

**RANCANG BANGUN TERMINAL EQUI PMENT PADA TEKNOLOGI VISIBLE LIGHT
COMMUNICATION MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DI LABORATORIUM SISTEM KOMUNIKASI
OPTIK FAKULTAS ILMU TERAPAN**

*Design of Terminal Equipment on Visible Light Communication Technology Using
Raspberry Pi in Optical Communication System Laboratory of Telkom Applied Science
School*

Muhammad Rezam Zain¹, Tri Nopiani Damayanti,S.T.,M.T.², Hafidudin S.T.,M.T.³

¹ Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, ²Fakultas Ilmu Terapan, ³Universitas Telkom

Jln. Telekomunikasi No.1 Terusan Buah Batu Bandung 40257 Indonesia

rezamzain011197@gmail.com, hafid@tass.telkomuniversity.ac.id, damayanti@tass.telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi telah menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan, terutama untuk bidang komunikasi. Hal ini terbukti dengan banyaknya media komunikasi baik nirkabel dan kabel. Pada proyek kali ini dimanfaatkan cahaya tampak sebagai media dalam sistem komunikasi, dimana telah dibuat sebuah perangkat terminal *equipment* pada teknologi VLC. cara kerja dari terminal *equipment* ini yaitu ketika terminal *equipment* berperan sebagai penerima, maka photodiode module akan menerima dan membaca nyala dan matinya cahaya dari lampu LED sehingga membentuk data kode biner. Setelah itu menerima data berupa kode biner, maka pada web akan dikonversikan menjadi bentuk karakter yang sama seperti yang dikirimkan user pengirim. Dan pada saat yang sama pengirim juga dapat mengirimkan informasi pada receiver, dimana informasi yang dikirim oleh user akan dikonversikan kedalam bentuk biner sebagai perintah untuk menyalakan dan mematikan lampu LED sesuai dengan bit yang dikirim, bit "1" artinya lampu menyalakan dan bit "0" artinya lampu mati.

Dari hasil pengujian yang dilakukan secara full duplex, data yang diterima dikategorikan baik karena bagian penerima dapat menerimanya dengan baik karakter yang dikirimkan oleh pengirim.

Kata Kunci : *Visible Light Communication, Terminal Equipment, LED, Raspberry Pi, Photodiode Module.*

ABSTRACT

Technological developments have shown significant improvements, especially for the field of communication. This is evidenced by the many communication media both wireless and wired. In this project, visible light is used as a medium in communication systems, where terminal equipment has been made on VLC technology. The workings of this terminal equipment are when the terminal equipment acts as a receiver, the photodiode module will receive and read the lights on and off from the LED lights to form binary code data. After receiving data in the form of binary code, the web will be converted to the same characters as the sending user. And at the same time the sender can also send information to the recipient, where information sent by the user will be converted to binary form as a command to turn on and off the LED lights according to the bits sent, bit "1" means the light is on and bit "0" Means the lights are off.

From the results of tests conducted in full duplex, the data received is categorized as good because the recipient can properly understand the characters sent by the sender.

Keywords: *Visible Light Communication, Terminal Equipment, LED, Raspberry Pi, Photodiode.*

1. Pendahuluan

Salah satu teknologi nirkabel yang umum digunakan adalah memanfaatkan gelombang radio sebagai media transmisinya. Namun, seiring berkembangnya waktu, gelombang radio dinilai rentang dari segi keamanan dan memiliki keterbatasan frekuensi. Sehingga berkembanglah teknologi nirkabel baru yang dinilai dapat membantu mengatasi kelemahan dari penggunaan gelombang radio sebagai teknologi nirkabel. Teknologi tersebut adalah *Visible Light Communication (VLC)*. *Visible Light Communication* adalah salah satu teknologi nirkabel yang memanfaatkan cahaya tampak sebagai media transmisinya. Salah satu sumber cahaya tampak yang biasa digunakan pada teknologi VLC adalah LED. Sehingga pada teknologi VLC, LED berperan sebagai transmitter yang dapat dimanfaatkan sebagai penerangan. Disisi *receiver* pada teknologi ini terdapat *photodetector* sebagai penangkap cahaya yang dipancarkan oleh LED *transmitter* yang kemudian diproses untuk diubah menjadi informasi yang dikirimkan oleh pengirim. Informasi ini dapat berupa teks, suara, gambar dan video tergantung dari informasi yang dikirimkan oleh pengirim. Photodetector yang biasa digunakan pada teknologi VLC adalah *photodiode*.

Terdapat beberapa penelitian yang dilakukan pada teknologi VLC salah satu diantaranya adalah penelitian teknologi VLC untuk pengiriman teks, audio dan video. Hasil dari penelitian tersebut yaitu dapat menerima karakter huruf, angka, dan simbol dengan jarak pengiriman 2 meter dengan menggunakan Arduino dan *VLC Half Duplex Communication* sebagai aplikasi pengirim dan penerimaan teks untuk komunikasi dua arah secara bergantian[4].

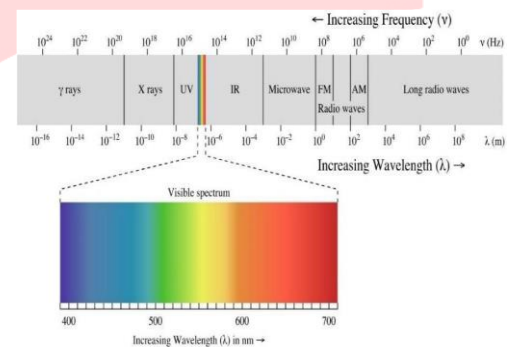
Pada Proyek Akhir ini dilakukan penelitian tentang "Rancang Bangun Terminal Equipment pada Teknologi *Visible Light Communication* menggunakan Raspberry Pi Di Laboratorium Sistem Komunikasi Optik Fakultas Ilmu Terapan". Perbedaan penelitian proyek akhir ini dengan penelitian sebelumnya yaitu pada proyek akhir ini tidak hanya mengirimkan teks saja melainkan mengirimkan teks, audio dan video, juga tidak menggunakan Arduino tetapi menggunakan Raspberry Pi dan tidak menggunakan Aplikasi *VLC Half Duplex Communication*, melainkan dibuatnya *Web Server* sebagai pengirim dan penerimaan teks,

audio dan video dua arah secara bersamaan (*full duplex*).

2. Dasar Teori

2.1. Visible Light Communication

Software Visible Light Communication adalah suatu teknologi komunikasi nirkabel yang memanfaatkan cahaya tampak sebagai media transmisinya. Adapun cahaya tampak memiliki panjang gelombang 380nm sampai 780nm dan panjang gelombang cahaya tampak dapat dilihat oleh mata manusia adalah 400nm



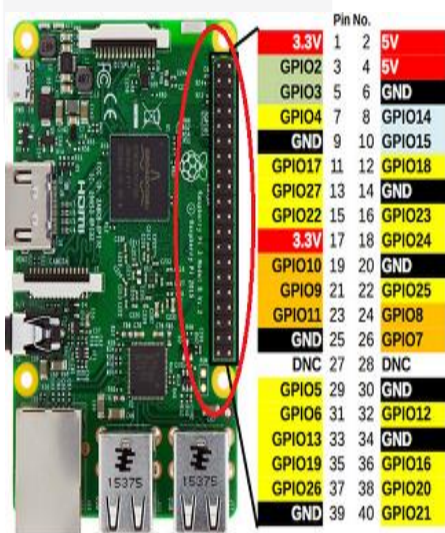
Gambar 2. 1 Panjang Gelombang Cahaya Tampak[6]

sampai 700nm[6]. Dapat dilihat pada gambar 2.1 panjang gelombang cahaya tampak bahwa cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia memiliki panjang gelombang mulai dari 400nm sampai 700nm.

Secara umum, teknologi VLC terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian *transmitter* (pengirim) dan *receiver* (penerima). Pada bagian *transmitter* terdapat pemancar yang menjadi sumber cahaya tampak. Salah satu sumber cahaya tampak yang biasa digunakan pada teknologi VLC adalah LED. Sehingga pada teknologi VLC, LED berperan sebagai *transmitter* yang dapat dimanfaatkan sebagai media transmisi sekaligus sebagai penerangan. Proses yang terjadi pada bagian *transmitter* ini untuk mengubah informasi yang dikirim berupa teks, audio dan video menjadi sandi-sandi yang akan dikirim melalui LED menggunakan media cahaya. Di sisi *receiver* terdapat *photodetector* sebagai penangkap cahaya yang dipancarkan oleh LED *transmitter* yang kemudian diproses untuk diubah menjadi informasi yang dikirimkan oleh pengirim. Informasi dapat berupa teks, audio dan video tergantung dari informasi yang dikirimkan oleh pengirim. *Photodetector* yang biasa digunakan pada teknologi VLC adalah *photodiode*.

2.2 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi adalah modul micro komputer yang juga mempunyai input dan output digital port seperti pada board microcontroller. Raspberry Pi adalah papan pengembangan dalam seri PI. Ini dapat dianggap sebagai komputer papan tunggal yang bekerja pada sistem operasi LINUX. Papan ini tidak hanya memiliki banyak fitur tetapi juga memiliki kecepatan pemrosesan yang hebat sehingga cocok untuk aplikasi tingkat lanjut. Untuk menggunakan Raspberry Pi kita memerlukan operating sistem (contoh OS : windows, linux, mac, Unix dst) yang dijalankan dari SD card. pada board Raspberry Pi tidak seperti pada board microcontroller AVR yang selama ini kita pakai tanpa OS. Operating system yang banyak dipakai antara lain Linux distro Raspbian. OS disimpan di SD card dan saat proses boot OS hanya bisa dari SD card tidak dari lokasi lain. OS yang bisa dijalankan di Raspberry board antara lain : Arch Linux ARM, Debian GNU/Linux, Gentoo, Fedora, FreeBSD, NetBSD, Paln 9, Inferno, Raspbian OS, Risc OS dan Slackware Linux. Jadi dalam menggunakan microcomputer Raspberry Pi ini kita seperti menggunakan PC yang berbasis linux plus yang mempunyai input output digital seperti yang ada di board microcontroller. Gambar berikut merupakan contoh 1 set micro computer Raspberry Pi dengan OS LINUX Raspbian yang siap pakai.[2]



Gambar 2. 2 Raspberry Pi[2]

Apa itu Pi gpio? GPIO Pi adalah pin atau terminal tambahan input output yang khusus dipasang diboard raspberry pi untuk koneksi ke perangkat luar, pada

gambar 2.2 yang dilingkari merah, biasa disebut sebagai header GPIO.

Untuk bisa memanfaatkannya kita hanya butuh mengenal fungsi pin dan sedikit settingan dari sisi program. GPIO di raspi ada yang memiliki 26 pin dan 40 pin tergantung model dari raspi.

GPIO dimanfaatkan sebagai alternatif komunikasi raspi ke dunia luar persis seperti USB port atau Ethernet. Yang membedakannya adalah lebih flexible dalam pengkabelan. Melalui terminal GPIO kita bisa menghidupkan lampu LED, memutar dinamo, membaca suhu dari sensor dan banyak lagi. Isi utama dari header GPIO adalah:

1. Power supply (3.3 V dan 5 V, masing masing 2 set)
2. UART (Universal asynchronous receiver transmitter, 1 set)
3. SPI (Serial Peripheral Interface)
4. I2C (Inter-Integrated Circuit) - EEPROM
5. GPIO (General Purpose Input Output)
6. PWM (Pulse width modulation)

Raspberry Pi GPIO Header

BCM	WiringPi	Name	Physical	Name	WiringPi	BCM
		3.3v	1	2	5v	
2	8	SDA.1	3	4	5V	
3	9	SCL.1	5	6	0v	
4	7	1-Wire	7	8	TxD	15 14
		0v	9	10	RxD	16 15
17	0	GPIO.0	11	12	GPIO.1	1 18
27	2	GPIO.2	13	14	0v	
22	3	GPIO.3	15	16	GPIO.4	4 23
		3.3v	17	18	GPIO.5	5 24
10	12	MOSI	19	20	0v	
9	13	MISO	21	22	GPIO.6	6 25
11	14	SCLK	23	24	CE0	10 8
		0v	25	26	CE1	11 7
0	30	SDA.0	27	28	SCL.0	31 1
5	21	GPIO.21	29	30	0v	
6	22	GPIO.22	31	32	GPIO.26	26 12
13	23	GPIO.23	33	34	0v	
19	24	GPIO.24	35	36	GPIO.27	27 16
26	25	GPIO.25	37	38	GPIO.28	28 20
		0v	39	40	GPIO.29	29 21

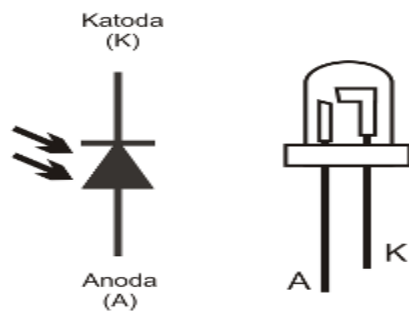
Gambar 2. 3 Perbedaan Sistem Penomoran Wiring Pi, GPIO Board dan BCM[2]

Header GPIO memiliki pin isi 26 dan isi 40, keduanya memiliki konfigurasi yang sama. Pin gpio memiliki dua sistem

penomoran Broadcom (BCM) sistem penomoran di software. GPIO Board, nomor yang langsung tampak di boar PCB. Kita hanya boleh menggunakan salah satu sistem penomoran. Untuk menentukan pilihan dibutuhkan inialisasi, yaitu dengan inmendeklarasikan sistem penomoran di script program.[2]

2.3 Photodioda

Photodioda merupakan salah satu jenis diode yang mempunyai fungsi khusus, yaitu sebagai komponen Optoelektronik. Optoelektronik adalah teknologi yang mengkombinasikan optic dan elektronik. *Photodioda* adalah salah satu komponen yang dibuat untuk berfungsi paling baik berdasarkan kepekaannya terhadap cahaya.[8]



Gambar 2.4 Photodioda

Sensor photo dioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor photodioda akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara forward sebagaimana dioda pada umumnya. Sensor photodioda adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (photodetector).

2.4 Kode ASCII (American Standart Code for Information interchange)

American Standard Code for Interchange atau biasa disebut ASCII adalah kode standar Amerika untuk pertukaran informasi. ASCII merupakan standar international dalam pengkodean huruf dan simbol. Kode ASCII digunakan komputer sebagai alat komunikasi dalam menunjukan teks. Komposisi kode ASCII terdiri atas 8bit dengan total kombinasi 256, dimulai dari kode 0 sampai dengan 255 dalam sistem bilangan

decimal. Kode ASCII 0-127 digunakan untuk mempresentasikan teks, dan 128-255 digunakan untuk mempresentasikan grafik. Berikut merupakan table kodel ASCII.[1]

Tabel 3.1 ASCII [1]

Decimal	Octal	Hex	Binary	Value
000	000	000	0000 0000	NUL
001	001	001	0000 0001	SOH
002	002	002	0000 0010	STX
003	003	003	0000 0011	ETX
004	004	004	0000 0100	EOT
005	005	005	0000 0101	ENQ
006	006	006	0000 0110	ACK
007	007	007	0000 0111	BEL
008	010	008	0000 1000	BS
009	011	009	0000 1001	HT
010	012	00A	0000 1010	LF
011	013	00B	0000 1011	VT
012	014	00C	0000 1100	FF
013	015	00D	0000 1101	CR
014	016	00E	0000 1110	SO
015	017	00F	0000 1111	SI
016	020	010	0001 0000	DLE
017	021	011	0001 0001	DC1
018	022	012	0001 0010	DC2
019	023	013	0001 0011	DC3
020	024	014	0001 0100	DC4

021	025	015	0001 0101	NAK
022	026	016	0001 0110	SYN
023	027	017	0001 0111	ETB
024	030	018	0001 1000	CAN
025	031	019	0001 1001	EM
026	032	01A	0001 1010	SUB
027	033	01B	0001 1011	ESC
028	034	01C	0001 1100	FS
029	035	01D	0001 1101	GS
030	036	01E	0001 1110	RS
031	037	01F	0001 1111	US
032	040	020	0010 0000	SP
033	041	021	0010 0001	!
034	042	022	0010 0010	"
035	043	023	0010 0011	#
036	044	024	0010 0100	\$
037	045	025	0010 0101	%
038	046	026	0010 0110	&
039	047	027	0010 0111	'
040	050	028	0010 1000	(
041	051	029	0010 1001)
042	052	02A	0010 1010	*
043	053	02B	0010 1011	+
044	054	02C	0010 1100	,
045	055	02D	0010 1101	-
046	056	02E	0010 1110	.
047	057	02F	0010	/

			1111	
048	060	030	0011 0000	0
049	061	031	0011 0001	1
050	062	032	0011 0010	2
051	063	033	0011 0011	3
052	064	034	0011 0100	4
053	065	035	0011 0101	5
054	066	036	0011 0110	6
055	067	037	0011 0111	7
056	070	038	0011 1000	8
057	071	039	0011 1001	9
058	072	03A	0011 1010	:
059	073	03B	0011 1011	;
060	074	03C	0011 1100	<
061	075	03D	0011 1101	=
062	076	03E	0011 1110	>
063	077	03F	0011 1111	?
064	100	040	0100 0000	@
065	101	041	0100 0001	A
066	102	042	0100 0010	B
067	103	043	0100 0011	C
068	104	044	0100 0100	D
069	105	045	0100 0101	E
070	106	046	0100 0110	F
071	107	047	0100 0111	G
072	110	048	0100 1000	H
073	111	049	0100 1001	I

074	112	04A	0100 1010	J
075	113	04B	0100 1011	K
076	114	04C	0100 1100	L
077	115	04D	0100 1101	M
078	116	04E	0100 1110	N
079	117	04F	0100 1111	O
080	120	050	0101 0000	P
081	121	051	0101 0001	Q
082	122	052	0101 0010	R
083	123	053	0101 0011	S
084	124	054	0101 0100	T
085	125	055	0101 0101	U
086	126	056	0101 0110	V
087	127	057	0101 0111	W
088	130	058	0101 1000	X
089	131	059	0101 1001	Y
090	132	05A	0101 1010	Z
091	133	05B	0101 1011	[
092	134	05C	0101 1100	\
093	135	05D	0101 1101]
094	136	05E	0101 1110	^
095	137	05F	0101 1111	-
096	140	060	0110 0000	`
097	141	061	0110 0001	a
098	142	062	0110 0010	b
099	143	063	0110 0011	c
100	144	064	0110	d

			0100	
101	145	065	0110 0101	e
102	146	066	0110 0110	f
103	147	067	0110 0111	g
104	150	068	0110 1000	h
105	151	069	0110 1001	i
106	152	06A	0110 1010	j
107	153	06B	0110 1011	k
108	154	06C	0110 1100	l
109	155	06D	0110 1101	m
110	156	06E	0110 1110	n
111	157	06F	0110 1111	o
112	160	070	0111 0000	p
113	161	071	0111 0001	q
114	162	072	0111 0010	r
115	163	073	0111 0011	s
116	164	074	0111 0100	t
117	165	075	0111 0101	u
118	166	076	0111 0110	v
119	167	077	0111 0111	w
120	170	078	0111 1000	x
121	171	079	0111 1001	y
122	172	07A	0111 1010	z
123	173	07B	0111 1011	{
124	174	07C	0111 1100	
125	175	07D	0111 1101	}
126	176	07E	0111 1110	~

127	177	07F	0111 1111	DEL
-----	-----	-----	--------------	-----

2.5 Kapasitor

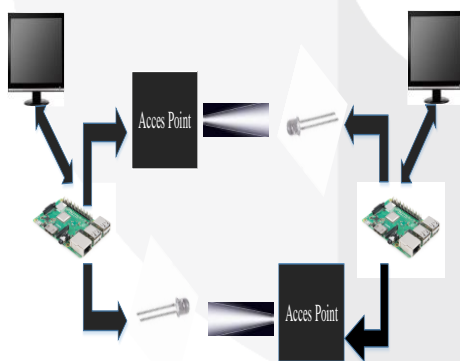


Gambar 2.5 Kapasitor

Kapasitor merupakan komponen dasar elektronika yang berfungsi untuk menyimpan muatan arus listrik didalam sebuah medan listrik untuk waktu yang terbatas sehingga secara fungsi mirip dengan baterai yaitu menyimpan arus. Kapasitor terdiri dari bahan dielektrik yang dihubungkan dengan pin / kaki komponen itu sendiri. Bahan dielektrik tersebut bisa berupa keramik, kertas, mika sedangkan kaki komponen dihubungkan dengan pelat konduktor. Pengertian dari bahan dielektrik adalah semua bahan yang tidak bisa dialiri listrik[3]. Jika pada bahan dielektrik tersebut dialiri arus listrik pada kaki elektrodanya maka muatan positif dan negative akan terkumpul. Muatan listrik tersebut akan tetap tersimpan dikapasitor selama tidak terdapat konduksi di kaki terminal kapasitor, ilustrasinya bisa dilihat pada gambar 2.8.

3. Perancangan Sistem

3.1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Gambar 3.1 merupakan perancangan receiver menggunakan 2 *photodiode module* untuk acces

point maupun terminal *equipment*. Diagram blok keseluruhan untuk pengiriman teks dan video, dapat dilihat bahwa bagian receiver terdiri atas Photodiode Module, Raspberry Pi dan Monitor. Masing-masing blok mempunyai fungsi sebagai berikut.

1. Photodiode Module

Photodiode module Teks digunakan sebagai penerima cahaya lampu. Photodiode dapat membaca dan menangkap cahaya LED karena adanya kejadian pemisahan muatan positif dan negative yang terjadi didalam photodiode. Ketika lampu LED menyala, cahaya yang dipancarkan mengandung foton-foton. Kemudian foton-foton tersebut mengenai photodiode dan menembus lapisan semikonduktor tipe-N (katoda) memasuki lapisan semikonduktor tipe-P (anoda) didalam lapisan semikonduktor tipe-P, foton bertabrakan dengan electron-electron yang terikat, sehingga electron-electron tersebut terpisah dari intinya dan menimbulkan terjadinya hole. Elektron-electron terpisah yang ada didekat persimpangan PN akan masuk kelapisan semikonduktor tipe-N, sehingga lapisan semikonduktor tipe-N(katoda) akan kelebihan muatan electron dan lapisan semikonduktor tipe-P akan kelebihan hole. Inilah yang disebut dengan pemisahan muatan positif dan negative. Adanya pemisahan muatan positif dan negative ini menyebabkan adanya beda potensial pada persimpangan PN. Sehingga jika anoda dan katoda disambungkan dengan kabel, maka akan terjadi aliran arus listrik dari katoda ke anoda. Ketika terjadi aliran listrik ini, maka photodiode akan mengartikannya sebagai "1" sedangkan ketika tidak ada aliran arus listrik akan diartikan dengan nilai "0" Dari pembacaan nyala dan matinya lampu LED oleh photodiode module kemudian diartikan menjadi suatu

bentuk kode biner. Informasi yang diterima photodiode module yang berupa kode biner ini diteruskan kemudian dikirimkan ke Raspberry Pi. Dan untuk video dan audio kami telah menyimpan file untuk memutar video pada tampilan masing-masing web, dimana untuk menyalakannya menggunakan karakter p(play) untuk menyalakan video dan s(stop) untuk memberhentikan video.

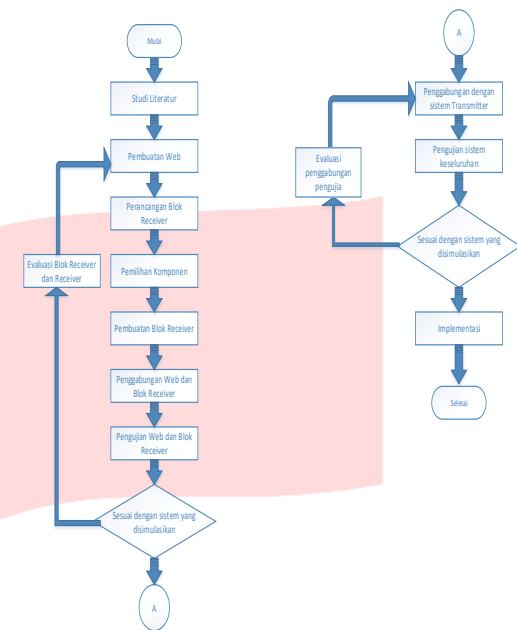
2. Raspberry Pi

Photodiode module yang digunakan tersambung dengan Raspberry Pi, sehingga ketika photodiode module menerima informasi berupa kode, maka Raspberry Pi akan mengirimkan informasi tersebut ke PC user melalui serial port.

3. WEB Server

Pada PC user sudah tersedia web server yang telah dibuat untuk komunikasi dua arah secara bersamaan, VLC Full Duplex Communication. Pada web terdapat bagian receiver yang terdapat kotak terima (inbox) untuk menampilkan informasi berupa teks dan juga kotak untuk menerima video, namun sebelum ditampilkan, informasi teks dan video yang masih berupa kode biner dikonversi menjadi bentuk ASCII atau karakter, informasi sehingga informasi yang dikirimkan oleh transmitter diterima dalam bentuk yang sama dan dapat dibaca oleh user.

3.2 Flowchart Pengerjaan Sistem Keseluruhan



Gambar 3. 2 Flowchart Pengerjaan Sistem Keseluruhan

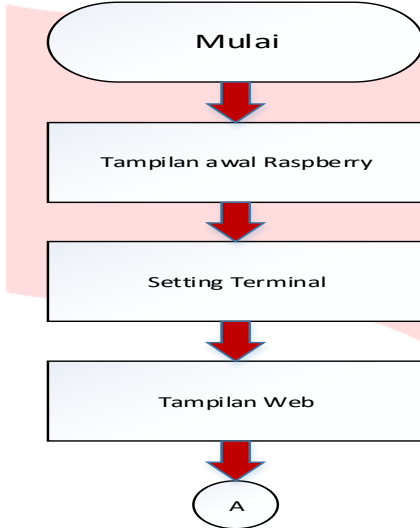
Gambar 3.2 adalah *flowchart* pengerjaan sistem keseluruhan yang menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan untuk melakukan perancangan proyek akhir ini. Dimulai dari perancangan sistem web dan sistem blok *receiver* sampai dengan sistem keseluruhan selesai dibuat. Pada tahap perancangan sistem web yang dilakukan adalah menentukan konsep kerja sistem web dan merancang tampilan utama web. Setelah itu dilakukan pembuatan web.

Tahap selanjutnya adalah perancangan blok *receiver*. Pada tahap ini dilakukan perancangan rangkaian serta pencarian komponen yang akan digunakan. Setelah melakukan perancangan blok *receiver* dilakukan penentuan komponen yang akan digunakan. Kemudian tahap selanjutnya adalah pembuatan blok *receiver* berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Setelah blok *receiver* selesai dibuat, kemudian dilakukan pengujian simulasi blok *receiver* dan *web*, jika simulasi yang dilakukan belum sesuai maka dilakukan evaluasi dan kembali ke tahap pembuatan web. selanjutnya penggabungan sistem *receiver* dengan sistem *transmitter* menjadi sistem VLC untuk pengiriman teks, video dan audio. Setelah itu dilakukan pengujian sistem keseluruhan, jika sistem yang disimulasikan belum sesuai maka dilakukan evaluasi pada sistem-sistem baik pada sistem *receiver* maupun *transmitter*. Evaluasi yang dilakukan meliputi evaluasi sistem blok *receiver* dan sistem web. Namun, jika simulasi yang dilakukan telah sesuai maka tahap selanjutnya adalah melakukan implementasi sistem di Laboratorium Sistem Komunikasi Optik.

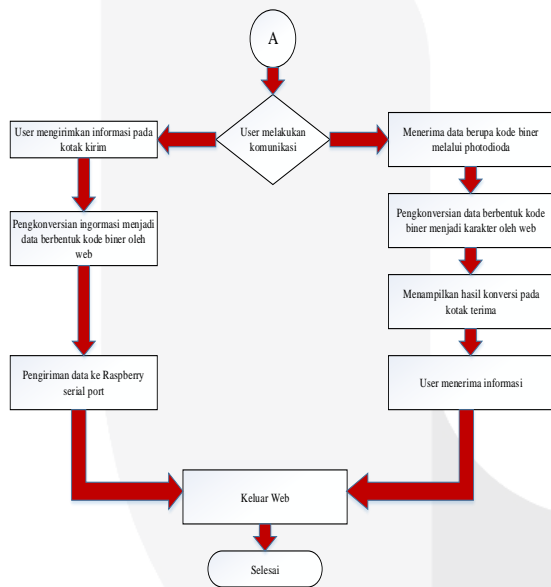
Berdasarkan tahapan pengerjaan proyek akhir di atas dapat diketahui bahwa

perancangan dilakukan pada perancangan sistem web dan sistem blok receiver. Adapun tahapan pengerjaan rancangan sistem web dan blok receiver adalah sebagai berikut.

3.3 Flowchart Web Keeluruhan



Gambar 3. 3 Flowchart Sistem Web Keseluruhan (bagian 1)

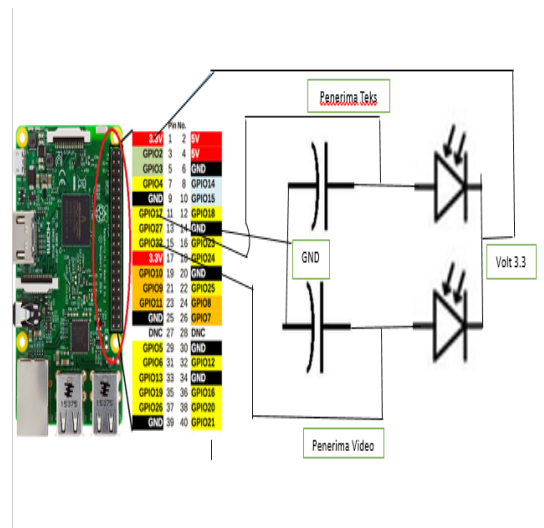


Gambar 3. 4 Flowchart Sistem Web Keseluruhan (bagian 2)

Berdasarkan Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 dapat diketahui bahwa sebelum melakukan komunikasi menggunakan Web, terlebih dahulu user melakukan setting pada pada terminal agar dapat membuka tampilan web. Setelah itu user dapat melakukan komunikasi untuk pengiriman informasi (transmitter) atau penerimaan data (receiver). Pada proyek akhir ini dibuatkan web untuk bagian penerimaan data atau receiver.

dapat diketahui bahwa output yang didapatkan user saat melakukan penerimaan data adalah berupa teks, dan video. Untuk mendapatkan informasi berupa teks dan video yang dikirimkan oleh user pengirim ada beberapa tahapan, yaitu ketika data berupa kode biner masuk atau diterima oleh web yang digunakan, maka selanjutnya data tersebut oleh web akan dikonversikan menjadi bentuk karakter asli (pengkonversian kode biner ke ASCII), Setelah pengkonversian selesai dilakukan oleh web, kemudian hasil konversi yang sudah berupa karakter asli tersebut ditampilkan pada kotak terima di bagian receiver pada web. Dengan begitu user berhasil menerima teks atau video yang dikirimkan oleh user pengirim.

3.4 Perancangan Sistem Blok Receiver



Gambar 3.5 Perancangan Sistem Blok Receiver

Berdasarkan gambar 3.5 dapat diketahui bahwa Raspberry dapat menerima hasil dari pembacaan yang dilakukan oleh photodiode module karena saling terhubung melalui pin GPIO 17 untuk Audio dan GPIO 22 untuk video dengan menggunakan bahasa pemrograman seperti pada gambar 3.6 dan gambar 3.7

```

var sensorArr = [];
var interval = setInterval(function() { // Membaca Data Text
var temp = readData(sensorArr);
console.log(temp);
if (temp != null) {
io.emit("msg", JSON.stringify({data: temp}));
sensorArr = [];
temp = null;
}
} else {
io.emit("msg", JSON.stringify({data: null}));
}
}, 1000);

```

Gambar 3.6 Membaca Data Text

```

function readData2(sensorArr) {
sensorArr.push(SENSOR2.readSync())

var start = 0;
var i;
for(i = 0; i < sensorArr.length; i++) {
if (sensorArr[i] == '1' || sensorArr[i]) {
start++;
if (start == 8) break;
}
else start = 0;
}
}

```

Gambar 3.7 Membaca Data Video

Berdasarkan bahasa pemrograman pada gambar 3.6 dan gambar 3.7, *Raspberry* akan menerima hasil pembacaan dari *photodiode module* yang terhubung ke *Raspberry* melalui pin *receiver* yaitu pin 17 dan pin 22 dengan kecepatan pengiriman data dan pembacaan cahaya yang diterima sebesar 750ms/bit. Kecepatan komunikasi yang digunakan ini merupakan kecepatan komunikasi tercepat yang dapat dilakukan. Setelah itu *Raspi* akan mengirimkan hasil pembacaan tersebut ke web melalui serial port.

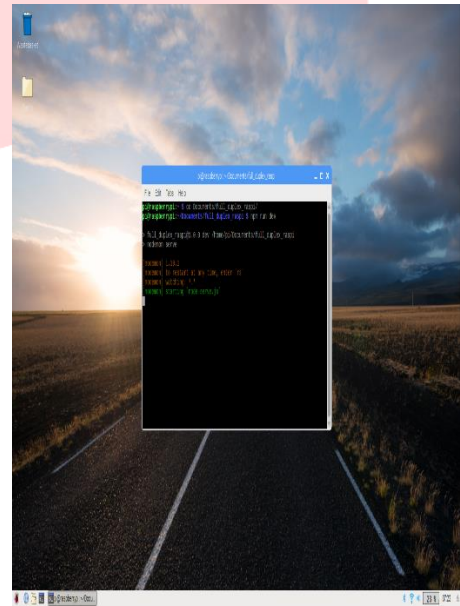
4. Hasil Pengujian

Berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan

4.1 Pengujian

Pengujian yang dilakukan merupakan hasil dari implementasi dari keseluruhan blok sistem meliputi sistem *access point* dan sistem *terminal equipment* serta aplikasi *VLC Full Duplex Communication*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Sistem Komunikasi Optik Fakultas Ilmu Terapan (G9) dan bertujuan

untuk mengetahui kinerja sistem *terminal equipment* melalui pengujian fungsional web *VLC Full Duplex Communication*, keberhasilan sistem berdasarkan tempat pengujian, pengujian kecepatan penerimaan data, pengujian nilai *lux* minimum yang dapat diterima *photodiode module*. Gambar 4.3 merupakan langkah awal untuk melakukan pengujian



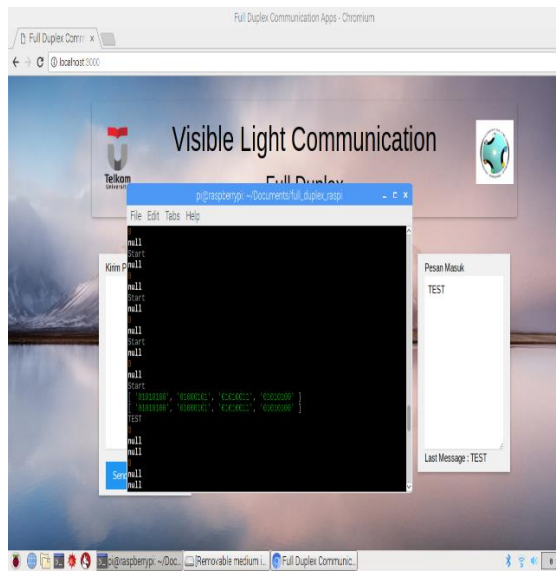
Gambar 4.1 Setting Terminal

Pada pengujian menjalankan server yang akan digunakan untuk komunikasi dilakukan dengan membuka terminal, menuliskan perintah `cd Documents/full_duplex_raspi/`, kemudian menekan tombol enter pada keyboard, kemudian menuliskan perintah `npm run dev`, kemudian menekan tombol enter pada keyboard. Berdasarkan gambar 4.4 pengujian berhasil ditandai dengan `[nodemon] starting 'node serve.js'`, yang berarti server telah dijalankan.

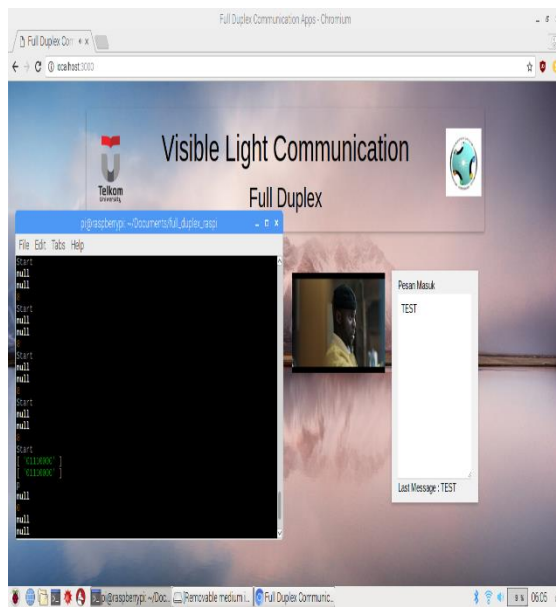
4.2 Pengujian Fungsional Keberhasilan Penerimaan Teks dan Video

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah web *VLC Full Duplex Communication* dapat berhasil informasi yang dikirimkan oleh *user* pengirim. Pengujian ini dilakukan dengan cara menginputkan informasi yang akan dikirimkan pada kotak kirim di Monitor 1 yang digunakan oleh *user* pengirim dan melihat hasil yang diterima oleh *user* penerima pada web *VLC Full Duplex Communication*. Berikut merupakan hasil pengujian fungsional keberhasilan penerimaan

informasi.



Gambar 4.2 Pengujian Fungsioanl Keberhasilan Teks



Gambar 4.3 Pengujian Fungsional Keberhasilan Video

Berdasarkan Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pengujian keberhasilan penerimaan teks dan video berhasil dilakukan, hal ini ditandai dengan teks yang dikirimkan oleh pengirim berhasil diterima oleh penerima.

Namun, apabila teks yang dikirimkan *access point* jumlahnya lebih dari 7 karakter, maka *receiver* hanya dapat menerima 7 karakter saja. Sebagai

contoh, pengujian dengan cara mengirimkan karakter "TEST" dari *access point* ke *terminal equipment*, maka karakter yang diterima "TEST" saja. Hal ini dikarenakan buffer pada Raspberry hanya terbatas sampai 64bit saja. Sehingga Raspberry hanya dapat mengirimkan 64bit dalam sekali pengiriman. Dari 64bit yang dikirimkan, 8bit pertama digunakan untuk pembacaan *start point*, yaitu bit 1 sebanyak 8 kali sebagai penanda untuk memulai pengkonversian, sehingga karakter yang muncul di kotak terima adalah hasil konversi dari 56bit (7 karakter).

4.3 Pengujian Fungsional Keberhasilan Fitur-Fitur Web

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah fitur-fitur pada aplikasi *VLC Half Duplex Communication* digunakan sesuai fungsinya. Adapun hasil pengujian fungsional keberhasilan fitur-fitur web dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

4.1 Tabel Pengujian Fungsional Web

No.	Nama Pengujian	Aksi	Harapan Hasil	Hasil Pengujian	Status
1	Mengirimkan informasi	Memasukkan informasi	Informasi	Benar	Berhasil

			s i y a n g d i m a s u k k a n d a p a t t e r k i r i m	l m e n g i r i m a k a n i n f o r m a s i			r i m a n f o r m a s i	n g g u i n f o r m a s i	masi yang diteri ma di kota k terim a pada bagi an <i>recei ver</i>	masi yang diteri ma di kota k terim a pada bagi an <i>recei ver</i>	
2	M e n e u	M e n u	Men ampi lkan infor	Men ampi lkan infor	Berh asil	3	Mengh entika n inform asi video	M en ek an to m bo l <i>sto p ya ng ad a di</i>	vid eo di kot ak teri ma pad a bag ian <i>rec eiv er ber</i>	Inf or ma si di kot ak teri ma pad a bag ian <i>rec eiv</i>	Berh asil

.	0	5	
5	6	3	Berhasil
.	0	1	
6	7	2	Berhasil
.	5	5	
7	8	1	Berhasil
.	0	8	
8	9	9	Tidak Berhasil
.	0		

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa nilai lux minimum yang dapat diterima oleh *photodiode* dengan menggunakan jarak maximum penerimaan data 90cm. Hal ini ditunjukkan dengan hasil pengujian dengan nilai lux 9 pada jarak penerimaan data 90cm, *photodiode module* tidak berhasil melakukan penerimaan data.

4.6 Perhitungan Waktu Frekuensi dari Waktu Pengiriman

Pada implementasi sistem yang dilakukan, pengiriman data tercepat yang dapat dilakukan adalah dengan waktu pengiriman 750ms per 1bit. Kecepatan komunikasi yang digunakan ini merupakan kecepatan komunikasi tercepat yang dapat dilakukan dan merupakan hasil pengujian pada kecepatan komunikasi. Sehingga dari kecepatan komunikasi tersebut dapat diketahui bahwa untuk melakukan pengiriman 1byte membutuhkan waktu 6000ms.

Berdasarkan pengiriman data 1 bit, digunakan waktu 1000ms, sehingga nilai frekuensi pengiriman data 1bit.:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{1000ms}$$

$$f = 1Hz$$

Dari hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa pengiriman 1bit menggunakan waktu pengiriman 1000ms, nilai frekuensi pengirimannya adalah 1Hz. Ini berarti dalam 1detik terdapat 1bit yang dikirimkan (1bps). Dan Diketahui juga pengiriman data 1byte menggunakan waktu 8000ms, sehingga frekuensi pengiriman data 1 byte adalah:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{8000ms}$$

$$f = 0.125 Hz$$

Dari hasil perhitunga diatas, dapat diketahui bahwa dalam pengiriman 1byte menggunakan waktu pengiriman 8000ms, nilai frekuensi pengirimannya adalah 0.125 Hz. Dalam 8 detik terdapat 1 byte yang dikirimkan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari Proyek Akhir yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Cahaya dapat dijadikan kanal transmisi sistem komunikasi optik
2. Dapat menerima data berupa karakter
3. Memiliki kecepatan penerimaan data maksimum 700ms
4. Sistem VLC yang diimplementasikan dapat digunakan untuk komunikasi pengiriman teks dan video secara horizontal dengan jarak maksimal 80cm.
5. Karakter dapat diterima dengan sempurna, namun juga bisa tidak sempurna apabila posisi *access point* dan *terminal equipment* tidak sejajar (*Line of Sight*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *ASCII Conversion*.
<https://www.eecis.udel.edu/~amer/CISC651/ASCII-Conversion-Chart.pdf>. Diakses pada tanggal 5 Agustus 2018.
- [2] Mengenal PiGPIO, sorayakit.blogspot.com/2016/

11/mengenal-pi-gpio.html

- [3] Hariangga, Des Trihantoro, Denny Darlis dan Hasanah Putri. 2014. *Implementasi Visible Light Communication (VLC) untuk Pengiriman Teks*. Bandung. Jurnal Proyek Akhir Telkom University.
- [4] Juniar, Anisah Mega. Hafiduddin dan Asep Mulyana. 2017. *Implementasi Visible Light Communication untuk Pengiriman Text Menggunakan Super Bright LED*. Bandung. Jurnal Proyek Akhir Universitas Telkom.
- [5] Kho, Dickson. *Pengertian Frekuensi dan Cara Menghitung Frekuensi*. <https://teknikelektronika.com/pengertian-frekuensi-cara-menghitung-frekuensi/>. Diakses pada tanggal 10 Agustus 2018.
- [6] Naztin, Budiyawan, Tri Nopiani Damayanti dan Sugondo Hadiyoso. 2018. *Penerapan Modul Surya sebagai Receiver Sistem Visible Light Communication (VLC) untuk Pengiriman Sinyal Audio Akustik*. Banda Aceh. Jurnal Rekayasa Elektroika Vol. 14, No. 1, April 2018, hal. 68-74.
- [7] Sujarwata. 2018. *Belajar Mikrokontroler BS2SX Teori, Penerapan dan Contoh pemrograman PBasic*. Yogyakarta: Deepublish.
- [8] Dian Ayu Nurlitasari, Rancang Bangun Terminal Equipment Pada Teknologi Visible Light Communication Di Laboratorium Sistem Komunikasi Optik Fakultas Ilmu Terapan.