

# Implementasi Blok Pengirim Visible Light Communication untuk Smart Parking

## *Implementation of Visible Light Communication Transmitter Blocks for Smart Parking*

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

Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[gilangtt@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:gilangtt@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[aris.hartaman@telkomuniversity.ac.id](mailto:aris.hartaman@telkomuniversity.ac.id)

---

### Abstrak

Sistem palang pintu parkir di berbagai lokasi, rata-rata menggunakan kabel ataupun *Bluetooth* yang di koneksikan ke tombol atau saklar untuk membuka dan menutup palang pintu parkir, dan adapun yang menggunakan tombol karcis untuk merekam identitas kendaraan, mengeluarkan karcis, lalu membukakan palang pintu parkir menjadi masalah menantang, seperti antrian kendaraan yang cukup padat karena proses Sistem Parkir yang membutuhkan waktu yang cukup lama.

Di karenakan sistem Parkir di atas tidak dapat di andalkan untuk sistem parkir yang lebih cepat, pada proyek akhir ini telah dilakukan penelitian terkait karakteristik beberapa lampu penerangan kendaraan yang ada di pasaran yang telah digunakan sebagai sistem pengirim komunikasi cahaya tampak. Jenis lampu penerangan kendaraan yang telah digunakan untuk pengiriman data teks melalui *Visible Light Communication* adalah lampu depan dan belakang sepeda motor *LED*. Dari penelitian ini, dipaparkan karakteristik dari masing – masing jenis lampu penerangan sepeda motor yang digunakan pada kondisi sebenarnya di dalam dan luar ruangan dengan mempertimbangkan pengaruh cahaya lain, sehingga hasil dari implementasi *VLC* pada lampu *LED* motor dapat mengirimkan data teks dengan jarak yang cukup jauh, yaitu lebih dari 150 *cm* menggunakan Komunikasi *PWM (Pulse Width Modulation)* dengan frekuensi sebesar 490 *hz* dengan waktu yang efisien.

Hasil penelitian dan pemilihan lampu *LED* kendaraan yang telah di gunakan penulis untuk mengirimkan data atau informasi menggunakan komunikasi *PWM* dengan dua *duty cycle* bit 0 sebesar 40% dan bit 1 sebesar 80% yaitu dengan cara mengirimkan beberapa bit 1 dan 0 yang terkonversi karakter cukup optimal di samping fungsi penerangannya sebagai suatu alat untuk memancarkan/mengirim sebuah data yang berjarak lebih dari 150 *cm*. Lalu pada komunikasi *PWM* memiliki frekuensi sebesar 490 *Hz*. Pada bagian penerima telah di teliti karakteristiknya oleh anggota lain yang berada dalam tim penulis.

**Kata kunci : *VLC*, lampu kendaraan, *LED*, gangguan lingkungan, *PWM***

---

### Abstract

Parking doorstop systems in various locations, on average using a cable or *Bluetooth* that is connected to a button or switch to open and close the parking doorstop, and for those who use the ticket button to record vehicle identity, issue a ticket, then open the parking door challenging problems, such as the queue of vehicles which is quite dense because of the parking system process that takes a long time.

Because the Parking system above cannot be relied on for a faster parking system, in this final project research has been carried out regarding the characteristics of several vehicle lighting lamps on the market that have been used as a visible light communication sending system. The type of vehicle lighting that has been used for sending text data through *Visible Light Communication* is the front and rear lights of the *LED* motorcycle. From this study, the characteristics of each type of motorcycle lighting used in the actual conditions inside and outside the room taking into account the influence of other lights, so that the results of *VLC* implementation on the motor *LED* lights can transmit text data at a considerable distance, that is more than 150 *cm* using *PWM Communication (Pulse Width Modulation)* with a frequency of 490 *hz* with efficient time.

The results of research and selection of vehicle *LED* lights that have been used by the author to transmit data or information using *PWM* communication with two 0 *duty cycle* bits of 40% and 1 bit of 80% by sending a number of 1 and 0 bits which are optimally converted in beside the lighting function as a tool to transmit / send data that is more than 150 *cm* apart. Then the *PWM* communication has a frequency of 490 *Hz*. The characteristics of recipients have been examined by other members of the team of writers.

**Keywords: *VLC*, Vhicle Lights, *LED*, Environmental Interference, *PWM***

---

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan informasi dengan kualitas nilai yang tepat menjadi suatu hal yang penting pada zaman ini. Teknologi jaringan nirkabel yang mudah tersambung dengan jaringan dimanapun pengguna berada menjadi teknologi pilihan dan sangat berkembang pesat saat ini. Aplikasi teknologi nirkabel tidak lagi terbatas pada komunikasi data, dimana pengirim dan penerima bertukar informasi dalam jarak yang jauh. Namun sudah mulai merambah ke teknologi *Visible Light Communication (VLC)* merupakan salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang menggunakan cahaya tampak untuk memodulasi informasi. *Visible Light Communication* dapat dilakukan dengan menggunakan lampu *LED* motor sebagai *transmitter*, termasuk Penggunaan lampu *LED* motor yang saat ini hanya digunakan untuk penerangan di jalan dapat di tambahkan fiturnya dengan *VLC*. Aktivitas masuk dan keluar parkir kendaraan rentan menyebabkan antrian yang cukup panjang, sehingga membutuhkan teknologi yang mampu membuat antrian tidak panjang. Penggunaan *RFID* menggunakan *Barcode* membuat seseorang untuk menyiapkan kartu serta melakukan tapping, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. Lampu *LED* motor yang digunakan sebagai penerangan di jalan dapat dirancang untuk penggunaan *Visible Light Communication* yang dapat mengirim data identitas motor serta mengirim perintah “buka” dan ”tutup” ke photodiode di receiver dengan komunikasi *PWM (Pulse Width Modulation)*.

Terdapat beberapa penelitian yang telah dipublikasikan di bidang *Visible light communication* seperti implementasi *Visible Light Communication* Untuk Pengiriman Teks[1], Rancang Bangun perangkat *VLC* pada Lampu Kendaraan untuk Sistem Kendali Palang Pintu Otomatis [2], tetapi penelitian-penelitian tersebut tidak menggunakan sistem *PWM*, hanya berdasarkan pada pengiriman teks menggunakan sistem komunikasi serial *VLC*. Sistem pengiriman data menggunakan *Visible Light Communication* dapat diimplementasikan *PWM* yaitu dengan cara menambahkan *output PWM* pada lampu *LED* depan dan belakang motor.

Dalam proyek akhir ini dilakukan perancangan sistem pengiriman data identitas motor serta perintah “buka” dan “tutup” menggunakan *PWM* dengan menerapkan teknologi *Visible Light Communication* dan mengimplementasikannya pada Lampu *LED* depan dan belakang motor. Setelah data dan perintah dari transmitter di terima oleh receiver, palang pintu parkir akan terbuka lalu motor di perbolehkan untuk masuk.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Visible Light Communication (VLC)

*Visible Light Communication* adalah media komunikasi data menggunakan cahaya tampak sebagai media penyampaian informasi. Cahaya tampak (*visible light*) tidak lagi hanya sebagai media penerangan, tetapi dapat digunakan sebagai media penyampaian informasi. Hanya dengan menghidupkan lampu saja dan komunikasi data dapat dilakukan. Dengan teknologi seperti ini, seseorang dapat menciptakan sebuah komunikasi dengan cara mengirimkan file audio (misal musik, rekaman, dan lainnya) dan video dari satu tempat ke tempat lain dalam sebuah ruangan, yang selama ini dilakukan oleh perangkat *Infrared* atau pun *Bluetooth*, mencetak dokumen dengan jarak yang jauh tanpa menggunakan kabel, dan aplikasi lainnya.

*Visible Light Communication (VLC)* adalah media komunikasi data menggunakan cahaya tampak antara 400 THz (375nm) sampai 800 THz (780 nm). Teknologi komunikasi ini memanfaatkan sumber cahaya yaitu *LED* sebagai *transmitter*, cahaya sebagai media transmisi, dan *photodetector* sebagai *receiver*.Standarisasinya pada *IEEE 802.15.7*. Cahaya tampak tidak berbahaya bagi penglihatan.Teknologi ini menggunakan lampu neon (lampu biasa, perangkat komunikasi tidak khusus) untuk mengirimkan sinyal pada 10 kbit/s, atau *LED* untuk 500 Mbit/s. Transmisi *data rate* rendah di 1 kilometer (0,6 mil) dan 2 kilometer (1,2 mil) yang ditunjukkan. Ronja mencapai kecepatan penuh *Ethernet* (10 Mbit/s) atas berkat jarak yang sama dengan optik yang lebih besar dan lebih kuat *LED*. [3]

### 2.2 Light Emitting Diode (LED)

*Light Emitting Diode* atau sering disingkat dengan *LED* adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. *LED* merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh *LED* tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya.[4]

*LED* digambarkan dengan simbol mirip dioda namun dengan tambahan tanda panah keluar sebagai simbol memancarkan cahaya. Seperti dioda biasa, *LED* juga memiliki kaki anoda dan katoda. Ini artinya pemasangan *LED* tidak boleh terbalik. Kaki anoda harus mendapat tegangan positif (+) dan kaki katoda harus mendapat tegangan negatifnya (-).[4]

*LED* merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). *LED* hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (*bias forward*) dari Anoda menuju ke Katoda[4]

*LED* terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di *doping* sehingga menciptakan *junction* P dan N. Yang dimaksud dengan proses *doping* dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (impurity) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika *LED* dialiri tegangan maju atau *bias forward* yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada *N-Type* material akan berpindah

ke wilayah yang kelebihan *Hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (*P-Type material*). Saat Elektron berjumpa dengan Hole akan melepaskan foton dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna). [4]

*LED* atau *Light Emitting Diode* yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai Transduser yang dapat mengubah Energi Listrik menjadi Energi Cahaya [4].

### 2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor dimana didalamnya sudah terdapat *CPU*, *RAM*, *ROM*, *I/O*, *Clock* dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi (terlamati) dengan baik oleh pabrik pembuatannya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai (Winoto, 2011). Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya [5].

Pada sebuah chip mikrokontroler umumnya memiliki fitur – fitur sebagai berikut:

1. *Central processing* unit mulai dari *processor* 4- bit yang sederhana hingga *processor* kinerja tinggi 64-bit.
2. *Input/Output* antarmuka jaringan seperti *serial port (UART)*.
3. Antarmuka komunikasi serial lain seperti *IC, serial peripheral interface and controller area network* untuk sambungan sistem
4. Peripheral seperti *timer* dan *watchdog*.
5. *RAM* untuk penyimpanan data
6. *ROM, EPROM, EEPROM* atau *flash memory* untuk menyimpan program dikomputer.
7. Pembangkit *clock* biasanya berupa resonator rangkaian RC.
8. Pengubah analog ke digital. [5]

### 2.4 Modulasi PWM untuk Sistem Komunikasi (Pulse Width Modulation)

PWM melakukan *encoding* sinyal informasi terhadap lebar pulsa/*duty cycle*. *Duty cycle (D)* merupakan perbandingan antara waktu ‘on’ terhadap periode satu pulsa. Prinsip yang digunakan adalah sama halnya dengan modulasi OOK dan PPM, yakni PWM menggunakan pulsa kotak untuk membawa informasi. [6]

### 2.5 Analog Input pada Arduino

Pin analog pada Arduino (dan mikrokontroler lain pada umumnya) dapat digunakan untuk *input* dan *output* digital. Hanya saja pin analog memiliki fitur untuk dapat mengubah sinyal analog yang masuk menjadi nilai digital yang mudah diukur. Pin digital hanya dapat mengenali sinyal 0 volt sebagai nilai *LOW* dan 5 volt sebagai nilai *HIGH*. Sedangkan Pin analog dapat mengenali sinyal pada rentang nilai voltase tersebut. Hal ini sangat berguna ketika kita hendak mengukur sesuatu dari sensor dan menggunakan nilai masukan tersebut untuk keperluan lain [7].

### 2.6 MOSFET

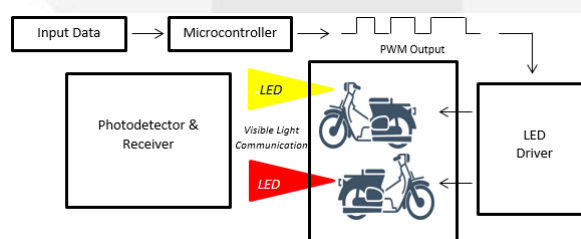
*MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)* adalah suatu transistor dari bahan semikonduktor (silikon) dengan tingkat konsentrasi ketidakmurnian tertentu. Tingkat dari ketidakmurnian ini akan menentukan jenis transistor tersebut, yaitu transistor *MOSFET* tipe-N (*NMOS*) dan transistor *MOSFET* Tipe-P (*PMOS*). Bahan silicon digunakan sebagai landasan (*substrat*) dari penguras (*drain*), sumber (*source*), dan gerbang (*gate*) [8].

Selanjutnya transistor dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan gerbangnya dibatasi oleh oksida silikon yang sangat tipis. Oksida ini diendapkan di atas sisi kiri dari kanal, sehingga transistor *MOSFET* akan mempunyai kelebihan dibanding dengan transistor *BJT (Bipolar Junction Transistor)*, yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah [8].

## 3. Perancangan Dan Implementasi Sistem

### 3.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem pengiriman data teks berupa identitas motor dengan keluaran sinyal PWM dapat di kirimkan menggunakan komunikasi cahaya tampak atau yang dikenal dengan Visible Light Communication.



Gambar 1 Blok Diagram Keseluruhan

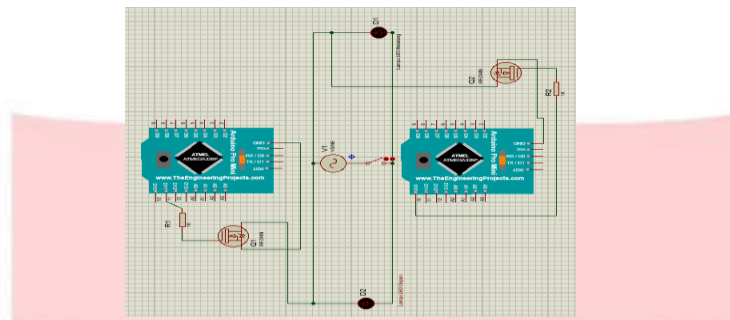
Berdasarkan Gambar 3.1 diatas terdapat dua bagian perancangan yaitu bagian *transmitter* lampu LED motor depan dan *transmitter* lampu LED motor belakang. prinsip kerja dari sistem ini adalah mikrokontroler mengolah data teks yang sudah diprogram ke dalam mikrokontroler dalam bentuk biner dengan keluaran modulasi lebar pulsa (*PWM*), dan data tersebut ditumpangkan ke cahaya yang berasal dari lampu LED motor, cahaya lampu LED motor yang sisipi sinyal informasi berupa data teks dan sebuah perintah yang menyatakan identitas motor dan perintah “buka” pada lampu LED motor depan

ditransmisikan secara nirkabel dan diterima oleh perangkat *receiver* pada *photodiode* di *barrier gate*, lalu palang pintu parkir akan terbuka dan pada lampu LED motor belakang mengirim perintah “tutup” ke *receiver*, sehingga palang pintu parkir akan tertutup.

**3.2 Perancangan Sistem Hardware pada Transmitter**



Gambar 2 Blok Diagram Transmitter



Gambar 1 Skematik Transmitter pada Lampu LED Motor

Pada trasmitter menggunakan lampu LED Motor 10W sebanyak 2 buah, cahaya LED yang dipancarkan oleh LED Motor akan sebagai media transmisi untuk mengirimkan data berbasis teks ke receiver. Penulis menggunakan *Casing* sebagai tempat untuk menempatkan rangkaian. Arduino Pro Mini mendapatkan catu dari Aki Motor sebesar 12v, dengan bantuan LED Driver sebagai pengendali arusnya sehingga arduino mendapat catuan dari Aki Motor. Instalasinya yaitu Pin 10/11 pada Arduino Promini di hubungkan ke Resistor sebesar 1K lalu di hubungkan ke kaki Gate pada Mosfet, Ground Arduino Promini di hubungkan ke kaki Source pada Arduino Promini, lalu kaki Drain di Mosfet di hubungkan ke (-) pada Lampu LED Motor, dan pada bagian (+) Lampu LED Motor di hubungkan ke Aki Motor.

**3.2.1 Spesifikasi Arduino Promini**

Chip mikrokontroler	ATMEGA328P
Tegangan Operasi	5 Volt
Digital I/O Pin	14 pin, 6 diantaranya Pin PWM
Analog Input Pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	40 mA
Memori Flash	32 KB; 0,5 KB telah digunakan untuk <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz
Dimensi	33 mm x 18 mm
Berat	5 Gram

Tabel 1 Spesifikasi Mikrokontroller

**3.2.2 Spesifikasi LED**



Gambar 4 Lampu LED Depan & Belakang Motor

Daya = 10 Watt  
 Tegangan = 9 – 15

### 3.2.3 Spesifikasi LED Driver

- MOSFET

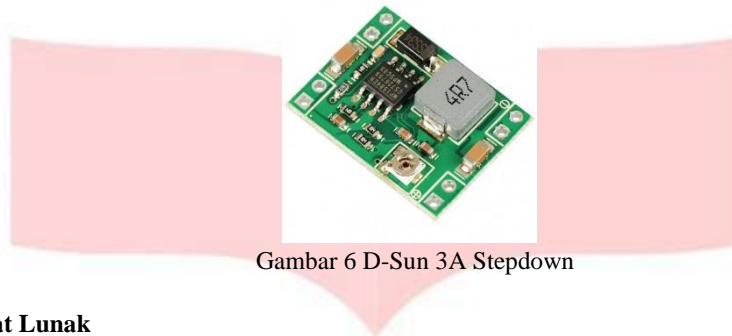
LED driver yang digunakan pada proyek akhir kali ini adalah memanfaatkan MOSFET berupa IRFZ44N yang disambung dengan lampu LED motor.



Gambar 5 Mosfet IRFZ44N

- Step Down

Selain MOSFET, penulis menggunakan D-Sun 3A Step Down untuk menurunkan tegangan dari 12V ke 5V.



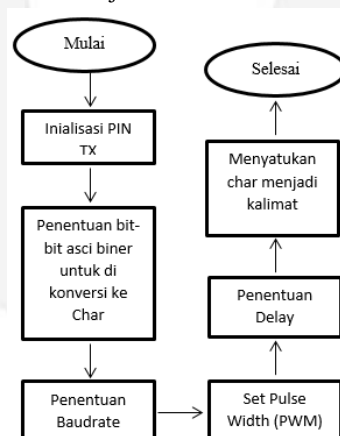
Gambar 6 D-Sun 3A Stepdown

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak untuk proyek akhir ini akan ditunjukkan dalam bentuk diagram alir yang menjelaskan alur program yang dibuat dan diimplementasikan untuk transmitter. Perangkat lunak yang digunakan adalah arduino software (IDE). Dengan menggunakan arduino software (IDE), arduino dapat melakukan pemrograman untuk fungsi yang terdapat didalamnya melalui sintaks pemrograman. Berikut ini adalah diagram alir untuk perancangan perangkat lunak.

#### 3.3.1 Perancangan Perangkat Lunak Transmitter

Flowchart sistem software pada transmitter dimulai dari inialisasi PIN TX untuk lampu depan dan belakang, lalu menentukan bit-bit biner untuk di ubah ke Char (Sesuai Tabel ASCII), setelah itu penentuan baudrate, Baudrate mengindikasikan seberapa cepat data dikirim, pada Proyek akhir ini penulis memilih 9600 bps, Lalu modulasi sinyal yang akan di gunakan penulis yaitu menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*), dengan cara mengatur lebar pulsa. Lalu menentukan Delay Microseconds pengiriman per karakter dengan modulasi PWM sebesar 2040 ( $2\text{ ms} = 500\text{ hz}$ ) agar meminimalisir kemungkinan kerusakan data teks. Setelah penentuan delay maka data teks di kirim per karakter dan akan menjadi sebuah kalimat.



Gambar 7 Diagram Alir Transmitter



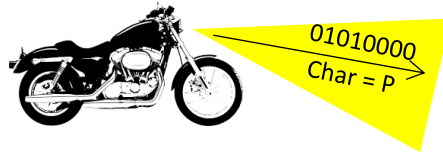
### 3.1 Skenario Pengujian

Berikut beberapa skenario pengujian yang akan dilakukan untuk mengetahui kehandalan sistem.

#### 3.4.1 Pengujian Pengiriman Data Bilangan Biner untuk di Konversikan ke Char

Pada Tabel 3.2 menunjukan bilangan-bilangan dan karakter yang terdapat pada tabel ASCII seperti biner, oktal, desimal, karakter, dan lain-lain.

Pada pengukuran ini yang menjadi parameter adalah tingkat keberhasilan *Transmitter* dalam mengirim bilangan-bilangan biner (gambar 8) yang nantinya akan di konversikan menjadi beberapa karakter dan akan menjadi sebuah kalimat. Kalimat tersebut yaitu berupa data teks identitas motor. Pada pengujian ini penulis melihat keluaran kirim dari transmitter melalui *Serial Monitor* yang terdapat di aplikasi *Arduino*.



Gambar 8 Skema Pengujian Pengiriman Data Teks Biner terkonversi menjadi Char

Dec	Bin	Hex	Char	Dec	Bin	Hex	Char	Dec	Bin	Hex	Char	Dec	Bin	Hex	Char				
0	0000	0000	00	[NUL]	32	0010	0000	20	space	64	0100	0000	40	@	96	0110	0000	60	`
1	0000	0001	01	[SOH]	33	0010	0001	21	!	65	0100	0001	41	A	97	0110	0001	61	a
2	0000	0010	02	[STX]	34	0010	0010	22	"	66	0100	0010	42	B	98	0110	0010	62	b
3	0000	0011	03	[ETX]	35	0010	0011	23	#	67	0100	0011	43	C	99	0110	0011	63	c
4	0000	0100	04	[EOT]	36	0010	0100	24	\$	68	0100	0100	44	D	100	0110	0100	64	d
5	0000	0101	05	[ENQ]	37	0010	0101	25	%	69	0100	0101	45	E	101	0110	0101	65	e
6	0000	0110	06	[ACK]	38	0010	0110	26	&	70	0100	0110	46	F	102	0110	0110	66	f
7	0000	0111	07	[BEL]	39	0010	0111	27	'	71	0100	0111	47	G	103	0110	0111	67	g
8	0000	1000	08	[BS]	40	0010	1000	28	(	72	0100	1000	48	H	104	0110	1000	68	h
9	0000	1001	09	[TAB]	41	0010	1001	29	)	73	0100	1001	49	I	105	0110	1001	69	i
10	0000	1010	0A	[LF]	42	0010	1010	2A	*	74	0100	1010	4A	J	106	0110	1010	6A	j
11	0000	1011	0B	[VT]	43	0010	1011	2B	+	75	0100	1011	4B	K	107	0110	1011	6B	k
12	0000	1100	0C	[FF]	44	0010	1100	2C	,	76	0100	1100	4C	L	108	0110	1100	6C	l
13	0000	1101	0D	[CR]	45	0010	1101	2D	-	77	0100	1101	4D	M	109	0110	1101	6D	m
14	0000	1110	0E	[SO]	46	0010	1110	2E	.	78	0100	1110	4E	N	110	0110	1110	6E	n
15	0000	1111	0F	[SI]	47	0010	1111	2F	/	79	0100	1111	4F	O	111	0110	1111	6F	o
16	0001	0000	10	[DLE]	48	0011	0000	30	0	80	0101	0000	50	P	112	0111	0000	70	p
17	0001	0001	11	[DC1]	49	0011	0001	31	1	81	0101	0001	51	Q	113	0111	0001	71	q
18	0001	0010	12	[DC2]	50	0011	0010	32	2	82	0101	0010	52	R	114	0111	0010	72	r
19	0001	0011	13	[DC3]	51	0011	0011	33	3	83	0101	0011	53	S	115	0111	0011	73	s
20	0001	0100	14	[DC4]	52	0011	0100	34	4	84	0101	0100	54	T	116	0111	0100	74	t
21	0001	0101	15	[NAK]	53	0011	0101	35	5	85	0101	0101	55	U	117	0111	0101	75	u
22	0001	0110	16	[SYN]	54	0011	0110	36	6	86	0101	0110	56	V	118	0111	0110	76	v
23	0001	0111	17	[ETB]	55	0011	0111	37	7	87	0101	0111	57	W	119	0111	0111	77	w
24	0001	1000	18	[CAN]	56	0011	1000	38	8	88	0101	1000	58	X	120	0111	1000	78	x
25	0001	1001	19	[EM]	57	0011	1001	39	9	89	0101	1001	59	Y	121	0111	1001	79	y
26	0001	1010	1A	[SUB]	58	0011	1010	3A	:	90	0101	1010	5A	Z	122	0111	1010	7A	z
27	0001	1011	1B	[ESC]	59	0011	1011	3B	;	91	0101	1011	5B	[	123	0111	1011	7B	{
28	0001	1100	1C	[FS]	60	0011	1100	3C	<	92	0101	1100	5C	\	124	0111	1100	7C	
29	0001	1101	1D	[GS]	61	0011	1101	3D	=	93	0101	1101	5D	]	125	0111	1101	7D	}
30	0001	1110	1E	[RS]	62	0011	1110	3E	>	94	0101	1110	5E	^	126	0111	1110	7E	~
31	0001	1111	1F	[US]	63	0011	1111	3F	?	95	0101	1111	5F	_	127	0111	1111	7F	[DEL]

#### 3.4.2 Pengujian Delay Pengiriman

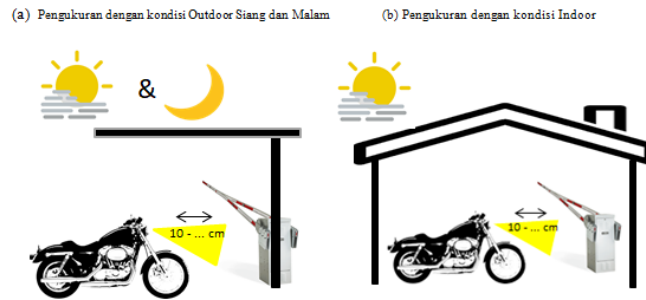
Delay pengiriman pada *transmitter* disini merupakan lamanya estimasi data kirim yang di kirimkan dari *transmitter* ke *receiver*.

Pada pengukuran ini di ukur seberapa lama data teks yang di kirim per karakter untuk sampai ke *receiver* dan di satukan menjadi sebuah kalimat, yaitu kalimat data identitas motor menggunakan sebuah *Stopwatch* yang terdapat di *Smartphone*.

#### 3.4.3 Pengujian Jarak Tx Terhadap Rx

Jarak merupakan angka yang menunjukan seberapa jauh suatu benda berubah posisi melalui suatu lintasan tertentu. Jarak dapat berupa estimasi jarak fisik dari dua buah posisi berdasarkan kriteria tertentu.

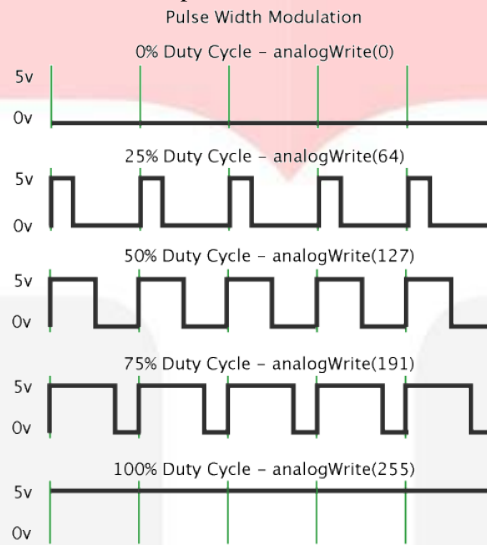
Pada gambar 3.11, yang menjadi parameter adalah pengaruh jarak *transmitter* terhadap *receiver*. Pengukuran ini akan dilakukan di mulai pada jarak 10 cm sampai jarak terjauh yang dapat di respon maksimal oleh sistem. Pengukuran dilakukan pada kondisi *outdoor* (siang dan malam) (a) dengan keadaan tertutup atap dan *indoor* (b), karena alat yang di buat bisa di implementasikan untuk sistem parkir *indoor* maupun *outdoor*.



Gambar 9 Skema Pengujian Pengaruh Jarak

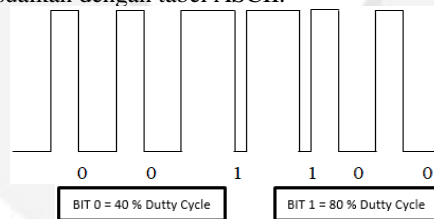
3.4.4 Pengujian Bit 1 dan 0 pada Sinyal PWM

Bit disini merupakan sebuah bit-bit yang terkonversikan ke sebuah karakter, misalnya (01010000 = P, 01101100 = I), yang akan di lihat keluaran sinyal *PWM* nya. 0, dan 1 memiliki bentuk sinyal yang berbeda tergantung *Duty Cycle* yang di tentukan di dalam kode program. Serta memiliki rumus perhitungan *Duty Cycle* dalam PWM yaitu  $DutyCycle = \frac{tON}{(tON+tOFF)} \times 100\%$ . Pengujian dilakukan dengan cara melihat sinyal keluaran yang di hasilkan oleh *Transmitter* di Osiloskop.



Gambar 10 Sinyal PWM

Pada gambar 3.13, yang menjadi parameter yaitu keluaran bentuk sinyal *PWM* bit 1 dan 0 dari sebuah bit-bit yang mengandung sebuah karakter yang di sesuaikan dengan tabel ASCII.



Gambar 11 Sinyal PWM pada Bit 1 dan 0

## 4. Keluaran dan Analisis

### 4.1 Hasil Pengujian Pengiriman Biner Terkonversi Karakter

Setelah dilakukan pengujian, berikut ini adalah tabel berhasilnya pengiriman biner yang di konversikan ke karakter. Pada table 2 menunjukkan pengiriman data Biner terkonversi karakter yang di kirimkan dari *Transmitter* ke *Receiver* lalu *Receiver* akan merespon data teks tersebut menjadi sebuah kalimat dan palang pintu Parkir akan terbuka.

Biner	Char	Status	00111101	=	Di Kirim
01010000	P	Di Kirim	00100000	(spasi)	Di Kirim
01101100	l	Di Kirim	01000100	D	Di Kirim
01100001	a	Di Kirim	00100000	(spasi)	Di Kirim
01110100	t	Di Kirim	00110110	6	Di Kirim
00100000	(spasi)	Di Kirim	00110100	4	Di Kirim
01101101	m	Di Kirim	00110010	2	Di Kirim
01101111	o	Di Kirim	00110000	0	Di Kirim
01110100	t	Di Kirim	00100000	(spasi)	Di Kirim
01101111	o	Di Kirim	01010110	V	Di Kirim
01110010	r	Di Kirim	01000010	B	Di Kirim
00100000	(spasi)	Di Kirim	01001101	M	Di Kirim

Tabel 1 Pengujian Pengiriman biner terkonversi karakter

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada *transmitter* terdapat 23 data bit 1 dan 0 yang masing-masing biner terkonversi karakter yang akan di kirimkan ke *receiver*, masing masing karakter di atas nantinya akan di satukan di *receiver* dan akan menjadi sebuah kalimat, yaitu "Plat motor = D 6429 VBM". Masing-masing pengiriman bit-bit biner di atas memiliki delay tertentu yang akan di jelaskan pada bagian 4.2

#### 4.1.1 Analisis Pengujian

Dengan modulasi *PWM*, data yang di kirim yaitu berupa karakter karena belum ada standarisasi protokol untuk pengiriman *String PWM*. Setiap karakter memiliki bit-bit biner tertentu yang telah di tentukan dalam tabel ASCII. Setiap karakter memiliki *delay* kirim yang sama karena pada program yang di buat memiliki nilai *delay* yang di tetapkan untuk pengiriman semua karakter yang akan di kirim.

### 4.2 Hasil Pengujian Delay Pengiriman

Setelah dilakukan pengujian, berikut ini adalah tabel data lamanya (Delay) Pengiriman per 8 bit sampai ke receiver dengan menggunakan modulasi *PWM*. Pengujian di lakukan dengan menggunakan *Stopwatch Smartphone*. Tabel 2 menunjukkan rata-rata delay yang di dapat dari 23 data biner yang terbaca pada saat dilakukannya pengujian.

Bit	Char	Delay (Second)	Bit	Char	Delay (Second)
01010000	P	0,68	00100000	(spasi)	0,43
01101100	L	0,45	01000100	D	0,16
01100001	A	0,17	00100000	(spasi)	0,43
01110100	T	0,32	00110110	6	0,16
00100000	(spasi)	0,43	00110100	4	0,16
01101101	M	0,16	00110010	2	0,37
01101111	O	0,16	00110000	0	0,21
01110100	T	0,32	00100000	(spasi)	0,43
01101111	O	0,16	01010110	V	0,22
01110010	R	0,25	01000010	B	0,13
00100000	(spasi)	0,43	01001101	M	0,16
00111101	-	0,16	Rata-Rata Delay		0,28 Second

Tabel 2 Pengujian Pengiriman biner terkonversi karakter

Pada tabel 4.2 menunjukan bahwa 23 data yang di kirim oleh transmitter memiliki nilai *Delay* yang berbeda-beda, misalnya untuk mengirim karakter "P" memiliki waktu pengiriman serta menerima selama 0,68 detik, karakter "l" selama 0,45 detik, dan seterusnya, lalu memiliki delay rata-rata dari keseluruhan yaitu 0,28 detik.

#### 4.2.1 Analisis Pengujian

Setiap delay pengiriman ke penerima memiliki waktu *delay* yang beragam, tergantung kepada receiver saat menerima 8 bit per karakter yang di kirimkan oleh *transmitter* sampai *receiver* mengkonversikan 8 bit per karakter tersebut menjadi sebuah karakter. Pada pengujian pengukuran di peroleh bahwa pengiriman tercepat yaitu karakter "B" dengan waktu 0.13 ms, sedangkan yang terlambat yaitu (Spasi) yaitu 4,7. Delay rata-rata 0,28 cm didapatkan dari perhitungan dari seluruh data delay yang di kirim.



### 4.3 Pengujian Pengukuran Jarak

Pada pengujian ini dilakukan 30 kali pengukuran dengan mengukur jarak transmisi dari *transmitter* ke *receiver* mengirimkan data teks. Pengujian ini akan di lakukan dari jarak 10 cm antara *transmitter* dengan *receiver* sampai dengan jarak maksimal. Pengujian ini dilakukan pada dua kondisi, yaitu *indoor* dan *outdoor*, pada *outdoor* terdapat dua kondisi, yaitu siang dan malam. Jarak pengujian di ambil dari nilai rata-rata setiap jarak sama untuk menghasilkan pengukuran yang maksimal.

#### 4.3.1 Kondisi Indoor

NO	Jarak (cm)	Status di Receiver	Kedaaan Data	Nilai Lux Lampu LED
1	10	Merespon	Baik	40672
2	20	Merespon	Baik	38810
3	30	Merespon	Baik	36681
4	40	Merespon	Baik	34486
5	50	Merespon	Baik	32701
6	60	Merespon	Baik	30199
7	70	Merespon	Baik	29007
8	80	Merespon	Baik	28179

9	90	Merespon	Baik	26003
10	100	Merespon	Baik	24562
11	110	Merespon	Baik	22959
12	120	Merespon	Baik	21956
13	130	Merespon	Baik	19100
14	140	Merespon	Baik	17997
15	150	Merespon	Baik	16885
16	160	Merespon	Baik	14929
17	170	Merespon	Baik	12954
18	180	Merespon	Baik	11429
19	190	Merespon	Baik	9187

20	200	Merespon	Baik	8076
21	210	Merespon	Baik	6870
22	220	Merespon	Baik	4991
23	230	Merespon	Baik	3542
24	240	Merespon	Rusak	2012
25	250	Merespon	Rusak	1289
26	260	Merespon	Rusak	996
27	270	Merespon	Rusak	723
28	280	Merespon	Rusak	409
29	290	Tidak Merespon	-	-
30	300	Tidak Merespon	-	-

Tabel 3 Pengujian Jarak pada kondisi indoor

Pada kondisi *indoor*, pengujian dengan keadaan cahaya dari lampu ruangan sebesar 84 lux, Respon penerima yaitu dapat mencakup jarak 280 cm, lalu data dengan keadaan yang baik mencakup jarak 230 cm, dengan nilai terbesar cahaya dari LED motor yaitu 2700 lux berjarak 10 cm, sedangkan nilai terkecil cahaya dari LED motor yaitu 92 lux dengan jarak 280 cm.

#### 4.3.2 Kondisi Outdoor (Siang)

NO	Jarak (cm)	Status di Receiver	Kedaaan Data	Nilai Lux Lampu LED
1	10	Merespon	Baik	2700
2	20	Merespon	Baik	2160
3	30	Merespon	Baik	1898
4	40	Merespon	Baik	1684
5	50	Merespon	Baik	1236
6	60	Merespon	Baik	947
7	70	Merespon	Baik	801
8	80	Merespon	Baik	617
9	90	Merespon	Baik	588
10	100	Merespon	Baik	434
11	110	Merespon	Baik	361
12	120	Merespon	Baik	302
13	130	Merespon	Baik	276
14	140	Merespon	Baik	253

15	150	Merespon	Baik	232
16	160	Merespon	Baik	208
17	170	Merespon	Baik	170
18	180	Merespon	Baik	144
19	190	Merespon	Rusak	144
20	200	Merespon	Rusak	143
21	210	Merespon	Rusak	137
22	220	Merespon	Rusak	127
23	230	Merespon	Rusak	118
24	240	Merespon	Rusak	114
25	250	Merespon	Rusak	105

Tabel 4 Pengujian Jarak pada Kondisi Outdoor (Siang)

Pada kondisi *Outdoor* siang hari, pengujian dengan keadaan cahaya dari matahari yang tertutup atap sebesar 586 lux, Respon penerima yaitu dapat mencakup jarak 260 cm, lalu data dengan keadaan yang baik mencakup jarak 180 cm, dengan nilai terbesar cahaya dari LED motor yaitu 2700 lux berjarak 10 cm, sedangkan nilai terkecil cahaya dari LED motor yaitu 92 lux dengan jarak 260 cm.

#### 4.3.2 Kondisi Outdoor (malam)

NO	Jarak (cm)	Status di Receiver	Kedaaan Data	Nilai Lux Lampu LED
1	10	Merespon	Baik	42501
2	20	Merespon	Baik	40327
3	30	Merespon	Baik	38742
4	40	Merespon	Baik	35325
5	50	Merespon	Baik	33024
6	60	Merespon	Baik	31923
7	70	Merespon	Baik	29190
8	80	Merespon	Baik	27005
9	90	Merespon	Baik	26647
10	100	Merespon	Baik	24370

11	110	Merespon	Baik	22985
12	120	Merespon	Baik	21879
13	130	Merespon	Baik	19774
14	140	Merespon	Baik	18156
15	150	Merespon	Baik	16708
16	160	Merespon	Baik	15112
17	170	Merespon	Baik	13030
18	180	Merespon	Baik	11470
19	190	Merespon	Baik	9144
20	200	Merespon	Baik	7926

21	210	Merespon	Baik	6432
22	220	Merespon	Baik	5378
23	230	Merespon	Baik	4790
24	240	Merespon	Baik	3597
25	250	Merespon	Rusak	2643
26	260	Merespon	Rusak	1384
27	270	Merespon	Rusak	1006
28	280	Merespon	Rusak	786
29	290	Merespon	Rusak	587
30	300	Tidak Merespon	-	430

Tabel 5 Pengujian Jarak pada Kondisi Outdoor (Malam)

Pada kondisi *Outdoor* malam hari, pengujian dengan keadaan cahaya dari lampu atap sebesar 17 lux, Respon penerima yaitu dapat mencakup jarak 290 cm, lalu data dengan keadaan yang baik mencakup jarak 240 cm, dengan nilai terbesar cahaya dari LED motor yaitu 42501 lux berjarak 10 cm, sedangkan nilai terkecil cahaya dari LED motor yaitu 587 lux dengan jarak 290 cm.

**4.3.5 Analisis Pengujian**

Pada pengujian jarak ini, di lakukan tiga kali percobaan terhadap tiga kondisi yaitu *Indoor*, *Outdoor* siang dan *Outdoor* pada malam hari, ketiga kondisi efektif untuk di lakukan percobaan karena nilai lux cahaya lain yang tidak terlalu tinggi yaitu pada *indoor* 84 lux, pada *Outdoor* siang hari 586 lux, dan *Outdoor* malam hari hanya 17 lux .sehingga perambatan cahaya yang di kirim sangat efektif dan hasil yang di peroleh dalam pengiriman data pada *indoor* respon penerimaan berjarak 280 cm dengan data yang efektif yang di terima berjarak 230 cm, pada *Outdoor* siang respon penerimaan berjarak 260 cm dengan data efektif yang di terima berjarak 180 cm, dan pada *Outdoor* malam hari respon penerimaan berjarak 290 cm dengan data efektif yang di terima berjarak 240 cm.

**4.3 Hasil Pengujian Bit 1 dan 0 pada Sinyal PWM**

Pada pengujian ini dilakukan 1 kali pengukuran dengan hasil 23 data pengujian berupa 23 karakter yaitu “Plat motor = D 6429 VBM”, dimana pada pengujian ini di gambarkan keluaran sinyal PWM setiap bit-bit per-karakternya .



Tabel 5 Pengujian Jarak pada Kondisi Outdoor (Malam)

**4.3.6 Analisis Pengujian**

Pada tabel 4.5` terdapat 23 karakter yang berbeda, yang artinya terdapat 184 bit (23\*8(bit)) yang di dalamnya terdapat bit 1 dan 0 dan juga berarti memiliki 184 Sinyal PWM/Bit. Lalu pada bagian *Dutty Cycle*, terdapat 2 nilai *dutty Cycle* yang berbeda, Bit 0 memiliki *Dutty Cycle* sebesar 40%, yang artinya memiliki nilai *High* sebesar 102 (40%\*255), dan Bit 1 memiliki *Dutty Cycle* sebesar 80%, yang artinya memiliki nilai *High* sebesar 204 (80%\*255).

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan, realisasi, dan pengujian hasil perancangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Data yang di kirim adalah data bit 1 dan 0, dan dikonversi ke karakter oleh penerima, dimana setiap karakter memiliki 8 bit.
2. Delay kirim dengan nilai waktu rata rata 0,28 detik per karakternya, merupakan waktu yang tidak cepat, namun efektif dalam penerimaannya.
3. Pengiriman data dari *LED* motor yang di terima berhasil mengirim data dengan jarak yang cukup jauh jauh, yaitu pada *indoor* berjarak 230 cm, pada *Outdoor* Siang hari berjarak 180 cm, dan pada *Outdoor* malam yaitu berjarak 250 cm..
4. Pada keluaran sinyal *PWM* Transmitter, bit 0 memiliki nilai persentase *Duty Cycle* sebesar 40% dengan nilai *High* sebesar 102, sedangkan bit 1 memiliki nilai persentase *Duty Cycle* sebesar 80% dengan nilai *High* sebesar 204.

### 5.2 Saran

1. Lampu LED yang dipasang di motor seperti lampu motor pada umumnya. Agar posisi lampu LED motor menghadap lurus ke arah *photodiode*, sehingga receiver dapat menerima data lebih baik lagi
2. Jarak antar lampu lebih jauh lagi sehingga nilai ADC yang di dapat tidak berpengaruh dengan lampu lainnya.
3. Menambahkan rangkaian penurun tegangan untuk menjalankan program *arduino*, karena arduino hanya dapat menginput tegangan sebesar 5 V, sedangkan tegangan yang di hasilkan oleh aki yaitu 12 V.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. I. Rinaldi, D. Darlis, and H. Putri, "Implementasi Visible Light Communication (VLC) Untuk Komunikasi Suara," Jurnal Proyek Akhir D3 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom. Bandung, 2014.
- [2] Ahmad Ghevanarwianda, Denny Darlis, S.Si., MT., Suci Aulia, ST., MT. "Rancang Bangun Perangkat VLC pada Lampu Kendaraan untuk Sistem Kendali Palang Pintu Otomatis", Jurnal Proyek Akhir D3 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom. Bandung, 2017.
- [3] A. M. JUNIAR, Hafiddudin, ST.,MT., Asep Mulyana, ST., MT. "Implementasi Visible Light Communication Untuk Pengiriman Text Menggunakan Super Bright LED." Jurnal Proyek Akhir D3 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom. Bandung, 2017.
- [4] D. Kho. "Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya." 2017. <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>.
- [5] Swanida Selviyani, "Pengertian Mikrokontroler". 2017. [https://www.academia.edu/23716730/Pengertian\\_Mikrokontroler](https://www.academia.edu/23716730/Pengertian_Mikrokontroler)
- [6] Trio Adiono, Angga Pradana, Syiifaul Fuada, "Rancang Bangun Sistem Komunikasi Cahaya Tampak dengan Modulasi 2-PWM berbasis Mikrokontroler", Jurnal SISFO, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung. Bandung, 2018.
- [7] T. Haryanto, "Analog Input pada Arduino." 2016. <https://www.codepolitan.com/tutorial/analog-input-pada-arduino/>.
- [8] Maulana, "Teori Dasar Mosfet". Jurnal Teori, Universitas Brawijaya. Jakarta, 2015.