

SIMULASI FOTODETEKTOR PADA WLAN OVER FIBER

Innel Lindra¹, Erna Sri Sugesti², Sholekan³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Sistem transmisi pada dasarnya terdiri dari 3 komponen utama yaitu pengirim, media transmisi serta penerima. Dalam komunikasi serat optik penerima terdiri atas fotodetektor, penguat dan demodulator. Fotodetektor berfungsi sebagai konverter dimana tugasnya akan mengubah cahaya yang datang dari serat optik menjadi sinyal listrik agar dapat diolah oleh komponen selanjutnya. Pada Tugas Akhir ini dilakukan simulasi dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual C++ versi 6 dengan OpenGL untuk membandingkan keluaran sistem program dengan hasil perhitungan secara teori. Jenis fotodetektor yang akan digunakan adalah fotodiode PIN dengan bahan silikon keluaran HAMAMATSU dengan seri S5971 serta penguatnya adalah penguat transimpedansi seri ADN2880. Karena standar WLAN yang digunakan adalah IEEE 802.11b dengan data rate 11 Mbps maka modulasi yang digunakan adalah modulasi CCK. Teknologi DSSS dengan kode pengacak Walsh-Hadamard digunakan untuk ketahanan sistem informasi. Dari simulasi didapatkan perbandingan S/N sebesar 77,2128 dB dan waktu responnya 75,36 ns saat daya optik yang datang pada fotodiode minimum ($P_o = 4 \text{ mW}$). Tegangan keluaran penguat transimpedansi sebesar 2,837 V saat penguatan yang diberikan 6 dB. Bentuk respon sinyal keluaran dipengaruhi oleh waktu RC konstananya. Keluaran sinyal efek tiga dimensi (3D) C++ dengan OpenGL dapat dibangkitkan secara dinamis.

Kata Kunci : WLAN, CCK, Kode Walsh-Hadamard, PIN, Penguat

Abstract

Transmission systems consist of 3 components, transmitter, transmission media and receiver. For fiber optic communications, a receiver consists of photodetector, amplifier and demodulator. The function of photodetector is to convert the received optical signals into electrical signals, which are then amplified before further processing.

This Final Project uses Visual C++ version 6 with OpenGL to compare the simulation output with calculation theoretically. The simulations based on silicon PIN photodiode with HAMAMATSU series S5971 and transimpedance amplifier ADN2880 series. Besides the standard WLAN used is IEEE 802.11b with data rate 11 Mbps, CCK modulation and DSSS technologies with Walsh-Hadamard pseudo random code used for information systems security.

From the simulations result show that S/N ratio 77,2128 dB and its response time 75,36 ns when incident optical signal to photodiode minimum ($P_o = 4 \text{ mW}$). The output voltage transimpedance amplifier about 2,837 V when gain amplified is 6 dB. The shape of output response was influenced by RC time constant. Signal output from effects 3D C++ with OpenGL can be generated dynamically.

Keywords : WLAN, CCK, Walsh-Hadamard code, PIN, Transimpedance

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat sekarang ini komunikasi *wireless* menjadi bagian yang tidak bisa terpisahkan dari kehidupan modern. Komunikasi *wireless* sekarang memasuki fase baru dimana fokusnya adalah perubahan dari suara ke pelayanan multimedia. Teknologi komunikasi yang sifatnya *real-time* dan fleksibel sangat dibutuhkan sekali. Sistem akses *wireless* yang didasarkan pada fiber optik dapat mendukung teknologi *real-time* multimedia yang berkecepatan tinggi dengan menggabungkan kapasitas dari fiber optik dengan fleksibilitas dari jaringan *wireless*.

Peralatan *mobile* dan *wireless* lainnya semakin berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan pelayanan *broadband*. Untuk itu sistem *wireless* harus meningkatkan kapasitas pelayanan, meningkatkan frekuensi operasi pembawa serta mengatasi peningkatan densitas pemakai.

Penggunaan teknologi *Radio over Fiber (RoF)* adalah sangat efektif untuk mengurangi biaya yang disebabkan oleh sistem *wireless* karena jaringan radio menyediakan layanan hubungan yang berkelanjutan untuk aplikasi tertentu termasuk komunikasi selular, *wireless local area data network (WLAN)* dan akses *broadband*. Penggunaan fiber optik dalam jaringan ini sebagai medium transportasi dan distribusi sinyal radio dimana fiber optik ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya *loss* rendah dan karakteristik *bandwidth* yang besar.

Sistem telekomunikasi menuntut kualitas sinyal penerima yang benar-benar transparan sesuai dengan sinyal asli yang dikirimkan oleh pemancar. Oleh karena itu rangkaian penerima harus dirancang sedemikian rupa agar dapat mengatasi *noise* yang terjadi sehingga akan didapatkan keluaran yang sesuai dengan informasi awal yang dikirimkan.

BAB I PENDAHULUAN

1.2. Perumusan Masalah

Sistem jaringan akses fiber optik sangat efektif untuk mendistribusikan sinyal frekuensi radio dari *head - end controller* ke *remote* antena. Untuk mendapatkan solusi biaya yang efisien seperti pada sistem RoF, penggunaan fiber optik *multimode* yang memiliki diameter *core* 50 – 200 μm adalah sangat efektif untuk koneksi jarak dekat seperti *Local Area Network* (LAN) dengan panjang gelombang 1310 nm dan aplikasi antar gedung. Distribusi sinyal WLAN berdasarkan standar IEEE 802.11b yang memiliki frekuensi kerja 2,4 GHz dan kecepatan transmisi 11 Mbps adalah sangat cocok untuk sistem *in-door*.

Penerima dalam sistem komunikasi optik baik itu berupa penerima analog maupun penerima digital bertujuan untuk mendapatkan kembali sinyal informasi melalui proses modulasi dan demodulasi. Pada dasarnya penerima optik terdiri atas fotodetektor dan penguat. Fungsi utama dari fotodetektor adalah untuk mengubah daya terima optik menjadi sinyal listrik dan kemudian dikuatkan oleh penguat. Karena sinyal yang diterima lemah maka perbandingan S/N (*signal to noise ratio*) harus ditentukan.

Foton yang datang secara acak akan membangkitkan sinyal pembawa dalam waktu yang acak juga berdasarkan distribusi *Poisson*. Foton berinteraksi dengan elektron dalam bahan semikonduktor dan diserap sehingga elektron akan berubah dari energi yang rendah menjadi energi yang tinggi. Elektron akan dideteksi oleh rangkaian eksternal dalam bentuk arus atau tegangan. Agar daya yang diterima oleh detektor maksimal maka diameter daerah inti harus lebih besar atau sama dengan diameter daerah aktif sumber optik.

Untuk komunikasi yang jaraknya pendek seperti WLAN, jenis fotodetektor yang sering digunakan adalah fotodiode PIN (*Positive Intrinsic Negative*). Fotodiode PIN ini bekerja berdasarkan prinsip *reverse* bias sedangkan untuk penguat yang digunakan bisa berupa penguat impedansi rendah (*Low Impedance Amplifier*),

BAB I PENDAHULUAN

penguat impedansi tinggi (*High Impedance Amplifier*) atau penguat transimpedansi (*Transimpedance Amplifier*).

Keluaran dari penerima optik ini setelah melalui proses modulasi dan demodulasi yang sesuai untuk standar IEEE 802.11b adalah CCK (*Complementary Code Keying*) diharapkan sama dengan sinyal masukannya.

1.3. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui keluaran dari penerima optik baik berupa grafik maupun data perhitungan dengan membuat suatu tiruan penerima optik yang terdiri atas fotodetektor dan *amplifier* dengan data masukan berdistribusi *Poisson*.

1.4. Pembatasan Masalah

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

- a. Standar WLAN yang akan digunakan adalah IEEE 802.11b
- b. Penerima yang digunakan adalah penerima sinyal optik analog
- c. Fotodetektor yang digunakan PIN fotodiode berbahan silikon
- d. Penguat yang dipakai adalah penguat transimpedansi

1.5. Metode Penyelesaian Masalah

Metode yang dipakai dalam penyusunan Tugas Akhir ini, meliputi:

- 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
- Konsultasi dengan pembimbing
- Melakukan analisis atau pengujian dengan bantuan perangkat lunak yaitu bahasa pemrograman visual C++ versi 6 dengan OpenGL

BAB I PENDAHULUAN

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, metode penyelesaian masalah dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas tentang teori yang mendukung Tugas Akhir ini yaitu WLAN, ROF, PIN fotodioda serta penguat transimpedansi (TIA).

BAB III PEMODELAN SIMULASI FOTODETEKTOR

Bab ini membahas tentang parameter-parameter serta bahan fotodetektor dan jenis penguat yang digunakan untuk menentukan nilai keluaran dari sebuah penerima sinyal optik analog baik berupa grafik simulasi maupun hasil perhitungan.

BAB IV ANALISIS KARAKTERISTIK FOTODETEKTOR

Bab ini membahas tentang analisis dari simulasi yang dilakukan dengan mengubah parameter fotodetektor maupun penguat dengan formula baku yang telah ditentukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil simulasi yang dilakukan pada Tugas Akhir ini serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari simulasi yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil simulasi C++ versi 6 dengan OpenGL memiliki tingkat kesalahan sebesar 0,01 %. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan perhitungan antara sistem program dengan perhitungan manual yang dilakukan.
2. PIN jenis silikon keluaran HAMAMATSU seri S5971 dan penguat TIA ADN2880 menghasilkan S/N sebesar 77,2128 dB di saat daya optik yang datang pada fotodiode minimum (4 mW) dan 87,1842 dB di saat daya optik yang datang pada fotodiode maksimum (14 mW).
3. Semakin besar daya optik yang datang pada fotodiode maka akan semakin banyak pasangan elektron-hole yang dibangkitkan. Hal ini akan mengakibatkan arus foto yang dihasilkan juga akan semakin besar.
4. Fotodiode dengan lebar instrinsik yang tipis memiliki waktu respon yang cepat. Terbukti dari simulasi yang dilakukan saat lebar instrinsik ($w = 0,012\text{m}$) dihasilkan waktu respon sebesar 0,754 ns serta respon sinyalnya dipengaruhi oleh waktu RC konstannya.
5. Jika data *rate* sistem diperbesar maka sinyal keluaran yang dihasilkan akan semakin rapat. Hal ini terjadi karena bit interval yang semakin kecil.
6. Semakin besar penguatan yang diberikan pada penguat transimpedansi maka tegangan keluaran yang dihasilkan juga akan semakin besar.
Pada simulasi ini digunakan penguat TIA ADN2880 dimana saat penguatan yang diberikan 6 dB maka tegangan keluarannya adalah 2,837 V sedangkan dengan penguatan 14 dB dihasilkan tegangan keluaran 3,57 V.

5.2. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut diharapkan :

1. Mencoba menggunakan penerima optik digital dimana sensitivitas ditentukan oleh nilai BER-nya.
2. Menggunakan fotodioda optik jenis APD.
3. Menggunakan penguat penerima optik lain seperti *low* impedansi dan atau *high* impedansi.
4. Menggunakan metoda simulasi yang lain seperti *Matlabs* atau C++ dengan *Dirext-X*.



Daftar Pustaka

- [1] A. Ng'oma, "*Design of a Radio-over-Fiber System for Wireless LAN_s*", Technische Universiteit Eindhoven, 2002.
- [2] A. Ng'oma, "*Radio – over – Fibre Technology for Broadband Wireless Communication Systems*", Technische Universiteit Eindhoven, Zambia, 2005.
- [3] A. S. Sedra and K. C. Smith, "*MICROELECTRONIC CIRCUITS*", 4th Ed., OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1998.
- [4] A. Selvarajan, S. Kar and T. Srinivas, "*Optical Fiber Communication Principles and Systems*", McGraw-Hill International Ed., 2002.
- [5] B. Raharjo, "Pemograman C++", BI-OBSES, Bandung, 2007.
- [6] B. Pearson, "*Complementary Code Keying Made Simple*", Intersil, 2000.
- [7] C. Andren and M. Webster, "*CCK Modulation Delivers 11Mbps for High Rate 802.11 Extension*", Wireless Symposium/Portable By Design Conference Proceedings, Spring, 1999.
- [8] E. A. Lacy, "*Fiber Optics*", Prentice Hall Inc, New Jersey, 1982.
- [9] E. Sackinger, "*Broadband Circuits for Optical Fiber Communication*", John Wiley and Sons Inc, New Jersey, 2005.
- [10] F. C. Allard, "*Fiber Optic Handbook For Engineers and Scientists*", McGraw Hill, USA, 1990.
- [11] G. Keiser, "*Local Area Networks*", 2nd Ed., McGraw-Hill Inc, USA, 2002.
- [12] G. Keiser, "*Optical Fiber Communications*", 3th Ed., McGraw-Hill Higher Education, USA, 2000.
- [13] G. P. Agrawal, "*Fiber-Optic Communications Systems*", 3rd Ed., John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [14] G. U. Krajnovia, "*OpenGL Programming Guide*", Addison – Wesley Publishing Company, 2003.
- [15] J. Gowar, "*Optical Communication Systems*", Prentice Hall, UK, 1987.
- [16] J. M. Senior, "*Optical Fiber Communications*", 2nd Ed., Prentice Hall, Europe, 1992.
- [17] J. Meel, "*Spread Spectrum*", Belgium, 1999.

- [18] J. Powers, “*An Introduction To Fiber Optic Systems*”, 2nd Ed., McGraw Hill, 1999.
- [19] M. C. DeCusatis and Carolyn J. S. DeCusatis, “*Fiber Optic essentials*”, Academic Press is an imprint of Elsevier, USA, 2006.
- [20] M. Johnson, “*Photodetection and Measurement - Maximizing Performance in Optical Systems*”, McGraw-Hill, 2003.
- [21] S. A. Malyshev and Alexander L. Chizh, “*p-i-n Photodiodes for Frequency Mixing in Radio-Over-Fiber Systems*”, *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 25, No. 11, Nov. 2007.
- [22] T. S. Widodo, “*Optoelektronika Komunikasi Serat Optik*”, Andi OFFSET, Yogyakarta.
- [23] W. S. C. Chang, “*RF Photonic Technology in Optical Fiber Links*”, Cambridge University Press, New York, 2002.
- [24] W. Van Etten and J. Van Der Plaats, “*Fundamentals of Optical Fiber Communications*”, Prentice-Hall International, UK, 1991.
- [25] www.wlana.org. “*High-Speed Wireless LAN Options 802.11a and 802.11g*”. Diunduh tanggal 26 November 2008 jam 21:01 WIB
- [26] [www.analog.com/analog devices](http://www.analog.com/analog_devices). ADN2880. Diunduh tanggal 21 Juni 2009 jam 15:12 WIB
- [27] www.HAMAMATSU.com. HAMAMATSU PHOTONICS K.K, Si PIN Photodiode S5821 series. Diunduh tanggal 1 April 2009 jam 10:49 WIB