

Mengirim Data Berupa Video Melalui Cahaya Tampak (*Visible Light Communication*) Berbasis Arduino Uno

1st Prajna Deshanta Ibnugraha

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

prajna@tass.telkomuniversity.ac.id

2nd Mia Rosmiati

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mia@tass.telkomuniversity.ac.id

3rd La Ode Badarudin Ramadan

Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

laodebadarudin@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak— *Visible Light communication merupakan media komunikasi yang menggunakan cahaya sebagai media transmisinya. Dengan media ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam pengiriman informasi dengan kapasitas yang lebih besar dan waktu yang relatif singkat. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian Visible light Communication yang menggunakan cahaya tampak menjadi media komunikasi agar dapat mengirimkan data berupa video. Sistem komunikasi ini menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler yang berfungsi untuk melakukan pengolahan data, dengan menggunakan Light Emitting Diode (LED) sebagai komponen utama dalam rangkaian Transmitter dan Photodiode sebagai rangkaian utama Receiver, berdasarkan pengujian yang telah dilakukan sistem ini mampu mengirimkan video dengan kapasitas maksimal 1,36 MB dengan jarak maksimal 8 cm pada kondisi terang.*
Kata kunci: *Visible Light Communication , Transmitter, Receiver, LED, Photodiode.*

I. PENDAHULUAN

Teknologi selalu mengikuti perkembangan zaman yang sangat pesat, begitu juga dengan teknologi dalam bidang komunikasi transmisi suatu informasi. Salah satu teknologi dalam bidang komunikasi yang sedang dikembangkan adalah Visible Light Communication (VLC), komunikasi VLC menggunakan lampu yang menjadi alat utama dalam komunikasi. Dengan menggunakan Light Emitting Diode (LED) sebagai komponen utamanya. VLC adalah sistem komunikasi cahaya tampak yang menjadikan LED sebagai media utama dalam mengirimkan sebuah data.[1]

Visible Light Communication (VLC) menjadi inovasi yang sangat efisien dalam pengiriman dan penerimaan sebuah data. Teknologi seperti ini dapat melakukan pengiriman dan penerimaan data dengan hanya menghidupkan LED. Dengan adanya VLC dapat memudahkan dalam mengirim data. Karena kecepatan mengirim data melalui VLC memiliki kecepatan transfer data yang stabil.[2]

Dengan kelebihan sistem VLC maka akan dilakukan sebuah penelitian yang akan mengirimkan data berupa video yang akan dianalisa performansi dari VLC tersebut. Sistem ini akan menggunakan LED sebagai transmitter dan receiver sistem VLC tersebut.

Permasalahan pada penelitian ini berdasarkan pada latar belakang pengiriman data dalam bidang komunikasi data sistem VLC dengan menggunakan LED dan berbasis Arduino uno dengan membangun *transmitter* dan *receiver*

pada sistem VLC dan mengukur jarak dan kapasitas data yang dikirimkan oleh *transmitter* menuju *receiver* menggunakan rx dan tx pada Arduino uno. Dengan menggunakan sistem VLC untuk komunikasi data, LED tidak hanya digunakan untuk penerangan tetapi dapat menjadi komponen utama dalam pengiriman data. LED diharapkan dapat mengirimkan data berupa video dan juga memiliki reabilitas yang baik dalam mengirimkan data video pada sistem VLC.

II. PENELITIAN TERDAHULU DAN DASAR TEORI

Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan penelitian sebelumnya pengiriman data menggunakan cahaya tampak (*Visible Light Communication*) telah banyak yang mengembangkan. Pengembangan ini dapat menjadikan sistem VLC menjadi media komunikasi data yang efisien dimasa depan, sistem VLC dapat menjadi media komunikasi data yang dapat mengirimkan data dan juga menerima suatu data menggunakan spektrum cahaya dan harus menggunakan sumber cahaya yang memiliki intensitas cahaya minimal 60 lx .[1] Sistem VLC juga dapat mengirimkan data berupa text panjang dan juga gambar yang memiliki ekstensi jpg,png, dan gif melalui transmitter dan receiver menerima data tersebut.[8]

B. Dasar Teori

1. LED

LED merupakan dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat sebuah arus maju (forward bias). LED hanya dapat mengalirkan arus listrik satu arah saja. LED akan dapat memancarkan cahaya apabila diberikan tegangan listrik.[5]

2. Photodiode

Photodiode merupakan sensor yang sangat peka terhadap cahaya, sensor photodiode akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik forward.[6]

3. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board yang menggunakan dasar ATmega328 . digital input/ output yang dimana memiliki 14 digital input/output, 6 input analog, 16 MHz osilator, koneksi USB, jack tombol reset. Pin-pin ini

semua mendukung kerja mikrokontroler yang hanya terhubung dengan kabel USB dan dapat juga dialirkan daya AC-DC atau baterai untuk mengaktifkannya.[7]

4. Transistor

Transistor adalah sebuah komponen elektronika yang menjadi dasar dari gerbang logika yang dapat berfungsi sebagai saklar dan juga penguat arus.

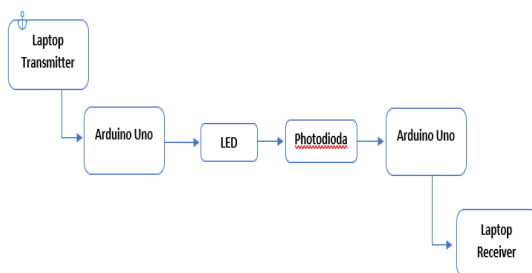
5. Resistor

Resistor adalah sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk menghambat arus listrik, pengurang nilai arus listrik, pembagi tegangan, dan pengurang nilai suatu tegangan. Resistor memiliki 10 kode warna pada komponen nya dimana semua warna pada resistor memiliki nilai yang berbeda-beda.

III. METODE

A. Gambaran Sistem Saat Ini

Sistem saat ini telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya, dengan menggunakan pengiriman data menggunakan media cahaya atau yang dikenal sebagai Visible Light Communication. Dengan menggunakan Arduino Uno sebagai komponen yang dapat menghubungkan modul Transmitter dan Receiver pada rangkaian Visible Light Communication. Tetapi, peneliti sebelumnya belum bisa mengirimkan data berupa video hanya dapat mengirimkan data suara dan juga gambar.



Gambar 1 : Gambaran Sistem Saat Ini

Dari blok diagram pada gambar 1 laptop transmitter terhubung ke rangkaian transmitter menggunakan Arduino uno melalui kabel serial dan laptop receiver terhubung ke rangkaian receiver menggunakan Arduino uno melalui kabel serial.

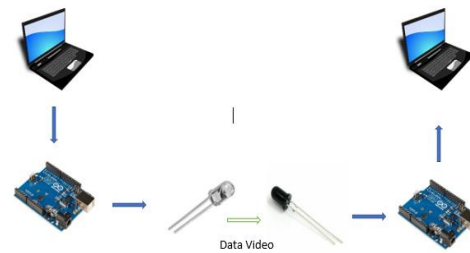
1. Cara Kerja Sistem

Cara kerjanya adalah laptop transmitter mengirimkan data kemudian diterima oleh Arduino dan LED sebagai media yang mengirim data, kemudian photodiode menerima data yang telah LED kirim meneruskan ke laptop receiver.

B. Gambaran Sistem Usulan

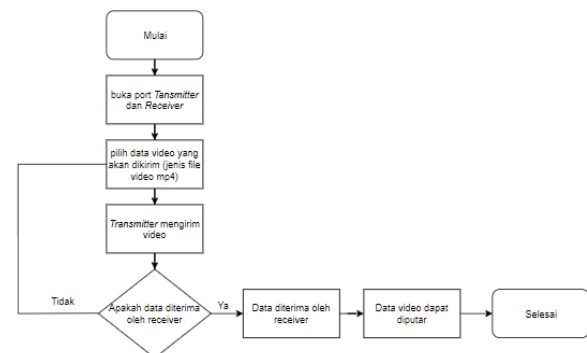
Sistem pada proyek akhir ini adalah dengan menggunakan LED sebagai Transmitter, Photodiode sebagai Receiver, dan juga Arduino yang menjadi media yang menghubungkan Transmitter dan Receiver. Transmitter akan memiliki fungsi untuk mengirimkan data berupa video yang langsung akan diterima oleh receiver. Cara kerjanya adalah

transmitter akan memberikan sinyal untuk mengirimkan data berupa video melalui cahaya LED yang akan ditangkap langsung oleh Receiver sebagai media yang menerima data tersebut.



Gambar 2 : Gambaran Sistem Usulan

Pada gambar 3.2 laptop transmitter terhubung ke rangkaian transmitter menggunakan kabel serial pada Arduino uno dan laptop receiver terhubung menggunakan kabel serial pada Arduino uno. Transmitter akan mengirimkan data video yang diubah menjadi sinyal digital melalui LED dan receiver akan menangkap sinyal digital yang dikirim oleh Transmitter.



Gambar 3 : Cara Kerja Sistem

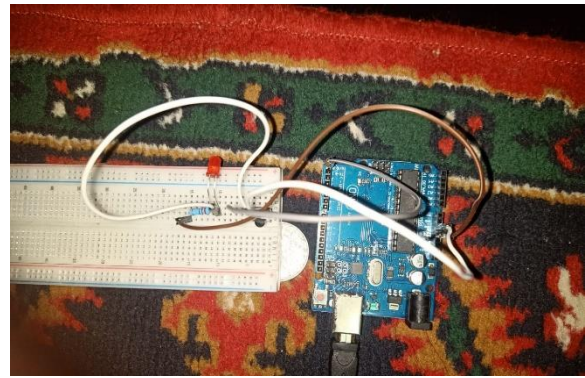
Berdasarkan pada gambar 3 pengiriman data video pada saat aplikasi pada Transmitter dan receiver telah dijalankan, setelah itu buka port pada Transmitter dan receiver dengan cara memilih port dan juga baudrate pada laptop Transmitter dan Receiver setelah itu tekan tombol open port pada aplikasi, setelah itu rangkaian Transmitter dan receiver akan saling terhubung untuk mengirimkan data video. setelah keduanya sudah terhubung pilih data video yang akan dikirim oleh transmitter, data video tersebut harus memiliki tipe file mp4. Saat Transmitter mengirim data video, data tersebut akan diubah menjadi sinyal digital yang akan diterima langsung oleh receiver. Setelah transfer data telah selesai tanpa adanya kerusakan pada data video, laptop transmitter dapat memainkan data tersebut. Jika data video tidak diterima oleh receiver maka transmitter akan mengirim ulang data tersebut.

Kebutuhan Fungsionalitas

Tabel 1: Kebutuhan Fungsionalitas

No	Hardware	Fungsi
----	----------	--------

1	Arduino Uno	Sebagai tempat konfigurasi antara <i>Transmitter</i> dan <i>receiver</i> .
2	LED	Sebagai alat komunikasi antara <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i> .
3	Photodiode	Sebagai alat yang menstabilkan pencahayaan yang didapat.
4	Resistor	Sebagai penghambat dan mengatur arus listrik pada rangkaian <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i> .
5	Transistor	Sebagai alat yang dapat menguat dan penyambung arus pada rangkaian <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i> .
6	Project Board	Merupakan papan proyek yang berfungsi sebagai sirkuit elektronika dari rangkaian <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i> .
7	Kabel Jumper	Sebagai penghubung seluruh rangkaian <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i> .

Gambar 4 : Konfigurasi Pin *Transmitter*

Pada gambar 4.1 bentuk dari rangkaian transmitter pada Visible Light communication yang menjadi Alat pengiriman data video.

1. Kaki positif pada LED menuju pin tegangan 5 volt pada Arduino uno
2. Kaki negatif LED yang menggunakan resistor sebagai penghambat arus menuju kaki Collector transistor 2N2222
3. Pin ground pada Arduino uno menuju kaki Emitter (C) pada transistor 2N2222
4. Pin digital pwm Rx pada Arduino Uno menuju kaki Base (B) pada transistor 2N2222. Membutuhkan multimeter untuk mengecek daya pada baterai (aki).

Kebutuhan Non-Fungsionalitas

Tabel 2: Kebutuhan Non-Fungsionalitas

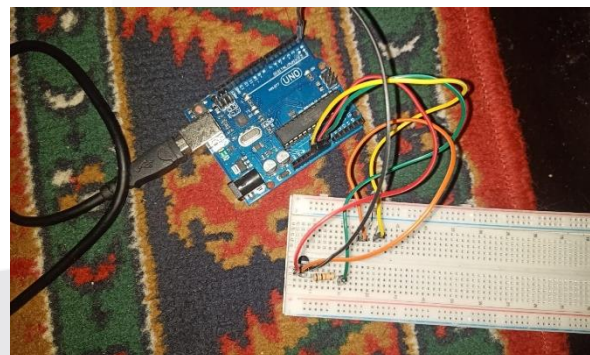
NO	Perangkat Lunak	Fungsi
1	Arduino IDE	Aplikasi yang memprogram Arduino Uno
2	Windows	Sistem operasi pembuatan proyek akhir
3	Microsoft Visual Studio 2019	Aplikasi pembuatan program proyek akhir
4	Microsoft Office	Pembuatan laporan proyek akhir

C. Konfigurasi Pin Transmitter dan Receiver

Pada konfigurasi pin *transmitter* dan *receiver* pada Visible Light Communication akan membangun sistem pada rangkaian transmitter dan receiver agar dapat mengirimkan data berupa video. Pada saat implementasi LED pada rangkaian transmitter harus berhadapan dengan photodiode yang ada pada rangkaian Receiver agar data video yang dikirimkan tidak terjadi kerusakan pada datanya, karena pengiriman data menggunakan Visible Light Communication hanya bisa komunikasi dua arah.

1. Gambaran Sistem Usulan

Berikut adalah blok diagram sistem.



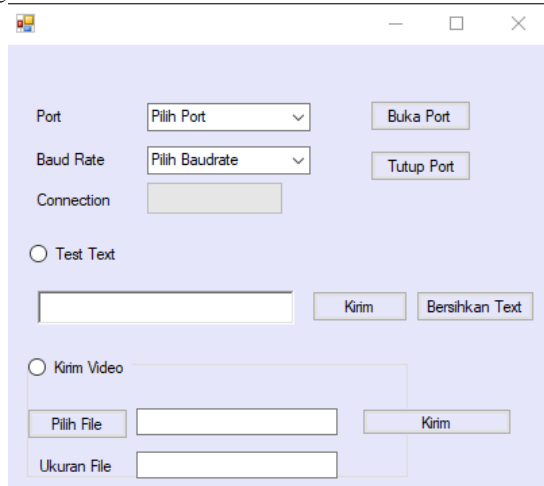
Gambar 5 : Konfigurasi Pin Receiver

Pada gambar 5 bentuk dari rangkaian receiver pada Visible Light communication yang menjadi alat penerima data video yang dikirim oleh transmitter.

1. Pin 5V pada Arduino uno menuju kaki positif photodiode
2. Kaki negatif photodiode menuju kaki B pada transistor yang dihubungkan langsung ke Pin ground pada Arduino uno menggunakan resistor 10K
3. Pin ground pada Arduino uno kaki A pada transistor
4. Pin digital pwm Rx menuju kaki C pada transistor

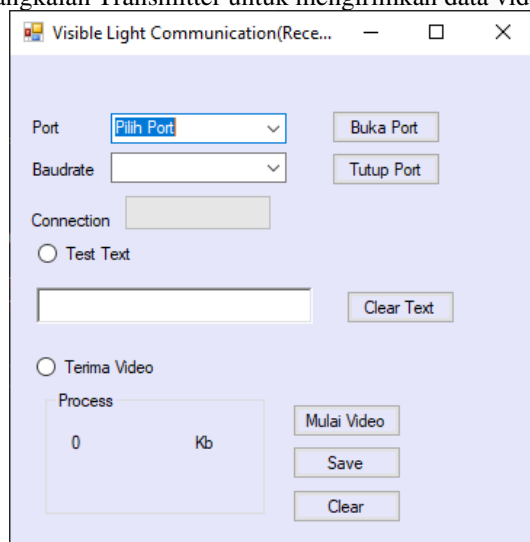
IV. PENGUJIAN DAN HASIL

Pengujian pengiriman data berupa video ini dilakukan pada tiga kondisi yang berbeda yaitu dengan kondisi terang menggunakan cahaya lampu, kondisi terang dibawah sinar matahari, dan juga kondisi gelap tanpa adanya cahaya. Pengujian ini dilakukan menggunakan aplikasi pada laptop Transmitter yang berfungsi mengirim data video dan juga laptop Receiver yang berfungsi untuk menerima data video yang dikirimkan oleh Transmitter.



Gambar 6 : Aplikasi transmitter

Pada gambar 6 terlihat tampilan dari aplikasi Transmitter yang berfungsi mengirimkan data. Cara penggunaannya adalah dengan membuka port Transmitter dan menggunakan baudrate 9600, apabila port telah dibuka maka laptop Transmitter akan langsung terhubung dengan rangkaian Transmitter untuk mengirimkan data video.



Gambar 7 : Aplikasi receiver

pada gambar 7 merupakan aplikasi Receiver yang berfungsi menerima data video yang dikirimkan oleh Transmitter. Cara penggunaan aplikasi Receiver adalah dengan membuka port Receiver dan menggunakan baudrate 9600.

A. Pengujian Menggunakan LED 5mm dan Tegangan 2,5V

Pada pengujian ini dilakukan dengan jarak pengujian 2, 4, 6, dan 8 cm, pengujian dilakukan sebanyak lima kali pengulangan pada setiap data video yang dikirimkan oleh Transmitter.

Tabel 3 : Jarak pengujian 2 cm

Jarak Pengujian 2 cm		
Ukuran File yang dikirim	Ukuran File yang diterima	Waktu Pengujian
55,418 Kb	55,418 Kb	58 Detik
	55,418 Kb	59 Detik
	55,418 Kb	58 Detik
	55,418 Kb	60 Detik
	55,418 Kb	59 Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		58,8 Detik
293,336 Kb	293,336 Kb	5 menit 1 Detik
	293,336 Kb	5 menit 2 Detik
	293,336 Kb	5 menit
	293,336 Kb	5 menit 1 Detik
	293,336 Kb	5 menit 3 Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		5 menit 1 Detik
684871 Kb	684,805 kb	12 Menit 1 detik
	684,605 kb	12 Menit 1 detik
	684,705 kb	12 Menit 2 detik
	684,800 kb	12 Menit
	684,804 kb	12 Menit 2 detik
	684,805 kb	12 Menit 1 detik
Rata Rata Waktu Pengujian		12 Menit 1 detik
1367320 kb	1367064 kb	23 Menit 46 Detik
	1367060 kb	23 Menit 45 Detik
	1367058 kb	23 Menit 47 Detik
	1367064 kb	23 Menit 46 Detik
	1367062 kb	23 Menit 44 Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		23 Menit 45 Detik

Pada tabel 3 telah dilakukan pengujian pengiriman data video dalam jarak 2 cm dengan ukuran file 55,418 Kb rata-rata waktu pengirimannya 59 detik dan video dapat dimainkan secara full, 293,336 Kb rata-rata waktu pengirimannya 5 menit 1 detik dan video dapat dimainkan secara full, 684871 Kb rata-rata waktu pengirimannya 12 menit 1 detik dan video hanya dapat dimainkan 8 detik dari 10 detik durasi video, 1367320 kb rata-rata waktu pengirimannya 23 menit 45 detik dan video hanya dapat dimainkan 5 detik dari 10 detik durasi video.

Tabel 4 : Jarak Pengujian 4 cm

Jarak Pengujian 4 cm		
Ukuran File yang dikirim	Ukuran File yang diterima	Waktu Pengujian
55,418 Kb	55,418 Kb	59 Detik
	55,418 Kb	59 Detik
	55,418 Kb	58 Detik
	55,418 Kb	60 Detik
	55,418 Kb	59 Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		59 Detik
293,336 Kb	293,336 Kb	5 menit 3 Detik
	293,336 Kb	5 menit 4 Detik

	293,336 Kb	5 menit 4 Detik
	293,336 Kb	5 menit 3 Detik
	293,336 Kb	5 menit 5 Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		5 menit 4 Detik
684871 Kb	684,804 kb	12 Menit 03 detik
	684,800 kb	12 Menit 01 detik
	684,804 kb	12 Menit 04 detik
	684,824 kb	12 Menit 03 detik
	684,814 kb	12 Menit 02 detik
	684,802 kb	12 Menit 03 detik
Rata Rata Waktu Pengujian		12 Menit 03 detik
1367320 kb	1367059 kb	23 Menit 50 Detik
	1367070 kb	23 Menit 48 Detik
	1367064 kb	23 Menit 48 Detik
	1367060 kb	23 Menit 49 Detik
	1367062 kb	23 Menit 47 Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		23 Menit 49 Detik

ada tabel 4 telah dilakukan pengujian pengiriman data video dalam jarak 4 cm dengan ukuran file 55,418 Kb rata-rata waktu pengirimannya 59 detik dan video dapat dimainkan secara full, 293,336 Kb rata-rata waktu pengirimannya 5 menit 4 detik dan video dapat dimainkan secara full, 684871 Kb rata-rata waktu pengirimannya 12 menit 3 detik dan video hanya dapat dimainkan 5 detik dari 10 detik durasi video, 1367320 kb rata-rata waktu pengirimannya 23 menit 49 detik dan video hanya dapat dimainkan 4 detik dari 10 detik durasi video.

Tabel 5 : Jarak Pengujian 6 cm

Jarak Pengujian 6 cm		
Ukuran File yang dikirim	Ukuran File yang diterima	Waktu Pengujian
55,418 Kb	55,418 Kb	59 Detik
	55,418 Kb	58 Detik
	55,418 Kb	59 Detik
	55,418 Kb	59 Detik
	55,418 Kb	60 Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		59 Detik
293,336 Kb	293,336 Kb	5 menit 3Detik
	293,336 Kb	5 menit 3Detik
	293,336 Kb	5 menit 2Detik
	293,336 Kb	5 menit 3Detik
	293,336 Kb	5 menit 3Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		5 menit 3Detik
684871 Kb	679,711 kb	11 Menit 59 detik
	679,711 kb	12 Menit
	679,692 kb	11 Menit 58 detik
	679,702 kb	11 Menit 58 detik
	679,703 kb	11 Menit 58 detik
	679,694 kb	12 menit
Rata Rata Waktu Pengujian		11 menit 59 detik
1367320 kb	1222453 kb	23 Menit 42 Detik
	1222253 kb	23 Menit 40 Detik
	1222451 kb	23 Menit 41 Detik
	1222353 kb	23 Menit 42 Detik
	1222449 kb	23 Menit 42 Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		23 Menit 42 Detik

Pada tabel 5 telah dilakukan pengujian pengiriman data video dalam jarak 8 cm dengan ukuran file 55,418 Kb rata-rata waktu pengirimannya 59 detik dan video tidak dapat diputar, 293,336 Kb rata-rata waktu pengirimannya 5 menit 3 detik dan video tidak dapat diputar, 684871 Kb rata-rata waktu pengirimannya 11 menit 59 detik dan video tidak dapat diputar, 1367320 kb rata-rata waktu pengirimannya 23 menit 42 detik dan video tidak dapat diputar.

Tabel 6 : Jarak Pengujian 8 cm

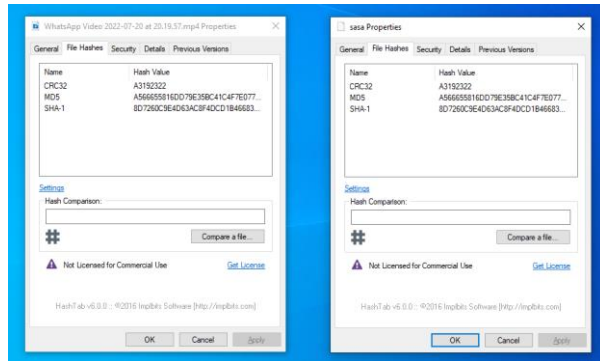
Jarak Pengujian 8 cm		
Ukuran File yang dikirim	Ukuran File yang diterima	Waktu Pengujian
55,418 Kb	23,278 Kb	60 detik
	24,455 Kb	59 detik
	23,678 Kb	59 detik
	24,778 Kb	58 detik
	23,978 Kb	59 detik
Rata Rata Waktu Pengujian		59 detik
293,336 Kb	254,255 kb	5 Menit 1 detik
	254,255 kb	5 Menit 2 detik
	254,255 kb	5 Menit 2 detik
	254,255 kb	5 Menit 2 detik
	254,255 kb	5 Menit 3 detik
Rata Rata Waktu Pengujian		5 Menit 2 detik
684871 Kb	484,805 kb	12 Menit 1 detik
	487,805 kb	12 Menit
	483,325 kb	12 Menit 4 detik
	482,745 kb	12 Menit 3 detik
	463,755 kb	12 Menit 2 detik
	456,605 kb	12 Menit 2 detik
Rata Rata Waktu Pengujian		12 Menit 3 detik
1367320 kb	688009 kb	23 Menit 21Detik
	658090 kb	23 Menit 19 Detik
	678076 kb	23 Menit 20 Detik
	598435 kb	23 Menit 20 Detik
	558343 kb	23 Menit 21 Detik
Rata Rata Waktu Pengujian		23 Menit 20 Detik

Pada tabel 6 telah dilakukan pengujian pengiriman data video dalam jarak 4 cm dengan ukuran file 55,418 Kb rata-rata waktu pengirimannya 56 detik dan video dapat dimainkan secara full, 293,336 Kb rata-rata waktu pengirimannya 5 menit 2 detik dan video dapat dimainkan secara full, 684871 Kb rata-rata waktu pengirimannya 12 menit 3 detik dan video hanya dapat dimainkan 5 detik dari 12 detik durasi video, 1367320 kb rata-rata waktu pengirimannya 23 menit 20 detik dan video hanya dapat dimainkan 4 detik dari 10 detik durasi video.

B. Pengujian Integrity dan Similaritas Data Video Menggunakan Hashtool

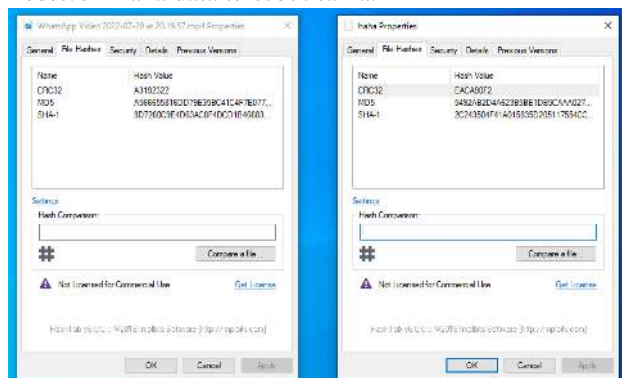
Pengujian ini dilakukan uji intergrity dan similaritas untuk mengetahui data video yang dikirim oleh Transmitter sama dengan data video oleh yang diterima oleh receiver. Untuk mengetahui pengujian tersebut digunakan aplikasi hashtool yang berfungsi untuk menyamakan data yang

dikirim oleh Transmitter dan data video yang diterima oleh Receiver.



Gambar 8 : Hashtool tidak ada kerusakan data

Pada Gambar 8 Hashtool tidak ada kerusakan data adalah hasil dari pengujian menggunakan hashtool, pada bagian sebelah kiri adalah data video yang dikirim oleh Transmitter dan bagian sebelah kanan adalah data video yang diterima oleh Receiver. Terlihat pada tampilan pada gambar tersebut bahwa data video yang dikirim dan diterima memiliki hash value yang sama. Jadi apabila data video yang dikirim oleh Transmitter tidak ada kerusakan pada saat diterima oleh Receiver maka data tersebut sama.

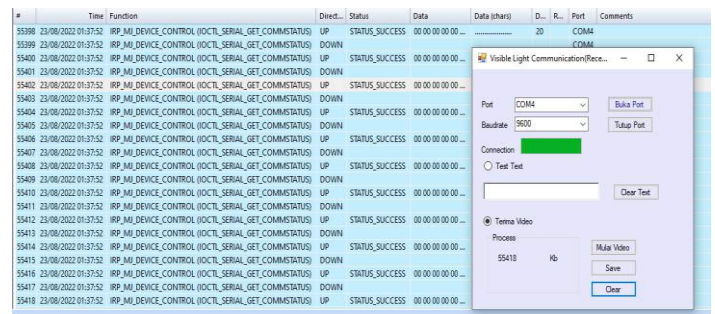


Gambar 9 : Hashtool ada kerusakan data

Pada gambar 9 adalah hasil pengujian apabila ada kerusakan data video menggunakan hashtool, pada bagian sebelah kiri adalah data video yang dikirim oleh Transmitter dan bagian sebelah kanan adalah data video yang diterima oleh Receiver. Terlihat pada tampilan pada gambar tersebut bahwa data video yang dikirim dan diterima memiliki hash value yang tidak sama karena data video yang dikirim oleh Transmitter mengalami kerusakan data saat data tersebut diterima oleh Receiver. Jadi apabila data video yang dikirim oleh Transmitter mengalami kerusakan pada saat diterima oleh Receiver maka data tersebut tidak sama.

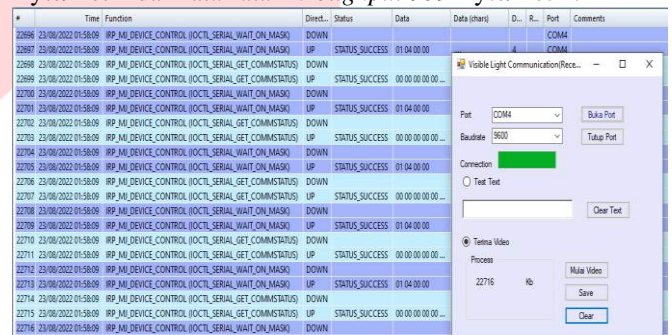
C. Pengujian Integrity dan Similaritas Data Video Menggunakan Hashtool

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui Bandwith dan Throughput pada data video yang dikirim oleh Transmitter^[1] dan diterima oleh Receiver. Pengujian ini dilakukan pada data video yang memiliki besar ukuran 55,418Kb dan jarak pengujian 2 dan 8 cm.



Gambar 10 : Monitoring Packet Jarak Pengiriman 2cm

Pada gambar 10 telah dilakukan monitoring packet data video yang dikirim oleh Transmitter dengan jarak pengiriman 2 cm menggunakan aplikasi Serial Port Monitor. Pengiriman data video memerlukan waktu 59 detik pada pengujiannya dan besar ukuran data yang dikirim adalah 55,418Kb dan data yang diterima oleh Receiver adalah 55,418Kb. Pengiriman data video memiliki rata-rata Bandwith 939,28813 Byte/Detik dan rata-rata Throughput 939 Byte/Detik.



Gambar 11 : Monitoring Packet Jarak Pengiriman 2cm

Pada gambar 11 telah dilakukan monitoring packet data video yang dikirim oleh Transmitter dengan jarak pengiriman 2 cm menggunakan aplikasi Serial Port Monitor. Pengiriman data video memerlukan waktu 60 detik pada pengujiannya dan besar ukuran data yang dikirim adalah 55,418Kb dan data yang diterima oleh Receiver adalah 22,716Kb. Pengiriman data video memiliki rata-rata Bandwith 923,33 Byte/Detik dan rata-rata Throughput 461,933 Byte/Detik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan

A. Saran

1. Diharapkan *prototype* ini dapat dikembangkan lebih besar agar dapat digunakan ditempat yang tidak ada aliran listrik sebagai *charging station*.
2. Untuk dapat mempercepat penyimpanan energi listrik, dibutuhkan sebanyak 3-5 buah motor *turbine*.

REFERENSI

S. Muharmen, "Pemanfaatan Arduino nano dalam Perancangan Media Pembelajaran Fisika," *Nat. Sci. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 474-480, 2017, [Online]. Available: www.ecadio.com.

[2] U. Muhammadiyah Malang, "Aki (Accumulator)," pp. 1-5, 2012.

- SENSOR TEGANGAN ZMPT101B,” 2017.
- [3] U. Falkultas Teknik Elektro Lampung, “Makalah generator dc,” vol. 6, 2013.
- [4] Scope and D. Diagram, “12-24V Lithium Battery Charge Control Module Model : XH-M603.”
- [5] A. Suharjono, L. N. Rahayu, and R. Afwah, “Aplikasi sensor flow water untuk mengukur penggunaan air pelanggan secara digital serta pengiriman data secara otomatis pada PDAM kota Semarang,” *J. TELE*, vol. 13, no. 1, pp. 7–12, 2015, [Online].
- [6] I. Anugrah, “PENGUKUR DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR ARUS ACS712-05A DAN
- [7] R. D. Risanty and L. Arianto, “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan Atmega 328 Dan Sms Gateway Sebagai Media Informasi,” *J. Sist. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–10, 2017.
- [8] Y. Septarangga, “Inverter Dengan Tegangan Masukan 12V Dc Dan Tegangan Keluaran Ac Dengan Frekuensi Yang Dapat Diatur,” *J. Tek. Elektro Fak. Sains dan Teknol. Univ. Sanata Dharma*, pp. 1–23, 2019.
- [9] D. Suhardi, “Prototipe Controller Lampu Peneranganled (Light Emitting Diode) Independent Bertenaga Surya,” *J. Gamma*, vol. 10, no. 1, pp. 116–122, 2014.