



## Visible Light Communication (VLC)

**Lita Lidyawati, Arsyad Ramadhan Darlis, Lucia Jambola, Muhammad Saeful**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional

Jl. PKH. Mustapha No. 23, Bandung 40124

litalidyawati3@gmail.com, arsyad@itenas.ac.id, lucia@gmail.com, msaefulnurul@gmail.com

### Abstrak

Cahaya tampak adalah cahaya yang terlihat oleh mata manusia normal dengan panjang gelombang 380 sampai 750 nm. Sampai saat ini, cahaya tampak dimanfaatkan oleh manusia hanya sebagai penerangan saja. Akan tetapi, pada beberapa penelitian telah dibuktikan bahwa cahaya tampak dapat dimanfaatkan dalam sistem komunikasi. Teknologi Visible Light Communication (VLC) adalah sebuah sistem komunikasi yang memanfaatkan cahaya tampak sebagai media dalam komunikasi antar perangkat. Dengan adanya penelitian ini, manusia dapat berkomunikasi atau bertukar informasi hanya dengan cahaya lampu yang menggantikan media wireless yang menggunakan gelombang radio. Informasi yang dikirim pada sistem ini berupa data. Pada penelitian ini, data yang digunakan berupa bit pulsa yang dibangkitkan dari Function Generator. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah cara mentransformasikan informasi yang berupa sinyal listrik menjadi cahaya oleh transmitter VLC. Cahaya yang mengandung informasi tersebut akan dikirimkan melalui media wireless. Dan selanjutnya cahaya tersebut diterima oleh receiver VLC dengan bantuan photodiode sebagai sensor cahaya. Bit pulsa yang dikirimkan oleh Function Generator melalui transmitter VLC dan akan ditampilkan di Oscilloscope setelah melalui receiver VLC menggunakan media cahaya tampak. Alhasil, Sistem Transceiver (Transmitter-Receiver) VLC telah berhasil diimplementasikan dimana sistem dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 400 Hz – 65 kHz dan jarak maksimum adalah 6,4 meter.

**Keyword :** Visible Light Communication (VLC), Data, Function Generator

### 1. Pendahuluan

Cahaya tampak adalah radiasi elektromagnetik yang terlihat oleh mata manusia normal dengan panjang gelombang 380 sampai 750 nm. Mata yang telah beradaptasi dengan cahaya biasanya memiliki sensitivitas maksimum di sekitar 555 nm, di wilayah hijau dari spektrum optik. Warna pencampuran seperti pink atau ungu, tidak terdapat dalam spektrum ini karena warna-warna tersebut hanya akan didapatkan dengan mencampurkan beberapa panjang gelombang.

Saat ini, cahaya tampak dimanfaatkan oleh manusia untuk penerangan, baik *indoor* maupun *outdoor*. Dilain sisi, teknologi optik yang saat ini digunakan secara luas adalah *infrared*. *Infrared* adalah radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Inframerah ini memiliki panjang gelombang antara 700 nm sampai dengan 1 mm. Cahaya tampak yang dihasilkan oleh lampu penerangan memiliki sifat yang sama dengan infrared tersebut. Hal ini disebabkan keduanya merupakan radiasi elektromagnetik, hanya saja memiliki panjang gelombang yang berbeda. Oleh karena itu, apabila infrared dapat digunakan dalam komunikasi data, hal yang sama kemungkinan besar dapat dilakukan dengan menggunakan cahaya tampak.

Sistem komunikasi yang saat ini telah diimplementasikan sebagian besar melalui media *wireless* (nirkabel). Sistem komunikasi dengan media cahaya memiliki potensi yang sangat besar dalam menggantikan media *wireless*. Hal ini disebabkan manusia tidak akan dapat bekerja dan hidup tanpa adanya lampu penerangan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diimplementasikan sebuah teknologi Visible Light Communication (VLC) dalam sistem komunikasi data sehingga akan

dihasilkan sebuah perangkat yang berlaku sebagai *Transmitter* dan *Receiver* dari sistem *Visible Light Communication* (VLC). Perangkat ini akan ditambahkan dan dimodifikasi dengan teknologi yang telah ada saat ini, yang berupa pengiriman suara, pengiriman video, dan pengiriman data melalui koneksi internet dari satu tempat ke tempat yang lain menggunakan cahaya tampak. Hanya dengan menyalakan lampu saja dan koneksi internetpun dapat diterima. Dengan teknologi ini pula, seseorang dapat menciptakan sebuah komunikasi dengan cara mengirimkan data dari satu tempat ke tempat dalam sebuah ruangan, yang selama ini dilakukan oleh perangkat *Infrared* ataupun *Bluetooth*, mencetak dokumen dengan jarak yang jauh tanpa menggunakan kabel, dan lainnya. Contoh – contoh pemanfaatan teknologi yang lainnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi penggunaan cahaya tampak dalam sistem komunikasi

Penelitian di bidang *visible light communication* (VLC) telah dilakukan penulis sejak tahun 2012. Penelitian penulis di bidang ini dimulai dengan topik *Perancangan dan Implementasi Sistem Komunikasi Laser Berdaya 1 mW*[1] dimana pada penelitian direalisasikan *prototype* sistem komunikasi Laser yang memanfaatkan fungsi cahaya dari Laser untuk menjadi sistem komunikasi. Hasil yang diperoleh dari pengukuran transmisi bahwa pada kondisi siang hari sistem komunikasi laser yang dirancang dapat bekerja pada jarak 5 meter sedangkan pada malam hari bekerja pada jarak 10,5 meter. Akan tetapi, laser tidak akan dapat merepresentasikan lampu yang memancarkan cahaya tampak (*visible light*). Oleh karena itu, penelitian dilanjutkan pada tahun 2013 dengan judul “Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi “ [2]. Pada penelitian ini dimanfaatkan cahaya tampak sebagai media dalam sistem komunikasi, dimana selama ini cahaya hanya digunakan sebagai penerangan saja. Sinyal informasi yang dipancarkan berupa sinyal analog (audio) yang berasal dari MP3. Pada penelitian ini, komunikasi dapat dilakukan pada jarak pengiriman data sebesar 2,5 m dan dengan range frekuensi 600 Hz sampai dengan 45 kHz dimana data dapat disalurkan dengan baik. Pada penelitian ini dibuktikan bahwa dengan menggunakan cahaya tampak jarak yang dapat ditempuh lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan laser.

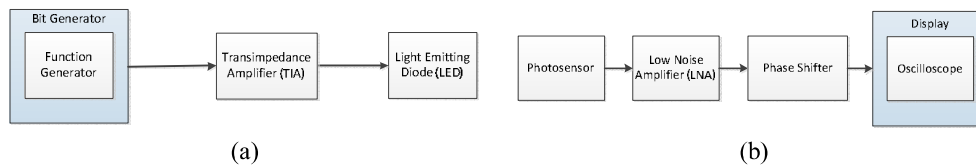
Pada tahun 2014 lalu, penelitian dilanjutkan dengan topik “Implementasi Sistem Komunikasi Video menggunakan *Visible Light Communication* (VLC)” [3]. Beda halnya dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan sinyal audio. Pada penelitian ini sinyal informasi yang dikirimkan menggunakan media cahaya tampak berupa sinyal video. Dengan adanya penelitian ini, manusia dapat berkomunikasi atau bertukar informasi berupa video hanya dengan cahaya lampu. Pengiriman sinyal video memiliki kesulitan tersendiri mengingat bahwa LED dan *Photodiode* memiliki keterbatasan *bandwidth* dan tegangan untuk menerima sinyal video yang memiliki *bandwidth* sebesar 5 MHz. Pada penelitian ini hasil gambar video yang tampak pada monitor yang dikirim melalui *transmitter* dengan menggunakan LED belum sempurna. *Gain* pada sistem *transceiver* memiliki rata-rata sebesar 7,78 dB. Dengan rata-rata faktor delay pembacaan frekuensi sebesar 17,49  $\mu$ s. Penelitian lain dilakukan oleh Talha A. Khan dan timnya [4] dimana mereka mengimplementasikan teknologi *Visible Light Communication* (VLC) untuk transmisi data juga. Akan tetapi, data yang dikirimkan memiliki jumlah yang banyak oleh karena itu digunakan metoda *Wavelength Division Multiplexing* (WDM). Data yang dikirimkan hanyalah data biasa yang belum terlalu kompleks.

Diketahui dari beberapa penelitian teknologi *Visible Light Communication* (VLC) harus memperhatikan penggunaan LED dan photodiode yang sesuai dengan sinyal informasinya [5,6] dan dapat menggunakan beberapa metoda dalam aplikasinya.[7,8,9,10,11] Dan beberapa penelitian lainnya didapatkan hasil yang mendukung pemanfaatan *Visible Light Communication* (VLC) sebagai teknologi masa depan yang patut diteliti lebih lanjut.[12,13]

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, saat ini akan diimplementasikan sistem komunikasi data menggunakan teknologi *Visible Light Communication* (VLC). Pada penelitian ini, data yang digunakan berupa bit pulsa yang dibangkitkan oleh Function Generator. Sinyal Informasi tersebut yang berupa sinyal listrik diubah menjadi cahaya oleh transmitter VLC. Cahaya yang mengandung informasi tersebut akan dikirimkan melalui media wireless. Dan selanjutnya cahaya tersebut diterima oleh receiver VLC dengan bantuan photodiode sebagai sensor cahaya. Bit pulsa yang dikirimkan oleh Function Generator melalui transmitter VLC dan akan ditampilkan di *Oscilloscope* setelah melalui receiver VLC menggunakan media cahaya tampak.

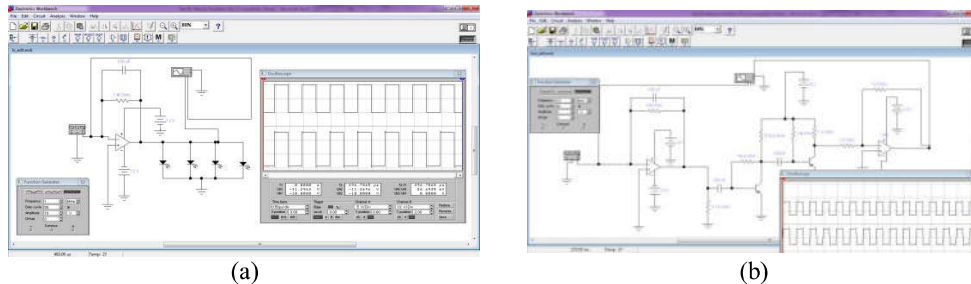
## 2. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, data yang digunakan berupa bit pulsa yang dibangkitkan dari Personal Computer. *Function Generator* akan membangkitkan bit sehingga dapat diketahui batasan jumlah bit yang dapat diterima oleh sistem. Bit yang dikirimkan akan ditampilkan di *Oscilloscope*.



Gambar 2. Blok diagram sistem *Visible Light Communication* (VLC)  
 (a) Transmitter (b) Receiver

Pada perancangan sistem *transmitter* dan *receiver* data menggunakan *visible light communication* (VLC) dilakukan dengan menggunakan simulasi terhadap sistem yang akan diimplementasikan yang bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang akan dibuat. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak simulasi elektronika, yaitu *Electronic Workbench*. Gambar berikut menunjukkan hasil simulasi dari sistem yang telah disimulasikan.



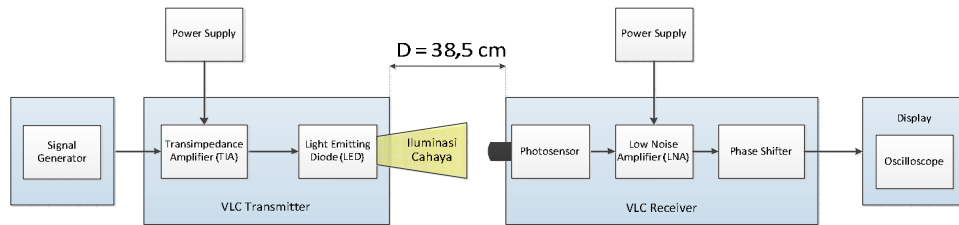
Gambar 3. Simulasi Data *Transmitter* dan *Receiver Visible Light Communication* (VLC)  
 (a) *Transmitter* (b) *Receiver*

Pada Gambar 3 (a) terlihat bahwa sinyal yang dikirimkan berupa sinyal pulsa dimasukkan ke dalam rangkaian yang telah dirancang, sehingga menghasilkan output yang sesuai dengan inputnya. Rangkaian tersebut merupakan rangkaian *Transimpedance Amplifier* (TIA) yang telah dimodifikasi agar menghasilkan keluaran sistem yang diinginkan. Pada Gambar 3 (b) menunjukkan rangkaian transmitter dan receiver yang telah disimulasikan. Pada gambar tersebut sinyal pulsa dimasukkan ke dalam transmitter dan kemudian akan diterima oleh receiver dan akhirnya terdapat keluaran sinyal yang sama dengan sinyal yang dikirimkan. Sinyal pulsa dikirimkan melalui rangkaian *Transimpedance Amplifier* (TIA). Alhasil, *transmitter* dan *receiver* dari Sistem *Visible Light Communication* (VLC) telah dirancang dengan baik. Hal ini dibuktikan oleh hasil keluaran dari sistem *receiver* yang memiliki frekuensi dan bentuk yang sama dengan sinyal input. Secara umum, dalam mengimplementasikan rangkaian data transmitter Sistem *Visible Light Communication* (VLC) ini dibutuhkan 2 buah blok, yaitu Rangkaian *Transimpedance Amplifier* (TIA) dan rangkaian LED. Secara umum, rangkaian receiver terdiri atas rangkaian photodiode (dalam hal ini menggunakan photodiode), Rangkaian Penguat, dan Rangkaian Pembalik Fasa.

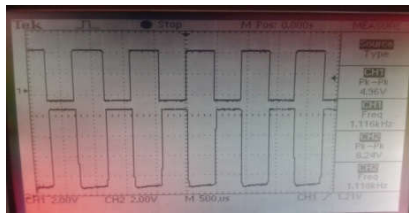
### 3. Hasil dan Pembahasan

Kinerja diukur dari hasil keluaran sistem yang meliputi beberapa pengujian yaitu :

#### 3.1 Pengujian Sistem dengan jarak *Transceiver* tetap



Gambar 4. Blok Diagram Pengujian sistem VLC dengan sumber dari *function generator*

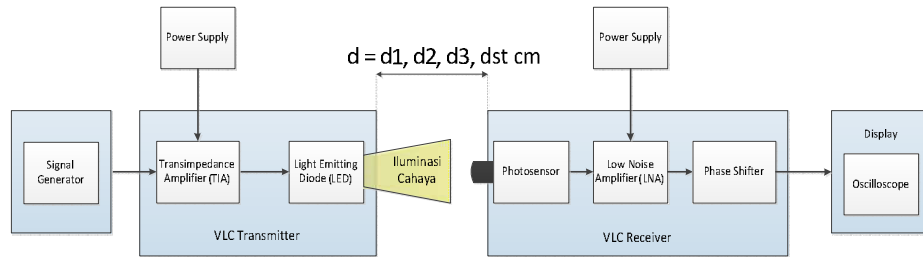


Gambar 5. Sinyal Masukan (atas) dan Keluaran (bawah) sistem VLC

Terlihat pada gambar tersebut sinyal keluaran sistem (bawah) memiliki bentuk yang sama dengan sinyal masukan (atas) walaupun mengalami pergeseran fasa sebesar 180 Derajat. Hal ini disebabkan oleh pengaruh dari kanal sistem transmisi yang digunakan. Walaupun demikian, sistem yang dirancang dan diimplementasikan telah bekerja dengan baik yang dibuktikan dengan frekuensi yang dari sinyal masukan sama seperti frekuensi dari sinyal keluaran dari sistem. Tegangan dari sinyal keluaranpun telah mengalami peningkatan hampir dua kali dari sinyal masukan, dengan penguatan sebesar 1,66 kalinya. Penguatan dari setiap sinyal berbeda – beda pada setiap pengukuran dan frekuensi dari sinyal yang dimasukkan. Hal ini disebabkan oleh keadaan lingkungan dan kondisi pengukuran yang berubah setiap saat. Pada pengujian ini *function generator* membangkitkan sinyal pulsa yang memiliki bit 1 dan 0 secara periodik dengan frekuensi dari 100 Hz sampai dengan 80000 Hz. Dari hasil pengujian tersebut didapat bahwa sinyal dapat dilewatkan kepada sistem pada frekuensi 400 sampai dengan 65000.

#### 3.2 Pengujian Sistem dengan jarak *Transceiver* berubah – ubah

Gambar 6 menunjukkan blok pengujian kedua dari sistem yang telah diimplementasikan. Pengujian ini hampir sama dengan pengujian pertama namun dengan jarak yang berubah – ubah hingga sinyal tidak dapat diterima oleh Rx pada sistem yang telah diimplementasikan. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa semakin jauh jarak antara sumber cahaya atau LED dengan rangkaian *receiver* terjadi pengurangan tegangan dengan nilai frekuensi yang tetap. Hal ini membuktikan bahwa semakin jauh jarak maka semakin kecil sinyal yang mampu diterima oleh *receiver*. Pada pengujian ini pula didapatkan sinyal informasi masih dapat diterima hingga mencapai jarak 6,4 meter, namun penerimaan yang baik hanya mencapai jarak sekitar 4 meter. Untuk jarak yang lebih dari 4,4 meter di perlukan rangkaian penguat pada penerima ataupun di antara pengirim dan penerima sehingga sinyal mampu dikirimkan dengan jarak yang lebih jauh.



Gambar 6. Blok Diagram Pengujian sistem VLC dengan sumber dari *function generator* dan jarak yang berubah ubah

#### 4. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan implementasi sistem, maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu :

1. Sistem telah berhasil diimplementasikan dengan sinyal keluaran dari sistem memiliki penguatan lebih dari 1 kali.
2. Sinyal keluaran sistem mengalami pergeseran fasa sebesar 180 derajat dibandingkan dengan sinyal masukan.
3. Frekuensi yang dapat dilewatkan oleh sistem berada pada *range* 400 Hz sampai dengan 65000 Hz.
4. Frekuensi yang baik untuk dilewatkan oleh sistem bernilai 1000 Hz atau 1 kHz.
5. Jarak dan sudut mempengaruhi sinyal keluaran yang dihasilkan oleh sistem.
6. Sinyal masih dapat dikirimkan sampai dengan jarak 6,4 meter, dimana penerimaan terbaik berada di bawah 4,4 cm.

#### Daftar Pustaka

- [1] Bangun, Jape Athan, et al. 2012. *Perancangan dan Implementasi Sistem Komunikasi Laser Berdaya 1 mW*. Jurnal Reka Elkomika, Vol. 1 No. 3 Februari Tahun 2013. Pp. 223 – 232.
- [2] Darlis, Arsyad Ramadhan, et al. 2013. *Implementasi Sistem Komunikasi Video menggunakan Visible Light Communication (VLC)*. Jurnal Reka Elkomika, Vol. 2 No. 3 Juli Tahun 2014. Pp. 160 – 173.
- [3] Darlis, Arsyad Ramadhan, et al. 2014. *Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi*. Jurnal Elkomika, Vol. 1 No. 1 Januari – Juni Tahun 2013. Pp. 13 – 25.
- [4] Talha A. Khan et al. 2012. *Visible Light Communication using Wavelength Division Multiplexing for Smart Spaces*. *Communications Letters, IEEE*, vol. 15, no. 2, pp. 217–219,
- [5] Khalid, A. M. et al. 2012. *1-Gb/s Transmission Over a Phosphorescent White LED by Using Rate-Adaptive Discrete Multitone Modulation*. *IEEE Photonics Journal* Volume 4, Number 5, October 2012 pp 1467 - 1473
- [6] Liao, Chien-Lan, et al. 2013. *High-Speed GaN-Based Blue Light-Emitting Diodes With Gallium-Doped ZnO Current Spreading Layer*. *IEEE Electron Device Letters*, Vol. 34, No. 5, May 2013. Pp 611 – 613.
- [7] Bykhovsky, Dima, Arnon, Shlomi. 2014. *Multiple Access Resource Allocation in Visible Light Communication Systems*. *Journal Of Lightwave Technology*, Vol. 32, No. 8, March 15, 2014. Pp. 1594 – 1600.
- [8] Chang, Ching-Hung, et al. 2014. *A 100-Gb/S Multiple-Input Multiple-Output Visible Laser Light Communication System*. *Journal Of Lightwave Technology*, Vol. 32, No. 24, December 15, 2014. Pp. 4723 – 4729.
- [9] Monteiro, Eric, Hranilovic, Steve. 2014. *Design and Implementation of Color-Shift Keying for Visible Light Communications*. *Journal Of Lightwave Technology*, Vol. 32, No. 10, May 15, 2014. Pp. 2053 – 2059.
- [10] Singh, Ravinder, et al. 2014. *An Enhanced Color Shift Keying Modulation Scheme For High-Speed Wireless Visible Light Communications*. *Journal Of Lightwave Technology*, Vol. 32, No. 14, July 15, 2014. Pp. 2582 – 2592.



- [11] Wu, Liang, Dkk. 2015. *Adaptive Modulation Schemes For Visible Light Communications*. Journal Of Lightwave Technology, Vol. 33, No. 1, January 1, 2015. Pp. 117 – 125.
- [12] Hanzo, Lajos, et al. 2012. *Wireless Myths, Realities, and Futures: From 3G/4G to Optical and Quantum Wireless*. Vol. 100, May 13th, 2012 | Proceedings of the IEEE. Pp. 1853 – 1888.
- [13] Liu, Y. F., et al. 2013. *Alternating-Signal-Biased System Design and Demonstration for Visible Light Communication*. IEEE Photonics Journal, Vol. 5, No. 4, August 2013.