract

*Visible Light Communication* is one type of communication that uses light as its transmission media. This research will analyze the performance of LED *multipower* on VLC consisting of 9 and 6 LEDs with power of 3, 5, 7 Watt in indoor room with dimensions 10x10x3 meters using *line of sight* (LOS) channel and *Pulse Position modulation* (PPM). The end result shows that the bigger use of LED power will produce a small *bit error rate* (BER). an increase in the number of LEDs will result in a relatively better distribution of information signals..

**Keywords:** VLC, PPM, SNR, BER.

#### 1. Pendahuluan

##### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi begitu pesat seiring perkembangan zaman, terkhusus pada bidang telekomunikasi. Teknologi telekomunikasi di tuntut untuk memenuhi kebutuhan masyarakat modern untuk menyediakan komunikasi yang memiliki energi efisien, kecepatan pengiriman informasi yang tinggi, biaya rendah, kapasitas yang besar serta keamanan data yang terjaga, salah satu teknologi yang dapat menunjang kebutuhan masyarakat modern pada bidang telekomunikasi adalah teknologi *Visible Light Communication* (VLC). VLC adalah teknologi nirkabel yang menggunakan cahaya tampak sebagai media transmisi dalam hal ini menggunakan LED [1], teknologi ini menumpangkan sinyal informasi dengan modulasi cahaya dalam spektrum yang tampak dan jangkauan panjang gelombang berkisar antara 380 nm - 780 nm[2]. Untuk mengurangi interferensi dari berbagai cahaya sistem VLC biasa digunakan dalam suatu ruangan indoor.

Teknologi komunikasi berbasis VLC memanfaatkan lampu LED di dalam ruangan untuk melakukan komunikasi. Sinyal VLC sangat terarah dan kebal terhadap *multipath fading* yang menjadi masalah pada sinyal radio frekuensi (RF)[3]. Jika dibandingkan dengan Wi-Fi, VLC mempunyai keunggulan dalam hal kecepatan, efisiensi terhadap energi, dan biaya yang lebih murah.

Dalam tugas akhir ini berfokus pada *Bit Error Rate* (BER) dan *Signal Noise to Ratio* (SNR), *Optical Model Distribution*, serta besar nilai daya masukan yang akan meningkatkan

kualitas pancaran cahaya yang dikirim menghasilkan informasi dapat diterima dengan baik sehingga penulis mengangkat judul Tugas Akhir yaitu Analisis performansi *multipower* LED di sistem *Visible Light Communication* (VLC) di dalam ruangan tertutup.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Visible Light Communication (VLC)

*Visible Light Communication* merupakan suatu pancaran elektromagnetik yang dapat dilihat oleh mata manusia. Cahaya tampak mempunyai panjang gelombang antara 380-780nm [2], sedangkan daya tangkap mata manusia normal berkisar antara 400-700nm. Gelombang Cahaya Tampak termasuk dalam gelombang 400-700nm sehingga tergolong sebagai *visible spectrum*.

Teknologi VLC menyediakan *bandwidth* frekuensi sekitar 400 THz yang tak berlisensi dan *secure*, sehingga VLC diperkirakan memiliki spektrum 10.000 kali lebih lebar dibandingkan RF yang biasanya digunakan untuk media komunikasi [4]. Kelebihan VLC membuat teknologi ini menjadi layak untuk diaplikasikan ke beberapa skenario seperti *Li-Fi*, komunikasi bawah laut, *smart parking*, *vehicle to vehicle communication* dan tentunya banyak lagi teknologi lain yang bisa memanfaatkan teknologi VLC.

### 2.2 Light Emitting Diode

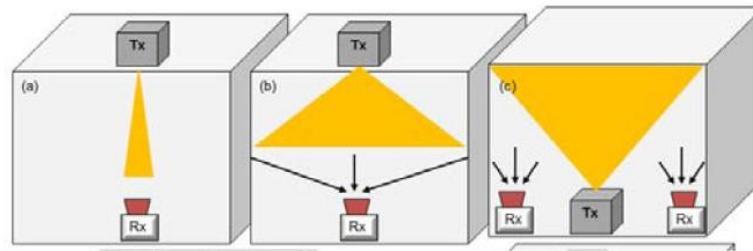
*Light Emitting Diode* (LED) merupakan komponen elektronika yang dapat mengeluarkan emisi cahaya apabila dialiri listrik. LED merupakan sebuah chip semikonduktor seperti halnya diode yang menciptakan *p-n junction*. Ketika dibias maju, elektron dan *hole* mengalir dari *junction* ke elektroda dengan tegangan yang berbeda-beda yang menyesuaikan terhadap warnanya. Lampu LED umumnya terdapat kaki anode dan katode serta dilindungi dengan lensa *epoxy* atau *case*. Lampu LED rata-rata terbuat dari bahan aluminium, galium dan arsenida dengan tambahan impurities. Dimana impurities dapat menciptakan elektron bebas yang dapat membantu pengarahannya energi listrik oleh semikonduktor sehingga menghasilkan gelombang cahaya. Impurities ini terdapat dalam berbagai warna, yang nantinya dapat menentukan warna cahaya pada LED.

### 2.3. Pulse Position Modulation

Pulse Position Modulation (PPM) merupakan bentuk modulasi pulsa yang mengubah-ubah posisi pulsa (dari posisi tak termodulasinya) sesuai dengan besarnya tegangan sinyal pemodulasi. Semakin besar tegangan sinyal pemodulasi (informasi) maka posisi pulsa PPM menjadi semakin jauh dari posisi pulsa tak-termodulasinya. Modulasi PPM sangat baik digunakan karena memiliki daya yang konstan karena amplitudo dan lebar pulsa yang tetap, karena hal ini pula noise juga relatif kecil dan cukup mudah untuk dipisahkan dari sinyal informasi.

### 2.4 Line Of Sight

Kanal LOS adalah model kanal yang bagian pengirim dan penerima saling berhadapan tanpa adanya gangguan dari benda (*obstacle*). Sedangkan untuk NLOS adalah model kanal yang bagian pengirim dan penerima tidak langsung saling berhadapan/ terdapat *obstacle* yang menghalanginya. Secara umum pada sistem VLC di dalam ruangan menggunakan LED sebagai



Gambar 2.1. Jenis-jenis kanal LOS [5].

pengirim dan photodetector sebagai penerima memiliki area lintasan yang luas. Kanal LOS terdiri dari LOS directed, LOS non-directed dan diffuse masing-masing dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dalam penelitian ini menggunakan LOS directed dimana dalam proses pengiriman menyebabkan difraksi dan pembelokan cahaya sehingga dapat mengurangi kualitas daya pada sisi penerima[5]. Untuk menghitung kanal LOS dapat melalui persamaan

$$H = \frac{(m + 1) \cdot A_{det} \cdot \cos(m+1)(\Phi)}{2 \cdot \pi \cdot d^2} \quad (2.1)$$

dengan  $A_{det}$  adalah area photodetector pada sisi receiver,  $d$  jarak receiver terhadap transmitter,  $\Phi$  merupakan sudut perpindahan transmitter dan  $m$  merupakan parameter lambertian yang dapat dinyatakan dengan rumus

$$m = \frac{-\log_{10}(2)}{\log_{10}(\cos(\Phi/2))} \quad (2.2)$$

dengan  $\Phi/2$  merupakan parameter Full width at Half Maximum (FWHM) yang bernilai  $50^\circ$ . Sehingga untuk menghitung daya pada receiver menggunakan persamaan

$$P_{rx} = P_{tot} \cdot H \cdot T_s(\Psi) \cdot g(\Psi) \cdot \cos(\Psi) \cdot n_{LED} \quad (2.3)$$

dimana  $\Psi$  merupakan sudut hubungan antara sumbu normal dan permukaan receiver,  $T_s(\Psi)$  adalah filter transmisi,  $g(\Psi)$  adalah gain concentrator dan  $n_{LED}$  adalah jumlah LED yang digunakan.

## 2.5 Parameter performa system

Adapun parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur performansi sistem VLC pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

### 2.5.1 Signal to Noise Ratio (SNR)

Signal to Noise Ratio merupakan nilai dari hasil perbandingan antara daya sinyal yang ditransmisikan dengan daya noise yang terdapat pada sistem transmisi, Semakin tinggi nilai SNR maka semakin bagus kondisi sinyal tersebut. SNR dapat diperoleh melalui persamaan berikut[6].

$$SNR = \frac{R^2 \cdot H^2(0) \cdot P^2}{R_b \cdot N_0} \quad (2.4)$$

Dimana nilai  $R$  merupakan responsivity penerima kemudian  $H(0)$  merupakan DC Channel Gain,  $P_t$  adalah rerata daya optis yang ditransmisikan (Watt) dan  $R_b$  adalah pesan bit. Nilai  $N_0$  adalah Noise spectral density yang merupakan derau yang dominan pada kebanyakan sistem optis nirkabel, yaitu shot noise.  $N_0$  sendiri dapat dimodelkan sebagai Additive white Gaussian noise, shot noise ini dinyatakan dengan [6].

$$N_0 = 2 \cdot q \cdot I_B \quad (2.5)$$

Nilai IB merupakan total rerata photocurrent yang dihasilkan shot noise (Ampere), dalam hal ini bernilai 202  $\mu\text{A}$  yang merupakan interferens dari cahaya matahari dan lampu fluorescent. Selanjutnya  $q$  merupakan muatan elektron.

### 2.5.2 Bit Error Rate (BER)

Bit Error Rate (BER) merupakan rasio perbandingan antara kesalahan atau kerusakan bit dengan bit yang dikirimkan keseluruhan. BER sering dijadikan sebagai ukuran kualitas pada transmisi digital dan BER merupakan konstanta yang tidak memiliki satuan. Nilai BER dituliskan seperti  $10^{-3}$  yang berarti terdapat kemungkinan satu bit yang rusak dari 1000 bit data yang dikirim dalam satu kali transmisi data. Semakin kecil nilai BER yang didapat, berarti kualitas transmisi semakin bagus. Nilai BER dapat diturunkan persamaan sebagai berikut [7]:

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{1}{2\sqrt{2}} \times \sqrt{SNR \frac{M}{2} \log_2(M)} \right) \quad (2.6)$$

### 2.5.3 Jarak Receiver terhadap transmitter

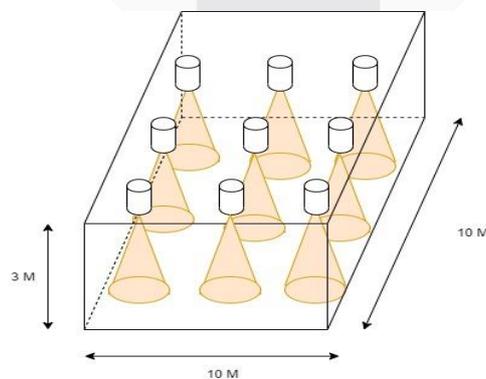
Dalam teknologi VLC jarak sangat berpengaruh terhadap besar daya yang diterima, semakin jauh jarak antara receiver terhadap transmitter maka daya yang diterima akan semakin lemah. Begitu juga sebaliknya semakin dekat jarak receiver terhadap transmitter maka daya yang akan diterima akan semakin kuat. Untuk menghitung jarak dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\Phi = \arccos \left( \frac{h}{d} \right) \quad (2.7)$$

## 3. Perancangan Sistem

### 3.1 Spesifikasi Skenario 1

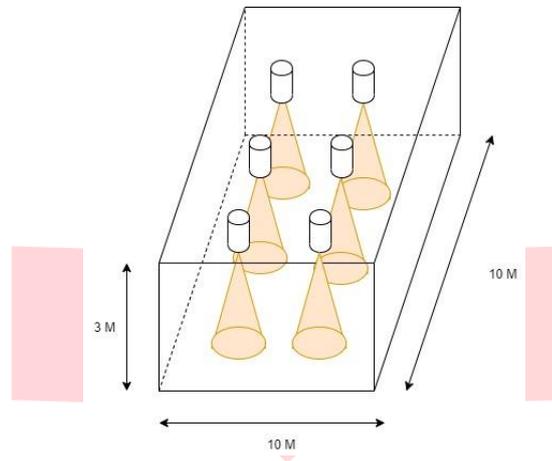
Dalam penelitian ini melakukan analisis terhadap kinerja multipower LED menggunakan modulasi PPM pada sistem VLC, dengan asumsi penempatan 9 buah LED berada di koordinat LED(X,Y,Z)=( A=(-3,3,3); B=(0,-3,3); C=(3,-3,3); D=(3,0,3); E=(-3,0,3); F=(0,0,3); G=(3,3,3); H=(0,3,3); I=(-3,3,3) ). Ruang komunikasi yang digunakan ialah panjang,lebar,tinggi seluas 10x10x3 meter seperti pada figure 2 sementara untuk daya yang digunakan adalah 3 Watt, 5 Watt dan 7 Watt hal-hal yang akan menjadi perbandingan adalah nilai SNR, BER, dan daya terima dari masing-masing daya yang digunakan.



Gambar 3.1. Permodelan system VLC menggunakan 9 LED

### 3.2 Spesifikasi Skenario 2

Pada skenario II akan menguji performansi multipower LED menggunakan modulasi PPM pada sistem VLC dengan menggunakan 6 buah LED, dengan asumsi penempatan 6 buah LED berada di koordinat LED(X,Y,Z)=(A=(-2.5,2.5,3); B=(0,2.5,3); C=(2.5,2.5,3); D=(2.5,-2.5,3); E=(0,-2.5,3); F=(-2.5,-2.5,3)). Ruang komunikasi tetap sama yaitu panjang,lebar,tinggi seluas 10x10x3 meter seperti pada figure 3 sementara untuk daya yang digunakan adalah 3 Watt, 5 Watt dan 7 Watt. Dalam Skenario II juga akan memperhatikan nilai-nilai SNR, BER dan Daya terima untuk menjadi perbandingan.

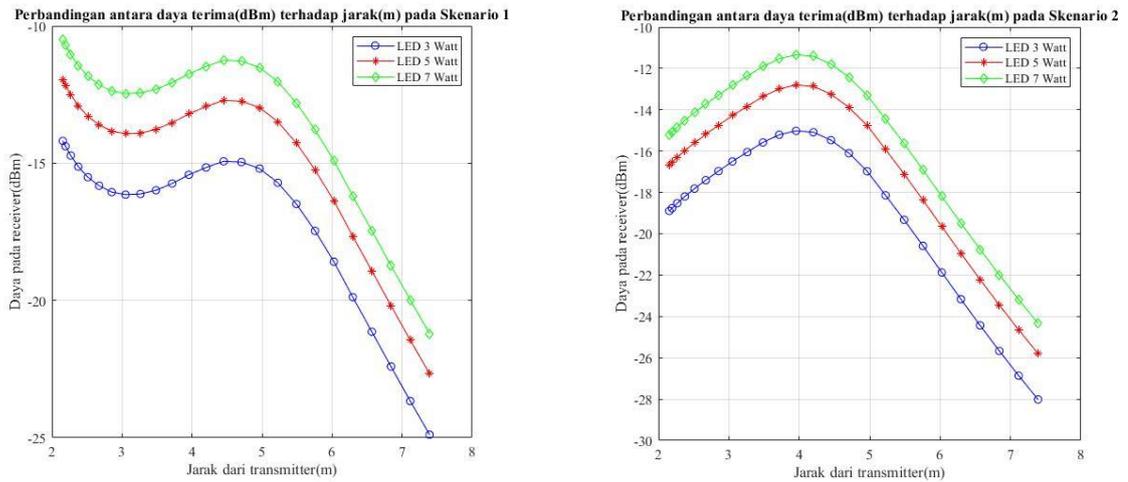


Gambar 3.2. Permodelan system VLC menggunakan 6 LED.

## 4. Hasil dan Analisis

### 4.1 Perbandingan nilai SNR

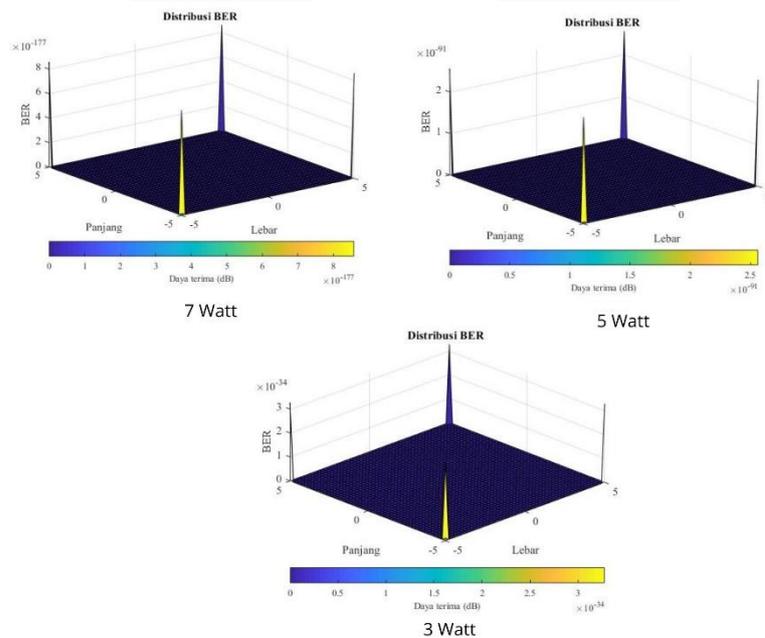
Gambar 4.1 merupakan perbandingan antara SNR terhadap jarak, yang dimana semakin jauh jaraknya maka SNR akan semakin kecil, namun pada jarak 5 meter pada skenario 1 nilai SNR kembali menguat yang sebelumnya terjadi pelemahan, hal ini dikarenakan terdapat lampu LED pada jarak tersebut begitu pula pada skenario II pada jarak 4 meter nilai SNR menguat. Maka dari itu disimpulkan bahwa jarak sangat berpengaruh terhadap nilai SNR, hal ini dikarenakan semakin jauh jaraknya maka intensitas cahaya sebagai media transmisi akan semakin melemah sehingga nilai SNR akan semakin berkurang. Pada figure 4 juga dapat dilihat pengaruh dari besar daya dari sebuah LED semakin besar daya LED maka nilai SNR akan relatif lebih baik, terlihat pada grafik skenario I penggunaan daya 7 watt mampu menghasilkan SNR maksimum 45,69 dB, untuk penggunaan daya 5 watt memiliki nilai SNR maksimum 42,77 dB sedangkan untuk daya 3 watt memiliki SNR maksimum 38,33 dB. Pada skenario II penggunaan daya 3 Watt nilai SNR maksimum sebesar 28,92 dB untuk penggunaan daya 5 Watt nilai SNR maksimum sebesar 33,36 dB dan untuk penggunaan daya 7 Watt nilai SNR maksimum mencapai 36,28 dB.



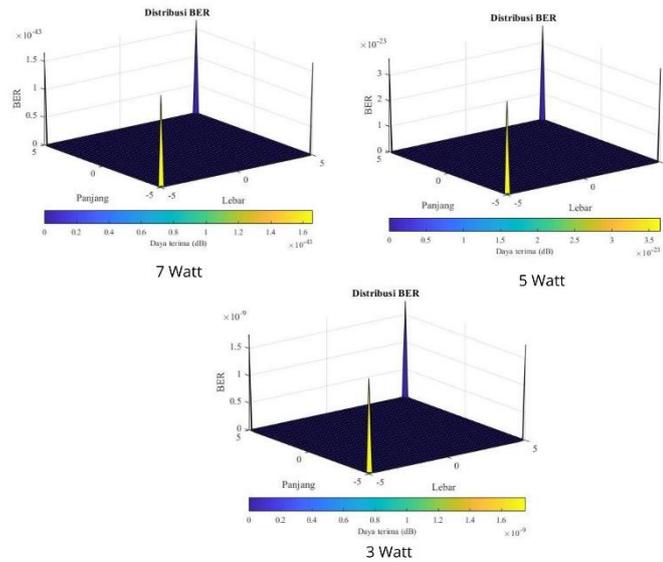
Gambar 4.1. Grafik SNR.

4.2 Perbandingan Distribusi BER

Pada Gambar 4.2 memperlihatkan distribusi BER menggunakan 9 LED dengan daya 3 Watt, 5 Watt dan 7 Watt. Dalam simulasi baik penggunaan 3 Watt, 5 Watt dan 7 Watt pada skenario I menghasilkan nilai BER yang memenuhi minimum BER treshold  $< 10^{-3}$ . BER maksimum yang dihasilkan oleh daya 7 Watt pada skenario 1 sebesar  $8 \cdot 10^{-177}$  untuk daya 5 Watt menghasilkan  $2.5 \cdot 10^{-91}$  dan untuk daya 3 Watt menghasilkan  $3 \cdot 10^{-34}$ . figure 6 merupakan hasil distribusi BER dari simulasi menggunakan 6 LED 3 Watt, 5 Watt dan 7 Watt. BER maksimum yang dihasilkan oleh daya 7 Watt adalah  $1,6 \cdot 10^{-43}$  sedangkan untuk daya 5 Watt BER maksimum bernilai  $3,6 \cdot 10^{-23}$  dan untuk penggunaan daya 3 Watt adalah  $1,7 \cdot 10^{-9}$ . Pada skenario II memenuhi minimum BER treshold  $< 10^{-3}$ .



Gambar 4.2. Distribusi BER Skenario 1.



**Gambar 4.3.** Distribusi BER Skenario 2.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian simulasi pada dua skenario, maka dapat disimpulkan bahwa nilai SNR akan dipengaruhi oleh jarak, semakin jauh jaraknya maka nilai SNR akan semakin kecil hal ini juga berlaku untuk sebaliknya. Nilai SNR juga dipengaruhi oleh besar daya yang digunakan pada LED, pada skenario I dan skenario II penggunaan LED dengan daya 7 watt memiliki nilai SNR yang relatif lebih baik dibandingkan LED dengan daya 3 dan 5 watt. Begitu juga dengan distribusi BER penggunaan daya 7 watt akan menghasilkan distribusi BER yang lebih baik dibandingkan LED dengan daya 3 dan 5 watt. Meski begitu baik penggunaan 3,5 atau 7 watt pada skenario 1 maupun 2 menghasilkan performansi yang baik, hal ini dibuktikan dengan terpenuhinya minimum BER threshold  $< 10^{-3}$ .

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Darlis, L. Lidyawati, and D. Nataliana, Implementasi visible light communication (vlc) pada sistem komunikasi, ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, dan Teknik Elektronika, vol. 1, no. 1, p. 13, 2013.
- [2] R. K. S. Randongkir, T. N. Damayanti, and H. Hafidudin, Rancang bangun access point pada teknologi visible light communication menggunakan raspberry pi di laboratorium sistem komunikasi optik fakultas ilmu terapan, eProceedings of Applied Science, vol. 5, no. 3, 2019
- [3] Q. Liang and M. Liu, Plugo: a vlc systematic perspective of large-scale indoor localization, arXiv preprint arXiv:1709.06926, 2017.
- [4] H. Parikh, J. Chokshi, N. Gala, and T. Biradar, Wirelessly transmitting a grayscale image using visible light, in 2013 international conference on advances in technology and engineering (ICATE). IEEE, 2013, pp. 16.
- [5] Z. Ghassemlooy, S. Arnon, M. Uysal, Z. Xu, and J. Cheng, Emerging optical wireless communications-advances and challenges, IEEE journal on selected areas in communications, vol. 33, no. 9, pp. 17381749, 2015.
- [6] S. Fuada and T. Adiono, Rancang bangun layer fisik visible light communication pada sistem transmisi audio, JURNAL INFOTEL, vol. 9, no. 3, pp. 352360, 2017. and Sugimoto Y 1996 Japan. J. Appl. Phys. 35 L74
- [7] T. Y. Elganimi, Studying the ber performance, power-and bandwidth efficiency for fso communication systems under various modulation schemes, in 2013 IEEE Jordan

Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT).  
IEEE, 2013, pp. 16.

