

PENGARUH ORIENTASI SUDUT PENERIMA PADA BERBAGAI JUMLAH LED DALAM VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

IMPACT OF RECEIVER ANGLE ORIENTATION ON VARIOUS AMOUNTS OF LEDs IN VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

Amirullah Wijayanto¹, Kris Sujatmoko S.T. M.T², Brian Pamukti S.T M.T³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas
Telkom ¹amirullahw@student.telkomuniversity.ac.id,

²krissujatmoko@telkomuniversity.ac.id, ³brianp@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Visible Light Communication (VLC) merupakan suatu media komunikasi data yang media penyampaian informasinya berupa cahaya tampak. Dengan memanfaatkan cahaya tampak sebagai sistem komunikasi maka dari itu VLC memiliki banyak keunggulan yaitu dari segi kecepatan dan keamanan untuk diaplikasikan, sehingga dapat mengirimkan berbagai jenis informasi seperti pengiriman suara, data digital, gambar dan video dan juga merupakan alternatif yang cukup baik dalam melayani kebutuhan data, pada saat alokasi spektrum frekuensi radio yang sudah sangat padat digunakan. Sedangkan, LED merupakan suatu perangkat *diode p-n junction* yang akan memancarkan cahaya apabila dalam suatu kondisi aktif. Berbagai macam jenis LED yang sudah terproduksi dalam jumlah yang banyak, salah satunya adalah LED *Super Bright White* yaitu LED yang dapat memancarkan cahaya putih yang sangat terang. Pada tugas akhir ini disimulasikan sistem komunikasi cahaya tampak dengan menggunakan perbedaan jumlah LED dengan menggunakan modulasi OOK-NRZ. Berdasarkan hasil simulasi, dengan menggunakan daya 0.5 Watt/LED dan orientasi sudut penerima yaitu sebesar 0°, 15°, dan 35°. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin jauh daya terima yang didapat maka akan semakin besar nilai BER yang didapat, ataupun sebaliknya. Simulasi ini juga menyimpulkan bahwa semakin kecil orientasi sudut penerima yang digunakan maka cakupan komunikasi akan semakin besar, dan semakin banyak jumlah LED yang digunakan maka semakin besar cakupan komunikasi yang diterima.

Kata kunci : VLC, LED, OOK-NRZ, BER

Abstract

Visible Light Communication (VLC) is a data communication media whose information media is in the form of visible light. By utilizing visible light as a communication system, VLC has many advantages, namely in terms of speed and security to be applied, so that it can send various types of information such as voice transmission, digital data, images and videos and also a good alternative in serving data needs, when a very dense radio frequency spectrum allocation is used. Whereas, LED is a device diode p-n junction that will emit light when in an active condition. Various types of LEDs that have been produced in large quantities, one of which is the Super Bright White LED, which is an LED that can emit very bright white light. In this final project a visible light communication system is simulated using different numbers of LEDs using OOK-NRZ modulation. Based on the simulation results, using 0.5 Watt/LED power and receiver angle orientation is 0°, 15°, and 35°. Then it can be concluded that the further the received power will be, the greater the value of BER obtained, or vice versa. This simulation also concludes that the smaller the orientation of the receiver angle is used, the greater the communication coverage, and the more the number of LEDs used, the greater the scope of communication received.

Keywords: VLC, LED, OOK-NRZ, BER

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi pada era ini telah mengalami suatu pertumbuhan yang sangat pesat. Teknologi telekomunikasi yang cepat, efisien serta ramah lingkungan merupakan sesuatu hal yang diperlukan oleh masyarakat saat ini. Kebutuhan masyarakat akan pengiriman informasi dengan kecepatan tinggi semakin meningkat, untuk melayani kebutuhan itu teknologi nirkabel pun semakin banyak dikembangkan. Namun hal ini tidak berbanding lurus dengan ketersediaan spektrum frekuensi radio yang sangatlah terbatas, yang mayoritas penggunaannya untuk komunikasi wireless. Sarana telekomunikasi

yang dibutuhkan harus mampu memenuhi kebutuhan untuk era ini maupun kebutuhan di masa yang akan datang. Jenis lain dari komunikasi nirkabel adalah komunikasi cahaya tampak dimana cahaya dimodulasi pada cahaya tampak. Salah satu penyebab munculnya ide komunikasi cahaya tampak adalah karena semakin berkembangnya teknologi LED terutama untuk pencahayaan menggantikan pencahayaan konvensional menggunakan lampu neon atau pijar.

Penggunaan serat optik merupakan media transmisi yang memanfaatkan cahaya sebagai sinyal pembawa, merupakan teknologi yang terbaik saat ini karena mempunyai banyak kelebihan contohnya mampu memberikan kecepatan dan kapasitas pengiriman yang lebih baik dibanding kawat tembaga. Adanya sistem VLC dilatarbelakangi oleh penggunaan sumber cahaya dalam sistem komunikasi serat optik, sehingga dapat disimpulkan bahwa LED yang digunakan oleh masyarakat sebagai penerang ruangan dapat dimanfaatkan sebagai pemancar sinyal informasi.

hal tersebut, pada tugas akhir ini dilakukan analisis dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB mengenai "Pengaruh Orientasi sudut penerima pada berbagai jumlah LED dalam Teknologi Visible Light Communication"

2. Dasar Teori

2.1 Visible Light Communication (VLC)

Visible light communication atau biasa disingkat dengan VLC merupakan suatu media komunikasi data yang media penyampaian informasinya berupa cahaya tampak. Cahaya tampak adalah bentuk dimana radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang dalam kisaran tertentu diinterpretasikan oleh otak manusia[3]. Komunikasi cahaya tampak (VLC) adalah media komunikasi data menggunakan cahaya tampak antara 400 THz (780 nm) dan 800 THz (375 nm)[1]. Dalam dunia medis cahaya tampak tidak berbahaya bagi penglihatan. VLC dapat digunakan sebagai media komunikasi untuk komputasi dimana mana, karena perangkat penghasil cahaya (seperti lampu *indoor/outdoor*, TV, rambu lalu lintas, menampilkan komersial, lampu mobil/lampu belakang)[1].

2.2 On Off Keying (OOK)

Modulasi adalah proses penumpangan sinyal informasi yang terkandung dalam rentang frekuensi kedalam sinyal pembawanya. Skema dari modulasi OOK dianalogikan sama halnya seperti sebuah saklar, dimana hanya ada dua kondisi, yaitu "on" dan "off". Bit 1 mewakili dari pulsa optik yang menempati keseluruhan atau sebagian dari durasi bit, sedangkan bit 0 mewakili dari tidak ada atau hilangnya pulsa optik. Modulasi *On Off Keying* (OOK) termasuk dalam bagian dari jenis modulasi digital yaitu ASK, dan merupakan modulasi yang paling sederhana diantara modulasi-modulasi digital lainnya.

2.3 LUX

Lux adalah satuan metrik ukuran cahaya pada suatu permukaan, dimana cahaya rata – rata tingkat *lux* di berbagai titik area yang sudah ditentukan. Pencahayaan adalah ukuran dari berapa banyak *flux* cahaya yang tersebar di daerah tertentu. Jumlah cahaya yang menerangi permukaan akan terlihat lebih samar jika cahaya tersebut tersebar di area yang lebih besar, sehingga pencahayaan berbanding terbalik dengan area yang diamana pancaran cahaya adalah konstan. *Lux* sendiri dapat diartikan nilai yang dihitung sebagai penyebaran penerangan dari sebuah cahaya lampu, dan tetap memperhitungkan rata – rata cahaya paling kuat dan mengabaikan cahaya renda yang bias.

2.4 LED

LED adalah singkatan dari "*Light Emitting Diode*" yang berarti LED adalah komponen elektronika yang didalamnya terdapat diode yang dapat memancarkan cahaya apabila mendapatkan arus listrik[.]. Dan LED juga sering disebut sebagai suatu perangkat *diode p-n junction* yang akan memancarkan cahaya apabila dalam suatu kondisi aktif. Berbagai macam jenis LED yang sudah diproduksi dalam jumlah yang banyak, salah satunya adalah LED *Super Bright White* yaitu LED yang dapat memancarkan cahaya putih yang sangat terang. Saat LED diberi pra-tegangan maju (*forward bias*), terjadi rekombinasi antara elektron dan *hole* di dalam LED sehingga terjadi pelepasan energi dalam bentuk foton – foton cahaya.

LED memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan menggunakan lampu yang ada pada saat ini. LED menghasilkan panas yang lebih kecil, sehingga listrik yang dibangkitkan sebagian besar langsung menghasilkan cahaya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa lampu LED yaitu penerangan yang hemat energi, ramah lingkungan, serta dapat diintegrasikan dengan perangkat elektronik

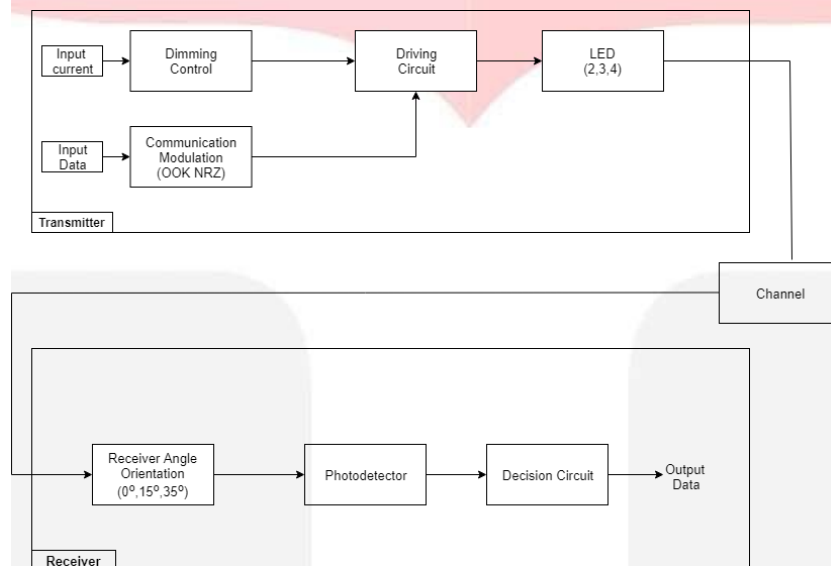
3. Pembahasan dan perancangan sistem

Tugas akhir ini dikerjakan dalam beberapa tahap diantaranya, pertama dengan melakukan perancangan sistem pada VLC yang akan disimulasikan, maka dengan itu perlu diketahui komponen pendukung yang digunakan. Langkah kedua yaitu menentukan parameter-parameter yang akan digunakan, pada tugas akhir ini menggunakan ruangan persegi panjang dan memiliki ukuran 5x5x3 meter, menambahkan jumlah LED yaitu dengan menggunakan 1 buah lampu dan 2 buah lampu, jarak pengirim dan penerima, serta besar orientasi sudut penerima. Langkah selanjutnya dengan melakukan simulasi sistem dengan menggunakan perangkat lunak Matlab R2018a, simulasi dilakukan dengan memodelkan parameter yang telah ditentukan kedalam syntax program.

Parameter kualitas yang ditargetkan pada penelitian ini adalah tingkat kesalahan penerjemahan bit / BER sebesar 10^{-3} . Jika sistem memenuhi target tersebut maka sistem dapat dikatakan baik. Selanjutnya dapat dilakukan analisis dari hasil simulasi yang didapatkan. Kemudian dapat dilakukan penarikan kesimpulan serta saran yang disampaikan dalam pelaporan pada tahapan akhir penelitian.

3.1 Model Sistem

Blok diagram desain sistem VLC untuk komunikasi cahaya tampak yg disimulasikan pada penelitian ini terlihat pada gambar 2.3. Secara garis besar, sistem, terdiri dari 3 bagian yaitu, transmitter, receiver dan model kanal.



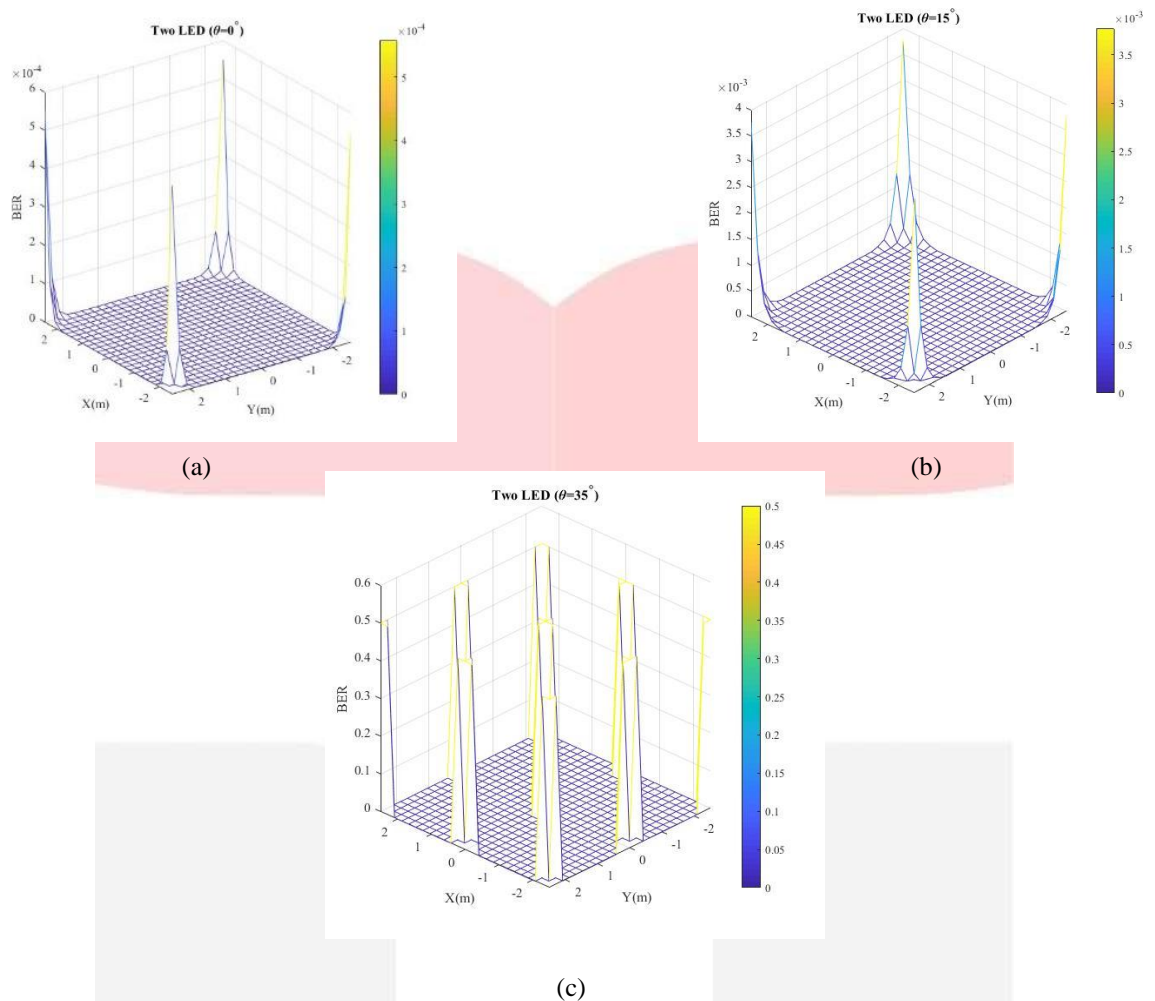
Gambar 2. 1 Desain Sistem untuk VLC

Pada blok *transmitter* juga menggunakan *driver circuit* yang berfungsi untuk mengaktifkan LED beserta komponen yang ada di dalamnya, sebelum masuk ke *driver circuit* informasi-informasi yang akan dikirimkan terlebih dahulu masuk ke dalam blok modulasi dimana terjadi proses perubahan sinyal-sinyal informasi kedalam bentuk tertentu, setelah itu dapat ditransmisikan ke tujuan. Pada *driver circuit* terjadi proses pemberian modulasi, dimana suatu proses modulasi menumpangkan sinyal informasi ke sinyal *carrier* atau sinyal pembawa, dimana pada modulasi optik sinyal *carrier* berupa cahaya.

Komponen LED akan terus mentransmisikan sinyal informasi dengan menggunakan sinyal keluaran LED *driver*. Prinsip kerja dari dioda ialah untuk mengubah sinyal listrik sebagai cahaya yang dapat dipancarkan. Sebelum mengai permukaan *photodetector*, orientasi sudut penerima sudah ditentukan sebesar 0°, 15°, dan 35° terhadap *transmitter*. Selanjutnya sinyal cahaya yang mengandung informasi tadi akan mengenai permukaan *photodetector*, kemudian terjadi suatu proses perubahan cahaya ke sinyal listrik. Dalam tugas akhir ini *photodetector* yang digunakan berjenis *positiv intrinsic negative (PIN)*, karena persamaan pemakaian dari sumber cahaya yang menggunakan LED. Setelah masuk ke dalam *photodetector*, sinyal yang sudah terkonversi akan masuk ke dalam *decision circuit*, dimana dalam komponen ini berfungsi untuk meloloskan sinyal yang memiliki daya melebihi dari batas *threshold* maka dapat dikatakan bernilai bit 1, sedangkan untuk sinyal yang memiliki daya dibawa dari batas *threshold* maka dapat dikatakan bernilai bit 0.

4. Analisis Simulasi

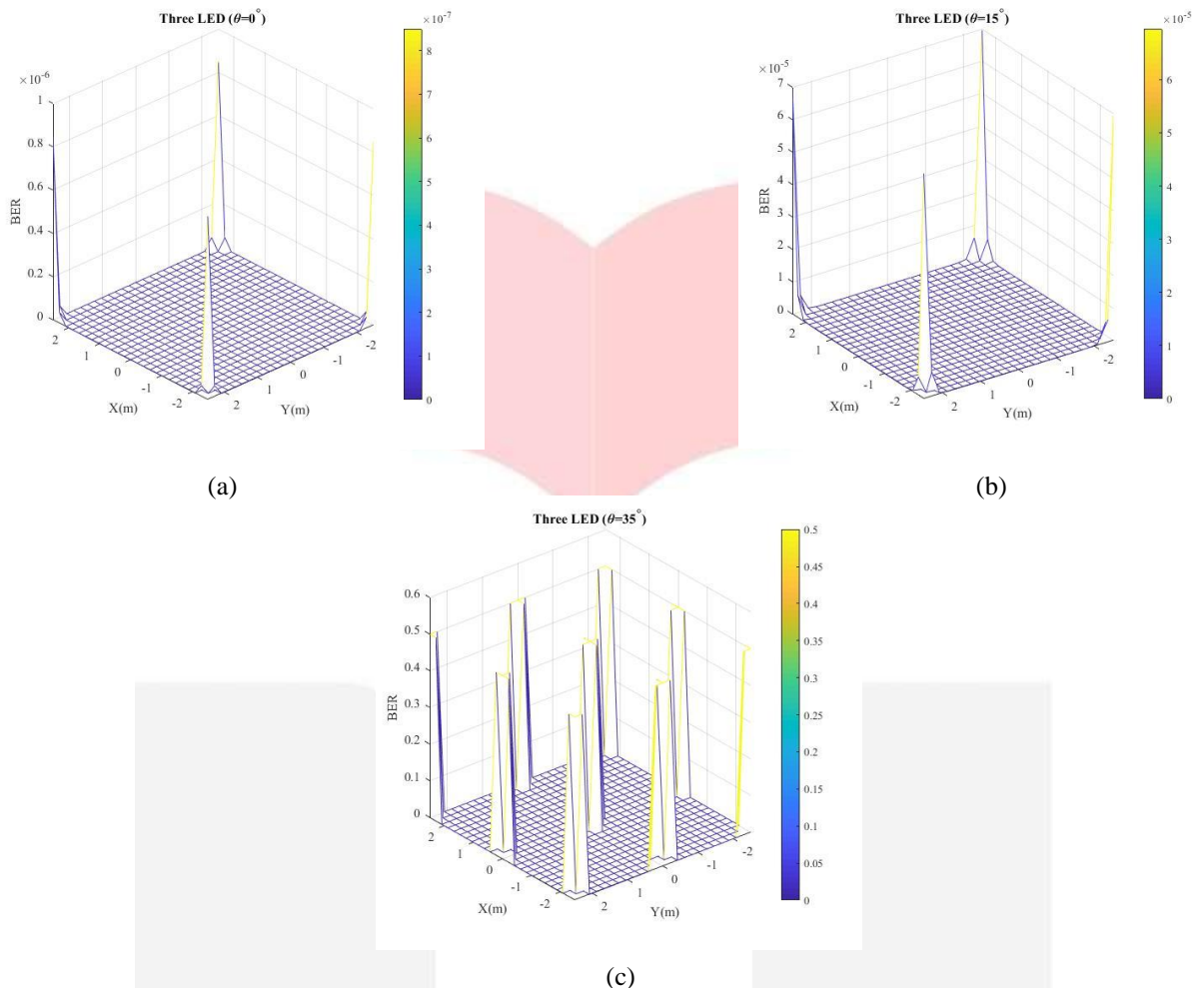
4.1 Analisis Simulasi Skenario I



Gambar 4.1 (a) Grafik nilai BER pada daya 1 Watt dengan orientasi sudut 0° (b) Grafik nilai BER pada daya 1 Watt dengan orientasi sudut 15° (c) Grafik nilai BER pada daya 1 Watt dengan orientasi sudut 35°

Gambar-gambar diatas merupakan pendistribusian nilai *bit error rate* pada masing – masing orientasi sudut penerima dengan nilai daya pancar yang sama. Pada gambar a, dapat dianalisis bahwa nilai daya terima terbesar dalam simulasi menggunakan dua buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 0° adalah sebesar 1.216×10^{-5} dengan nilai ber sebesar 0. Nilai daya terima terkecil dalam simulasi menggunakan dua buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 0° adalah sebesar 4.46010^{-6} Watt dengan nilai bit error rate sebesar 0.000016. Pada gambar b, Nilai daya terima terbesar dalam simulasi menggunakan dua buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 15° adalah sebesar 1.201×10^{-5} dengan nilai ber sebesar 0. Nilai daya terima terkecil dalam simulasi menggunakan dua buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 15° adalah sebesar 4.20×10^{-5} Watt dengan nilai bit error rate sebesar 0.00004205. Pada gambar c, nilai daya terima terbesar dalam simulasi menggunakan dua buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 35° adalah sebesar 9.188×10^{-6} dengan nilai ber sebesar 0. Nilai daya terima terkecil dalam simulasi menggunakan dua buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 35° adalah sebesar 4.696×10^{-6} Watt dengan nilai bit error rate sebesar 0.0000433.

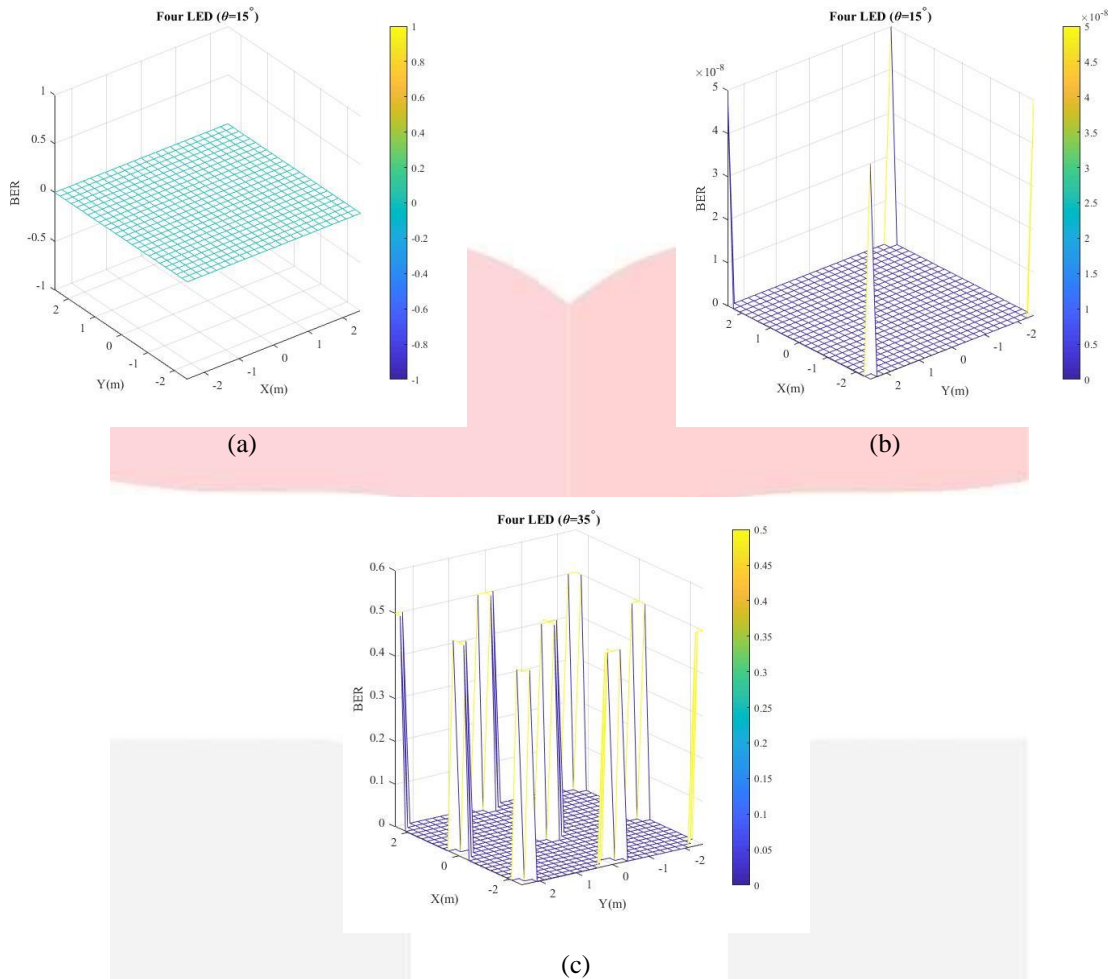
4.2 Analisis Simulasi Skenario II



Gambar 4.2 (a) Grafik nilai BER pada daya 1.5 Watt dengan orientasi sudut 0° (b) Grafik nilai BER pada daya 1.5 Watt dengan orientasi sudut 15° (c) Grafik nilai BER pada daya 1.5 Watt dengan orientasi sudut 35°

Gambar-gambar diatas merupakan pendistribusian nilai *bit error rate* pada masing – masing orientasi sudut penerima dengan nilai daya pancar yang sama. Nilai daya terima terbesar dalam simulasi menggunakan tiga buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 0° adalah sebesar 1.823×10^{-5} dengan nilai ber sebesar 0. Nilai daya terima terkecil dalam simulasi menggunakan tiga buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 0° adalah sebesar 5.137×10^{-6} Watt dengan nilai bit error rate sebesar 0.00000085. Nilai daya terima terbesar dalam simulasi menggunakan tiga buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 15° adalah sebesar 1.802×10^{-5} dengan nilai ber sebesar 0. Nilai daya terima terkecil dalam simulasi menggunakan tiga buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 15° adalah sebesar 4.077×10^{-6} Watt dengan nilai bit error rate sebesar 0.00006955. Nilai daya terima terbesar dalam simulasi menggunakan tiga buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 35° adalah sebesar 1.378×10^{-5} dengan nilai ber sebesar 0. Nilai daya terima terkecil dalam simulasi menggunakan tiga buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 35° adalah sebesar 5.348×10^{-6} Watt dengan nilai bit error rate sebesar 0.0000002.

4.3 Analisis Simulasi Skenario III



Gambar 4.3 (a) Grafik nilai BER pada daya 2 Watt dengan orientasi sudut 0° (b) Grafik nilai BER pada daya 2 Watt dengan orientasi sudut 15° (c) Grafik nilai BER pada daya 2 Watt dengan orientasi sudut 35°

Gambar-gambar diatas merupakan pendistribusian nilai *bit error rate* pada masing – masing orientasi sudut penerima dengan nilai daya pancar yang sama. Nilai daya terima terbesar dalam simulasi menggunakan empat buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 0° adalah sebesar 2.403×10^{-5} dengan nilai ber sebesar 0. Nilai daya terima terkecil dalam simulasi menggunakan empat buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 0° adalah sebesar 6.850×10^{-6} Watt dengan nilai bit error rate sebesar 0. Nilai daya terima terbesar dalam simulasi menggunakan empat buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 15° adalah sebesar 2.403×10^{-5} dengan nilai ber sebesar 0. Nilai daya terima terkecil dalam simulasi menggunakan empat buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 15° adalah sebesar 5.436×10^{-6} Watt dengan nilai bit error rate sebesar 0.00000005. Nilai daya terima terbesar dalam simulasi menggunakan empat buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 35° adalah sebesar 1.837×10^{-5} dengan nilai ber sebesar 0. Nilai daya terima terkecil dalam simulasi menggunakan empat buah LED pada orientasi sudut penerima sebesar 35° adalah sebesar 7.132×10^{-6} Watt dengan nilai bit error rate sebesar 0.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin besar daya yang diterima oleh *receiver* maka akan semakin kecil nilai BER yang di dapat, ataupun sebaliknya semakin kecil daya terima yang di dapat maka semakin besar nilai BER yang di dapat.
2. Pada penggunaan dua buah LED dengan menggunakan orientasi 0° , 15° , dan 35° , BER bernilai 0 tercapai pada daya terima yang terbesar berturut-turut yaitu sebesar 1.215×10^{-5} , 1.201×10^{-5} , 9.188×10^{-6} . Dan daya terkecil berturut-turut sebesar $4.4602039965284 \times 10^{-6}$, $4.2027242441409 \times 10^{-5}$, 4.6960×10^{-6} dengan nilai BER berturut-turut sebesar 0.000016, 0.00004205, 0.0000433.
3. Pada penggunaan tiga buah LED dengan menggunakan orientasi 0° , 15° , dan 35° , BER bernilai 0 tercapai pada daya terima yang terbesar berturut-turut yaitu sebesar $1.8236540469616 \times 10^{-5}$, 1.802×10^{-5} , 1.378×10^{-5} . Dan daya terkecil berturut-turut sebesar 5.1371×10^{-6} , 4.077×10^{-6} , 5.348×10^{-6} dengan nilai BER berturut-turut sebesar 0.00000085, 0.00006955, 0.0000002.
4. Pada penggunaan tiga buah LED dengan menggunakan orientasi 0° , 15° , dan 35° , BER bernilai 0 tercapai pada daya terima yang terbesar berturut-turut yaitu sebesar $2.40315033616056 \times 10^{-5}$, $2.40315033616056 \times 10^{-5}$, 1.837×10^{-5} . Dan daya terkecil berturut-turut sebesar 6.8501×10^{-6} , 5.436×10^{-6} , $7.13197224690644 \times 10^{-6}$ dengan nilai BER berturut-turut sebesar 0, 0.00000005, 0.
5. Dalam simulasi menggunakan dua buah LED, cakupan luas komunikasi yang didapat pada orientasi sudut penerima sebesar 0° , 15° , dan 35° berturut turut sebesar 24.52 m^2 , 23.72 m^2 , 21.76 m^2 .
6. Dalam simulasi menggunakan tiga buah LED, cakupan luas komunikasi yang didapat pada orientasi sudut penerima sebesar 0° , 15° , dan 35° berturut turut sebesar 25 m^2 , 25 m^2 , 23.68 m^2 .
7. Dalam simulasi menggunakan empat buah LED, cakupan luas komunikasi yang didapat pada orientasi sudut penerima sebesar 0° , 15° , dan 35° berturut turut sebesar 25 m^2 , 25 m^2 , 23.68 m^2 .