

TRAFFIC LIGHT SYSTEMS MENGGUNAKAN VISIBLE LIGHT COMMUNICATION (VLC) SEBAGAI ALAT BANTU TUNANETRA UNTUK MENYEBERANG JALAN

Arsyad Ramadhan Darlis¹

¹Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: arsyad@itenas.ac.id

Dean Adrian¹

¹Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: deanadrian100@mhs.itenas.ac.id

ABSTRACTS: *The people with visual impairment have problems in mobility and orientation, especially in the outdoor environment. Recently, traffic lights systems, which is a facility where someone crosses do not support visually impaired people so they still need help from others in crossing the road. In this study, a system that integrates traffic lights is implemented using Visible Light Communication (VLC) technology, where the VLC transmitter is mounted on a traffic light, and the VLC receiver is installed as a wearable device that can be used with the audio information signal. The measurement is done by considering the use of color filters. The measurement results show that the transmitter system has been able to send signals with audio frequencies from 300 Hz to 4000 Hz. Besides that, receiving an information signal consisting of an audio signal from a transmitter mounted on a traffic light with a red, yellow and green color filter can be received by a VLC receiver that is placed on a visually impaired person of good quality with the signal voltage received above 4 Vpp, where the use of a yellow filter shows the best signal reception results with a voltage output of 5.00 Vpp at a frequency of 2400 Hz compared to other color filters.*

Keyword: *Traffic light, Visible Light Communication (VLC), Visually Impaired, Wearable device*

ABSTRAK: Penyandang tuna netra memiliki masalah dalam hal mobilitas dan orientasi, khususnya di lingkungan luar (*outdoor*). Pada sistem yang terdapat pada lampu lalu lintas (*traffic light*) yang merupakan fasilitas dimana seseorang menyeberang saat ini belum mendukung penyandang tuna netra, sehingga sampai saat ini masih membutuhkan bantuan orang lain dalam menyeberang jalan. Pada penelitian ini, sebuah sistem yang diintegrasikan pada lampu lalu lintas diimplementasikan menggunakan teknologi *Visible Light Communication (VLC)*, dimana VLC transmitter dipasang pada lampu lalu lintas dan VLC receiver dipasang sebagai wearable device dengan sinyal informasi suara digunakan oleh penyandang tunanetra sehingga dapat menerima informasi mengenai kondisi lampu lalu lintas pada saat itu. Pengujian sistem dilakukan dengan mempertimbangkan penggunaan filter berwarna. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sistem transmitter telah dapat mengirimkan sinyal dengan frekuensi suara dari 300 Hz sampai 4000 Hz. Disamping itu, penerimaan sinyal informasi berupa sinyal suara dari transmitter yang terpasang pada lampu lalu lintas dengan filter warna Merah, Kuning dan Hijau telah dapat diterima oleh *receiver* yang ditempatkan pada penyandang tuna netra dengan kualitas baik dengan tegangan sinyal yang diterima diatas 4 Vpp, dimana penggunaan filter warna kuning menunjukkan hasil penerimaan sinyal yang paling baik dengan tegangan output 5,00 Vpp pada frekuensi 2400 Hz dibandingkan penggunaan filter warna lainnya.

Kata Kunci: *Traffic light, Visible Light Communication (VLC), Tunanetra, Wearable device*

PENDAHULUAN

Penyandang tuna netra memiliki masalah dalam hal mobilitas dan orientasi, khususnya di lingkungan luar (*outdoor*). Jumlah penyandang tunanetra di Indonesia tahun 2017 menurut data Pertuni adalah 1,5% dari jumlah penduduk di Indonesia [1][2]. Berdasarkan survei bahwa jumlah penyandang disabilitas terbanyak di Indonesia adalah tunanetra [3]. Berdasarkan UU RI Nomor 8 tahun 2016 tentang penyandang disabilitas bahwa mereka memiliki kesamaan hak dan kesempatan bagi penyandang disabilitas menuju kehidupan yang sejahtera, mandiri, dan tanpa diskriminasi. Akan tetapi masih banyak fasilitas umum yang belum menunjang aktifitas bagi tunanetra [4]. Pada sistem yang terdapat pada lampu lalu lintas (*traffic light*) yang merupakan fasilitas dimana seseorang *menyeberang*, saat ini belum mendukung penyandang tuna netra, sehingga masih membutuhkan bantuan orang lain dalam menyeberang jalan. Disamping itu, perkembangan teknologi telekomunikasi pada saat ini, memungkinkan manusia berinteraksi menggunakan cahaya tampak sebagai media transmisinya, dengan mengirimkan informasi berupa suara menggunakan teknologi *Visible Light Communication (VLC)*. VLC memanfaatkan *light emitting diode (LED)* sebagai sumber cahayanya, yang pada penelitian ini ditujukan pada penyandang tuna netra yang kesulitan dalam menyeberang jalan. Pada tahun 2013 dan 2017, penelitian yang dilakukan oleh Arsyad Ramadhan Darlis [5][6] dan timnya, mencoba untuk mengirimkan sinyal audio dengan menggunakan VLC. Berdasarkan hasil penelitian, sinyal audio dapat dikirimkan dengan jarak maksimum 2,5 m.

¹ Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung

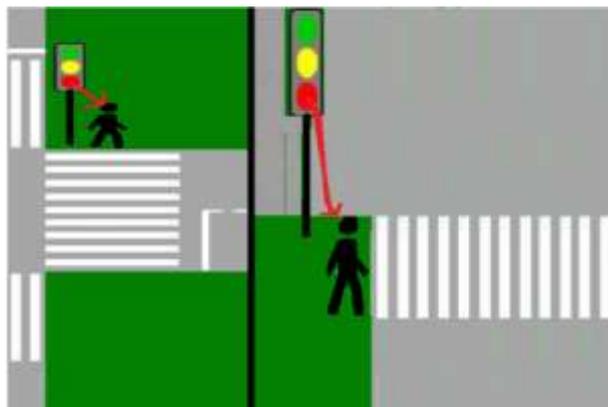
Setelah itu pada tahun 2014, penelitian yang dilakukan oleh Jingyuan Duan [7] dengan metode simulasi terkait komersialisasi teknologi VLC menghadapi beberapa hambatan seperti kompleksitas tinggi, mobilitas yang buruk, heterogen integrasi dengan jaringan TCP/IP, *multiaccess*, ukuran besar dan lain-lain. Oleh karena itu, pada penelitian ini diimplementasikan sebuah sistem yang diaplikasikan pada *traffic light* dengan memanfaatkan teknologi VLC sebagai alat bantu tunanetra sehingga dihasilkan sebuah perangkat sebagai *transmitter* dan *receiver* dari sistem VLC yang dapat memudahkan penyandang tunanetra untuk *menyeberang* jalan. Pada sistem ini, VLC *transmitter* dipasang pada lampu lalu lintas dan VLC *receiver* dipasang sebagai *wearable device* yang digunakan oleh penyandang tunanetra sehingga dapat menerima informasi mengenai kondisi lampu lalu lintas pada saat itu dalam bentuk suara. Pada penelitian ini, digunakan filter berwarna (merah, kuning, hijau) yang merepresentasikan warna pada *traffic light*. Filter ini terbuat dari bahan tembus pandang yang tidak akan meredam cahaya tampak yang berasal dari lampu LED yang dipancarkan dari *headlamp* sebagai pemancar.

METODOLOGI

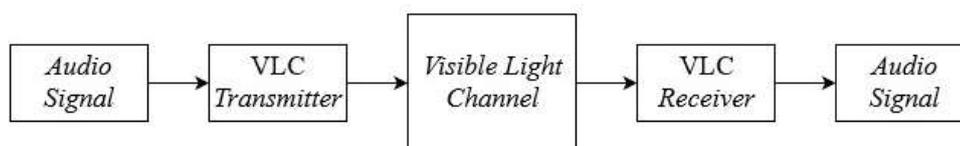
Dalam penelitian ini dijelaskan bagaimana sistem *Visible Light Communication* (VLC) ini bekerja. Langkah – langkah untuk melaksanakan penelitian adalah sebagai berikut :

2.1. Perancangan Sistem

Sistem yang akan dirancang dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian *Transmitter* (Tx) dan *Receiver* (Rx). Rangkaian Tx dan Rx dirancang untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Setelah perancang selesai, maka akan digabungkan menjadi sebuah sistem untuk mendapatkan satu link, yakni *transmitter* dan *receiver*. Pada bagian *transmitter* dihubungkan dengan LED yang terdapat pada *headlamp* sedangkan pada bagian *receiver* dihubungkan dengan *photodiode*. Gambar 1 menunjukkan ilustrasi dalam implementasi VLC pada lampu lalu lintas (*traffic light*).



■ Gambar 1. Ilustrasi Implementasi VLC pada lampu lalu lintas

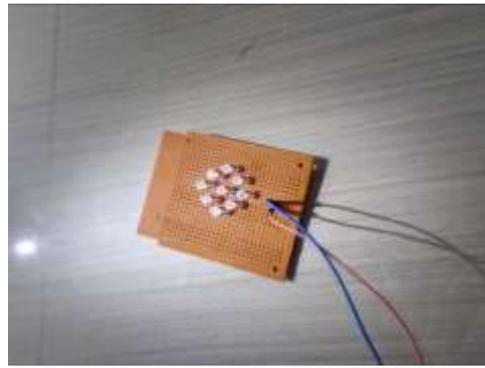


■ Gambar 2. Blok Diagram Perancangan Sistem VLC

Dari Gambar 2 menunjukkan tahapan dalam perakitan sistem komunikasi cahaya tampak (VLC). Pada bagian *transmitter* menerangkan bahwa sinyal *input* yang berisi sinyal informasi berupa suara yang dibangkitkan dengan alat *audio generator* dalam frekuensi yang ditentukan yaitu ber variasi antara 100 – 4000 Hz, sinyal informasi tersebut akan dikondisikan untuk dikonversi dari sinyal listrik menjadi cahaya oleh komponen LED yang diberi tegangan sebesar 12 V, yang kemudian ditransmisikan melalui media udara. Sinyal berupa cahaya tampak yang dikirimkan oleh *transmitter* akan diterima oleh rangkaian *receiver* melalui *photodiode* dengan tegangan *receiver* sebesar 9 V, cahaya tersebut akan ditransformasikan menjadi sinyal listrik oleh *photodiode*, dan dikuatkan oleh rangkaian *amplifier* yang kemudian akan diubah kembali menjadi sinyal suara.

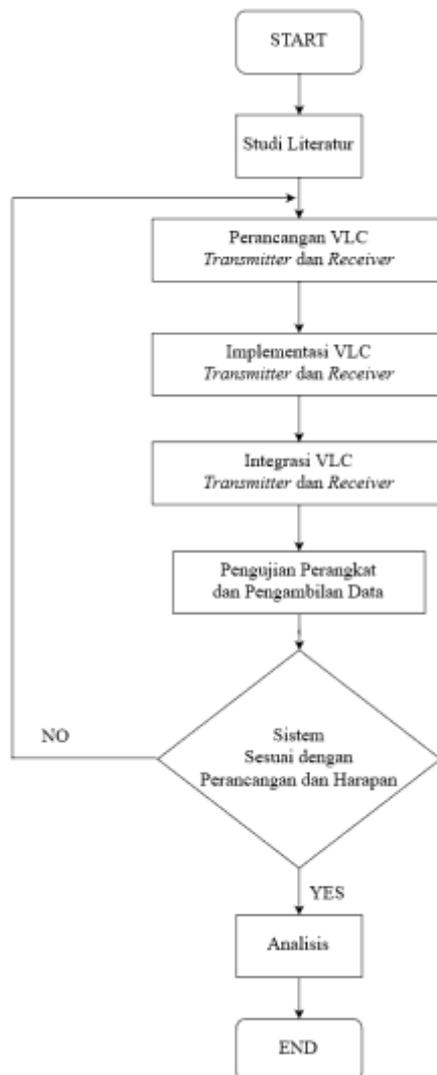


■ **Gambar 3.** LED pada Head Lamp



■ **Gambar 4.** Photodiode

Gambar 3 menunjukkan LED yang digunakan pada *head lamp*, sedangkan Gambar 4 menunjukkan *Photodiode* yang digunakan. Untuk mengimplementasikan VLC di lampu lalu lintas sebagai alat bantu tunanetra, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Pada Gambar 5 menunjukkan diagram alir perancangan sistem komunikasi menggunakan cahaya tampak (VLC) yang diimplementasikan pada lampu lalu lintas.



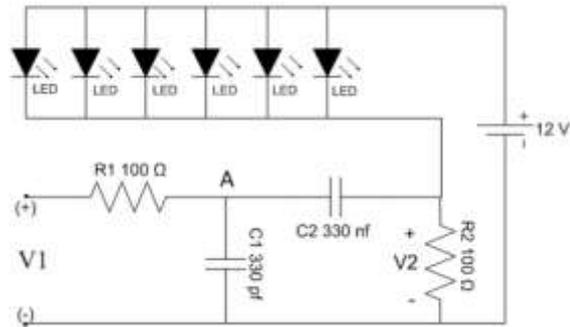
■ **Gambar 5.** Diagram Alir Perancangan Sistem

2.2. Implementasi VLC Transmitter

Pada bagian *Transmitter* terjadi proses perubahan sinyal informasi yang diolah oleh pengkondisi sinyal ke dalam bentuk cahaya kemudian di transmisikan melalui LED. Saat pengiriman informasi yang berupa

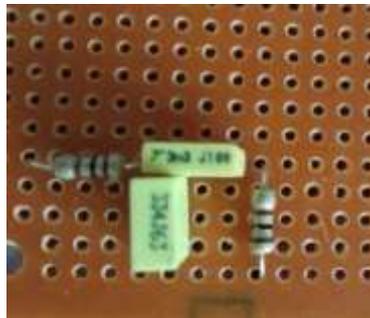
Traffic light Systems menggunakan Visible Light Communication (VLC) sebagai Alat Bantu Tunanetra

gelombang cahaya tampak, LED akan memancarkan cahaya tampak, sesuai dengan sinyal *input* yang diberikan.



■ Gambar 6. Rangkaian Transmitter

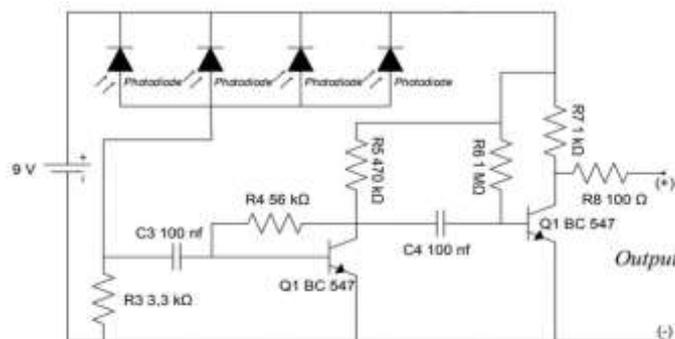
Terdapat rangkaian *Band Pass Filter* (BPF) yang terdiri dari R1, C1, C2, dan R2 yang bertujuan untuk menghilangkan sinyal yang tidak diinginkan dengan memfilter sinyal *input* dari *audio generator* sebelum ditransmisikan melalui cahaya dengan LED.



■ Gambar 7. Rangkaian Transmitter

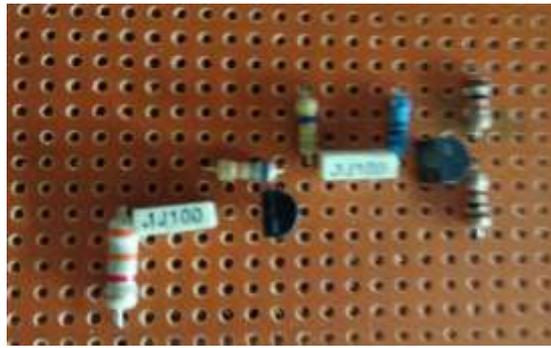
2.3. Implementasi VLC Receiver

Pada bagian VLC *receiver* terjadi proses penerimaan sinyal informasi yang telah dikirimkan dari VLC *transmitter* berupa cahaya tampak yang selanjutnya akan diterima oleh rangkaian *photodiode* dan diubah menjadi sinyal informasi kembali



■ Gambar 8. Rangkaian VLC Receiver

Rangkaian VLC *receiver* terdiri dari beberapa komponen elektronika antara lain adalah *photodiode* dan rangkaian penguat *amplifier*. Sinyal informasi berupa cahaya tampak yang dipancarkan VLC *transmitter* akan diterima oleh VLC *receiver*. Cahaya yang diterima akan di ubah menjadi sinyal listrik yang mengandung sinyal informasi untuk dilakukan penguatan.



■ Gambar 9. Implementasi VLC Receiver

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Metoda Pengukuran

Setelah dilakukan proses perakitan dan implementasi sistem selanjutnya adalah melakukan pengukuran. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem dengan penggunaan filter berwarna merah, kuning, dan hijau yang merepresentasikan warna pada *traffic light*. Filter memiliki sifat menembus cahaya sehingga relatif tidak akan meredam cahaya yang dipancarkan. Adapun pengukuran yang dilakukan pada penelitian yakni sebagai berikut.

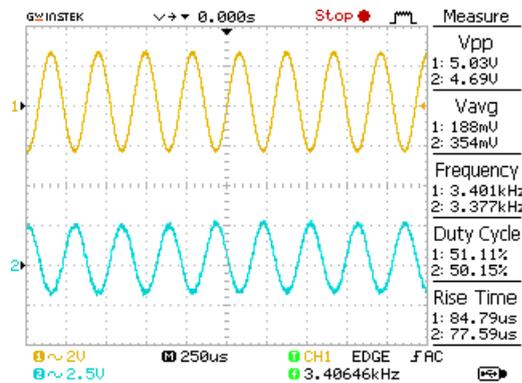
1. Pengukuran berdasarkan frekuensi pada sistem VLC tanpa filter warna
2. Pengukuran berdasarkan frekuensi pada sistem VLC dengan filter warna merah.
3. Pengukuran berdasarkan frekuensi pada sistem VLC dengan filter warna kuning.
4. Pengukuran berdasarkan frekuensi pada sistem VLC dengan filter warna hijau.

1. Pengukuran Berdasarkan Frekuensi tanpa Filter Warna

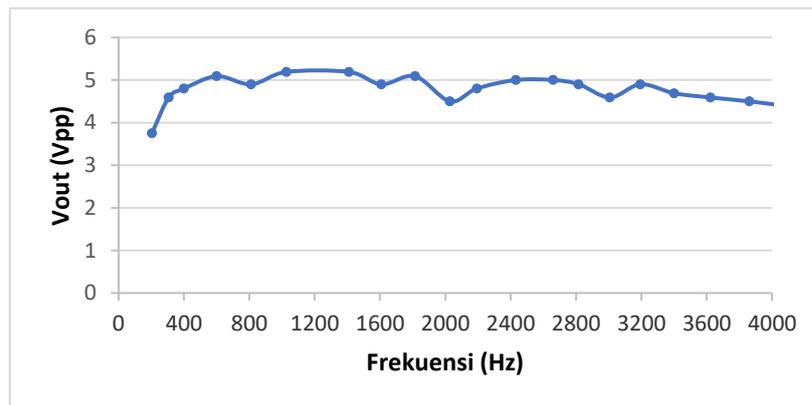
Pengaturan ini bertujuan untuk mengetahui kehandalan sistem dalam mengirimkan dan menerima sinyal audio. Sinyal dengan frekuensi yang ditetapkan yakni 100 – 4000 Hz dibangkitkan dengan *audio generator* dan tegangan referensi 5 Vpp. Jarak yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan jarak riil dari lampu lalu lintas dan tinggi orang yaitu maksimum 2,5 m. Gambar 10 menunjukkan pengukuran sistem tanpa menggunakan filter.



■ Gambar 10. Implementasi Pengukuran tanpa Filter



■ Gambar 11. Sinyal Pengukuran tanpa Filter



■ Gambar 12. Grafik Pengukuran Sistem tanpa Filter

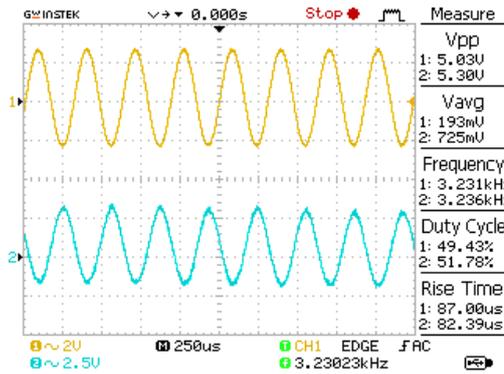
Gambar 11 menunjukkan hasil pengukuran berdasarkan frekuensi tanpa filter menunjukkan perbandingan antara frekuensi *input* dan frekuensi *output*. Gambar tersebut menunjukkan dimana sinyal *input* dengan frekuensi 3401 Hz dan tegangan 5,03 Vpp diterima oleh *receiver* dengan frekuensi *output* 3377 Hz, dan tegan *output* 4,69 Vpp. Grafik hasil pengukuran sistem tanpa filter ditunjukkan pada Gambar 12, dimana tegangan yang diterima memiliki variasi karena interferensi dari lingkungan luar dengan nilai rata – rata sekitar 5 V pada frekuensi dari 100 Hz sampai 4000 Hz. Dengan tegangan dan bentuk gelombang yang relatif sama dengan sinyal yang dikirimkan, sistem telah bekerja dengan baik. Hal ini dibuktikan pula dengan sinyal dengan frekuensi suara yaitu 300 Hz sampai dengan 3400 Hz telah dapat dilewatkan dengan baik.

2. Pengukuran berdasarkan Frekuensi dengan Filter Warna Merah

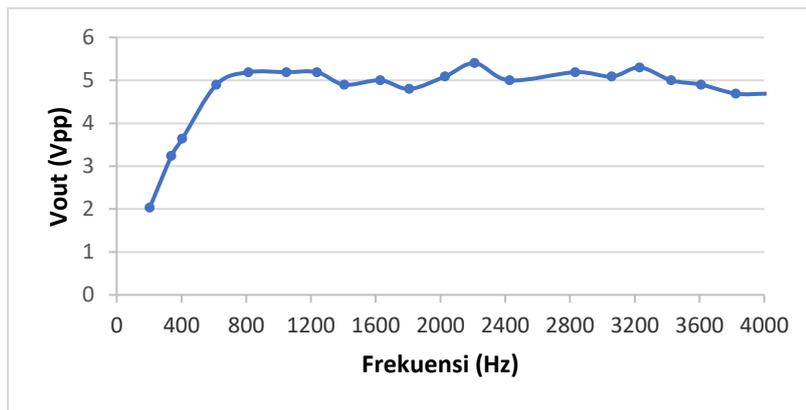
Pengaturan ini bertujuan untuk mengetahui kehandalan sistem dalam mengirimkan dan menerima sinyal audio dengan filter warna merah. Sinyal dengan frekuensi yang ditetapkan yakni 100 – 4000 Hz dibangkitkan dengan *audio generator* dan tegangan referensi 5 Vpp. Jarak yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan jarak riil dari lampu lalu lintas dan tinggi orang yaitu maksimum 2,5 m. Gambar 14 menunjukkan pengukuran sistem menggunakan filter berwarna merah.



■ Gambar 14. Implementasi Pengukuran dengan Filter Warna Merah



■ Gambar 13. Sinyal Pengukuran dengan Filter Warna Merah

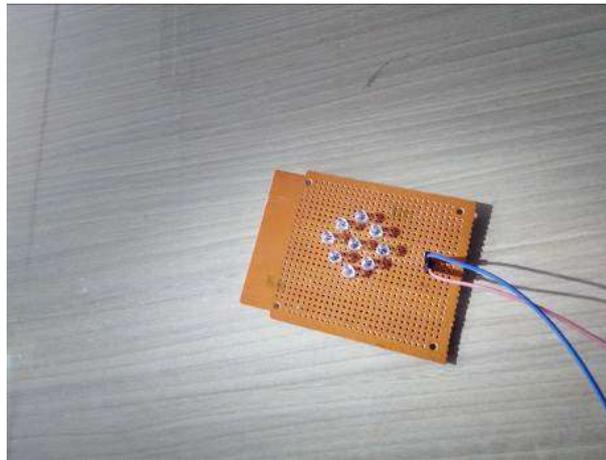


■ Gambar 15. Grafik Pengukuran dengan Filter Warna Merah

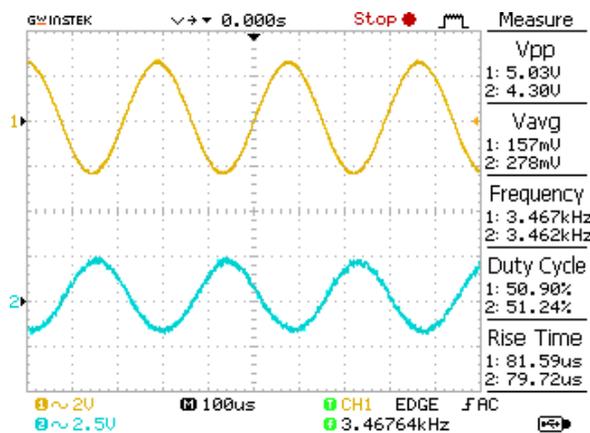
Hasil pengukuran berdasarkan frekuensi dengan filter warna merah pada Gambar 14 menunjukkan perbandingan antara frekuensi *input* dan frekuensi *output*, dimana sinyal *input* dengan frekuensi 3231 Hz dan tegangan 5,03 Vpp diterima oleh *receiver* dengan frekuensi *output* 3236 Hz, dan tegangan *output* 5,30 Vpp. Hal ini menunjukkan tegangan dan frekuensi sinyal yang diterima relatif sama dengan sinyal yang dipancarkan. Gambar 15 menunjukkan hasil pengukuran dengan menggunakan filter berwarna merah. Gambar tersebut menunjukkan sistem mengalami pelemahan dengan sinyal dibawah frekuensi 800 Hz dengan sinyal diatas frekuensi tersebut mengalami fluktuasi karena interferensi dari lingkungan luar. Dari hasil tersebut, sinyal suara yang memiliki frekuensi 300 Hz sampai 4000 Hz masih dapat diterima dengan baik.

3. Pengukuran berdasarkan Frekuensi dengan Filter Warna Kuning

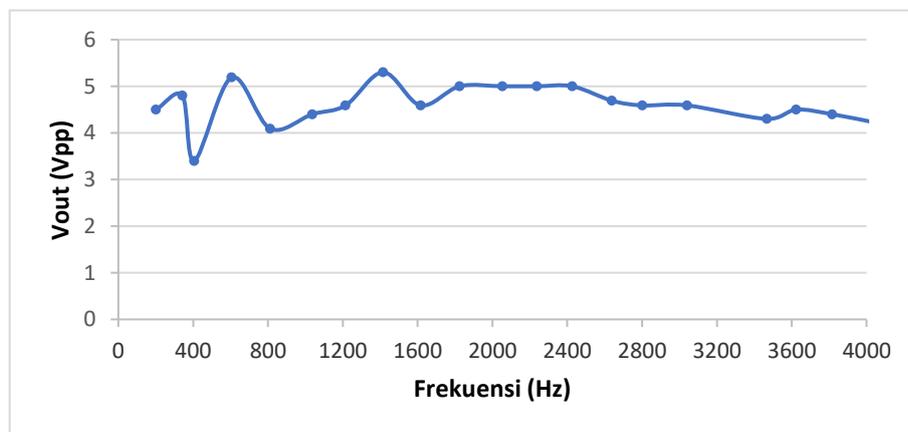
Pengaturan ini bertujuan untuk mengetahui kehandalan sistem dalam mengirimkan dan menerima sinyal audio dengan filter warna kuning. Sinyal dengan frekuensi yang ditetapkan yakni 100 – 4000 Hz dibangkitkan dengan *audio generator* dan tegangan referensi 5 Vpp. Jarak yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan jarak riil dari lampu lalu lintas dan tinggi orang yaitu maksimum 2,5 m. Gambar 16 menunjukkan penerimaan cahaya pada *photodiode* dengan penggunaan filter warna kuning pada *transmitter*.



■ Gambar 16. Implementasi Pengukuran dengan Filter Warna Kuning



■ Gambar 17. Sinyal Pengukuran dengan Filter Warna Kuning

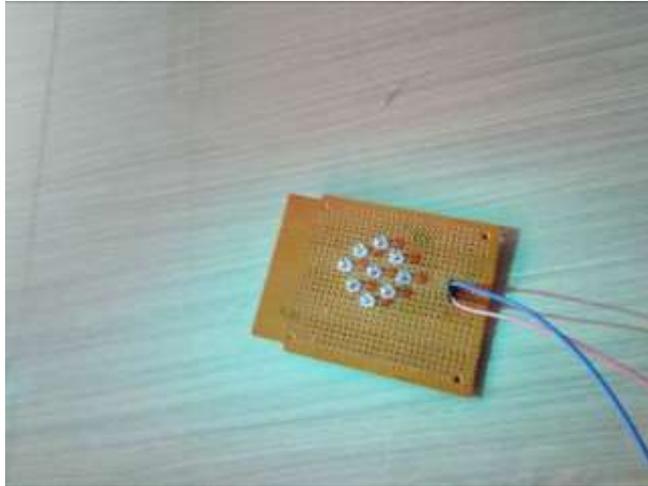


■ Gambar 18. Grafik Pengukuran dengan Filter Warna Kuning

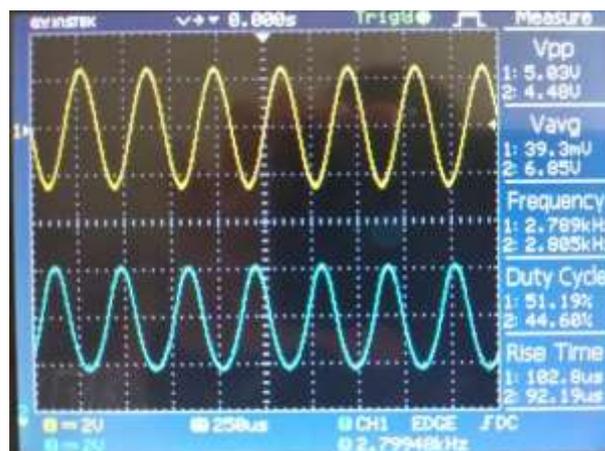
Hasil pengukuran berdasarkan frekuensi dengan filter warna kuning yang ditunjukkan pada Gambar 17 menunjukkan perbandingan antara frekuensi *input* dan frekuensi *output*, dimana sinyal *input* dengan frekuensi 3467 Hz dan tegangan 5,03 Vpp diterima oleh *receiver* dengan frekuensi *output* 3462 Hz, dan tegan *output* 4,30 Vpp. Hal ini menunjukkan tegangan dan frekuensi sinyal yang diterima relatif sama dengan sinyal yang dipancarkan dengan sedikit pelemahan sinyal pada frekuensi tersebut. Gambar 18 menunjukkan hasil pengukuran dengan menggunakan filter berwarna kuning. Gambar tersebut menunjukkan sistem mengalami fluktuasi sinyal dengan frekuensi dibawah 1100 Hz dengan sinyal diatas frekuensi tersebut mengalami fluktuasi juga karena interferensi dari lingkungan luar. Dari hasil tersebut, sinyal suara yang memiliki frekuensi 300 Hz sampai 4000 Hz masih dapat diterima dengan baik, walaupun terjadi sedikit pelemahan tegangan.

4. Pengukuran Berdasarkan Frekuensi dengan Filter Warna Hijau.

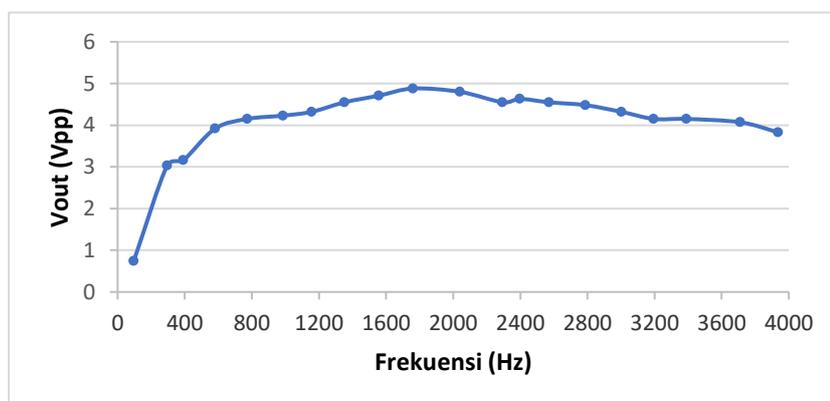
Pengaturan ini bertujuan untuk mengetahui kehandalan sistem dalam mengirimkan dan menerima sinyal audio dengan filter warna hijau. Sinyal dengan frekuensi yang ditetapkan yakni 100 – 4000 Hz dibangkitkan dengan *audio generator* dan tegangan referensi 5 Vpp. Jarak yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan jarak riil dari lampu lalu lintas dan tinggi orang yaitu maksimum 2,5 m. Gambar 19 menunjukkan pengukuran dengan penggunaan filter berwarna hijau.



■ Gambar 19. Implementasi Pengukuran dengan Filter Warna Hijau



■ Gambar 20. Sinyal Pengukuran dengan Filter Warna Hijau

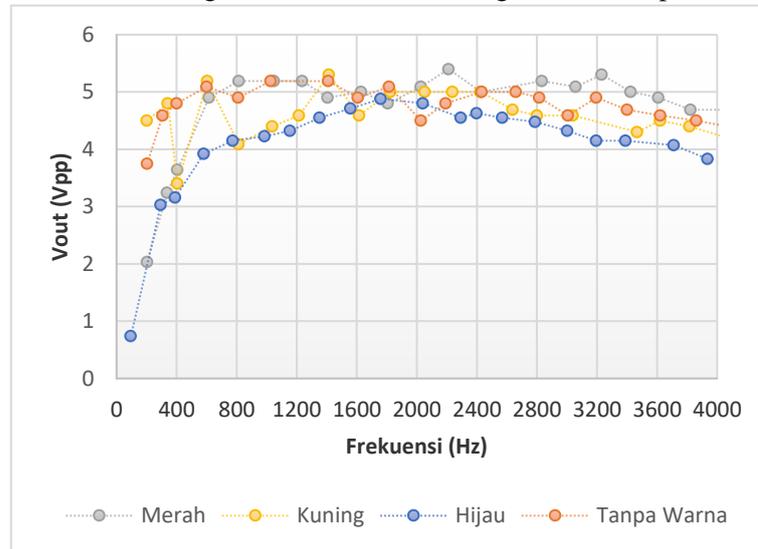


■ Gambar 21. Grafik Pengukuran dengan Filter Warna Hijau

Hasil pengukuran berdasarkan frekuensi dengan filter warna hijau pada Gambar 20 menunjukkan perbandingan antara frekuensi *input* dan frekuensi *output* dimana sinyal *input* dengan frekuensi 2789 Hz dan tegangan 5,03 Vpp diterima oleh *receiver* dengan frekuensi *output* 2805 Hz, dan

tengan *output* 4,48 Vpp. Hal ini menunjukkan sinyal kirim dan terima tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan dan dapat disimpulkan bahwa sinyal dapat diterima dengan baik. Gambar 21 menunjukkan hasil pengukuran menggunakan filter berwarna hijau. Dari grafil tersebut terlihat sinyal dengan frekuensi dibawah 600 Hz memiliki pelemahan yang cukup besar. Sinyal yang diterima dengan frekuensi diatas frekuensi tersebut dapat diterima dengan baik dengan adanya fluktuasi tegangan. Sinyal dengan frekuensi 2200 Hz mengalami sedikit pelemahan akan tetapi masih diatas 4 Vpp.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran sistem VLC menggunakan range 100 Hz sampai 4000 Hz maka dapat dibuat sebuah grafik untuk membandingkan kualitas penerima sinyal yang baik.



■ **Gambar 22.** Grafik Perbandingan Kualitas Penerima Sinyal.

Pada frekuensi dibawah 340 Hz sinyal masih dapat dikirimkan dan diterima tapi dengan kualitas yang buruk, tetapi pada saat frekuensi diatas 340 Hz *receiver* dapat menerima sinyal yang dikirimkan transceiver dengan baik. Perbedaan karakteristik setiap filter menyebabkan tegangan *output* yang berbeda disetiap filternya. Pada penelitian ini, filter yang dapat mengirimkan sinyal dengan kualitas paling baik yaitu filter warna kuning, didapat tegangan *output* sebesar 5,00 Vpp pada frekuensi 2000 Hz, pada frekuensi 2200 Hz dan 2400 Hz tegangan *output* yang didapat juga sebesar 5,00 Vpp. Hal ini disebabkan respon frekuensi dari *photodiode* memiliki kinerja yang paling baik pada panjang gelombang berwarna kuning. Secara umum, penggunaan warna yang merepresentasikan panjang gelombang cahaya yang diterima oleh *photodiode* pada sistem ini, menunjukkan hasil bahwa sinyal yang dikirimkan dari *traffic light* telah dapat diterima dengan baik untuk seluruh warna yaitu warna merah, kuning, dan hijau oleh perangkat penerima yang terpasang pada penyandang tuna netra.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi, dan pengujian dalam kegiatan penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengukuran dengan range frekuensi yang berubah-ubah mempengaruhi nilai tegangan *output* bergantung pada respon frekuensi dari *photodiode* dan interferensi dari luar.
2. Penggunaan filter berwarna kuning menunjukkan kinerja sistem yang paling baik dibandingkan dengan penggunaan filter berwarna merah dan hijau.
3. Perangkat VLC *transmitter* yang terpasang pada *traffic light* telah dapat mengirimkan sinyal suara dengan frekuensi 340 – 3400 Hz pada jarak 2,5 m pada VLC *receiver* yang terpasang pada *wearable device* pada penyandang tuna netra.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini dengan skema Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kesehatan RI. (2014). Situasi Penyandang Disabilitas. Buletin Jendela Data dan Informasi Kesehatan. Jakarta.
- [2] Persatuan Tunanetra Indonesia. (2017, Maret). Peran Strategis Pertuni Dalam Memberdayakan Tunanetra Di Indonesia. Retrieved from Pertuni: <https://pertuni.or.id/>
- [3] International Labour Organization. (2011). Inklusi Penyandang Disabilitas di Indonesia. Jakarta.
- [4] Chairunnisa, Q. (2019). 7 Fasilitas Ramah Difabel yang Harus Dioptimalkan di Indonesia | Wajib Dijaga Bersama! Retrieved from Stories by Rulita: <https://www.rukita.co/stories/fasilitas-penyandang-difabel/>
- [5] Darlis, A. R., Lidyawati, L., & Nataliana, D. (2013). Implementasi *Visible Light Communication* (VLC) pada Sistem Komunikasi. *Elkomika*, 1(1), 13- 25.
- [6] Darlis, D., Darlis, A. R., & Abibi, M. H. (2017). Implementasi Sistem Penyiaran Musik Digital di Kafe menggunakan *Visible Light Communication*. *Elkomika*, 1(5), 60 – 72.
- [7] Sun, X., Duan, J., Zou, Y. & Shi, A. (2015). Impact of multipath effects on theoretical accuracy of TOA-based indoor VLC positioning system. *Photonics Research*. 3. 296. 10.1364/PRJ.3.000296.