

Perancangan dan Realisasi Sistem Komunikasi Suara dengan Penjelasan Suara yang Ditransmisikan dari Cahaya Lampu Penerangan LED

Maria Agustini¹, Shella Oktaviani²,
Fathir Muhammad³, DR. Eril Mozef, MS., DEA⁴

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : myriaagust11@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : shellaoktaviani81@gmail.com

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : fathirpatel@gmail.com

⁴Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : erilmozef@gmail.com

ABSTRAK

Komunikasi cahaya merupakan teknologi komunikasi yang memanfaatkan sumber cahaya sebagai pemancar sinyal dan sebuah fotodioda sebagai komponen untuk menerima sinyal. Sumber cahaya lampu LED salah satunya yang sering dimanfaatkan untuk komunikasi dan sudah dalam proses pengembangan. Namun dalam pengembangannya masih terdapat kendala terhadap gangguan cahaya lain maupun kehandalan dari setiap alat yang dikembangkan untuk komunikasi. Upaya untuk mengembangkan teknologi tersebut maka penulis mencoba untuk mengembangkan suatu sistem komunikasi dengan pengiriman informasi melalui cahaya. Komunikasi cahaya pada sistem ini akan dimanfaatkan untuk komunikasi suara. Sistem komunikasi suara menggunakan cahaya tampak lampu penerangan LED dengan *input* data berupa suara yang berasal dari perangkat *DF Player Mini* yang telah dikontrol menggunakan mikrokontroler dimana *output* dari *DF Player* akan masuk ke *input* pengirim. Kemudian dimodulasi dengan teknik modulasi PWM untuk mengkonversi sinyal suara ke cahaya dengan cara sinyal suara ditumpangkan ke dalam sinyal pembawa dimana kedua sinyal tersebut menjadi satu dan dapat mengontrol intensitas cahaya yang dipancarkan. Pentransmisian dilakukan dengan memancarkan cahaya lampu LED termodulasi ke bagian penerima sejauh 3m. Pada bagian penerima terdapat sensor cahaya fotodioda serta rangkaian pengolah sinyal lainnya untuk memperbaiki kualitas sinyal yang diterima kemudian disalurkan melalui *output* berupa *headset*. Dalam sistem komunikasi suara ini perangkat keluaran *headset* dibagian penerima dapat mengeluarkan informasi yang sama dengan informasi yang dikirim. Cahaya lampu penerangan LED sebagai media transmisi dapat mengirimkan informasi suara hingga jarak 3m.

Kata Kunci: Fotodioda, Headset, Komunikasi Suara, Lampu LED, Modulasi PWM, VLC

1. PENDAHULUAN

Teknologi pada era ini semakin berkembang secara signifikan terutama dalam bidang komunikasi untuk pentransmisian suatu informasi. Salah satu teknologi yang terus berkembang sampai saat ini adalah *Visible Light Communication (VLC)*. *Visible Light Communication* merupakan sistem yang memungkinkan suatu informasi dapat dikirimkan melalui media transmisi cahaya tampak, salah satunya dengan menggunakan cahaya tampak lampu penerangan LED. Karakteristik dari cahaya tampak ini yaitu memiliki panjang gelombang dari 380nm-

780nm. Prinsip dasar dari penggunaan cahaya tampak ini diantaranya memanfaatkan kedipan lampu LED yang berlangsung dalam periode sangat singkat, dengan menerapkan kelemahan penglihatan mata manusia yang tidak dapat membedakan kedipan diatas 50 Hz. Kedipan lampu LED akan membentuk sebuah sinyal pulsa dengan rentang frekuensi yang tinggi, dimana frekuensi ini dapat dimanfaatkan untuk menumpangkan sebuah informasi berbentuk data. Pemanfaatan cahaya tampak ini pun dapat mengirimkan informasi berupa suara dengan cara memanfaatkan perubahan tegangan yang dihasilkan dari *amplitude* suara [1].

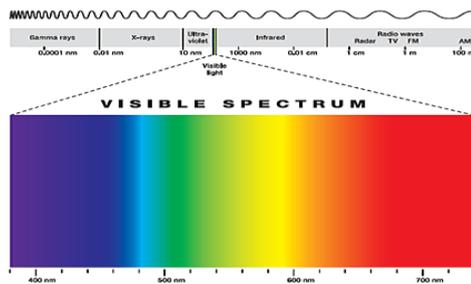
Dengan pemanfaatan cahaya lampu LED sebagai media transmisi nya, tentu akan bermanfaat jika diimplementasikan [2] sebab dapat meningkatkan efisiensi dalam pengiriman dan penerimaan informasi hanya dengan menghidupkan lampu serta dengan memanfaatkan cahaya yang sudah ada maka komunikasi dapat dilakukan secara cepat dan efisien.

Berdasarkan latar belakang tersebut sebagai pengembangan dari sistem yang telah ada, diusulkan sistem komunikasi suara melalui cahaya tampak lampu LED sebagai media transmisi dalam pengiriman informasi untuk aplikasi pemandu pengunjung museum.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Spektrum Cahaya dan Panjang Gelombang

Cahaya tampak adalah sebagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang antara 375 (nm) sampai 700 nm dalam udara atau ruang bebas. Panjang gelombang yang berbeda-beda diinterpretasikan oleh otak manusia sebagai warna, dengan merah adalah panjang gelombang terpanjang (frekuensi paling rendah) hingga ke violet dengan panjang gelombang terpendek (frekuensi paling tinggi) [3]. Cahaya dengan panjang gelombang di bawah 400 nm dan di atas 800 nm tidak dapat dilihat manusia dan disebut ultraviolet pada batas panjang gelombang pendek dan inframerah pada batas panjang gelombang terpanjang.



Gambar 1. Gelombang elektromagnetik dan spektrum cahaya tampak

2.2 Dasar Sinyal Audio

Audio dapat diartikan sebagai reproduksi suara atau suara itu sendiri, sinyal suara atau audio dapat dikatakan pula gelombang audio. Gelombang audio merupakan gelombang yang dihasilkan oleh getaran dari suatu obyek atau benda, yang menyebabkan media perantara yang digunakan bergetar contohnya udara bergetar pada range frekuensi yang

dapat didengar oleh manusia. Telinga manusia dapat mendengar bunyi antara 20 Hz hingga 20 KHz sesuai batasan sinyal audio [4].

Berikut merupakan penjelasan mengenai karakteristik dari sinyal audio :

1. Panjang Gelombang (T), merupakan jarak antar titik gelombang dan titik ekuivalen pada fasa selanjutnya.
2. Amplitudo (V), merupakan kekuatan atau daya gelombang sinyal dimana tinggi gelombang dapat dilihat sebagai grafik. Gelombang yang lebih tinggi digambarkan sebagai volume yang lebih tinggi sehingga perangkat untuk menambah amplitude dinamakan amplifier.
3. Frekuensi (F), merupakan jumlah getaran yang terjadi dalam waktu satu detik dan diukur dalam hertz dengan kata lain siklus per detik. Bila getaran dari gelombang suara semakin cepat maka frekuensi semakin tinggi, dimana bila frekuensi lebih tinggi maka dapat diinterpretasikan sebagai jalur lebih tinggi.

2.3 Modulasi PWM (Pulse Width Modulation)

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan teknik untuk memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda dengan tujuan untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda [5]. Biasanya teknik modulasi PWM digunakan untuk memodulasi data dalam bidang telekomunikasi, audio effect dan penguatan, regulator tegangan, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, serta aplikasi PWM berbasis mikrokontroler. Pengaplikasian PWM berbasis mikrokontroler diantaranya yaitu pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian Motor Servo, dan pengaturan nyala terang LED. Berdasarkan hal tersebut pada proyek akhir ini, modulasi PWM digunakan untuk pengaturan nyala terang dari lampu LED.

Konsep dasar dari teknik modulasi PWM ini umumnya adalah sinyal PWM memiliki frekuensi dan amplitudo dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa PWM yang bervariasi yaitu duty-cycle antara 0% hingga 100%. Dimana lebar sinyal PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Dibawah ini merupakan jenis dari teknik modulasi PWM diantaranya yaitu:

1. Modulasi PWM Analog
Pembangkitan sinyal PWM yang paling sederhana adalah dengan membandingkan sinyal gigi gergaji sebagai tegangan carrier dengan tegangan referensi menggunakan rangkaian op-amp Comparator.

2. Modulasi PWM Digital
Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan sebelumnya secara garis besar jika menggunakan metode analog tiap perubahan dari sinyal PWM sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Resolusi merupakan jumlah variasi perubahan dalam PWM tersebut, misalkan PWM digital mempunyai resolusi 8 bit berarti PWM tersebut memiliki variasi perubahan nilai atau resolusi sebanyak 28. Maksudnya nilai Output PWM ini memiliki 256 variasi dengan variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili duty-cycle 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut [5].

3. METODELOGI PENGEMBANGAN SISTEM

3.1 Konsep Sistem



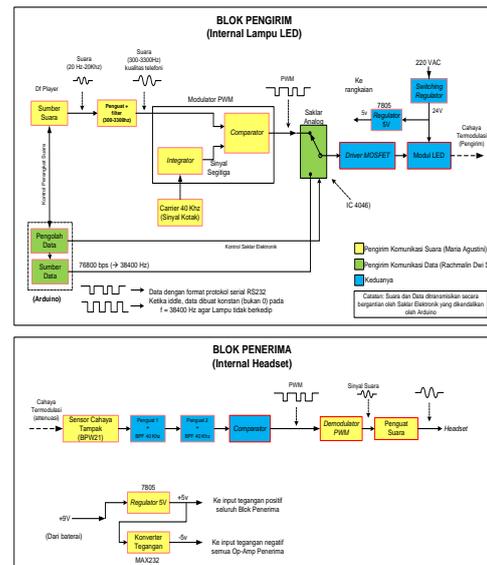
Gambar 2. Ilustrasi Sistem pada Ruang Museum

Berdasarkan gambar ilustrasi diatas, dapat digambarkan bahwa pada sebuah ruangan di museum terdapat pajangan lukisan-lukisan pada dinding dan terpajang benda-benda artistik lainnya. Dalam ruang tersebut ada sebuah ruangan yang sudah terintegrasi dengan sistem Headset Guide. Dimana pengunjung dapat mudah mengakses informasi mengenai penjelasan suatu karya seni di museum saat pengunjung berada dalam jangkauan cahaya lampu LED. Informasi tersebut berupa suara yang berisikan penjelasan-penjelasan mengenai karya seni yang dapat di dengarkan pengunjung melalui headset/earphone yang sudah terintegrasi dengan sistem. Pengunjung dapat mendengar

penjelasan secara sistematis dan berulang melalui komunikasi suara via cahaya lampu LED yang berada di pladfond suatu ruangan di museum tersebut. Dengan hanya berdiri di bawah lampu penerangan LED, sistem akan mengirimkan sebuah informasi berupa suara mengenai penjelasan karya seni tersebut kepada pengunjung.

3.2 Perancangan Blok Diagram

Perancangan blok diagram pada sistem ini disusun untuk mempermudah dalam memahami cara kerja dan fungsi dari sistem yang dirancang.



Gambar 3. Blok Diagram Keseluruhan

Adapun penjelasan mengenai masing-masing blok diagram tersebut, diantaranya sebagai berikut:

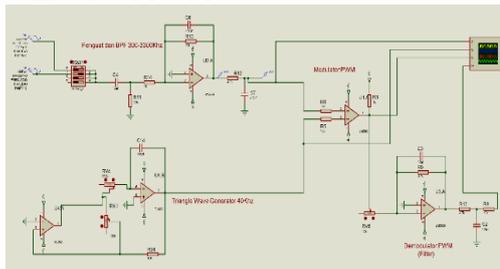
1. Sumber Suara, rangkaian ini terdiri dari DF Player Mini yang dikontrol dengan arduino dan dikuatkan dengan rangkaian penguat suara. Berfungsi sebagai Input suara yang akan dikirim.
2. Penguat dan Filter, rangkaian ini sebagai penguat sinyal suara dan filter yang berfungsi untuk membatasi frekuensi suara 300-3300Hz.
3. Integrator, rangkaian ini sebagai rangkaian pembangkit sinyal yang berfungsi sebagai sinyal pembawa pada modulasi PWM.
4. Modulator-Demodulator PWM, rangkaian ini berfungsi untuk memodulasi sinyal informasi berupa suara yang akan dikirim

menggunakan modulasi PWM maupun sebaliknya sinyal yang diterima akan didemodulasi untuk mengembalikan sinyal informasi awal atau sinyal pemodulasi.

5. Driver, rangkaian ini berfungsi sebagai Switching pada lampu LED dengan menggunakan MOSFET.
6. Regulator 5V, rangkaian ini menggunakan ic 7805 yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari baterai 9V ke 5V.
7. Konverter Tegangan, rangkaian ini menggunakan ic max232 yang berfungsi untuk mengubah tegangan +5V menjadi -5V.
8. Photodiode, rangkaian ini berfungsi menerima cahaya tampak dari lampu kemudian mengubahnya menjadi sinyal listrik. Sinyal yang diterima ini berupa sinyal termodulasi PWM selanjutnya sinyal akan diteruskan pada demodulator.

3.3 Perancangan Rangkaian Pengirim

Dalam perancangan rangkaian pengirim maupun penerima dilakukan percobaan terlebih dahulu melalui simulasi yaitu menggunakan aplikasi *Proteus*. Pada rangkaian pengirim terdiri dari rangkaian penguat dan filter dengan rentang frekuensi 300-3300Hz kemudian rangkaian Trianglewave Generator sebagai sinyal pembawa dan rangkaian Modulator serta demodulator PWM



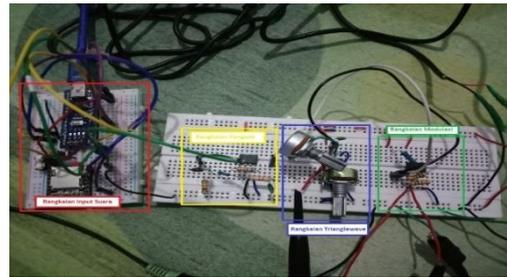
Gambar 4. Rangkaian Pengirim

Rangkaian penguat dan filter ini digunakan sebagai penguat dan filter untuk membuat amplitud dari sinyal suara dapat meningkat sehingga dapat dimodulasi dan di transmisikan ke penerima. Rangkaian penguat ini dirancang menggunakan ic LM358, pemilihan ic dilakukan berdasarkan spesifikasi yang dimiliki ic tersebut dan dapat digunakan sebagai penguat dengan dual supply Input. Tegangan Input yang digunakan pada rangkaian ini yaitu +5v untuk supply positif dari Vcc dan untuk tegangan negative berasal dari Ic max232 sebesar -8v.

Rangkaian modulator PWM untuk proses memodulasi sinyal informasi dari penguat sinyal suara. Triangle wave generator berfungsi sebagai sinyal pembawa 40khz dan rangkaian modulator berfungsi untuk melakukan proses modulasi data informasi pada sinyal pembawa sehingga data informasi tersebut dapat ditumpangkan. Berikut realisasi dari rangkaian pengirim:

Gambar 5. Realisasi Rangkaian Pengirim

3.4 Perancangan dan Realisasi Driver



Lampu LED

Rangkaian Lampu LED, beserta rangkaian photodiode, merupakan rangkaian yang penting pada sistem ini, karena kedua rangkaian tersebut berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal. Pemilihan LED *Driver* yang tepat dapat melalui perhitungan:

Pada rancangan lampu penerangan LED, terdapat 8 buah LED jenis HPL.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ LED HPL} &= 3\text{V}, 5 \text{ Watt}, 600\text{mA} \\
 V_{\text{LED}} &= 8 \times 3\text{V} = 24\text{V} \\
 P_{\text{LED}} &= 8 \times 5 \text{ Watt} = 40 \text{ Watt} \\
 I_{\text{LED}} &= 600\text{mA} \text{ (LED dirangkai secara seri)}
 \end{aligned}$$

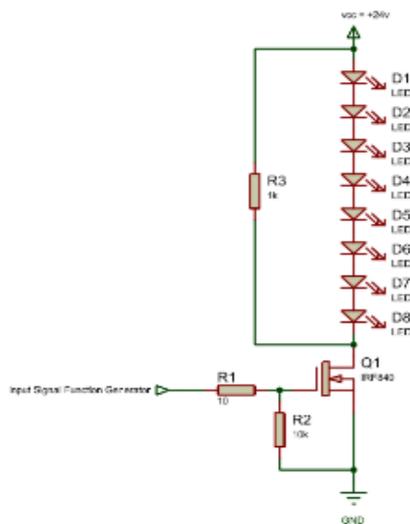
Diantara LED dipasang resistor 1K ohm, untuk mengatasi tegangan yang mengambang saat pengukuran dan pengujian LED *Driver*. Setelah melalui *trial and error* menggunakan beberapa nilai resistor, resistor 1K ohm yang paling tepat dan sesuai untuk mengatasi tegangan yang mengambang. Untuk pemilihan transistor dapat melalui spesifikasi dibawah ini:

Pada *switching* LED dipilih transistor jenis MOSFET dikarenakan cocok bekerja pada *switching* frekuensi tinggi. MOSFET yang digunakan ialah IRF840, dengan spesifikasi sebagai berikut:

- * *Drain-Source Voltage* : 500v
- * *Drain Current-Continuous* (TC = 25 *C): 8A
- * *Drain Current-Pulsed* 32A
- * *Operating Temperature* -55 ~ +150 *C
- * *Peak Diode Recovery* dv/dt 5.5V/nS

* *Power Dissipation* (TC = 25 *C) 44w

Untuk melakukan *switching* yaitu menyalakan/mematikan LED menggunakan daya dari MOSFET. Pada saat *gate* (G) IRF840 lebih besar dari 5 volt LED menyala. Resistor di *gate* (G) MOSFET bisa menggunakan 5K-10K. Dikarenakan di pasaran lebih banyak 10K, maka resistor 10K yang dipilih dan digunakan. Sedangkan resistor 10-20 ohm sebagai tambahan hambatan setelah sinyal masuk.



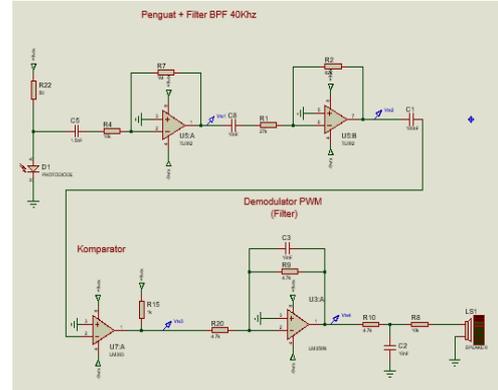
Gambar 6. Skematik Rangkaian LED Driver

MOSFET digunakan sebagai *switching* dan penguat sinyal yang akan ditransmit oleh LED. Input sinyal dihubungkan dengan pin GATE dari MOSFET, secara sederhana pin GATE akan mengatur saklar antara kaki Drain dan Source. Pada Gambar III.3 Skematik Rangkaian LED Driver input sinyal menggunakan function generator terlebih dahulu untuk melakukan pengujian terhadap LED Driver. Dengan mengatur function generator pada amplitudo 5vpp. Frekuensi dan bentuk sinyal menjadi lebih mudah diatur saat menggunakan function generator.

3.5 Perancangan Rangkaian Penerima

Rangkaian penerima yang terdiri dari photodiode, penguat, filter, komparator dan demodulasi. Rangkaian penguat dan filter BPF 40Khz ini digunakan sebagai penguat untuk membuat sinyal suara dapat didengar oleh penerima serta filter untuk menghilangkan noise yang terkandung dalam sinyal suara. Rangkaian penguat dan filter ini dirancang menggunakan IC TL082, pemilihan IC dilakukan berdasarkan spesifikasi dan karakteristik yang dimiliki IC tersebut dan

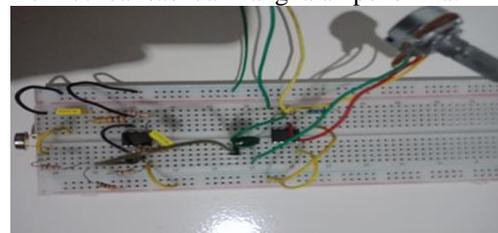
dapat digunakan sebagai penguat maupun filter dengan dual supply Input. Kemudian BPF 40Khz digunakan karena IC tersebut bekerja sangat baik pada frekuensi 40Khz. Tegangan Input yang digunakan pada rangkaian ini yaitu +5v untuk supply positif dari Vcc dan untuk tegangan negative berasal dari IC max232 sebesar -8v.



Gambar 7. Rangkaian Penerima

Rangkaian komparator dirancang untuk membangkitkan sinyal kotak setelah melewati rangkaian penguat dan filter. Digunakannya rangkaian komparator ini untuk memperbaiki kualitas sinyal PWM yang diterima oleh rangkaian penerima.

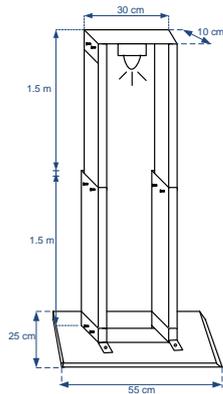
Pada sisi penerima, sistem ini menggunakan demodulator PWM sebagai salah satu pengolah sinyal informasi. Sinyal dari rangkaian demodulator ini sebelum didemodulasi telah mengalami proses penguatan dan pemfilteran pada rangkaian penguat dan filter 40khz BPF di rangkaian penerima. Sinyal keluaran dari demodulator ini nantinya akan menghasilkan sinyal yang sama dengan sinyal yang dikirimkan. Sinyal ini akan dikuatkan kembali oleh penguat sinyal suara sebelum akhirnya dapat didengar oleh penerima. Dalam hal ini sinyal suara dapat didengarkan melalui headset penerima. Berikut realisasi dari rangkaian penerima:



Gambar 8. Realisasi Rangkaian Penerima

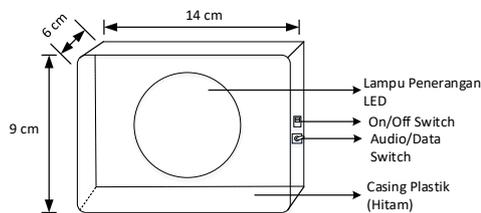
3.6 Perancangan Mekanik Pendukung

Layout dari perancangan mekanik pendukung yang digunakan yaitu berupa tiang dengan panjang 3 meter terbuat dari bahan aluminium.



Gambar 9. Layout Perancangan Mekanik Pendukung

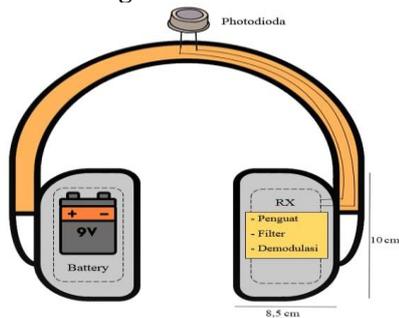
3.7 Perancangan Kemasan Alat



Gambar 10. Perancangan Kemasan Alat

Gambar 10. menunjukkan prototype untuk kemasan pada rangkaian pengirim dimana didalamnya terdapat pengiriman informasi berupa data dan suara.

3.8 Perancangan Headset



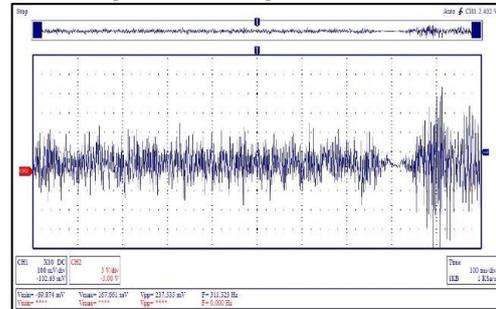
Gambar 11. Perancangan Headset

Gambar 11. merupakan gambaran perancangan headset yang akan dibuat, dimana rangkaian penerima akan disimpan dan diintegrasikan ke dalam headset. Didalamnya terdapat rangkaian photodiode, penguat, filter, komparator dan demodulasi. Disisi sebelah lainnya terdapat baterai untuk mensuplai tegangan ke rangkaian penerima.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

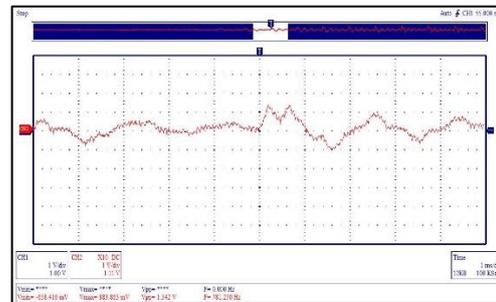
Setelah dilakukan proses perancangan dan realisasi, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap alat yang dikerjakan. Pengujian dilakukan menggunakan osiloskop untuk mengetahui hasil dari setiap Output pada rangkaian

4.1 Pengukuran Rangkaian Suara



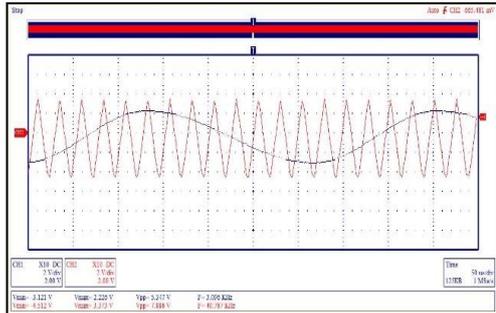
Gambar 12. Sinyal Suara dari Output Df Player

Hasil pengujian yang ditunjukkan Gambar 10 merupakan pengukuran sinyal suara yang dilakukan pada output modul suara, dimana pada hasil tersebut ditunjukkan dengan frekuensi 30hz pada amplitude 100mV/div sinyal tersebut nantinya akan masuk ke rangkaian penguat sebelum akhirnya di modulasi dan ditransmisikan melalui lampu penerangan LED. Namun untuk saat ini masih terdapat kendala pada pengintegrasian blok-blok pada pengirim bila sinyal yang diinputkan dari modul suara.



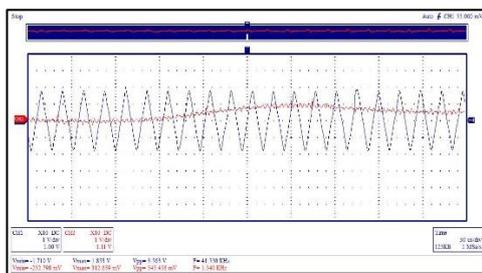
Gambar 13. Sinyal Suara yang Dikuatkan Hasil penguatan sinyal suara ditunjukkan Gambar 13. Pengukuran sinyal suara dilakukan pada output modul suara dari DF player ke input penguat dan diukur pada output penguat Dimana hasil pada output penguatan tersebut menghasilkan frekuensi 700hz pada amplitude 1V/div. Hal tersebut menandakan bahwa rangkaian penguat dapat menguatkan sinyal informasi yang sebelumnya berada pada 200mVpp menjadi 1.5vpp.

4.2 Pengujian Rangkaian Trianglewave Generator



Gambar 14. Sinyal *Input Function Generator* dan Sinyal *Trianglwave Generator*

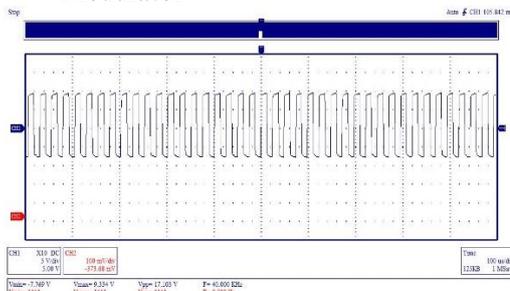
Hasil pengujian yang ditunjukkan Gambar 14 merupakan sinyal *Input* sinusoidal dari *function generator* dengan frekuensi 3Khz. Kemudian sinyal segitiga merupakan sinyal pembawa 40Khz, kondisi sinyal informasi amplitudonya harus lebih kecil dibanding sinyal pembawa karena akan mempengaruhi kondisi nyala matinya lampu LED.



Gambar 15. Sinyal *Input Suara* dan Sinyal *Trianglwave Generator*

Berdasarkan Gambar 15 dapat diketahui bahwa sinyal informasi atau suara yang ditunjukkan oleh sinyal berwarna merah memiliki amplitude yang lebih kecil dibanding sinyal pembawa, hal tersebut menandakan bahwa sinyal dapat dibandingkan atau dimodulasi menggunakan modulator PWM untuk kemudian di transmisikan melalui cahaya lampu LED.

4.3 Pengujian Rangkaian *Output Modulator*

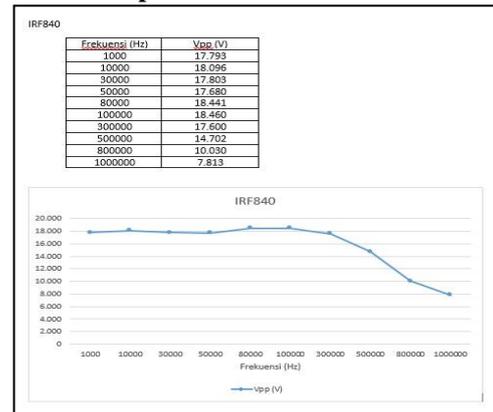


Gambar 16. Sinyal Hasil Modulasi

Hasil pengujian yang ditunjukkan Gambar 16 merupakan sinyal kotak menunjukkan sinyal

pwm keluaran modulator. Sinyal ini menunjukkan kondisi ON-OFF dari lampu LED. Namun kondisi seperti ini menunjukkan bahwa lampu LED selalu nyala karena tidak terdapat sinyal bernilai 0. Dengan kondisi sinyal seperti ini maka selanjutnya dapat diintegrasikan dengan rangkaian switching lampu LED.

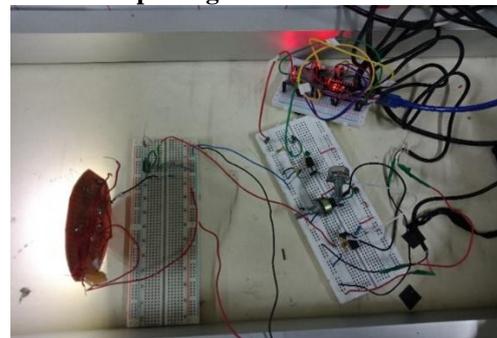
4.4 Pengujian Rangkaian LED *Switching* terhadap *Photodiode*



Gambar 17 Grafik Pengujian Rangkaian LED *Switching* terhadap *Photodiode*

Grafik tersebut menunjukkan hasil pengujian dari rangkaian *Switching* LED menggunakan transistor MOSFET IRF 840 terhadap *Photodiode*. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi frekuensi yang dikirimkan maka respon grafik atau amplitude yang diterima *Photodiode* semakin menurun. Maka dari itu pada system ini menggunakan frekuensi teleponi yaitu rentang frekuensi 300hz-3300hz.

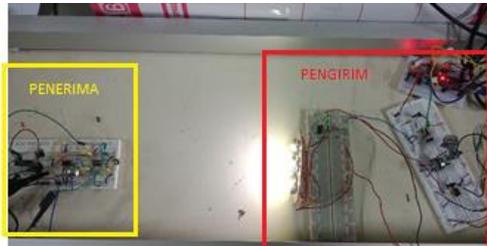
4.5 Hasil Pengujian Rangkaian Pengirim terhadap Rangkaian Penerima



Gambar 18 Grafik Pengujian Rangkaian LED *Switching* terhadap *Photodiode*

Gambar 18 menunjukkan rangkaian input suara dan rangkaian modulasi yang sudah saling terintegrasi dengan rangkaian driver LED

MOSFET. Lampu LED mentransmisikan sinyal informasi suara yang sudah termodulasi melalui cahaya lampu yang akan dikirim ke penerima.



Gambar 19 Grafik Pengujian Rangkaian LED Switching terhadap Photodiode

Gambar 19 menunjukkan hasil rangkaian pengirim dan penerima dimana sinyal suara yang dimodulasi dikirimkan melalui cahaya lampu LED dan diterima oleh rangkaian penerima. Photodiode menerima sinyal informasi tersebut yang kemudian dikuatkan dan difilter sebelum didemodulasi. Output dari hasil demodulasi akan terhubung ke headset penerima dan untuk mengetahui suara dapat diterima dapat diuji menggunakan speaker.

5. ANALISA dan PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian rangkaian suara, dapat diketahui bahwa sinyal dari micro sd card dapat diakses melalui Df player yang dikontrol menggunakan arduino. Suara dapat dikendalikan dengan tiga push button untuk memutar file, menghentikan dan melanjutkan. Namun masih terdapat kendala jika rangkaian suara ini diintegrasikan dengan rangkaian modulator. Berdasarkan hasil pengukuran didapat sample suara pada frekuensi 300hz dengan amplitude 100mV/div.

Dari hasil pengujian rangkaian modulator dapat dilihat bahwa sinyal pada rangkaian Trianglewave Generator sudah dapat berfungsi dan dapat bekerja pada output rangkaian modulator yang akan terhubung ke rangkaian lampu LED dimana rangkaian ini saling terintegrasi untuk menghasilkan kondisi intensitas cahaya maupun nyala matinya lampu LED.

Pada pengujian rangkaian penguat dan filter pada penerima menunjukkan hasil yang berbeda-beda tergantung kondisi saat pengujian. Namun dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa pada sistem ini harus menggunakan suplai dari baterai supaya sinyal yang dihasilkan bersih dari derau. Solusi lain saat pengukuran dapat diketahui bahwa tidak boleh mencharge laptop

saat melakukan pengujian karena saat laptop discharge dapat terkandung sinyal AC dari jala-jala listrik yang menyebabkan sinyal menjadi tidak stabil maupun cacat. Pengujian dilakukan pada kondisi pengirim dan penerima line of sight. Hasil pengujian pada rangkaian komparator menunjukkan hasil yang cukup baik, namun pada kenyataannya terdapat delay ketika sinyal diterima asumsi saat ini terjadi karena suplai dari baterai ada di +5v dan -8v sehingga sinyal mengalami delay ketika menguji saat kondisi Photodiode sengaja dihalangi.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, tahap realisasi serta pengujian maka dapat diambil kesimpulan bahwa hasil simulasi baik pengirim maupun penerima dapat diketahui bahwa hasil simulasi pada sistem komunikasi suara sudah dapat berjalan sesuai kriteria perancangan dan dapat direalisasikan. Pada blok pengirim sudah dapat diintegrasikan antara blok input suara, modulasi, dan lampu LED. Namun pada rangkaian pengirim masih perlu dimaksimalkan supaya daya yang dipancarkan lebih kuat ke penerima untuk jarak lebih jauh.

Pada penerima, rangkaian penguat dan filter sudah dapat berjalan dengan baik dengan memenuhi syarat atau kondisi tertentu seperti menghindari suplai yang dapat mempengaruhi kualitas sinyal. Rangkaian penerima sudah berjalan dengan jarak mencapai 3m. Dalam pemilihan jenis modulasi yaitu menggunakan teknik modulasi PWM untuk mengkondisikan lampu LED selalu nyala dengan sempurna dan tidak terkandung banyak noise. Pemilihan sensor cahaya harus diperhatikan supaya spesifikasi yang dimiliki Photodiode sesuai dengan sistem yang dirancang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak DR. Eri! Mozef, MS. DEA., dosen Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Bandung yang telah membimbing kami dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. T. Caesar, R. Pramana and S. Nugraha, "Perancangan perangkat Penerima Komunikasi Suara Dalam Air Berbasis Visible Light Communication (VLC)," Universitas Maritim Raya Ali Haji, Tanjung Pinang, 2017.

- [2] B. Naztin, S. Hadiyoso and T. Damayanti, "Implementasi Visible Light Communication Untuk Pengiriman Sinyal Audio Gitar Akustik Elektrik," *Jurnal e-proceeding*, vol. 3, pp. 2121-2132, 2017.
- [3] L. A. Dewi, A. Purwanto and H. Kuswanto, "Pergeseran Spektrum Pada Filamen Lampu Wolfram Spectra Displacement of Wolfram Lamp," *Jurnal UNY*, pp. 409-417, 2006.
- [4] Elektronika Dasar, "Sinyal Audio (Gelombang Suara)," 4 November 2018. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/sinyal-audio-gelombang-suara/>. [Accessed 4 April 2019].
- [5] R. Prayogo, "Pengaturan PWM (Pulse Width Modulation) dengan PLC," Universitas Brawijaya Malang, Malang, 2012.