

PERANCANGAN DAN ANALISIS PENGIRIMAN DATA DIGITAL BERBASIS *VISIBLE LIGHT COMMUNICATION*

Nenggala Yudhabrama¹⁾, Inung Wijayanto²⁾, Sugondo Hadiyoso³⁾

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

³⁾ Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi No.1 Terusan Buah Batu Bandung
Email : nenggala.y@gmail.com

Abstrak . *Visible Light Communication (VLC)* adalah sistem komunikasi dengan menggunakan cahaya tampak sebagai pembawanya. Awal mula berkembangnya teknologi ini dimulai dari mulai semakin luasnya penggunaan lampu LED. Dibandingkan dengan lampu-lampu jenis lain, LED lebih hemat daya dan memiliki kemampuan switching yang sangat tinggi sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai pengirim informasi jarak dekat. Komunikasi dengan menggunakan cahaya tampak dapat memungkinkan dikirimkannya berbagai jenis informasi termasuk data digital seperti teks dan citra. Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis hasil dari perancangan prototype VLC transceiver untuk mengirim data digital berupa teks yang berbasis komunikasi cahaya tampak. Pengujian akan dilakukan dengan mengirimkan informasi teks dengan ukuran tertentu yang ditentukan pada sisi pengirim ke sisi penerima. Kemudian, akan dilihat dan dianalisis pengaruh parameter jarak, sudut terima, dan kecepatan terhadap Character Error Rate (CER). Pada penelitian ini, desain prototype yang telah dibuat dapat mengirimkan informasi digital berupa teks dengan dengan baik pada rentang jarak 1 – 12 cm. Rentang sudut terima dimana sistem dapat bekerja dengan baik adalah 0°-75°. Sistem yang dirancang dapat beroperasi dengan baik pada kecepatan pengiriman data (baud rate) 4800, 9600, dan 19200 bps.

Kata kunci: VLC, transceiver, teks, CER.

1. Pendahuluan

Seiring berjalannya waktu, teknologi nirkabel semakin berkembang pada banyak bidang. Dari berbagai macam sistem teknologi nirkabel yang telah ada, gelombang radio masih menjadi pilihan utama untuk membawa sinyal informasi. Pada pemanfaatan gelombang radio terdapat beberapa kelemahan antara lain keamanan, kebutuhan masyarakat akan pengiriman informasi dengan kecepatan yang lebih tinggi, dan keterbatasan frekuensi sebagai sumber daya utama yang saat ini sudah banyak digunakan, termasuk di Indonesia. Berdasarkan [1], dapat dilihat bahwa penggunaan frekuensi radio di Indonesia sudah sangat padat untuk semua alokasi frekuensi yang digunakan untuk berbagai sektor. Untuk itulah diperlukan suatu pembawa informasi lain yang diimplementasikan untuk komunikasi nirkabel. 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. LED akan menyala untuk mengirim nilai logika 1 dan mati untuk nilai logika 0. Namun karena LED memiliki kecepatan switching yang tinggi, maka mata manusia tidak dapat mengikuti perubahan kondisi saat pengiriman informasi [2].

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah *prototype* berupa *transceiver* dimana perangkat dapat berperan baik sebagai pengirim maupun penerima. Di bagian pengirim, informasi digital berupa teks dikirimkan dengan menggunakan cahaya tampak yang dipancarkan oleh LED. Cahaya yang berisi informasi tersebut kemudian akan diterima oleh *phototransistor* pada sisi penerima. Dari *prototype* tersebut, dapat dilihat bagaimana cara kerja dari teknologi *visible light communication (VLC)* untuk kemudian dianalisis pengiriman data digital dari pengirim ke penerima untuk melihat pengaruh perubahan nilai jarak, sudut terima, dan kecepatan kirim.

1.1 Visible Light Communication

Visible Light Communication (komunikasi cahaya tampak) adalah salah satu jenis sistem komunikasi cahaya *unguided* dimana jenis cahaya yang digunakan adalah cahaya tampak. Cahaya tampak sendiri merupakan jenis cahaya yang bisa dilihat secara kasat mata yang memiliki panjang gelombang pada

rentang 380-750 nm dan rentang frekuensi 430-750 THz [3]. Saat ini, pengembangan VLC lebih banyak difokuskan untuk aplikasi *indoor* yang diadaptasi dari sistem komunikasi inframerah konvensional [4,5]. VLC memiliki konfigurasi secara umum yang mirip dengan komunikasi inframerah. Perbedaan utamanya adalah panjang gelombang yang digunakan untuk beroperasi. VLC mempunyai banyak kemungkinan implementasi dan pengembangan. Implementasi dasar yang dapat dilakukan adalah untuk menyediakan koneksi nirkabel pada semua perangkat di lokasi tertentu dengan memanfaatkan LED yang tidak hanya digunakan untuk media penerangan namun juga untuk media komunikasi.

1.2 LED

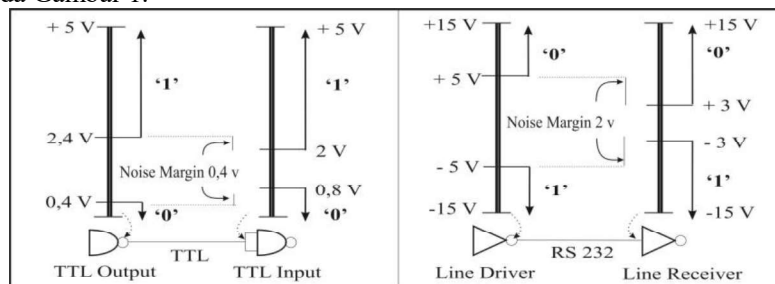
Light Emitting Diode (dioda pengemisi cahaya) adalah piranti elektronika yang berfungsi untuk mengemisi cahaya dari catuan arus yang diberikan [6]. Dioda jenis inilah yang telah mulai diaplikasikan sebagai lampu untuk tujuan penerangan. Keunggulan dari lampu LED adalah penggunaan daya yang lebih hemat dibanding lampu neon atau pijar. LED terdiri dari sambungan semikonduktor tipe-p dan semikonduktor tipe-n yang diberi forward bias [7]. Pada keadaan tidak ada arus yang lewat, elektron-elektron akan berada pada pita valensi, yaitu garis lintasan gaya terluar dari atom. Elektron-elektron ini akan dapat berpindah ke pita konduksi, yaitu garis lintasan gaya diatas pita valensi apabila arus yang diberikan memiliki energi yang lebih besar dari *energy gap*. Prinsip emisi cahaya dari LED adalah emisi spontan. Proses emisi spontan ini menyebabkan cahaya yang dihasilkan bersifat menyebar.

1.3 Phototransistor

Phototransistor adalah transistor yang dapat mengubah energi cahaya menjadi listrik dan memiliki penguat (*gain*) internal. Penguat internal yang terintegrasi ini menjadikan sensitivitas atau kepekaan *phototransistor* terhadap cahaya jauh lebih baik dari komponen pendeteksi cahaya lainnya seperti *photodiode* ataupun *photoresistor*. Cahaya yang diterima oleh *phototransistor* akan menimbulkan arus pada daerah basis-nya dan menghasilkan penguatan arus hingga ratusan kali bahkan beberapa ribu kali [6]. *Phototransistor* juga merupakan komponen elektronika yang digolongkan sebagai *Transducer*. Cara kerja *phototransistor* atau transistor foto hampir sama dengan transistor normal pada umumnya, dimana arus pada basis transistor dikalikan untuk memberikan arus pada kolektor.

1.4 Komunikasi Serial RS-232

RS232 adalah standar komunikasi serial yang digunakan untuk koneksi periperal ke periperal. Standar ini menggunakan beberapa piranti dalam implementasinya. Piranti yang paling umum dipakai adalah *plug* / konektor DB9 atau DB25. Prinsip komunikasinya adalah komunikasi *asynchronous*, dimana sinyal *clock* pada komunikasi ini tidak disertakan pada *frame* data. Untuk melakukan sinkronisasi maka setiap kali pengiriman data disertakan sebuah *start* bit dan sebuah *stop* bit. *Frame* data yang dikirimkan disusun dengan urutan *start* bit, diikuti bit-bit data, paritas dan diakhiri dengan stop bit. Ada dua hal pokok yang diatur pada standar RS232 yaitu bentuk sinyal dan level tegangan yang dipakai. RS232 dibuat pada tahun 1962, jauh sebelum IC *Transistor-Transistor Logic* (TTL) populer, oleh karena itu level tegangan yang ditentukan untuk RS232 tidak ada hubungannya dengan level tegangan TTL, bahkan dapat dikatakan jauh berbeda. Perbedaan antara level tegangan RS232 dan TTL dapat dilihat pada Gambar 1.



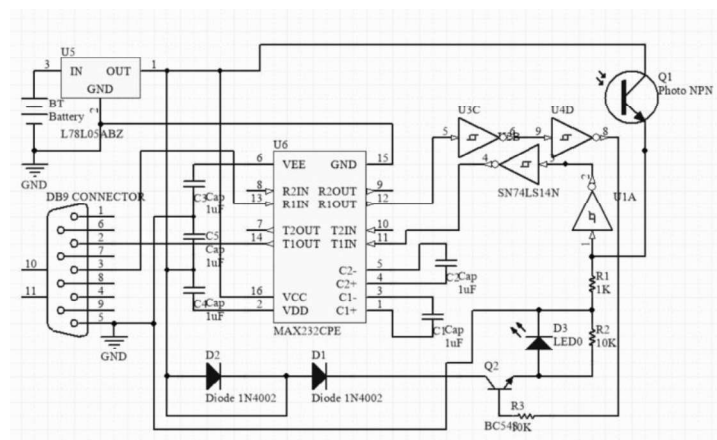
Gambar 1. Level tegangan RS-232 dan TTL

2. Pembahasan

Perancangan sistem terdiri dari dua bagian utama yaitu perancangan perangkat keras *transceiver* dan perancangan perangkat lunak antarmuka. Analisis dilakukan terhadap hasil pengujian pengaruh perubahan nilai parameter jarak, sudut terima, dan kecepatan kirim terhadap nilai *character error rate* (CER). Pengujian untuk masing-masing parameter dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiga panjang teks yang berbeda yakni 400 karakter, 800 karakter, dan 1200 karakter (semua termasuk spasi). Ketiga hasil pengujian kemudian dirata-rata untuk setiap nilai parameter.

2.1 Perancangan perangkat keras transceiver

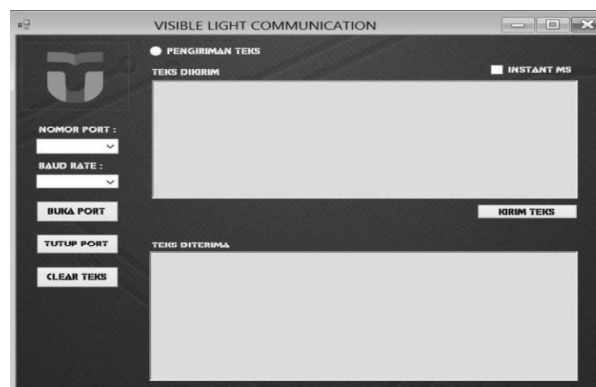
Rangkaian transceiver memiliki komponen utama LED sebagai sumber cahaya yang akan termodulasi oleh informasi dan *phototransistor* sebagai penerima cahaya termodulasi yang akan mengubahnya kembali menjadi sinyal listrik sebelum direkonstruksi kembali menjadi informasi awal. Selain itu, digunakan berbagai komponen lain seperti IC MAX232 untuk mengubah aras tegangan RS-232 ke aras TTL dan IC 7414 *hex inverter* yang dapat berfungsi sebagai *buffer* dan *amplifier*. Desain skematik prototype dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain skematik rangkaian transceiver

2.2 Perancangan perangkat lunak antarmuka

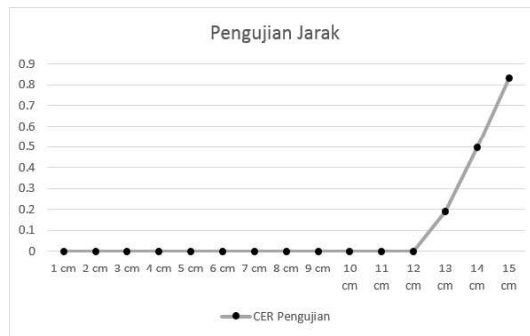
Aplikasi antarmuka dibuat untuk memudahkan pengguna dalam memasukkan teks yang akan dikirim. Alasan pembuatan aplikasi ini adalah karena aplikasi komunikasi serial yang telah ada seperti *Hyper Terminal* dan *TeraTerm* masih sangat umum sehingga diperlukan setting yang cukup rumit sebelum dapat digunakan untuk mengirimkan teks seperti yang diinginkan pada penelitian ini. Tampilan dari aplikasi antarmuka yang telah dibuat dengan *Microsoft Visual Studio* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan aplikasi antarmuka pengiriman teks VLC

2.3 Hasil pengujian jarak

Berdasarkan hasil pengujian jarak, didapatkan bahwa nilai CER sama dengan nol berturut-turut dari jarak 1 cm sampai dengan 12 cm. Hal ini berarti semua teks yang dikirimkan dapat diterima dengan baik tanpa ada kesalahan di penerima. Mulai rentang jarak 13 cm sampai 15 cm, mulai terjadi kesalahan penerimaan dimana semakin jauh jarak, semakin besar nilai CER. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dibuat mampu melakukan pengiriman teks tanpa kesalahan sampai 12 cm, dan masih dapat saling mendeteksi sampai jarak 15 cm dengan adanya kesalahan yang nilainya berbanding lurus dengan jarak. Nilai rata-rata CER pada jarak deteksi terjauh 15 cm mencapai nilai 0,8630. Keterbatasan sistem dalam hal jarak disebabkan oleh keterbatasan daya operasi pada LED yang dipakai yang mempengaruhi daya pancar dan jarak terjauh cahaya dapat dipancarkan. Dalam bentuk grafik, pengaruh jarak terhadap CER dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perubahan nilai CER pada pengujian jarak

2.4 Hasil pengujian sudut terima

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan hasil bahwa teks dapat diterima secara lengkap mulai dari sudut terima 0° sampai 75° . Hal ini berarti sistem dapat bekerja dengan baik pada rentang sudut terima tersebut. Kesalahan pengiriman mulai terjadi pada sudut 80° dan 85° dengan nilai CER yang cukup tinggi. Sedangkan pada sudut terima 90° , tidak ada informasi yang dapat dikirimkan. Hasil pengujian sudut terima ini tergolong bagus karena rentang sudut terima dimana informasi dapat dikirim dengan baik tanpa ada kesalahan cukup lebar, yakni mencapai sudut terima 75° . Sedangkan sudut terima terjauh perangkat dapat saling mendeteksi adalah 85° dimana nilai rata-rata CER yang didapat senilai 0,7167. Hal ini dapat terjadi karena sifat dari LED itu sendiri. Emisi cahaya pada LED tidak seperti LASER yang koheren. Karena sifat emisi spontan pada LED, cahaya yang diemisikan memiliki beda sudut yang variatif sehingga cahaya akan menyebar ke banyak arah. Hal ini lah yang menjadi salah satu alasan dipilihnya LED sebagai sumber cahaya untuk VLC. Pengaruh perubahan nilai sudut terima terhadap CER secara grafik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik perubahan nilai CER pada pengujian sudut terima

2.5 Hasil pengujian kecepatan kirim

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan hasil bahwa sistem akan bekerja dengan baik dan tanpa kesalahan pada standar baud rate 4800, 9600, dan 19200 bps. Untuk nilai standar baud rate dibawah rentang tersebut akan terjadi kesalahan karena berada dibawah kecepatan minimal pembacaan oleh

phototransistor. Bahkan pada nilai baud rate 1200, semua karakter dalam teks yang dikirimkan menjadi karakter “?” dikarenakan ketidaklengkapan bit dalam sebuah karakter. Sedangkan untuk nilai diatas rentang 4800-19200 bps, terdapat kesalahan yang berbanding lurus dengan besar kecepatan karena keterbatasan kecepatan switching oleh perangkat *phototransistor*. Pada kecepatan 38400, didapat nilai rata-rata CER senilai 0,3694. Sedangkan pada kecepatan 56700, didapat nilai rata-rata CER senilai 0,8145. Grafik pengaruh perubahan nilai kecepatan pada pengiriman teks dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik perubahan nilai CER pada pengujian kecepatan kirim

3. Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan baik dari segi perangkat keras *prototype* VLC *transceiver* dan perangkat lunak antarmuka serta hasil pengujian pengiriman teks, dapat disimpulkan secara umum bahwa sistem yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik dengan tanpa kesalahan pada jarak 1 – 12 cm, sudut terima 0° - 75°, dan kecepatan 4800, 9600, dan 19200 bps. Beberapa simpulan penting dinyatakan sebagai berikut:

- Jarak maksimal perangkat *prototype* masih dapat saling mendeteksi dan mengirim informasi (dengan error) adalah 15 cm dengan nilai rata-rata CER 0,8630.
- Sudut terima maksimal *prototype* dapat saling mendeteksi adalah 85° dengan nilai rata-rata CER 0,7167..
- Pada kecepatan diatas 19200 bps, kesalahan pengiriman mulai terjadi dimana besar nilai CER berbanding lurus dengan nilai kecepatan.
- Keterbatasan cakupan jarak sistem untuk mengirim informasi disebabkan karena keterbatasan daya LED yang dipancarkan.
- Dari segi pengaruh sudut terima, penggunaan LED pada VLC sudah tepat karena sifat pemancarannya yang menyebar.
- Keterbatasan sistem dalam hal kecepatan maksimum dikarenakan keterbatasan kecepatan switching LED yang digunakan pada sistem dan keterbatasan sensitivitas *phototransistor* untuk mendeteksi cahaya.

Daftar Pustaka

- [1]. Menteri Komunikasi dan Informatika, 2014. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2004 tentang Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia. Kementerian Komunikasi dan Informatika, Jakarta.
- [2]. Meshram S.J. dan Wadhe A.P , “ *Secure Data Transfer Using Visible Light Communication Technique*”, in *International Journal of Innovative and Emerging Research in Engineering*. vol 3 2016.
- [3]. Liju S, Lince M, Abraham T , Sarun S, dan Bibin B, “*Wireless Data Transfer Using Visible light Communication*”, in *International Journal of Research in Engineering and Technology*, Vol.4 2015.
- [4]. Kahn, J.M , Barry J.R, “*Wireless Infrared Communications*”, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 85, No.2, (February 1997) (265-298), 0018-9219.

- [5]. Knutson C. D, Brown J. M, 2004. *IrDA Principles and Protocols*. MCL Press, 0-9753892-0-3, USA.
- [6]. Keiser Gerd, 2000. *Optical Fiber Communications*, 3rd Ed. McGraw Hill. Boston.
- [7]. Boylestad, R. L, 1997. *Introductory Circuit Analysis* 11th Ed, Prentice. Hall.