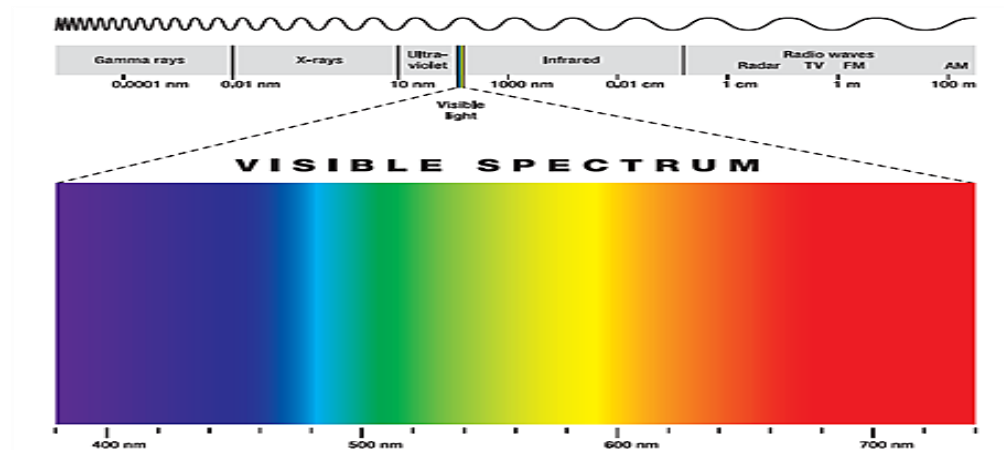


II.3 Teori Pendukung

Pada sub bab ini terdapat teori yang mendasari pelaksanaan penelitian proyek akhir yang berkaitan dengan teknologi-teknologi pendukung yang dapat direalisasikan pada tugas akhir ini.

II.3.1 Spektrum Cahaya dan Panjang Gelombang

Cahaya tampak adalah sebagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang antara 375 (*nm*) sampai 700 *nm* dalam udara atau ruang bebas. Panjang gelombang yang berbeda-beda diinterpretasikan oleh otak manusia sebagai warna, dengan merah adalah panjang gelombang terpanjang (frekuensi paling rendah) hingga ke violet dengan panjang gelombang terpendek (frekuensi paling tinggi) [10]. Cahaya dengan panjang gelombang di bawah 400 *nm* dan di atas 800 *nm* tidak dapat dilihat manusia dan disebut ultraviolet pada batas panjang gelombang pendek dan inframerah pada batas panjang gelombang terpanjang.



Gambar II.1 Gelombang elektromagnetik dan spektrum cahaya tampak

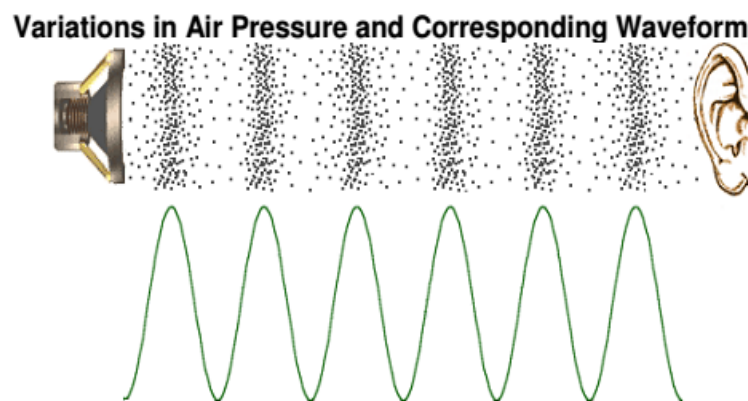
Kecepatan perambatan cahaya atau biasa disebut dengan cepat rambat, cahaya merambat dengan sangat cepat. Kecepatan rambat cahaya yaitu 3×10^8 m/s, artinya dalam waktu satu sekon cahaya dapat menempuh jarak 300.000.000 m atau 300.000 km. Cahaya dapat dibedakan berdasarkan panjang gelombangnya sehingga cahaya terbagi menjadi dua bagian utama yaitu cahaya tampak (*Visible light*) dan cahaya tidak tampak (*Invisible light*) [7].

Lampu merupakan salah satu sumber cahaya yang paling dekat dengan manusia. Cahaya putih yang dihasilkan dari sebuah lampu merupakan

percampuran dari tujuh warna yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu. Warna-warna yang terkandung dalam cahaya putih dapat diuraikan dengan menggunakan prisma menjadi jalur warna dimana jalur warna ini dikenal sebagai spektrum sedangkan penguraian cahaya putih kepada spektrum dikenal sebagai penyerakan cahaya atau difusi. Spektrum warna terbentuk karena cahaya yang berlainan warna terbias pada kondisi sudut yang berlainan. Pada warna cahaya ungu terbias dengan sudut paling besar sedangkan pada cahaya merah terbias dengan sudut paling kecil.

II.3.2 Dasar Sinyal Audio

Audio dapat diartikan sebagai reproduksi suara atau suara itu sendiri, sinyal suara atau audio dapat dikatakan pula gelombang audio. Gelombang audio merupakan gelombang yang dihasilkan oleh getaran dari suatu obyek atau benda, yang menyebabkan media perantara yang digunakan bergetar contohnya udara bergetar pada range frekuensi yang dapat didengar oleh manusia. Telinga manusia dapat mendengar bunyi antara 20 Hz hingga 20 KHz sesuai batasan sinyal audio [11]. Gelombang audio bervariasi tergantung media perantaranya seperti udara, getaran media perantara udara ini yang menyebabkan kerdang telinga manusia bergetar, yang kemudian oleh otak menginterpretasikan sebagai suara.



Gambar II.2 Gelombang Audio

Pada Gambar II.2 menunjukkan bahwa titik molekul hitam tersebut merupakan sebuah molekul udara sedangkan gelombang getaran dari loudspeaker ditunjukkan dengan bentuk gelombang. Getaran dari loudspeaker menyebabkan

molekul sekitarnya bergetar dengan pola gelombang yang ditunjukkan oleh gambar tersebut. Oleh kondisi tersebut maka getaran udara ini menyebabkan gendang telinga pendengar bergetar dengan pola yang sama, dimana molekul udara sebenarnya tidak berjalan dari loudspeaker ke telinga. Namun molekul udara berpindah pada jarak yang kecil sebagai getaran dan mengakibatkan molekul yang bersebelahan bergetar semua sehingga terpengaruh untuk berjalan hingga ke telinga pendengar. Gelombang memiliki tiga karakter yang penting untuk kinerja sebuah sinyal audio diantaranya panjang gelombang, amplitudo dan frekuensi [11].

1. Panjang Gelombang (T), merupakan jarak antar titik gelombang dan titik ekuivalen pada fasa selanjutnya.



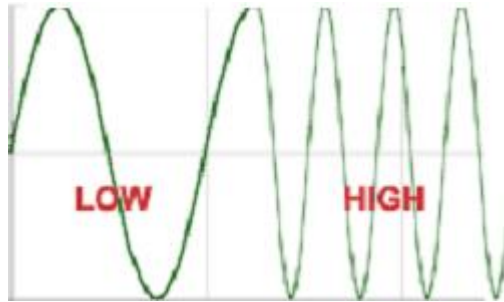
Gambar II.3 Panjang Gelombang

2. Amplitudo (V), merupakan kekuatan atau daya gelombang sinyal dimana tinggi gelombang dapat dilihat sebagai grafik. Gelombang yang lebih tinggi digambarkan sebagai volume yang lebih tinggi sehingga perangkat untuk menambah amplitudo dinamakan *amplifier*.



Gambar II.4 Amplitudo

3. Frekuensi (F), merupakan jumlah getaran yang terjadi dalam waktu satu detik dan diukur dalam hertz dengan kata lain siklus per detik. Bila getaran dari gelombang suara semakin cepat maka frekuensi semakin tinggi, dimana bila frekuensi lebih tinggi maka dapat diinterpretasikan sebagai jalur lebih tinggi.

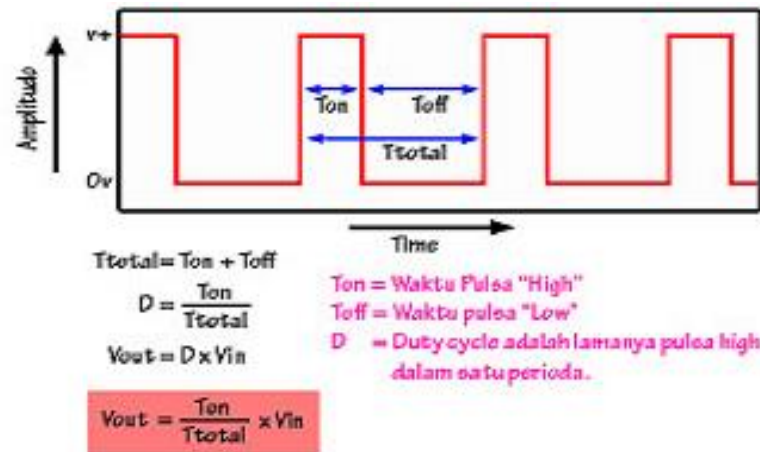


Gambar II.5 Frekuensi

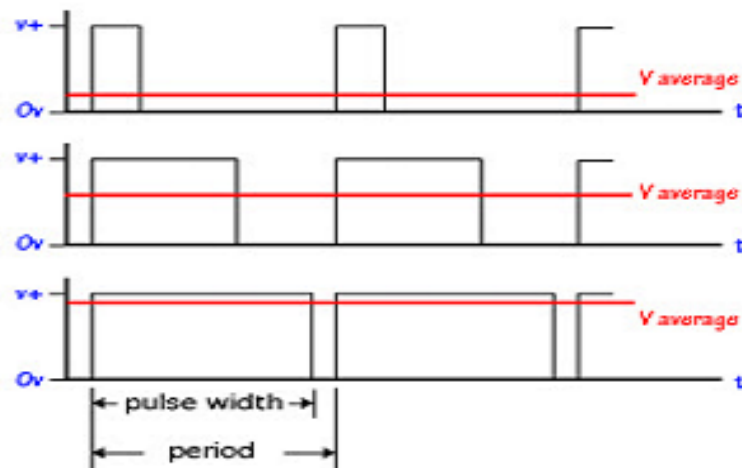
II.3.3 Modulasi PWM (Pulse Width Modulation)

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan teknik untuk memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda dengan tujuan untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Biasanya teknik modulasi PWM digunakan untuk memodulasi data dalam bidang telekomunikasi, audio *effect* dan penguatan, regulator tegangan, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, serta aplikasi PWM berbasis mikrokontroler. Pengaplikasian PWM berbasis mikrokontroler diantaranya yaitu pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian Motor Servo, dan pengaturan nyala terang LED. Berdasarkan hal tersebut pada proyek akhir ini, modulasi PWM digunakan untuk pengaturan nyala terang dari lampu LED.

Konsep dasar dari teknik modulasi PWM ini umumnya adalah sinyal PWM memiliki frekuensi dan amplitudo dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa PWM yang bervariasi yaitu *duty-cycle* antara 0% hingga 100%. Dimana lebar sinyal PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi, gambar di bawah menunjukkan persamaan dimana perubahan pada duty cycle akan merubah V_{out} atau tegangan keluaran dan $V_{rata-rata}$ atau tegangan rata-rata seperti yang ditunjukkan gambar II.6 dan II.7



Gambar II.6 Sinyal dan Persamaan tegangan keluaran (V_{out}) PWM



Gambar II.7 Tegangan rata-rata ($V_{rata-rata}$) sinyal PWM

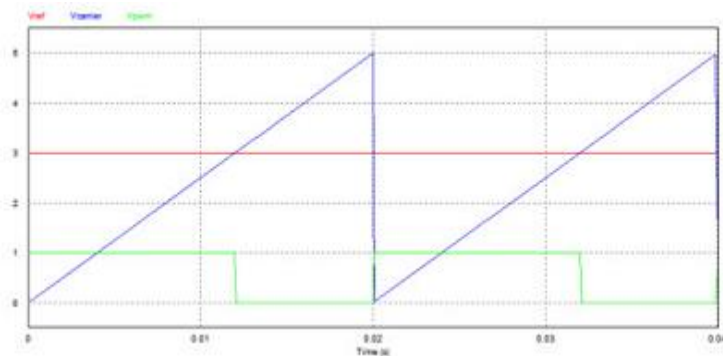
- **Jenis-Jenis Modulasi PWM**

Dibawah ini merupakan jenis dari teknik modulasi PWM diantaranya yaitu:

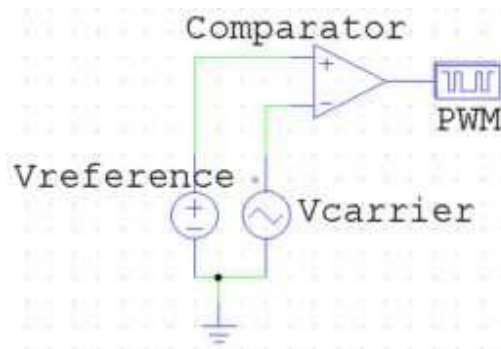
1. **Modulasi PWM Analog**

Pembangkitan sinyal PWM yang paling sederhana adalah dengan membandingkan sinyal gigi gergaji sebagai tegangan *carrier* dengan tegangan referensi menggunakan rangkaian op-amp comparator [12]. Berdasarkan penjelasan tersebut maka dapat ditinjau proses pembentukan sinyal PWM ditunjukkan pada gambar II.8 dan

rangkaian PWM analog menggunakan comparator ditunjukkan pada gambar II.9



Gambar II.8 Proses pembentukan sinyal PWM



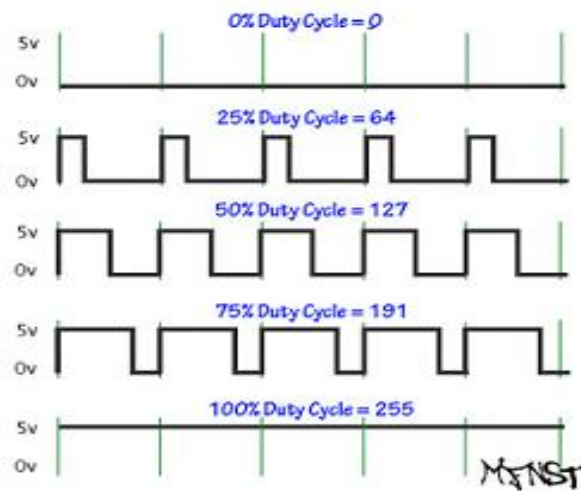
Gambar II.9 Rangkaian PWM Analog dengan Comparator

Pada gambar II.8 nilai tegangan referensi (V_{ref}) yang ditunjukkan oleh garis berwarna merah lebih besar dari tegangan *carrier* (V_c) yang ditunjukkan oleh sinyal gigi gergaji dengan garis biru, maka *output* comparator yang ditunjukkan oleh garis hijau akan bernilai *high*. Namun jika tegangan referensi (V_{ref}) bernilai lebih kecil dari tegangan *carrier*, maka *output* comparator akan bernilai *low*. Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari komparator ini maka tegangan *carrier* digunakan untuk mengubah *duty-cycle* dari sinyal *output*, cukup dengan mengubah besar tegangan referensi. Besarnya *duty-cycle* dari rangkaian PWM ini dapat dihitung menggunakan persamaan seperti dibawah ini:

$$Duty - Cycle = \frac{V_{referensi}}{V_{carrier}} \times 100\%$$

2. Modulasi PWM Digital

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan sebelumnya secara garis besar jika menggunakan metode analog tiap perubahan dari sinyal PWM sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Resolusi merupakan jumlah variasi perubahan dalam PWM tersebut, misalkan PWM digital mempunyai resolusi 8 bit berarti PWM tersebut memiliki variasi perubahan nilai atau resolusi sebanyak 28. Maksudnya nilai *output* PWM ini memiliki 256 variasi dengan variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili *duty-cycle* 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut [12].



Gambar II.10 Duty-cycle dan resolusi PWM