

2.3 Teori Pendukung

Sistem komunikasi teknologi *visible light communication (VLC)* adalah sistem komunikasi yang memanfaatkan cahaya tampak sebagai media dalam komunikasi antar perangkat menggunakan gelombang elektromagnetik pada spektrum cahaya tampak berkisar antara 375 nm – 780 nm (400-800THz).[16]

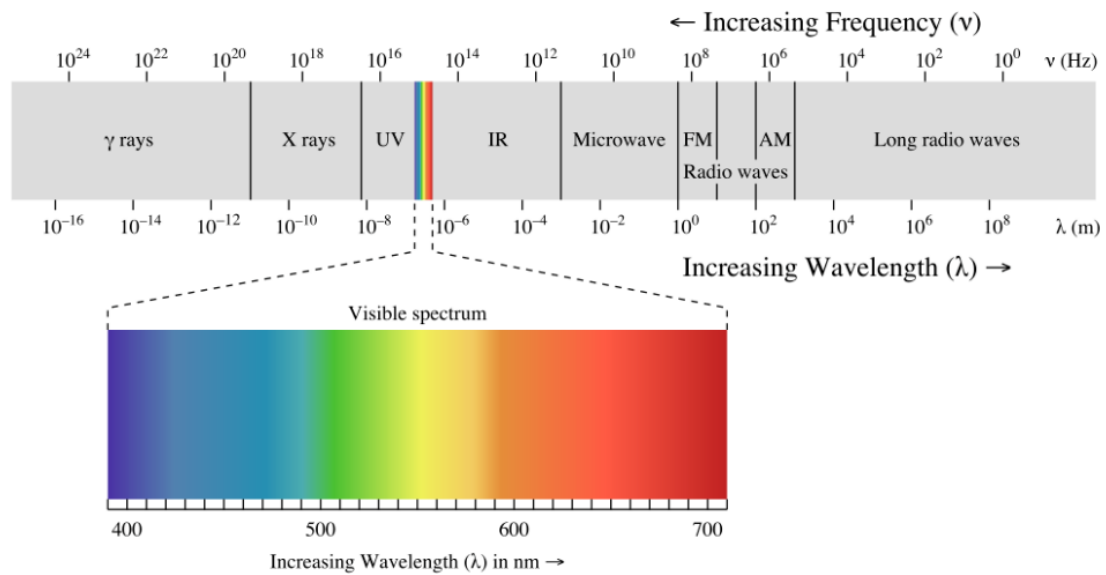
Pengiriman cahaya pada sisi *transmitter* (Tx) dilakukan dengan bantuan lensa kolimator agar cahaya yang ditembakkan oleh sumber cahaya dapat terkolimasi sehingga dapat dipancarkan pada jarak yang jauh. Penggunaan lensa kolimator ini juga dapat meningkatkan jumlah variable statistik berkas cahaya sehingga jumlah berkas cahaya lebih banyak dibandingkan dengan partikel noise yang mengganggu, sehingga besarnya noise dapat diperkecil untuk menjaga agar berkas cahaya yang dipancarkan tersebut dapat diterima utuh oleh sisi penerima. Pada sisi *receiver* (Rx) sebelum cahaya sampai ke *photodiode* akan melewati lensa *planoconvex* agar cahaya tampak yang diterima dapat di fokuskan menuju ke *photodiode*.

2.3.1 Spektrum Cahaya

Dalam kehidupan sehari-hari kita telah mengenal beberapa jenis cahaya, seperti cahaya matahari dan cahaya lampu. Cahaya penting dalam kehidupan, sebab tanpa adanya cahaya tidak mungkin ada kehidupan. Jika bumi tidak mendapat cahaya dari matahari, maka bumi akan gelap gulita dan dingin sehingga tidak mungkin ada kehidupan. Dalam kehidupan sehari-hari kita telah mengenal beberapa jenis cahaya, seperti cahaya matahari dan cahaya lampu. Cahaya penting dalam kehidupan, sebab tanpa adanya cahaya tidak mungkin ada kehidupan. Jika bumi tidak mendapat cahaya dari matahari, maka bumi akan gelap gulita dan dingin sehingga tidak mungkin ada kehidupan. Para ahli telah meneliti cahaya untuk mengetahui sifat-sifat dan karakteristik cahaya. Ada dua pendapat mengenai cahaya, yaitu cahaya dianggap sebagai gelombang dan cahaya dianggap sebagai partikel. Setiap pendapat ini mempunyai alasan masing-masing dan keduanya telah dibuktikan secara eksperimen.

Cahaya dapat dibedakan berdasarkan panjang gelombangnya sehingga terbagi menjadi dua bagian utama yaitu cahaya tampak (*Visible light*) dan cahaya tidak tampak

(*Invisible light*). Spektrum cahaya taampak ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.1 Spektrum Cahaya Tampak

Cahaya Tampak (*Visible Light*) adalah bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik tepatnya merupakan bagian dari spektrum optic. spektrum cahaya tampak berkisar antara 375 nm – 780 nm (400-800THz).[16] spektrum cahaya tampak berkisar antara 375 nm – 780 nm (400-800THz) [16]. Meskipun spektrum optik adalah spektrum yang kontinu sehingga tidak ada batas yang jelas antara satu warna dengan warna lainnya, table berikut memberikan batas kira-kira untuk warna-warna spektrum dan terbagi kedalam beberapa warna seperti dapat dilihat pada table 2.1 dibawah:

Tabel 2.1 Warna – warna didalam spektrum cahaya tampak

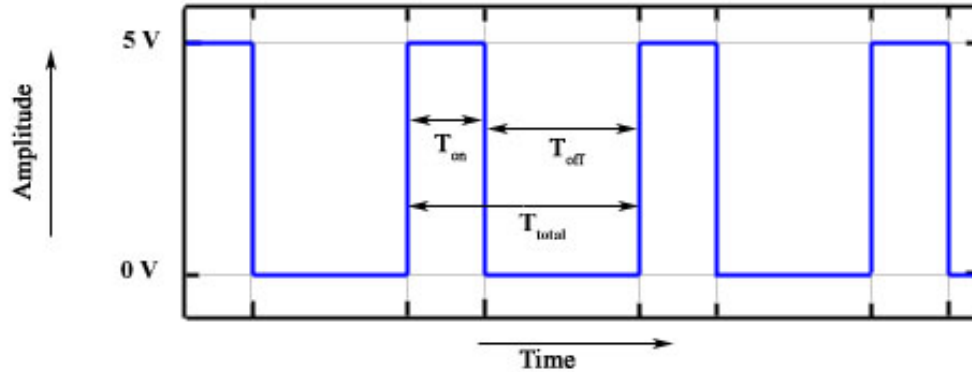
		
Warna	Frekuensi	Panjang gelombang
nila-ungu	668–789 THz	380–450 nm
biru	606–668 THz	450–495 nm
hijau	526–606 THz	495–570 nm
kuning	508–526 THz	570–590 nm
jingga	484–508 THz	590–620 nm
merah	400–484 THz	620–750 nm

Cahaya tidak tampak merupakan cahaya yang tak kasat mata dikarenakan memiliki panjang gelombang yang lebih besar atau lebih kecil dari cahaya tampak. Salah satu contoh cahaya tampak yang umum dijumpai adalah infrared, Infrared ray mempunyai area dengan cakupan frekuensi 10¹¹ s/d 10¹⁴ Hz. Sinar inframerah merupakan hasil dari elektron yang berasal dari sejumlah molekul yang bergetar karena panas. Contohnya adalah panas tubuh manusia, dan bara api ataupun nyala api. Lagi-lagi sumber terbesar salah satu gelombang elektromagnetik ini adalah dari matahari. Sifat istimewa dari jenis sinar ini adalah membawa energi panas yang bila memiliki intensitas yang tinggi bisa jada membakar benda yang dikenainya. Sifat lain yang dimilikinya ialah tak terlihat namun bisa menghitamkan pelat photo, jadi dapat digunakan untuk penginderaan pada tempat yang gelap.

2.3.2 Modulasi PWM (Pulse Width Modulation)

PWM (Pulse Width Modulation) adalah salah satu teknik modulasi dengan mengubah lebar pulsa (duty cylce) dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. Satu siklus pulsa merupakan kondisi high kemudian berada di zona transisi ke kondisi low. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Duty Cycle merupakan representasi dari kondisi logika high dalam suatu periode sinyal dan di nyatakan dalam bentuk (%) dengan range 0% sampai 100%, sebagai contoh jika sinyal berada dalam kondisi high terus menerus artinya memiliki

duty cycle sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan high sama dengan keadaan low maka sinyal mempunyai duty cycle sebesar 50%.



Gambar 2.2 Modulasi PWM (*Pulse Width Modulation*)

T_{on} adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (baca : high atau 1). **T_{off}** adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (baca : low atau 0). Anggap **T_{total}** adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara **T_{on}** dengan **T_{off}**, biasa dikenal dengan istilah “periode satu gelombang”.

$$T_{total} = T_{on} + T_{off}$$

siklus kerja atau *duty cycle* sebuah gelombang didefinisikan sebagai,

$$D = \frac{T_{on}}{(T_{on} + T_{off})} = \frac{T_{on}}{T_{total}}$$

Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan *duty-cycle* dan dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$V_{out} = D \times V_{in}$$

sehingga :

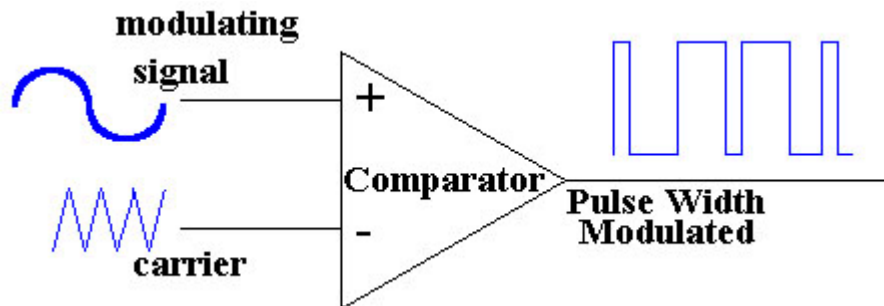
$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in}$$

Dari rumus diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tegangan keluaran dapat diubah-ubah secara langsung dengan mengubah nilai **T_{on}**.

Apabila **T_{on}** adalah 0, **V_{out}** juga akan 0.

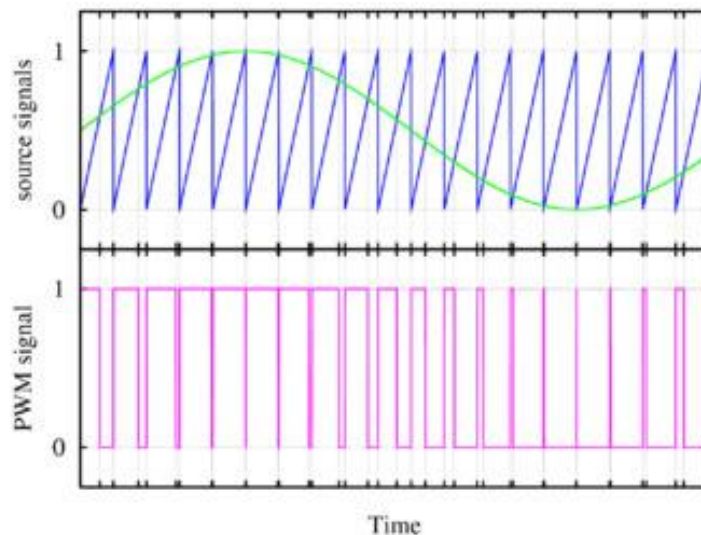
Apabila **Ton** adalah **Ttotal** maka **Vout** adalah **Vin** atau katakanlah nilai maksimumnya.

Untuk mendapatkan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) dari input berupa sinyal analog, dapat dilakukan dengan membentuk gelombang gigi gergaji atau sinyal segitiga yang diteruskan ke komparator bersama sinyal aslinya.



Gambar 2.3 Skema Modulasi PWM (*Pulse Width Modulation*)

Jika digambarkan dalam bentuk sinyal, maka terlihat seperti dibawah ini :



Gambar 2.4 Sinyal Modulasi PWM (*Pulse Width Modulation*)

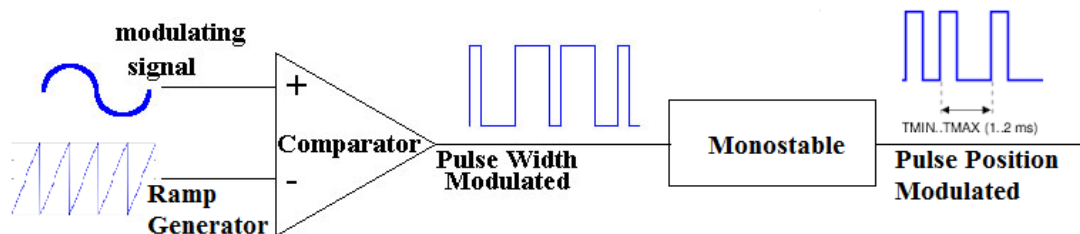
Dimana sinyal input analog (hijau) dimodulasikan dengan sinyal gigi gergaji (biru), sehingga didapatkan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) seperti gambar

dibawahnya (merah muda). Semakin tinggi amplitude dari sinyal informasi maka semakin lebar sinyal pulsa PWM (*Pulse Width Modulation*)nya.

2.3.3 Modulasi PPM (*Pulse Position Modulation*)

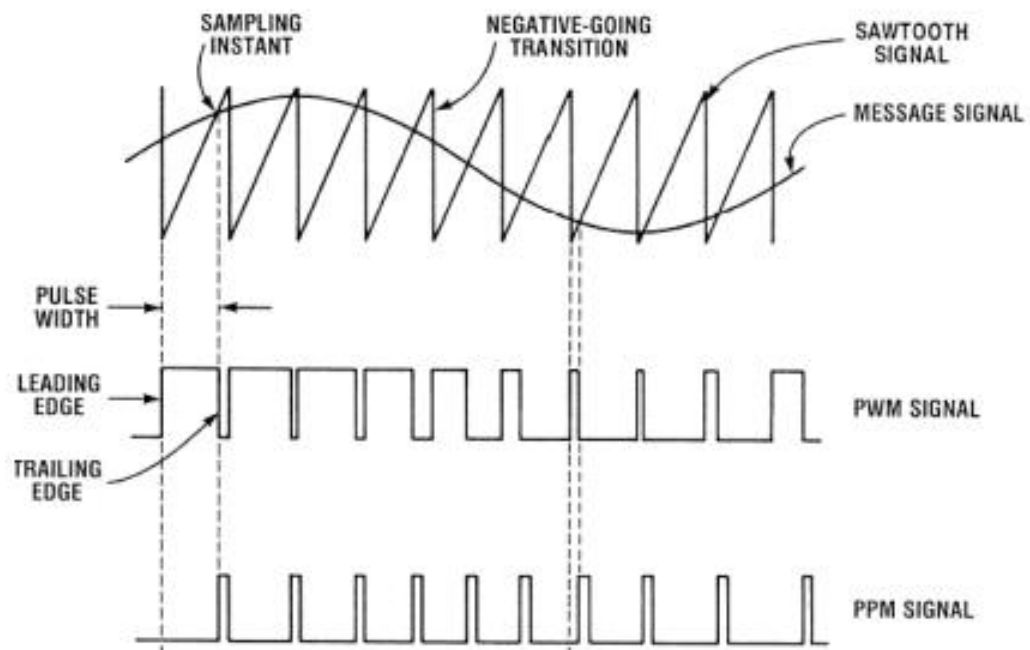
PPM (*Pulse Position Modulation*) merupakan Teknik modulasi untuk menghemat daya pancar ,menghasilkan amplitude yang konstan dan tahan terhadap noise sama seperti halnya pada modulasi PWM (*Pulse Width Modulation*), yang membedakan yaitu daya pancar yang bervariasi dari modulasi PWM (*Pulse Width Modulation*) hanya bersifat sementara, sementara itu lebar pulsa dari modulasi PPM (*Pulse Position Modulation*) lebih sempit tetapi konstan, lebar pulsa yang konstan tersebut yaitu untuk menghasilkan daya pancar yang stabil (konstan) [13].

Modulasi PPM (*Pulse Position Modulation*) terbentuk dari multi-vibrator PWM (*Pulse Width Modulation*) dan mono-stable, Sehingga apabila output dari PWM (*Pulse Width Modulation*) dijadikan input untuk rangkaian mono-stable maka akan menghasilkan Modulasi PPM (*Pulse Position Modulation*) [14].



Gambar 2.5 Skema Modulasi PPM (*Pulse Position Modulation*)

Jika digambarkan dalam sinyal, maka terlihat seperti gambar di bawah :



Gambar 2.6 Sinyal Modulasi PPM (*Pulse Position Modulation*)

Teknik pembangkitan lebar pulsa yang kecil konstan di setiap akhir *duty time* pulsa PWM