

## REALISASI SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR DALAM TANDON DENGAN KOMUNIKASI CAHAYA TAMPAK

### *Realization of Water Height Monitoring System in Tandons with Visible Light Communication*

Muhammad Rifki Fauzi<sup>1</sup>, Denny Darlis, S.Si., M.T.<sup>2</sup>, Aris Hartaman, S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[mrifkifauzi@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:mrifkifauzi@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[arishartaman@gmail.com](mailto:arishartaman@gmail.com)

#### Abstrak

Air merupakan kebutuhan sehari-hari yang meliputi kehidupan dalam skala kecil yaitu rumah tangga dan skala besar dalam kawan perkantoran, yang ketersediannya harus tetap terjaga. Seiring dengan perkembangan zaman, dibutuhkan suatu alat yang dapat memonitoring ketersediaan air dalam tandon penampung air. Namun, masalah yang muncul ketika pelampung pada tandon tidak diketahui, hal itu menyebabkan air dalam tandon bisa meluap ataupun kosong, dikarenakan kurangnya perangkat pengontrolan terhadap tandon tersebut, sehingga diperlukan suatu alat yang dapat menggantikan kerja pelampung pada tandon air sehingga dapat memonitoring ketinggian air secara otomatis.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Farhan Rizky Ramadhan dengan judul "Pengamatan dan Pengendalian Volume Air pada Tangki menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Modul Arduino UNO", hasil yang didapat yakni fungsi kerja dari Sensor Ultrasonik relatif baik, namun masih terdapat kekurangan karena peningkatan volume air tidak sempurna. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, belum ada penelitian yang membahas "Realisasi Sistem Monitoring Ketinggian Air Dalam Tandon dengan Komunikasi Cahaya Tampak". Oleh karena itu, pada proyek tingkat ini akan direalisasikan sistem monitoring ketinggian air untuk mengukur ketinggian air pada tandon dengan komunikasi cahaya tampak. Alat ini terdiri dari LED dan photodetector sebagai media transmisi. Sensor yang digunakan adalah Sensor Ultrasonik sebagai indikator untuk mengetahui ketinggian air. Serta LCD dan Buzzer sebagai komponen tambahan dan untuk melengkapi penelitian ini. Alat ini dirancang agar dapat melakukan monitoring secara otomatis.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem berhasil memberikan informasi data yang dikirimkan oleh sensor. Selain itu, sensor ultrasonik memiliki akurasi sebesar 98% dari data yang sebenarnya. Data yang akan diterima dengan optimal jarak maksimum adalah 45 cm.

**Kata kunci:** *Visible Light Communication, Tandon*

#### Abstract

Water is a daily necessity which includes life on a small scale, namely households and large scale in office partners, whose availability must be maintained. Along with the times, we need a tool that can monitor the availability of water in water reservoirs. However, the problem that arises when the float in the reservoir is unknown, it causes the water in the reservoir to overflow or empty, due to the lack of a control device for the reservoir, so we need a device that can replace the work of the buoy in the water reservoir so that it can monitor the water level automatically.

Based on research conducted by Farhan Rizky Ramadhan with the title "Observation and Control of Water Volume in a Tank using the Ultrasonic Sensor HC-SR04 and the Arduino UNO Module", the results obtained are that the work function of the Ultrasonic Sensor is relatively good, but there are still deficiencies due to volume increase. water is not perfect. Based on the research that has been done, there is no research that discusses "Realization of Water Level Monitoring System in Tandon with Visible Light Communication". Therefore, in this final project a water level monitoring system will be implemented to measure the water level in the reservoir with visible light communication. This tool consists of an LED and a photodetector as a transmission medium. The sensor used is an ultrasonic sensor as an indicator to determine the water level. As well as LCD and Buzzer as additional components and to complement this research. This tool is designed to be able to perform monitoring automatically.

From the results of the tests that have been done, it shows that the system succeeds in providing data information sent by the sensor. In addition, the ultrasonic sensor has an accuracy of 98% of the actual data. The maximum distance of data to be received is 45 cm

**Keyword:** *Visible Light Communication, Tandons*

## 1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan sehari – hari yang meliputi kehidupan dalam sekali kecil yaitu rumah tangga dan skala besar dalam kawasan perkantoran. Namun, masalah yang muncul ketika pelampung pada tandon penampung air tidak diketahui, hal itu dapat menyebabkan air dalam tandon bisa meluap ataupun kosong, dikarenakan kurangnya perangkat pengontrolan terhadap tandon tersebut, sehingga diperlukan suatu alat yang dapat menggantikan kerja pelampung pada tandon air sehingga dapat memonitoring ketinggian air secara otomatis.

Teknologi pengiriman data melalui cahaya tampak sepertinya menjadi salah satu solusi untuk komunikasi tanpa kabel (Wireless) saat ini. Visible Light Communication adalah sistem komunikasi yang menggunakan cahaya tampak sebagai media transmisi menggunakan komponen LED. Penggunaan teknologi VLC pada sistem monitoring ketinggian air untuk menggantikan peran kerja pelampung pada tandon air.

Pada Proyek Tingkat ini dilakukan penelitian mengenai “Realisasi Sistem Monitoring Ketinggian Air Dalam Tandon Dengan Komunikasi Cahaya Tampak”. Penerapan teknologi VLC diterapkan pada sistem penerima data dari sensor menuju LCD yang kemudian diteruskan menuju 3 indikator LED dan Buzzer sebagai output.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Visible Light Communication (VLC)

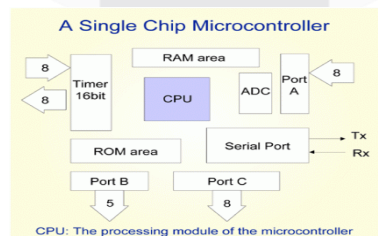
Komunikasi Cahaya Tampak atau *Visible Light Communication* adalah sebuah teknologi sistem komunikasi yang menggunakan pancaran cahaya pada LED. Pada sistem komunikasi VLC ini terdiri dari pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*). Cahaya tampak pada prinsip nya digunakan untuk keperluan penerangan, tetapi pada konsep VLC, cahaya tampak akan dimodulasi sehingga dapat membawa informasi dengan tetap menjaga fungsi awalnya yaitu untuk penerangan. Dengan begitu, energi yang digunakan akan lebih efisien karena dengan jumlah energi yang sama keperluan penerangan dan komunikasi dapat tercapai<sup>[3]</sup>.

Dari sisi lain, Cahaya tampak atau *Visible Light* adalah bentuk dimana radiasi elektronagnetik dengan spectrum yang terlihat mencakup panjang gelombang dari 375 nm sampai 780 nm, sebagaimana Gambar 2.1. Sistem Komunikasi cahaya tampak atau *Visible Light Communication (VLC)* adalah teknologi sistem komunikasi yang memanfaatkan pancaran cahaya tampak, dengan panjang gelombangnya antara 400 THz (780 nm) dan 800 THz (375 nm) dengan frekuensi sekitar  $10^{15}$  Hz.

### 2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang dapat menyimpan program didalamnya yang biasanya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), sebuah memori program yaitu RAM (*Random Access Memory*) dan ROM (*Read Only memory*), I/O tertentu dan unit pendukung di dalamnya. CPU (*Central Processing Unit*).

CPU berperan sebagai pusat pengendali mikrokontroler dan menjalankan program dari suatu memori baik ROM atau RAM. RAM digunakan untuk menyimpan data-data sementara dan hasil antara yang diciptakan dan digunakan selama mikrokontroler bekerja. Isi memory ini akan terhapus secara otomatis jika satu daya dimatikan. Sedangkan ROM adalah jenis memori yang digunakan untuk menyimpan program secara permanen yang sedang dieksekusi. Ukuran program yang ditulis tergantung pada ukuran memori. Ukuran ROM berkisar dari 512 Bytes hingga 64 Kb. Memori ROM ini dibagi lagi menjadi beberapa jenis, yaitu: EPROM (*Erasble Programmable Read Only Memory*) dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*). Mikrokontroler memiliki beberapa keluaran dan masukan (I/O), I/O bekerja sebagai penghubung antara CPU dengan alat – alat input seperti sensor atau transducer dan juga sebagai penghubung dengan alat output seperti actuator, contohnya dari sensor (masukan) dan actuator yang berfungsi untuk melakukan komunikasi dua arah<sup>[12]</sup>. Gambar 2.2 merupakan bentuk dari mikrokontroler.



Gambar 2. 1 Mikrokontroler

### 2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini di dasarkan pada prinsip dari pantulan suhu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik)<sup>[6]</sup>.

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa<sup>[6]</sup>.



Gambar 2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

### 2.4 Light Emitting Diode (LED) dan Photodiode

Komponen LED dan Photodiode adalah komponen elektronik bernama dioda, yang bermanfaat menghantar arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya<sup>[8]</sup>.

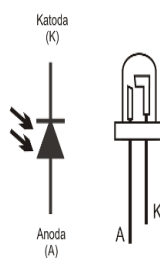
- Sebagai penyearah tegangan listrik bolak balik AC-DC
- Mengamankan rangkaian elektronika yang ditimbulkan oleh dioda
- Memancarkan cahaya monokromatik yang sering disebut dengan LED
- Sangat sensitif/kepekaan terhadap cahaya dan mengubah cahaya menjadi listrik, sehingga sering digunakan untuk sensor yang sering disebut photodiode.

Photodiode dibuat dari semikonduktor dengan bahan yang populer adalah silicon (Si) atau galium arsenida (GaAs), dan yang lain meliputi InSb, InAs, PbSe. Material ini menyerap cahaya dengan karakteristik panjang gelombang mencakup: 2500 Å - 11000 Å untuk silicon, 8000 Å – 20,000 Å untuk GaAs<sup>[4]</sup>.

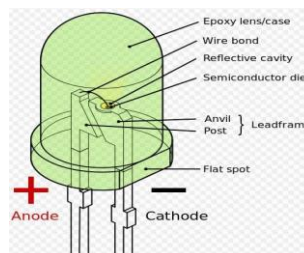
Saeful Fahrudin<sup>[10]</sup>, mengemukakan LED dibuat dari semikonduktor dengan panjang gelombang yang berbeda tergantung warna (infra merah, merah, jingga, kuning, hijau, biru dan putih) dan senyawa semikonduktor yang dipergunakan.

Dalam hal ini, sensor photodiode berfungsi sebagai pendeteksi cahaya yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Dan cahaya yang dapat dideteksi oleh komponen ini mulai dengan cahaya infra merah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X. Dan kemasan atau case dari photodiode sendiri terdiri dari sebuah lubang cahaya yang memungkinkan cahaya mengenai bagian sensitif dari photodiode. Saat photodiode terkena cahaya, maka akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistensinya akan menjadi kecil atau semakin besar cahaya yang diterima maka semakin kecil nilai resistansinya<sup>[2]</sup>.

Dengan demikian, dalam sistem komunikasi cahaya tampak, photodiode yang disimpan pada bagian penerima (*receiver*) akan dimanfaatkan sebagai penangkap gelombang cahaya tampak yang dipancarkan oleh LED yang disimpan pada bagian pemancar (*transmitter*), dan besarnya tegangan atau arus listrik yang dapat dihasilkan tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh LED itu sendiri.



Gambar 2. 4 Photodiode



Gambar 2. 3 LED

Cara kerja Gambar 2.3 adalah LED akan memancarkan cahaya ke objek dan Gambar 2.4 photodiode akan menerima cahaya yang dipantulkan oleh objek tersebut. Intensitas cahaya yang diterima oleh photodiode akan mempengaruhi nilai resistensinya. Warna merah akan memantulkan cahaya dengan intensitas yang lebih tinggi dari warna kuning dan hijau, sehingga nilai resistensinya akan berbeda.

## 2.5 Pengukuran

Pengukuran adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menentukan nilai suatu besaran dalam bentuk angka. Jadi mengukur adalah suatu proses mengaitkan angka secara empirik dan objektif pada sifat – sifat objek atau kejadian nyata sehingga angka yang diperoleh tersebut dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai objek atau kejadian yang diukur<sup>[12]</sup>.

Alat untuk mengetahui harga satuan besaran atau suatu variable. Prinsip kerja alat ukur harus dipahami agar alat ukur dapat digunakan dengan cermat dan sesuai dengan pemakaian yang telah direncanakan<sup>[12]</sup>. Contoh alat ukur untuk:

- Panjang : Meteran Kain, Penggaris, Roll Meter, Caliper
- Bobot/Massa : Timbangan Pegas, Timbangan Skala, Timbangan Balance
- Suhu : Termometer
- Waktu : Jam Tangan, Stopwatch

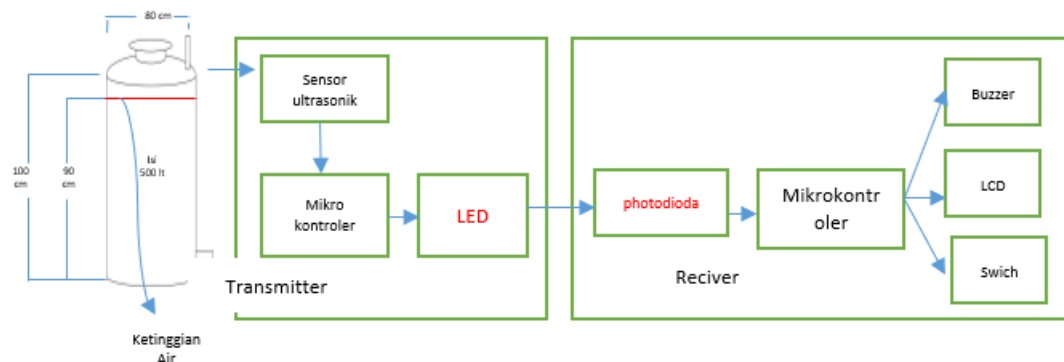
Instrumen adalah Alat Ukur yang mempunyai sifat kompleks, yang minimal terdiri atas komponen;

- Transducer atau Sensor atau Elemen Pengindera.
- Pengkodisi Sinyal: Amplifier, Peredam, dan Penyaring.
- Unit Keluaran Analog (Skala Jarum) atau Peraga Digital atau Monitor.

Sensor digunakan untuk menangkap adanya perubahan sinyal dan berhubungan secara langsung dengan objek yang terukur, Pengkodisi Sinyal untuk merubah nilai kekuatan sinyal yang ditangkap, Monitor sebagai petunjuk pengukuran atau sinyal yang diperoleh<sup>[12]</sup>.

## 3. Perancangan Sistem

### 3.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 3. 1 Sistem Blok Diagram Transmitter dan Receiver

Prinsip kerja dari bagian *transmitter* adalah sensor ultrasonik (yang disimpan di atas tandon) membaca bagian atas air (bukan dasar air). Ketika air hampir penuh, sensor ultrasonik ini mendeteksi bahwa ketinggian air sesuai dengan yang diatur, maka sensor ultrasonik ini mengirim data ke mikrokontroler untuk diproses, dan setelah itu mikrokontroler melalui media transmisi LED mengirim data ke bagian *receiver*, dan diterima oleh photodiode yang selanjutnya diproses oleh mikrokontroler untuk diproses. Setelah itu mikrokontroler menggerakkan *output* yaitu tampilan data jarak, 3 indikator LED dan Buzzer.

### 3.2 Tahapan Perancangan

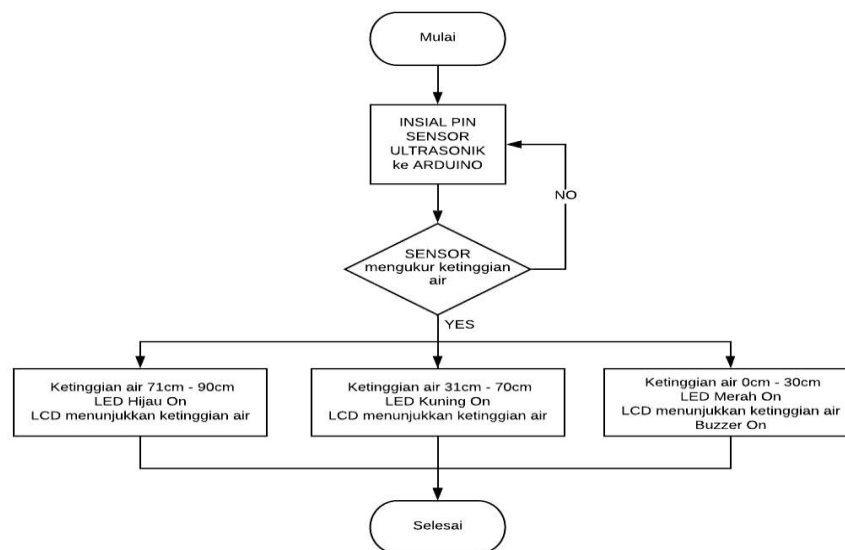
Proses perancangan sistem monitoring ketinggian air dapat digambar sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Flowchart Alur Perancangan Sistem

### 3.3 Diagram Alir Pengerjaan Sistem

Berikut ini merupakan gambar flowchart sistem monitoring ketinggian air dalam tandon dengan komunikasi cahaya tampak:



Gambar 3. 3 Flowchart Alur Sistem

### 3.4 Kebutuhan Perangkat

#### 3.4.1 Perangkat Keras

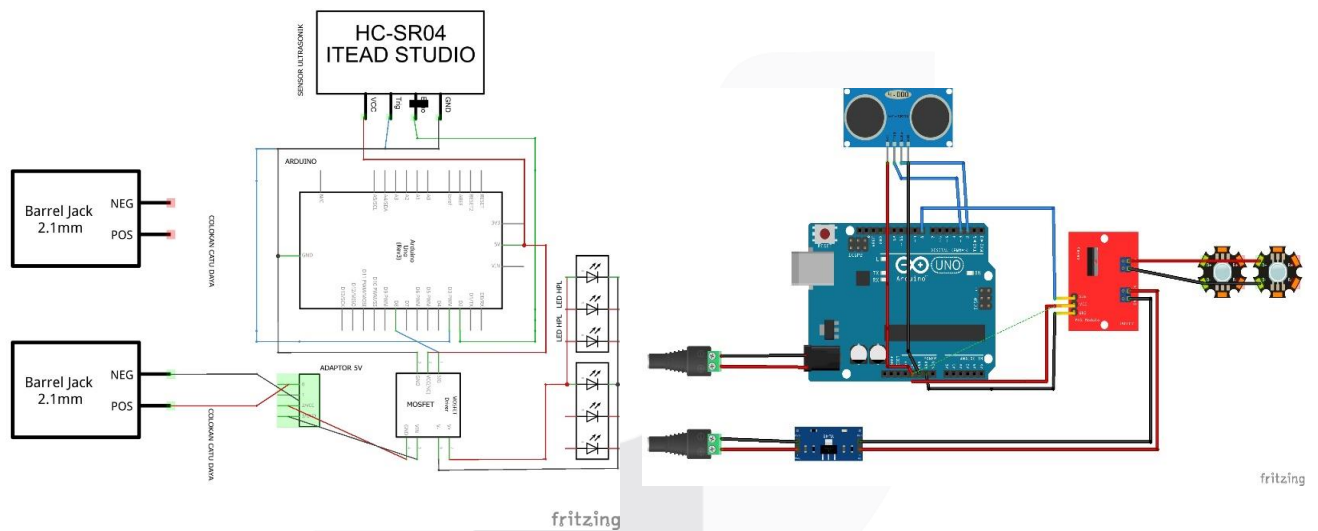
Perangkat keras yang digunakan adalah :

1. Arduino UNO  
Digunakan sebagai inti dari alat yang berbentuk seperti *computer* berukuran mikro.
2. Photodiode  
Dirangkai sesuai ketentuan, dimana sebelah kiri dipasang pada ground, kaki tengah pada VCC, dan kaki kanan menuju output.
3. LCD  
Digunakan sebagai tampilan data ketinggian air. Kaki SDA dan SCL LCD dihubungkan pada pin A4 dan A5 pada Arduino Uno. LCD diberi catu daya sebesar 5 volt yang berasal dari Arduino dan terhubung pada VCC, serta terhubung ground pada pin GND.
4. Buzzer  
Digunakan sebagai alarm penanda ketinggian air sudah pada level maksimal. Kaki output pada Buzzer duhubungkan dengan pin 5 pada Arduino Uno serta ground terhubung dengan pin GND.

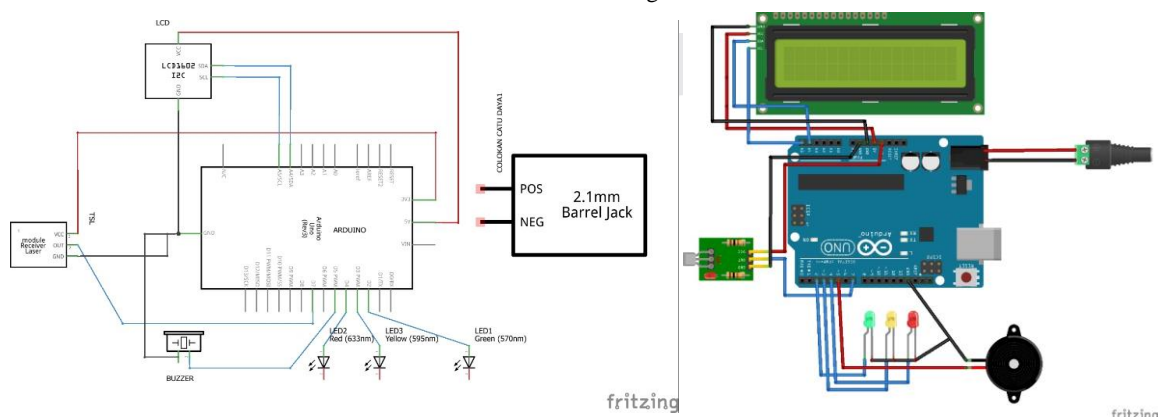
#### 3.4.2 Perangkat Lunak

1. Arduino IDE  
Digunakan untuk pembuatan program dan menyimpan program pada Arduino board.
2. Fritzing  
Digunakan untuk pembuatan rangkaian dari setiap komponen.

### 3.5 Perancangan



Gambar 3. 4 Desain Rangkaian Transmitter

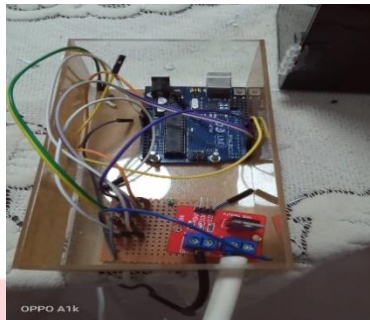


Gambar 3. 5 Desain Rangkaian Receiver

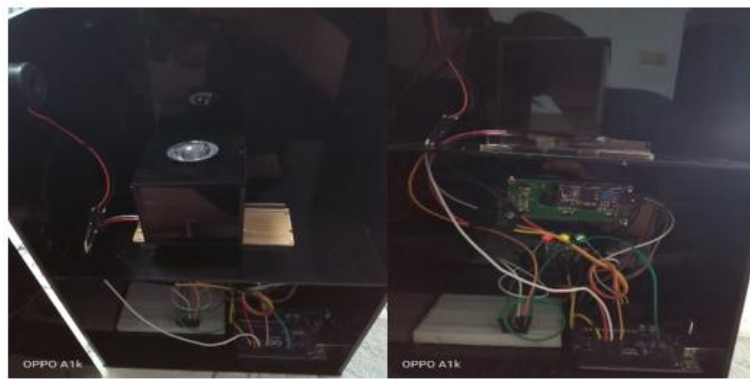
#### 4. Hasil dan Pengujian

##### 4.1 Hasil Perangkat

Hasil perangkat merupakan bentuk keseluruhan dari perancangan pada Proyek Tingkat ini. Perangkat terdiri dari beberapa komponen. Berikut adalah hasil dari perangkat yang sudah dirancang.



Gambar 4. 1 Peracngkat Transmitter



Gambar 4. 2 Perangkat Receiver



Gambar 4. 3 Perangkat Keseluruhan

#### 4.2 Pengujian Berdasarkan Jarak

##### 4.2.1 Hasil Pengujian Berdasarkan Jarak VLC

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah dengan jarak tertentu data yang dikirimkan dari sensor dapat terkirim secara utuh hingga ke sisi penerima, dengan cara mengirimkan data dari sisi pengirim hingga penerima (photodiode) dan dilakukan pengecekan pada sisi penerima dengan kondisi pengujian pada siang hari.

Tabel 4. 1 Pengujian Penerimaan Data Sensor pada Siang Hari

JARAK	SIANG HARI	
	Terkirim	Tidak Terkirim
10 cm	✓	-

20 cm	✓	-
30 cm	✓	-
40 cm	✓	-
50 cm	-	✓
60 cm	-	✓
70 cm	-	✓
80 cm	-	✓

Pada Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian terhadap penerimaan data sensor pada kondisi Siang Hari. Dapat disimpulkan bahwa semua jenis sensor yang diletakan di atas tandon dapat mengirimkan data informasi yang dikirimkan dari sisi penerima sejauh 40cm.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah dengan jarak tertentu data yang dikirimkan dari sensor dapat terkirim secara utuh hingga ke sisi penerima, dengan cara mengirimkan data dari sisi pengirim hingga penerima (photodiode) dan dilakukan pengecekan pada sisi penerima dengan kondisi pengujian pada malam hari

Tabel 4. 2 Pengujian Penerimaan Data Sensor pada Malam Hari

JARAK	MALAM HARI	
	Terkirim	Tidak Terkirim
10 cm	✓	-
20 cm	✓	-
30 cm	✓	-
40 cm	✓	-
50 cm	✓	-
60 cm	✓	-
70 cm	✓	-
80 cm	-	✓

Pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian terhadap penerimaan data sensor pada kondisi Malam Hari. Dapat disimpulkan bahwa semua jenis sensor yang diletakan di atas tandon dapat mengirimkan data informasi yang dikirimkan dari sisi penerima sejauh 70cm

#### 4.2.2 Hasil Pengujian Implementasi Sensor Ultrasonik

Tabel 4. 3 Pengukuran Sistem Monitoring Ketinggian Air

No	Jarak (Cm)	Percobaan 1 (LCD)	Percobaan 2 (LCD)	LED	BUZZER
1	90	90,09	90,01	Hijau (on )	Off
2	80	80,43	80,75	Hijau (on )	Off
3	71	71,68	71,84	Hijau (on)	Off



4	70	70,09	70,04	Kuning (on)	Off
5	60	60,14	60,10	Kuning (on)	Off
6	50	50,00	50,99	Kuning (on)	Off
7	40	40,05	40,23	Kuning (on)	Off
8	31	31,04	31,72	Kuning (on)	Off
9	30	30,60	30,94	Merah (On)	On
10	20	20,47	20,63	Merah (On)	On
11	10	10,22	10,54	Merah (On)	On

Pada Tabel 4.3 ini, menunjukkan bahwa dalam hasil pengujian terhadap sensitivitas penerimaan data sensor ultrasonik HC-SR04 dapat disimpulkan, terdapat tingkat kesalahan secara rata-rata adalah 0.17 cm pada hasil pengujian.

Sedangkan pada Tabel 4.3 diatas, menunjukkan bahwa dalam hasil pengujian sistem dengan indikator LED, dan Buzzer dapat disimpulkan:

1. Untuk Indikator Led warna merah, masih terdapat tingkat kesalahan antara 0,09-0,01 cm dari nilai 90 yang diharapkan
2. Untuk indikator Led warna kuning, masih terdapat tingkat kesalahan antara 0,43-0,75 cm dari nilai 70 yang diharapkan.
3. Untuk indikator Led warna merah, masih terdapat tingkat kesalahan antara 0,6-0,94 cm dari nilai 30 yang diharapkan dan Buzzer berbunyi.

Hal ini terjadi karena gangguan dari tekanan air dari pompa yang mengakibatkan permukaan air naik turun dan pengaruh sinar luar.

#### 4.2.3 Hasil Pengukuran LUX

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran LUX meter

Keterangan	Sudut		
	50 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	130 <sup>0</sup>
10 cm	226 lux	157 lux	174 lux
20 cm	553 lux	392 lux	703 lux
30 cm	674 lux	410 lux	715 lux
40 cm	551 lux	392 lux	645 lux

Tabel 4.4 diatas merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya LED menggunakan aplikasi LUX meter berdasarkan juruk dan sudut. Dari table tersebut dapat diketahui besaran LUX yang dipancarkan oleh cahaya LED ketika mentransmisikan sinyal informasi.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada Proyek Tingkat ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem dapat mengirimkan data dan diterima baik oleh penerima dengan jarak antara LED pengirim dan Photodiode penerima pada saat kondisi siang hari dengan jarak maksimum 45cm dan pada saat kondisi malam hari dengan jarak maksimum 70cm.
2. Pembacaan ketinggian air pada tandon dengan komunikasi cahaya tampak, menghasilkan tingkat kesalahan 0,17cm pada posisi jarak antara LED dengan Photodiode 45 cm. Kesalahan ini, diperkirakan karena gangguan dari tekanan air mesin pompa yang mengakibatkan permukaan air naik turun.
3. Mengimplementasikan sistem alat yang dapat digunakan untuk memonitoring ketinggian air pada tandon dengan menggunakan Sensor Ultrasonik berbasis VLC telah dilakukan, dengan rangkaian pengendalian dapat bekerja dengan baik pada posisi sekitar 30-90 cm.

## 5.2 Saran

Saran pada Proyek Tingkat ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan sebuah aplikasi pada handphone untuk memudahkan dalam melakukan monitoring.
2. Mengembangkan rangkaian control yang mampu mematikan pompa secara otomatis.

## Reference

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia, Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi Pasal 1, Lembaran Negara Republik Indonesia, 1999 Nomor 154.
- [2] B. Ii and T. Pustaka, "Sensor Photodiode", halaman. 4-23, 2013
- [3] Syafira, Nanda Widya, Denny Darlis, and Arsyad Ramadhan Darlis. "Perancangan Dan Implementasi Underwater Visible Light Communication (UVLC) Untuk Pengiriman Data Digital Menggunakan Filter Warna." *eProceedings of Applied Science* 5.1 (2019).
- [4] Farhan, Muhammad, Denny Darlis, and Arsyad Ramadhan Darlis. "Perancangan Dan Implementasi Komunikasi Suara Pada Sistem Bi-directional Underwater Visible Light Communication Menggunakan Led Biru." *eProceedings of Applied Science* 4.3 (2018).
- [5] D. Yulian, D. Darlis, S. Aulia, F. et al. "Perancangan Dan Implementasi Perangkat Visible Light Communication Sebagai Transceiver", halaman. 196–206, 2016.
- [6] Abdillah, Muhammad Izzan, Denny Darlis, and Rizki Ardianto Priramadhi. "Perancangan dan Implementasi Perangkat Pengukur Jarak dengan Sistem VLC pada Sepeda Motor untuk Komunikasi antar kendaraan." *eProceedings of Applied Science* 5.1 (2019).
- [7] Farhan Rizky Ramadhan, Muhammad Difa Ramadhan dan Muhammad Yusuf Indradewa. "Pengamatan dan Pengendalian Volume Air pada Tangki Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Modul Arduino UNO". Teknik Fisika, Universitas Nasional, 2019.
- [8] Muhammad Fauzi Ashari "Perancangan Dan Implementasi Sistem Penerimaan Data Sensor Pada Smart Home Menggunakan Teknologi Hybrid Visible Light Communication"., Halaman 19, Universitas Telkom, 2020
- [9] Pelawi, Servinta Damayanti Br, and Saiful Manan. "Sistem Monitoring Volume Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Monitoring Output Volume Air Menggunakan Flow Meter Berbasis Arduino." *Gema Teknologi* 19.2 (2017): 6-9.
- [10] Saeful Fahrudin, makalah elektronika, Politeknik Indonusa Surakarta, 2018
- [11] Wicaksono, Rangga Dwi, Suci Aulia, dan Dadan Nur Ramadan. "Sistem Penjaga Suhu Dan Volume Air Pada Bak Mandi Berbasis Mikrokontroler." *eProceedings of Applied Science* 4.3 (2018).
- [12] Sulistiadji, Koes, and Joko Pitoyo. "Alat Ukur dan Instrumen Ukur." *Serpong: BBP Mektan* (2009).