

# TEKNIK MENGATASI DERAU CAHAYA LINGKUNGAN PADA KOMUNIKASI DATA DIGITAL MELALUI LAMPU PENERANGAN LED

Rachmalin Dwi Subiyantari<sup>1</sup>, Risna Ainurahimah<sup>2</sup>, Naufal Adriel Fauzi<sup>3</sup>,  
Eril Mozef<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Bandung 40012  
E-mail : rachmalind@gmail.com

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Bandung 40012  
E-mail : risna.ainurahimah.tif416@polban.ac.id

<sup>3</sup>Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Bandung 40012  
E-mail : naufal.adriel@yahoo.com

<sup>4</sup>Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Bandung 40012  
E-mail : erilmozef@yahoo.com

## ABSTRAK

Derau adalah sinyal-sinyal yang tidak diinginkan dalam suatu sistem komunikasi atau informasi. Sinyal-sinyal *noise* ini dapat mengganggu kualitas penerimaan sinyal dan reproduksi sinyal yang akan dipancarkan. *Noise* juga dapat membatasi jangkauan sistem pada daya pancaran tertentu, mempengaruhi sensitivitas sinyal penerimaan, dan bahkan mengakibatkan pengurangan *bandwidth* pada suatu sistem. Pada penelitian ini membahas teknik mengatasi derau cahaya lingkungan pada komunikasi data digital lampu penerangan LED. Pada bagian pengirim dilakukan pengujian pada input sinyal. Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui kualitas dari blok pengirim. Perbedaan nilai tegangan antara masukan dan keluaran merupakan ukuran kualitas sinyal. Pada bagian penerima, pengujian sinyal dilakukan pada *output* sensor cahaya tampak untuk mengetahui nilai tegangan sebelum dikuatkan, *output* setelah dikuatkan untuk mengetahui nilai tegangan setelah dikuatkan, dan *output* setelah diseleksi menggunakan *filter*. Pada pengujian, frekuensi sinyal yang dikirim dengan yang diterima sudah sesuai dan mampu menerima sinyal hingga jarak 4,5 meter pada frekuensi 40KHz. Pada pengujian di dalam ruangan, dengan gangguan cahaya lain yang ada disekitar ruangan seperti cahaya dari lampu neon, cahaya matahari, dan *flash smartrphone* yang merupakan derau cahaya lingkungan disekitar karena memberikan frekuensi ataupun sinyal informasi yang tak diinginkan, sinyal yang diterima tidak terganggu dan bentuk sinyal maupun frekuensinya masih bagus.

## Kata Kunci

Derau, komunikasi cahaya tampak, lampu penerangan LED, photodiode, penguat, filter

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan, terutama dalam bidang komunikasi. Hal ini terbukti dengan banyaknya media komunikasi, baik nirkabel dan kabel yang mengakibatkan banyaknya cara untuk penyampaian suatu komunikasi data. Hadirilah VLC (*Visible Light Communication*) atau komunikasi cahaya tampak yaitu teknologi terobosan yang saat ini sedang dikembangkan

dimana informasi dikirim melalui media cahaya tampak [1]. VLC sendiri merupakan teknologi telekomunikasi berbasis cahaya yang nantinya akan menggantikan komunikasi berbasis kabel tembaga dan pengganti teknologi nirkabel.

Dengan adanya teknologi yang memanfaatkan cahaya tampak (*visible light*) sebagai media komunikasi, seseorang tidak harus membeli sebuah *access point* untuk menerima data, akan tetapi hanya menggunakan cahaya tampak dari lampu saja [2]. Dengan demikian tingkat efisiensi dan mobilitas akan lebih tinggi. Hanya dengan

menghidupkan lampu saja dan komunikasi data dapat dilakukan.

Sudah ada realisasi saat ini pembuatan komunikasi cahaya tampak atau VLC (Visible Light Communication) dengan menggunakan lampu penerangan LED sebagai pengirim namun masih memiliki kendala dari sisi kehandalan sistem yaitu cahaya eksternal masih mempengaruhi dan mengganggu sistem [3].

Diperlukan suatu rangkain filter di bagian *receiver* untuk meminimalisir sinyal direct current (DC) yang bersumber dari ambient light noise (yakni: lampu senter dan cahaya matahari) dan interference lamp noise (yakni: incandescent atau lampu pijar dan fluorescent atau lampu neon). Sinyal-sinyal tersebut dapat membatasi jangkauan dan daya pancar sehingga mempengaruhi kualitas penerimaan sinyal dan kehandalan sistem komunikasi [4].

Dalam mengatasi permasalahan tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Teknik Mengatasi Derau Cahaya Lingkungan Pada Komunikasi Data Digital Melalui Lampu Penerangan LED” sehingga dapat ditemukan teknik meminimalisir adanya derau atau *noise*.

## 2. METODE

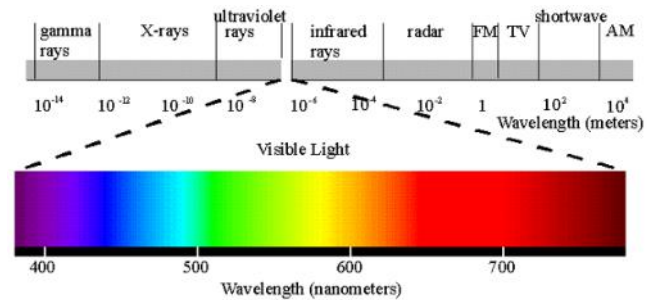
### 2.1 Visible Light Communication

Sistem *Visible Light Communication* (VLC) menggunakan cahaya tampak untuk berkomunikasi. VLC menggunakan lampu (lampu/lampu biasa) atau LED untuk mengirimkan data. Perangkat elektronik VLC yang dirancang khusus umumnya mengandung photodiode untuk menerima sinyal dari sumber cahaya. Penerima VLC hanya menerima sinyal jika berada di ruangan yang sama dengan pemancar, oleh karena itu penerima di luar ruangan sumber VLC tidak dapat menerima sinyal dan dengan demikian maka memiliki kekebalan terhadap masalah keamanan yang terjadi dalam sistem komunikasi RF. Karena sumber cahaya yang terlihat dapat digunakan baik untuk penerangan dan komunikasi, sehingga dapat menghemat daya ekstra yang diperlukan dalam komunikasi RF. VLC menjadi salah satu kandidat yang menjanjikan karena fitur saluran yang

tidak berlisensi, bandwidth tinggi dan konsumsi daya yang rendah [5].

### 2.2 Visible Light Spectrum

Spektrum cahaya tersedia secara luas, dibandingkan dengan spektrum frekuensi radio yang kini semakin padat. Untuk merancang suatu sistem komunikasi yang menggunakan media cahaya tampak perlu mengetahui area spektrum mana yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektrum Cahaya Tampak

### 2.3 Perancangan Blok Diagram Sistem



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Secara umum skema terdiri dari bagian pengirim dan penerima.

Bagian pengirim cahaya tampak terdiri dari lampu penerangan LED yang sudah berisikan data digital informasi. Sebelumnya data digital diatur oleh mikrokontroler dan akan mengirimkan informasi atau bit yang dikirim melalui cahaya tampak.

Bagian penerima akan menangkap sinyal cahaya yang dipancarkan melalui sensor cahaya tampak, namun sensor cahaya tampak pun dapat menerima sumber cahaya lain seperti cahaya dari lampu TL, cahaya matahari, dan cahaya lampu pijar yang merupakan derau cahaya lingkungan disekitar karena memberikan frekuensi ataupun sinyal informasi yang tak diinginkan.

Karena pengaruh derau cahaya lingkungan serta sinyal lain maka perlu rangkaian penguat dan filter. Rangkaian penguat untuk memperkuat sinyal dari sumber-sumber sinyal yang masih kecil sehingga dapat menghasilkan output dengan level tertentu sesuai kebutuhan yang diinginkan,

kemudian rangkaian filter untuk mengubah kecenderungan pendeteksi cahaya merespon suatu panjang gelombang yang masuk. Setelah difilter masuk ke demodulator untuk memisahkan informasi asli dari gelombang campuran (yaitu gelombang pembawa yang termodulasi). Demodulator berfungsi mengkonversi setiap perubahan frekuensi menjadi tegangan dengan distorsi seminimal mungkin. Lalu mengubahnya kembali ke bentuk bit digital untuk melakukan proses *decoding*, sehingga data digital informasi dapat ditampilkan dan dibaca oleh pengguna.

## 2.4 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:

Ketahui terlebih dahulu beban kebutuhan :

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

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

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.

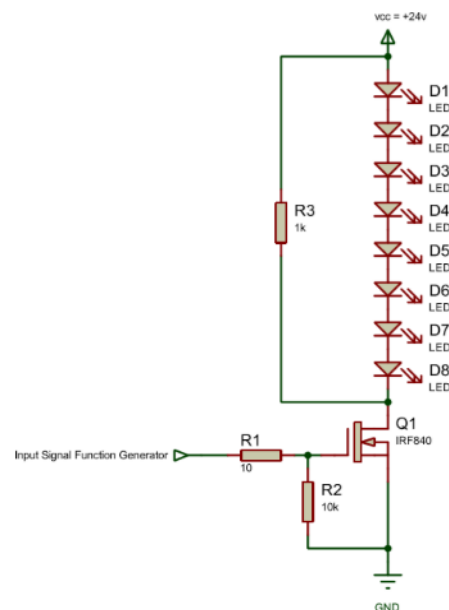
Untuk pemilihan transistor dapat melalui spesifikasi dibawah ini:

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 masukkan.



Gambar 3. 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 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*.

## 2.5 Perancangan dan Realisasi Penguat dan Filter Active

Sinyal dikuatkan menggunakan Op-Amp, IC TL082 dipilih sebagai Op-Amp dengan kemampuan membaca perubahan tegangan cukup cepat yang dibutuhkan untuk sistem komunikasi. Dengan konsumsi daya yang rendah akan menjadi keuntungan agar dapat mendukung fitur mobilitas

dengan penggunaan baterai lebih lama. Dengan mengatur nilai R2 maka akan mengatur Gain dari Op-Amp hingga pada titik optimal penguatan *input* dari pembacaan photodiode. Untuk menjaga sinyal *noise* agar tidak ikut terkuatkan terlalu tinggi dan dominan maka dibuat penguatan 1000x pada penguat 1 dan penguatan 10x pada penguat 2.

Dengan perhitungan nilai R2 sebagai berikut :

$$R2_{\text{penguat1}} = R1 \cdot 1000 = 10K \cdot 1000 = 1M \text{ ohm}$$

$$R2_{\text{penguat2}} = R1 \cdot 10 = 10K \cdot 10 = 100K \text{ ohm}$$

Filter dirancang dengan menggunakan filter aktif menggunakan Op-Amp dengan rangkaian yang ada pada Gambar 4. Rangkaian Filter Aktif Orde Pertama dan Gambar 5. Rangkaian Filter Aktif Orde Kedua.

Dengan menetapkan frekuensi *cut off* 1 KHz untuk melewati frekuensi rendah dan *cut off* 50 KHz untuk blok frekuensi tinggi sehingga diloloskan frekuensi dari 2 sampai 49 KHz dan menggunakan C 1,5 nF dan 47nF.

Pemilihan komponen untuk filter yang tepat dapat melalui perhitungan:

Berikut rumus untuk filter :

$$f = 1/2\pi RC$$

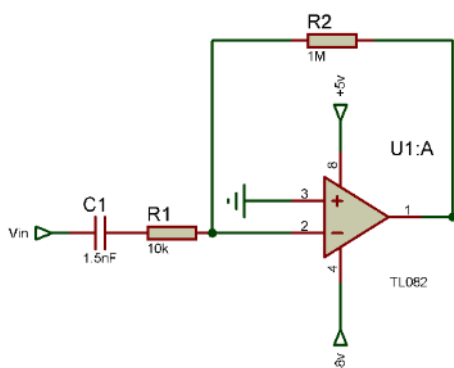
$$50 \text{ KHz} = 1/(2\pi \cdot R \cdot 1,5 \times 10^{-9})$$

$$R = 2122 \text{ Kohm}$$

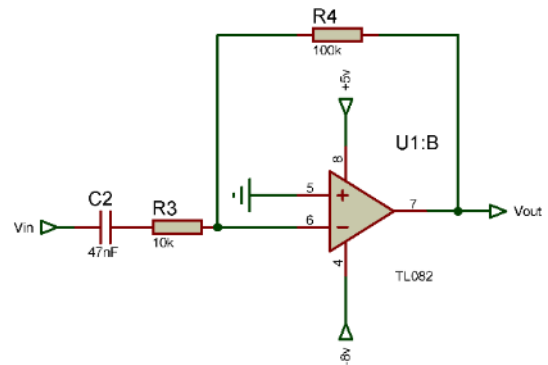
$$1 \text{ KHz} = 1/(2\pi \cdot R \cdot 47 \times 10^{-9})$$

$$R = 3386 \text{ Kohm}$$

Dikarenakan tidak ada komponen resistor yang tepat 2122 ohm dan 3386 K ohm dijual di pasaran, maka digunakan resistor 10K ohm.



Gambar 4. Rangkaian Filter Aktif Orde Pertama



Gambar 5. Rangkaian Filter Aktif Orde Kedua

Sinyal yang diterima pada rangkaian sensor cahaya tampak photodiode masih terdapat *noise*, oleh karena itu sinyal yang diterima perlu dikuatkan dan filter hingga orde kedua supaya sinyal yang diterima bersih dari *noise*. Pada penguat pertama diberikan penguatan 1000x, sedangkan penguat kedua diberikan penguatan 10x. Filter yang digunakan adalah *Band Pass Filter*.

## 2.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menguji karakteristik sensor cahaya tampak terhadap derau cahaya lingkungan.
2. Mendapatkan hubungan antara daya pancar cahaya tampak dan jarak transmisi.
3. Menentukan teknik pengolahan cahaya yang tepat untuk mengatasi gangguan cahaya pengganggu.

## 2.7 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

### 2.7.1 Teknik pengumpulan data

Mengumpulkan data kuat sinyal yang diterima di kondisi tanpa gangguan cahaya lain dan pada kondisi derau cahaya lingkungan yaitu lampu TL, lampu neon, cahaya matahari, dan lampu pijar. Lalu mengamati apa yang mempengaruhi kuat sinyal cahaya tampak yang dikirim.

### 2.7.2 Analisis data

1. Dalam komunikasi data perlu diuji daya pancar cahaya dan jarak transmisi yang dapat dilihat hubungannya dari grafik.

- Perancangan penguat dan filter yang tepat perlu diketahui untuk mengatasi gangguan cahaya.

### 2.8 Indikator Capaian

Indikator capaian yang terukur di setiap tahapan adalah sebagai berikut.

- Mendapatkan grafik hubungan antara daya pancar cahaya dan jarak transmisi.
- Mendapatkan teknik mengatasi derau gangguan cahaya lingkungan.
- Mendapatkan satu sistem pemancar dan penerima yang memungkinkan komunikasi data satu arah saja.

## 3. HASIL

### 3.1 Pengujian

Pengujian dilakukan disetiap *test point* menggunakan osiloskop dengan berbagai jarak yang berbeda antara pengirim dan penerima. Dengan berbagai jarak yang berbeda pengukuran diambil nilai rata-rata jarak maksimal untuk menghasilkan kualitas sinyal yang baik juga untuk mengetahui nilai daya. Pada bagian pengirim dilakukan pengujian pada *input* sinyal sebelum masuk rangkaian. Pengukuran dilakukan di keluaran blok pengirim, tepatnya sebelum masuk ke LED. Dimaksudkan untuk mengetahui kualitas dari blok pengirim.

Perbedaan nilai tegangan antara masukan dan keluaran merupakan ukuran kualitas sinyal. Pada bagian penerima, pengujian sinyal dilakukan pada *output* sensor cahaya tampak untuk mengetahui nilai tegangan sebelum dikuatkan, *output* setelah dikuatkan untuk mengetahui nilai tegangan setelah dikuatkan, *output* setelah difilter.

### 3.2 Hasil Pengujian

Untuk pengujian dilakukan pengukuran respons sinyal terhadap jarak yang dikirimkan melalui bagian pengirim cahaya tampak serta pengaruh cahaya eksternal terhadap sistem. Pengujian terhadap jarak dan gangguan cahaya lingkungan dengan cara mengirimkan frekuensi *carrier* 40 KHz dan dikirimkan dengan melakukan switching pada lampu penerangan LED.

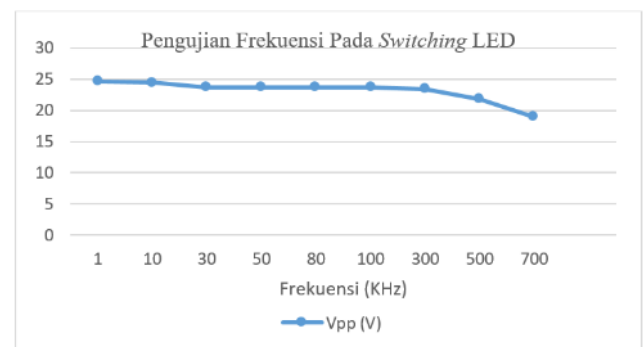
Hasil dari pengujian sesuai langkah-langkah yang telah dijelaskan sebelumnya adalah sebagai berikut:

### 3.2.1 Pengujian *Switching* LED



Gambar 6. Pengukuran Frekuensi 50 KHz Pada *Switching* LED

Pada pengukuran *switching* LED menggunakan MOSFET IRF840 penulis men-suplai sinyal masukan 5 vpp dari *function generator* yang diatur frekuensinya dari 1 KHz hingga 700 KHz untuk mengetahui bagaimana bentuk sinyal ataupun respon frekuensi yang dihasilkan. Penulis menggunakan dua buah probe pada osiloskop yang ditempatkan pada pin *Input* (CH1) dan juga di pin *Output* (CH2). Hasil yang diperlihatkan pada Gambar 6 bahwa pada frekuensi 50 KHz bentuk sinyal dari hasil *switching* LED masih baik.

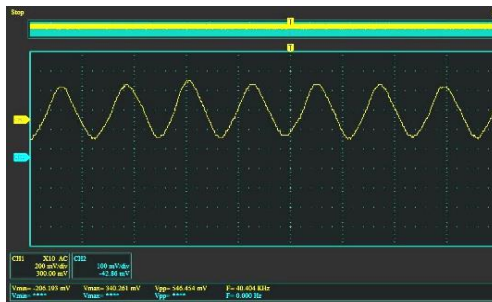


Gambar 7. Grafik Pengujian Frekuensi Pada *Switching* LED

Setelah melakukan pengujian dan pengukuran pada rangkaian *switching* LED yang telah dibuat sudah berfungsi untuk *on* dan *off* LED yaitu kondisi saat diberikan frekuensi *input*. Pada Gambar 7 dapat dilihat semakin besar frekuensi *input*, maka Vpp semakin kecil. Hal ini yang menyebabkan daya pancar lampu penerangan LED semakin berkurang dan menjadi redup jika menggunakan frekuensi lebih dari 100 KHz. Daya pancar dari lampu penerangan LED sangat mempengaruhi jangkauan jarak transmisi dan kehandalan sistem.

### 3.2.2 Pengujian Rangkaian Photodioda, Penguat, dan Filter

Pada pengujian rangkaian sensor penerima yaitu rangkaian photodioda, pada pengirim mengirimkan sinyal frekuensi 1 KHz - 100 KHz menggunakan *function generator* sesuai dengan frekuensi *switching* LED yang masih baik bentuk sinyalnya pada frekuensi tersebut. Kemudian sinyal tersebut dipancarkan melalui lampu penerangan LED yang kemudian diterima oleh rangkaian photodioda. Setelah melalui pengukuran dari rentang frekuensi tersebut, rangkaian photodioda merespon dengan baik pada frekuensi 40 KHz, bentuk sinyal dan frekuensi yang diterima sesuai dengan yang dikirimkan. Maka dipilih frekuensi 40 KHz sebagai frekuensi kerja dari sistem ini.



Gambar 8. Pengukuran Sinyal Saat Keadaan LOS (*Line of Sight*)

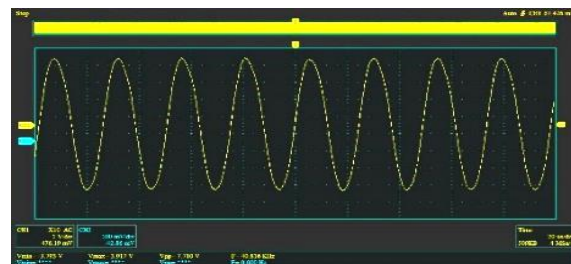


Gambar 9. Pengukuran Sinyal Saat Keadaan Tidak LOS (*Line of Sight*)

Pengukuran sinyal pada sistem harus dilakukan pada keadaan LOS atau tidak ada *obstacle* yang menghalangi pancaran cahaya dari pengirim, dapat dilihat perbandingan pada Gambar 8 dan Gambar 9, jika tidak dalam keadaan LOS sinyal yang diterima menjadi tidak stabil, hal ini menyebabkan bentuk sinyal yang tidak sesuai dan akan berpengaruh pada proses penerimaan data.



Gambar 10. Pengujian Sinyal Penerima Terhadap Jarak

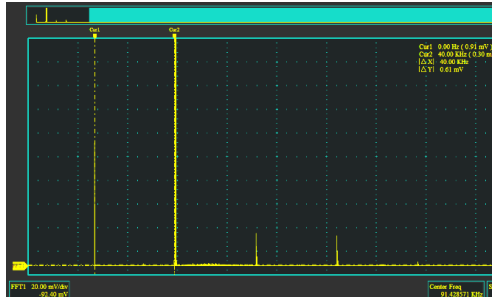


Gambar 11. Pengukuran Sinyal Penerima Terhadap Jarak

Pengukuran kualitas sinyal terhadap jarak diatas dilakukan mulai dari jarak terdekat hingga jarak terjauh yaitu 30 cm - 450 cm. Pengukuran dilakukan menggunakan osiloskop dan dilihat keluaran *output* sinyal yaitu *output* dari rangkaian penguat dan filter orde kedua di rangkaian penerima. Selain pengujian terhadap jarak, dilakukan pula pengujian terhadap ketahanan sistem dari gangguan cahaya lingkungan seperti cahaya matahari, lampu neon, dan *flash smartphone* pada saat bersamaan dengan pengujian kualitas sinyal terhadap jarak. Pada Gambar 11 bentuk sinyal dan frekuensi yang diterima masih baik. Pada pengujian ini belum menggunakan komparator. Sehingga keluarannya berupa sinyal sinus.

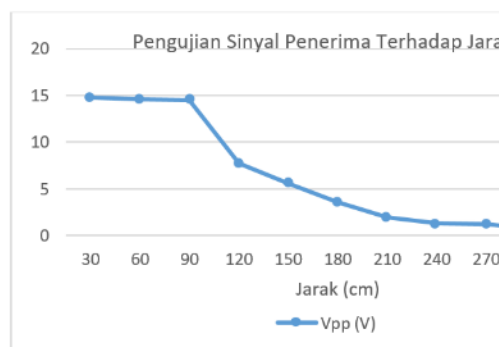


Gambar 12. Pengukuran Respon Frekuensi Menggunakan *Spectrum Analyzer* Dengan Catu Daya Adaptor 5V



Gambar 13. Pengukuran Respon Frekuensi Menggunakan *Spectrum Analyzer* Dengan Catu Daya Baterai 9V

Selain menggunakan osiloskop untuk melihat domain waktu digunakan pula *spectrum analyzer* untuk melihat domain frekuensinya. Catu daya yang digunakan pada bagian penerima memiliki pengaruh yang cukup signifikan. Dapat dilihat perbandingan pada Gambar 12 dan Gambar 13. Pada saat penggunaan adaptor 5V banyak derau yang ikut masuk diantara frekuensi yang diterima yang menyebabkan sinyal dan frekuensi menjadi tidak stabil. Hal ini disebabkan oleh adanya sinyal AC dari adaptor 5V tersebut. Sedangkan saat penggunaan baterai 9V frekuensi yang diterima bersih tanpa ada derau yang ikut masuk dan mengganggu ke frekuensi yang diterima. Karena pada baterai memiliki DC murni tidak seperti adaptor 5V yang melalui tegangan AC 220V terlebih dahulu.



Gambar 14. Grafik Pengujian Sinyal Penerima Terhadap Jarak

Pada Gambar 14 dapat dilihat bahwa rangkaian penerima sudah dapat menjangkau hingga jarak 450 cm, namun semakin jauh jarak yang diterima maka  $V_{pp}$  atau daya yang diterima semakin kecil. Walaupun frekuensi yang diterima sesuai yaitu 40 KHz tetapi amplitudo sinyal sangat kecil. Maka ditetapkan maksimal jarak transmisi yaitu 3 meter

sebagai jarak optimum dari sistem ini. Pada jarak tersebut amplitudo sinyal yang diterima tidak terlalu kecil dan masih dapat dilakukan untuk komunikasi data digital.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. *Switching* LED yang merupakan bagian pengirim sudah dapat berfungsi dengan baik pada frekuensi 1 KHz hingga 100 KHz.
2. Sinyal dapat diterima dengan baik hingga jarak 450 cm dalam keadaan LOS (*Line of Sight*) menggunakan frekuensi 40 KHz dengan catu daya dari baterai 9V.
3. Sistem tidak terpengaruh terhadap cahaya *eksternal*. Bentuk sinyal dan frekuensi yang diterima bagus dan tetap stabil pada saat diberikan gangguan cahaya lain, seperti: *flash smartphone*, cahaya matahari, atau lampu neon.

### 4.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan, penulis memberikan beberapa saran bagi yang hendak melakukan penelitian berkenaan dengan komunikasi cahaya tampak khususnya komunikasi cahaya tampak lampu penerangan LED, yaitu sebagai berikut:

1. Perhatikan daya pancar dari lampu penerangan LED karena sangat berpengaruh pada kehandalan sistem yang hendak dibuat.
2. *Switching* LED harus benar-benar baik dan handal supaya bisa mentransmisikan data sesuai dengan data informasi yang dikirimkan.
3. Menggunakan komponen penerima cahaya tampak yang lebih responsif agar dapat mentransmisikan sinyal informasi dengan lebih handal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh dana Hibah Penelitian dari KEMRISTEKDIKTI melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 5 Bidang Tahun 2019 (No. Kontrak: 808/SPK/KM.02.01/2019).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hariangga, T.H and Des, "Implementasi Visible Light Communication (VLC) Untuk Pengiriman Teks," Universitas Telkom, Bandung, 2014.

- [2] D. R. Arsyad, "Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi," *Elkomika*, 2013, pp. 1-13.
- [3] Eri! Mozef, Rahmawati Hasanah, Mina Naidah Gani, Dennis Ramadiansyah Azis, Andaliyanto Wibowo, "Sistem Komunikasi Downlink Menggunakan Lampu Penerangan LED dan Manchester Coding Untuk Aplikasi Akses Informasi Buku Di Perpustakaan", Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati 2018, pp. 83-94.
- [4] Trio Adiono, Syifaul Fuada, Angga Pradana, "Desain dan Realisasi Sistem Komunikasi Cahaya Tampak untuk Streaming Teks berbasis PWM", *Jurnal Ilmiah Setrum* : Vol.6, No.2, 2017, pp. 270-279.
- [5] F. B. Aska, "IMPLEMENTASI VISIBLE LIGHT COMMUNICATION (VLC) UNTUK PENGIRIMAN DATA DIGITAL", *e-Proceeding of Applied Science* : Vol.1, No.1 April 2015.



