

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kaca

Kaca adalah suatu bahan tembus cahaya (transparan) sebagai hasil pengolahan beberapa bahan dasar, seperti pasir kuarsa, soda abu, dolomite, dan lain-lain yang digunakan untuk berbagai keperluan dalam bangunan terutama untuk pintu dan jendela. Terdapat beberapa jenis dan tipe kaca yang sudah sangat banyak beredar di pasaran dengan ukuran yang bisa disesuaikan sesuai keinginan pembeli tersebut. Kaca dalam bangunan berfungsi sebagai aksesoris mempercantik rumah. Penggunaan kaca pada bangunan sebaiknya tidak berlebihan karena efeknya akan sangat merugikan bumi.

Seperti yang diketahui bahwa kaca merupakan material padat yang bening dan transparan dan mudah pecah karena sifatnya yang sangat rapuh bila terkena benturan yang kuat (Sidharta dan Indrawati, 2009). Sebagai bahan bangunan, ada beberapa jenis kaca yang dijual diantaranya kaca bening, kaca riben, kaca es, kaca cermin, dan sebagainya. Sesuai dengan kualitas dan ketebalannya tersedia berbagai jenis kaca yang dirancang khusus untuk mengurangi kesilauan atau transmisi panas yang menembus bahan tersebut, contohnya kaca riben.

Rayban atau riben adalah jenis kaca berwarna lebih gelap. Kata “*ray*” artinya sinar atau cahaya dan “*ban*” artinya menghalangi atau membatasi, sehingga disimpulkan kaca riben warnanya lebih gelap. Jadi, kaca riben adalah kaca gelap namun masih dapat tembus pandang. Kaca riben biasa juga disebut dengan kaca berwarna (biru, hijau, hitam, dan coklat) (Susanta, 2007). Pada umumnya ketebalan kaca rayban yang paling banyak diminati adalah ukuran ketebalan 3mm dan 5mm (Boen, 2014).



Gambar 2.1. Kaca Riben (Maya, 2013).

Beberapa kelebihan sebagai alasan banyaknya penggunaan kaca jenis riben antara lain, meredam pencahayaan berlebihan yang masuk dari luar dan membuat suasana ruangan terasa lebih adem dan sejuk.

Tabel 2.1. *Shading Coefficient* untuk Berbagai Jenis Material Kaca (Talarosha, 2005).

No.	Penggunaan Kaca			<i>Shading Coefficient</i>
	Jenis Kaca	Warna	Tebal	
1.	Kaca Bening	-	1/4 inci	0.95
		-	3/8 inci	0.90
2.	<i>Heat absorbing glass</i>	Abu-abu, bronze, atau <i>green tinted</i>	3/16 inci	0.75
		-	1/2 inci	0.50
3.	<i>Revlective glass</i>	<i>Dark gray metalized</i>	-	0.35 s/d 0.20
		<i>Light gray metallized</i>	-	0.60 s/d 0.35

B. LED Infra Merah

Matahari merupakan sumber cahaya utama di bumi yang dipancarkan ke segala arah dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Energi matahari yang sampai ke bumi sebagian besar berupa sinar infra merah. Adapun intensitas sinar infra merah bergantung terhadap suhu dan warna. Gelombang sinar infra merah memiliki panjang gelombang $7 \times 10^{-7} \text{m}$ sampai 10^{-6}m tepat di bawah cahaya tampak (Surya, 2009). Sinar infra merah termasuk dalam gelombang elektromagnetik yang tidak tampak oleh mata telanjang. Sinar ini tidak tampak oleh mata karena mempunyai panjang gelombang berkas cahaya yang terlalu panjang bagi tanggapan mata manusia. Sifat-sifat sinar infra merah adalah:

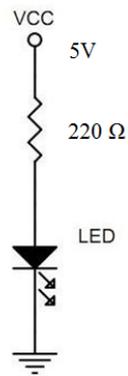
- (1) tidak tampak manusia dan
- (2) tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang.

Radiasi infra merah dibagi atas IR-A (770 nm-1,4 μm), IR-B (1,4-3 μm) dan IR-C (3 μm -1 mm). Kelompok radiasi cahaya tampak dan infra merah dapat menyebabkan *sunburn* yang parah, bergantung pada energi yang diserap. Radiasi pada 310 – 700 nm menyebabkan reaksi fotosensitif berupa eritema yang ringan dan tidak sakit dan 700 nm – 1 mm menimbulkan kulit terbakar dan kering. Penetrasi radiasi cahaya tampak dan IR-A (400 – 1400 nm) dapat mencapai retina dan menimbulkan fotoretinitis, yaitu peradangan pada retina. Kerusakan pada retina timbul khususnya akibat pancaran cahaya tampak biru (400 – 550 nm) sehingga dikenal pula sebagai *blue light retinal injury*. Fotoretinitis yang disertai scotoma (*blind spot*), terjadi akibat menatap sumber cahaya yang sangat tajam dan terang seperti matahari dalam waktu yang sangat singkat ataupun cahaya terang

dari laser untuk waktu yang lebih lama. Peningkatan suhu pada retina yang hanya beberapa derajat lebih tinggi dari suhu yang terjadi ketika demam dapat menimbulkan kerusakan retina yang permanen. Pancaran IR-A juga memberikan efek berupa katarak pada lensa akibat panas (Alatas, 2004).

LED infra merah adalah suatu bahan semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik (cahaya yang hanya terdiri atas satu warna dan satu panjang gelombang) yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. Pengembangan LED infra merah dimulai dengan alat infra merah dibuat dengan *galliumarsenide* (Prawira, 2010). Sinar infra merah pada dasarnya adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang yang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio, dengan kata lain infra merupakan spektrum cahaya tampak dengan gelombang terpanjang, yaitu sekitar 700 nm sampai 1000 nm (Surya, 2009).

Dioda yang memancarkan cahaya (LED) digunakan untuk menampilkan *alphabet* dan digital serta sebagai lampu tanda. Sebagian besar LED membutuhkan 1,5 V sampai 2,2 V untuk memberi bias maju dan membutuhkan arus sekitar 20 mA sampai 30 mA untuk memancarkan cahaya. Dengan level-level tegangan yang lebih tinggi, LED dapat terbakar apabila tegangan maju yang diberikan melebihi 2 V, untuk mengatasi hal ini LED biasanya dihubungkan secara seri dengan tahanan yang membatasi tegangan dan arus pada nilai yang dikehendaki. Proses pemancaran cahaya akibat adanya energi listrik yang diberikan terhadap suatu bahan disebut dengan sifat elektroluminesensi.



Gambar 2.2. Simbol dan Rangkaian Dasar Sebuah LED

Cahaya LED infra merah timbul sebagai akibat penggabungan elektron dan hole pada persambungan antara dua jenis semikonduktor dimana setiap penggabungan disertai dengan pelepasan energi. Pada penggunaannya LED infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. LED infra merah dapat diaktifkan dengan tegangan DC untuk transmisi atau sensor jarak dekat, dan dengan tegangan AC (30–40 KHz) untuk transmisi atau sensor jarak jauh. Karakteristik dari LED infra merah:

- (1) dapat dipakai dalam waktu yang sangat lama;
- (2) membutuhkan daya yang kecil;
- (3) tidak mudah panas;
- (4) dapat digunakan dalam jarak yang lebar.



Gambar 2.3. LED Infra Merah (Rusli, 2011).

Kelebihan dari infra merah adalah sebagai berikut.

1. Termasuk komunikasi data yang media pengirimannya tidak memerlukan benda fisik melainkan ditransmisikan melalui udara.
2. Infra merah tidak terganggu oleh sinyal-sinyal elektromagnetik dan interferensi radio sehingga mendorong kestabilan sistem infra merah.
3. Infra merah mudah dibuat dan harganya murah.
4. Komunikasi data dengan infra merah dapat dilakukan setiap saat, karena pengiriman dengan infra merah tidak membutuhkan sinyal.
5. Komunikasi data dari piranti misalnya pada *handphone* tidak membutuhkan biaya atau gratis.

Sedangkan kekurangan dari infra merah adalah sebagai berikut.

1. Setiap piranti harus terarah dan “bertatap muka” langsung karena infra merah menggunakan sinyal terarah dan biasanya hanya 30 derajat.
2. Teknologi yang cukup tua, kecepatan yang sangat terbatas jika dibandingkan dengan komunikasi data melalui *bluetooth*.
3. Jarak yang sangat terbatas dan tidak fleksibel.
4. Infra merah tidak dapat menembus dinding.

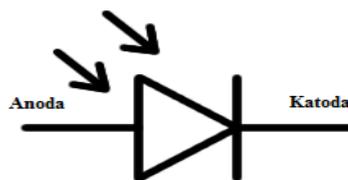
Komunikasi data secara infra merah tidak dapat digunakan di luar ruangan karena akan terganggu oleh cahaya matahari (Soraya dkk., 2010).

C. Sensor Fotodiode

Fotodiode adalah jenis diode yang berfungsi mendeteksi cahaya. Fotodiode merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya

menjadi besaran listrik. Fotodioda merupakan sebuah dioda dengan sambungan pn yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh fotodioda ini mulai dari cahaya infra merah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X.

Nilai resistansi pada fotodioda akan berubah-ubah jika cahaya yang jatuh pada dioda berubah-ubah intensitasnya. Dalam gelap nilai tahanannya sangat besar hingga praktis tidak ada arus yang mengalir. Semakin kuat cahaya yang jatuh pada dioda maka semakin kecil nilai tahanannya. Fotodioda ini digunakan terutama sebagai saklar elektronik yang bereaksi akibat perubahan intensitas cahaya.

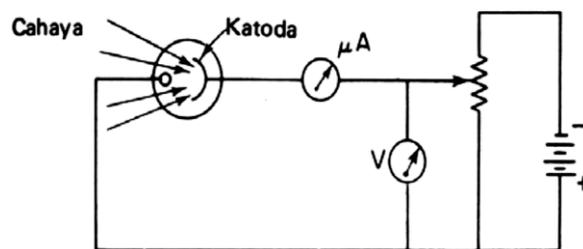


Gambar 2.4. Fotodioda (Widjanarka, 2006).

Cara kerja fotodioda adalah ketika fotodioda diberikan sinar (foton) maka akan terbentuk pasangan hole-elektron. Hole merupakan lubang yang terbentuk ketika suatu molekul atau atom kekurangan elektron. Karena kekurangan elektron jadi muatannya akan positif. Proses fotodioda sama halnya dengan proses efek fotolistrik. Ketika cahaya yang energinya cukup (frekuensi diatas frekuensi ambang) mengenai fotodioda maka akan membuat elektron lepas kemudian elektron akan bergerak menuju katoda dan hole akan bergerak menuju anoda sehingga akan terjadi arus (biasanya disebut *photocurrent*). Dalam efek fotolistrik yang mempengaruhi *photocurrent* adalah intensitas foton tersebut. Semakin besar

intensitas maka akan semakin besar arusnya. Sedangkan frekuensi cahaya yang digunakan hanya menentukan energi kinetik elektron saja.

Fotodioda dibuat dari semikonduktor dengan bahan yang populer adalah silicon (Si) atau galium arsenida (GaAs), dan yang lain meliputi InSb, InAs, PbSe. Material ini menyerap cahaya dengan karakteristik panjang gelombang mencakup: 2500 Å - 11000 Å untuk silicon, 8000 Å – 20,000 Å untuk GaAs. Ketika sebuah foton (satu satuan energi dalam cahaya) dari sumber cahaya diserap, hal tersebut membangkitkan suatu elektron dan menghasilkan sepasang pembawa muatan tunggal, sebuah elektron dan sebuah hole, dimana suatu hole adalah bagian dari kisi-kisi semikonduktor yang kehilangan elektron. Arah arus yang melalui sebuah semikonduktor adalah kebalikan dengan gerak muatan pembawa (Kurniawan, 2013). Cara tersebut dalam sebuah fotodioda digunakan untuk mengumpulkan foton menyebabkan pembawa muatan (seperti arus atau tegangan) mengalir atau terbentuk di bagian-bagian elektroda. Konstruksi sebuah fotodioda dapat dilihat pada Gambar 2.5.



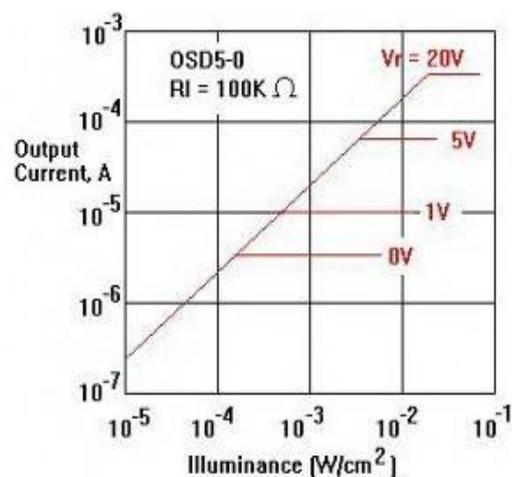
Gambar 2.5. Diagram Skema Fotodioda (Andres, 2010).

Elemen setengah lingkaran yang besar adalah katoda yang sensitif cahaya dan kawat tipis yang menuju pusat tabung adalah anoda. Kedua elemen ini ditempatkan di dalam sebuah pembungkus gelas yang telah dihampakan. Bila antara anoda dan katoda diberikan suatu tegangan konstan, arus di dalam

rangkaian berbanding langsung dengan banyaknya cahaya atau intensitas cahaya yang jatuh pada katoda (Andres, 2010).

Fotodiode akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap *power density* (D_p). Perbandingan antara arus keluaran dengan *power density* disebut sebagai *current responsivity*. Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika fotodiode tersebut disinari dan dalam keadaan dipanjar mundur. Tanggapan frekuensi sensor fotodiode tidak luas. Dari rentang tanggapan itu, sensor fotodiode memiliki tanggapan paling baik terhadap cahaya infra merah, tepatnya pada cahaya dengan panjang gelombang sekitar $0,9 \mu\text{m}$.

Hubungan antara keluaran sensor fotodiode dengan intensitas cahaya yang diterimanya ketika dipanjar mundur adalah membentuk suatu fungsi yang linier. Hubungan antara keluaran sensor fotodiode dengan intensitas cahaya ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Hubungan Keluaran Fotodiode Dengan Intensitas Cahaya (Kurniawan, 2013).

Karakteristik fotodiode (Hardjo dkk, 2007), adalah sebagai berikut.

1. Fotodiode mempunyai respon 100 kali lebih cepat daripada fototransistor.
2. Dikemas dengan plastik transparan yang juga berfungsi sebagai lensa. Lensa tsb lebih dikenal sebagai lensa fresnel dan *optical filter*.
3. Diode sebagai kondisi *open circuit* dan *close circuit* jika dianalogikan seperti sakelar.

Ketika energi cahaya dengan panjang gelombang yang besar jatuh pada sambungan fotodiode, maka arus mengalir dalam sirkuit eksternal. Komponen ini kemudian akan bekerja sebagai generator arus, yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya itu. Cahaya diserap di daerah penyambungan menimbulkan pasangan elektron hole yang mengalami perubahan karakteristik listrik ketika energi cahaya melepaskan pembawa muatan dalam bahan tersebut, sehingga menyebabkan berubahnya konduktivitas. Hal inilah yang menyebabkan fotodiode dapat menghasilkan tegangan atau arus listrik jika terkena cahaya. Fotodiode digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang meliputi kartu bacaan, kontrol cahaya *ambient* dan layar proyektor. Pada fotodiode kita mengenal istilah responsivitas yaitu kemampuan dari sebuah fotodiode untuk menambah arus bias mundur sebagai hasil dari sebuah penambahan pada cahaya (Pandiangan, 2009).

D. Cahaya

Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik (EM), yaitu gelombang yang merambat tanpa perlu perantara medium, melainkan melalui osilasi medan listrik E dan medan magnetik B yang tegak lurus dengan arah rambatannya.

Intensitas cahaya merupakan kuat cahaya yang dikeluarkan oleh sumber cahaya ke arah objek tiap satuan luasnya. Cahaya bisa dikatakan sebagai suatu bagian yang mutlak dari kehidupan manusia. Cahaya bermula dari gelombang elektromagnetik seperti dapat dilihat pada Gambar 2.7. Untuk mendukung teknik pencahayaan buatan yang benar, maka perlu diketahui seberapa besar intensitas cahaya yang dibutuhkan pada suatu tempat (Ibrahim, 2012).

Intensitas cahaya didefinisikan sebagai perbandingan daya (P) terhadap luas penampang (A), dimana A merupakan luas penampang bola yaitu $A = 4\pi r^2$ seperti dinyatakan pada persamaan (2.1).

$$I = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

dengan:

I = intensitas (watt/m²);

P = daya (watt);

A = luas permukaan (cm²).

Hubungan intensitas dan tegangan dapat diperoleh melalui persamaan (2.2).

$$P = V \cdot I \quad (2.2)$$

dengan:

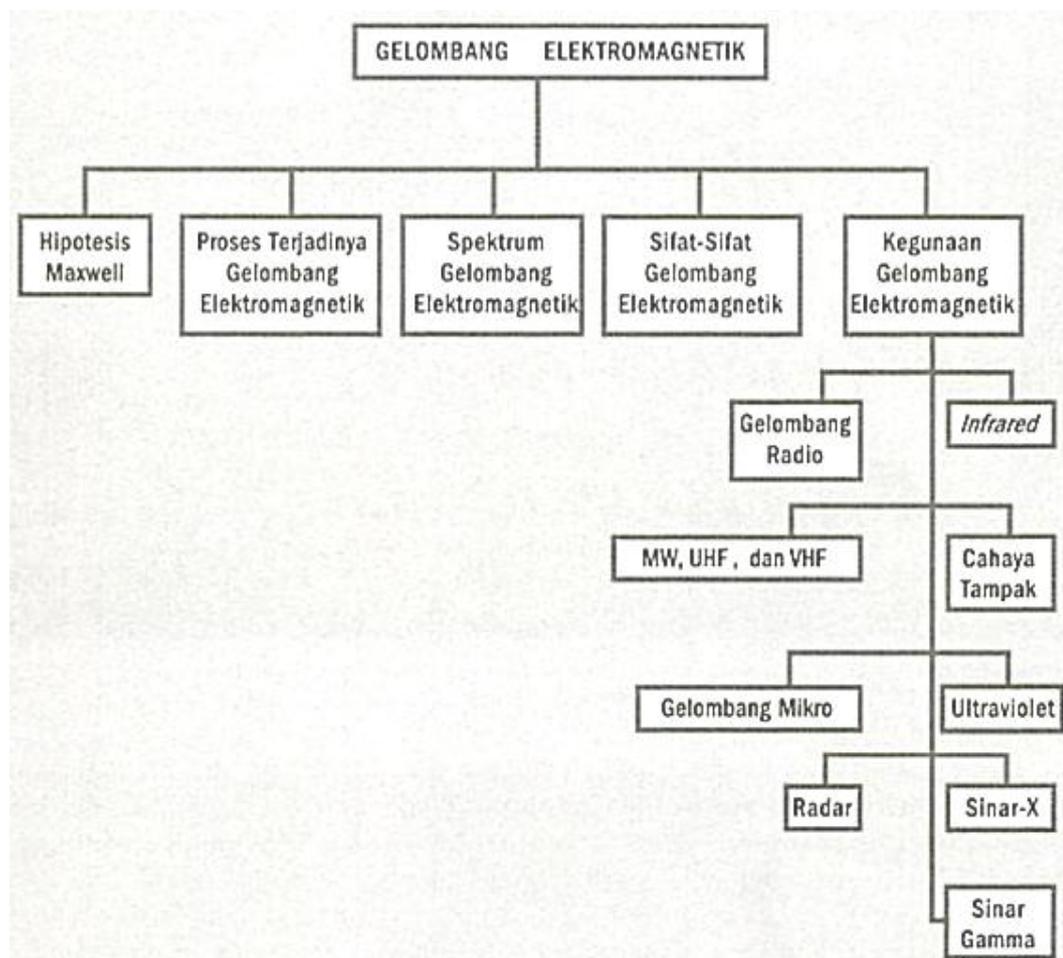
V = tegangan (volt); dan

I = kuat arus (ampere).

Dari persamaan (2.2) maka persamaan (2.1) dapat dituliskan sebagai berikut.

$$I = \frac{V \cdot I}{4\pi r^2} \quad (2.3)$$

Persamaan (2.3) menunjukkan bahwa intensitas berbanding lurus terhadap tegangan dan berbanding terbalik terhadap jarak (Hartati dan Suprijadi, 2010). Menurut Yulianti (1990), hubungan antara daya sumber cahaya dan intensitas cahaya yaitu jika daya sumber cahaya berubah maka intensitasnya pun berubah. Istiyono (2004) berpendapat bahwa tegangan dan intensitas cahaya berbanding lurus sedangkan jarak berbanding terbalik terhadap tegangan dan intensitas cahaya.

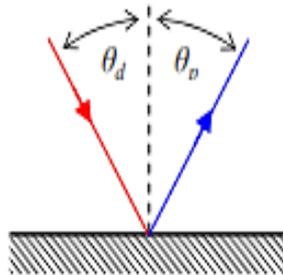


Gambar 2.7. Diagram Gelombang Elektromagnetik (Seran, 2012).

Dalam perambatannya cahaya mengalami beberapa peristiwa yaitu pemantulan, pembiasan, interferensi, polarisasi, transmisi dan absorpsi.

1. Pemantulan

Peristiwa pemantulan cahaya terjadi ketika cahaya menemui bidang batas antara dua buah medium. Cahaya dapat dipantulkan sebagian ataupun seluruhnya, jika cahaya dipantulkan sebagian maka akan menimbulkan peristiwa pembiasan ataupun absorpsi. Peristiwa pemantulan dapat dilihat pada Gambar 2.8.



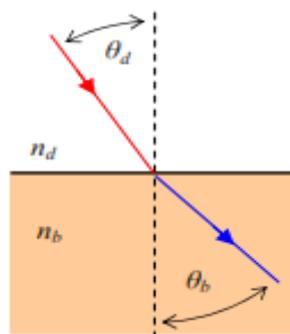
Gambar 2.8. Pemantulan cahaya secara sempurna

Pada Gambar 2.8 terlihat cahaya datang dengan sudut terhadap garis normal θ_d (merah) dipantulkan oleh bidang pantul dengan sudut terhadap garis normal θ_p (biru). Dari peristiwa ini berlaku persamaan (2.4).

$$\theta_d = \theta_p \quad (2.4)$$

2. Pembiasan

Peristiwa pembiasan terjadi karena cahaya merambat pada medium yang berbeda, sehingga cahaya tidak diteruskan secara garis lurus. Secara visual peristiwa pembiasan dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Peristiwa pembiasan cahaya

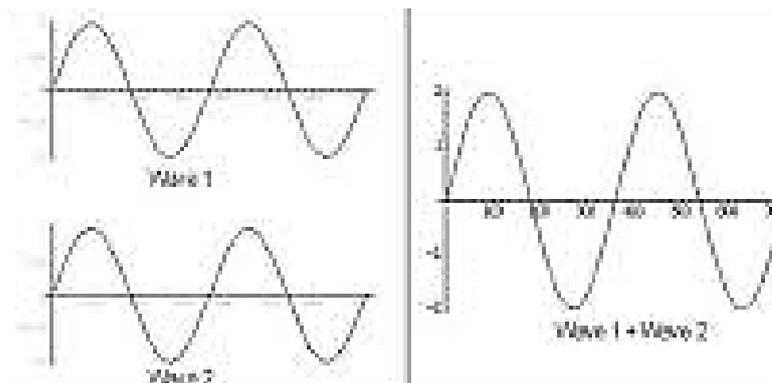
Gambar 2.9 diatas menjelaskan terjadinya peristiwa pembiasaan, dimana cahaya datang dengan sudut terhadap garis normal θ_d (merah) dibiaskan oleh bidang batas dengan sudut terhadap garis normal θ_b (biru) dengan medium yang berbeda indeks biasnya. Dari peristiwa ini berlaku persamaan (2.5) yang dikenal dengan persamaan umum Snellius.

$$n_d \sin \theta_d = n_b \sin \theta_b \quad (2.5)$$

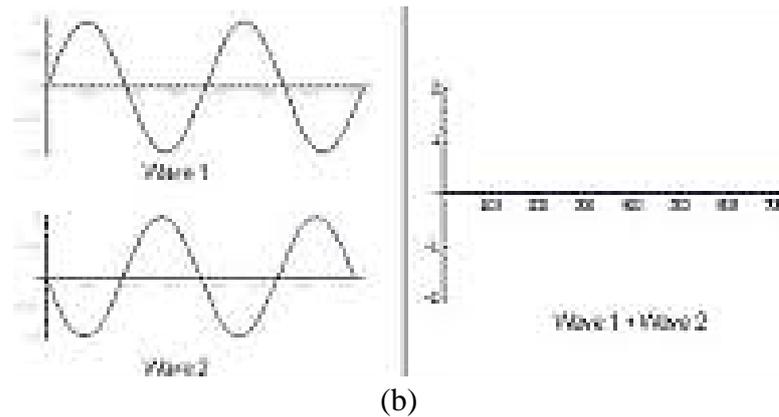
(Sparisoma dan Novitrian, 2014).

3. Interferensi

Peristiwa yang terjadi akibat adanya perpaduan antara dua atau lebih cahaya (gelombang elektromagnetik) yang menghasilkan pola gelombang baru. Cahaya yang mengalami interferensi dapat saling menguatkan maupun saling melemahkan. Pada peristiwa ini ada beberapa syarat terjadinya interferensi yaitu cahaya harus bersifat koheren (kedua cahaya memiliki beda fase, frekuensi dan amplitudo yang sama). Peristiwa interferensi ditunjukkan pada Gambar 2.10.



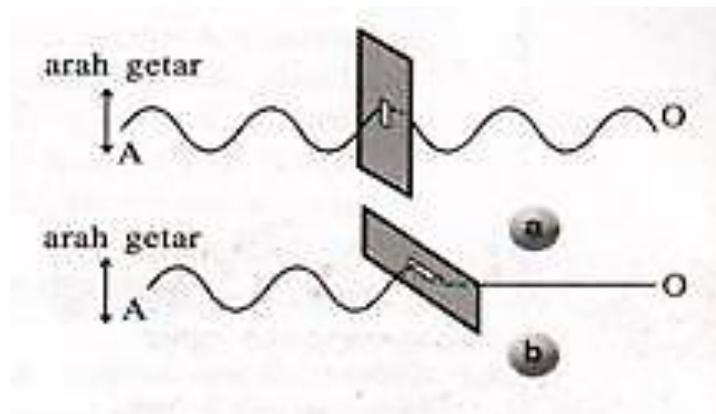
(a)



Gambar 2.10. (a) interferensi saling menguatkan dan (b) interferensi saling melemahkan

4. Polarisasi

Polarisasi merupakan peristiwa terserapnya sebagian atau seluruhnya arah getar gelombang, polarisasi terjadi hanya pada gelombang-gelombang yang memiliki arah getarannya tegak lurus dengan arah rambatnya. Arah polarisasi adalah searah dengan arah medan listrik sebagai komponen getarnya. Analogi peristiwa interferensi dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Analogi peristiwa polarisasi

Dari Gambar 2.11 terlihat sebuah tali yang digetarkan searah dengan celah maka gelombang tali tersebut dapat melewatinya dan sebaliknya jika gelombang tali tidak searah dengan celah maka gelombang tersebut tidak dapat melewatinya. Dari hal tersebut menjelaskan terjadinya polarisasi linier (Sugiyanto, 2005).

5. Transmisi

Transmisi merupakan salah satu sifat cahaya, dimana cahaya dapat dihantarkan atau didistribusikan melalui suatu material tembus cahaya seperti kaca. Transmisi merupakan hasil dari pembiasan dimana berkas cahaya yang melalui suatu material. Besarnya transmisi disebut dengan transmitansi dimana perbandingan intensitas cahaya yang ditransmisikan dengan cahaya datang. Transmitansi juga dapat dikaitkan dengan koefisien absorpsi suatu bahan. Kaitan transmitansi dengan koefisien ditunjukkan pada persamaan (2.6).

$$T = \exp(-\alpha t) \quad (2.6)$$

Dimana T adalah Transmitansi, α adalah koefisien absorpsi dan t adalah ketebalan bahan.

6. Absorpsi

Absorpsi cahaya merupakan bentuk interaksi antara cahaya dengan atom absorpsi terjadi saat cahaya masuk bertumbukan langsung dengan atom-atom pada material dan menyerap energinya pada elektron atom. Cahaya mengalami perambatan dan akhirnya berhenti, sehingga pancaran sinar yang keluar dari material berkurang dibandingkan saat masuk. Absorpsi menyatakan banyaknya cahaya yang diserap oleh bahan dari total cahaya yang melewati bahan tersebut. Persamaan absorpsi ditunjukkan pada persamaan (2.7).

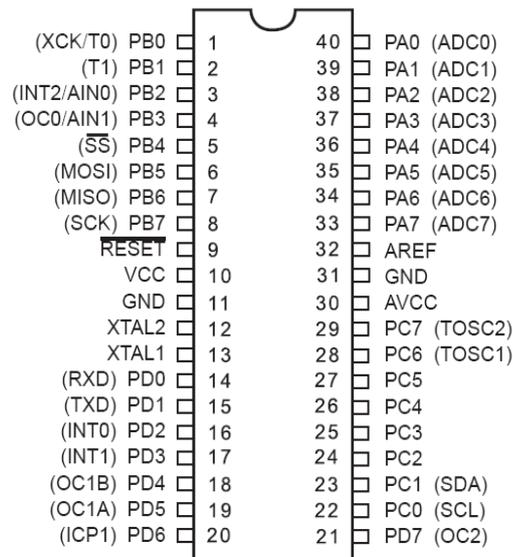
$$\alpha = -\log(T) = -\log \frac{I_t}{I_0} \quad (2.7)$$

Dimana α adalah absorpsi, T adalah Transmitansi, I_t adalah Intensitas cahaya keluar dan I_0 adalah intensitas cahaya masuk (Setiawan, 2011).

E. Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler adalah *single chip computer* yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk hal-hal yang berorientasi kontrol. Kedatangan mikrokontroler memiliki dua alasan utama, yaitu kebutuhan pasar dan perkembangan teknologi baru. Kebutuhan pasar yang dimaksud adalah kebutuhan yang luas dari produk-produk elektronik sebagai pengontrol dan pemroses data. Sedangkan yang dimaksud dengan perkembangan teknologi baru adalah perkembangan teknologi semikonduktor yang memungkinkan pembuatan chip dengan kemampuan komputansi yang sangat cepat, bentuk yang minimalis, dan harga yang relatif murah.

ATmega8535 berbasis pada arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), dimana satu instruksi dapat dieksekusi dalam satu *clock*, dan dapat mencapai 1 MIPS (*Million Instruction Per Second*) per MHz. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki keistimewaan dibanding jenis mikrokontroler AT89C51, AT89C52, AT80S51, dan AT89S52 yaitu pada mikrokontroler ATmega8535 memiliki *port input* ADC 8 *channel* 10 bit. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 40 pin kaki dengan konfigurasi seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega8535 (Heryanto, 2008).

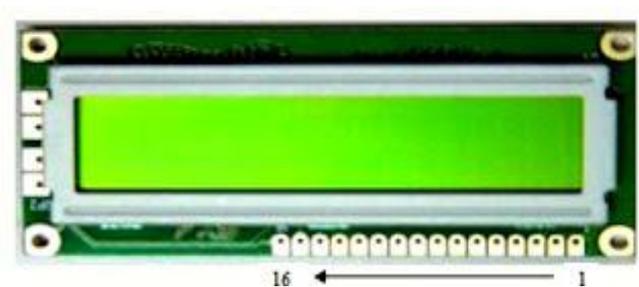
AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATmega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses, (Iswanto, 2008).

Mikrokontroler AVR ATmega8535 dapat dioperasikan dengan sumber tegangan 4,5 volt sampai dengan 5,5 volt. Pin 10 ATmega8535 dihubungkan dengan Vcc, pin 11 dihubungkan dengan GND dan pin 9 dihubungkan dengan rangkaian reset. Pin 12 dan 13 dihubungkan dengan Kristal untuk *men-drive on-chip oscillator*

dan kedua kapasitor 33pF pada kaki input oscillator digunakan untuk menstabilkan sistem. Pin 30 dan 32 dihubungkan dengan Vcc dan Pin 31 dihubungkan ke GND. Pin 30 (AVCC) merupakan pin masukan tegangan untuk ADC dan pin 32 (AREF) merupakan pin masukan tegangan referensi ADC sebesar Vcc, (Susilo, 2010).

F. *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD merupakan kependekan dari Liquid Crystal Display yang berarti sebuah tampilan yang berasal dari sebuah cairan kristal. Karena jenis LCD yang digunakan pada tugas akhir ini adalah LCD 2x16, maka tampilannya sebanyak 16 karakter dan 2 baris. Susunan dari titik-titik inilah yang nantinya dapat menampilkan karakter yang beraneka ragam (Putra dkk., 2011). Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD. Adapun bentuk fisik LCD 16x2 seperti pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13. LCD Karakter 2x16, (Munandar, 2012)

LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan mikrokontroler yang menempel pada bagian belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca. Modul LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dengan fasilitas backlighting memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol dan jalur-jalur catu daya, dengan fasilitas pin yang tersedia maka lcd 16 x 2 dapat digunakan secara maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler, secara ringkas fungsi pin-pin pada LCD dituliskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Fungsi pin pada LCD (Prehan, 2013).

No.Pin	Nama	Keterangan
1	GND	Ground
2	VCC	+5V
3	VEE	Contras
4	RS	Register Select
5	RW	Read/write
6	E	Enable
7-14	D0-D7	Data bit 0-7
15	A	Anoda (back light)
16	K	Katoda (back light)

Secara umum pin-pin LCD diterangkan sebagai berikut :

1. Pin 1 dan 2

Merupakan sambungan catu daya, Vss dan Vdd. Pin Vdd dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, dan Vss pada 0V atau ground. Meskipun data menentukan catu 5 Vdc (hanya pada beberapa mA), menyediakan 6V dan 4.5V yang keduanya bekerja dengan baik, bahkan 3V cukup untuk beberapa modul.

2. Pin 3

Pin 3 merupakan pin kontrol Vee, yang digunakan untuk mengatur kontras *display*. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa dirubah untuk memungkinkan pengaturan terhadap tingkatan kontras *display* sesuai dengan kebutuhan, pin ini dapat dihubungkan dengan variabel resistor sebagai pengatur kontras.

3. Pin 4

Pin 4 merupakan Register *Select* (RS), masukan yang pertama dari tiga *command control* input. Dengan membuat RS menjadi *high*, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.

4. Pin 5

Read/Write (R/W), untuk memfungsikan sebagai perintah *write* maka R/W *low* atau menulis karakter ke modul. R/W *high* untuk membaca data karakter atau informasi status dari register-nya.

5. Pin 6

Enable (E), input ini digunakan untuk transfer aktual dari perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke *display*, data ditransfer hanya pada perpindahan *high* atau *low*. Tetapi ketika membaca dari *display*, data akan menjadi lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari *low* ke *high* dan tetap tersedia hingga sinyal *low* lagi.

6. Pin 7-14

Pin 7 sampai 14 adalah delapan jalur data/data bus (D0 sampai D7) dimana data dapat ditransfer ke dan dari *display*.

7. Pin 16

Pin 16 dihubungkan kedalam tegangan 5 volt untuk memberi tegangan dan menhidupkan lampu latar LCD.