

LiFi Converter untuk Kebutuhan Hiburan Menggunakan Layanan Musik Digital

1st Khaula Raihanum
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

khaularaihanum@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Akhmad Hambali
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ahambali@telkomuniversity.ac.id

3rd M. Irfan Maulana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

muhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Perkembangan teknologi telekomunikasi telah mendorong pembaruan sistem nirkabel, salah satunya adalah Light Fidelity (LiFi). LiFi, yang dikembangkan dari Visible Light Communication (VLC), menggunakan cahaya tampak untuk mentransmisikan data. Dalam layanan musik digital, LiFi menawarkan kecepatan transmisi tinggi untuk streaming musik berkualitas tanpa buffering, keamanan lebih tinggi karena cahaya tidak menembus dinding, dan ketahanan terhadap interferensi elektromagnetik. LiFi converter bekerja dengan LED sebagai pemancar, di mana data digital dari perangkat diubah menjadi sinyal cahaya melalui modulasi cepat. Cahaya yang dimodulasi ini dipancarkan ke ruangan dan ditangkap oleh panel surya sebagai fotodetektor pada sisi penerima. Panel surya mengubah sinyal cahaya kembali menjadi sinyal listrik, yang kemudian didemodulasi menjadi data digital yang dapat digunakan oleh perangkat penerima. Penelitian ini menghasilkan prototipe berbasis LiFi yang dapat mentransmisikan sinyal audio dari platform musik digital seperti YouTube dan Spotify. Pengujian menunjukkan bahwa audio yang dimodulasi pada transmitter berhasil diterima oleh receiver dan didemodulasi kembali menjadi sinyal awal tanpa perubahan. Pada jarak 300 cm, transmisi dan penerimaan informasi tetap efektif. Namun, pada ruang terang, alat ini mengalami sedikit noise akibat interferensi cahaya luar, berbeda dengan ruang gelap yang hampir bebas noise.

Kata kunci— LiFi Converter, LED, Musik Digital, Solar Panel

I. PENDAHULUAN

Di era digital, layanan musik digital seperti Spotify, Apple Music, dan Joox telah menjadi bagian penting dari kehidupan sehari-hari. Namun, peningkatan permintaan terhadap kualitas dan kecepatan akses yang lebih baik seringkali menghadapi teknologi nirkabel seperti WiFi pada tantangan terkait kecepatan, interferensi, dan keamanan. *Light Fidelity* (LiFi) muncul sebagai solusi dengan menggunakan cahaya tampak untuk mentransmisikan data, menawarkan kecepatan transmisi yang lebih tinggi dan keamanan yang lebih baik dibandingkan WiFi. *LiFi converter* memainkan peran kunci dalam sistem ini dengan mengubah sinyal cahaya menjadi data digital, memungkinkan komunikasi yang cepat dan efisien. Dalam konteks hiburan, khususnya layanan musik digital, penggunaan *LiFi converter* dapat meningkatkan kualitas streaming dan keamanan data pengguna.

Permintaan akan layanan musik digital berkualitas tinggi sering kali terganggu oleh kecepatan dan stabilitas

jaringan WiFi, terutama di lingkungan dengan banyak perangkat. LiFi dapat menjadi solusi dengan kecepatan transmisi yang lebih tinggi, namun adopsinya memerlukan infrastruktur yang mendukung seperti lampu LED dan perangkat penerima dengan *LiFi converter*. Selain itu, keamanan data pengguna merupakan isu penting yang dapat diatasi oleh LiFi, karena cahaya yang digunakan tidak dapat menembus dinding, sehingga mengurangi risiko penyadapan. Di lingkungan dengan banyak perangkat elektronik, LiFi juga lebih unggul karena tidak terpengaruh oleh interferensi elektromagnetik, meskipun tantangan tetap ada dalam memastikan kompatibilitas perangkat.

Tujuan dari proyek ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem LiFi yang dapat mengoptimalkan kecepatan dan jangkauan transfer data menggunakan cahaya LED. Fokusnya adalah meningkatkan pengalaman pengguna dalam menikmati layanan musik digital melalui streaming berkualitas tinggi tanpa gangguan. Selain itu, proyek ini bertujuan untuk memperluas jangkauan transfer data LiFi sehingga dapat diakses oleh pengguna dalam jarak yang lebih jauh. Dalam prosesnya, akan dipertimbangkan penggunaan komponen yang terjangkau dan mudah didapat untuk memastikan efisiensi biaya tanpa mengorbankan kualitas.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi pengembangan sistem transmisi audio menggunakan komunikasi cahaya tampak (VLC). Misalnya, penelitian yang membahas sistem transmisi audio VLC menunjukkan bahwa sistem ini mampu mentransmisikan sinyal audio dengan kualitas memuaskan dalam jarak dekat menggunakan komponen standar seperti LED putih besar [3]. Penelitian lain merancang sistem dengan komponen sederhana namun efektif untuk mentransmisikan data audio, di mana fotodiode mampu mendeteksi sudut kemiringan hingga 70° dengan intensitas suara yang memadai [4]. Berdasarkan hasil-hasil ini, penelitian ini akan mengembangkan sistem LiFi untuk kebutuhan hiburan dengan fokus pada peningkatan kecepatan dan jangkauan transfer data.

Penelitian ini akan mengimplementasikan sistem komunikasi cahaya tampak untuk kebutuhan hiburan, terutama dalam layanan musik digital. Sistem yang dikembangkan akan memungkinkan transmisi data audio secara real-time menggunakan cahaya sebagai media transmisi. Selain meningkatkan kecepatan dan jangkauan transfer data, penelitian ini juga akan mempertimbangkan efisiensi biaya dengan menggunakan komponen yang terjangkau dan mudah didapat. Beberapa komponen dari

penelitian sebelumnya akan digunakan, namun dengan penekanan pada optimisasi biaya dan operasional untuk memastikan sistem yang lebih praktis dan ekonomis dalam aplikasi nyata.

II. KAJIAN TEORI

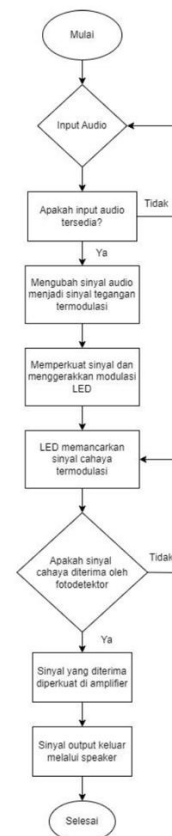
Dalam menentukan spesifikasi produk, penelitian terdahulu menjadi acuan penting. Salah satu penelitian menunjukkan bahwa sistem *Visible Light Communication* (VLC) mampu mencapai kecepatan data hingga 4 Mb/s menggunakan modulasi *on-off keying* dan lampu merah pada jarak 15 cm. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan lebih lanjut dengan menambahkan LED hijau dan biru untuk memungkinkan komunikasi dua arah serta penggunaan filter optik guna meningkatkan jarak transmisi dengan mengurangi dampak cahaya lingkungan [2]. Penelitian lain menunjukkan penerapan *Light Fidelity* (LiFi) dalam transmisi audio real-time menggunakan LED dan panel surya, dengan jarak transmisi teks hingga 0,5 m dan audio hingga 1,5 m. Teknologi ini diharapkan dapat berkembang untuk aplikasi komunikasi berkecepatan tinggi di berbagai bidang, seperti transportasi dan jaringan rumah [6].

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sistem pengiriman informasi audio digital secara nirkabel melalui sinyal optik menggunakan teknologi VLC. Spesifikasi produk mencakup berbagai komponen, seperti *transmitter* yang menggunakan konektor audio berukuran 3.5mm, LED dengan tegangan 3 volt dan jarak jangkauan hingga 450 cm, serta *receiver* yang dilengkapi dengan panel surya berbahan silikon dan *audio amplifier* dengan tegangan 5 volt. Komponen-komponen ini dirancang untuk memastikan kualitas suara yang baik dan instalasi yang mudah, serta memenuhi kebutuhan komunikasi nirkabel yang efisien dan aman.

Verifikasi spesifikasi dilakukan melalui pengujian jarak dan sudut antara *transmitter* dan *receiver*. Pengujian ini memastikan bahwa sistem mampu memancarkan cahaya LED secara optimal pada jarak yang berbeda tanpa adanya penghalang antara pengirim dan penerima. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi yang telah ditentukan, memberikan keandalan dan kualitas yang sesuai dengan spesifikasi yang dirancang [7].

III. METODE

A. Desain Sistem



GAMBAR 1.
Flowchart Desain Sistem

Solusi yang diusulkan dalam proyek ini melibatkan analisis beberapa alternatif teknologi, termasuk *Visible Light Communication* (VLC), *Laser Communication*, dan *Infrared Communication*. Masing-masing teknologi memiliki kelebihan dan kekurangan yang dijelaskan melalui karakteristik utama, seperti kecepatan pengiriman data, jangkauan komunikasi, keandalan sinyal, biaya implementasi, keamanan data, kompatibilitas dengan infrastruktur yang ada, dan kemudahan penggunaan. Berdasarkan analisis matriks keputusan, VLC dipilih sebagai solusi terbaik untuk sistem pengiriman audio dalam penelitian ini. Pemilihan ini didasarkan pada keunggulan VLC dalam kecepatan pengiriman data yang tinggi, keandalan sinyal yang kuat, serta kompatibilitas dengan infrastruktur pencahayaan yang sudah ada, yang membuatnya lebih efisien dan mudah digunakan dibandingkan teknologi lainnya.

Dalam desain solusi yang terpilih, sistem LiFi akan dirancang untuk mentransmisikan audio melalui cahaya menggunakan komponen utama seperti LED putih sebagai sumber cahaya, solar panel sebagai fotodetektor, dan amplifier untuk memperkuat sinyal yang diterima. Audio akan ditransmisikan dari sumber seperti laptop atau smartphone, dimodulasi ke dalam bentuk cahaya oleh LED, dan kemudian ditangkap serta diubah kembali menjadi sinyal listrik oleh solar panel sebelum diproses lebih lanjut oleh amplifier dan diteruskan ke speaker. Sistem ini dirancang untuk memastikan kualitas transmisi yang optimal, dengan fokus pada kemudahan penggunaan, efisiensi biaya, dan kemampuan untuk berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi lingkungan. Jadwal dan anggaran telah dirinci untuk

memastikan penyelesaian proyek tepat waktu dan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.

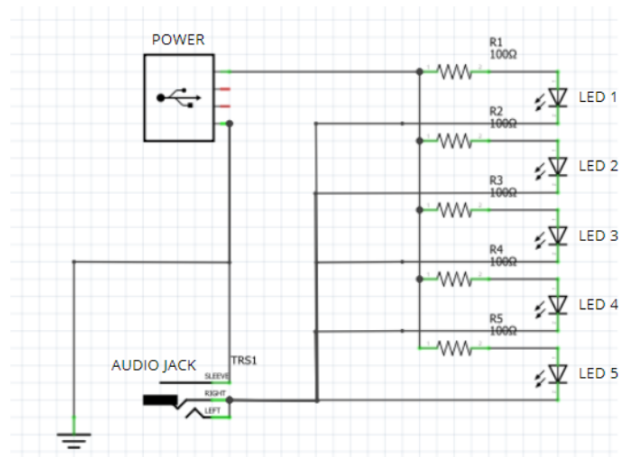
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Umum Implementasi

Implementasi *LiFi converter* untuk kebutuhan hiburan menggunakan layanan musik digital melibatkan pengembangan prototipe perangkat keras yang mampu mentransmisikan audio secara nirkabel melalui cahaya tampak. Pada sisi *transmitter*, perangkat utama yang digunakan adalah laptop sebagai sumber audio, yang terhubung melalui konektor audio *socket jack* 3,5 mm. Sinyal audio dari laptop dimodulasi menjadi sinyal cahaya dengan menggunakan LED sebagai pemancar. Cahaya ini kemudian diterima oleh panel surya di sisi *receiver*, yang berfungsi sebagai fotodetektor. Panel surya mengubah sinyal cahaya kembali menjadi sinyal listrik, yang kemudian diperkuat oleh amplifier sebelum diteruskan ke speaker untuk menghasilkan suara yang dapat didengar oleh pendengar. Penggunaan komponen seperti LED, baterai, resistor, lensa *convex*, dan *breadboard* pada sisi *transmitter* serta panel surya, baterai, speaker, dan amplifier pada sisi *receiver* menjadi kunci dalam memastikan bahwa sistem dapat bekerja dengan efisien. Keseluruhan perangkat ini dikemas dalam wadah akrilik yang tidak hanya melindungi tetapi juga memberikan estetika yang menarik.

B. Detail Implementasi

Transmisi data menggunakan *LiFi* mengandalkan konversi sinyal audio menjadi sinyal biner, di mana '0' menunjukkan kondisi LED *off* dan '1' menunjukkan kondisi LED *on*. Pergantian cepat antara kedua kondisi ini memungkinkan transmisi data yang efisien dan cepat. Pada sisi *receiver*, panel surya berfungsi sebagai fotodetektor yang menangkap perubahan intensitas cahaya dari LED dan mengonversinya kembali menjadi sinyal listrik. Sinyal ini kemudian diolah lebih lanjut oleh amplifier untuk menghasilkan suara melalui speaker. Komponen penting pada sisi *transmitter* meliputi *socket audio jack*, yang berfungsi sebagai titik masuk sinyal audio; baterai, yang menyediakan daya untuk sistem; LED, yang bertindak sebagai pemancar cahaya; dan resistor, yang mengatur arus untuk melindungi LED. Pada sisi *receiver*, panel surya mengubah cahaya menjadi sinyal listrik, sementara amplifier memperkuat sinyal tersebut sebelum diteruskan ke speaker untuk menghasilkan suara yang jelas dan terdengar.



GAMBAR 1.
Rangkaian Transmitter

TABEL 1.
Pengukuran Pada Transmitter

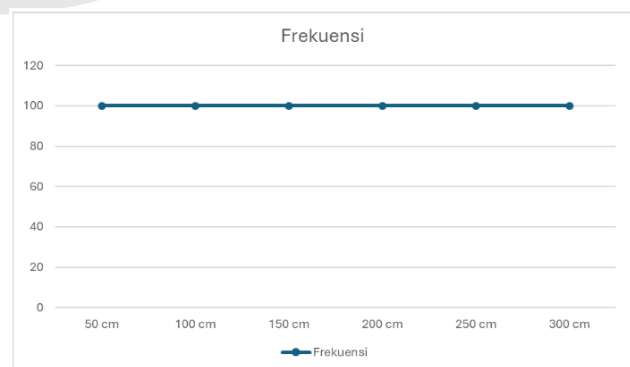
Frekuensi	Vmax	Vmin
70,4 Hz	52 mV	-51,2 mV

C. Skenario Umum Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi performa transmisi cahaya LED dan audio pada berbagai jarak, serta untuk menentukan sejauh mana sinyal audio yang dipancarkan oleh *transmitter* dapat diterima dengan baik oleh *receiver*. Pengujian dilakukan mulai dari jarak 50 cm hingga 300 cm, dengan selisih jarak setiap 50 cm. Pengujian ini dilakukan menggunakan osiloskop untuk memantau keluaran sinyal pada transmitter dan receiver. Skenario pengujian mencakup kondisi ruangan terang dan gelap untuk memahami pengaruh lingkungan terhadap transmisi sinyal. Pada kondisi ruangan gelap, solar panel hanya menangkap cahaya dari LED, sehingga minim interferensi dari sumber cahaya lainnya.

TABEL 2.
Pengujian Jarak di Ruang Terang Pada Receiver

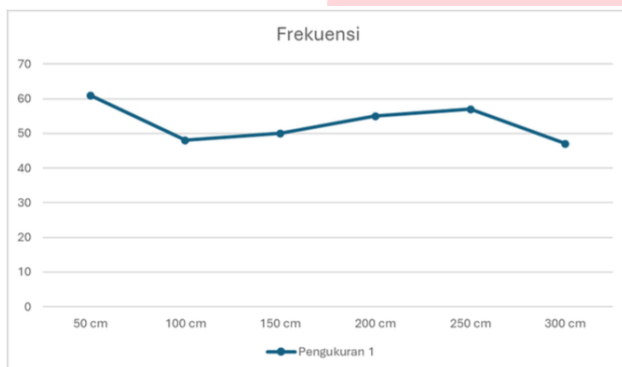
Jarak	Frekuensi	Vmax	Vmin
50 cm	100 Hz	1,68 V	1,04 V
100 cm	100 Hz	1,54 V	0,98 V
150 cm	100 Hz	1,34 V	0,89 V
200 cm	100 Hz	1,22 V	0,81 V
250 cm	100 Hz	1,10 V	0,76 V
300 cm	100 Hz	1,06 V	0,72 V



GAMBAR 2.
Grafik Frekuensi Pengujian Ruang Terang

D. Pengujian dan Analisis Hasil

Hasil pengujian pada transmitter menunjukkan bahwa frekuensi sinyal yang terdeteksi adalah 70,4 Hz, sedikit lebih tinggi dari frekuensi yang diharapkan yaitu 70 Hz. Pergeseran frekuensi sebesar 0,4 Hz ini masih dalam batas toleransi, menunjukkan bahwa sistem transmisi berfungsi dengan baik dan sinyal tidak mengalami gangguan signifikan. Pengujian pada receiver menunjukkan bahwa sinyal cahaya LED yang diterima oleh panel surya dapat diubah kembali menjadi sinyal listrik dengan tegangan yang stabil. Di ruang terang, terdapat pergeseran frekuensi dari 70 Hz menjadi 100 Hz, yang mengindikasikan adanya sedikit interferensi dari cahaya luar. Namun, perbedaan ini tidak signifikan dan tidak mempengaruhi kualitas suara yang dihasilkan. Di ruang gelap, transmisi lebih stabil dengan sedikit variasi dalam frekuensi yang diukur. Tabel 3. Pengujian Jarak di Ruang Gelap Pada Receiver menunjukkan bahwa tegangan cenderung menurun seiring bertambahnya jarak, tetapi tetap cukup untuk menghasilkan audio yang jelas.



Gambar 3.
Grafik Frekuensi Pengujian Ruang Gelap

Tabel 3.
Pengujian Jarak di Ruang Gelap Pada Receiver

Jarak	Frekuensi	Vmax	Vmin
50 cm	70 Hz	102 mV	92 mV
100 cm	70 Hz	98 mV	88 mV
150 cm	70 Hz	94 mV	84 mV
200 cm	70 Hz	91 mV	81 mV
250 cm	70 Hz	87 mV	79 mV
300 cm	70 Hz	84 mV	76 mV

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem LiFi yang dikembangkan mampu mentransmisikan audio dengan baik dalam berbagai kondisi. Meskipun terdapat sedikit *noise*, kualitas suara yang dihasilkan tetap baik dan dapat diterima. Ini menunjukkan bahwa teknologi LiFi dapat menjadi solusi yang efektif untuk kebutuhan hiburan berbasis musik digital, dengan performa yang stabil meskipun dalam kondisi lingkungan yang berbeda.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran, sistem dan alat yang dirancang menggunakan teknologi LiFi terbukti mampu mengirim dan menerima audio tanpa delay, bahkan pada jarak 300 cm antara transmitter dan receiver. Dari segi

keamanan, LiFi memiliki keunggulan karena sinyal cahaya hanya dapat diterima dalam ruangan yang terbatas dan tidak dapat melewati penghalang, sehingga transmisi audio harus berada dalam garis pandang langsung antara transmitter dan receiver. Selain itu, sistem ini tidak terganggu oleh perangkat pemancar lain seperti gelombang radio, yang memberikan keandalan tambahan. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa suara terdengar lebih jelas pada intensitas cahaya yang gelap dibandingkan dengan kondisi terang, di mana terdapat sedikit *noise* dari cahaya luar yang mempengaruhi kualitas audio.

REFERENSI

- [1] S. S., R. B., P. L., S. S., S. M., & V. V. (2021). *Audio Transmission using Visible Light Communication and Li-Fi Technology*. In *2021 6th International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)* (pp. 19–24). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICICT50816.2021.9358638>.
- [2] M. Y. Soh, W. X. Ng, Q. Zou, D. Lee, T. H. Teo, & K. S. Yeo. (2018). *Real-Time Audio Transmission Using Visible Light Communication*. In *TENCON 2018 - 2018 IEEE Region 10 Conference* (pp. 2223–2226). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TENCON.2018.8650145>.
- [3] J. T. Bin Taufik, M. L. Hossain, & T. Ahmed. (2019). *Development of an Audio Transmission System Through an Indoor Visible Light Communication Link*. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 9(1), p8556. <https://doi.org/10.29322/IJSRP.9.01.2019.p8556>.
- [4] C. B. Waluyo, B. Mardwianta, O. R. Tambunan, & Lasmadi. (2021). *Design and Development of Audio Data Transmission Using Visible Light Communication*. *International Journal of Engineering Technology and Natural Sciences*, 2(2), 59–62. <https://doi.org/10.46923/ijets.v2i2.78>.
- [5] N. J. A.-Chaabawi, H. A.-Furiji, A. D. Alramadan, & M. A.-Shakban. (2022). *Text Transmission Using Visible Light Communication*. *International Journal of Electrical and Electronics Research*, 10(3), 627–631. <https://doi.org/10.37391/ijeer.100335>.
- [6] S. Mali, A. Agarwal, S. K. Singh, & D. D. Pradhan. (2020). *Design and Implementation of Text and Audio Signal Transmission using Visible Light Communication*. In *2020 Fourth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)* (pp. 303–306). IEEE. <https://doi.org/10.1109/I-SMAC49090.2020.9243416>.
- [7] S. H. Ali, S. P., G. R. Embedded, & M. J. (2018). *Design and Evaluation of LiFi Module for Audio Applications*. In *2018 15th IEEE India Council International Conference (INDICON)* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/INDICON45594.2018.8987134>.
- [8] A. A. Ali et al. (2023). *Audio Streaming Using Li-Fi Communication*. *Irish Interdisciplinary Journal of Science &*

