

Sistem Komunikasi Uplink Menggunakan Infra Merah dan *Pulse Distance Coding* Untuk Aplikasi Akses Informasi Buku di Perpustakaan

Teddi Hariyanto¹, Eri Moze², Rifa Hanifatunnisa³, Andaliyanto Wibowo⁴,
Dennis Ramadiansyah Azis⁵

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

^{4,5}D4 Teknik Telekomunikasi, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
teddihariyanto@yahoo.com¹, erilmozef@gmail.com², rifahani@gmail.com³, andaliyanto@gmail.com⁴,
dddra@gmail.com⁵

Abstrak - Cahaya merupakan sarana penerangan dapat dimanfaatkan energinya untuk mengirimkan data. Dengan menggunakan cahaya lampu penerangan sebagai titik pengiriman data dapat mereduksi penggunaan access point/hotspot untuk akses lokal yang ada dalam suatu gedung. Realisasi teknologi komunikasi menggunakan media cahaya di ruang terbuka masih menggunakan LED yang memiliki masalah dalam hal jarak jangkauan, komunikasi masih satu arah juga kecepatannya belum tinggi. Oleh karena itu dibuat sistem menggunakan lampu penerangan LED yang akan meningkatkan daya pancar agar jangkauan semakin jauh dan penggunaan infra merah untuk menyelenggarakan komunikasi duplex. Aplikasi dari sistem ini diterapkan untuk sistem akses informasi buku di perpustakaan melalui lampu penerangan LED. Sistem ini dibagi menjadi 2 bagian, komunikasi downlink menggunakan cahaya tampak dan Manchester Coding dan bagian komunikasi uplink menggunakan infra merah dan Pulse Distance Coding. Sistem ini membahas bagian uplink yang berperan sebagai media request data buku dan pengolahan data buku. Bagian uplink terdiri dari input keypad, output display, komunikasi infra merah, dekoder, enkoder, modulator dan demodulator serta pengolahan memori microSD. Setelah data berhasil diakses maka data diteruskan ke bagian downlink untuk dikirimkan melalui lampu penerangan LED. Bagian komunikasi uplink telah berhasil direalisasikan dengan baud rate sebesar 600 Baud serta jarak terima optimal pada 3 sampai 4 meter. Integrasi keseluruhan sistem berhasil direalisasikan. Sistem dapat melakukan penyaringan informasi buku serta melakukan pencarian dengan delay 1 sampai 3 detik.

Kata kunci: Akses Informasi Perpustakaan, Komunikasi Duplex, Komunikasi Infra merah, Pulse Distance Coding, MicroSD Card Memori

1. Pendahuluan

Saat ini, energi cahaya lampu hanya digunakan sebagai sarana penerangan. Padahal bila kita memanfaatkan dengan baik dengan menerapkan kelemahan mata yang tidak mampu membedakan kedipan diatas 50 Hz maka kita bisa mengirimkan data dengan memanfaatkan energi cahaya tersebut. Dengan demikian, maka teknologi masa depan akan memungkinkan komunikasi data ke user dengan hanya menggunakan cahaya lampu penerangan. Hal ini akan mereduksi secara signifikan jumlah hotspot/access point yang berada dalam gedung yang pada akhirnya berdampak pada penghematan energi.

Solusi teknologi yang menjadikan cahaya lampu sebagai media komunikasi data dikenal dengan istilah Li-Fi (Light Fidelity) yang menjanjikan kecepatan 100 kali lipat kecepatan Wi-Fi. Namun teknologi ini belum sampai ke masyarakat saat ini [1]. Beberapa realisasi saat ini yang ada adalah pembuatan komunikasi cahaya tampak atau VLC (Visible Light Communication) dengan menggunakan LED sebagai pengirim [2] dan realisasi berupa prototype yang masih perlu dikembangkan [3]. Kelemahannya adalah jarak jangkauannya yang masih sangat pendek untuk

komunikasi lokal dikarenakan masih menggunakan LED (Light Emitting Diode) biasa, selain itu komunikasi masih dilakukan secara simplex.

Dikarenakan teknologi Li-Fi sulit dan beberapa karya yang ada terkait penggunaan cahaya masih belum berhasil dibuat karena sensor penerima masih dalam pengembangan dan belum dipasarkan perlu adanya integrasi dengan perangkat nirkabel yang telah terselenggara, maka penulis membuat sebuah aplikasi dengan pemanfaatan cahaya sebagai media penghubung antara penyedia informasi data lokal dengan user yang ada dalam seperti dalam perpustakaan. Dengan menggunakan sumber dari lampu penerangan LED untuk memperbesar daya kirim sebagai pengirim sebagai komunikasi downlink dan penggunaan infra merah untuk kebutuhan uplink agar terselenggara komunikasi duplex pada sistem ini.

Sistem ini menggunakan lampu penerangan LED pada sisi downlink yang disuplai 220 V AC agar daya yang terkirim cukup besar dan memperbesar jangkauannya, serta menggunakan Manchester Coding sebagai metode pengkodeannya agar kita dapat mendapatkan informasi dari buku di dalam perpustakaan. Dan pada sisi uplink menggunakan LED infra merah dengan protokol pengiriman Pulse Distance Coding untuk melakukan permintaan seperti transaksi atau fitur pencarian.

Sistem ini cocok untuk akses informasi yang bersifat lokal, maka dari itu untuk melakukan validasi terhadap sistem ini maka dibuatlah sistem komunikasi lokal yang menjadi penerapan aplikasi dari sistem. Dalam hal aplikasi dipilih perpustakaan karena dalam prakteknya sistem perpustakaan konvensional dianggap masih kurang praktis dimana pencari buku perlu membuka katalog buku terlebih dahulu ataupun menghubungi pustakawan untuk mencari ketersediaan buku. Dengan menerapkan sistem ini dalam perpustakaan maka saat berada dalam ruangan perpustakaan maka informasi dapat diakses langsung oleh pengunjung perpustakaan pada saat berada dalam jangkauan cahaya lampu LED sistem. Hasilnya adalah transfer data baik uplink maupun downlink bisa mencapai 1000 bit/s dan komunikasi data tahan terhadap gangguan cahaya lain. Sistem ini dikerjakan menjadi dua bagian yaitu bagian uplink yang membahas tentang proses pengiriman data melalui media infra merah serta penggunaan Pulse Distance Coding pada sistem yang berperan sebagai pengaplikasian request data agar terselenggara komunikasi duplex. Sedangkan sistem akses informasi perpustakaan secara keseluruhan dibagi menjadi dua subsistem yaitu subsistem uplink yang dibahas dalam paper ini dan subsistem downlink yang dibahas pada [5].

2. Tinjauan Pustaka

Dalam penulisan ini ada beberapa sumber yang telah melakukan penelitian atau percobaan mengenai komunikasi melalui cahaya. Ambady, Bredes dan Nguyen pada [1] membuktikan bahwa VLC mampu mencapai kecepatan 1,2kbit/s pada jarak 2,3 meter menggunakan LED array sebagai pengirim dan photodiode sebagai penerima. Pada jurnal [2] juga telah mengimplementasikan VLC yang serupa sebagai prototype pengirim data digital, dimana prototype tersebut mampu mengirimkan data pada jarak 2 meter dengan kecepatan hingga 100 kbit/s. Tetapi, pada jurnal ini tidak terdapat pembahasan lebih lanjut yang membuat VLC pada sistem ini lebih baik dari penelitian sebelumnya [3].

VLC digunakan untuk downlink dan infra merah pada uplink dalam komunikasi dua arah [4]. Penggunaan infra merah bertujuan untuk kenyamanan pengguna, karena saat keduanya menggunakan LED cahaya tampak maka akan tidak nyaman untuk mata pengguna. Penggunaan IR juga untuk membuat datarate lebih tinggi, karena jika menggunakan IR maka komunikasi dapat berlangsung secara duplex.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa komunikasi cahaya VLC masih dapat ditingkatkan dan dikembangkan [1] dan [2]. Sedangkan penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa pada komunikasi cahaya dapat dilakukan komunikasi full duplex dengan menggunakan 2 spektrum cahaya [3]. Selain itu, penulis menerapkan metode pengiriman [4] tetapi dengan disertakan aplikasi penyimpanan data dan output menggunakan display pada handheld

pengguna. Sedangkan pada penelitian downlink yang dilakukan menggunakan cahaya tampak.VLC pada sistem ini lebih baik dari [3].

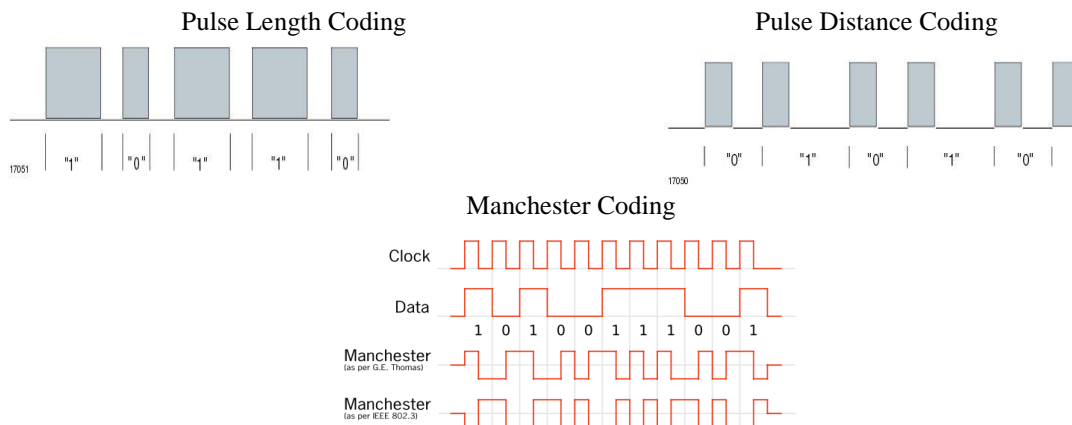
Tabel 1. Perbandingan dengan Penelitian lainnya

| | S. Ambady[1] | F.H. Nurrahman [2] | F.B. Aska[3] | Wanty Listyawati[4] | Sistem yang Dikerjakan |
|---------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|---|
| Sumber Cahaya | LED Array | LED Array | | Infra merah | Lampu Penerangan LED (Downlink) & IR (Uplink) |
| Kecepatan | 1,2kbit/s | 100kbit/s | 100kbit/s | - | 1,2 kbit/s |
| Jarak | 2/3 m | 1m | 2m | 4m | 4,5m |
| Komunikasi | Simplex | Simplex | Simplex | Simplex | Duplex |
| Aplikasi | Audio & Teks | Teks | | Remote | Teks |
| Coding | - | - | - | Pulse Distance Coding | Pulse Distance Coding |

Cahaya infra merah tidak akan tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih akan terasa/dideteksi. Cahaya infra merah, walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang nampak sehingga cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata.

Untuk transmisi data yang menggunakan media udara sebagai media perantara biasanya menggunakan frekuensi carrier yang jauh lebih rendah yaitu sekitar 30 KHz sampai dengan 56 KHz. Beberapa metode-metode modulasi telah dikembangkan dan banyak digunakan. Sistem remote control IR menerapkan sistem PCM (Pulse Code Modulation).

Adapun ketiga teknik encoding data pada remote control adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Teknik Encoding data pada Remote Control

Berdasarkan ketiga metode coding di atas dipilihlah metode Pulse Distance Coding yang lebih hemat daya karena durasi nyala lampunya lebih sedikit.

3. Konsep Sistem

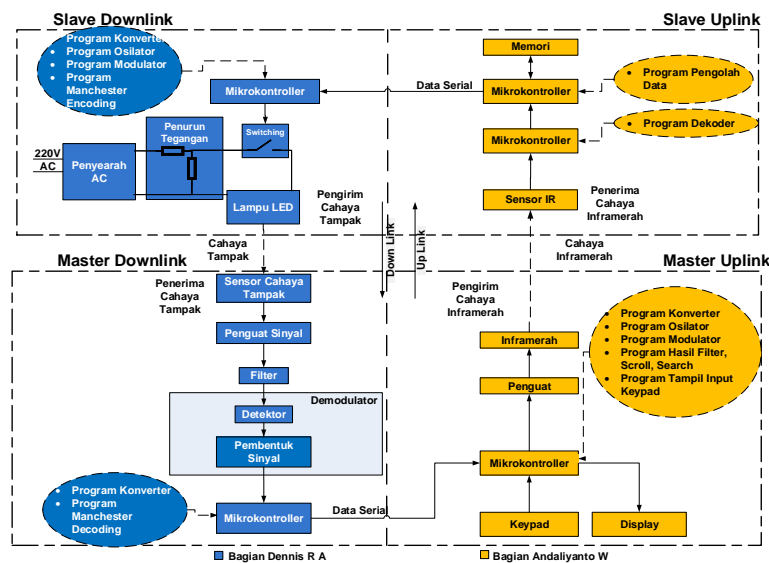
Sistem ini terdapat 2 perangkat, yaitu sisi pengguna disebut modul master dan yang ada pada langit-langit disebut modul slave. Modul master melakukan permintaan pengiriman data melalui media cahaya infra merah dengan komunikasi uplink dari master ke slave, lalu informasi yang diinginkan oleh pengguna dikirimkan melalui komunikasi downlink menggunakan cahaya tampak dari slave ke master, nantinya informasi akan disajikan ke pengguna sesuai dengan apa yang diminta



Gambar 2. Ilustrasi

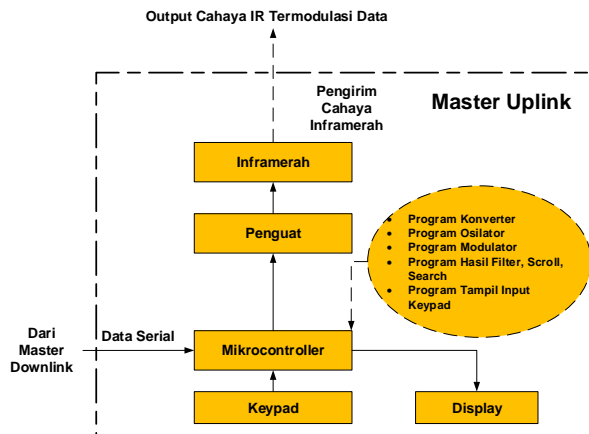
Dalam ilustrasi sistem digambarkan berada pada koridor ruang perpustakaan yang memiliki buku berbeda dalam lemarnya. Informasi dalam lemari tersebut tersimpan di dalam modul Master pada areanya masing-masing. Modul Master memancarkan data tersebut secara terus menerus. Saat modul Slave memasuki ruangan tersebut maka modul Slave akan mengambil data yang dipancarkan oleh LED (Light Emitting Diode) dan diolah. Sehingga user dapat mengakses data-data yang ada dalam ruangan tersebut yang telah tersimpan pada modul Master.

Berdasarkan blok diagram keseluruhan maka bagian uplink melakukan request data melalui input keypad di bagian Slave dan dikirim melalui infra merah untuk mengatur informasi apa yang akan dikirimkan. Sebelum kemudian akan dikirimkan secara serial ke bagian downlink, diterjemahkan di bagian Master dan ditampilkan pada display TFT. Komunikasi uplink menggunakan spektrum dari cahaya infra merah yang tidak mengganggu dari spektrum cahaya tampak. Sehingga terjadi komunikasi duplex antara bagian atas (Slave) dan bawah (Master).



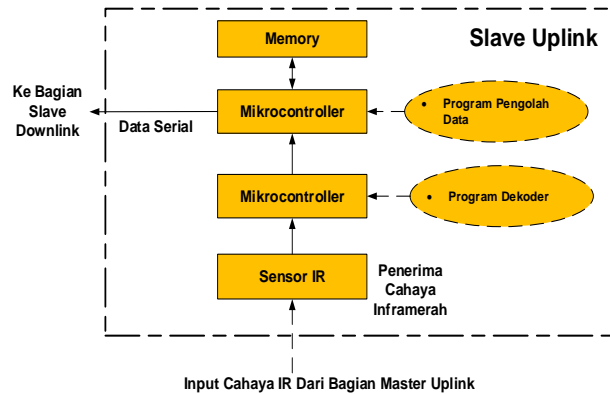
Gambar 3. Blok Diagram Keseluruhan

Blok pengirim bagian Master secara umum dirancang agar data input dapat dibaca sebelum kemudian dimodulasi dan encode sebelum akhirnya dikirim melalui infra merah.



Gambar 4. Blok diagram Uplink bagian Master Uplink

Sedangkan pada sisi Slave Uplink ini akan menentukan bagaimana sinyal yang dikirim oleh LED IR dapat diterima, lalu bagaimana caranya mengolah data yang diterima untuk mengambil data dari memori dan mengirimkannya ke bagian pengirim downlink secara serial.



Gambar 5. Blok Penerima sistem Uplink

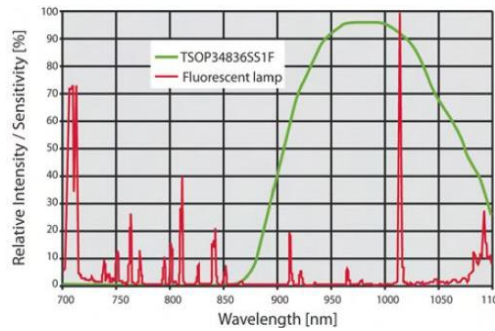
4. Perancangan

Berdasarkan blok diagram, terdapat blok untuk input yaitu keypad dan tampilan output display. Keypad digunakan sebagai komponen untuk melakukan request tipe data yang diinginkan. Yaitu tipe buku atau judul buku yang diinginkan oleh user.

Sedangkan untuk display, terdapat 3 buah pilihan yaitu Liquid Crystal Display, layar OLED dan Thin Film Transistor (TFT) kemudian dipilihlah display TFT sebagai penampil data karena dapat menampilkan lebih banyak data dan lebih fleksibel dibanding kedua opsi lain.

4.1 Perancangan Komunikasi Infra Merah

Komunikasi infra merah merupakan output akhir dari bagian Master yang inputnya berasal dari keypad.

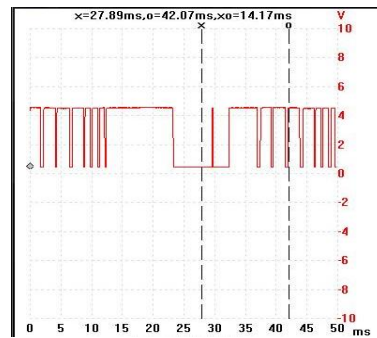


Gambar 6. Grafik Sensitivitas IR TSOP dan emisi *Flourescent Lamp*

Berdasarkan grafik di atas, sensitivitas penerima pada panjang gelombang dari 0.75 μm – 1.5 μm yang minim terganggu oleh noise dari sumber lain (fluorescent lamp) dan memiliki sensitivitas penerima yang tinggi berada pada range 900 nm s/d 1000 nm. Sensitivitas akan tinggi pada panjang gelombang 950 nm s/d 1000 nm, akan tetapi pada umumnya penggunaan infra merah pada alat-alat elektronik menggunakan 940 nm yang lebih mudah dicari di pasaran, maka dipilihlah komponen LED dengan panjang gelombang 940 nm yaitu komponen infra merah TSAL 6400 dan komponen penerima TSOP 17xx. Dikarenakan penggunaan TSOP 17xx membutuhkan frekuensi carrier dengan pilihan frekuensi tengah 38 KHz, 40 KHz dan 56 KHz maka dibutuhkan komponen microcontroller sebagai pembangkit sinyal carrier.

4.2 Penggunaan Switching

Karena ATMega berbasis Arduino IDE memiliki tahanan internal yang menjadi beban, tahanan tersebut menyebabkan tegangan rangkaian akan kurang dari 5 V dan arusnya hanya 40 mA. Pada percobaan sebelum switching hanya didapat jarak maksimal sebesar 1 meter.



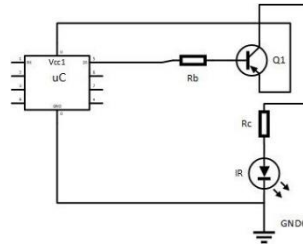
Gambar 7. Output TSOP

Maka output dapat dihitung dengan $I_c = 100\text{mA}$ dan $H_{fe} = 20$ (lihat grafik *VCE saturation*)

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} = \frac{100}{20} = 5\text{mA} \tag{1}$$

$$R_b = \frac{V_{arduino}}{I_b} = \frac{5\text{V}}{5\text{mA}} = 1000\ \Omega \tag{2}$$

Jadi, diperlukan rangkaian seperti pada Gambar 8 berikut



Gambar 8. Rangkaian Switching dengan BD140

4.3 Perancangan Memori

Pada perancangan memori, microSD dipilih karena kapasitasnya yang jauh lebih fleksibel, selain itu untuk proses editnya lebih sederhana. Fitur yang ingin direalisasikan pada sistem adalah Filter, Scroll, dan Search. Dimana buku akan dibagi menjadi 4 kategori, yaitu ART, SCIENCE, TECH, dan RELIGION.

Tabel 2. Command List

| Command | Fungsi |
|-------------------|---|
| <0 0 0> | Membuka file ART dari 1-5 dan dikirimkan ke port serial |
| <0 1 0> | Membuka file ART dari 6-10 dan dikirimkan ke port serial |
| <0 2 0> | Membuka file ART dari 11-15 dan dikirimkan ke port serial |
| <1 0 0> | Membuka file SCIENCE dari 1-5 dan dikirimkan ke port serial |
| <1 1 0> | Membuka file SCIENCE dari 6-10 dan dikirimkan ke port serial |
| <1 2 0> | Membuka file SCIENCE dari 11-15 dan dikirimkan ke port serial |
| <2 0 0> | Membuka file TECH dari 1-5 dan dikirimkan ke port serial |
| <2 1 0> | Membuka file TECH dari 6-10 dan dikirimkan ke port serial |
| <2 2 0> | Membuka file TECH dari 11-15 dan dikirimkan ke port serial |
| <3 0 0> | Membuka file RELIGION dari 1-5 dan dikirimkan ke port serial |
| <3 1 0> | Membuka file RELIGION dari 6-10 dan dikirimkan ke port serial |
| <3 2 0> | Membuka file RELIGION dari 10-15 dan dikirimkan ke port serial |
| <4 X X X> | Fitur mengirim data yang akan dilakukan pencarian (<i>search</i>) dengan X X X adalah judul buku yang akan dicari |
| <4 V X X X = F F> | Fitur terima hasil <i>Search</i> dengan V sebagai Lokasi File dan X X X sebagai judul buku dan FF sebagai jumlah buku |

4.4 Perancangan Program Komunikasi IR

Komunikasi telah dirancang untuk percobaan pengiriman data menggunakan frekuensi output 38 KHz. Maka digunakan perhitungan dan modulasi OOK (On Off Keying) sebagai berikut:

$$T = 1/f = 1/38K = 26,315\mu s \tag{3}$$

Nilai 26 us merupakan waktu yang digunakan untuk satu perioda (pulsa naik dan pulsa turun). Jadi untuk satu pulsa naik dan satu pulsa turun masing masing adalah

$$T = (26\mu)/2 = 13 \mu s. \tag{4}$$

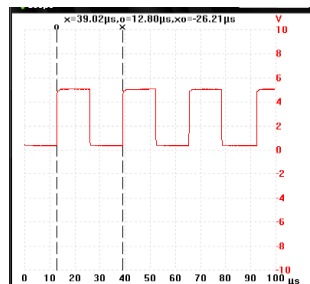
- Listing program pembangkit frekuensi 38 KHz OOK.

```
digitalWrite(3, HIGH);
delayMicroseconds(13);
digitalWrite(3, LOW);
delayMicroseconds(13);
```

Berdasarkan hasil dari program diatas, maka didapat hasil dengan penyimpangan yang seharusnya 26 μs menjadi 30μs. Hal ini dikarenakan terdapat delay dari microcontroller sebesar 3μs, maka listing program final yang didapat adalah program berikut.

```
digitalWrite(3, LOW);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(3, HIGH);
delayMicroseconds(10);
```

Akhirnya didapatkan hasil pulsa sebagai berikut:



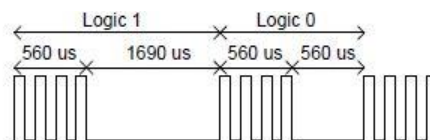
Gambar 9. Output Sinyal Carrier

Pada bagian pengirim digunakan infra merah sebagai media pengirim data yang kemudian akan diterima oleh TSOP pada bagian penerima setelah melalui modulasi dan demodulasi terlebih dahulu. Ternyata dari hasil percobaan, data yang telah dimodulasi carriernya masih rentan terhadap noise/gangguan. Data – data tersebut seringkali mengalami bouncing saat diterima. Maka digunakanlah protokol remote sebagai solusi dari permasalahan tersebut.

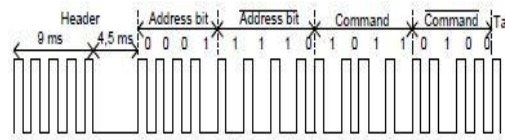
Berdasarkan protokol-protokol remote, protokol yang lebih banyak digunakan adalah Pulse Distance Coding. Selain itu, protokol Pulse Distance Coding cenderung lebih hemat daya karena durasi waktu LED menyala selalu lebih sedikit dibanding saat mati untuk setiap logika.

Protokol dengan header yang panjang bertujuan untuk membuat AGC (Automatic Gain Control) penerima aktif dan berfungsi dengan baik. Berdasarkan protokol di atas yang dimiliki oleh merk NEC dengan panjang header 9 ms dan 4,5 ms. Selibhnya, dapat dikatakan bahwa banyak merk remote yang mengadopsi protokol NEC dengan sebutan RC5 atau RC6.

- Protokol NEC
Menggunakan Pulse Distance Coding dengan frekuensi carrier 38 KHz



Gambar 10. Encoding



Gambar 11. Data Frame

- Bit time : 560 μ s
Burst = 560 μ s
Pada perhitungan diperlukan sebanyak $560/26 = 21$ kali modulasi 38 KHz.
- Logic 0 : 560 μ s
Space = 560 μ s
Untuk perancangan logika 0 space hanya dengan mengeset low selama 560 μ s.
- Logic 1 : 1690 μ s
Space = 1690 μ s
Untuk perancangan logik1 space dengan mengeset low selama 1690 μ s.
- Header : 9 ms dan 4,5 ms
Perhitungan Header
Header Mark = 9 ms
Maka karena lebar Header Mark = $9000/26 = 300$ kali modulasi sinyal 38 KHz
Header Space = 4,5 ms
Untuk perancangan header space hanya dengan mengeset low selama 4.5 ms.

4.5 Perancangan Display

Display berfungsi sebagai penampil data dari bagian enkoder downlink yang dikomunikasikan secara serial dengan pengirim uplink. Pada display akan dirancang tampilan yang merupakan feedback dari request yang berasal dari keypad sebelum kemudian menampilkan hasil data dari rangkaian downlink.

Berikut ini adalah algoritma display:

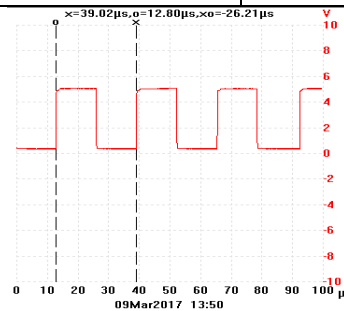
1. Membaca dan merespons input dari keypad sehingga dapat menampilkan menu menu tertentu yang akan ditampilkan.
2. Akan ditampilkan beberapa menu, yaitu Menu filter, dimana didalamnya akan diberi 4 kategori. Yaitu ART, TECH, SCIENCE dan RELIGION.
3. Terdapat beberapa fitur yang akan digunakan menu yang ditampilkan pada display yaitu filter, scroll dan search.
4. Setelah input keypad masuk, maka microcontroller akan menunggu data serial dari downlink masuk sebelum kemudian ditampilkan
5. Setelah ditampilkan, display akan menunggu input dari keypad terlebih dahulu sebelum melakukan clear display dan mengirim request data.

5. Hasil dan Pembahasan

Untuk pengujian sistem ini dilakukan pengukuran pada tiap titik diblok pengirim dan penerima bagian uplink ini, lalu dilakukan juga pengujian respon sinyal terhadap jarak dan baudrate yang dikirimkan melalui bagian pengirim infra merah.

Tabel 3. Hasil Pengujian

| Jarak | Pengiriman Data | Level Sinyal (dBm) |
|--------|-----------------|--------------------|
| 30 cm | Berhasil | 1.2 |
| 50 cm | Berhasil | 1.1 |
| 100 cm | Berhasil | 1.1 |
| 150 cm | Berhasil | 1 |
| 200 cm | Berhasil | 1 |
| 250 cm | Berhasil | 1 |
| 300 cm | Berhasil | 0.5 |
| 350 cm | Berhasil | 0.5 |
| 400 cm | Berhasil | 0.5 |



Gambar 12. Output Sinyal

Dari output diatas dilakukan pengukuran dari titik LED IR dapat dilihat bahwa output dari microprocessor sudah sesuai dengan perhitungan yang terdapat pada persamaan 3, yaitu:

$$T = 1/f = 1/38K = 26,315\mu s$$

Pengujian jarak jangkau dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh data dari pengirim dapat diterima dengan benar. Jarak jangkau yang dimaksud adalah jarak dari Infra merah ke TSOP. Acuan keberhasilan jarak jangkau ini adalah TSOP masih dapat menerima sinyal yang ditandai dengan led indikator berkedip, atau hasil yang sesuai dengan instruksi. Hasil pengujian terdapat pada tabel 3. Berdasarkan realisasi sistem, telah direalisasikan 3 fitur untuk sistem akses informasi di perpustakaan yaitu Filter, Scroll dan Search. Pada 3 fitur tersebut terdapat delay yang berbeda-beda seperti table 4.

Tabel 4. Fitur Delay

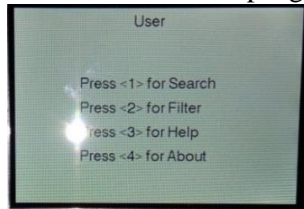
| Fitur | Delay |
|-------------------------------|-----------|
| Filter | 1 detik |
| Scroll | 1 detik |
| Search (data ditemukan) | 1-2 detik |
| Search (data tidak ditemukan) | 3 detik |

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada bagian Master yang menggunakan catu daya baterai maka didapat ketahanan selama 3 hari untuk penggunaan selama 8 jam/hari atau 24 jam jika digunakan secara terus menerus. Gambar 17 berikut ini adalah skenario saat dilakukan pengujian sistem keseluruhan.



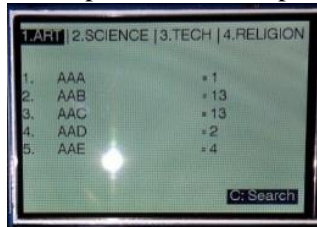
Gambar 13. Pengujian Sistem Keseluruhan

Saat awal dihidupkan terdapat tampilan display yang berfungsi sebagai delay untuk menunggu booting semua alat dan device pada bagian Master saat device dihidupkan, baik bagian uplink maupun bagian downlink. Gambar 14 berikut adalah tampilan setelah proses tampilan awal selesai. Pada tampilan ini terjadi case jika keypad ditekan, jika search maka akan masuk format search dan jika ditekan filter maka akan masuk format pengiriman listing awal yaitu <0 0 0>.

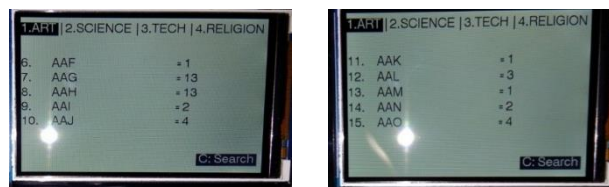


Gambar 14. Tampilan Menu

Pada tampilan seperti pada Gambar 15 ini terjadi komunikasi serial input dari rangkaian downlink kepada rangkaian uplink setelah pengiriman request <0 0 0> kemudian ditampilkan pada display. Jika ditekan tombol lain akan mengirim format data lain untuk melakukan request pada penerima bagian Slave. Sedangkan jika ditekan 'B', maka akan mengirim <0 1 0> yang merupakan scroll pada kategori ART dan jika ditekan kembali akan mengirim <0 2 0>, begitu pula sebaliknya. Berikut ini adalah hasil pada fitur scroll pada kategori ART.

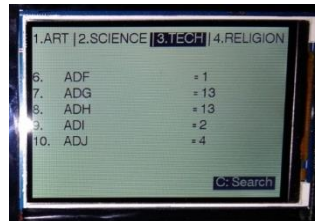


Gambar 15. Hasil Kategori ART

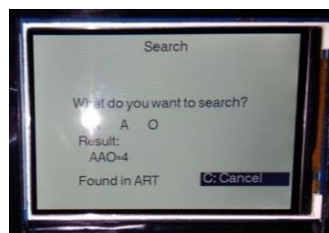


Gambar 16. Hasil Scroll pada ART

Sedangkan berikut ini adalah hasil jika terjadi perubahan kategori, dimana akan terjadi perubahan pengiriman pada karakter pertama, berikut ini misalnya jika angka '3' ditekan saat berada pada layar di atas maka akan mengirim request <2 0 0> yang kemudian diproses untuk membuka file TECH.txt. Sebelum kemudian menekan 'B' untuk scroll satu kali. Maka, untuk fitur scroll pada kategori lain didapatkan hasil sebagai berikut. Pada proses Gambar 17 ini dilakukan proses pengetikan yang disimpan pada Array.

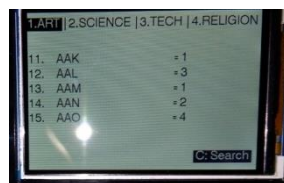


Gambar 17. Scroll 6-10 kategori TECH

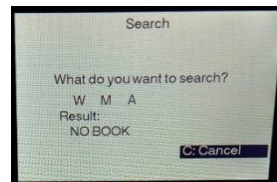


Gambar 18. Fitur Search dan hasilnya

Pada proses seperti Gambar 19 dilakukan proses pengetikan yang disimpan pada Array. Saat ditekan enter maka akan mengirim data dengan format <4AAO>. Setelah hasil didapatkan maka data dikirim dari microSD melalui downlink dan kemudian dikirimkan secara serial ke display. Untuk pengecekan, berikut ini adalah AAO pada kategori ART. Proses Pada Gambar 19 (b) adalah hasil jika pada search tidak ditemukan buku yang diinputkan.



(a)



(b)

Gambar 19. (a) Pengecekan Fitur Search, (b) Data tidak ditemukan

6. Analisa Data

Pada penggunaan IR untuk komunikasi menggunakan protokol pulse distance coding dan format remote NEC perlu dilakukan beberapa peningkatan terhadap sistem, seperti penggunaan metode Active Low disisi pengirim untuk output microprocessor dikarenakan adanya tahanan internal didalam microcontroller yang membuat arus dan tegangan menjadi tidak maksimal.

Dimana berdasarkan pengujian jarak yang didapat hanya 1 meter, tetapi setelah menggunakan transistor untuk switching berdasarkan perhitungan sebelumnya didapatkan jarak jangkauan yang lebih maksimal, yaitu 4 meter. Pengukuran durasi pulsa dilakukan menggunakan program dekoder microcontroller seperti Gambar 20, dan berdasarkan parameter jarak dilakukan pengujian yang hasilnya didapatkan seperti pada table 5.

```

Samples=1
Decoded Unknown(0): Value:0 Adrs:0 (0 bits)
Raw samples(100): Gap:1470
Head: m582 s1706
0:m574 s1706 1:m574 s1706 2:m58:
4:m574 s1706 5:m574 s1710 6:m57:
8:m554 s622 9:m546 s570 10:m5:
12:m570 s570 13:m574 s570 14:m5:
16:m582 s1706 17:m574 s1710 18:m5:
20:m578 s1702 21:m578 s1710 22:m5:
24:m578 s566 25:m578 s566 26:m5:
28:m574 s570 29:m570 s570 30:m5:
32:m8926 s4526 33:m578 s1702 34:m5:
36:m570 s1710 37:m578 s1702 38:m5:
40:m570 s1710 41:m546 s598 42:m5:
44:m574 s566 45:m578 s574 46:m5:
    
```

Gambar 20. Pengukuran Durasi Sinyal

Tabel 5. Analisis Sinyal Terhadap jarak

| Jarak | 1 meter | | 2meter | | 3meter | | 4meter | |
|---------|---------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| Header | 8926 | 4526 | 9062 | 4546 | 9030 | 4558 | 9010 | 4574 |
| Logik 1 | 578 | 1702 | 580 | 1742 | 590 | 1735 | 600 | 1750 |
| | 578 | 1706 | 566 | 1742 | 578 | 1770 | 620 | 1750 |
| | 574 | 1710 | 600 | 1734 | 600 | 1743 | 630 | 1760 |
| | 570 | 1710 | 590 | 1742 | 574 | 1742 | 600 | 1800 |
| | 578 | 1702 | 580 | 1714 | 602 | 1740 | 590 | 1800 |
| | 578 | 1710 | 580 | 1734 | 610 | 1770 | 610 | 1770 |
| | 570 | 1710 | 590 | 1714 | 600 | 1706 | 610 | 1690 |
| Logik 0 | 570 | 598 | 580 | 600 | 600 | 602 | 600 | 602 |
| | 546 | 566 | 566 | 570 | 566 | 605 | 566 | 610 |
| | 578 | 590 | 580 | 600 | 566 | 602 | 542 | 620 |
| | 554 | 566 | 590 | 602 | 620 | 600 | 620 | 598 |
| | 574 | 574 | 580 | 578 | 602 | 600 | 610 | 600 |
| | 578 | 574 | 590 | 574 | 602 | 598 | 620 | 598 |
| | 570 | 570 | 600 | 602 | 610 | 574 | 620 | 578 |
| | 570 | 570 | 570 | 602 | 590 | 610 | 610 | 610 |

Berdasarkan hasil pada table 5 didapatkan hasil header terbesar yaitu 9010 dan header mark 4574, selain itu didapatkan juga burst logic 1 yang terbesar yaitu 610 dan space logic 1 yang terbesar yaitu 1800. Sedangkan pada burst logic 0 didapat 620 dan space logic 0 didapat 620. Sehingga batasan untuk threshold header mark adalah 4575 atau dibulatkan menjadi 4600 dan untuk logic 1 burst menjadi 610 dan spacenya adalah 1850, sedangkan untuk burst logic 0 adalah 650 dan space logic 1 adalah 650.

Sedangkan pada sistem uplink didapatkan delay yang sangat kecil dikarenakan jumlah karakter yang sedikit (7 karakter) sebagai berikut.

$$\text{bit terkirim}=(7 \times 8) \times 2=112 \tag{5}$$

$$\text{waktu kirim}=\frac{112}{1200}=0,09 \text{ detik} \tag{6}$$

$$\text{waktu kirim total}=\text{waktu uplink}+\text{waktu downlink}=0,89 \text{ detik} \tag{7}$$

Dalam fitur search terdapat delay tambahan akibat perbandingan tipe data String dan perlunya membuka file pada microSD card satu persatu. Sehingga bila informasi yang dicari tidak ada maka perlu waktu lebih lama karena perlu membuka semua file yang ada dalam microSD.

7. Kesimpulan

Dari hasil perancangan serta realisasi penelitian ini terdapat kesimpulan yang dapat diambil yaitu sistem akses informasi buku di perpustakaan melalui lampu penerangan LED telah berhasil direalisasikan dengan spesifikasi akhir sebagai berikut

| | | | |
|------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------|
| • Jarak jangkau optimal | : 3,- 3,5 meter | • Tegangan Input (slave) | : 220V AC |
| • Frekuensi carrier downlink | : 8 KHz | • Tegangan Input (master) | : ± 9 VDC & 5VDC |
| • Frekuensi carrier uplink | : 38 KHz | • User Interface | : TFT LCD & Keypad |
| • Bit rate downlink | : 1200 bit/s | • Memori | : microSD Card |
| • Baud rate downlink | : 600 Baud | • Kondisi kerja | : 4-30 Lux |
| • Bit rate uplink | : 1200 bit/s | • Dimensi (slave) | : 10x15x10 cm |
| • Baud rate uplink | : 600 Baud | • Dimensi (master) | : 15x15x8 cm |

Pada subsistem uplink kinerja sistem yang dihasilkan didapatkan jarak 3 sampai 4 meter yang didapatkan dari hasil penguatan switching transistor pada pengirim maupun AGC dan band pass filter pada sisi penerima. Berdasarkan spesifikasi awal telah dapat direalisasikan sistem akses informasi buku di perpustakaan dengan jumlah buku yang terealisasi adalah 60 buah dalam 4 buah file .txt. Frekuensi carrier yang digunakan adalah frekuensi uplink 38 KHz dan downlink 8 KHz. Kecepatan sistem keseluruhan baik downlink maupun uplink didapatkan hasil yang lebih tinggi yaitu mencapai 600 Baud dan 1200 bit/s.

Integrasi dengan subsistem downlink dapat direalisasikan dengan ketahanan daya sistem selama 24 jam dan dapat menampilkan data dari fitur penyaringan informasi buku serta melakukan fitur pencarian buku dengan delay 1 detik untuk menampilkan informasi ke pengguna dan lebih dari 2 detik jika menggunakan fitur pencarian.

8. Saran

1. Penggunaan IR sebagai uplink dapat ditingkatkan dengan menggunakan komponen pemancar yang lebih baik seperti penggunaan komponen IR dengan orde micron supaya jaraknya lebih jauh dan supaya sudut beamnya lebih besar.
2. Untuk bagian penerima, dapat digunakan lensa fokus terlebih dahulu agar data yang diterima dapat difokuskan ke satu titik yaitu TSOP, agar jarak nya dapat lebih jauh.
3. Penambahan protokol hand-shaking akan menambah kehandalan sistem karena jika data tidak berhasil dikirim akan memberikan informasi jika device tidak dalam keadaan line of sight kemudian melakukan request ulang hingga data berhasil diterima seutuhnya.

Daftar Pustaka

- [1] Shridhar A, Megan B, and Calvin N. Visible Light Communication. Worcester. 2015.
- [2] Fauzan H. Realisasi Media Transmisi Menggunakan Visible Light untuk Pengiriman Text. Bandung. 2016.
- [3] Febry B. Implementasi Visible Light Communication (Vlc) Untuk Pengiriman Data Digital. 2013
- [4] Wanty L. Realisasi Sistem Pengontrolan Nirkabel Peralatan Elektronik dalam Ruangan. 2016.
- [5] Eril M, Rahmawati H, Mina NG, Dennis R, Andaliyanto W. Sistem Komunikasi Downlink Menggunakan Lampu Penerangan LED dan Manchester Coding untuk Aplikasi Akses Informasi Buku Perpustakaan. Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati. Bandung. 2018, submitted.