

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PENGGUNAAN LAMPU LED SEBAGAI PENGIRIM INFORMASI MUSIK

DESIGN AND IMPLEMENTATION USAGE OF LED LIGHTS AS MUSIC INFORMATION SENDER

Kurniawan Gustyanto¹, Ir. Akhmad Hambali, M.T.², Efri Suhartono, S.T., M.T.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
gkurniawan@gmail.com, ahambali@telkomuniversity.ac.id,
efrisuhartono@telkomuniversity.ac.id

Abstark

Jaringan komunikasi nirkabel (*wireless*) menjadi teknologi alternatif dan relatif lebih mudah untuk diimplementasikan dimasyarakat sekitar. Ketika teknologi *wireless* terhubung terhadap suatu perangkat, seperti mendengarkan suatu musik, maka perangkat tersebut akan menggunakan alat pengeras suara musik seperti *mini speaker*. Penggunaan *loudspeaker* menggunakan kabel pada saat mendengarkan musik, namun masalah ini berakibat pada keterbatasan penggunaan kabel dan besarnya redaman pada kabel tembaga yang digunakan. Melihat permasalahan tersebut maka dibuatlah sistem pengirim informasi musik dengan menggunakan cahaya tampak yang memanfaatkan lampu LED sebagai cahaya penerangan, lalu dipasang *transmitter* untuk mengirimkan informasi musik dan mempunyai redaman yang mendekati nol. Perancangan alat tugas akhir ini melakukan implementasi pemancar dan penerima sinyal informasi musik melalui komunikasi cahaya tampak. Melalui implementasi alat ini dapat diketahui bahwa transmisi suara melalui cahaya tampak bisa direalisasikan. Sinyal yang dikirimkan dalam tugas akhir ini merupakan sinyal informasi musik mp3 module, dan di sisi *receiver* diterima melalui photodiode, keluaran sinyal tersebut akan dikirim menggunakan *speaker mini* untuk menampilkan suara musik yang diterima. Hasil dalam perancangan alat ini dapat mengirimkan sinyal informasi musik melalui cahaya tampak pada jarak 4 meter dengan LED yang sudah dimodulasi. Pada sudut 0° mendapatkan nilai gain sebesar 22.17 dB, dengan *coverage* 32.15 m² serta atenuasi yang didapatkan sebesar -6.05 dB.

Kata Kunci : *Light Emmiting Diode, Transmitter, Receiver, Music.*

Abstract

The wireless communication network becomes an alternative technology and is relatively easier to implement in the surrounding community. When wireless technology is connected to a device, such as listening to a music, the device will use music loudspeakers such as mini speakers. The use of loudspeakers using cables when listening to music, but this problem results in limited use of cables and the amount of attenuation on the copper cable used. Looking at these problems, the sending system of music information is made using visible light that utilizes LED lights as lighting light, then the transmitter is installed to transmit music information and has attenuation close to zero. The design of this final project implements the transmitter and receiver of music information signals through communication visible light. Through the implementation of this tool it can be seen that the transmission of sound through visible light can be realized. The signal sent in this final project is the music information signal of the mp3 module, and on the side of the receiver received through the photodiode, the signal output will be sent using a mini speaker to display the sound of the music received. The results in the design of this tool can send music information signals through visible light at a distance of 4 meters with modulated LEDs. At the 0° angle, the gain value is 22.17 dB, with coverage of 32.15 m² and the attenuation obtained is -6.05 dB.

Keywords : *Light Emmiting Diode, Transmitter, Receiver, Music.*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi hampir disekitar kita temukan salah satunya yaitu teknologi *wireless* (nirkabel). Jaringan komunikasi nirkabel (*wireless*) menjadi teknologi yang relatif mudah untuk diimplementasikan pada masyarakat sekitar. Teknologi *wireless* ketika terhubung terhadap suatu perangkat, seperti mendengarkan suatu

musik, maka perangkat tersebut akan menggunakan alat pengeras suara musik seperti *mini speaker*. Permasalahan ini berakibat pada keterbatasan penggunaan kabel dan besarnya redaman pada kabel tembaga yang digunakan. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuat perancangan alat komunikasi cahaya tampak untuk meminimalisir penggunaan kabel pada sistem *loudspeaker*.

Pada jurnal IEEE, Dominic C. O' Brien (Dominic, et al,2008) melakukan penelitian tentang peluang memanfaatkan cahaya tampak dalam sistem komunikasi. Peneliti memperkirakan bahwa penerangan umum akan menggunakan LED putih di masa depan, mengingat efisiensi dari *solid state* yang satu ini sangat besar. Dengan menggunakan LED sebagai penerangan akan menghemat daya yang digunakan dan umur pemakaian lebih panjang dibandingkan dengan lampu yang ada saat ini. Peneliti membuktikan bahwa lampu LED memiliki peluang untuk menghasilkan iluminasi yang dapat dipakai dalam komunikasi data. Penelitian ini lebih memfokuskan pada komponen *solid state* tersebut sebagai komponen yang akan menggantikan teknologi dalam penerangan dimasa depan [1][2].

Pada tugas akhir ini dilakukan implementasi sistem komunikasi cahaya tampak untuk musik. Dengan implementasi pada ruangan, pemancar sinyal musik mampu mentransmisikan *audio* yang telah dipasang *transmitter* melalui cahaya tampak. Jarak yang diharapkan semaksimal mungkin agar musik masih tetap terdengar.

2. Dasar Teori

2.1 LED (Light Emitting Diode)

Light Emitting Diode (dioda pememisi cahaya) adalah piranti elektronika yang berfungsi untuk mengemisi cahaya dari catuan arus yang diberikan. Dioda jenis inilah yang telah mulai diaplikasikan sebagai lampu untuk tujuan penerangan.. Dengan ukurannya yang kecil dan juga dapat diintegrasikan dengan perangkat elektronik karena lampu LED tahan akibat perubahan arus tegangan merupakan alasan utama digunakannya lampu LED[9].

2.2 Photodiode

Photodiode terdiri dari satu lapisan tipis semikonduktor tipe-N yang memiliki kebanyakan elektron dan satu lapisan tebal semikonduktor tipe-P yang memiliki kebanyakan hole. Lapisan semikonduktor tipe-N adalah Katoda sedangkan lapisan semikonduktor tipe-P adalah Anoda. Saat Photodiode terkena cahaya, Foton yang merupakan partikel terkecil cahaya akan menembus lapisan semikonduktor tipe-N dan memasuki lapisan semikonduktor tipe-P. Foton-foton tersebut kemudian akan bertabrakan dengan elektron-elektron yang terikat sehingga elektron tersebut terpisah dari intinya dan menyebabkan terjadinya hole. Elektron terpisah akibat tabrakan dan berada dekat persimpangan PN (PN junction) akan menyeberangi persimpangan tersebut ke wilayah semikonduktor tipe-N. Hasilnya, Elektron akan bertambah di sisi semikonduktor N sedangkan sisi semikonduktor P akan kelebihan Hole.

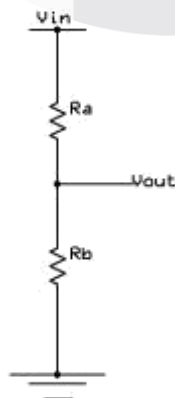
a) Rangkaian Pembagi Tegangan

Untuk mempelajari rangkaian pembagi tegangan, maka harus mempelajari hukum OHM yang berbunyi “Jika arus listrik melalui suatu penghantar, maka kekuatan arus tersebut sebanding lurus dengan tegangan listrik yang terdapat antara kedua penghantar tadi” yaitu dirumuskan dengan:

$$I = \text{Arus (Ampere)}$$

$$R = \text{Resistor (Ohm)}$$

Rangkaian pembagi tegangan disini yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Pembagi Tegangan[16]

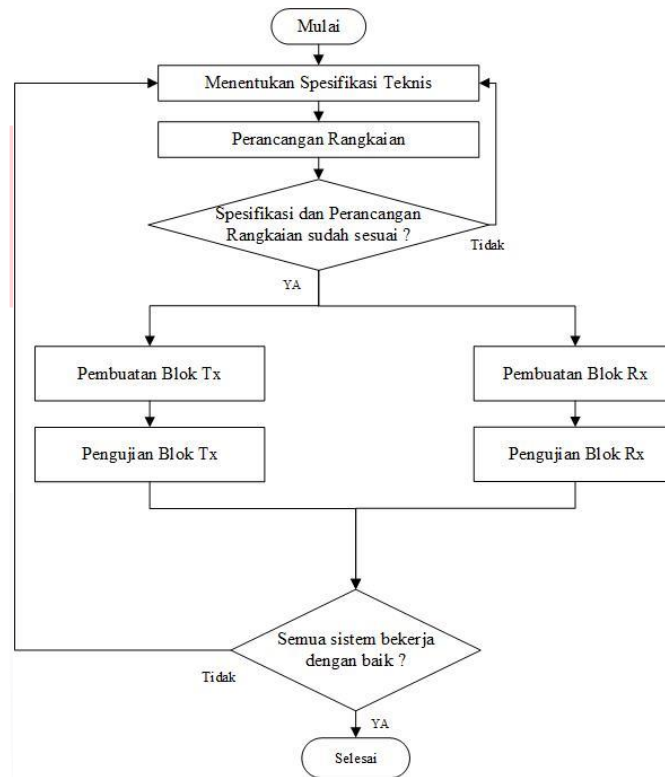
Berdasarkan rangkaian diatas maka dapat dicari V_{out} dengan langkah sebagai berikut:

1. Mencari arus (I) dengan cara: Tegangan masuk (V_{in}) dibagi R_{total} . (R_{total} adalah $R_a + R_b$ karena R seri).
2. Kemudian sesuai dengan rumus $V = I.R$ maka nilai-nilai tersebut dimasukan sehingga didapatkan hasil dari V_{out} .

3. Perancangan Sistem

3.1 Model Sistem

Berikut merupakan diagram alir perancangan.



Gambar 3. 1 Diagram Model Sistem.

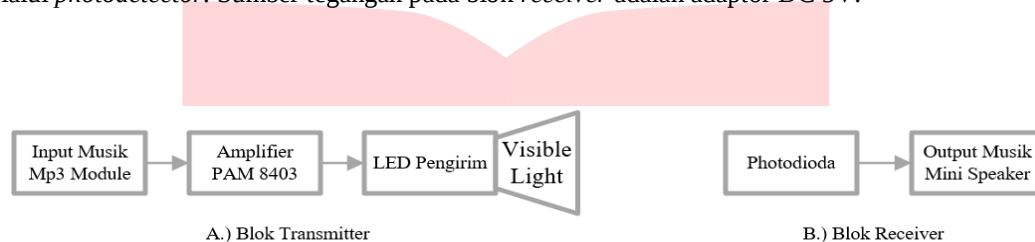
Pada tugas akhir ini dirancang diagram alir (*Flowchart*) dalam proses perancangan sistem komunikasi cahaya tampak. *Flowchart* yang dibuat berfungsi sebagai panduan dalam proses perancangan sistem komunikasi cahaya tampak agar sesuai dengan yang direncanakan serta memiliki hasil yang tepat sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat. Berikut akan menjelaskan tahap-tahap yang akan dilakukan pada perancangan alat dari awal sampai akhir untuk mempermudah pembaca untuk memahami proses pengerjaan alat.

1. Menentukan spesifikasi komponen sistem pengirim informasi musik yang akan dirancang. Harus diketahui spesifikasi dan komponen-komponen yang digunakan.
2. Setelah semua komponen sudah disiapkan, setelah itu merancang rangkaian bagian *Transmitter* (Tx) dan *Receiver* (Rx).
3. Apabila spesifikasi dan rancangan rangkaian sudah sesuai harapan, dilanjutkan ketahap pembuatan. Pada perancangan, ketika hasil masih belum sesuai maka perlu menentukan kembali spesifikasi dan rancangan rangkaian.
4. Pada tahap berikut dilakukan pembuatan rangkaian *transmitter* dan *receiver* sesuai dengan rancangan sebelumnya.
5. Setelah pembuatan alat sudah selesai, kemudian akan dilakukan tahap pengujian pada bagian *transmitter* dan *receiver*. Jarak cahaya yang dipancarkan semaksimal mungkin antara *transmitter* dengan *receiver*.
6. Setelah melakukan pengujian alat, data pengujian disimpan dan menghitung intensitas cahaya, gain, dan atenuasi.

7. Ketika alat yang sudah dirancang tetapi alat tersebut tidak dapat berjalan dengan baik ketika pengujian, maka perlu perbaikan kembali pada spesifikasi dan rancangan rangkaian.

3.1.1 Model Sistem

Sub bab ini membahas perancangan *hardware* penggunaan lampu LED sebagai pengirim informasi musik. Perancangan alat sistem ini terbagi menjadi 2 blok, yaitu blok *transmitter* dan blok *receiver*. Pada blok *transmitter* terdapat komponen utama yaitu trafo, komponen pembagi tegangan, komponen penurun tegangan, dan lampu LED. Sumber tegangan yang digunakan pada blok transmitter adalah tegangan AC 220V yang kemudian dihubungkan dengan transformator yang mengubah AC menjadi DC dan menurunkan tegangan menjadi 12v. Dan pada blok *receiver* terdapat komponen *photodetector* yang akan menerima sinyal dalam bentuk cahaya dan ditangkap sinyal tersebut melalui *photodetector*. Sumber tegangan pada blok *receiver* adalah adaptor DC 5V.



Gambar 3. 2 Diagram Blok *Transmitter* dan Blok *Receiver*.

Sinyal informasi dimunculkan dari *mp3 player* tersebut yang akan masuk ke dalam sistem blok *transmitter* dan dikuatkan menggunakan *amplifier* PAM 8403 untuk membangkitkan sinyal yang ada pada mp3 module. Pada blok ini, arus yang masukan akan diubah menjadi tegangan karena berfungsi sebagai *current to voltage converter* dan sebaliknya, sekaligus menyesuaikan impedansi *input* dan *output* agar sistem optimal. Penguatan dilakukan untuk mencegah redaman yang ditimbulkan oleh rangkaian elektronika pada blok berikutnya dan juga media transmisi yang digunakan yaitu media cahaya tampak yang dihasilkan oleh LED. Sinyal keluaran dari blok *amplifier* tersebut akan mengalami proses transformasi dari sinyal listrik menjadi cahaya dengan menggunakan lampu LED (*Light Emitting Diode*) sehingga dapat ditransmisikan.

Sinyal informai yang diterima oleh *photodetector* yang menggunakan photodiode, sinyal tersebut langsung diproses pada rangkaian yang akan mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Display yang digunakan berupa *mini speaker* untuk menampilkan sinyal informasi musik berupa sinyal yang dikirimkan oleh *transmitter*.

3.2 Desain Perangkat Keras

Pada perancangan alat ini dibutuhkan perangkat keras untuk mendukung perancangan alat penggunaan lampu LED sebagai pengirim informasi musik.

3.2.1 Spesifikasi Komponen

Perancangan alat ini dalam penggunaan lampu LED ini memiliki spesifikasi komponen sebagai berikut :

1. Trafo
2. Dioda Zener
3. Kapasitor
4. Transistor 9909 dan D313
5. Amplifier PAM 8403
6. Mp3 Module
7. LED *Super Bright* 10 Watt
8. Photodiode
9. Mini Speaker

4. Hasil Dan Analisis

4.1 Pengukuran Gain dan Atenuasi Sinyal

Pada rangkaian yang telah dibuat kemudian diukur tegangan sinyal *output* untuk mengetahui atenuasi dan gain sebagai parameter performansi dengan menggunakan persamaan $V_{out}/V_{in} = 20 \text{ Log } (V_{out}/V_{in})$ dB. Pengukuran dilakukan 7 kali setiap jarak berbeda antara *transmitter* dan *receiver*, lalu diambil nilai rata-rata tegangan sinyal *output* dan intensitas pada LED. Pada kondisi lingkungan gelap dengan sudut 0° antara *transmitter* dan *receiver* menggunakan penguat PAM 8403.

Tabel 4. 1 Pengukuran Tegangan Sinyal Rangkaian *Transmitter* dan *Receiver*

Jarak (cm)	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Intensitas (Lux)	Vout/Vin (dB)
100	0.144	1.85	92	22.17618473
150	0.144	1.35	44	19.43942553
200	0.144	0.953	39	16.41460817
250	0.144	0.5321	33	11.35261534
300	0.144	0.2435	28	4.562729469
350	0.144	0.1935	16	2.566369545
400	0.144	0.09253	11	-3.8415986
450	0.144	0.02041	3	-16.9703897

4.2 Pengukuran Tegangan Pencahayaan Kondisi Gelap

Tabel 4. 2 Tabel Pengukuran Tegangan Kondisi Gelap Dengan Sudut 0°

Jarak (cm)	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Vout/Vin (dB)
100	0.144	1.85	22.17618473
150	0.144	1.35	19.43942553
200	0.144	0.953	16.41460817
250	0.144	0.5321	11.35261534
300	0.144	0.2435	4.562729469
350	0.144	0.1935	2.566369545
400	0.144	0.0717	-6.0520224
450	0.144	0.0204	-16.9703897

Pada kondisi gelap dengan sudut 0° pengukuran jarak terdekat yaitu 100cm didapat penguatan tegangan sebesar 22.17 dB. Sedangkan pada jarak terjauh yaitu 400cm terjadi atenuasi sebesar -6.05 dB. Dan pada jarak 450cm dengan kondisi suara sudah dianggap tidak baik terjadi atenuasi -16.97 dB.

4.3 Pengukuran Tegangan Pencahayaan Kondisi Terang

Tabel 4. 3 Pengukuran Tegangan Kondisi Terang Dengan Sudut 0°

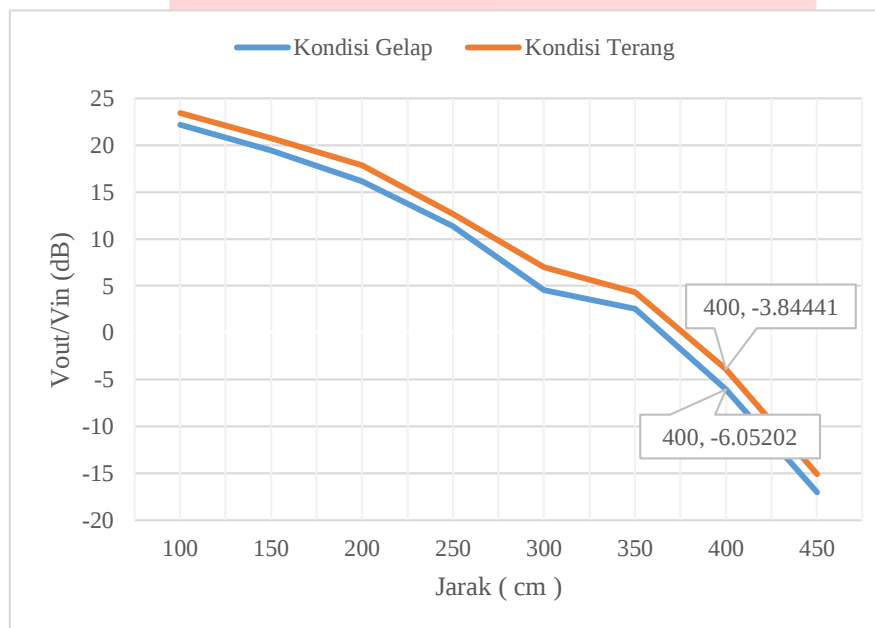
Jarak (cm)	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Vout/Vin (dB)
100	0.144	1.91	22.4534175
150	0.144	1.43	19.93947091
200	0.144	1.023	17.03026283
250	0.144	0.6182	12.65533017
300	0.144	0.3215	6.976369703
350	0.144	0.2365	4.30937306
400	0.144	0.0925	-3.84441519
450	0.144	0.0254	-15.0705755

Pada kondisi terang dengan sudut 0° pengukuran jarak terdekat yaitu 100cm didapat penguatan tegangan sebesar 22.45 dB. Sedangkan pada jarak terjauh yaitu 400cm terjadi atenuasi sebesar -3.84 dB. Dan pada jarak 450cm dengan kondisi suara sudah dianggap tidak baik terjadi atenuasi -15.07 dB.

4.4 Analisis Pengukuran Tegangan Pencahayaannya Kondisi Terang Dan Gelap Sudut 0°

Terlihat dari tabel hasil pengukuran diatas bahwa kondisi pencahayaan disekitar mengakibatkan perubahan amplitudo sinyal informasi yang diterima. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh kondisi pencahayaan terang yang mengakibatkan interferensi pada sinyal yang dikirim oleh *transmitter*. Nilai tegangan sinyal yang terukur berbeda dengan kondisi gelap karena photodetektor di *receiver* juga mengubah pancaran cahaya. Agar lebih jelasnya, pada gambar 4.9 dibawah ini merupakan perbandingan hasil pengukuran kondisi gelap dan terang pada sudut 0° yang dimasukkan kedalam grafik.

Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Kondisi Gelap dan Terang Sudut 0° .



5. Kesimpulan

1. Hasil dari perancangan alat ini mampu mengirimkan sinyal informasi audio pada jarak 4 meter. Sinyal Sinyal informasi audio dapat dikirimkan dengan kualitas baik pada jarak maksimum 4 meter, dengan *coverage* sebesar 32,15 m².
2. Semakin dekat jarak LED dengan photodiode, semakin besar *noise* yang terdengar.
3. Pada jarak 1 meter dengan *coverage* 9.07 m², kondisi lingkungan gelap sudut 0° terjadi penguatan tegangan sebesar 22.17 dB dan pada jarak terjauh yaitu 400cm terjadi atenuasi sebesar -6.05 dB.
4. LED yang sudah termodulasi dapat mengirim sinyal informasi musik dengan jarak 400 cm dengan tegangan output sebesar 0.0925V dan atenuasi sebesar -3.84 dB.
5. Lampu LED yang sudah dibuat mempunyai *coverage* pada jarak 100 cm = 9.07 m², jarak 200 cm = 15.19 m², jarak 300 cm = 22.89 m², dan jarak 400 cm = 32.15 m².
6. Pada jarak 450 cm suara yang diterima sudah tidak terdengar dengan baik.

DATEAR PUSTAKA

- [1] Shi J, Huang X, Wang Y, “*Real-time bi-directional visible light communication system utilizing a phosphor-based LED and RGB LED Wireless Communications and Signal Processing*,” IEEE, pp. 1-5, 2014.
- [2] Shangyu Liang, Yingjun Zhou, Mengjie Zhang and Nan Chi, “*Experiment of audio visual communication system based on white LED and intelligent mobile terminal*,” IEEE, 2017.
- [3] Yanrong Pei, “*LED Modulation Characteristics in a Visible-Light Communication System*,” Beijing, China: Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences, 2013.
- [4] Xingjian Yu, Weicheng Shu, Run Hu, Bin Xie, Yupu Ma and Xiaobing Luo, “*Dynamic Phosphor Sedimentation Effect on the Optical Performance of White LEDs*,” IEEE, Vol 29 hal 1195-1198, 2017.
- [5] R.Schmeissner, A.Maillard, P.Perez and M.Baldy, “*PIN Photodiode Spurious Noise Characterization*,” IEEE, 2017.
- [6] Siwapon Srisophon and Nithiphat Teerakawanich, “*Vacuum electron-based photodiode*,” IEEE, 2016.
- [7] Achmad Rifiandi, “*PERANCANGAN & IMPLEMENTASI VISIBLE LIGHT COMMUNICATION UNTUK KOMUNIKASI RADIO FM*,” Telkom University, Bandung, 2017.