

EVALUASI BERBAGAI LOKASI LIGHT EMITTING DIODE UNTUK RUANGAN TERTUTUP PADA VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

EVALUATION OF VARIOUS LIGHT EMITTING DIODE LOCATIONS FOR CLOSED ROOMS IN VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

Dian Fitri Gusnawati¹, Ir. Bambang Sumajudin, MT.², Brian Pamukti, S.T.,M.T³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ dianfitridayen.student.telkomuniversity.ac.id ² bsuma737@gmail.com

³ brianp@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Visible Light Communication (VLC) merupakan sistem komunikasi yang menggunakan cahaya tampak sebagai media transmisinya. Salah satu sumber cahaya yang digunakan pada VLC adalah *Light Emitting Diode (LED)*. Posisi lokasi LED pada sistem VLC akan mempengaruhi daya terima yang diterima oleh detektor. Dalam proses mentransmisikan data, VLC mentransmisikan sinyal informasi dengan kecepatan dan kapasitas pengiriman yang sangat baik

Pada Tugas Akhir ini dilakukan analisis pada sistem VLC dengan menggunakan lampu LED berjumlah 8 buah dengan beberapa percobaan posisi lampu pada dimensi ruangan $5 \times 5 \times 3$ meter dan $6 \times 5 \times 3$ meter. Dilakukan dua skenario, skenario pertama dan kedua melakukan beberapa posisi dengan kordinat lampu yang berbeda-beda. Posisi kordinat lampu LED sangat mempengaruhi daya yang diterima oleh detektor, semakin dekat cangkupan LED terhadap detektor maka semakin bagus daya terima yang didapatkan

Hasil akhir menunjukkan bahwa sistem VLC skenario 1 pada posisi kordinat ketiga pada ruangan berdimensi $5 \times 5 \times 3$ meter dengan posisi kordinat LED (0, 2.5, 3), (2, 2, 3), (2.5, 0, 3), (2, -2, 3), (0, -2.5, 3), (-2, -2, 3), (-2.5, 0, 3), (-2, 2, 3) menghasilkan daya terima minimum tertinggi yaitu sebesar $9,6629 \times 10^{-6}$ watt. Hal ini disebabkan karena cangkupan LED dengan kordinat pengirim sinyal informasi akan diterima oleh detektor yang berada di (0, 0, 3) meter sehingga daya yang diterima akan lebih besar.

Kata Kunci : VLC, LED, Daya Terima

Abstract

Visible Light Communication (VLC) is a communication system that uses visible light as a transmission. One of the light sources Used in VLC is *Light Emitting Diode (LED)*. LED location Position On VLC system will affect the receiving power received by the detector. In the process of transmitting data, VLC transmits information signals with excellent speed and delivery capacity.

In this final project analysis on VLC system by using an LED light of 8 pieces with several attempts to position the lamp on room dimensions are $5 \times 5 \times 3$ meters and $6 \times 5 \times 3$ meters. Two scenarios are performed, the first and second scenario performs several positions with the lamp coordinates different. The positioning of the LED lights strongly affects the power received by the detector, the closer the LED to the detector, the more good received power.

The final result indicates that the system is VLC scenario 1 at the coordinate position third in the room dimension $5 \times 5 \times 3$ meters with LED coordinate position $(0, 2.5, 3)$, $(2, 2, 3)$, $(2.5, 0, 3)$, $(2, -2, 3)$, $(0, -2.5, 3)$, $(-2, -2, 3)$, $(-2.5, 0, 3)$, $(-2, 2, 3)$ generates the highest minimum receive power of $9,6629 \times 10^{-6}$ watt. It is due to the LED hoe with the information signal sender coordinate will be received by the detector located at $(0, 0, 3)$ meters so that the power received will be greater.

Kata Kunci : VLC, LED, Power Receive

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi saat ini sedang berkembang pesat. Salah satu jenis komunikasi nirkabel yang berkembang pesat saat ini adalah komunikasi cahaya tampak atau Visible Light Communication (VLC). Salah satu penyebab munculnya inovasi komunikasi cahaya tampak karena semakin berkembangnya teknologi Light Emitting Diode (LED). LED merupakan komponen berbahan semikonduktor yang dapat mengeluarkan cahaya, sehingga LED sangat cocok untuk digunakan di VLC. VLC memanfaatkan panjang gelombang 380 nm 780 nm spektrum cahaya tampak sehingga tidak memerlukan lisensi seperti komunikasi yang menggunakan Radio Frekuensi (RF). Selain itu, teknologi VLC memiliki bandwidth yang lebar hingga 10.000 kali lebih lebar daripada RF sehingga dapat berpotensi menjadi media teknologi nirkabel alternatif dari RF [1].

Penggunaan serat optik merupakan suatu media transmisi yang memanfaatkan cahaya sebagai sinyal pembawa. Hal ini memberikan banyak kelebihan contohnya mampu memberikan kecepatan dan kapasitas pengiriman yang lebih baik dibandingkan kawat tembaga. Berdasarkan penelitian sebelumnya [2] dalam pengiriman teks, karakter, huruf, dan angka dapat dikirimkan dari transmitter menuju receiver menggunakan cahaya LED, dengan kondisi lingkungan yang gelap dan terang dapat mempengaruhi jarak transmitter ke receiver sehingga sudut yang terbentuk dari transmitter ke receiver pun mempengaruhi jarak pengiriman teks.

Penggunaan LED sebagai sumber cahaya pemancar sinyal untuk system VLC dapat menggantikan pemancar lain adalah hal yang baru-baru ini dikembangkan. Jumlah LED dan posisi dari LED akan mempengaruhi keakuratan deteksi dari system VLC. Untuk membuktikan hal tersebut pada Tugas Akhir ini dilakukan pengamatan analisis menggunakan perangkat lunak mengenai pengaruh posisi LED circular pada akurasi system penentuan posisi visible light communication indoor menggunakan metode Received Signal Strength (RSS) dan dengan adanya interferensi dari matahari. RSS merupakan metode penentuan lokasi berbasis LED yang memiliki keakurasian tinggi [3].

2. Konsep Dasar

2.1 Visible Light Communication (VLC)

Visible Light Communication atau biasa disingkat dengan VLC merupakan suatu media komunikasi yang menggunakan cahaya tampak sebagai media transmisinya. Cahaya tampak merupakan bentuk dimana radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang dengan nilai tertentu yang diinterpretasikan oleh otak manusia[2]. Cahaya tampak pada zaman sekarang tidak hanya digunakan sebagai media dalam penerangan, tetapi saat ini juga digunakan sebagai suatu media pengirim informasi. Teknologi komunikasi yang sedang banyak digunakan zaman sekarang yaitu teknologi komunikasi yang menggunakan cahaya tampak sebagai media transmisinya. Dimana cahaya ini bisa menghubungkan dua perangkat atau lebih, sehingga bisa saling bertukar komunikasi [4]. Cahaya tampak sebagai media komunikasi data menggunakan cahaya tampak antara 400 THz (780 nm) dan 800 THz (375 nm).

2.2 Light Emitting Diode (LED)

Light emitting diode(LED) adalah sumber cahaya yang paling umum digunakan untuk komunikasi optik. Di masa lalu, sirkuit elektronik terbuat dari tabung kaca vakum dengan keandalan dan ketahanan yang rendah[5]. LED merupakan perangkat semikonduktor yang memiliki struktur p-n junction atau positif dan negatif. Dalam LED, proses konversi cukup efisien, sehingga menghasilkan panas yang sedikit dibandingkan dengan lampu pijar lain dan jarak cangkupan LED bisa sampai 10 meter. LED memiliki beberapa jenis, salah satunya yang paling banyak digunakan yaitu LED Super Bright White yang dapat memancarkan cahaya putih yang sangat terang.

LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari anoda ke katoda. Dengan cara kerja dari LED, eksitasi elektronik menyebabkan elektron dalam pita konduksi secara spontan akan kembali ke pita valiansi. Eksitasi inilah yang memberikan energi pada elektron-elektron, jika elektron berenergi dalam keadaan stabil, maka akan melepaskan energi bentuk foton.

2.3 Parameter Performansi Sistem

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

2.3.1 Transmitter VLC

Adapun parameter yang digunakan untuk transmitter sistem VLC. Untuk menghitung total daya kirim LED yang digunakan pada Tugas Akhir ini menggunakan persamaan sebagai berikut [7].

$$P_{tx} = N_{LED} \times P_{LED} \quad (2.2)$$

dimana N_{LED} merupakan jumlah LED yang digunakan, dan P_{LED} adalah daya kirim Watt dari tiap-tiap LED yang digunakan. Untuk simulasi penelitian ini menggunakan 8 buah LED dengan daya kirim masing-masing LED sebesar 0,75 Watt.

2.3.2 Kanal Transmisi

Dalam sistem VLC ada dua jenis kanal transmisi yaitu Line Of Sight (LOS) dan Non-Line of Sight (NLOS). LOS sering digunakan pada komunikasi point to point khususnya di outdoor dan indoor. Dalam kanal LOS yang terarah, disperse multipath jarak mengalami masalah, dan noise dari sumber cahaya sekitar juga akan sebagian besar ditolak karena digunakan dengan penerima Field Of View (FOV) yang kecil.

Distribusi sudut dari pola intensitas radiasi dimodelkan menggunakan intensitas Lambertian umum yang dinyatakan dengan

$$m = \frac{-\ln 2}{\ln(\cos \frac{\theta_1}{2})} \quad (2.3)$$

m_1 adalah Lambertian yang mengepresikan arah dari source beam yang memiliki hubungan dengan Full Width at Half Maximum (FWHM) dimana θ merupakan paramter FWHM yang bernilai 50 [7]. Kanal LOS dapat dirumuskan

$$H = \frac{(m+1).A.\cos^{m_1+1}\phi}{2\pi d^2} \quad (2.4)$$

dengan A yaitu area photodetector (m^2) disisi penerima, d merupakan jarak (m) penerima ke pengirim, dan m yaitu intensitas lambertian.

2.3.3 Receiver VLC

Paramater untuk transmitter dan kanal transmisi yang digunakan pada sistem VLC sudah ditemukan, maka untuk parameter yang digunakan dalam proses penerimaan daya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut[7]

$$P_{rx} = P_{LED} \times N_{LED} \quad (2.5)$$

P_{LED} adalah nilai daya lampu pengirim, H merupakan kanal LOS seperti persamaan 2.4. N_{LED} yaitu jumlah LED yang digunakan.

2.4 Jarak Transmitter terhadap Receiver

Jarak antara LED dan photodetector merupakan salah satu parameter untuk penentuan posisi. Besarnya jarak receiver terhadap transmitter (d) dapat dihitung dari rumus sebagai berikut:

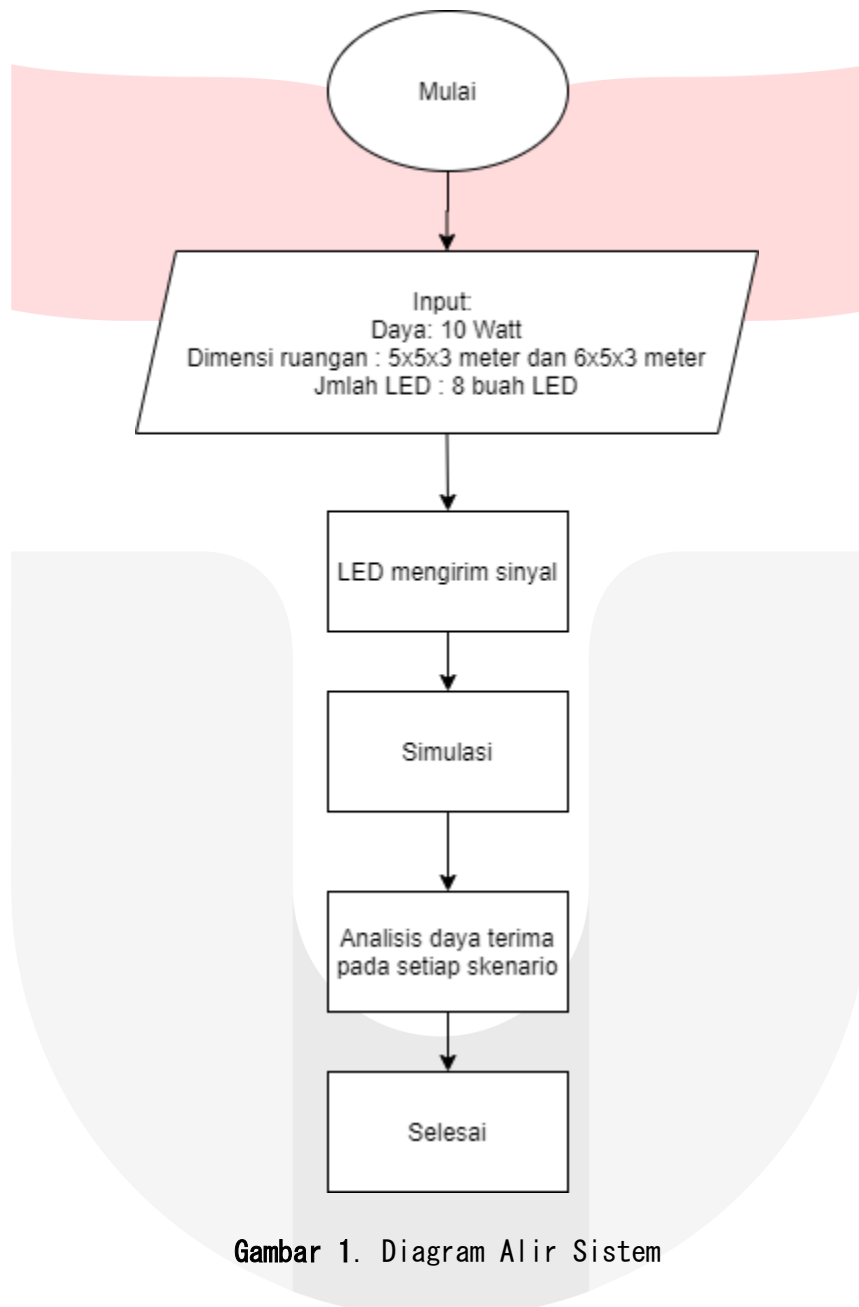
$$d = \sqrt{(X_r - X_t)^2 + (Y_r - Y_t)^2 + (Z_r - Z_t)^2} \quad (2.6)$$

X_t dan X_r adalah koordinat *transmitter* dan *receiver* pada sumbu X, Y_t dan Y_r merupakan koordinat *transmitter* dan *receiver* pada sumbu Y dan Z_t dan Z_r yang merupakan kordinat *transmitter* ke *receiver* pada sumbu Z. Untuk mendapatkan nilai perpindahan sudut *receiver* yang dinyatakan pada persamaan

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

3. PERANCANGAN DAN SIMULASI

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Sistem

Pada Gambar 1 menguraikan alur simulasi dari Tugas Akhir yang penulis lakukan, pada penelitian ini penulis melakukan input parameter sistem VLC menggunakan masukan daya 10 Watt dengan 8 buah LED yang disusun berdasarkan posisi yang sudah ditentukan, ada 8 posisi yang digunakan dengan menggunakan dimensi ruangan sebesar $5 \times 5 \times 3$ meter dan $6 \times 5 \times 3$ meter. Setelah itu menggunakan perangkat lunak dan melakukan simulasi terhadap parameter yang telah dimasukkan. Setelah melakukan simulasi dan mendapatkan nilai daya terima, selanjutnya

dilakukan analisis terhadap daya terima minimum terhadap hasil yang didapatkan pada setiap posisi LED dan mendapatkan lokasi terbaik lampu LED pada ruangan tertutup.

3.1 Desain Pengujian VLC

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

3.2.1 Spesifikasi LED

LED yang digunakan pada tugas akhir ini menggunakan LED dengan daya total sebesar 10 Watt berjumlah 8 LED dengan delapan posisi kordinat.

3.2.2 Kanal Transmisi

Kanal yang digunakan ialah menggunakan kanal LOS yang berarti di dalam ruangan tersebut tidak terdapat obstacle yang mengganggu proses transmisi.

3.2.3 Spesifikasi Photodetector

Photodetector yang digunakan jenis P-I-N Photodetector.

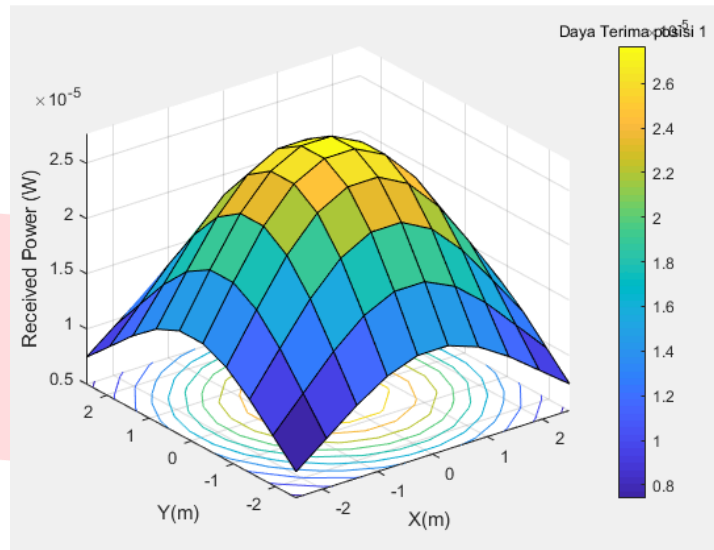
4. Hasil dan Simulasi

4.1 Analisis Skenario 1

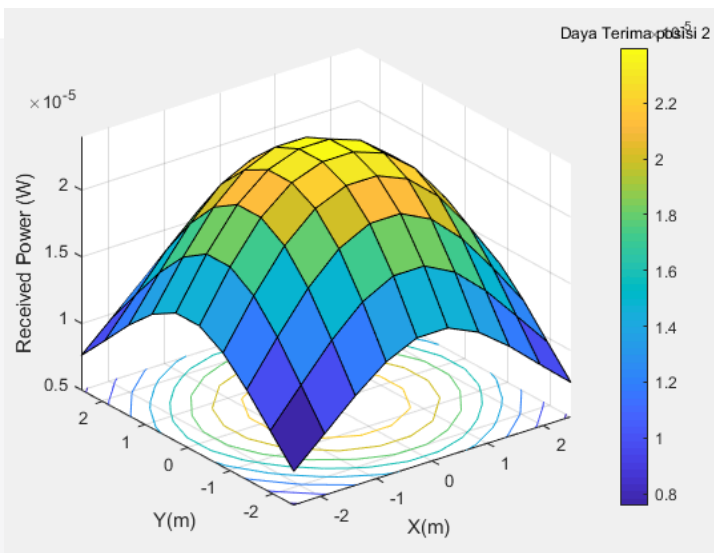
Pada skenario pertama terdapat sebuah ruangan dengan dimensi 5×5×3 meter dengan susunan lampu LED berbeda-beda setiap posisinya, posisi lampu berjumlah 8 posisi LED. Dalam skenario ini penulis melakukan pencarian lokasi LED yang terbaik dengan daya terima minimum tertinggi menggunakan VLC pada ruangan tertutup.

Performansi cangkupan daya terima terhadap posisi Lampu LED pada sistem VLC pada ruangan berukuran 5×5×3 meter dapat dilihat pada Gambar 4.1.1. Pada Gambar 4.1.1 terdapat sumbu X(m) dan Y(m), yang merupakan alas dari dimensi suatu ruangan dan Z merupakan performansi cangkupan daya terima. Nilai daya terima minimum yang diperoleh yaitu $7,4044 \times 10^{-6}$ watt yang dinotasikan dengan warna biru pada Gambar 4.1.1, dengan penempatan LED dikordinat posisi pertama berada di (0, 1.5, 3), (1, 1, 3), (1.5, 0, 3), (1, -1, 3), (0, -1.5, 3), (-1, -1, 3), (-1.5, 0, 3), (-1, 1, 3). Pada Gambar 4.1.2 menunjukkan performansi daya terima dengan penempatan LED dikordinat posisi kedua seperti Gambar 3.6 dengan daya terima minimum yang diperoleh yaitu $7,5729 \times 10^{-6}$ watt..

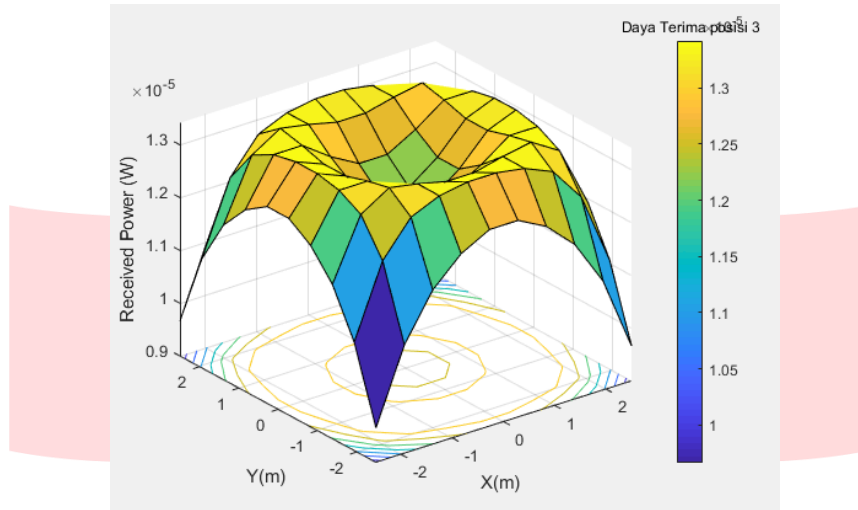
Gambar 4.1.3 berada pada posisi ketiga daya terima minimum yang diperoleh yaitu $9,6629 \times 10^{-6}$ watt. Gambar 4.1.4 merupakan performansi cakupan daya terima yang didapatkan pada posisi keempat lampu LED, dengan daya terima minimum yang diperoleh yaitu $9,4482 \times 10^{-6}$ watt.



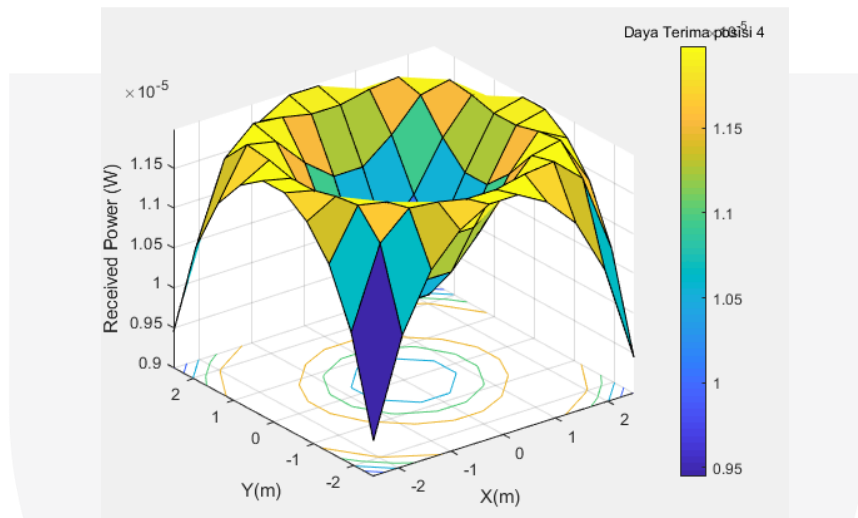
Gambar 4.1.1. Performansi daya terima pada posisi pertama



Gambar 4.1.2. Performansi daya terima pada posisi kedua

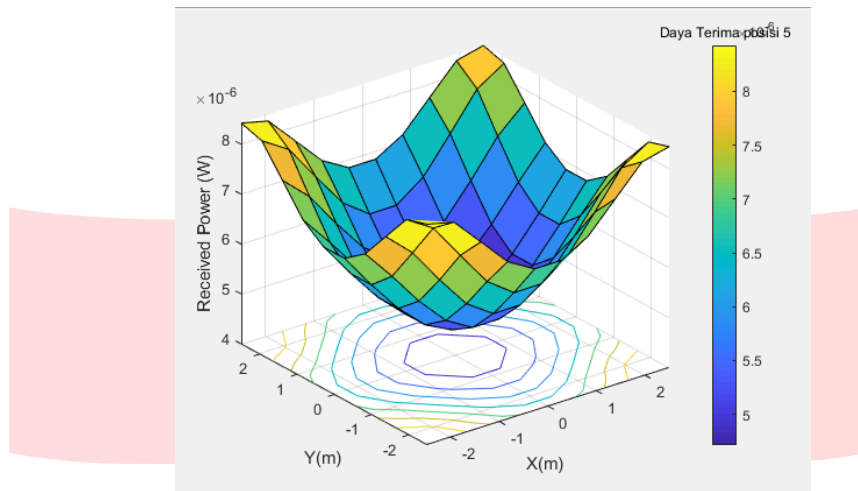


Gambar 4.1.3. Performansi daya terima pada posisi ketiga

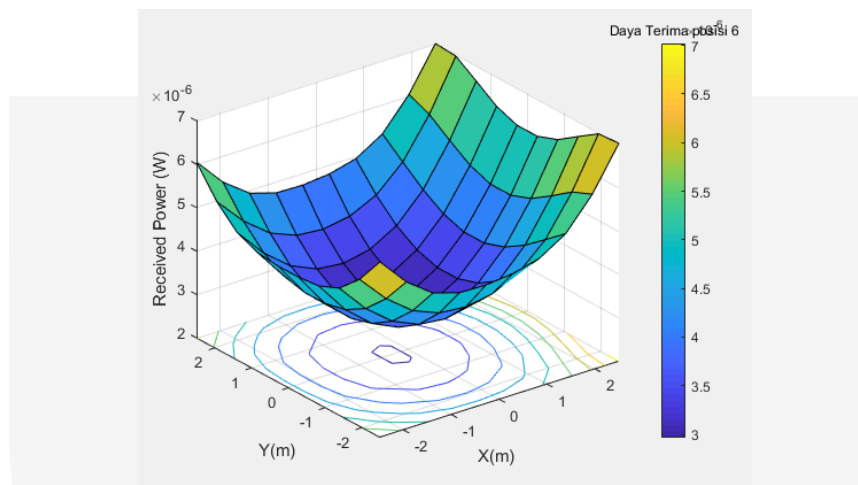


Gambar 4.1.4. Performansi daya terima pada posisi keempat

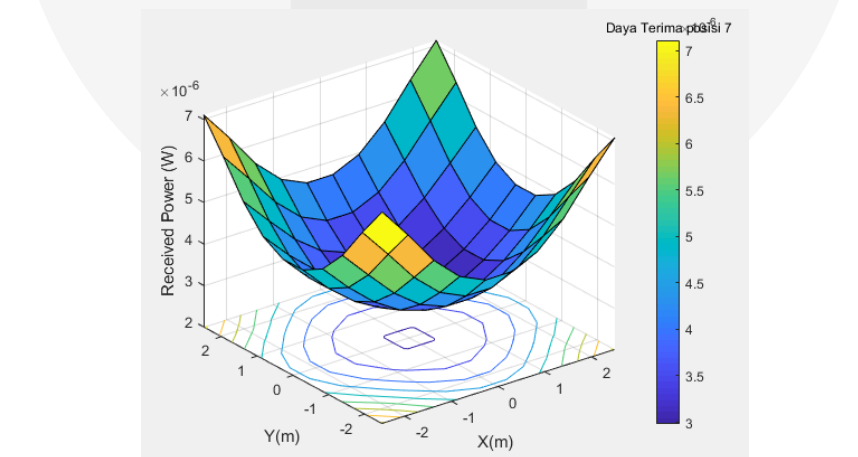
Sedangkan Gambar 4.1.5 merupakan posisi kelima penempatan lampu LED, dengan daya terima minimum yang dihasilkan yaitu $4,7154 \times 10^{-6} watt$. Pada Gambar 4.1.6 menunjukkan performansi daya terima pada posisi keenam, dengan daya terima minimum yang dihasilkan $2,9647 \times 10^{-6} watt$, dan Gambar 4.1.7 merupakan performansi dari posisi ketujuh lampu LED dengan daya terima $2,9823 \times 10^{-6} watt$. Pada Gambar 4.1.8 merupakan performansi kedelapan yang dimana penempatan posisi lampu berada di ujung ruangan dengan daya terima minimum yang didapatkan sebesar $1,5746 \times 10^{-6} watt$.



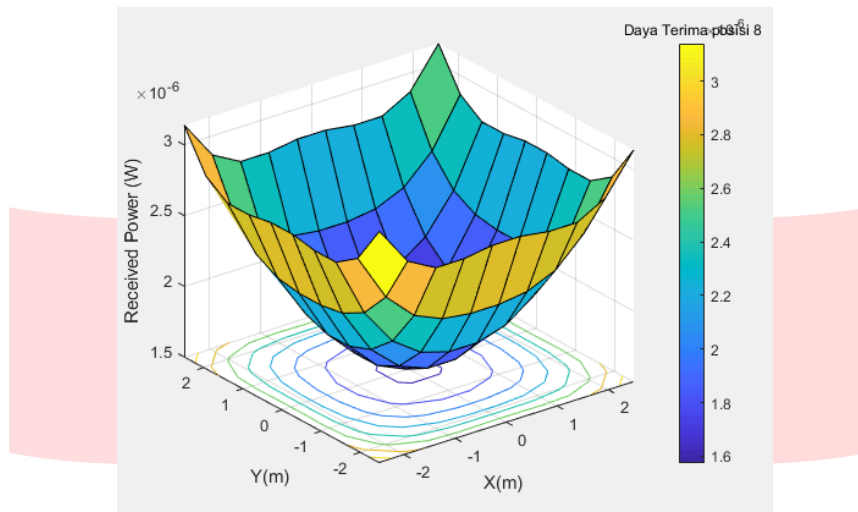
Gambar 4.1.5. Performansi daya terima pada posisi kelima



Gambar 4.1.6. Performansi daya terima pada posisi keenam



Gambar 4.1.7. Performansi daya terima pada posisi tujuh

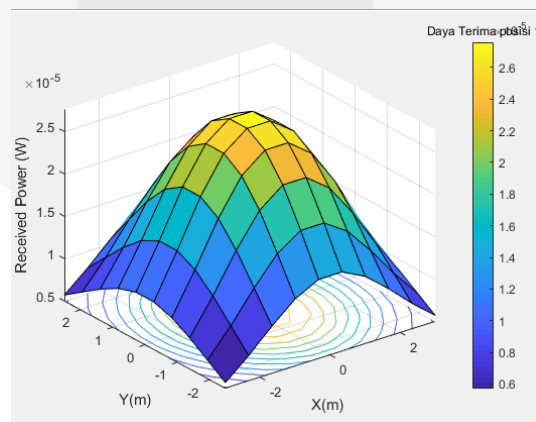


Gambar 4.1.8 Performansi daya terima pada posisi kedelapan

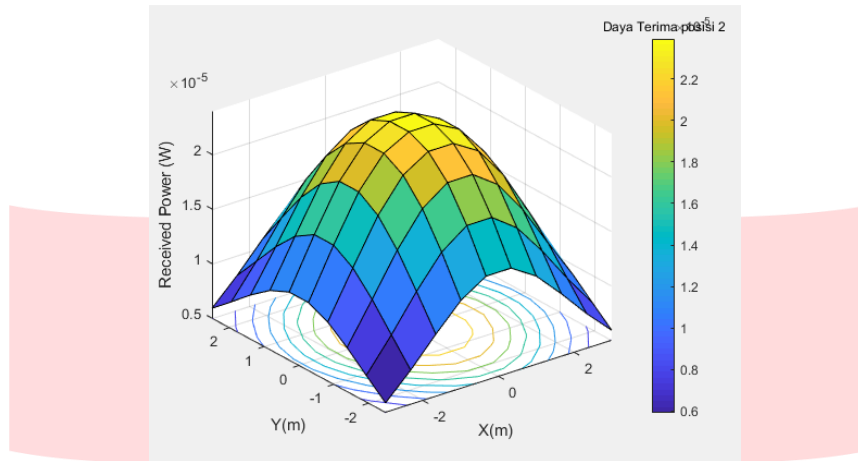
4.2 Analisis Skenario 2

Pada skenario kedua dilakukan analisis terhadap daya terima pada setiap posisi LED yang dilakukan agar mendapatkan posisi terbaik lampu LED dengan dimensi ruangan $6 \times 5 \times 3$ meter. Dalam skenario ini penulis melakukan pencarian lokasi LED yang terbaik dengan daya terima minimum menggunakan VLC pada ruangan tertutup. Posisi LED yang digunakan ada beberapa lokasi. performansi posisi pertama ditunjukkan pada Gambar 4.2.1 yang dimana terdapat sumbu X(m) dan Y(m), yang merupakan alas dari dimensi suatu ruangan dan Z merupak performansi cangkupan daya terima. Nilai daya terima minimum pada posisi pertama sebesar $5,7065 \times 10^{-6} watt$.

Posisi kedua performansi daya terima pada posisi kedua dapat dilihat Gambar 4.2.2 yang dimana daya terima minimum terdapat diujung-ujung ruangan dan dinotasikan berwarna biru, hal ini dikarenakan cangkupan lampu LED yang didapatkan kecil, daya terima minimum yang diperoleh yaitu $5,9091 \times 10^{-6} watt$.



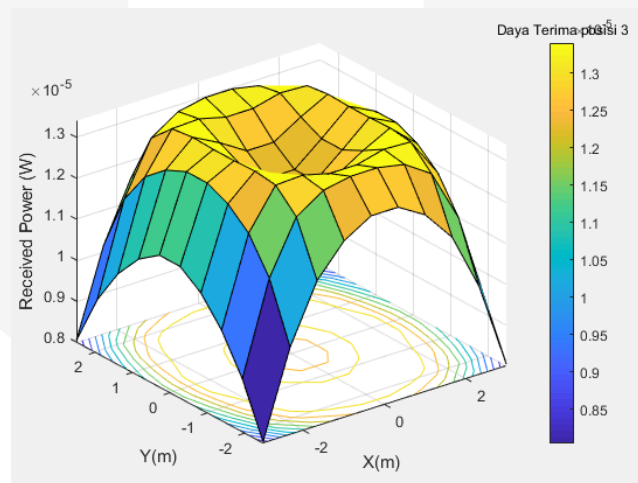
Gambar 4.2.1 Performansi daya terima pada posisi pertama



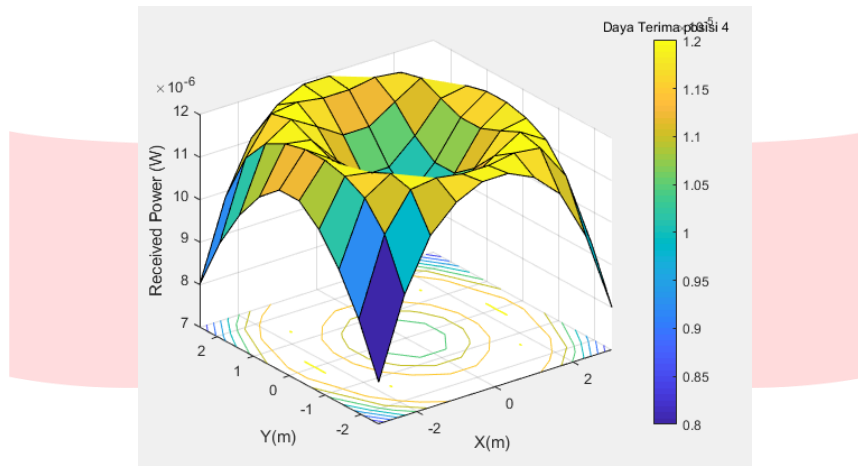
Gambar 4. 2. 2 Performansi daya terima pada posisi kedua

Gambar 4.2.3 menunjukkan hasil performansi daya terima pada posisi ketiga dengan daya terima minimum terjadi pada ujung ruangan dan maksimum daya terima terjadi di tengah ruangan, nilai daya terima minimum pada posisi ketiga yaitu $8,0416 \times 10^{-6} watt$. Pada Gambar 4.2.4 menunjukkan hasil performansi daya terima pada posisi keempat dengan nilai daya terima $7,9973 \times 10^{-6} watt$.

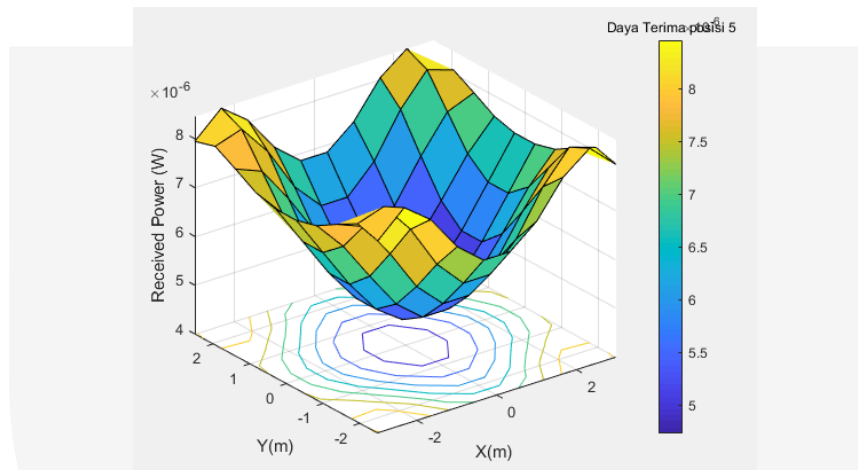
Gambar 4.2.5 merupakan performansi daya terima pada posisi kelima dengan daya terima minimum sebesar $4,7309 \times 10^{-6} watt$. Pada Gambar 4.2.6 merupakan performansi daya terima pada posisi keenam, daya terima minimum terdapat di tengah ruangan, hal ini disebabkan karena lokasi kordinat pada posisi keenam jauh dari cangkupan detektor yang berada di tengah ruangan. Nilai daya terima minimum pada posisi keenam memperoleh $2,9627 \times 10^{-6} watt$.



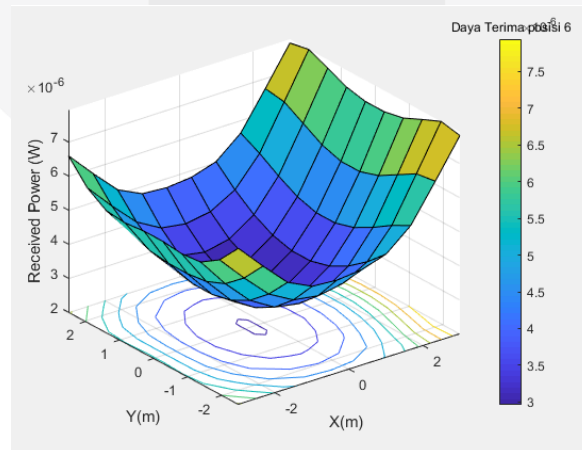
Gambar 4. 2. 3 Performansi daya terima pada posisi ketiga



Gambar 4.2.4 Performansi daya terima pada posisi keempat

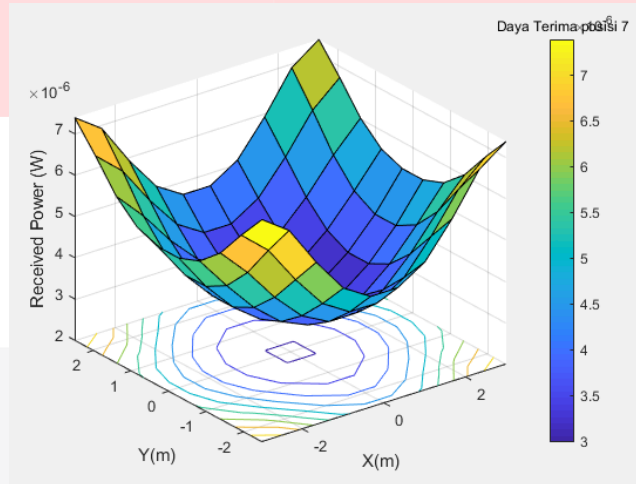


Gambar 4.2.5 Performansi daya terima pada posisi kelima

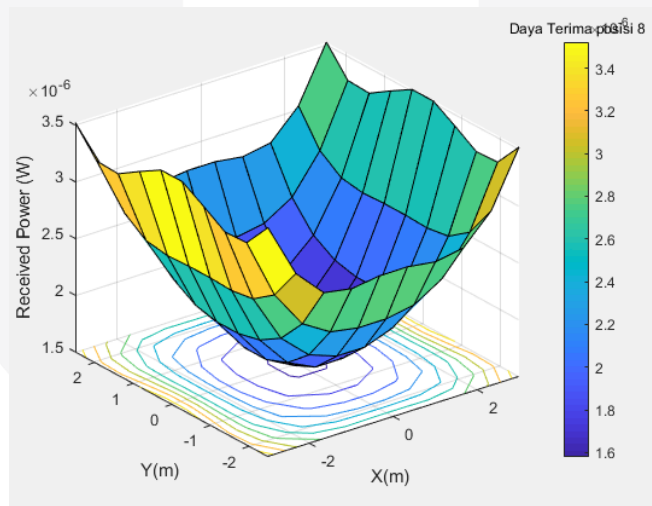


Gambar 4.2.6 Performansi daya terima pada posisi keenam

Gambar 4.2.7 merupakan performansi daya terima pada ruangan berdimensi $6 \times 5 \times 3$ meter. Pada posisi ketujuh daya terima minimum terjadi di tengah ruangan, dengan daya terima yang diperoleh sebesar $2,9922 \times 10^{-6}$ watt. Gambar 4.2.8 menunjukkan performansi dari daya terima pada posisi kedelapan, pada posisi kedelapan performansi daya terima minimum yang dihasilkan paling kecil yaitu sebesar $1,5794 \times 10^{-6}$ watt, notasi dengan warna biru merupakan daya terima minimum yang dikirim oleh transmitter yang terdapat ditengah ruangan.



Gambar 4.2.7 Performansi daya terima pada posisi ketujuh



Gambar 4.2.8 Performansi daya terima pada posisi kedelapan

5. Kesimpulan

Tugas Akhir ini telah melakukan simulasi sistem VLC untuk mengetahui lokasi LED yang terbaik dengan daya terima minimum tertinggi menggunakan VLC pada ruangan tertutup. Hasil dari setiap skenario menunjukkan performansi daya terima terhadap lokasi LED yang terbaik. Posisi lampu LED dilakukan dengan berbagai kordinat posisi. Pada ruangan pertama berdimensi 5_5_3 meter diperoleh daya terima minimum tertinggi berada pada posisi ketiga sebesar $9,6629 \times 10^{-6} \text{ watt}$. Hal ini dikarenakan posisi lampu LED yang mencangkup ruangan terdistribusi optimal hingga ke ujung-ujung ruangan. Sedangkan pada ruangan kedua dengan dimensi ruangan berukuran 6_5_3 meter diperoleh daya terima minimum tertinggi pada posisi ketiga sebesar $8:0416_{10} \times 10^{-6} \text{ Watt}$. Hal ini terjadi karena cangkupan distribusi lampu LED pada suatu ruangan sudah optima, tetapi di dibandingkan dengan ruangan berdimensi 5_5_3 meter, ruangan kedua lebih kecil daya terima minimumnya, dikarenakan luas ruangan yang dapat mempengaruhi penyebaran sinyal informasi yang didapat oleh detektor.

Dapat disimpulkan bahwa lokasi LED yang terbaik dengan daya terima minimum tertinggi untuk digunakan pada ruangan tertutup menggunakan VLC berada di koordinat pada posisi ketiga (0, 2.5, 3), (2, 2, 3), (2.5, 0, 3), (2, -2, 3), (0, -2.5, 3), (-2, -2, 3), (-2.5, 0, 3), (-2, 2, 3) dengan jumlah lampu 8 buah lampu LED, daya terima minimum tertinggi yang dihasilkan yaitu $9,6629 \times 10^{-6} \text{ watt}$ dengan dimensi ruangan berukuran 5_5_3 meter. Hal ini disebabkan karena cangkupan lampu LED dengan koordinat pengiriman sinyal informasi akan diterima oleh detektor yang berada di (0,0,3) meter sehingga daya yang diterima akan lebih besar.

Daftar Pustaka

- [1] T. Adiono, S. Fuada, and A. Pradana, "Desain dan realisasi sistem komunikasi cahaya tampak untuk streaming teks berbasis pwm," *Setrum: Sistem Kendali Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, vol. 6, no. 2, pp. 270–279, 2017.
- [2] D. Yulian, D. Darlis, and S. Aulia, "Perancangan dan implementasi perangkat visible light communication sebagai transeiver video," *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, vol. 2, no. 2, 2015.
- [3] Z. Zhou, M. Kavehrad, and P. Deng, "Indoor positioning algorithm using lightemitting diode visible light communications," *Optical engineering*, vol. 51, no. 8, p. 085009, 2012.
- [4] W. Cahyadi, D. W. Jati, and B. S. Kaloko, "Rancangan vehicular visible light communication and ad-hoc network (v2lican) pada mobil listrik cerdas."
- [5] A. R. Ndjiongue, H. C. Ferreira, and T. M. Ngatched, "Visible light communications (vlc) technology," *Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, pp. 1–15, 1999.
- [6] A. J. Moreira, R. T. Valadas, and A. de Oliveira Duarte, "Optical interference produced by artificial light," *Wireless Networks*, vol. 3, no. 2, pp. 131–140, 1997.
- [7] Z. Ghassemlooy, W. Popoola, and S. Rajbhandari, *Optical wireless communications: system and channel modelling with Matlab R*. CRC press, 2019.

- [8] C. Wang, L. Wang, X. Chi, S. Liu, W. Shi, and J. Deng, "The research of indoor positioning based on visible light communication," *China Communications*, vol. 12, no. 8, pp. 85–92, 2015.
- [9] H. Lv, L. Feng, A. Yang, P. Guo, H. Huang, and S. Chen, "High accuracy vlc indoor positioning system with differential detection," *IEEE Photonics Journal*, vol. 9, no. 3, pp. 1–13, 2017.

