

SIMULASI VERTICAL CAVITY SURFACE EMITTING LASER (VCSEL) PADA WLAN OVER FIBER MENGGUNAKAN C++

Nina Lestari¹, Erna Sri Sugesti², Akhmad Hambali³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

WLAN (Wireless LAN) adalah jaringan LAN dimana dua komputer atau lebih dihubungkan tanpa menggunakan kabel. WLAN menggunakan gelombang radio sebagai media penghantar dan penerima data. Radio Over Fiber merupakan sistem radio yang memanfaatkan jalur fiber optik sebagai media transmisi. Sistem komunikasi optik memiliki pengirim, media transmisi dan penerima. Media pengirim pada sistem optik bisa berupa LED (Light Emitting Diode) atau Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), sedangkan penerimanya berupa PIN (Positive Intrinsic Negative) fotodiode atau APD (Avalanche Fotodiode).

Simulasi dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan software Borland C++ Builder. Simulasi VCSEL memiliki masukan berupa sinyal tangga, sinyal sinusoidal serta sinyal modulasi OFDM dengan BPSK. Sinyal OFDM dengan BPSK merupakan salah satu sinyal modulasi standar WLAN. VCSEL dimodelkan dengan menggunakan persamaan-persamaan laju untuk mencari karakteristiknya. Untuk mengoptimalkan kerja simulasi maka arus bias yang digunakan dibatasi mulai 10 mA hingga 30 mA. Sedangkan untuk membuktikan karakteristik termal VCSEL temperatur dibatasi mulai 26oC hingga 50 oC

Tugas Akhir ini menghasilkan simulasi keluaran sinyal optik analog untuk membuktikan karakteristik VCSEL. Simulasi ini memiliki galat 0,243% karena ada pendekatan metode numerik Euler untuk menyelesaikan persamaan-persamaan laju. Dari hasil simulasi diperoleh nilai arus ambang 6,44 mA, kerapatan elektron ambang $1,51168 \times 10^{24}/m^3$, serta waktu tunda yang diperlukan oleh VCSEL untuk bekerja sebesar $9,19 \times 10^{-10}$ s. Dari hasil analisis diperoleh bahwa arus bias dan temperatur berpengaruh terhadap respon VCSEL. Semakin tinggi arus bias, maka respon yang dihasilkan semakin buruk. Semakin tinggi temperatur untuk arus bias yang sama maka respon yang dihasilkan semakin buruk.

Kata Kunci : WLAN, laser, VCSEL, fiber optik.

Abstract

WLAN (Wireless LAN) is LAN network where two or more computers are connected without using any physical wire. WLAN use radio wave as means of communication and to receive data. Radio over Fiber is a radio system that use fiber optic network as means of transmission. Optical communication system has transmitter, transmission lines and receiver. The transmitter in optical communication system can be LED (Light Emitting Diode) or laser, and the receiver is PIN (Positive Intrinsic Negative) photodiode and APD (Avalanche Photodiode).

The simulation is built using C++ language program that is Borland C++ Builder. The VCSEL simulation has some input signals, which are step signal, sine signal and OFDM with BPSK modulation signal. VCSEL is modeled using rate equation formulas to find its characteristics. To optimize the simulation performance, the bias current that being used is limited from 10 mA to 30 mA. While to proof the thermal characteristic of VCSEL, the temperature is limited from 26oC to 50 oC.

This Final Project gave optical analog signal as the output to proof the characteristic of VCSEL. The simulation has 0,243% of error which came from the numerical method that used to finish rate equation formulas. Based on simulation, threshold current value is 6,44 mA, threshold carrier density is $1,51168 \times 10^{24}/m^3$ and time delay which needed by VCSEL is $9,19 \times 10^{-10}$ s. Based on the analysis result, it can be concluded that the bias current and temperature is influencing the VCSEL responses. If the bias current higher, the responses will be worse. If the temperature is higher, the response from the same bias current will be worse.

Keywords : WLAN, laser, VCSEL, optical fiber

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem komunikasi *wireless* adalah sistem komunikasi yang sedang berkembang pesat saat ini. Karena sistem komunikasi yang dapat menyediakan pelayanan akses yang *real time* serta dapat mendukung mobilitas *user*. Perkembangan teknologi informasi saat ini menuntut agar sistem komunikasi *wireless* ini selalu mengalami perkembangan baik dalam hal kapasitas pelayanan maupun luas area jangkauan. Teknologi *wireless* yang menggunakan fiber optik sebagai jalur transmisi diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam menjawab tuntutan tersebut.

Teknologi *Radio over Fiber* adalah sebuah teknologi dimana sinyal elektrik didistribusikan dengan menggunakan teknik dan komponen optik. Sehingga *WLAN over Fiber* diharapkan menjadi kombinasi yang baik dengan menggabungkan keunggulan *WLAN* dalam komunikasi *wireless* dan kemampuan fiber untuk memberikan jangkauan area yang jauh, serta *bandwidth* yang lebih lebar.

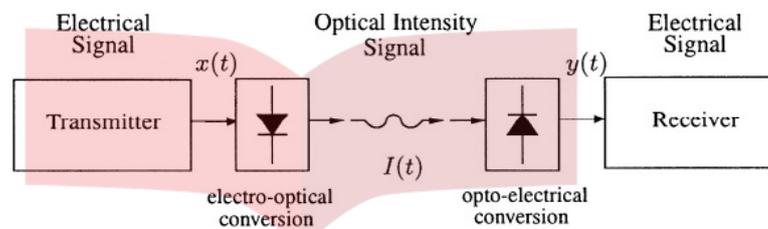
Dalam sebuah sistem komunikasi selalu ada pengirim, media transmisi dan penerima. Bagian pengirim dalam sistem komunikasi optik dapat berupa laser dan LED. VCSEL yang merupakan salah satu jenis laser dengan beberapa keunggulan sehingga dapat memperbaiki kualitas sinyal yang akan dikirimkan melalui media transmisi.

1.2. Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk menghasilkan sebuah program yang mensimulasikan perilaku VCSEL, dari masukan arus dan keluaran adalah kerapatan *elektron* dan kerapatan *foton* berupa bentuk sinyal dan hasil perhitungan.

1.3. Perumusan Masalah

Pada komunikasi WLAN *over fiber*, sinyal elektrik yang telah dimodulasi ditransmisikan melalui fiber optik. Sinyal elektrik akan dideterminasi sesuai dengan parameter optik. Sinyal elektrik yang akan ditransmisikan akan melalui konverter *electro-optical* yang dalam Tugas Akhir ini menggunakan VCSEL.



Gambar 1.1 Diagram blok komunikasi *optical wireless* [1]

VCSEL digunakan sebagai pengirim pada komunikasi data dalam jarak pendek karena VCSEL merupakan *high-speed laser* yang menghilangkan efek *thermal* pada proses pengiriman data. Masukan VCSEL berupa sinyal arus bentuk sinyal tangga dan sinyal sinus dengan berbagai variasi indeks modulasi, faktor ketidaklinieran dan arus bias. Pengaruh termal terhadap perilaku VCSEL diperlihatkan dengan memberikan variasi temperatur terhadap arus ambang.

1.4. Batasan Masalah

Agar dalam pengerjaan Tugas Akhir ini didapatkan hasil yang optimal, maka masalah akan dibatasi sebagai berikut :

- a. Jenis laser yang digunakan sebagai pengirim dalam *Radio over Fiber* adalah VCSEL.
- b. Sistem adalah sebuah program simulasi VCSEL yang mengubah sinyal elektrik analog yang telah dimodulasi menjadi sinyal optik analog.
- c. Masukkan arus bias pada simulasi adalah 10 mA-30 mA, dan masukan tempatur 26°C-50°C.
- d. Keluaran dari sistem berupa gambar sinyal optik analog dan hasil perhitungan kerapatan foton, kerapatan elektron, arus ambang, kerapatan elektron pada saat arus ambang, waktu tunda, frekuensi osilasi serta pengaruh temperatur terhadap VCSEL.

- e. Tugas akhir ini hanya berupa simulasi dengan menggunakan bahasa pemrograman C++.

1.5. Metode Penyelesaian Masalah

Metode yang dipakai dalam penyusunan Tugas Akhir ini, meliputi:

- a. Studi Literatur
Studi literatur ini meliputi proses pembelajaran semua materi dengan pencarian referensi serta informasi dari internet, jurnal, buku maupun media yang ada yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini.
- b. Konsultasi dengan pembimbing.
- c. Penurunan rumus.
- d. Transformasi rumus menjadi bahasa pemrograman.
- e. Pengujian dan verifikasi.
- f. Melakukan simulasi dengan bantuan perangkat lunak bahasa C++.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penyusunan tugas akhir, metodologi penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir ini

BAB II DASAR TEORI

Bab ini akan membahas tentang teori yang mendukung tugas akhir ini yaitu *Wireless Local Area Network (WLAN) over Fiber*, modulasi, OFDM dan VCSEL

BAB III MODEL DAN SIMULASI VCSEL

Bab ini membahas tentang parameter-parameter VCSEL yang digunakan untuk menentukan nilai keluaran dari sebuah pengirim baik berupa bentuk sinyal maupun hasil perhitungan

BAB IV ANALISIS HASIL SIMULASI

Bab ini membahas tentang analisis yang didapat dari simulasi dengan formula baku yang telah ditentukan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Simulasi tugas akhir ini telah dapat menampilkan respon VCSEL pada berbagai jenis sinyal masukan.
2. Karakteristik VCSEL yang diperoleh dari simulasi ini adalah
 - Mempunyai nilai kepadatan ambang sebesar $1,51168E+24/m^3$
 - Mempunyai arus ambang sebesar 6,44 mA
 - Mempunyai waktu tunda sebesar $9,19E-10$ s
3. VCSEL dapat dimodelkan dengan menggunakan persamaan- persamaan laju, persamaan tersebut merupakan persamaan diferensial yang diselesaikan menggunakan metode numerik *Euler* dan menghasilkan galat sebesar 0,243%.
4. Respon VCSEL digambarkan oleh perubahan kerapatan foton terhadap waktu, dengan sinyal masukan berupa fungsi arus terhadap waktu.
5. Kenaikan temperatur dapat menyebabkan naiknya arus ambang, dan kenaikan arus ambang menyebabkan naiknya frekuensi resonansi, dan memperkecil waktu tunda
6. Arus bias yang besar dapat mempengaruhi respon VCSEL menjadi lebih buruk. Hal ini terjadi karena VCSEL bekerja pada daerah tidak linier.
7. Supaya VCSEL dapat bekerja pada daerah linier, maka VCSEL dapat diaktifkan dengan menggunakan sinyal masukan berupa sinyal tangga.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

5.2 Saran

Tugas Akhir ini mempunyai banyak peluang untuk diteliti lebih lanjut. Penelitian lebih lanjut disarankan dengan menggunakan beberapa blok kerja tambahan. Diantaranya adalah :

- Memodelkan VCSEL menggunakan persamaan laju yang diselesaikan dengan metode numerik yang menghasilkan galat yang lebih kecil.
- Pengembangan simulasi VCSEL dengan sinyal masukan modulasi lain.
- Pengembangan metode untuk mengatasi distorsi pada VCSEL.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ng'oma, "*Design of a Radio-over-Fiber System for Wireless LANs*", Technische Universiteit Eindhoven, 2002.
- [2] T. Marozsák and E. Udvary, "*VCSEL in radio over fiber applications*", Budapest University of Technology and Economics, 2003.
- [3] S. Hranilovic, "*Wireless Optical Communication Systems*", Springer, USA, 2006.
- [4] J. Seeds, "*Wireless Access over Optical Fibre : from Cellular Radio to Broadband; from UHF to Millimetre Waves*", University College London, 2002
- [5] DeCusatis, "*Fiber Optic Data Communication : Technological Trends and Advances*", IBM Corporation, New York, 2002.
- [6] J. Piprek, "*Optoelectronic Devices : Advance Simulation and Analysis*", Springer, USA, 2008.
- [7] J. Piprek, "*Semiconductor Optoelectronic Device Intoduction to Physics and Simulation*", Reodemic Press, 2003.
- [8] Team, "Modul Praktikum Jaringan Komputer", Laboratorium Computer & Communcation, ITTelkom, 2008.
- [9] W. S. C. CHANG, "*Rf Photonic Technology in Optical Fiber links*",Cambridge University Press, 2002.
- [10] S. F. Yu, "*Analysis and design of vertical cavity surface emitting lasers*", United States of America, 2003
- [11] W. Komputer, "Simulasi dengan C++ Builder", Penerbit ANDI, Yogyakarta
- [12] R. Munir, "Metode Numerik Revisi Kedua", Penerbit Informatika, Bandung, 2008.
- [13] P. Santa, "Simulasi Dioda Laser Fabry Perot Single Mode Menggunakan C++", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro STT TELKOM, Bandung, 2001.

- [14] A. Wahyudin, “ Simulasi Modulasi OFDM-BPSK berdasarkan Standar IEEE 802.11g”, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Elektro dan Komunikasi Insitut Teknologi Telkom, Bandung, 2009.
- [15] _____, [online], Available : http://lecturer.eepis-its.edu/~prima/metode_numerik/bahan_ajar/awal_sem.pdf
- [16] _____, [online], Available : <http://lecturer.eepis-its.edu/~amang/pdf/bab7tm.pdf>

