

Implementasi Sistem Penyiaran Musik Digital di Kafe menggunakan *Visible Light Communication*

DENNY DARLIS¹, ARSYAD RAMADHAN DARLIS², MUHAMMAD HIDAYAT ABIBI³

^{1,3}D3 Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom

²Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional

Email: dennydarlis@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Teknologi penyiaran dengan frekuensi radio menggunakan teknik modulasi frekuensi (FM) telah dikenal sejak lama. Teknologi ini memfasilitasi pengiriman suara melalui sinyal analog dari pemancar kepada penerima. Pengembangan teknologi komunikasi menggunakan cahaya tampak yang memanfaatkan lampu LED sebagai pengirim informasi cukup banyak dilakukan. Pada penelitian ini diimplementasi sistem pengiriman dan penerimaan siaran musik digital dengan memanfaatkan cahaya tampak yang berasal dari lampu penerangan di kafe. Sistem visible light communication (VLC) diimplementasikan dengan menggunakan metoda modulasi intensitas dan deteksi langsung (IM/DD). Dari hasil pengujian dapat ditunjukkan bahwa sistem ini dapat melewati siaran musik digital dengan redaman rata-rata 7,77 dB pada jarak maksimal adalah 3 meter. Hasil dari sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan menunjukkan hasil yang baik sehingga layak untuk diterapkan pada system penyiaran musik digital di kafe.

Kata kunci: *Visible Light Communication, IM/DD, Sistem Penyiaran Musik Digital, Sistem Penerangan Kafe.*

ABSTRACT

Broadcasting technology uses radio frequency and technique of frequency modulation (FM) has been known for a long time. This technology allows the transmission of voice through analog signals from transmitter to receiver. Currently, many research on visible light communication technology utilizes LED lights as the sender. In this paper presented the results of transmitter and receiver system implementation of digital musik broadcast for use in the cafe. Visible light communication (VLC) system is implemented using intensity modulation and direct detection (IM/DD) method. From the test results can be shown that this system can pass digital musik broadcast with an average attenuation of 7.77 dB at maximum distance is 3 meters. Results of the system that has been designed and implemented shows good results, so it deserves to be applied to the digital musik broadcasting system in the cafe.

Keywords: *Visible Light Communication, IM/DD, Radio Broadcasting, Café Lighting.*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi penyiaran menggunakan frekuensi radio telah dilakukan sejak lama. Salah satu model pengiriman sinyal yang banyak digunakan adalah dengan spektrum frekuensi radio atau nirkabel yang menggunakan gelombang elektromagnetik. Transmisi menggunakan radio dinilai efektif dan efisien akan tetapi banyak kekurangannya antara lain alokasi jangkauan frekuensi yang digunakan untuk beberapa aplikasi sangatlah terbatas, contohnya siaran radio FM yang menggunakan pita 88-108 Mhz, disamping itu biaya dalam izin frekuensi di Indonesia relatif mahal. Dalam hal penerimaan, siaran radio FM lebih banyak dipilih karena kualitas suaranya yang jernih dibandingkan dengan siaran yang menggunakan frekuensi radio lainnya seperti AM dan SW. Namun, muncul masalah yang timbul akibat penggunaan gelombang elektromagnetik contohnya pada kabin pesawat, SPBU, dan rumah sakit, di mana frekuensi radio tidak diperbolehkan karena dapat mengganggu peralatan yang ada tempat tersebut. Salah satu cara agar siaran radio masih dapat dinikmati adalah dengan pengiriman melalui cahaya tampak (*Visible Light*). Implementasi alat pengirim informasi, khususnya sinyal audio, menggunakan sistem Visible Light Communication (VLC) belum banyak dilakukan. Sementara penerangan menggunakan lampu LED telah lama digunakan dan diperkirakan akan menggantikan seluruh sistem penerangan dalam beberapa tahun ke depan, termasuk penggunaan di Kafe atau area publik yang menyediakan penerangan terus-menerus.

Terdapat beberapa penelitian yang telah dipublikasikan di bidang Visible light communication, diantaranya adalah oleh Arsyad (**Darlis, dkk, 2013**) dengan judul implementasi *visible light communication* (VLC) pada sistem komunikasi, dimana sistem VLC telah dapat diimplementasikan dengan baik pada jarak pengiriman sinyal audio sebesar 2,5 m dengan range frekuensi 600 Hz sampai dengan 45 kHz. Sedangkan penelitian dari Gusti (**Rinaldi, dkk, 2014**) menunjukkan sinyal audio dapat dilewatkan dengan baik dengan jarak maksimal 5 meter. Dengan semakin berkembangnya teknologi ini, sinyal video telah dapat dikirim dengan baik, yang ditunjukkan oleh Yulian (**Yulian, dkk, 2015**) dan Arsyad (**Darlis, dkk, 2014**). Rancangan penguat untuk pengirim dan penerima VLC yang diteliti oleh Ma'ruf (**Ma'ruf, dkk, 2015**) menunjukkan performansi pengiriman audio yang cukup baik. Pengaruh non-linearitas LED pada system FM-VLC juga telah dipublikasikan oleh Haiyu Zhang (**Zhang, dkk, 2015**). Berdasarkan beberapa publikasi tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan Implementasi sistem penerimaan siaran radio *frequency modulation* (FM) di kafe menggunakan *Visible Light Communication*.



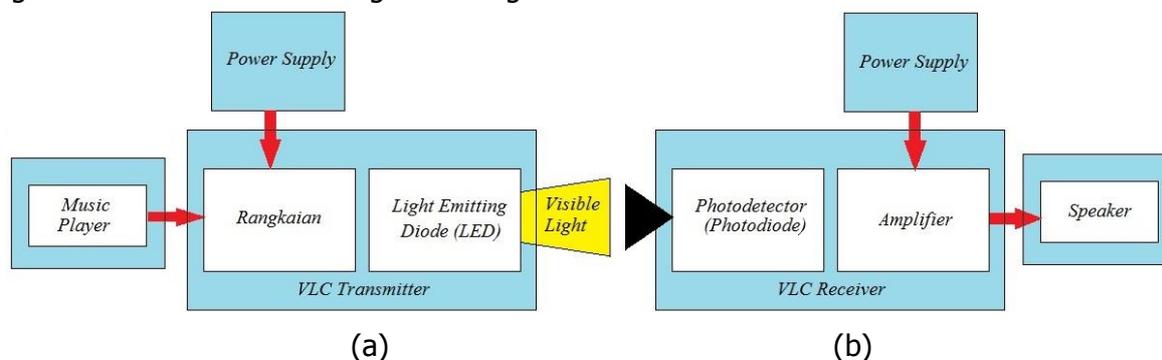
Gambar 1. Sistem Penerangan di Kafe

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Perancangan Sistem

Pada Gambar 1, ditunjukkan sistem penerangan secara umum yang digunakan di kafe atau area sejenis menggunakan lampu penerangan standar. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa lampu yang digunakan adalah susunan lampu LED untuk setiap meja yang memenuhi standar penerangan ruangan di setiap meja kafe. Dengan susunan lampu penerangan tersebut system pengiriman dan penerimaan siaran musik digital dirancang sedemikian rupa sehingga pengguna yang menggunakan perangkat penerima yang dilengkapi dengan photodiode dapat menerima siaran tersebut dalam lingkup penerangan di masing-masing meja.

Prinsip kerja pemancar dan penerima sinyal audio melalui cahaya lampu ini adalah input data berupa suara yang berasal dari perangkat *mp3 player*. Secara umum, prinsip kerja perancangan dan realisasi alat pemancar dan penerima audio melalui cahaya tampak dapat digambarkan melalui blok diagram sebagai berikut:



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Visible Light Communication (VLC)
(a) Transmitter (b) Receiver

Blok diagram sistem (Gambar 2) yang telah dirancang dan diimplementasikan secara umum, dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian *Transmitter* dan *Receiver*. Sinyal informasi yang akan dikirim dan diterima oleh sistem yang diimplementasikan adalah sinyal audio yang dihasilkan dari *mp3 player*. Sinyal informasi berupa frekuensi yang dibangkitkan dari *mp3 player* tersebut akan masuk ke dalam sistem *transmitter* dan dikuatkan sekaligus dikonversi dari arus menjadi tegangan menggunakan rangkaian yang telah ditentukan sebelumnya. Pada blok ini pula, arus yang masukan akan diubah menjadi tegangan karena berfungsi sebagai *current to voltage converter* dan sebaliknya, sekaligus menyesuaikan impedansi *input* dan *output* agar sistem optimal. Penguatan dilakukan untuk mengantisipasi redaman yang ditimbulkan oleh rangkaian elektronika pada blok selanjutnya dan juga media transmisi yang digunakan yaitu media cahaya tampak yang dihasilkan oleh LED.

Sinyal keluaran dari blok *amplifier* tersebut akan mengalami proses transformasi dari sinyal listrik menjadi cahaya dengan menggunakan komponen *Light Emitting Diode* (LED) sehingga dapat ditransmisikan. LED berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi cahaya dengan menggunakan prinsip diode. Jenis LED yang digunakan disini merupakan komponen khusus yang biasa digunakan sebagai penerangan karena berdasarkan tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan cahaya tampak yang dihasilkan oleh lampu penerangan dalam sistem komunikasi antar perangkat. Cahaya yang mengandung informasi bit tersebut akan ditransmisikan melalui media cahaya (nirkabel) dan diterima oleh perangkat *receiver*.

Cahaya tersebut akan ditransformasikan oleh perangkat yang berfungsi untuk mentransformasikan cahaya ke sinyal listrik. Perangkat tersebut adalah *photosensor*.

Photosensor menyimpan energi cahaya yang diterima, dan mengubahnya menjadi energi listrik. Jenis – jenis *photosensor* terdapat beberapa jenis yaitu phototransistor, *photodiode*, *solar panel*, dan LDR. Pada penelitian ini akan dibandingkan kinerja apabila sinyal audio yang diterima menggunakan photodiode untuk menerima informasi yang dikirimkan.

Sinyal informasi yang diterima oleh *photosensor* mengalami pelemahan tegangan dibandingkan sinyal yang dikirimkan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah penguat tegangan (*Amplifier*). *Stereo Amplifier* digunakan dalam melakukan proses tersebut. Sinyal yang telah dikuatkan akan diproses pada rangkaian yang akan mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Display yang digunakan berupa *speaker* untuk menampilkan sinyal audio berupa sinyal yang dikirimkan oleh *transmitter*. Dengan display ini akan terlihat batasan banyaknya sinyal yang mampu ditunjukkan oleh sistem.

Dalam hal ini proses lebih mendalam akan dijelaskan secara terperinci fungsi dari tiap komponennya, dimulai dari input sinyal audio lalu dikuatkan agar dapat ditransmisikan menggunakan LED yang mengubah sinyal listrik menjadi cahaya sehingga dapat terjadinya modulasi pada cahaya LED yang terpancar. Lalu, diterima oleh photodiode yang mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik. Setelah menjadi sinyal listrik, informasi yang diterima masuk ke bagian penguatan (*Amplifier*) menggunakan *Transistor BC547* frekuensi rendah lalu diteruskan ke speaker.

Fungsi dari masing-masing blok akan dijelaskan lebih mendalam pada tiap bagian pada blok diagram rangkaian diatas adalah sebagai berikut:

1. Lampu LED berfungsi untuk sumber cahaya dan sebagai transmitter. Lampu light Emiting Diode atau yang biasa disebut lampu LED adalah lampu penerangan yang berbentuk solid tanpa adanya gas maupun zat – zat kimia yang dapat memancarkan cahaya. Dengan menggunakan lampu penerangan LED diyakini mengeluarkan panas yang lebih sedikit dibandingkan dengan lampu bohlam. Dikarenakan fungsi led adalah pengubah elektrik menjadi cahaya maka dapat disebut juga sebagai modulasi cahaya. Modulasi dapat diartikan suatu teknik dalam telekomunikasi dengan menumpangkan sebuah sinyal kepada sinyal asal. Sinyal asal disini dapat diterjemahkan sebagai sinyal asli yang membawa pesan informasi (data), dapat pula disebut sebagai sinyal data. Sinyal yang ditumpangkan ini kemudian dikenal dengan sinyal pemodulasi. Sinyal pemodulasi ini haruslah memiliki nilai amplitude yang lebih tinggi dibandingkan sinyal awal, hal ini disebabkan jika sinyal pemodulasi tidak memiliki frekuensi lebih tinggi maka modulasi yang dihasilkan tidak sempurna. Pada modulasi, teknik banyak digunakan dalam mentransmisikan sebuah sinyal data untuk jarak yang cukup jauh atau dekat, pemakaian teknik didasari akan kemudahannya dalam mengolah sinyal dimodulasi dengan pemodulasi serta dapat diamati prosesnya secara langsung.
2. Detektor Cahaya (photodiode) berfungsi untuk pengubah sinyal cahaya menjadi besaran listrik dan sebagai penerima data, pada blok ini Penggunaan detektor, pada gelombang cahaya dipakai dalam mendeteksi adanya sinyal gelombang cahaya yang dikirimkan oleh pemancar (*transmitter*), detektor yang biasa digunakan pada gelombang cahaya ialah photodiode. Kedua detektor cocok digunakan dalam demodulasi bersifar mekanik. Photodiode digunakan dalam penelitian ini, disebabkan detektor lebih sensitif terhadap sumber cahaya yang datang kepadanya serta dengan suhu konduktor yang relatif baik, sehingga penggunaan photodiode dianggap cocok. Prinsip kerja dari photodiode merupakan kebalikan dari cara kerja LED, saat sumber cahaya ditangkap oleh photodiode maka sumber cahaya yang berupa foton-foton cahaya tadi diubah menjadi electron yang kemudian akan menjadi arus listrik akibat elektromagnetik. Sehingga besaran sinyal termodulasi akan terbaca dalam satuan volt dengan domain waktu.

Demodulasi berfungsi untuk mengubah cahaya yang membawa informasi menjadi sinyal informasi elektrik atau disebut juga teknik rekonstruksi ulang sinyal yang termodulasi ke bentuk asal sinyal, proses ini merupakan kebalikan daripada teknik modulasi. Pada demodulasi sinyal cahaya yang termodulasi akan diterima oleh sebuah penerima, yang disebut detektor. Detektor inilah yang kemudian bertugas untuk mendeteksi sinyal yang dikirimkan (termodulasi) untuk selanjutnya didemodulasi.

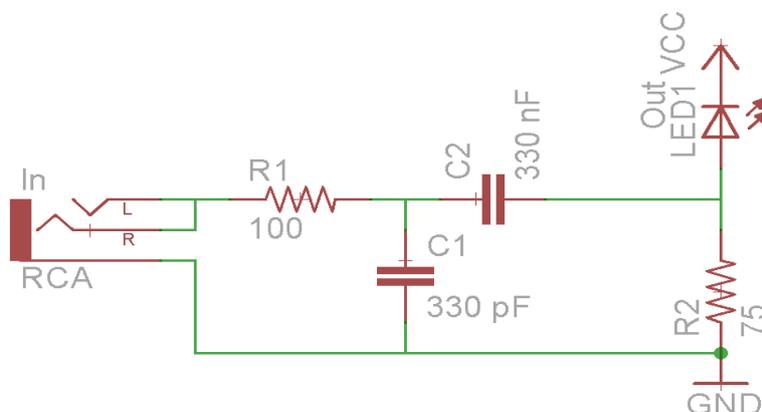
3. *Amplifier* rangkaian komponen elektronika yang dipakai untuk menguatkan daya (atau tenaga secara umum). Dalam bidang audio, amplifier akan menguatkan signal suara yaitu memperkuat signal arus (I) dan tegangan (V) listrik dari inputnya menjadi arus listrik dan tegangan yang lebih besar (daya lebih besar) pada bagian outputnya.
4. *Input* data digunakan untuk masukan data berupa suara dari output mp3 player.
5. *Output* data digunakan untuk keluaran data berupa suara ke speaker.

2.2 Implementasi Sistem *Transmitter*

2.2.1 Sumber Pemancar

Sumber informasi yang dihasilkan dari suara manusia berupa frekuensi audio yang mempunyai sifat sinusoidal dengan karakteristik bandwidth frekuensi 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz untuk ditransmisikan, sumber suara sendiri memiliki spesifikasi dalam melakukan perancangan alat yang akan dipenuhi sebagai berikut:

- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| a. Respon frekuensi manusia | : 20 Hz – 20.000 Hz |
| b. Sumber Daya | : Baterai 9 V |
| c. LED | : White Superbright |
| d. Resistor | : 100 ohm, 75 ohm |
| e. Kapasitor | : 330 pF, 330 nF |
| f. Konektor | : jack audio 3mm |



Gambar 3. Rangkaian *Transmitter*

Gambar 3 menunjukkan rangkaian pengirim (*Transmitter*) yang digunakan pada penelitian ini. Sinyal audio yang masuk melalui jack audio 3 mm akan ditapis menggunakan rangkaian penapis audio dan digunakan untuk memodulasi intensitas LED.

2.2.2 Spesifikasi LED

LED yang digunakan dalam penelitian ini adalah LED SMD-*Superbright* yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- | | |
|--|--------------------------------|
| a. Temperatur operasi | = - 40 C sampai dengan + 105°C |
| b. Arus forward (IF) | = 350 mA |
| c. Tegangan forward bias | = 7.5 V |
| d. Respon Frekuensi LED <i>Superbright</i> | |

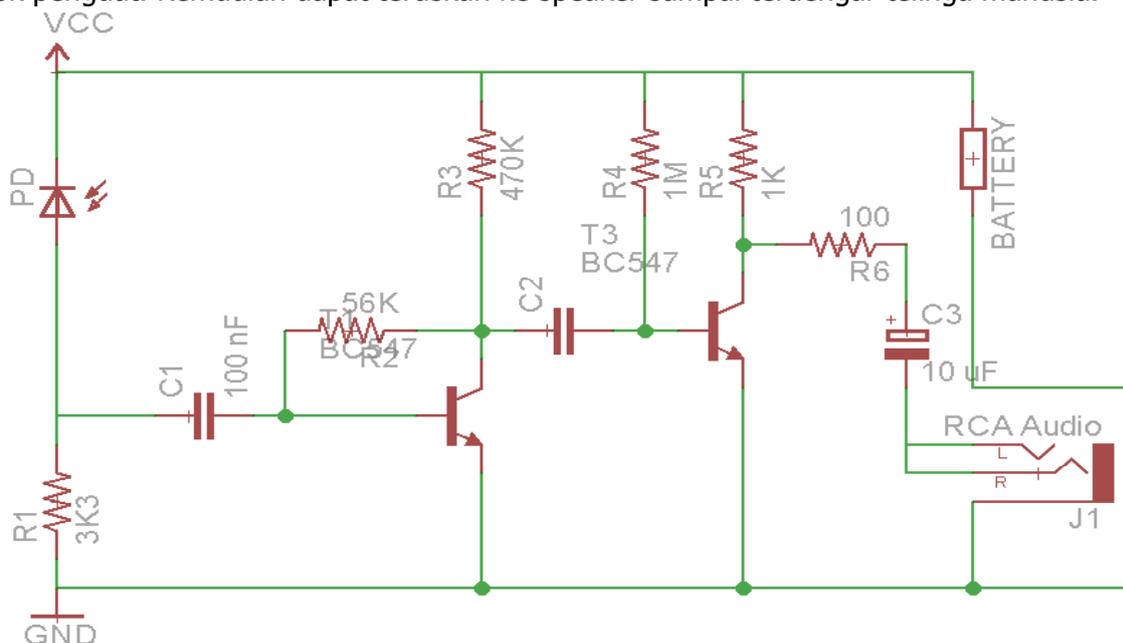
Cahaya dihasilkan dari LED digunakan sebagai pembawa informasi sebagai media transmisi yang digunakan dalam penelitian ini. Perubahan intensitas cahaya LED sangat tergantung dari perubahan arus DC yang mengalir dalam LED, maka dari itu dibutuhkan rangkaian LED *Driver*. Gambar 4 menunjukkan hasil implementasi rangkaian pengirim dengan menggunakan 6 buah LED yang disusun secara paralel.



Gambar 4. Hasil Implementasi *Transmitter*

2.3 Implementasi Sistem *Receiver*

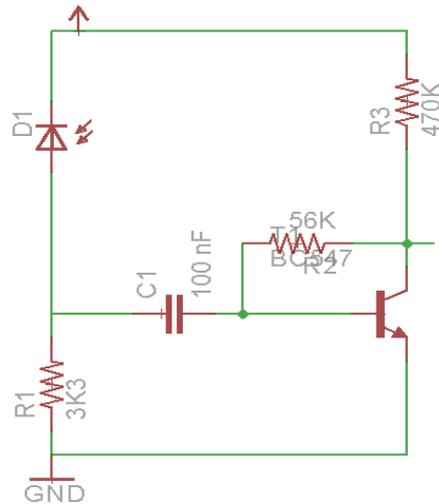
Sinyal suara yang dikirimkan oleh *Transmitter* akan diterima oleh photodiode yang akan mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik (Gambar 5). Setelah itu sinyal suara masuk ke blok penguat. Kemudian dapat teruskan ke speaker sampai terdengar telinga manusia.



Gambar 5. Rangkaian *Receiver*

2.3.1 Spesifikasi *Photodiode*

Sinyal cahaya yang diubah photodiode menjadi arus listrik yang besarnya sebanding dengan daya cahaya yang diterima. Timbulnya arus listrik menyebabkan adanya tegangan yang melintasi beban R3. Karena tegangan yang melintasi beban besarnya dalam orde beberapa mVolt, maka diperlukan penguatan.

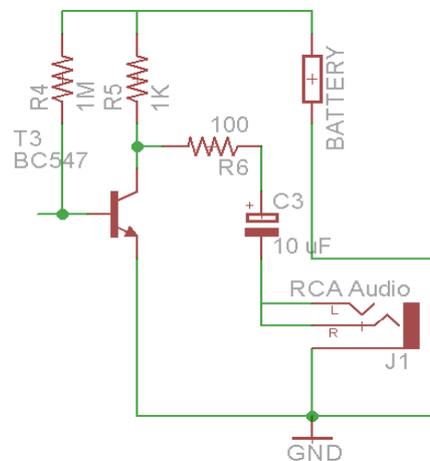


Gambar 6. Photodiode Driver

Proses yang terjadi pada Gambar 6, photodiode menerima cahaya, sehingga basis transistor mendapat bias tegangan dan transistor ON dimana terminal output diambil pada terminal kolektor transistor sehingga terminal output dihubungkan ke ground oleh transistor melalui emitornya. Begitu sebaliknya pada saat photodiode tidak menerima cahaya maka basis transistor tidak mendapat bias sehingga transistor berhenti beroperasi dan terminal output mendapat sumber tegangan dari V_{CC} .

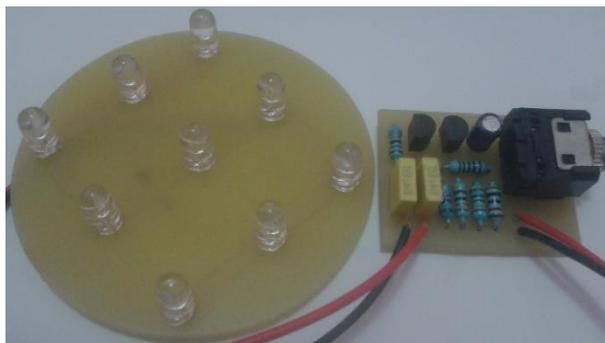
2.3.2 Amplifier Penerima

Setelah *photodiode* mendapat logika operasi dalam mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik, maka proses selanjutnya yaitu sinyal listrik diteruskan ke rangkaian penguat sebelum diubah menjadi sinyal suara oleh *speaker* seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Penguat Receiver

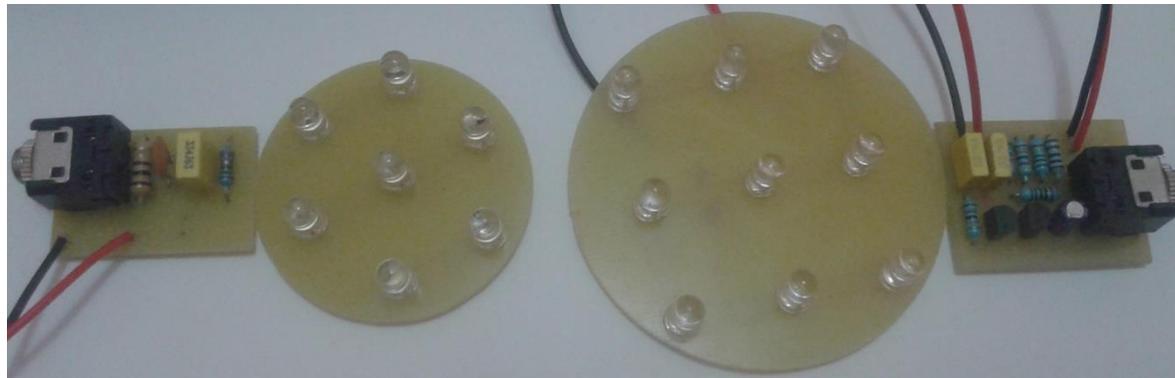
Sinyal cahaya yang telah diterima oleh photodiode dan telah diubah menjadi sinyal listrik akan teruskan ke rangkaian penguat menggunakan *Transistor* BC547 frekuensi rendah lalu di teruskan menuju speaker untuk diubah menjadi suara. Bagian penerima yang telah diimplementasikan secara elektronika ditunjukkan pada Gambar 8 dengan menggunakan 9 photodiode yang disusun secara paralel. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan arus yang diubah dari hasil penerimaan cahaya dari pengirim.



Gambar 8. Hasil Implementasi Receiver

2.4 Prinsip Kerja Keseluruhan Sistem

Prinsip kerja sistem dapat dilihat secara keseluruhan yang dimulai dari masukan sinyal audio sampai dengan mendapat keluaran sinyal audio sehingga mampu diubah menjadi suara oleh *speaker* bertujuan untuk mempermudah pembaca untuk mengetahui alur kerja dari rangkaian yang telah dibuat. Sinyal suara diterima oleh RCA Audio Input, dikuatkan untuk kemudian dikirimkan melalui LED. Perbedaan tegangan antara anoda yang stabil dan katoda yang tidak stabil atau berubah-ubah sesuai dengan tegangan informasi akan menyebabkan LED berkedip (kadang-kadang) namun pada frekuensi tinggi pada aliran musik tertentu dapat membuat LED tidak berkedip sama sekali. Pancaran cahaya LED tersebut yang akan diterima oleh 9 photodiode untuk diubah menjadi sinyal listrik. Kemudian sinyal tersebut dikuatkan kembali menggunakan *Transistor BC547* lalu sinyal tersebut dikeluarkan melalui RCA Audio Output untuk selanjutnya di-Play di *speaker* berupa suara yang terdengar telinga manusia.

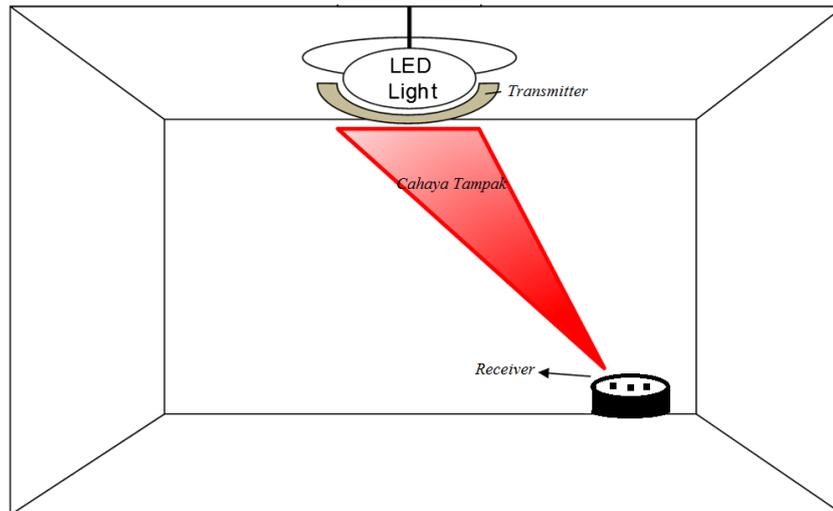


Gambar 9. Perangkat Transmitter dan Receiver

Gambar 9 menunjukkan merupakan perangkat yang telah dibuat dan dicetak dengan rapi, proses selanjutnya yaitu merancang model atau bentuk yang akan menjadi posisi dan tempat perangkat. Penggambaran posisi dan bentuk perangkat yang telah dibuat berguna untuk menjelaskan penggunaan perangkat sebelum diimplementasikan pada Kafe.

2.5 Model Penerapan Sistem

Pada model penerapan perangkat, digambarkan dengan implementasi sesuai rencana yang diharapkan untuk sistem yang telah dibuat agar pembaca mengetahui penggunaan sistem yang telah dirancang apabila akan diterapkan pada suatu ruangan di sebuah Kafe dengan perangkat yang menggunakan sistem tersebut, dengan ilustrasi seperti ditunjukkan pada Gambar 10. sebagai berikut:

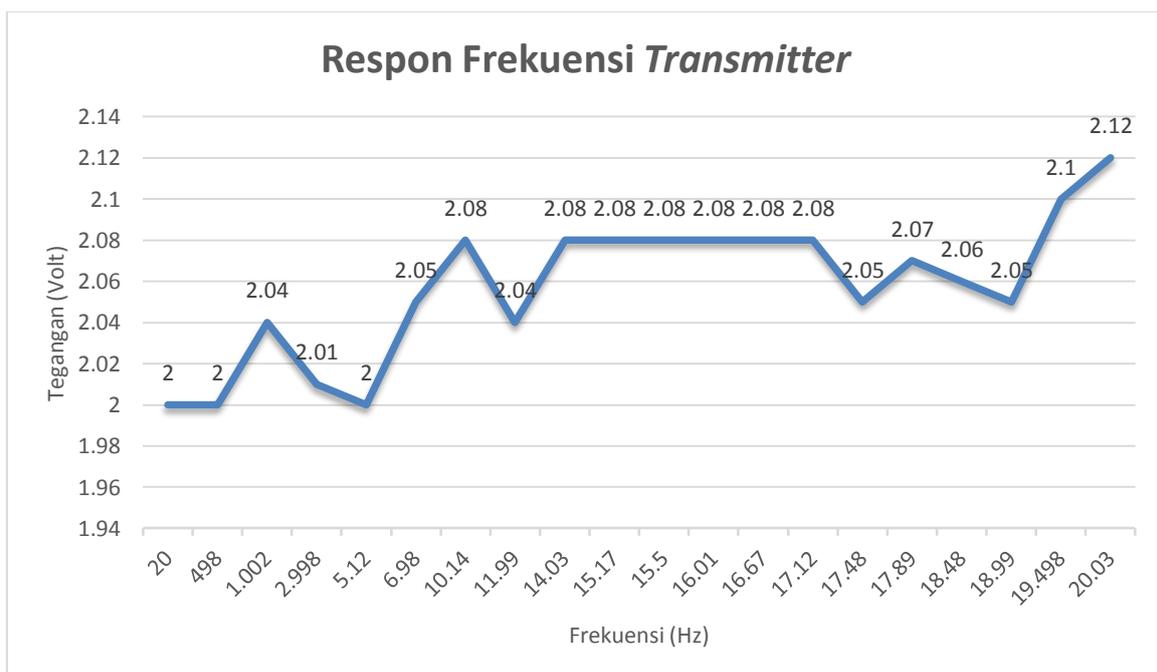


Gambar 10. Model Penerapan Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

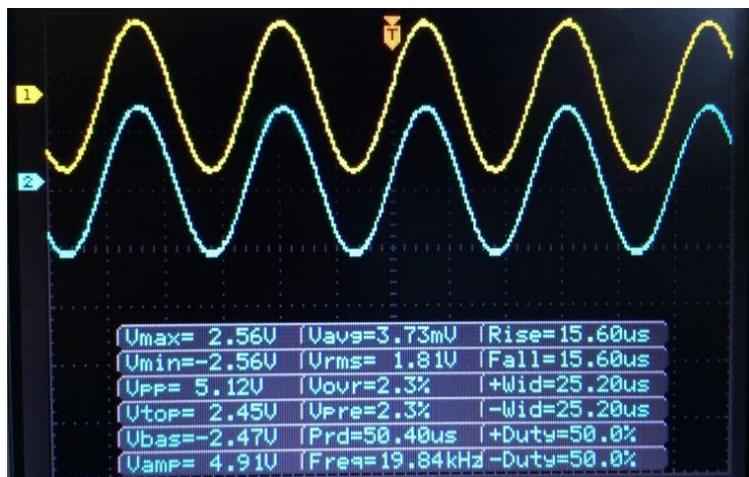
3.1 Pengujian *Transmitter*

Pengujian pada blok *transmitter* diuji dengan *oscilloscope* untuk mengetahui keterangan sinyal audio yang berupa analog. Dengan menggunakan frekuensi 20 – 20.000 Hz dilakukan pengiriman sinyal audio untuk melihat kinerja pada perangkat *Transmitter* dengan membandingkan hasil keluaran sebelum di modulasikan menggunakan LED sama dengan sinyal masukan dari *Signal Generator*. Pengujian blok *transmitter* yang akan di uji yaitu rangkaian *Transmitter*. Setelah pengambilan data selanjutnya dapat dibuat grafik untuk menunjukkan pengaruh yang signifikan berdasarkan dari frekuensi yang melewati perangkat *Transmitter*. Gambar 11 menunjukkan respon frekuensi pada *transmitter*. Pada Gambar 11 terlihat adanya atenuasi atau pelemahan daya terima yang direspon oleh *Receiver*. Dari hasil pengukuran, sistem ini mampu melewati frekuensi 20-20.000 Hz dengan rata-rata Atenuasi 7,77 dB.



Gambar 11. Grafik Respon Frekuensi *Transmitter*

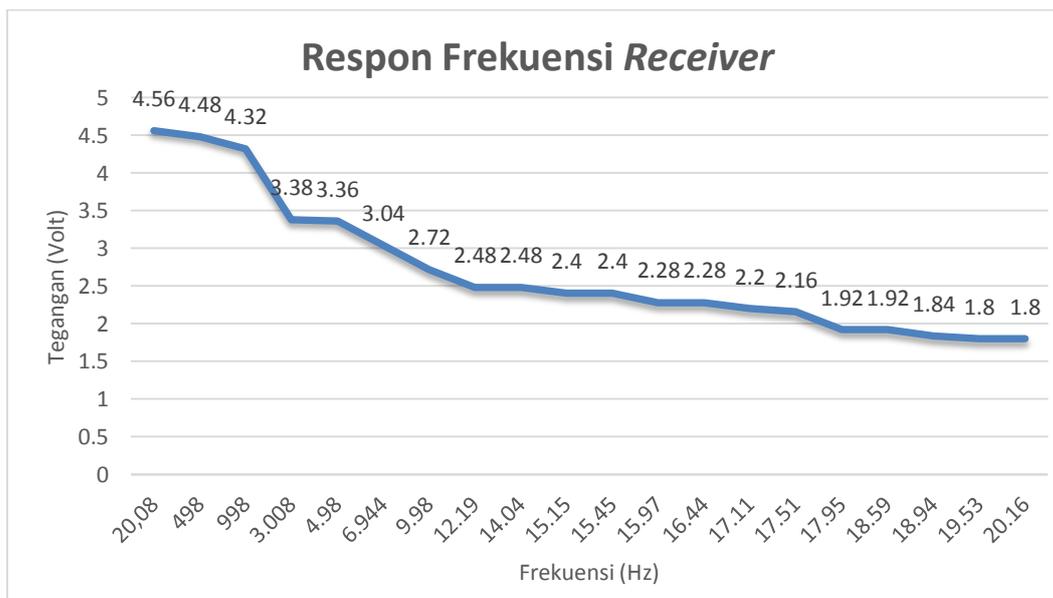
Perbandingan bentuk sinyal dari *Signal Generator* sama persis seperti keluaran dari sistem. Dengan bentuk sinyal seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Bentuk Sinyal Perangkat *Transmitter*

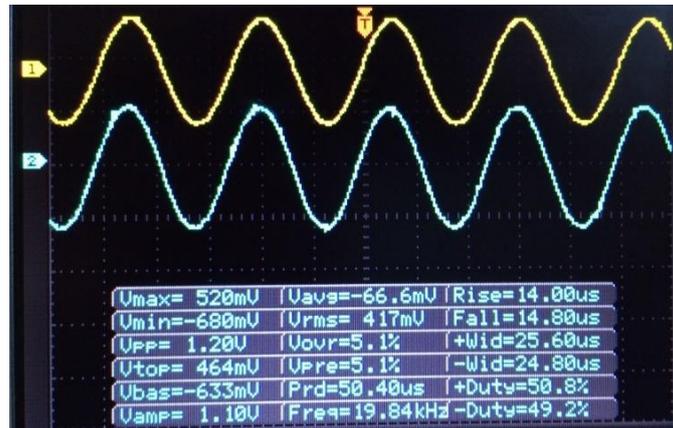
3.2 Pengukuran *Receiver*

Pengujian pada blok *Receiver* di uji dengan *oscilloscope* untuk mengetahui keterangan sinyal audio yang berupa analog seperti ditunjukkan pada Gambar 13. Dengan menggunakan frekuensi 20 – 20.000 Hz dilakukan pengiriman sinyal audio untuk melihat kinerja pada perangkat *Receiver* dengan membandingkan hasil keluaran sebelum di demodulasikan menggunakan photodioda sama dengan sinyal masukan dari *Signal Generator*. Pengujian blok *transmitter* yang akan di uji yaitu rangkaian penguat dan rangkaian *Photodiode Driver*. Setelah pengambilan data, maka selanjutnya bisa dibuat grafik untuk menunjukkan pengaruh yang terjadi begitu signifikan berdasarkan dari frekuensi yang melewati perangkat *Receiver*.



Gambar 13. Grafik Respon Frekuensi *Receiver*

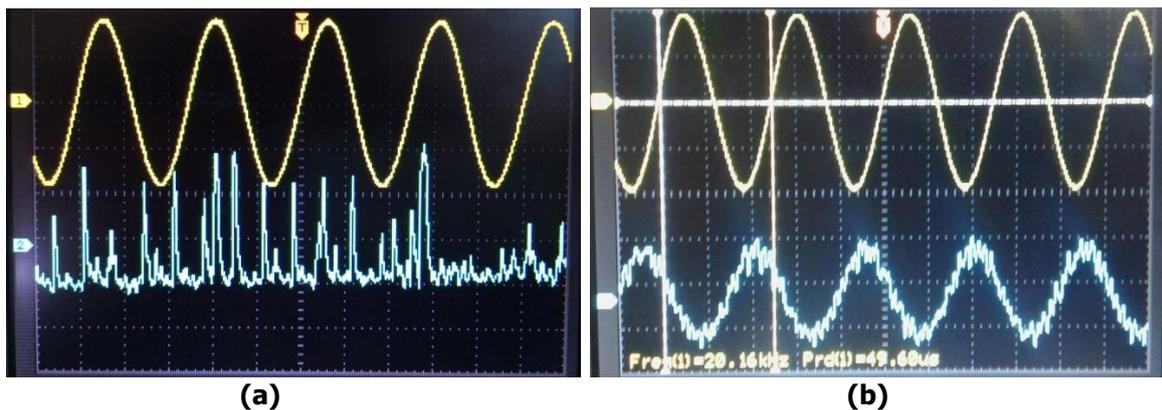
Pada sinyal informasi yang digunakan pada frekuensi yang dapat didengarkan oleh telinga manusia terlihat bahwa sistem telah dapat melewati frekuensi 20-20.000 Hz. Atenuasi tersebut dipengaruhi terhadap besarnya frekuensi yang melewati sistem, semakin besar frekuensi yang lewat pada sistem maka semakin besar Atenuasi yang terjadi, pengaruh Atenuasi akan berdampak kepada *Volume Audio*. Apabila melihat pada bentuk sinyal yang ditunjukkan pada Gambar 14 maka dapat disimpulkan sinyal informasi yang masuk kedalam sistem sama dengan sinyal keluaran.



Gambar 14. Bentuk Sinyal Perangkat *Receiver*

3.3 Pengujian *Transmitter* dan *Receiver*

Setelah melakukan pengujian terhadap masing-masing perangkat *Transmitter* dan *Receiver* untuk mengetahui kinerja alat yang telah dibuat, maka pengujian selanjutnya yaitu mengukur kinerja pada saat *Transmitter* mengirimkan sinyal informasi dan *Receiver* menerima sinyal informasi. Untuk membandingkan sinyal yang masuk pada *Transmitter* serta sinyal yang keluar pada *Receiver* sebelum masuk ke *speaker*, dilakukan dalam dua kondisi yaitu terdapat penghalang dan tidak terdapat penghalang diantara *Transmitter* dan *Receiver* dengan pengiriman sinyal kontinu.



(a) (b)
Gambar 15. Bentuk Sinyal *Transmitter* dan *Receiver*
(a) Kondisi dihalangi (b) Kondisi tanpa penghalang

Terlihat pada Gambar 15 (a) bentuk sinyal yang diterima dengan terdapat penghalang (sinyal bawah) memiliki bentuk yang jauh berbeda dengan sinyal yang diterima (sinyal atas), sedangkan pada bentuk sinyal (b) sinyal yang diterima (sinyal atas) mengikuti sinyal yang dikirimkan (sinyal atas), akan tetapi terjadi *noise* yang mempengaruhi hasil sinyal yang

diterima *Receiver*. Pengukuran selanjutnya mengukur frekuensi maksimal dengan hasil pengukuran pada Gambar 16.

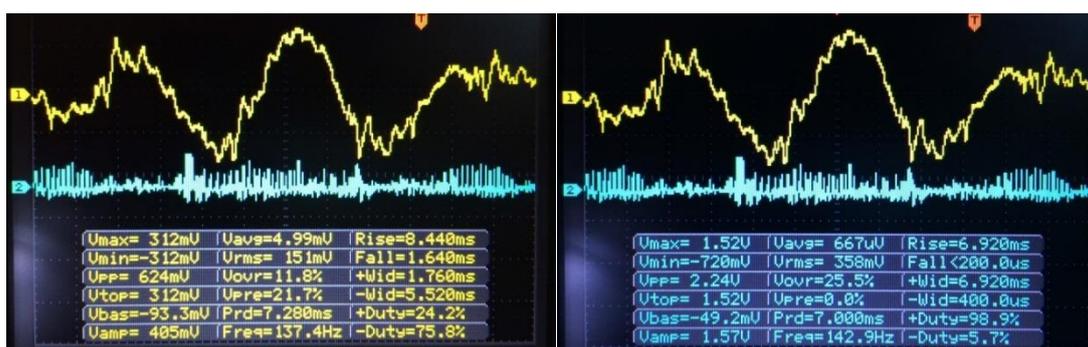


Gambar 16. Frekuensi Maksimal Pengiriman Sinyal Informasi

Setelah mengetahui kinerja perangkat yang telah dibuat mampu melewati frekuensi sesuai dengan frekuensi operasi yang diharapkan untuk dapat ditransmisikan, maka selanjutnya dilakukan pengukuran frekuensi maksimal, yang menjadi batas frekuensi dimana perangkat yang telah dibuat sudah tidak beroperasi dalam kinerja yang baik dalam menerima sinyal informasi yang dikirimkan. Hasil yang didapatkan dari pengukuran tersebut terlihat bahwa bentuk sinyal pada frekuensi 106.4 kHz sebelum dikirimkan berbeda dengan frekuensi yang diterima oleh *Receiver*, berarti dapat disimpulkan bahwa frekuensi yang mampu diterima yaitu kurang dari 106.4 kHz.

3.4 Pengujian Pengiriman Sinyal Audio

Pengujian dengan kondisi seperti ini menggunakan instrument pengujian yang sedikit berbeda dari pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, dimana instrument *Signal Generator* digantikan dengan *mp3 player* sebagai sumber informasi yang utama dalam hasil akhir dilakukannya penelitian. Namun, tujuan dari pengukuran ini sama seperti sebelumnya yaitu untuk membandingkan frekuensi audio yang dihasilkan oleh *mp3 player* dan melalui perangkat *Transmitter* serta frekuensi audio yang diterima oleh perangkat *receiver*.



(a) **(b)**
Gambar 17. Bentuk sinyal dengan sinyal informasi berupa musik
(a)Informasi pada sinyal masukan (b)Informasi pada sinyal keluaran

Pada perbandingan indikator pengukuran sinyal yang diterima oleh perangkat *Receiver* dengan mengukur frekuensi yang dihasilkan dari *mp3 Player* dengan *Genre* musik tertentu (*Hard Rock*), dapat dilihat bahwa perbandingan frekuensi yang dikirimkan (137.4 Hz) pada Gambar 17(a) dengan frekuensi yang diterima (142.9 Hz) pada Gambar 17 (b) memiliki nilai yang tidak jauh berbeda, serta terjadinya penguatan oleh rangkaian *Amplifier* pada

perangkat *Receiver* yang berguna untuk menambah intensitas suara yang akan dikeluarkan oleh *Speaker*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, implementasi dan pengujian, maka dapat diambil dari beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat *Visible Light Communication* yang dirancang dan diimplementasikan dapat digunakan untuk mengirim dan menerima siaran musik digital pada jarak maksimal 3 meter.
2. Bagian *Transmitter* dapat melewati frekuensi 20-20.000 Hz dengan mengalami pelemahan atau atenuasi dengan rata-rata 7.7 dB.
3. Pada *Receiver*, semakin besar frekuensi yang dilewatkan maka semakin tinggi pelemahan atau atenuasi yang terjadi, dengan frekuensi optimal kurang dari 106.4 kHz.
4. Hasil dari sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan menunjukkan hasil yang baik sehingga layak untuk diterapkan pada sistem penyiaran musik digital di kafe.

DAFTAR RUJUKAN

- Darlis, A., Lidyawati, L., & Nataliana, D. (2013). *Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi*. *Jurnal Elkomika*. 1(1): 13 – 25.
- Rinaldi, G. I., Darlis, D., & Putri, H. (2014). *Implementasi Visible Light Communication (VLC) Untuk Komunikasi Suara*. Proyek Akhir D3 Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom.
- Yulian, D., Darlis, D., & Aulia, S. (2015). *Perancangan dan Implementasi Perangkat Visible Light Communication Sebagai Transceiver Video*. *Jurnal Elektronika Telekomunikasi Terapan (JETT)*. 2(2): 196 – 206.
- Darlis, A., Lidyawati, L., Jambola, L., & Wulandari, N. (2014). *Implementasi Sistem Komunikasi Video menggunakan Visible Light Communication (VLC)*. *Jurnal Reka elkomika*. 2(3): 160 – 173.
- Ma'ruf, M. I. , Othman, M. B., & Pramono, S. H. (2015). *Audio transmission using visible light communication*. *International Conference on Electrical and Electronic Engineering 2015 (IC3E 2015)*.
- Zhang, H., Liu, P., Li, Q., Liu, J., Liu, S. (2015). *LED Nonlinearity Impact on Frequency Modulation Signals over Visible Light Communication*. *2015 IEEE International Conference on Communication Problem-Solving (ICCP)* (pp. 369-372).