

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI UNDERWATER VISIBLE LIGHT COMMUNICATION (UVLC) UNTUK PENGIRIMAN DATA DIGITAL MENGGUNAKAN FILTER WARNA

Design and Implementation of Underwater Visible Light Communication (UVLC) for Sending Data Digital with Color Filter

Nanda Widya Syafira¹, Denny Darlis, S. Si, M.T², Arsyad Ramadhan Darlis, S.T., M.T³

^{1,2}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom, ³Institut Teknologi Nasional, Bandung
[1widyasafira21@gmail.com](mailto:widyasafira21@gmail.com), [2denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id), [3 Arsyaddarlis@gmail.com](mailto:Arsyaddarlis@gmail.com)

Abstrak

Perkembangan telekomunikasi saat ini telah berkembang pesat. Saat ini telah banyak terobosan-terobosan baru di bidang telekomunikasi diantaranya perkembangan yang berasal dari pengembangan media transmisi berupa cahaya (VLC). Pada awalnya penggunaan komunikasi cahaya digunakan hanya dengan menggunakan cahaya infra merah dengan jarak yang sangat dekat.

Dengan adanya perkembangan UVLC (Underwater Visible Light Communication), kini sistem VLC dapat diimplementasikan dibawah air. Pada proyek akhir ini, melakukan Perancangan dan Implementasi Underwater Visible Light Communication (UVLC) untuk Pengiriman Data Digital menggunakan Filter Warna. Alat ini dirancang menggunakan LED RGB untuk mengirimkan data digital berupa gambar melalui laptop dan USB to TTL dengan rangkaian LED Driver yang telah ditentukan. Sedangkan pada sisi penerima menggunakan TSL251R dan ditampilkan kembali pada laptop dibagian penerima. Melalui implementasi ini, dapat diketahui bahwa informasi berbentuk data digital berupa gambar dapat ditransmisikan melalui sistem UVLC.

Alat pada sistem ini mampu mentransmisikan data digital berupa gambar melalui cahaya tampak di bawah air dan dapat mentransmisikan informasi sejauh 50 cm dengan baik dan mentransmisikan informasi sejauh 70 cm di udara. Berdasarkan hasil pengujian, perbandingan antara baud rate dan waktu kirim berbanding terbalik, semakin besar nilai baud rate maka semakin singkat pula waktu kirim data informasi sampai ke penerima. Sedangkan perbandingan antara ukuran informasi yang dikirim dengan waktu pengiriman berbanding lurus. Karena semakin besar ukuran informasi yang dikirim maka semakin lama pula waktu pengiriman.

Kata Kunci: Underwater Visible Light Communication, Sistem Komunikasi, LED, Filter warna, RGB, Data Digital

Abstract

The development of telecommunications is currently growing rapidly. At present there have been many new breakthroughs in the field of telecommunications including developments originating from the development of light transmission media (VLC). Initially the use of light communication was used only by using infrared light at very close distances.

With the development of UVLC (Underwater Visible Light Communication), now the VLC system can be implemented into underwater. In this final project, the Underwater Visible Light Communication (UVLC) Design and Implementation for Sending Digital Data with color Filter. This tool is designed to use RGB LEDs to send digital data in the form of images through a laptop and USB to TTL with a set of LED Drivers that have been determined. In the receiver, using TSL251R and the digital data will be displayed again on the laptop in the receiver. Through this implementation, it can be seen that information in the form of digital data in the form of images can be transmitted through the UVLC system.

The tool in this system is capable of transmitting digital data in the form of images through visible light under water and can transmit information as far as 50 cm properly and transmit information as far as 70 cm in the air. Based on the test results, the comparison between the baud rate and the sending time is inversely proportional, the greater the baud rate value, the shorter the time to send information data to the recipient. While the comparison between the size of the information sent and the delivery time is directly proportional. Because the larger the size of the information sent, the longer the delivery time.

Keyword: Underwater Visible Light Communication, Communication System, LED, Filter color, RGB, Digital Data

1. Pendahuluan

Media transmisi dapat terbagi dari berbagai macam jenis mulai dari kabel sampai dengan tanpa kabel. Banyak inovasi-inovasi baru dalam media transmisi contohnya menggunakan cahaya tampak. Seperti yang telah diketahui bahwa LED sekarang tidak hanya dapat digunakan sebagai penerang namun juga dapat dijadikan sebagai media transmisi atau media pembawa atau penyampai informasi.

Perkembangan telekomunikasi saat ini telah berkembang pesat. Saat ini telah banyak terobosan-terobosan baru di bidang telekomunikasi diantaranya perkembangan yang berasal dari pengembangan media transmisi berupa cahaya. Pada awalnya penggunaan komunikasi cahaya digunakan hanya dengan menggunakan cahaya infra merah dengan jarak yang sangat dekat. Oleh karena itu di proyek akhir ini akan dirancang suatu perangkat yang mampu mengirimkan data digital dengan menggunakan sistem visible light communication (VLC) di bawah air (underwater) antara dua perangkat laptop sebagai transceiver.

Underwater Visible Light Communication atau komunikasi cahaya tampak dibawah air adalah nama yang diberikan pada sistem komunikasi nirkabel yang menyampaikan informasi dengan memodulasi cahaya yang tampak oleh mata manusia yang dilakukan dibawah air.

Sampai saat ini terdapat beberapa penelitian yang telah dipublikasikan di bidang Visible Light Communication, diantaranya pada judul Implementasi Visible Light Communication (VLC) untuk Pengiriman Data Digital, dimana ditunjukkan pada [1] Pengiriman Data Digital berupa video berbasis VLC berkapasitas 25.631 Kbps dapat diimplementasikan dengan baik pada jarak maksimal 30 cm antara transmitter ke receiver pada sudut 0° dan jarak 10 cm dengan sudut 25° tanpa interferensi benda lain. Sedangkan pada penelitian lain melakukan penelitian tentang Implementasi Sistem Komunikasi Video menggunakan Visible Light Communication (VLC), ditunjukkan pada [2] hasil gambar video yang tampak pada monitor melalui transmitter dengan menggunakan LED belum sempurna karena pemilihan LED dan fotodiode yang belum sesuai untuk mengirimkan data sepenuhnya dan juga pada saat dilakukan pembacaan frekuensi pada oscilloscope terdapat perubahan pembacaan frekuensi karena disebabkan oleh delay. Dengan semakin berkembangnya teknologi, ada penelitian tentang Perancangan Perangkat Penerima Komunikasi Suara Dalam Air Berbasis Visible Light Communication (VLC) merujuk kepada [3] penggunaan laser hijau disisi pengirim adalah pilihan yang baik dalam melakukan komunikasi suara didalam air dimana ditunjukkan perangkat pengirim VLC menggunakan amplifier dengan laser hijau mengalami peningkatan nilai tegangan output pada sisi penerima sampai jarak 1 km didarat dan didalam air dengan kedalaman 0,5 m. Dan pada [4] solusi menggunakan RGB lebih dianjurkan daripada LED fosfor berwarna putih untuk meningkatkan data rate, karena respon lambat fosfor yang membatasi bandwidth modulasi sehingga nilai efisiensinya berkurang.

Namun berdasarkan penelitian yang telah dipublikasikan di atas, belum diketahui bagaimana perubahan kecepatan dan beberapa parameter lainnya jika digunakan filter warna pada LED. Oleh karena itu penelitian ini dibuat untuk mengetahui karakterisasi lampu pengirim LED dengan filter warna melalui UVLC, yang dibandingkan dengan oleh jarak antar perangkat, kedalaman perangkat pengirim dan penerima, dan apabila LED yang dipakai diganti warna filternya menggunakan filter RGB (Red Green Blue) pada saat dilakukan pengiriman informasi berupa data digital dibawah air.

Dalam proyek akhir ini akan dilakukan "Perancangan dan Implementasi Underwater Visible Light Communication (UVLC) untuk Pengiriman Data Digital menggunakan Filter Warna". Perangkat ini dirancang dengan menggunakan komunikasi cahaya (VLC) yang digunakan pada sistem dibawah air dimana cahaya tampak digunakan sebagai media transmisi dengan sinyal informasi berupa sinyal digital menjadi sinyal cahaya dan diterima oleh fotodiode lalu dikonversi dari sinyal cahaya menjadi sinyal digital kembali.

Latar belakang mengapa topik ini dianggap menarik adalah ketika LED telah dapat menjadi media untuk berkomunikasi di dalam atau di luar ruangan, maka dibawah air pun dapat dilakukan hal yang sama agar dapat berkomunikasi.

2. Dasar Teori

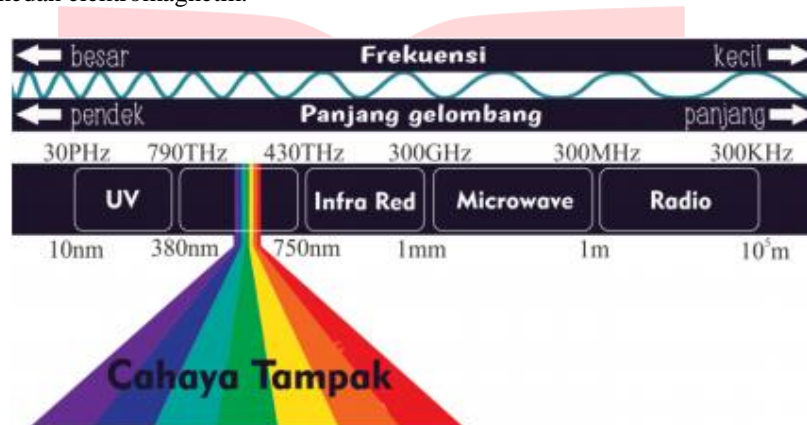
2.1. Sistem Komunikasi Optik

Sistem Komunikasi Optik adalah seperangkat komponen yang saling terintegrasi dalam mengirimkan informasi dengan menggunakan cahaya sebagai media transmisi informasi yang akan dikirim. Pada sistem komunikasi optik, terdapat dua jenis media transmisi yang digunakan yaitu guided dan unguided. Yang mana sistem komunikasi optik guided yaitu fiber optic, kabel coaxial, kabel twisted pair. Sedangkan contoh sistem komunikasi optik unguided yaitu Optical Wireless Communication (OWC) menggunakan sumber cahaya tampak sebagai transmitter sinyal dan melalui media transmisi udara. Adapun contoh dari OWC yaitu Infrared Communication dan Visible Light Communication (VLC) untuk komunikasi jarak dekat, serta Free Space Optik (FSO) Communication untuk komunikasi jarak jauh [5]. Kelebihan OWC yaitu keamanan yang tinggi, data rate yang tinggi, dan ketersediaan spektrum frekuensi yang lebar. Sedangkan kelemahannya yaitu keterbatasan jangkauan karena cahaya tidak dapat menembus benda padat serta adanya noise dan interferensi dari cahaya lain.

2.2 Komunikasi Cahaya Tampak

Komunikasi Cahaya Tampak atau Visible Light Communication adalah sebuah teknologi sistem komunikasi yang menggunakan pancaran cahaya pada LED. Pada sistem komunikasi VLC ini terdiri dari pemancar (transmitter), udara sebagai media transmisi, dan penerima (receiver). Cahaya tampak pada prinsipnya digunakan untuk keperluan penerangan, tetapi pada konsep VLC, cahaya tampak akan dimodulasi sehingga dapat membawa informasi sehingga dapat membawa informasi dengan tetap menjaga fungsinya awalnya yaitu untuk penerangan. Dengan begitu, energi yang digunakan akan lebih efisien karena dengan jumlah energi yang sama keperluan penerangan dan komunikasi dapat tercapai.

Jadi dapat disimpulkan bahwa sistem VLC (Visible Light Communication) adalah media komunikasi data menggunakan cahaya tampak yang memiliki panjang gelombang antara 375 nm - 780 nm dan frekuensi 430 – 790 THz. Sedangkan teknik modulasi yang diterapkan adalah modulasi cahaya yang artinya teknik modulasi yang menggunakan berkas cahaya berupa pulsa-pulsa cahaya sebagai sinyal pembawa informasi. Berkas cahaya yang dihasilkan oleh suatu sumber cahaya yang digunakan adalah berkas cahaya yang dihasilkan oleh suatu sumber cahaya dapat berupa laser ataupun lampu LED. Dibandingkan dengan modulasi konvensional lainnya, modulasi cahaya memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap derau, karena sinyal tidak dipengaruhi oleh medan elektromagnetik.



Gambar 2. 1 Spektrum frekuensi VLC

Beberapa kelebihan cahaya tampak menjadi alasan mengapa cahaya tampak dipakai sebagai pembawa informasi di teknologi VLC. Kelebihan tersebut antara lain masyarakat telah banyak beralih menggunakan lampu LED untuk penerangan karena lebih tahan lama dan hemat energi. Cahaya tampak digunakan karena tidak menimbulkan radiasi berbahaya seperti sinar X, bebas dari interferensi gelombang radio dan masih belum ada regulasinya, sehingga sangat sesuai jika digunakan sebagai alternatif pengiriman nirkabel [5]. VLC juga mempunyai bandwidth yang lebar dan dapat diaplikasikan di area yang sensitif terhadap gelombang elektromagnetik, seperti bandara dan rumah sakit dimana sinyal radio dapat menginterferensi mesin tertentu yang ada di tempat tersebut [6]. Selain itu, teknologi VLC menjamin keamanan yang mumpuni, karena data tidak dapat diakses oleh perangkat yang berada diluar ruangan sistem.

Sedangkan kekurangan cahaya tampak yaitu cahaya tampak yang bersumber dari LED cakupannya terbatas sehingga area yang dapat dijangkau hanya sebatas yang terkena cahaya LED. Untuk mengatasi kelemahan tersebut penambahan sumber cahaya tampak menjadi solusi yang tepat. Dengan ditambahkan sumber cahaya maka daerah cakupannya akan lebih luas. Tantangan dalam implementasi teknologi ini adalah interferensi dari cahaya yang ada di sekitarnya, interferensi antar perangkat VLC, dan mengintegrasikan VLC dengan teknologi yang ada contohnya Wi-Fi [6].

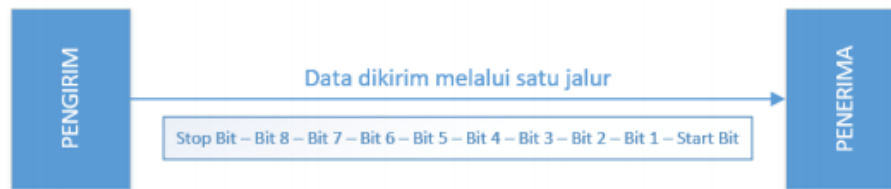
2.3 Data Digital

Data digital adalah sinyal data dalam bentuk pulsa dan bernilai 0 dan 1, sehingga tidak mudah terpengaruh oleh derau, tetapi transmisi dengan sinyal digital hanya dapat dikirim melalui jarak yang relatif dekat. Biasanya sinyal ini juga dikenal dengan sinyal diskret. Sinyal yang mempunyai dua keadaan ini biasa disebut dengan bit. Bit merupakan istilah khas pada sinyal digital. Data digital memiliki ciri-ciri yaitu mampu mengirimkan informasi dengan kecepatan cahaya dan membuat informasi dapat dikirim dengan kecepatan tinggi, informasi dapat diproses dan dimodifikasi ke dalam berbagai bentuk dengan mudah, serta dapat memproses informasi dalam jumlah yang sangat besar dan mengirimkannya secara bergantian atau bertimbal balik.

2.4 Komunikasi Serial

Terdapat dua macam jenis komunikasi serial yaitu sinkron dan asinkron. Prinsip komunikasi data serial sinkron adalah clock akan dikirimkan bersama-sama dengan data serial namun dibangkitkan sendiri-sendiri

baik pada sisi pengirim dan penerima. Sedangkan pada komunikasi data serial asinkron, clock tidak dikirimkan bersamaan dengan data, tetapi dibangkitkan pada masing-masing sisi pengirim dan penerima. Setiap karakter akan dikirim dengan diawali start bit dan diakhiri dengan stop bit sehingga dalam pengiriman satu karakter dibutuhkan 10 bit data. Pengiriman dilakukan dari bit yang paling rendah (Least Significant Bit) sampai ke bit yang paling tinggi (Most Significant Bit).

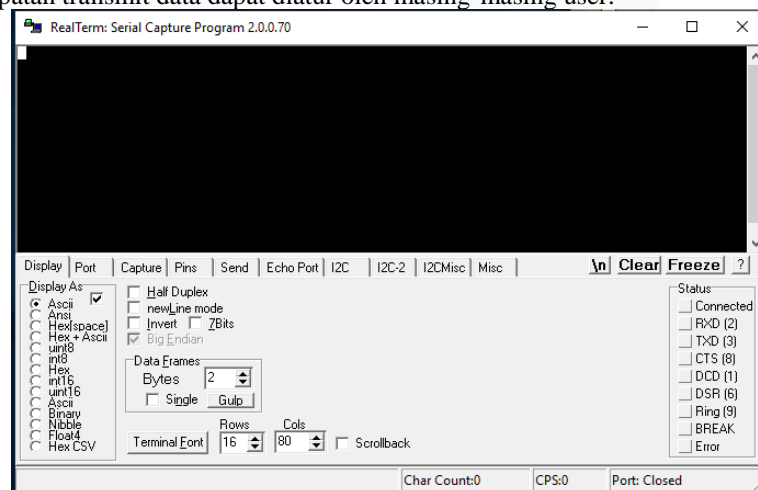


Gambar 2. 2 Pengiriman data secara asinkron

Pada komunikasi data serial terdapat Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) yang berfungsi untuk mengubah data paralel menjadi data serial dan menerima data serial yang kemudian dirubah lagi menjadi data paralel. Pada UART, perubahan sinyal atau simbol pada pengiriman data yang terjadi setiap satu detik (Baud rate) dan fase clock pada sisi transmitter dan sisi receiver harus sinkron. Ketika saluran transmisi dalam keadaan idle, output UART adalah dalam keadaan logika "1". Ketika transmitter ingin mengirimkan data, output UART akan diset dulu ke logika "0". Sinyal ini pada receiver akan dikenali sebagai sinyal "Start" yang digunakan untuk menyinkronkan fase clocknya sehingga sinkron dengan fase clock transmitter. Selanjutnya data akan dikirimkan secara serial dari bit yang paling rendah sampai bit tertinggi. Akan dikirimkan sinyal "Stop" sebagai akhir dari pengiriman data serial. Kelebihan komunikasi data secara serial dengan UART yaitu dapat beroperasi hanya dengan tiga kabel yaitu receive (RX), transmit (TX) dan ground (GND).

2.5 Realterm

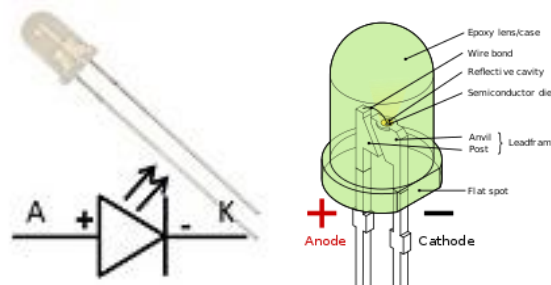
Realterm adalah suatu software sebagai pengirim dan penerima data digital pada PC atau Laptop, dimana software ini digunakan antar PC atau Laptop untuk saling berkomunikasi melalui terminal port yang tersedia pada komputer, kecepatan transmit data dapat diatur oleh masing-masing user.



Gambar 1. 3 Tampilan Realterm

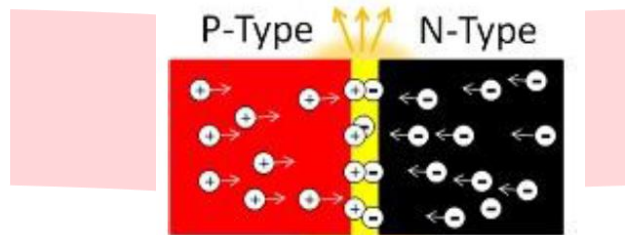
2.6 Light Emitting Dioda

Light Emitting Dioda adalah komponen yang menghasilkan cahaya ketika diberi tegangan. Cara kerja LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari Anoda menuju ke Katoda. LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (impurity) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan.



Gambar 2. 4 Struktur LED

Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan Hole (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Saat elektron berjumpa dengan hole akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna).



Gambar 2. 5 Tipe P dan Tipe N pada LED

Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. Jenis LED yang akan dipakai adalah RGB (Red Green Blue) yang dapat menghasilkan warna Merah, Hijau, Biru. Pada Tabel 2.1 akan menampilkan senyawa semikonduktor yang digunakan untuk menghasilkan variasi warna pada LED.

Tabel 2.1 Senyawa Semikonduktor yang dapat menghasilkan variasi warna pada LED

Bahan Semikonduktor	Wavelength	Warna
Gallium Arsenide (GaAs)	850-940nm	Infra Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	630-660nm	Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	605-620nm	Jingga
Gallium Arsenide Phosphide Nitride (GaAsP:N)	585-595nm	Kuning
Aluminium Gallium Phosphide (AlGaP)	550-570nm	Hijau
Silicon Carbide (SiC)	430-505nm	Biru
Gallium Indium Nitride (GaNN)	450nm	Putih

Sumber : <http://teknikelektronika.com/prinsip-dasar-dan-pengertian-led-light-emitting-diode/>

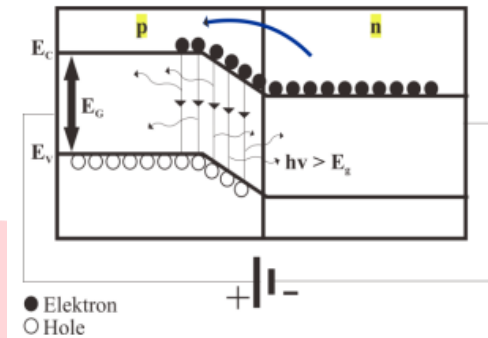
Dengan pemberian daya yang sama LED akan jauh lebih terang dan hemat energi dibandingkan lampu pijar. Namun tidak seperti sumber cahaya lain, LED merupakan sumber cahaya yang mudah panas. Manajemen pembuangan panas menjadi hal yang sangat penting untuk dilakukan. Pada High Power LED solusinya adalah dengan memasang heatsink pada LED.



Gambar 2. 6 Heatsink pada High Power LED

Sebuah dioda terdiri dari material tipe N (katoda) yang terdiri dari elektron dan material tipe P (anoda) yang terdiri dari hole. Batas antar kedua material disebut daerah deplesi. Saat dioda diberi bias maju (forward bias) dari anoda ke katoda maka akan terjadi keseimbangan antara elektron dan hole, elektron pada katoda akan bergerak menuju anoda dan membuat daerah deplesi terisi oleh elektron, pada kondisi ini dioda bekerja sebagai kawat yang tersambung.

Lain halnya jika dioda diberi bias mundur (reverse bias), elektron dan hole akan sama-sama menjauh dari daerah deplesi, akibatnya daerah deplesi akan menjadi semakin lebar dan dioda bekerja seperti isolator yang tidak mengalirkan listrik sama sekali. Gambar 2.7 menunjukkan adanya perpindahan elektron dan hole pada pita konduksi dan pita valensi.

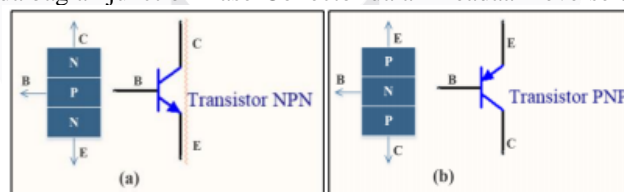


Gambar 2.7 Cara kerja LED

Pada saat LED tidak dialiri arus, elektron-elektron berada pada pita valensi, yaitu garis lintasan gaya terluar dari atom. Apabila ada arus yang mengalir dengan energi yang lebih besar dari energi gap maka elektron-elektron tersebut akan berpindah ke pita konduksi, yaitu garis lintasan gaya di atas pita valensi. Karakteristik dari LED yang memancarkan cahaya menyebar menjadi sebuah kelebihan yang digunakan sebagai dasar penggunaan LED sebagai lampu ruangan. Penggunaan lampu LED dalam ruangan mendorong munculnya ide pemanfaatan lain dari LED yaitu sebagai sumber cahaya tampak untuk memancarkan sinyal pada VLC. Setiap bit informasi dikirimkan dengan cepat berdasarkan dari mati (0) atau hidup (1) LED yang sangat cepat sehingga tidak dapat diikuti oleh mata manusia.

2.7 Transistor

Transistor merupakan salah satu komponen semikonduktor yang terdiri atas susunan material semikonduktor tipe-n dan tipe-p pada tiga daerah dopingnya. Secara umum transistor tersusun atas tiga bagian yaitu emitter pada bagian bawah (yang memiliki tanda panah), base pada bagian tengah, dan collector pada bagian atas. Pada transistor bipolar, susunan material dibedakan menjadi dua, yakni transistor NPN dan transistor PNP. Ketika transistor NPN beroperasi secara normal, bagian junction Base-Emitter dalam keadaan forward bias, sedangkan pada bagian junction Base-Collector dalam keadaan reverse bias.



Gambar 2.7 Transistor NPN (a) dan transistor PNP (b)

Transistor dapat digunakan sebagai saklar dalam rangkaian. Saklar adalah suatu alat dengan dua macam keadaan sambungan, on dan off. Bias basis sangat berguna pada rangkaian digital karena rangkaian tersebut memang di desain untuk dioperasikan pada keadaan saturasi dan cut-off. Karenanya, akan terdapat dua kondisi yaitu tegangan output rendah atau tinggi.

Saat saklar terbuka (open switch), arus pada base akan turun mendekati nol. Karenanya arus pada collector juga akan turun menjadi nol. Semua suplai tegangan ke collector akan muncul di terminal collector-emitter, maka tegangan output akan meningkat menjadi +5V. Terdapat tiga jenis tipe penguatan oleh transistor, yaitu penguat emitter ditanahkan atau common emitter (CE), penguat kolektor ditanahkan atau common collector (CC), dan penguat basis ditanahkan atau common base (CB).

2.7.1 Common Emitter

Pada rangkaian penguat common emitter (CE) kaki emitter diground-kan, input dimasukkan kedalam base dan output diambil dari kaki collector. Tegangan VBB akan menyebabkan forward bias hubungan base dan emitter pada transistor. Dengan mengatur VBB dan RB kita dapat mengatur arus yang masuk pada base. Penentuan besar kecilnya nilai arus yang masuk pada base akan mempengaruhi arus yang dihasilkan pada collector. Untuk dapat mengalirkan arus, beda potensial pada collector harus lebih

positif dari pada bagian emiter. Penguat CE memiliki karakter sebagai penguat tegangan. Output dari kaki collector akan mempunyai beda fasa 180o atau berbalik fasa sebesar 180o terhadap sinyal input

2.7.2 Common Base

Common base (CB) merupakan rangkaian penguat yang kaki base transistor di-ground-kan, lalu input dimasukkan ke emiter dan output diambil dari kaki collector [26]. Penguat ini mempunyai karakter sebagai penguat tegangan. CB cocok digunakan sebagai pre-amp karena mempunyai impedansi input tinggi sehingga dapat menguatkan sinyal kecil. Dapat pula dipakai sebagai penguat frekuensi tinggi maupun buffer.

2.7.3 Common Collector

Merupakan penguat yang kaki collector transistor di-ground-kan, lalu input dimasukkan ke base dan output diambil dari kaki emiter. Penguat common collector mempunyai karakter sebagai penguat arus. Signal output dan signal input satu fasa (tidak seperti Common Emitter). Karakteristik rangkaian common collector adalah mempunyai penguatan tegangan sama dengan 1. Common collector biasanya dipakai sebagai transformator impedansi, karena impedansi masukannya tinggi, sedangkan impedansi keluarannya rendah.

2.8 TSL251R

Adalah high-noise low-noise light-to-voltage optical converter yang menggabungkan fotodiode dan penguat transimpedansi pada CMOS monolitik tunggal sirkuit terpadu. Tegangan output berbanding lurus dengan intensitas cahaya (irradiance) pada fotodiode. TSL251R memiliki penguatan transimpedansi 320M Ω . Tegangan pada TSL251R lebih stabil tegangan dan konsumsi dayanya rendah.



Gambar 2. 8 Komponen TSL251R

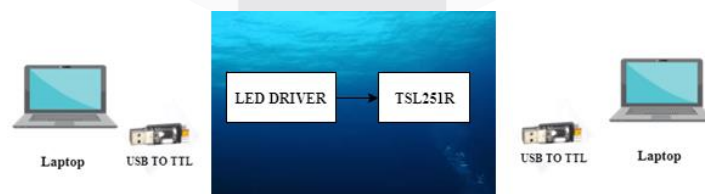
2.9 USB to TTL

USB to TTL merupakan sebuah modul yang digunakan untuk mengubah data yang berasal dari port USB menjadi data serial dengan level tegangan TTL, sehingga dengan menggunakan modul USB to TTL dapat melakukan komunikasi serial (USART). Modul pada USB to TTL mempunyai 4 pin, yaitu pin VCC, RX, TX, dan GND.



Gambar 2. 10 USB to TTL

3. Perancangan



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

Pada proyek akhir ini akan dilakukan pengukuran dan karakterisasi lampu pengirim LED RGB dengan filter warna melalui UVLC. Data digital yang dikirimkan adalah gambar secara serial. Akan dilihat pengaruhnya saat dikirimkan dengan LED RGB dan Filter warna di sisi pengirim dan penerima. Fotodiode yang digunakan diasumsikan bisa menerima seluruh spektrum warna putih. Dengan filter warna akan dilihat berapa rate maksimal yang bisa dicapai saat kombinasi filter digunakan, air yang akan dilewati cahaya adalah air jernih atau bening tanpa ada pengaruh warna atau zat kimia tertentu. Sistem menggunakan dua prototipe transceiver yang berfungsi

untuk melakukan pengiriman dan penerimaan informasi. Kedua prototipe dihubungkan masing-masing ke sebuah laptop yang telah terpasang perangkat lunak berupa aplikasi antarmuka sehingga dapat terjalin suatu komunikasi. Blok diagram model sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1. Setiap bagian dari blok model sistem mempunyai fungsi masing-masing, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Laptop

Di dalam laptop akan dipasang aplikasi antarmuka yang bernama Realterm. File yang akan dikirim, sebelumnya sudah harus tersimpan dalam laptop tersebut. User dapat melakukan pemilihan dan pengiriman file ke receiver dan juga dapat menentukan letak folder penyimpanan file yang akan diterima.

2. USB to TTL (Transistor-Transistor Logic)

USB to TTL merupakan kabel konektor yang menghubungkan PC dengan prototipe. Pada sisi transmitter, pin 5V digunakan untuk mengubah tegangan USB to TTL ke level tegangan TTL agar tegangannya sesuai dengan komponen-komponen yang ada di perangkat keras dan tidak merusak komponen-komponen tersebut untuk bisa diproses lebih lanjut. Sedangkan pada sisi receiver, pada modul USB to TTL pin RX diproses di PC. Modul USB to TTL mempunyai 4 pin, yaitu pin VCC, RX, TX, dan GND.

3. Transistor

Selain dapat berfungsi sebagai sebuah saklar, transistor juga dapat berfungsi sebagai penguat. Pada prototipe VLC kali ini di bagian pengirim terdapat transistor C1815 yang berfungsi sebagai saklar dan penguat common emitter. Sesuai dengan karakteristik penguat tegangan common emitter, bahwa signal output dari transistor akan mempunyai fase yang berkebalikan dengan signal input-nya.

4. LED

Jenis LED yang digunakan pada proyek akhir ini adalah High Power LED 5-watt berwarna merah, hijau, biru yang disusun secara paralel. Pemakaian high power LED yang berbeda warna ini bertujuan untuk meneliti perbedaan jarak yang berbeda-beda dan pengaruhnya terhadap range panjang gelombang yang berbeda-beda. Selain itu pancaran cahaya high power LED ini juga terang. Kekurangan dari LED ini adalah forward current yang berkisar antara 3.2 V- 4 V saja. Hal tersebut menyebabkan apabila LED dialiri sumber tegangan yang lebih dari 4V, maka tegangan yang akan digunakan oleh LED hanyalah berkisar antara 3.2 V – 4V.

High Power LED 5 watt dengan pancaran cahaya merah dipilih karena mempunyai range panjang gelombang 630-660 nm, penggunaan High Power LED 5 watt dengan pancaran cahaya hijau yang memiliki range panjang gelombang 550-570 nm dan penggunaan High Power LED 5 watt dengan pancaran cahaya biru yang memiliki range panjang gelombang 430-505 nm. Dengan panjang gelombang yang berbeda-beda ini akan diteliti bagaimana karakteristik LED ketika mengirimkan data informasi dibawah air dengan jarak tertentu.

5. Realterm

Adalah aplikasi yang digunakan untuk mengirim dan menerima data digital pada PC atau Laptop. Realterm digunakan karena pengoperasiannya tidak terlalu sulit. Software ini digunakan antar PC atau Laptop untuk saling berkomunikasi melalui terminal port yang tersedia pada komputer, kecepatan transmit data dapat diatur oleh masing-masing user. Sebelum mengirimkan dan menerima informasi, user harus menentukan port mana yang akan digunakan, menyamakan baud rate antar transmitter dan receiver, juga dapat menentukan folder penyimpanan file yang akan diterima.

6. TSL251R

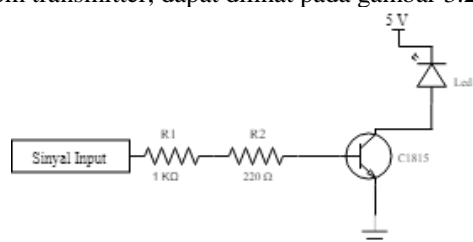
Adalah high-noise low-noise light-to-voltage optical converter yang menggabungkan fotodiode dan penguat transimpedansi pada CMOS monolitik tunggal sirkuit terpadu. Tegangan output berbanding lurus dengan intensitas cahaya (irradiance) pada fotodiode. TSL251R memiliki penguatan transimpedansi 320M Ω . Tegangan pada TSL251R lebih stabil tegangan dan konsumsi dayanya rendah.

3.2 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem yang dibuat, sumber informasi yang akan dikirimkan adalah data digital berupa gambar (.jpg) yang memiliki size 100kb. LED yang digunakan pada sistem ini adalah High Power LED RGB (Red-Green-Blue). Sedangkan detector cahaya yang digunakan adalah TSL251R.

3.2.1 Perancangan Sistem Transmitter

Pada rangkaian sistem transmitter, dapat dilihat pada gambar 3.2 :



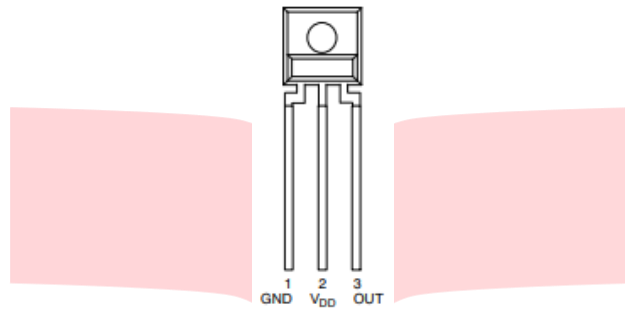
Gambar 3. 2 Schematic Trasnmitter

Berdasarkan Gambar 3.2 schematic transmitter berfungsi untuk melakukan penyesuaian tegangan input sekaligus mengkonversi dari arus menjadi elektrik menggunakan rangkaian yang telah ditentukan agar pancaran cahaya LED dapat mengirimkan informasi berupa data digital. Catuan daya yang digunakan pada sistem transmitter sebesar 5 V. Berikut ini adalah spesifikasi komponen yang digunakan yaitu:

- a. Resistor : 1K Ω , 220 Ω
- b. Transistor : C1815
- c. LED : High Power LED 5-watt berwarna merah, hijau, biru (RGB)

3.2.2 Perancangan Sistem Receiver

Data digital berupa gambar berukuran 100kb (.jpg) yang telah dikirimkan oleh transmitter akan diterima oleh photodiode yang mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik. Jenis photodiode yang dipakai yaitu TSL251R dengan keterangan pin sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Pin kaki TSL251R

3.3 Integrasi Sistem Skema Tranceiver

Data digital yang berupa gambar (.jpg) yang berukuran 100kb yang dikirim menggunakan USB to TTL mendapat catuan sebesar 5 volt, kemudian dikirimkan melalui LED RGB. Pancaran cahaya LED diterima oleh TSL251R dan ditampilkan kembali pada Laptop menggunakan software Realterm.

4. Pengujian

4.1 Skema Pengujian

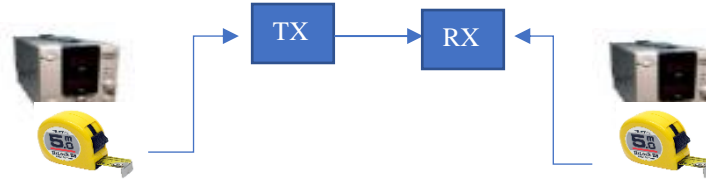
Pengujian ini bertujuan untuk menganalisa sistem yang telah digunakan dalam proyek akhir ini. Parameter yang diuji yaitu kinerja sistem terhadap jarak yang dapat dikirimkan dan diterima pada penerima, dan juga menguji kinerja sistem terhadap jumlah baud rate informasi yang dikirim dan diterima pada penerima. Peralatan yang dipakai pada pengujian ini yaitu Osiloscope, Meteran, Lux Meter (pada android) dan Aquarium. Pada pengujian ini dibuat skema sebagai berikut:

- a. Pengujian sistem dengan variasi jarak di udara.
- b. Pengujian sistem variasi jarak di bawah air.
- c. Pengujian sistem dengan variasi ekstensi gambar.
- d. Pengujian sistem dengan variasi ukuran gambar
- e. Pengujian sistem dengan variasi baud rate

4.2 Hasil Pengujian dan Analisis

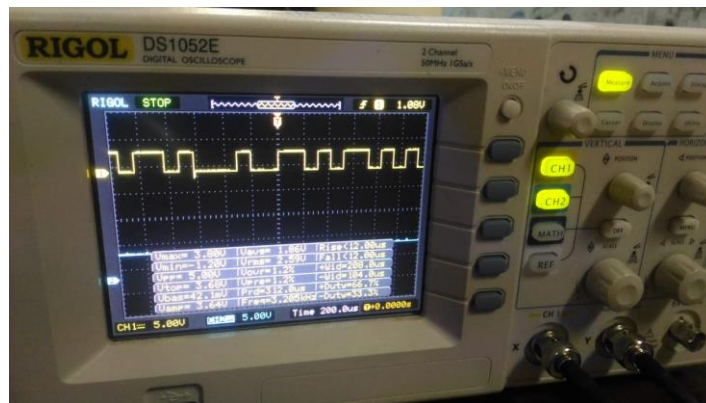
Pengujian sistem pada proyek akhir ini diuji dengan menggunakan *input* informasi data digital berupa gambar (.jpg) berukuran 100kb. dengan tegangan *input* 5V yang berasal dari vcc *USB to TTL*. Pengujian LED RGB menggunakan 2 cara yaitu dengan menggunakan lensa fokus 90⁰ dan lensa cembung 60⁰. Berikut ini adalah hasil pengujian sistem pada skema yang telah ditentukan:

4.2.1 Hasil Pengujian sistem dengan variasi jarak di udara



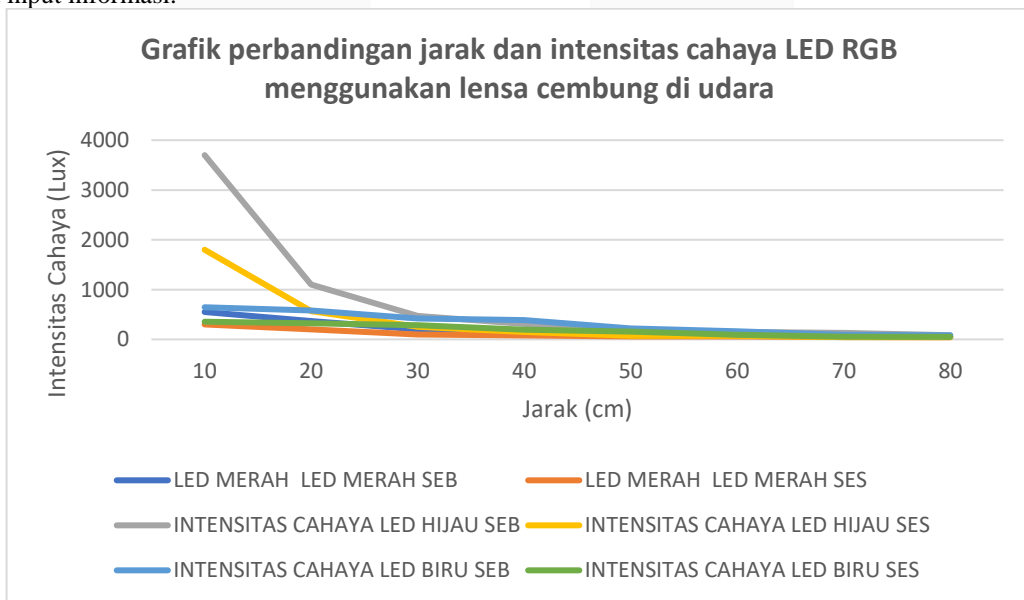
Gambar 4. 1 Blok Pengujian Sistem di Udara dengan Variasi jarak

Berdasarkan Gambar 4.1 blok pengujian sistem di udara menggunakan *osiloscope*, bertujuan untuk menguji bentuk data digital yang telah dikirimkan ketika berada di udara. Pengujian pada skema ini dilakukan dengan tegangan *input* 5V dan jarak 10 cm sampai dengan 80 cm.



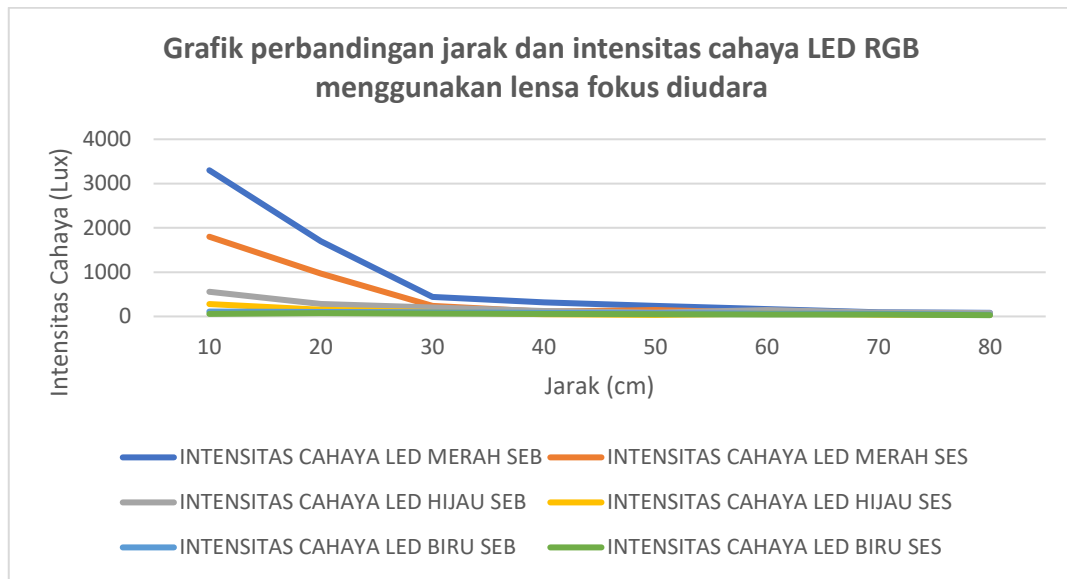
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian menggunakan osiloskop

Gambar 4.2 merupakan gambar hasil pengujian pada *osiloscope* di udara dengan informasi yang dikirimkan melalui pancaran cahaya LED warna RGB. Channel 1 pada *osiloscope* merupakan pengukuran pada input informasi.



Gambar 4. 3 Grafik perbandingan jarak dan intensitas cahaya LED RGB menggunakan lensa cembung 60°

Pada grafik di atas ini *line chart* merupakan informasi yang dikirim oleh LED RGB sebelum ditumpangkan data informasi dan sesudah ditumpangkan data informasi dengan perbandingan jarak 10 cm – 80 cm menggunakan lensa cembung 60° di udara. Dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya sebelum ditumpangkannya informasi lebih tinggi nilainya daripada intensitas cahaya sesudah ditumpangkannya informasi. Semakin jauh jarak pengiriman semakin rendah intensitas cahaya.



Gambar 4. 4 Grafik perbandingan jarak dan intensitas cahaya LED RGB menggunakan lensa fokus 90⁰

Pada grafik di atas ini *line chart* merupakan informasi yang dikirim oleh LED RGB sebelum ditumpangkan data informasi dan sesudah ditumpangkan data informasi dengan perbandingan jarak 10 cm – 80 cm menggunakan lensa fokus 90⁰ diudara. Dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya sebelum ditumpangkannya informasi lebih tinggi nilainya daripada intensitas cahaya sesudah ditumpangkannya informasi. Dan juga semakin jauh jarak pengiriman semakin rendah intensitas cahaya. Apabila membandingkan nilai intensitas cahaya pada lensa cembung 60⁰ diudara lebih tinggi nilai intensitas cahayanya daripada menggunakan lensa fokus 90⁰ diudara dapat dilihat tabel dibawah dari data hasil pengujian:

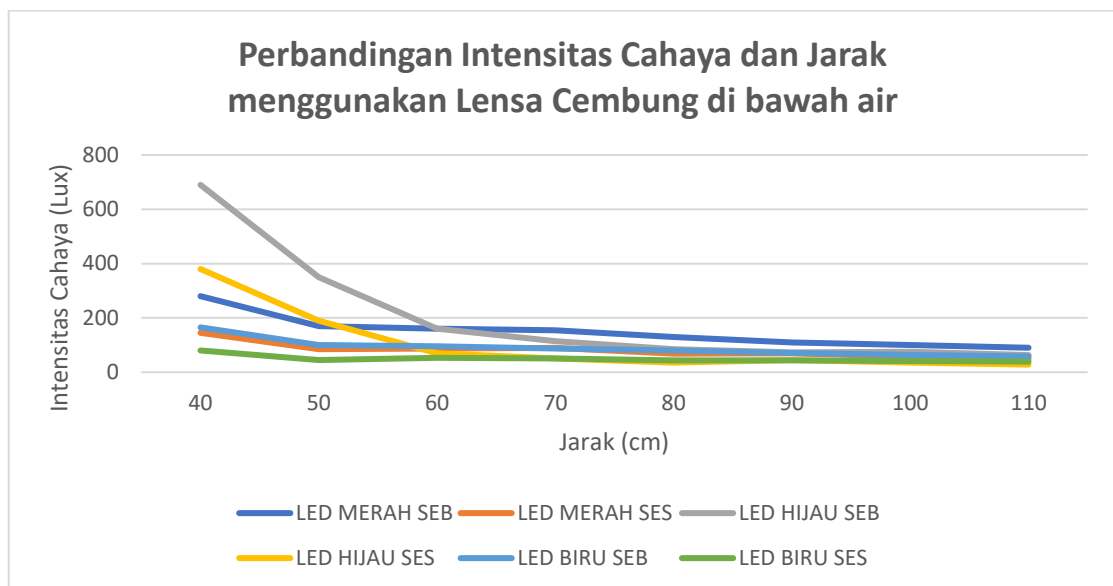
Tabel 4.1 Tabel perbandingan jarak, intensitas cahaya LED RGB di udara

	LED Merah Lensa Cembung	LED Hijau Lensa Cembung	LED Biru Lensa Cembung	LED Merah Lensa Fokus	LED Hijau Lensa Fokus	LED Biru Lensa Fokus
Intensitas Cahaya maks Jarak 10 cm	520 lux	3520 lux	640 lux	3100 lux	540 lux	105 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 20 cm	350 lux	1054 lux	575 lux	1600 lux	270 lux	96 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 30 cm	185 lux	556 lux	410 lux	415 lux	192 lux	90 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 40 cm	150 lux	482 lux	375 lux	317 lux	100 lux	80 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 50 cm	93 lux	350 lux	215 lux	237 lux	80 lux	68 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 60 cm	81 lux	225 lux	156 lux	160 lux	130 lux	60 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 70 cm	70 lux	120 lux	87 lux	92 lux	87 lux	55 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 80 cm	60 lux	82 lux	80 lux	80 lux	70 lux	37 lux

Disarankan menggunakan LED warna hijau lensa cembung diudara untuk jarak 10 cm memiliki intensitas cahaya maksimal yaitu sebesar 3520 lux dan pada jarak 80 cm nilai intensitas cahaya yang paling maksimal yaitu sebesar 82 lux.

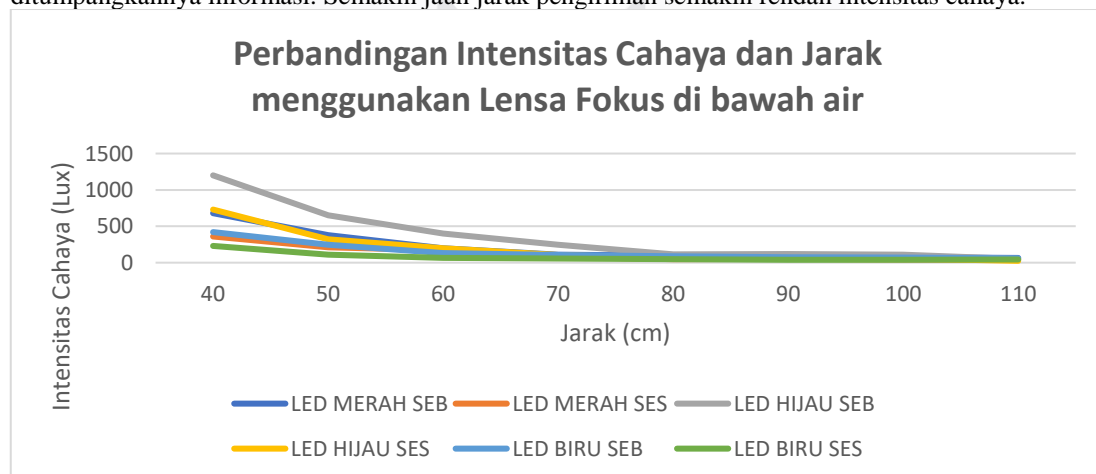
4.2.2 Hasil Pengujian sistem dengan variasi jarak di bawah air

Pengujian sistem dilakukan menggunakan aquarium yang berukuran 30 cm x 20 cm dan pada grafik dibawah menampilkan hasil perbandingan intensitas cahaya dan jarak mulai 40 cm – 110 cm dengan kedalaman 11 cm menggunakan lensa cembung:



Gambar 4. 5 Grafik perbandingan jarak dan intensitas cahaya LED RGB menggunakan lensa cembung 60⁰ dibawah air

Pada grafik di atas ini *line chart* merupakan informasi yang dikirim oleh LED RGB sebelum ditumpangkan data informasi dan sesudah ditumpangkan data informasi dengan perbandingan jarak 40 cm – 110 cm menggunakan lensa cembung 60⁰ dibawah air. Dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya sebelum ditumpangkannya informasi lebih tinggi nilainya daripada intensitas cahaya sesudah ditumpangkannya informasi. Semakin jauh jarak pengiriman semakin rendah intensitas cahaya.



Gambar 4. 6 Grafik perbandingan jarak dan intensitas cahaya LED RGB menggunakan lensa Fokus 90⁰ dibawah air

Pada grafik di atas ini *line chart* merupakan informasi yang dikirim oleh LED RGB sebelum ditumpangkan data informasi dan sesudah ditumpangkan data informasi dengan perbandingan jarak 40 cm – 110 cm menggunakan lensa fokus 90⁰ dibawah air. Dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya sebelum ditumpangkannya informasi lebih tinggi nilainya daripada intensitas cahaya sesudah ditumpangkannya

informasi. Dan juga semakin jauh jarak pengiriman semakin rendah intensitas cahaya. Apabila membandingkan nilai intensitas cahaya menggunakan lensa fokus 90° dibawah air lebih tinggi nilai intensitas cahayanya daripada menggunakan lensa cembung 60° di bawah air dapat dilihat tabel dibawah dari data hasil pengujian:

Tabel 4.2 Tabel perbandingan jarak, intensitas cahaya LED RGB dibawah air

	LED Merah Lensa Cembung	LED Hijau Lensa Cembung	LED Biru Lensa Cembung	LED Merah Lensa Fokus	LED Hijau Lensa Fokus	LED Biru Lensa Fokus
Intensitas Cahaya maks Jarak 40 cm	265 lux	685 lux	155 lux	630 lux	1080 lux	400 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 50 cm	168 lux	320 lux	90 lux	365 lux	590 lux	235 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 60 cm	158 lux	140 lux	90 lux	191 lux	370 lux	127 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 70 cm	148 lux	107 lux	80 lux	107 lux	200 lux	100 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 80 cm	127 lux	75 lux	78 lux	90 lux	98 lux	85 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 90 cm	100 lux	70 lux	69 lux	78 lux	89 lux	73 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 110 cm	97 lux	74 lux	60 lux	70 lux	69 lux	67 lux
Intensitas Cahaya maks Jarak 110 cm	87 lux	60 lux	55 lux	63 lux	50 lux	57 lux

LED warna hijau lensa Fokus 90° untuk jarak 40 cm memiliki intensitas cahaya maksimal yaitu sebesar 1080 lux dan pada jarak 110 cm nilai intensitas cahaya yang paling maksimal yaitu sebesar 50 lux. Disarankan untuk menggunakan LED Hijau dengan lensa fokus 90° untuk dibawah air karena nilai intensitas cahayanya paling tinggi. Dan pada pengiriman data digital berupa gambar bisa mengirim dan menerima data dengan optimal pada jarak 40 cm sampai 50 cm dibawah air. Apabila dibandingkan dengan pengujian di udara pengiriman data digital berupa gambar bisa mengirim dan menerima data dengan optimal pada jarak 10 cm sampai 70 cm di udara dengan optimal.

4.2.3 Hasil Pengujian sistem dengan variasi ekstensi gambar

Pada pengujian sistem dengan variasi ekstensi gambar pada *software Realterm*. Berikut tabel yang telah dirangkum dari hasil pengujian:

Tabel 4.3 Pengujian variasi jenis ekstensi gambar

No.	Jenis ekstensi gambar	Keterangan
1.	.jpg	Berhasil dikirim dan diterima
2.	.bmp	Berhasil dikirim dan diterima
3.	.png	Berhasil dikirim dan diterima

Pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada pengiriman dengan variasi gambar berbentuk (.jpg), (.png), (.bmp) dapat dilakukan pengiriman dan diterima pada sistem yang telah dibuat.

4.2.4 Hasil Pengujian sistem dengan variasi ukuran gambar

Pada pengujian sistem dengan variasi ukuran gambar pada *software Realterm*. Berikut tabel yang telah dirangkum dari hasil pengujian:

Tabel 4.4 Pengujian variasi ukuran gambar

Ekstensi gambar	Ukuran gambar		
	100 kb	200 kb	500 kb
.jpg	√	√	√
.bmp	√	√	√
.png	√	√	√

Pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada pengiriman dengan variasi gambar berbentuk (.jpg), (.png), (.bmp) dapat dilakukan pengiriman dan diterima dengan mengubah ukuran gambar sebesar 100 kb, 200 kb, dan 500 kb pada sistem yang telah dibuat.

4.2.5 Hasil Pengujian sistem dengan variasi baud rate

Pada pengujian sistem dengan variasi baud rate pada *software Realterm*. Akan dilihat berapa waktu pengiriman data dari proses pengiriman sampai ke penerima. Berikut tabel yang telah dirangkum dari hasil pengujian:

Tabel 4.5 Pengujian waktu kirim dengan variasi baud rate

	Baud Rate				
	9600	19200	38400	57600	115200
.jpg ukuran 100 kb	1 menit 45 detik	1 menit 32 detik	1 menit 30 detik	1 menit 28 detik	1 menit 27 detik
.bmp ukuran 100 kb	1 menit 45 detik	1 menit 32 detik	1 menit 30 detik	1 menit 28 detik	1 menit 27 detik
.png ukuran 100 kb	1 menit 45 detik	1 menit 32 detik	1 menit 30 detik	1 menit 28 detik	1 menit 27 detik
.jpg ukuran 200 kb	3 menit 34 detik	3 menit 21 detik	3 menit 19 detik	3 menit 17 detik	3 menit 16 detik
.bmp ukuran 200 kb	3 menit 34 detik	3 menit 21 detik	3 menit 19 detik	3 menit 17 detik	3 menit 16 detik
.png ukuran 200 kb	3 menit 34 detik	3 menit 21 detik	3 menit 19 detik	3 menit 17 detik	3 menit 16 detik
.jpg ukuran 500 kb	9 menit 35 detik	9 menit 22 detik	9 menit 20 detik	9 menit 18 detik	9 menit 17 detik
.bmp ukuran 500 kb	9 menit 35 detik	9 menit 22 detik	9 menit 20 detik	9 menit 18 detik	9 menit 17 detik
.png ukuran 500 kb	9 menit 35 detik	9 menit 22 detik	9 menit 20 detik	9 menit 18 detik	9 menit 17 detik

Pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada pengiriman dengan variasi gambar berbentuk (.jpg), (.png), (.bmp) dapat dilakukan pengiriman dan diterima dengan mengubah ukuran gambar sebesar 100 kb, 200 kb, dan 500 kb dan dengan melakukan pengaturan baud rate dengan nilai 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 pada sistem yang telah dibuat. Dapat disimpulkan bahwa perbandingan antara baud rate dan waktu kirim berbanding terbalik, semakin besar nilai baud rate maka semakin singkat pula waktu kirim data informasi sampai ke penerima. Dan juga pada saat pengiriman data dengan ukuran yang sama dengan ekstensi gambar yang berbeda waktu pengiriman data informasi yang sampai ke penerima juga selalu sama. Tetapi apabila kita mengirimkan data informasi dengan ukuran yang lebih besar maka waktu pengiriman juga akan semakin lama.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Pada proyek akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Cara membuat sistem pengirim (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) untuk dapat mengirimkan sinyal informasi berupa gambar yaitu menggunakan Dua buah laptop, LED RGB, LED Driver, TSL251R, *Software Realterm*.
2. Pada hasil pengujian pengiriman data digital berupa gambar (.jpg, .bmp, .png) yang berukuran 100 kb, 200 kb, 500 kb menggunakan USB to TTL berhasil dikirimkan sejauh 50 cm sedangkan untuk pengiriman di udara berhasil mengirimkan sampai 70 cm.

3. LED yang disarankan untuk pengiriman data digital khususnya gambar di udara adalah LED warna hijau menggunakan lensa cembung 60° sedangkan LED yang disarankan untuk pengiriman data digital khususnya gambar dibawah air adalah LED warna hijau menggunakan lensa fokus 90° .
4. Perbandingan antara baud rate dan waktu kirim berbanding terbalik, semakin besar nilai baud rate maka semakin singkat pula waktu kirim data informasi sampai ke penerima. Sedangkan perbandingan antara ukuran informasi yang dikirim dengan waktu pengiriman berbanding lurus. Karena semakin besar ukuran informasi yang dikirim maka semakin lama pula waktu pengiriman.

Saran

Proyek akhir ini sangat memungkinkan untuk dikembangkan, khususnya pengembangan Visible Light Communication (VLC) di dunia teknologi kedepannya untuk diterapkan dikemudian hari. Adapun tindak lanjut pengembangan untuk proyek akhir selanjutnya adalah:

1. Peningkatan casing yang tahan air dan bisa digunakan untuk pengembangan VLC dikemudian hari khususnya di bidang UVLC.
2. Adanya jenis detector cahaya yang sensitif terhadap semua panjang gelombang secara menyeluruh. Dan diharapkan Indonesia bisa memiliki pabrik komponen yang bisa memproduksi sendiri komponen-komponen khususnya detector cahaya yang sensitif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. B. Aska, D. Darlis, and Hafidudin, "Implementasi Visible Light Communication (VLC) Untuk Pengiriman Data Digital," eProceeding Appl. Sci., vol. 1, no. 1, pp. 896–905, 2015.
- [2] A. R. Darlis, L. Lidyawati, L. Jambola, and N. Wulandari, "Implementasi Sistem Komunikasi Video menggunakan Visible Light Communication (VLC)," J. Reka Elkomika, vol. 2, no. 3, p. 160, 2014.
- [3] A. T. Caesar, R. Pramana, S. Nugraha, and M. Eng, "Perancangan Perangkat Penerima Komunikasi Suara Dalam Air Berbasis Visible Light Communication (VLC)," no. Vlc, 2017.
- [4] D. C. O. Brien, L. Zeng, H. Le-minh, G. Faulkner, J. W. Walewski, and S. Randel, "Visible Light Communications : challenges and possibilities," 2008.
- [5] S. Arnon, J. R. Barry, G. K. Karagiannidis, R. Schober, and M. Uysal, Advanced optical wireless communication systems, vol. 9780521197878. 2012.
- [6] L. U. Khan, "Visible light communication: Applications, architecture, standardization and research challenges," Digit. Commun. Networks, vol. 3, no. 2, pp. 78–88, 2017.
- [7] E. FRED SCHUBERT, Light-Emitting Diodes, vol. 91. 2017.