



JESCE

(Journal of Electrical and System Control Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>

Pengaruh Sudut LED *Multibeam* dan Interferensi Cahaya Matahari Terhadap Cakupan Area Pada Sistem *Light Fidelity*

The Effect of Multibeam LED Angle and Sunlight Interference Toward Coverage Area on Light Fidelity System

Dessinta Eka Wulandari¹⁾*, Akhmad Hambali²⁾ & M. Irfan Maulana³⁾

1) Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Indonesia

2) Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Indonesia

3) Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Indonesia

*Corresponding Email: desskawuri@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini berkembang sangat pesat. Keinginan masyarakat untuk mengakses internet dengan cepat dan efisien semakin meningkat. *Light Fidelity* (Li-Fi) merupakan teknologi komunikasi tanpa kabel yang mempunyai kecepatan transfer data yang cepat dan spektrum frekuensi yang lebih besar daripada *Wireless Fidelity* (Wi-Fi). Tugas Akhir ini akan melakukan perancangan simulasi untuk mengetahui kinerja lampu LED *multibeam* dengan perubahan arah sudut *beam*-nya sebesar 15°, 30°, dan 45° terhadap *coverage area*. Penelitian ini dilakukan di ruangan yang berukuran 5 x 5 x 3 meter. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem tanpa interferensi cahaya matahari lebih baik dari pada dengan interferensi cahaya matahari. Hasil *coverage area* tanpa interferensi pada arah sudut *beam* 15° sebesar 24.84 m² dan pada saat arah sudut *beam* 30°, 45° mendapatkan luas *coverage area* sebesar 25 m². Sedangkan menggunakan interferensi cahaya matahari menghasilkan *coverage area* pada tiap arah sudut *beam* 15°, 30°, dan 45° adalah sebesar 18.76 m², 22.6 m², 22.8 m². Sehingga ruangan yang tidak terinterferensi cahaya matahari mendapatkan daya terima yang lebih bagus dibandingkan dengan ruangan yang terinterferensi cahaya matahari.

Kata Kunci: *Coverage Area, LED multibeam, Light Fidelity, Wireless Fidelity*

Abstract

The development of telecommunications technology is currently growing very rapidly. Hopefully people to enjoy the internet quickly and efficiently is increasing. *Light Fidelity* (Li-Fi) is a wireless communication technology that has a fast data transfer rate and a greater frequency spectrum than *Wireless Fidelity* (Wi-Fi). This final project will design a simulation to determine the performance of multibeam LED lamps with changes in the direction of the beam angle of 15°, 30°, and 45° to the coverage area. This research was conducted in a room measuring 5 x 5 x 3 meters. The results of this study indicate that a system without sunlight interference is better than sunlight interference. The results of the coverage area without interference at the beam angle of 15° is 24.84 m² and when the beam angle is 30°, the coverage area is 25 m². While the use of sunlight interference produces a coverage area in each direction of the beam angle of 15°, 30°, and 45° which is 18.76 m², 22.6 m², 22.8 m². So that a room that is not interfered with by sunlight gets a better reception than a room that is interfered with by sunlight.

Keywords: *Coverage Area, LED multibeam, Light Fidelity, Wireless Fidelity*

How to Cite: Wulandari, D. E, Hambali, A, & Maulana, M. I. (2022). Pengaruh Sudut LED *Multibeam* dan Interferensi Cahaya Matahari Terhadap Cakupan Area Pada Sistem *Light Fidelity*. *JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering)*. 5 (2): 70-83

PENDAHULUAN

telekomunikasi berkembang dengan pesat. Saat ini teknologi Perkembangan teknologi *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) merupakan pilihan utama bagi masyarakat untuk mengakses jaringan internet, yang mana teknologi Wi-Fi ini menggunakan gelombang elektromagnetik pada frekuensi radio yang mempunyai spektrum frekuensi sebesar 2.4 GHz atau 5 GHz. Kekurangan dari spektrum radio adalah frekuensinya masih di bawah 10 GHz, maka spektrum radio dengan frekuensi di atas 10 GHz sedang dipertimbangkan dalam sistem komunikasi nirkabel. Namun, komunikasi dengan frekuensi tinggi akan mengakibatkan beberapa masalah seperti peningkatan kehilangan jalur (*pathloss*), bayangan (*shadowing*), dan penyumbatan (*blockages*) [1]. Solusi untuk masalah ini adalah menggunakan sistem *Light Fidelity* (Li-Fi) yang memanfaatkan *Light emitting diode* (LED) untuk mentransfer data pada spektrum cahaya tampak [2]. Dengan Li-Fi kita dapat memanfaatkan spektrum lebih dari 1000 kali lebih besar dari spektrum yang digunakan frekuensi radio.

Li-Fi diciptakan oleh Profesor Harald Haas, di TedGlobal Talk pada tahun 2011 dimana ia mempresentasikan Li-Fi untuk pertama kalinya. Li-Fi merupakan teknologi nirkabel sistem komunikasi dua

arah dengan kecepatan tinggi dan komunikasi data seluler menggunakan cahaya [4]. Li-Fi merupakan bagian dari *Visible Light Communication* (VLC) yang diterapkan pada komunikasi nirkabel kecepatan tinggi yang dapat mentransfer ribuan data secara bersamaan [3]. Namun, sistem komunikasi Li-Fi berbeda dengan VLC, yang mana VLC hanya mendukung sistem komunikasi *point to point*, sedangkan Li-Fi mendukung sistem komunikasi *point to multipoint* [4]. Sistem Li-Fi mempunyai frekuensi cahaya tampak antara 400 - 800 THz dan panjang gelombang 380 - 780 nm [2]. Li-Fi mempunyai keunggulan bandwidth, efisiensi, dan keamanan yang lebih baik daripada Wi-Fi, dengan menggunakan LED akan lebih hemat biaya karena bisa digunakan dalam jangka waktu yang lama [3]. Li-Fi menggunakan lampu LED biasa yang digunakan di rumah ataupun kantor sebagai media transfer data, karena LED mempunyai kecepatan data tinggi hingga 224 Gbps [5].

Pada penelitian [4] hanya menjelaskan tentang cakupan area menggunakan LED panel yang mempertimbangkan tipe LED panel, yaitu *fixed*, *moveable*, dan *hybrid* dengan user dalam kondisi tetap dan di dalam ruangan yang kedap cahaya. Li-Fi mempunyai kekurangan cakupan area yang tidak

terlalu luas dan tidak dapat menembus benda padat, contohnya dinding ruangan, sehingga cakupan areanya terbatas. Dengan mempertimbangkan perubahan sudut LED *multibeam* terhadap sistem kinerja jaringan Li-Fi di dalam ruangan, yang mana sebagian ruangan terkena cahaya matahari, diharapkan mendapat nilai daya terima, distribusi SNR, dan *coverage area* yang optimal. Penelitian ini akan menganalisis pengaruh perubahan sudut LED *multibeam* dan interferensi cahaya terhadap *coverage area* pada sistem Li-Fi.

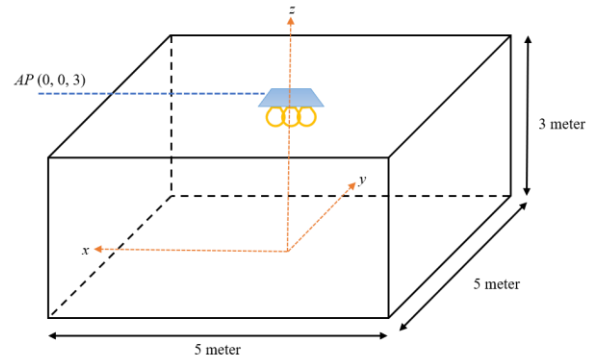
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode analisis komputasi, yaitu mendapatkan nilai *coverage area*. Skenario yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perubahan arah sudut *beam* tanpa interferensi cahaya matahari.

Melakukan kalkulasi daya terima, dan menghitung nilai SNR serta BER ketika arah sudut *beam* 15° pada ruangan yang berukuran $5 \times 5 \times 3$ meter. Melakukan kalkulasi daya terima, dan menghitung nilai SNR serta BER ketika arah sudut *beam* 30° pada ruangan yang berukuran $5 \times 5 \times 3$ meter. Melakukan kalkulasi daya terima, dan menghitung nilai SNR serta

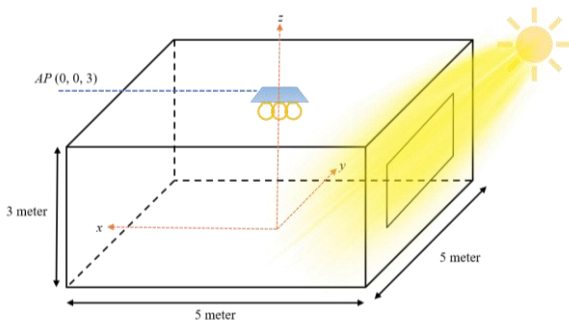
BER ketika arah sudut *beam* 45° pada ruangan yang berukuran $5 \times 5 \times 3$ meter.



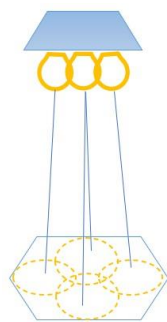
Gambar 1. Desain Ruangan Tanpa Interferensi Cahaya Matahari

2. Perubahan arah sudut *beam* dengan interferensi cahaya matahari.

Melakukan kalkulasi daya terima, dan menghitung nilai SNR serta BER ketika arah sudut *beam* 15° pada ruangan yang berukuran $5 \times 5 \times 3$ meter, yang mana setengah ruangan terkena interferensi cahaya matahari. Melakukan kalkulasi daya terima, dan menghitung nilai SNR serta BER ketika arah sudut *beam* 30° pada ruangan yang berukuran $5 \times 5 \times 3$ meter, yang mana setengah ruangan terkena interferensi cahaya matahari. Melakukan kalkulasi daya terima, dan menghitung nilai SNR serta BER ketika arah sudut *beam* 45° pada ruangan yang berukuran $5 \times 5 \times 3$ meter, yang mana setengah ruangan terkena interferensi cahaya matahari.

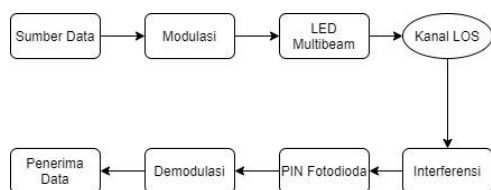


Gambar 2. Desain Ruang Dengan Interferensi Cahaya Matahari



Gambar 3. LED *Multibeam*

Gambar 3 merupakan desain LED *multibeam* yang dimana 4 *beam* dari satu LED telah dikonfigurasi, dan memancarkan cahaya dalam 4 arah dengan masing-masing daya sama besarnya. Tidak terdapat pantulan pada permukaan apapun, dan hanya mempertimbangkan kanal LOS. Pada simulasi ini user di asumsikan pada ketinggian 0.85 meter dari area lantai.

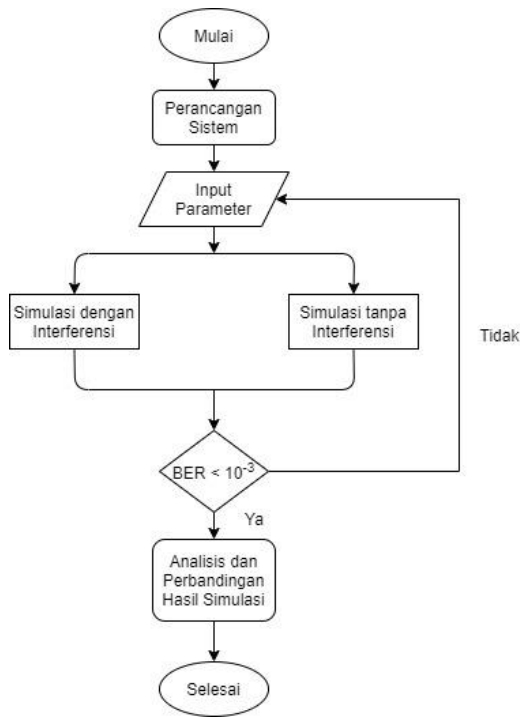


Gambar 4. Diagram Blok Sistem Li-Fi

Blok diagram perancangan sistem ini dibagi menjadi 2 komponen yaitu *transmitter* dan *receiver*. Sistem dimulai dari sumber data sebagai sinyal informasi yang masuk, kemudian dilakukan modulasi dan dikirimkan ke LED *multibeam* sehingga dapat memancarkan cahaya. Jenis kanal yang digunakan adalah kanal LOS, cahaya yang dipancarkan oleh LED *multibeam* akan ditransmisikan melalui kanal LOS, yang mana proses pengiriman data dari *transmitter* ke *receiver* tidak terdapat penghalang atau *obstacle*, tetapi di sebagian ruangan terdapat interferensi dari luar yaitu cahaya matahari yang menembus jendela ruangan dengan asumsi intensitas cahaya yang masuk sebesar 60%.

Setelah melewati kanal, cahaya dari LED *multibeam* akan ditangkap oleh *photodetector* yang bertipe PIN. PIN *photodetector* merupakan perangkat yang terdapat pada bagian *receiver* yang berfungsi untuk menangkap sinyal informasi yang dipancarkan oleh pengirim dan diubah menjadi sinyal elektrik. Selanjutnya proses demodulasi atau proses pemisahan sinyal informasi dengan sinyal pembawa, sinyal informasi akan diterima dan bentuk datanya akan sama seperti data informasi di awal pengiriman.

Kemudian data akan dihitung nilai SNR, dan BER yang dihasilkan.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir penelitian di atas merupakan proses tahapan simulasi untuk meneliti pengaruh sudut LED *multibeam* dan interferensi cahaya matahari terhadap cakupan area pada sistem *Light Fidelity*. Di awali dengan melakukan perancangan sistem Li-Fi, kemudian input parameter yang digunakan seperti menggunakan ruangan yang berukuran 5 x 5 x 3 meter. Pada penelitian ini perbedaannya adalah tidak adanya interferensi cahaya matahari dan sebagian ruangan terkena interferensi cahaya matahari di ruangan simulasi tersebut. Menggunakan satu buah lampu LED *multibeam* diletakkan pada koordinat

yang telah ditentukan dan akan memancarkan cahaya ke *receiver* yang ada di dalam ruangan simulasi, dan menggunakan PIN fotodiode sebagai *receiver*.

Tabel 1. Parameter Simulasi

Parameter	Nilai	
Transmitter	Jenis	LED <i>multibeam</i>
	Jumlah LED	1
	Jumlah pancaran	4
	Daya per pancaran	5 Watt
	Lokasi	(0, 0, 3)
	Kanal	LOS
Receiver	Jenis <i>photodiode</i>	PIN
	FOV	70°
	Responsivitas	0.55 A/W
Lain-lain	Ukuran ruangan	5 x 5 x 3 meter
	Modulasi	OOK-NRZ
	<i>Sunlight Irradiance</i>	598.29 W/m ²

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan memaparkan hasil dan pembahasan dari penelitian. Performansi yang dianalisis adalah nilai distribusi SNR, BER, dan cakupan area.

Signal to Noise Ratio

SNR merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menghitung kualitas sinyal berdasarkan perbandingan antara daya sinyal informasi yang ditransmisikan dengan interferensi yang diterima. Semakin besar nilai SNR, maka kualitas sinyal akan semakin baik. Untuk menghitung SNR dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$SNR = \frac{(RP_{rx})^2}{2 \cdot q \cdot (I_p + I_d) \cdot B \cdot M^2 \cdot F(M) + 2 \cdot q \cdot I_l \cdot B + \frac{4 \cdot Kb \cdot T \cdot B}{R_l}}$$

Dimana:

- R = Responsivitas (A/W)
- Prx = Daya terima (Watt)
- q = Besar muatan elektron (coulomb)
- Ip = Arus primer
- Id = Arus *bulk dark*
- Il = Arus *surface leakage*
- M = Faktor multiplikasi fotodiode
- F(M) = *Noise figure*
- Kb = Konstanta boltzman (J/K)
- B = *Bandwidth* (Hz)
- Rl = Nilai tahanan (ohm)
- T = Suhu (Kelvin)

Perhitungan SNR yang terinterferensi cahaya matahari menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$SNR = \frac{(RP_{rx})^2}{2 \cdot q \cdot q_{sun} (I_p + I_d) \cdot B \cdot M^2 \cdot F(M) + 2 \cdot q \cdot I_l \cdot B + \frac{4 \cdot Kb \cdot T \cdot B}{R_l}}$$

Dimana q_{sun} didapatkan dengan persamaan sebagai berikut [12]:

$$q_{sun} = 1350.3 \left[1 + 0.033 \cos \left(\frac{360n}{365} \right) [\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega] \right]$$

Dimana:

- n = Jumlah hari dalam setahun
- φ = Lokasi bujur
- δ = Deklinasi matahari
- ω = Perpindahan sudut

Untuk mencari nilai deklinasi matahari menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\delta = 23.45 \sin \left[360 \left(\frac{284 + n}{365} \right) \right]$$

Bit Error Rate

BER merupakan jumlah kesalahan bit per satuan waktu ketika sinyal ditransmisikan. Jika nilai BER 10^{-3} maka terdapat kemungkinan 1 bit yang error dari 1000 bit yang dikirimkan atau ditransmisikan. Pada penelitian ini menggunakan modulasi OOKNRZ, maka persamaan BER OOK-NRZ dapat dinyatakan sebagai berikut [9]:

$$BER_{OOK-NRZ} = \frac{1}{2} \cdot \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{2\sqrt{2}} \sqrt{SNR} \right)$$

Cakupan Area

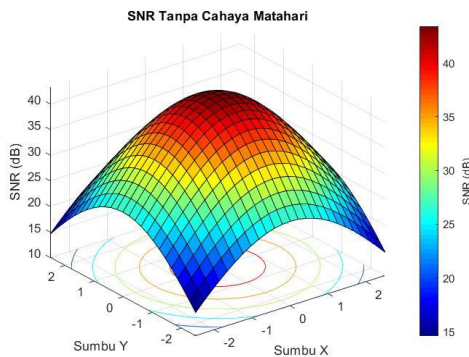
Saat menghitung *coverage area* diperlukan nilai BER dari seluruh *cell grid* yang ada di dalam ruangan. Karena ukuran ruangan $5 \times 5 \times 3$ meter, maka total titik yang akan diamati adalah 625 titik. Sehingga setiap *cell grid* memiliki luas sebesar 0.04 m^2 . Untuk menghitung

seberapa luas cakupan area yang dihasilkan menggunakan rumus sebagai berikut:

Coverage area = Jumlah cell grid yang mempunyai nilai BER $\leq 10^{-3} \times 0.04$.

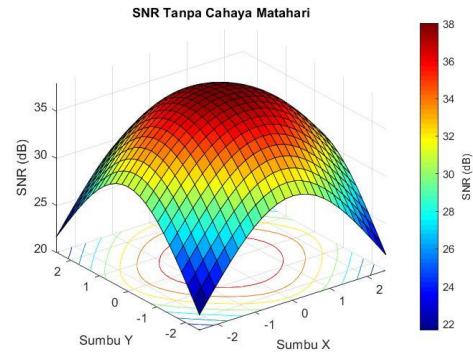
Hasil Distribusi SNR Tanpa Interferensi Cahaya Matahari

Pada skenario ini akan dilakukan analisis distribusi SNR di ruangan yang berukuran 5×5×3 meter, penempatan satu lampu di koordinat (0, 0, 3), perubahan arah sudut beam 15°, 30°, dan 45° serta tidak terdapat jendela sehingga tidak ada cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan.



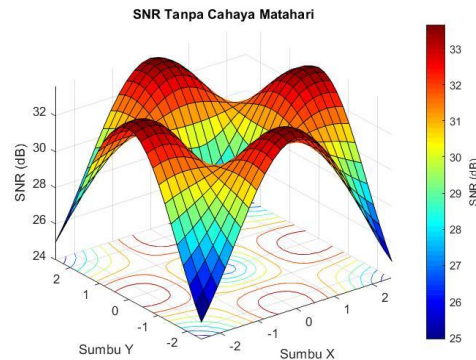
Gambar 6. Distribusi SNR Arah Sudut beam 15° Tanpa Interferensi

Pada arah sudut beam 15° memiliki ratio sinyal terhadap noise yang kualitasnya baik bagi penerima. Warna merah menunjukkan sinyal keluaran maksimal dari pengirim ke penerima. Nilai maksimumnya sebesar 43.41 dB dan nilai minimumnya sebesar 14.58 dB.



Gambar 7. Distribusi SNR Arah Sudut beam 30° Tanpa Interferensi

Pada Gambar 7 menunjukkan hasil distribusi SNR pada arah sudut beam 30°. Dengan nilai SNR maksimum sebesar 38.02 dB dan nilai SNR minimum sebesar 21.66 dB.

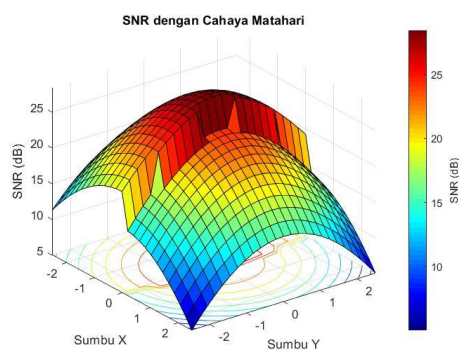


Gambar 8. Distribusi SNR Arah Sudut beam 45° Tanpa Interferensi

Gambar di atas menunjukkan grafik distribusi SNR pada arah sudut beam 45°. Pada simulasi ini hasil grafik berbeda dengan kedua sudut beam di atas, karena pada arah sudut beam 45° arah pancaran lebih lebar. Sehingga nilai SNR maksimum yang didapatkan sebesar 33.66 dB, dan nilai SNR minimum sebesar 24.95 dB.

Hasil Distribusi SNR Dengan Interferensi Cahaya Matahari

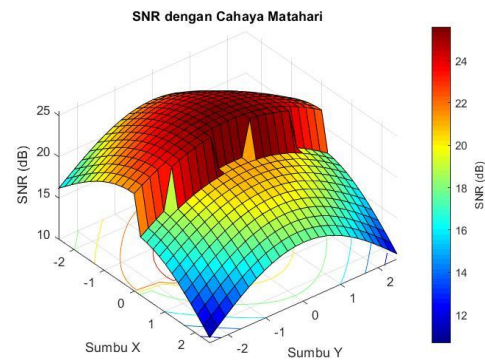
Dengan posisi lampu LED *multibeam* yang diletakkan pada titik koordinat (0,0,3) yang memiliki 4 *beam* dan dikonfigurasi pada arah sudut 15°, 30°, dan 45°, serta memancarkan cahaya dalam 4 arah masing-masing pancaran memiliki daya pancar sebesar 5 Watt pada ruangan yang berukuran 5×5×3 meter yang terdapat jendela di salah satu sisi tembok (sumbu Y) sehingga terdapat cahaya matahari yang masuk dengan intensitas cahaya sebesar 60%. Kemudian tinggi *receiver* diasumsikan pada ketinggian 0.85 meter dari permukaan lantai. Pada distribusi SNR ini terdapat penambahan noise dari cahaya matahari yang menyebabkan kinerja sistem Li-Fi menurun.



Gambar 9. Distribusi SNR Arah Sudut *beam* 15° dengan Interferensi

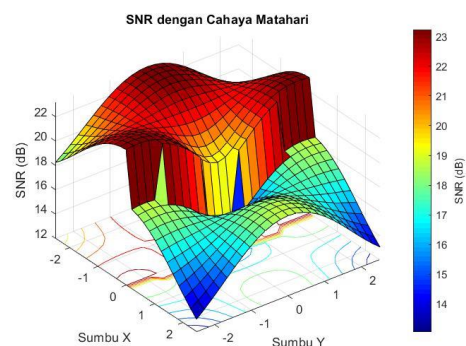
Hasil distribusi SNR di atas pada bagian ruangan yang sedikit terinterferensi cahaya matahari mendapatkan distribusi SNR maksimal sebesar 28.45 dB. Bagian

ruangan yang terinterferensi cahaya matahari mendapatkan distribusi maksimal sebesar 24.11 dB dan distribusi minimal sebesar 5.01 dB.



Gambar 10. Distribusi SNR Arah Sudut *beam* 30° dengan Interferensi

Hasil distribusi SNR arah sudut *beam* 30° pada ruangan yang sedikit terinterferensi cahaya matahari mendapatkan distribusi SNR maksimal sebesar 25.59 dB. Bagian ruangan yang terinterferensi cahaya matahari langsung mendapatkan distribusi SNR maksimal sebesar 21.22 dB dan distribusi SNR minimal sebesar 10.66 dB.

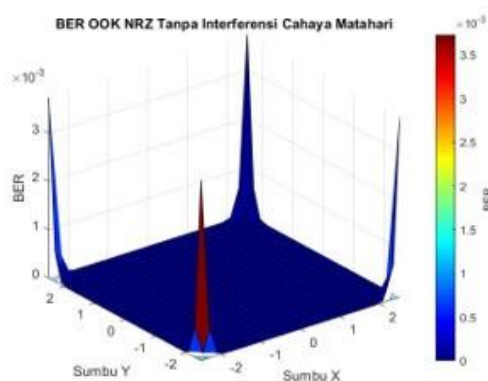


Gambar 11. Distribusi SNR Arah Sudut *beam* 45° dengan Interferensi

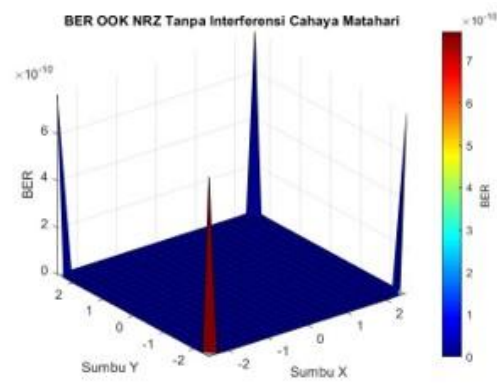
Hasil distribusi SNR arah sudut *beam* 30° pada ruangan yang sedikit terinterferensi cahaya matahari mendapatkan distribusi SNR maksimal sebesar 23.23 dB, sedangkan untuk ruangan yang terdapat jendela dan terinterferensi cahaya matahari mendapatkan distribusi maksimal sebesar 22.99 dB dan distribusi SNR minimal sebesar 13.05 dB.

Coverage Area Tanpa Interferensi Cahaya Matahari

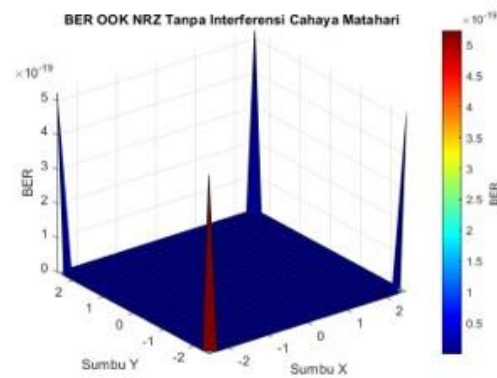
Pada subbab ini akan menganalisis *coverage area* pada sistem Li-Fi menggunakan teknik modulasi OOK-NRZ pada ruangan yang berukuran 5×5×3 meter dengan daya pancar sebesar 5 Watt dan ruangan tanpa interferensi cahaya matahari. Analisis dilakukan menggunakan hasil simulasi BER.



(a)



(b)



(c)

Gambar 12. Grafik BER (a) arah sudut *beam* 15° (b) arah sudut *beam* 30° (c) arah sudut *beam* 45° tanpa Interferensi

Hasil BER maksimal yang didapatkan pada arah sudut *beam* 15° adalah sebesar 3.73×10^{-3} dan BER minimal sebesar 0, ketika arah sudut *beam* 30° BER maksimal sebesar 7.69×10^{-10} dan BER minimal sebesar 0, sedangkan ketika arah sudut *beam* 45° nilai BER maksimal sebesar 5.23×10^{-19} dan nilai BER minimal sebesar 2.83×10^{-128} .

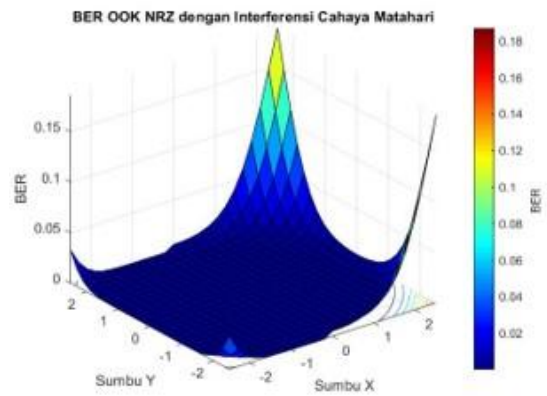
Pada Gambar 12 (a) menunjukkan grafik BER ketika arah sudut *beam* 15° belum mendapatkan cakupan area yang maksimal. Dari luas *coverage area* yang

dihasilkan pada arah sudut *beam* 15° adalah sebesar 24.84 m². Dari Pada Gambar 12 (b) dan (c) menunjukkan grafik BER ketika arah sudut *beam* 30° dan 45° . Cakupan area yang dihasilkan pada kedua sudut mendapatkan cakupan area yang maksimal. Luas *coverage area* yang dihasilkan keduanya adalah sebesar 25 m².

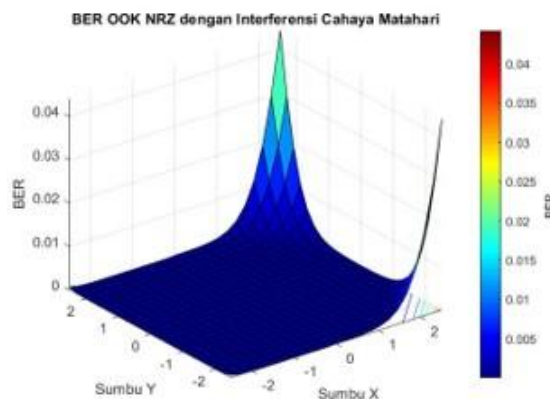
Hal ini terjadi karena perubahan sudut *beam* mempengaruhi luas *coverage area*, semakin besar arah sudut *beam* yang digunakan maka semakin luas cakupan areanya.

Coverage Area dengan Interferensi Cahaya Matahari

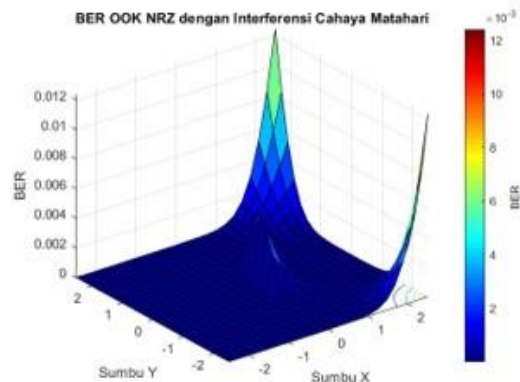
Kali ini menganalisis *coverage area* pada sistem Li-Fi menggunakan teknik modulasi OOK-NRZ pada ruangan yang berukuran 5×5×3 meter dengan daya pancar sebesar 5 Watt, dan terinterferensi cahaya matahari pada sistem Li-Fi. Analisis dilakukan menggunakan hasil simulasi BER.



(a)



(b)



(c)

Gambar 13. Grafik BER (a) arah sudut *beam* 15° (b) arah sudut *beam* 30° (c) arah sudut *beam* 45° dengan Interferensi

Hasil BER maksimal pada arah sudut *beam* 15° adalah sebesar 0.187 dan BER minimal sebesar 1.877×10^{-39} , ketika arah sudut *beam* 30° BER maksimal sebesar

0.044 dan BER minimal sebesar 1.25×10^{-21} , sedangkan ketika arah sudut *beam* 45° nilai BER maksimal sebesar 0.0124 dan nilai BER minimal sebesar 2.186×10^{-13} .

Untuk menghitung *coverage area* diperlukan nilai BER di setiap *cell gridnya* dengan nilai $BER \leq 10^{-3}$. Pada Gambar 4.14 (a) menunjukkan grafik BER ketika arah sudut *beam* 15° yang mendapatkan luas cakupan area sebesar 18.76 m^2 . Gambar 4.14 (b) menunjukkan grafik BER ketika arah sudut *beam* 30° , *coverage area* yang dihasilkan adalah 22.6 m^2 . Kemudian Gambar 4.14 menunjukkan hasil nilai BER pada arah sudut *beam* 45° , luas cakupan yang dihasilkan adalah 22.8 m^2 .

Dari ketiga simulasi yang dilakukan pada skenario II hasil performansi BER semakin menurun dari skenario I pada stiap sudut *beamnya*, dan hasil *coverage area* yang dihasilkan masih belum mencakup seluruh ruangan, dikarenakan adanya interferensi cahaya matahari, sehingga membutuhkan tambahan daya pancar yang lebih besar agar dapat mencakup seluruh ruangan.

Perbandingan SNR Tanpa Interferensi dan Dengan Interferensi

Tabel 2. Perbandingan Distribusi SNR dari Kedua Skenario

SNR (dB)	Tanpa Interferensi Cahaya Matahari			Dengan Interferensi Cahaya Matahari		
	15°	30°	45°	15°	30°	45°
Maksimal	43.41	38.02	33.66	28.45	25.59	23.23
Minimal	14.58	21.66	24.95	5.01	10.66	13.05

Dari tabel di atas, pada skenario II terjadi penurunan distribusi SNR, hal ini disebabkan oleh gangguan cahaya matahari. Dengan demikian, nilai SNR yang didapatkan skenario tanpa interferensi cahaya matahari lebih besar dari pada skenario dengan interferensi cahaya matahari.

Perbandingan Coverage Area Tanpa Interferensi dan Dengan Interferensi

Tabel 3. Perbandingan Coverage Area dari Kedua Skenario

Coverage area	15°	30°	45°
Tanpa Interferensi	24.84 m ²	25 m ²	25 m ²
Dengan Interferensi	18.76 m ²	22.6 m ²	22.8 m ²
Selisih	6.08 m ²	2.4 m ²	2.2 m ²

Pada skenario tanpa interferensi cahaya matahari ketika arah sudut *beam* 15° cakupan area yang dihasilkan sebesar 24.84 m^2 sedangkan ketika arah sudut *beam* 30° dan *beam* 45° menghasilkan cakupan area sebesar 25 m^2 . Luas cakupan area yang semakin luas dipengaruhi oleh performansi BER yang semakin baik

ketika sudut *beam* diubah. Sedangkan pada skenario dengan interferensi cahaya matahari arah sudut *beam* 15° luas cakupan area yang dihasilkan sebesar 18.6 m², arah sudut *beam* 30° luas cakupan areanya sebesar 22.6 m², dan luas cakupan area arah sudut *beam* 45° adalah sebesar 22.8 m².

Skenario II mendapatkan hasil *coverage area* yang lebih kecil daripada skenario I pada masing-masing sudut *beam*. Ini terjadi karena adanya pengaruh interferensi cahaya matahari dengan intensitas cahaya sebesar 60%.

Dengan demikian setiap perubahan arah sudut *beam* pada ruangan yang terkena interferensi cahaya matahari pada sistem LiFi akan menyebabkan adanya penurunan pada nilai daya terima, distribusi SNR, dan nilai BER. Hal ini dapat menurunkan kinerja sistem Li-Fi.

SIMPULAN

Sistem Li-Fi tanpa interferensi cahaya matahari lebih baik dari sistem Li-Fi dengan interferensi cahaya matahari. Hal ini dibuktikan dengan penurunan nilai distribusi SNR dikarenakan adanya cahaya matahari yang masuk kedalam ruangan menyebabkan penambahan *noise* pada *photodetector*. Perubahan arah sudut *beam* dan penambahan interferensi juga

mempengaruhi luas cakupan area sistem Li-Fi. Pada skenario tanpa interferensi cahaya matahari saat arah sudut *beam* 15° mendapatkan luas *coverage area* sebesar 24.84 m² dan saat arah sudut *beam* 30°, 45° mendapatkan luas *coverage area* sebesar 25 m². Kemudian pada skenario dengan interferensi cahaya matahari luas *coverage area* yang didapatkan pada tiap arah sudut *beam* 15°, 30°, dan 45° adalah sebesar 18.76 m², 22.6 m², 22.8 m².

DAFTAR PUSTAKA

- H. D. Huynh and K. S. Sandrasegaran, "Coverage performance of light fidelity (Li-Fi) network," *Proc. 2019 25th Asia-Pacific Conf. Commun. APCC 2019*, pp. 361–366, 2019, doi: 10.1109/APCC47188.2019.9026407.
- H. D. Huynh, K. Sandrasegaran, and S. C. Lam, "Modelling and Simulation of Handover in Light Fidelity (Li-Fi) Network," *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, vol. 2018-October, no. October, pp. 1307–1312, 2019, doi: 10.1109/TENCON.2018.8650221.
- Alao OD, Joshua JV, Franklyn AS, and Komolafe O, "Light Fidelity (Li-Fi): An Emerging Technology for The Future," *Pdfs.Semanticscholar.Org*, vol. 3, no. 3, pp. 18–28, 2016, doi: 10.9790/0050-03031828.
- F. Aftab, M. N. U. Khan, and S. Ali, "Light fidelity (Li-Fi) based indoor communication system," *Int. J. Comput. Networks Commun.*, vol. 8, no. 3, pp. 21–31, 2016, doi: 10.5121/ijcnc.2016.8302.
- Y. Perwej, "The Next Generation of Wireless Communication Using Li-Fi (Light Fidelity) Technology," *J. Comput. Networks*, vol. 4, no. 1, pp. 20–29, 2017, doi: 10.12691/jcn-4-1-3.
- M. Usama, M. Usama, K. Saeed, and A. Yousaf, "A Review on Nomadic Access of Li-Fi Technology A Review on Nomadic Access of Li-Fi Technology," no. March, pp. 0–4, 2016.
- A. Sodhi and J. Johnson, "Light Fidelity (LI-FI)-The Future of Visible Light Communication," *Int. J. Eng. Res. Gen. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 117–128, 2015.
- C. Science and M. Studies, "Li-Fi Technology : Data Transmission through Visible Light," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud.*, vol. 3, no. 6, pp. 1–12, 2015.

- O. W. Communications, *Ghassemlooy, Z., Popoola, W., Rajbhandari, S - Optical Wireless Communications_ System and Channel Modelling with MATLAB®-CRC Press LLC (2019).pdf*. 2019.
- A. R. DARLIS, L. LIDYAWATI, and D. NATALIANA, "Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 1, no. 1, p. 13, 2017, doi: 10.26760/elkomika.v1i1.13.
- L. S. Zaremba and W. H. Smoleński, "Optimal portfolio choice under a liability constraint," *Ann. Oper. Res.*, vol. 97, no. 1-4, pp. 131-141, 2000, doi: 10.1023/A.
- M. Beshr, I. Andonovic, and M. Hussien, "The impact of sunlight on the performance of visible light communication systems over the year," *Unmanned/Unattended Sensors Sens. Networks IX*, vol. 8540, no. September, p. 85400F, 2012, doi: 10.1117/12.978935.