

UJI COBA SISTEM PEMANTAUAN KONDISI AKUARIUM BERBASIS *UNDERWATER VISIBLE LIGHT COMMUNICATION*

Trial of an Aquarium Condition Monitoring System based on Underwater Visible Light Communication

Yenny Agnes Angela Turnip¹, Denny Darlis, S.Si., M.T.², Arsyad Ramadhan Darlis, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University

¹yennyagnes8@gmail.com, ²denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id, ³arsyad@itenas.ac.id

Abstrak

Dalam kehidupan sehari-hari biasanya dalam memelihara dan membudidayakan ikan hias dibutuhkan sebuah sistem untuk memantau akuarium. Apalagi permasalahan yang sering terjadi pada akuarium itu sendiri adalah pemilik sering lupa dalam memantau akuarium sehingga hal yang sering terjadi air menjadi keruh, ketinggian air menurun, dan suhu pada akuarium tidak stabil yang mengakibatkan ikan lama kelamaan mati. Namun merancang sebuah sistem untuk memantau akuarium belum banyak terealisasi dan hanya menjadikan lampu sebagai penerangan semata. Dengan sistem ini setiap orang yang ingin memantau akuarium tidak perlu mengkhawatirkan ikan yang berada di dalam akuarium.

Pada Proyek Akhir ini bertujuan untuk merancang dan melakukan percobaan sistem yang menghasilkan sebuah perangkat pada lampu penerangan akuarium (lampu LED) sebagai pengirim dan *light to voltage sensor* sebagai penerima dalam sistem pemantauan kondisi akuarium yang datanya berasal dari beberapa sensor. Sistem ini dilengkapi dengan sensor yang menunjukkan input data berupa suhu, ketinggian air, dan kekeruhan air. Perancangan ini dilakukan untuk mempermudah pemeliharaan ikan dalam akuarium dengan kondisi air yang selalu terpantau dengan memanfaatkan sistem *Underwater Visible Light Communication* (UVLC).

Setiap pengujian dilakukan pada setiap sisi akuarium pada saat ruangan gelap dan terang. Sistem pemantauan kondisi akuarium ini diukur menggunakan mistar pada jarak 5 cm – 50 cm dengan perbandingan wadah akuarium yang kosong dan wadah akuarium yang diisi air pada ketinggian 25 cm. Dari hasil pengujian dan pengukuran telah diamati bahwa sistem ini memiliki perbedaan perambatan cahaya dalam penerimaan data. Luaran dari Proyek Akhir ini adalah uji coba sistem pemantauan kondisi akuarium yang dapat memantau suhu, ketinggian air, dan kekeruhan air dalam akuarium dengan tampilan LCD yang mendapatkan data dari *Underwater VLC*.

Kata Kunci : Sistem Pemantauan Kondisi Akuarium, *Underwater VLC*, LED, *Light to Voltage Sensor*, LCD

Abstract

In daily life, maintaining and cultivating decorative fish usually needs a system to monitor the aquarium. Moreover, the problem that often occurs in the aquarium is the owner forgets to monitor the aquarium frequently. So the water in aquarium becomes cloudy, the water level decreases, and the temperature in the aquarium is not stable which causes fish to die. But designing a system to monitor the aquarium has not been much realized and only makes the lights as mere lighting. With this system, anyone who wants to monitor the aquarium does not need to worry about fish in the aquarium.

The final project purpose is to design and experiment systems that produce a device in an aquarium lighting lamp (LED light) as a sender and light to voltage sensor as a receiver in an aquarium condition monitoring system whose data comes from several sensors. This system is equipped with sensors that show data input in the form of temperature, water level, and turbidity of water. The design is made to facilitate the maintenance of fish in an aquarium with water conditions that are always monitored by utilizing the *Underwater Visible Light Communication* (UVLC) system.

Each test is carried out on each side of the aquarium when the room is dark and bright. The aquarium condition monitoring system is measured using a ruler at a distance of 5 cm – 50 cm by comparison with an empty aquarium container and an aquarium container filled with water at a height of 25 cm. From the results of testing and measurement, it has been observed that this system has a different light propagation in receiving data. The output of this final project is a trial of an aquarium condition monitoring system that

can monitor temperature, water level and turbidity of water in an aquarium with an LCD display that obtains data from Underwater VLC.

Keywords: Aquarium Condition Monitoring System, Underwater VLC, LED, Light to Voltage Sensor, LCD

1. Pendahuluan

Akuarium merupakan salah satu identitas kehidupan yang mewakili habitat asli ikan sebagai wadah untuk hidup dan berkembang biak. Namun merancang sebuah sistem untuk memantau akuarium belum banyak terealisasi dan hanya menjadikan lampu sebagai sistem penerangan semata. Pemeliharaan ikan juga masih terbilang rumit karena masih memerlukan perawatan yang cukup rutin seperti pergantian air, pemberian pakan dan faktor pencahayaan [9]. Terutama penggunaan air untuk ikan hias di akuarium, harus selalu dijaga tingkat kekeruhan airnya. Dampak air yang keruh dapat menyebabkan terganggunya perkembangan fisik ikan tersebut bahkan kematian [15].

Visible Light Communication (VLC) adalah sebuah sistem komunikasi yang memanfaatkan cahaya sebagai media transmisinya dan lampu LED sebagai sarana pengirimannya. Prinsip dasar VLC adalah memanfaatkan kedipan lampu LED yang berlangsung dalam perioda yang sangat singkat sehingga tidak dapat dilihat secara kasat mata, ini menjadi kelebihan bagi VLC dimana kedipan lampu tersebut tidak akan mengganggu penglihatan makhluk hidup, khususnya manusia. Kedipan lampu VLC akan membentuk sebuah sinyal pulsa dengan rentang frekuensi yang tinggi, dimana frekuensi ini dapat dimanfaatkan untuk menumpangkan sebuah informasi berbentuk data [5].

Adapun penelitian pada bidang *Visible Light Communication* yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu : pada penelitian "Implementasi *Visible Light Communication* (VLC) Pada Sistem Komunikasi" dilakukan sistem VLC yang menghasilkan sebuah perangkat *transmitter* dan *receiver* pada pengiriman sinyal audio pada jarak pengiriman data sebesar 2,5 m dan dengan range frekuensi 600 Hz sampai dengan 45 KHz dimana data dapat disalurkan dengan baik [3]. Dalam penelitian "Implementasi *Visible Light Communication* (VLC) Untuk Pengiriman Data Digital" menunjukkan perangkat yang dirancang menggunakan komunikasi cahaya (VLC) yang dapat mengirimkan data berupa teks melalui komputer 1 ke komputer 2 dimana sistem bekerja mencapai 2 meter dan mengirimkan karakter huruf a sampai z serta angka [7]. Dengan penelitian "Implementasi *Visible Light Communication* (VLC) Untuk Pengiriman Teks", sistem VLC antar dua perangkat komputer dapat mengirim dan menerima semua

karakter mulai dari huruf, angka, dan simbol dengan sudut maksimal pengiriman yang terbentuk yaitu 0°, 5°, 10°, 15° sampai 20° dengan jarak pengiriman mencapai 2 meter [6].

Pada bidang *Underwater Visible Light Communication* (UVLC) terdapat beberapa penelitian diantaranya: Seorang peneliti bernama Yosuke Endo, seorang insinyur peneliti senior di NHK diunggah oleh John Boyd yang berjudul "*Japanese Broadcaster Uses LEDs for Underwater TV Transmission*" mengatakan bahwa cahaya tampak dari LED yang digunakan sebagai metode transmisi data dilakukan untuk mengembangkan sistem transmisi nirkabel di bawah laut dengan tujuan mengaktifkan siaran TV langsung di bawah air secara nirkabel dan tes yang diadakan di kolam renang tersebut menunjukkan sistem dapat bekerja hingga perkiraan 100 meter [10]. Disamping itu, seorang peneliti bernama Xu Ma, dkk melakukan penelitian dengan judul "*Channel estimation for wideband underwater visible light communication: a compressive sensing perspective*", yang mengatakan bahwa dengan perkembangan pesat dari light emitting diode (LED), komunikasi cahaya tampak (VLC) menjadi teknik penting untuk transmisi informasi termasuk di bawah air. VLC dapat memberikan data rate yang jauh lebih tinggi, dengan demikian bisa menjadi solusi yang menjanjikan dalam komunikasi bawah laut di masa depan [17]. Seorang peneliti bernama Arsyad Ramadhan Darlis, dkk yang berjudul "*Water Type Identification in Underwater VLC*" juga mengatakan bahwa dalam sistem komunikasi cahaya tampak bawah air (UVLC), dapat digunakan untuk menentukan jenis air [4].

2. Dasar Teori

2.1 Sistem Pemantauan Kondisi Akuarium

Adapun sensor yang digunakan adalah Sensor suhu DS18B20, Sensor ketinggian air, dan Sensor *turbidity* (kekeruhan air).

2.1.1 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan *temperature* lingkungan lalu kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik. DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang dikeluarkan oleh *Dallas Semiconductor* yang menggunakan satu kabel (*one wire interface*) untuk berkomunikasi

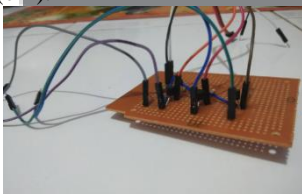
dengan mikrokontroler. Sensor ini dapat beroperasi pada suhu -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$. Dilihat dari bentuk fisiknya, pada Gambar 2.1 bisa kita lihat sensor suhu DS18B20 memiliki tiga kaki yang terdiri dari Ground (GND), VDD, dan Data (DQ). Pada Arduino VDD dikenal sebagai VCC. VDD merupakan kaki tegangan sumber. Tegangan sumber untuk sensor suhu DS18B20 terhubung pada tegangan 5V sesuai dengan tegangan kerja adalah mikrokontroler. Kemudian kaki *ground* perlu dihubungkan dengan *ground*. Pada kaki Data berisi tegangan keluaran yang perlu dihubungkan ke seberang pin digital Arduino [1]. Prinsip kerja sensor ini menunjukkan data dari sensor berupa nilai suhu air dengan satuan $^{\circ}\text{C}$.



Gambar 2.1 Bentuk fisik sensor suhu DS18B20
(Sumber: Arduino DS18B20 temperature sensor)

2.1.2 Sensor Ketinggian air

Pada sensor ketinggian air ini terdapat rangkaian elektronika yang digunakan untuk menunjukkan tingkat air di dalam akuarium. Rangkaian ini memiliki tiga level yaitu pada ketinggian 5 cm, 10 cm dan 15 cm seperti diilustrasikan pada gambar 2.2. Prinsip kerja sensor ini bekerja ketika arus yang mengalir menyentuh level air atau mengalami *short circuit*, sensor menunjukkan nilai data ketinggian air dengan satuan centimeter (cm).



Gambar 2.2 Bentuk fisik sensor ketinggian air

2.1.3 Sensor Turbidity (kekeruhan air)

Sensor *turbidity* (kekeruhan air) adalah salah satu alat yang berfungsi untuk mengetahui kualitas air dengan mengukur tingkat kekeruhan air. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air yang terdapat pada sensor turbidity akan diikuti oleh perubahan dari tegangan output sensor.

Pada Gambar 2.3 menunjukkan tiap kabel yang terdapat pada *sensor turbidity* memiliki 3 warna kabel yaitu kuning, merah dan putih. Tiap kabel warna mempunyai fungsi tertentu dalam penggunaannya terhadap Arduino. Pada kabel

kuning (GND) dihubungkan ke pin *Ground*, kabel merah (VCC) dihubungkan ke sumber tegangan 5V (pin 5V) dan kabel putih (OUT) dapat dihubungkan ke pin Analog [1]. Prinsip kerja sensor ini menunjukkan data dari sensor berupa nilai kekeruhan air dengan satuan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU).



Gambar 2.3 Bentuk fisik sensor kekeruhan air
(Sumber: http://followtheart.info/kareff-Mon_5_19.html)

2.2 Visible Light Communication (VLC)

Visible Light Communication (VLC) adalah sistem komunikasi untuk pengiriman dan penerimaan informasi/ data menggunakan gelombang elektromagnetik pada spektrum cahaya tampak antara 400 THz (375nm) sampai 800 THz (780nm). Prinsip kerja VLC adalah teknologi cahaya tampak yang mendukung pencahayaan dan komunikasi nirkabel menggunakan LED yang diilustrasikan pada Gambar 2.4. Spektrum cahaya tampak terlihat (LED) tersebut merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik yang terlihat oleh mata manusia. Mata manusia dapat merespon panjang gelombang dari sekitar 380 nm hingga 780 nm. Dalam hal frekuensi, ini sesuai dengan sebuah band di sekitar 385-789 THz [16].



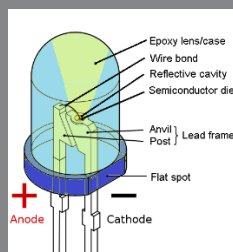
Gambar 2.4 Prinsip kerja LiFi pada *Visible Light Communication*
(Sumber: Image courtesy of Boston University)

Underwater Visible Light Communication merupakan sistem komunikasi cahaya tampak di bawah air dimana informasi yang dikirimkan dan diterima dapat berinteraksi dalam jarak pendek ataupun jarak jauh dengan mempertimbangkan kondisi air yang berada di dalamnya. Sistem teknologi UVLC ini memanfaatkan cahaya tampak (*visible light*) sebagai media komunikasi pada sistem pemantauan kondisi akuarium untuk melihat kinerja teknologi VLC di bawah air.

2.3 Light Emitting Diode (LED)

Light Emitting Diode atau yang sering disebut dengan LED merupakan perangkat semikonduktor (jenis diode) yang dapat memancarkan cahaya dengan memiliki dua kutub arus yaitu anoda dan katoda [11]. Dan dapat diartikan sebagai diode yang hanya mengalirkan arus listrik ketika tegangan positif dihubungkan ke kaki yang disebut anode dan tegangan negatif dihubungkan ke kaki yang dinamakan katode [2]. LED ini juga dikenal sebagai istilah Dioda Pemancar Cahaya yang akan mengeluarkan cahaya bila diberi tegangan 1,8 V dengan arus 1,5mA. Dimana LED tersebut terbuat dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan listrik rendah (sekitar 1,8 Volt DC) [13]. Dalam menggunakan LED sebaiknya kita memerlukan resistor sebagai penghambat arus berlebih yang mengalir pada LED, jika tidak LED tersebut lama-kelamaan akan terbakar [11]. Pada proyek arduino dengan tegangan output pin Arduino 5 V, sangat disarankan LED harus diberikan tahanan pembatas (resistor) dan tidak bisa langsung dihubungkan ke pin Arduino dikarenakan agar tidak merusak LED [13].

Struktur dasar LED dapat diamati pada Gambar 2.5. Untuk melihat polaritas LED, ciri-ciri pada kaki anoda lebih panjang dan memiliki *lead frame* yang lebih kecil dibanding kaki katoda.



Gambar 2.5 Struktur Dasar LED
(Sumber: <https://buddyantra.in/passive-non-linear-components>)

LED juga merupakan dioda yang dirancang untuk melepaskan sejumlah banyak foton, yang dapat mengeluarkan cahaya yang tampak oleh mata. Pada dasarnya LED mempunyai beberapa keunggulan yaitu LED tidak memiliki filamen yang terbakar, LED tidak memerlukan gas untuk menghasilkan cahaya, sehingga dalam hal pemakaian LED dapat bertahan jauh dibanding lampu lainnya seperti lampu pijar konvensional. Dalam hal efisiensi, LED juga hanya sedikit menghasilkan panas, sehingga porsi terbesar dari energi listrik yang ada digunakan untuk menghasilkan cahaya. Tidak seperti lampu pijar konvensional yang proses produksi cahayanya

menghasilkan panas yang tinggi karena filamen lampu harus dipanaskan [12].



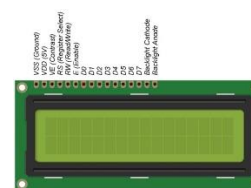
Gambar 2.6 LED SMD di dalam lampu LED untuk penerangan
(Sumber: <http://www.nulis-ilmu.com/prinsip-kerja-led>)

2.4 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan sebuah peralatan elektronik yang fungsinya untuk menampilkan nilai yang dihasilkan sensor/ *output* sebuah sistem, salah satunya adalah menampilkan teks yang terdiri dari berbagai karakter. LCD dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit.

Dalam kehidupan sehari-hari, sering kita melihat LCD telah banyak digunakan di berbagai perangkat elektronik misalnya pada kalkulator, jam digital, televisi maupun pada layar komputer atau laptop. Ada bermacam-macam jenis LCD jika dilihat dari baris dan kolomnya, antara lain 8x2, 16x2, 20x2, 20x4 dan sebagainya. Dalam membuat kode program untuk aplikasi yang menggunakan LCD, terlebih dahulu kita harus memahami datasheet nya seperti berapa jumlah baris dan kolomnya, apakah mendukung library dan kompatibel dengan Arduino, serta mengetahui terminal pin dari LCD tersebut [13]. Secara garis besar, ada dua jenis LCD yaitu LCD teks dan LCD grafik. LCD teks berfungsi untuk menampilkan teks atau simbol-simbol tertentu dan LCD grafik berfungsi untuk menampilkan gambar [2].

Pada Gambar 2.7 merupakan bentuk fisik dari *Liquid Crystal Display* 16x2. LCD 16x2 ini disebut sebagai display yang terbuat dari bahan cairan Kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. LCD 16x2 artinya dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter [8].

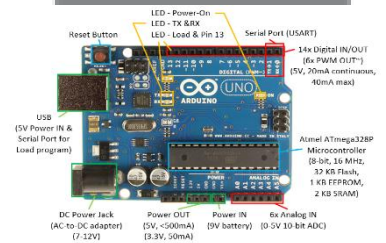


Gambar 2.7 Bentuk fisik *Liquid Crystal Display*
(Sumber: <https://avrgeeks.com/16x2-lcd-interfacing-atmega16>)

2.5 Mikrokontroler

Di zaman era teknologi, mikrokontroler telah banyak dikenal dan ditemui pada perangkat elektronik modern seperti *keyboard computer*, televisi, radio, telepon digital, robot, kamera, mesin cuci, peralatan medis, kulkas, printer, *scanner*, CD/DVD *player*, mesin ATM, modem, *router* dan lain-lain [8]. Pada prinsipnya, mikrokontroler atau yang dinamakan pengontrol tertanam (*embedded controller*) adalah sebuah komputer berukuran kecil yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan, melakukan hal-hal yang bersifat berulang, dan dapat berinteraksi dengan peranti-peranti eksternal. Arduino adalah jenis suatu papan (*board*) yang berisi mikrokontroler atau bisa disebut sebagai papan mikrokontroler. Salah satu papan arduino yang terkenal adalah Arduino Uno [2].

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega 328 yang memiliki 14 pin digital input/ output (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin analog, *clock speed* 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header ICSP*, dan tombol reset [12]. Mikrokontroler 8-bit berarti bahwa mikrokontroler tersebut dapat menangani data 8-bit per waktu [2]. Untuk mengenal bagian-bagian Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.8. Pin-pin tersebut yang dimiliki papan mikrokontroler ini dapat berkomunikasi dengan peralatan lain. Dimana Arduino tersebut dapat diprogram menjadi mikrokontroler serbaguna. Program di Arduino biasa dinamakan *sketch*. *Sketch* merupakan intruksi yang akan membuat Arduino dapat melaksanakan tugas sesuai dengan intruksi yang diberikan pengguna [2].



Gambar 2.8 Bagian-bagian Arduino Uno

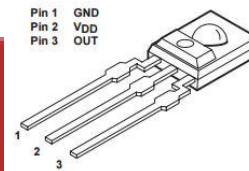
(Sumber:

<http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/arduino/Arduino.html>

2.6 Light-to-Voltage Sensor TSL251

TSL 251 adalah sensor cahaya yang menggabungkan photodiode dan penguat transimpedansi pada IC monolitik tunggal. Tegangan output yang dimiliki TSL 251 berbanding lurus dengan intensitas cahaya pada photodiode. Perangkat ini juga menggunakan teknologi LinCMOS silikon-gerbang Texas Instruments yang menyediakan penguat *offset*-tegangan stabilitas yang ditingkatkan dan konsumsi daya yang rendah. LinCMOS merupakan sebuah merek dagang dari

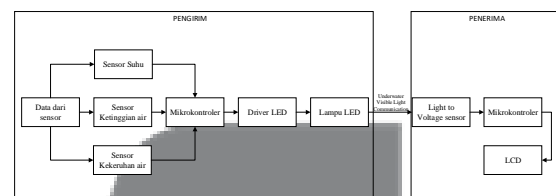
Texas Instruments. Pada chip TSL 251 ini memiliki 3 kaki yang terbuat dari plastik bening yang terdiri dari Ground (GND), Vdd (biasa dicatu 5volt), dan Output (OUT) dapat diamati pada Gambar 2.9. Dimana area aktif yang dialami photodiode tersebut berada pada 0,5 mm² (0.00078 in²) [14].



Gambar 2.9 Light-to-Voltage Optical Sensors (Sumber: Datasheet TSL251)

3. Perancangan Sistem

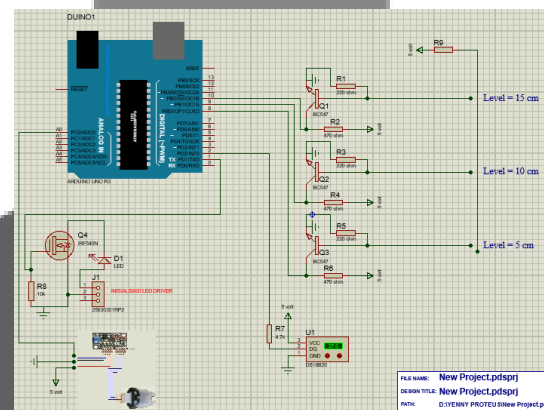
3.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

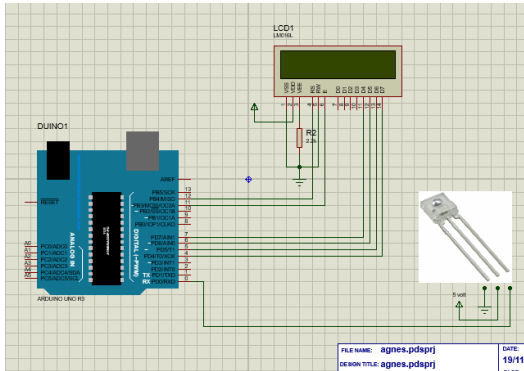
3.2 Perancangan Sistem

3.2.1 Perancangan Sistem Transmitter



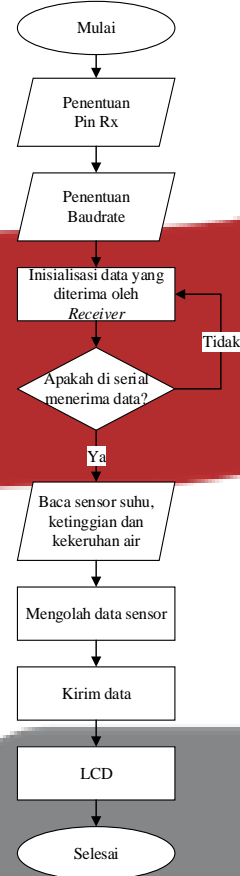
Gambar 3.3 Perancangan Sistem Transmitter

3.2.2 Perancangan Sistem Receiver



Gambar 3.4 Perancangan Sistem Receiver

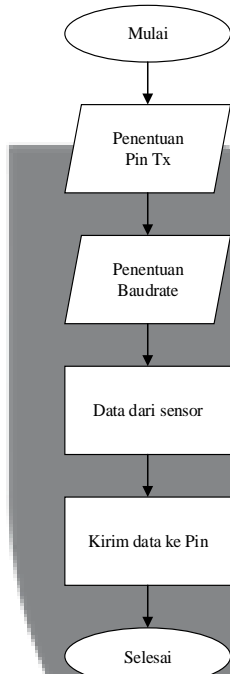
b. Flowchart Receiver



Gambar 3.6 Flowchart Sistem Receiver

3.2.3 Flowchart Sistem Transmitter dan Receiver

a. Flowchart Transmitter



Gambar 3.5 Flowchart Sistem Transmitter

3.3 Uji Coba Sistem



Gambar 3.7 Uji coba sistem Transmitter dan Receiver

4. Hasil dan Pengujian Sistem

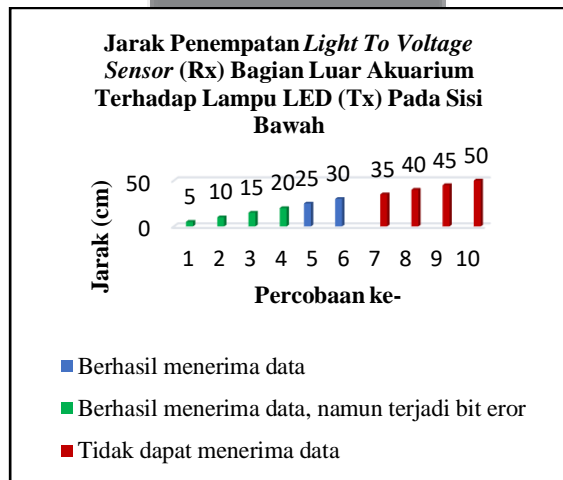
4.1 Skema Pengujian

Adapun parameter pengujian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

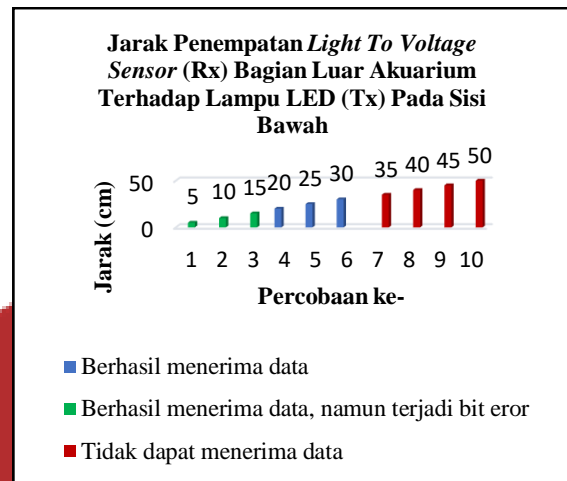
- a. Pengujian sistem *Visible Light Communication* pada saat ruangan terang dengan penempatan *Light to Voltage Sensor* di setiap sisi akuarium.
- b. Pengujian sistem *Visible Light Communication* pada saat ruangan gelap dengan penempatan *Light to Voltage Sensor* di setiap sisi akuarium.
- c. Pengujian sistem *Underwater Visible Light Communication* pada saat ruangan terang dengan penempatan *Light to Voltage Sensor* di setiap sisi akuarium.
- d. Pengujian sistem *Underwater Visible Light Communication* pada saat ruangan gelap dengan penempatan *Light to Voltage Sensor* di setiap sisi akuarium.

4.2 Pengujian Sistem *Visible Light Communication* (di Udara)

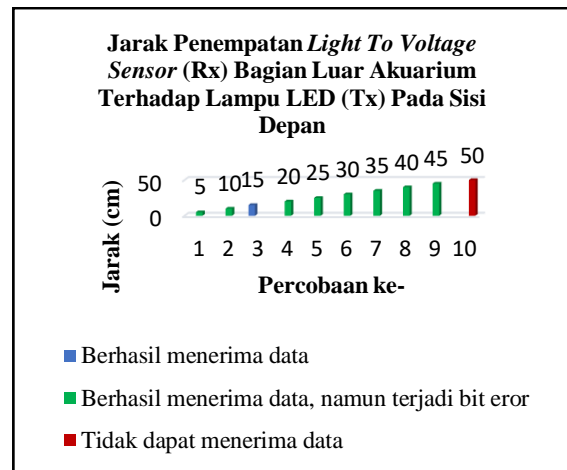
4.2.1 Pengujian Jarak *Light to Voltage Sensor* Pada Ruangan Terang dan Gelap



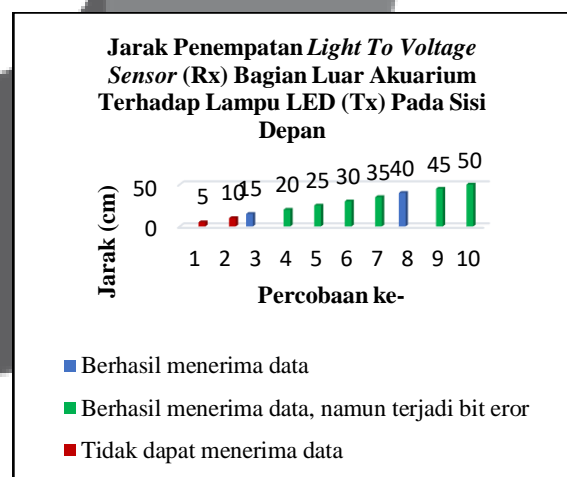
Gambar 4.2 Jarak Rx Di Sisi Bawah Akuarium Pada Ruangan Terang (VLC)



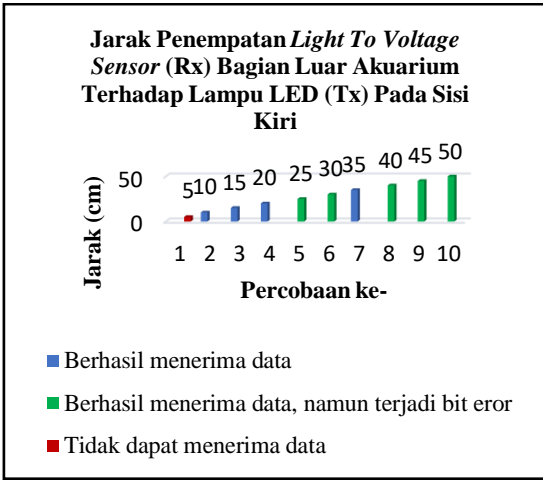
Gambar 4.3 Jarak Rx Di Sisi Bawah Akuarium Pada Ruangan Gelap (VLC)



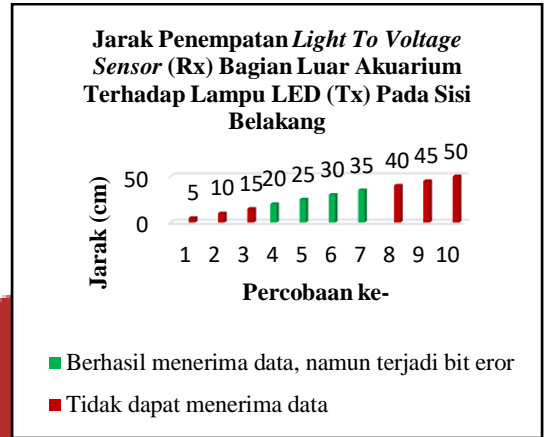
Gambar 4.4 Jarak Rx Di Sisi Depan Akuarium Pada Ruangan Terang (VLC)



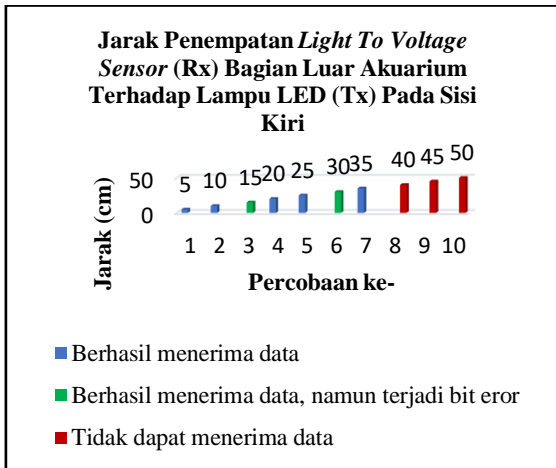
Gambar 4.5 Jarak Rx Di Sisi Depan Akuarium Pada Ruangan Gelap (VLC)



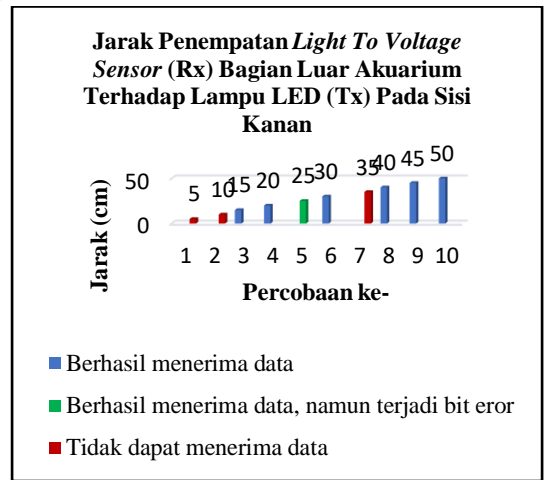
Gambar 4.6 Jarak Rx Di Sisi Kiri Aquarium Pada Ruang Terang (VLC)



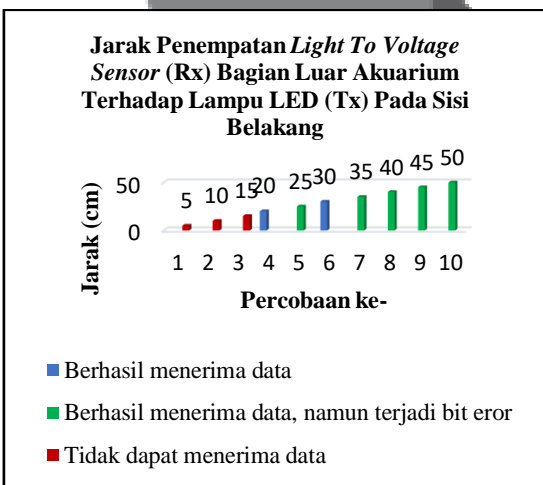
Gambar 4.9 Jarak Rx Di Sisi Belakang Aquarium Pada Ruang Gelap (VLC)



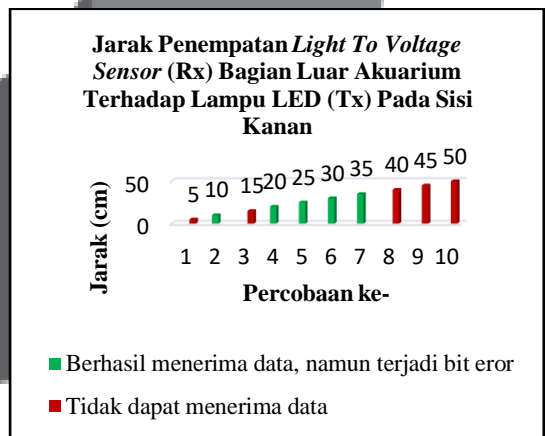
Gambar 4.7 Jarak Rx Di Sisi Kiri Aquarium Pada Ruang Gelap (VLC)



Gambar 4.10 Jarak Rx Di Sisi Kanan Aquarium Pada Ruang Terang (VLC)



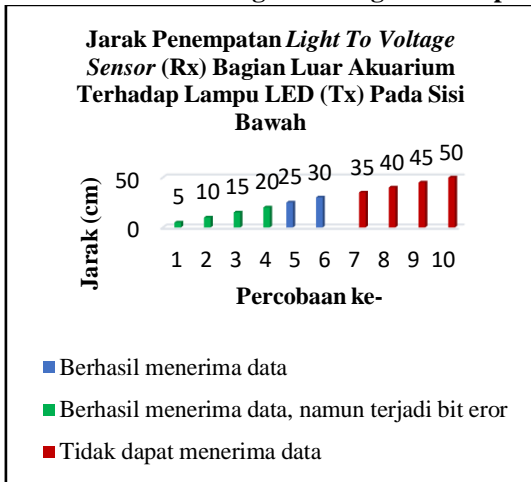
Gambar 4.8 Jarak Rx Di Sisi Belakang Aquarium Pada Ruang Terang (VLC)



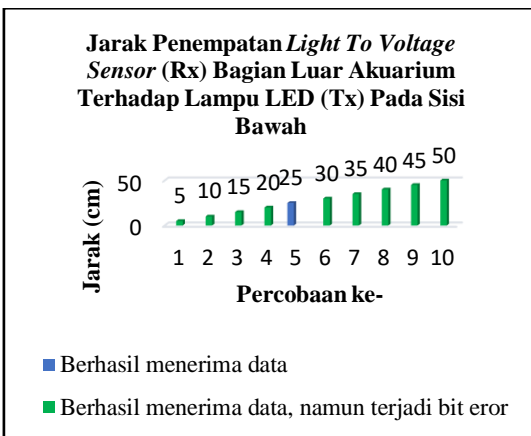
Gambar 4.11 Jarak Rx Di Sisi Kanan Aquarium Pada Ruang Gelap (VLC)

4.3 Pengujian Sistem *Underwater Visible Light Communication* (Air)

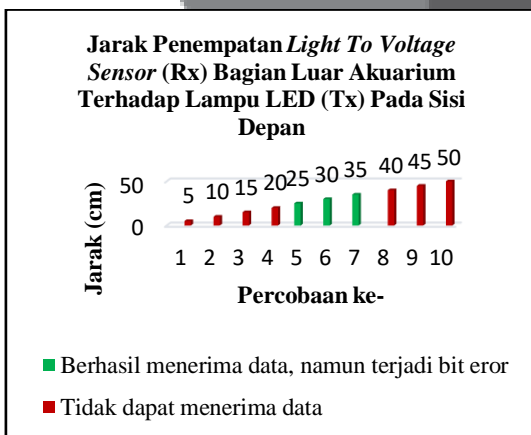
4.3.1 Pengujian Jarak *Light to Voltage Sensor* Pada Saat Ruangan Terang dan Gelap



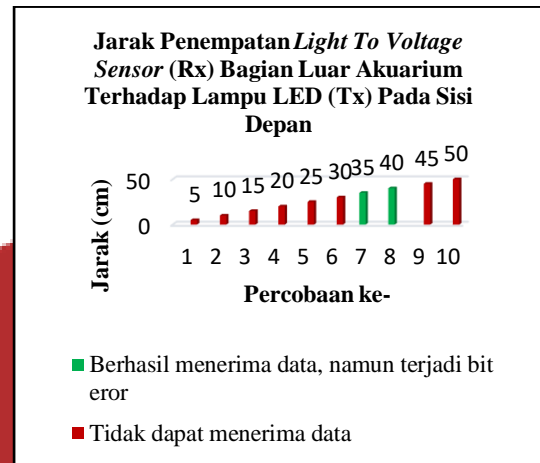
Gambar 4.13 Jarak Rx Di Sisi Bawah Aquarium Pada Ruangan Terang (UVLC)



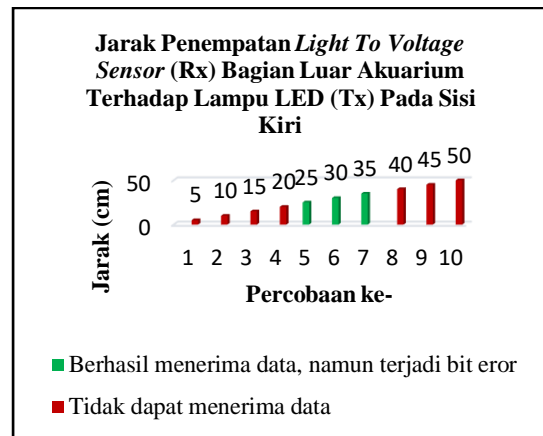
Gambar 4.14 Jarak Rx Di Sisi Bawah Aquarium Pada Ruangan Gelap (UVLC)



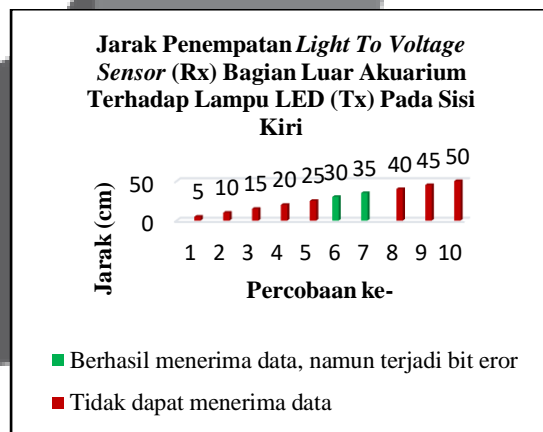
Gambar 4.15 Jarak Rx Di Sisi Depan Aquarium Pada Ruangan Terang (UVLC)



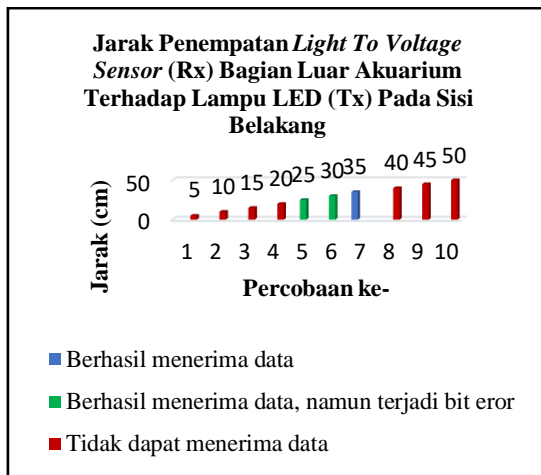
Gambar 4.16 Jarak Rx Di Sisi Depan Aquarium Pada Ruangan Gelap (UVLC)



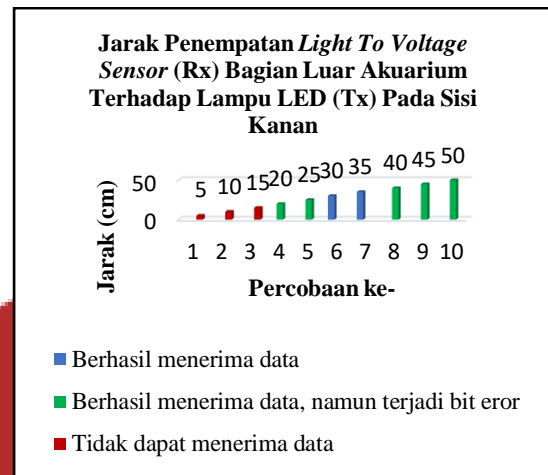
Gambar 4.17 Jarak Rx Di Sisi Kiri Aquarium Pada Ruangan Terang (UVLC)



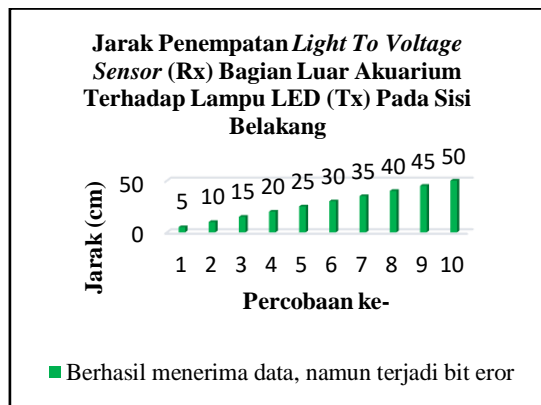
Gambar 4.18 Jarak Rx Di Sisi Kiri Aquarium Pada Ruangan Gelap (UVLC)



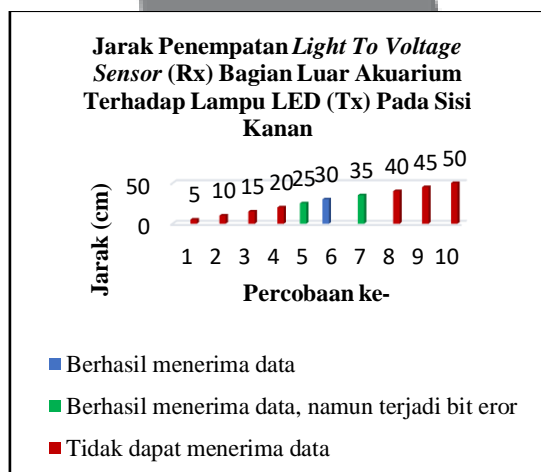
Gambar 4.19 Jarak Rx Di Sisi Belakang Akuarium Pada Ruangan Terang (UVLC)



Gambar 4.22 Jarak Rx Di Sisi Kanan Akuarium Pada Ruangan Gelap (UVLC)



Gambar 4.20 Jarak Rx Di Sisi Belakang Akuarium Pada Ruangan Gelap (UVLC)



Gambar 4.21 Jarak Rx Di Sisi Kanan Akuarium Pada Ruangan Terang (UVLC)

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian Proyek Akhir ini dapat disimpulkan data yang telah diamati dan diuji yaitu:

1. Pada perancangan alat ini membuktikan bahwa mengirimkan data sensor dari via cahaya lampu LED dan menerima data dari *light to voltage sensor* melalui media di bawah air yang meneruskan data sampai ke LCD dapat terealisasi.
2. Berdasarkan hasil pengujian pada sistem VLC dan *Underwater VLC* memiliki perbedaan perambatan cahaya pada saat ruangan terang dan gelap di setiap sisi akuarium.
3. Faktor alam juga mempengaruhi pengiriman dan penerimaan data pada uji coba sistem pemantauan kondisi akuarium.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih terdapat kekurangan dalam uji coba sistem sehingga untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dibutuhkan sebuah saran dalam pengembangan penelitian. Berikut merupakan saran dari Proyek Akhir ini yang telah dilakukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya :

1. Pada *light to voltage sensor* sebaiknya dapat dirangkai secara paralel agar memperkuat penerimaan data sensor.
2. Dibutuhkan pelindung (isolator) jalur kabel untuk melindungi sentuhan tangan dari sengatan arus dan sekaligus mempercantik penampilan desain sistem pemantauan kondisi akuarium.

3. Semoga kedepannya uji coba sistem ini tidak hanya digunakan di akuarium saja tetapi juga untuk pemantauan ekosistem di bawah laut.

Daftar Pustaka

- [1] Kadir, *Arduino dan Sensor: Tuntunan Praktis Mempelajari Penggunaan Sensor untuk Aneka Proyek Elektronika Berbasis Arduino*, I. Yogyakarta: Andi, 2018.
- [2] A. Kadir, *Buku Pintar Pemrograman Arduino: Tutorial Mudah dan Praktis Membuat Perangkat Elektronik Berbasis Arduino*. Yogyakarta: MediaKom, 2014.
- [3] A. R. Darlis, L. Lidyawati, and D. Nataliana, "Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi," *Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 13–25, 2013.
- [4] A. R. Darlis, S. R. Teli, W. A. Cahyadi, and Y. Chung, "Water Type Identification in Underwater VLC," no. December, pp. 121–122, 2016.
- [5] A. T. Caesar, R. Pramana, and S. Nugraha, "Perancangan Perangkat Penerima Komunikasi Suara Dalam Air Berbasis Visible Light Communication (VLC)," *Tek. Elektro*, no. Vlc, pp. 1–9, 2017.
- [6] D. H. Trihantoro, D. Darlis, and H. Putri, "Implementasi Visible Light Communication (VLC) Untuk Pengiriman Teks," *Semin. Nas. Teknol. Terap.*, vol. 3, no. November 2014, pp. 1–5, 2014.
- [7] F. B. Aska, D. Darlis, and Hafiddudin, "Implementasi Visible Light Communication (VLC) Untuk Pengiriman Data Digital," *eProceeding Appl. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 896–905, 2015.
- [8] H. Andrianto and A. Darmawan, *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung, 2017.
- [9] I. R. K. Yudha, T. A. Wibowo, and S. Aulia, "Sistem kontrol akuarium otomatis berbasis mikrokontroler dan sistem monitoring dengan menggunakan twitter," *D3 Tek. Telekomun.*, pp. 1–17, 2014.
- [10] J. Boyd, "Japanese Broadcaster Uses LEDs for Underwater TV Transmission," *IEEE Spectr.*, no. Juli, 2014.
- [11] M. Margolis, *Arduino Cookbook*, First Edit. United States of America: O' Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472, 2011.
- [12] M. Syahwil, *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*, Edition I. Yogyakarta: C.V Andi Offset, 2013.
- [13] M. Syahwil, *Panduan Mudah Belajar Arduino Menggunakan Simulasi Proteus*. Yogyakarta: C.V Andi Offset, 2017.
- [14] O. Amplifier, F. Components, H. Irradiance, R. Typically, and S. Operation, *TSL250, TSL251, TSL252 LIGHT-TO-VOLTAGE OPTICAL SENSORS*, no. November. 1995.
- [15] R. A. Wadu, Y. S. B. Ada, and I. U. Panggalo, "Rancang Bangun Sistem Sirkulasi Air Pada Akuarium/ Bak Ikan Air Tawar Berdasarkan Kekerusuhan Air Secara Otomatis," *J. Ilm. FLASH*, vol. 3, no. November, pp. 1–8, 2017.
- [16] S. Arnon, J. R. Barry, G. K. Karagiannidis, R. Schober, and M. Uysal, *Advanced Optical Wireless Communication Systems*. New York: United States of America by Cambridge University Press, 2012.
- [17] X. Ma, F. Yang, S. Liu, and J. Song, "Channel estimation for wideband underwater visible light communication: a compressive sensing perspective," *IEEE Int. Conf. Commun.*, vol. 26, no. January, pp. 311–321, 2018.