

Sejarah Perkembangan Optik Tiap Periode

Optika merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari mengenai sifat-sifat cahaya beserta interaksinya dengan medium. Menurut Richtmayer perkembangan keilmuan dibagi ke dalam empat periode. begitupun dengan sejarah perkembangan Optika. berikut sedikit penjelasan mengenai sejarah perkembangan optika menurut Richtmayer:

a. Perkembangan Optik Periode I (Zaman Prasejarah (SM) s.d. 1500 M)

Pada zaman prasejarah ternyata optik telah dikenal, buktinya adalah ditemukannya sebuah kanta optik yang berumur sekitar 2.200 tahun yang lalu di Baghdad, Irak. Kanta purba yang berukuran kira-kira satu ibu jari tersebut ditemukan dengan sedikit retak di bagian kacanya. Penemuan ini menunjukkan bahwa sejak zaman purbakala orang-orang telah mengetahui cara membuat kanta dan mengaplikasikannya di kehidupan sehari-hari. Optik dipelajari secara ilmiah di periode I ini dimulai pada tahun 300 SM. Pada zaman prasejarah dikenal dengan zaman yang hanya mengemukakan teori-teori para ahli saja tanpa dilakukan pembuktian dengan eksperimen sehingga ada beberapa teori tentang optik yang bermunculan, misalnya Teori Tactile dan Teori Emisi.

Para ilmuwan yang hidup di zaman prasejarah mengemukakan pendapat bahwa kita dapat melihat suatu benda karena terdapat cahaya dari mata kita yang dipancarkan ke benda tersebut. seperti halnya senter yang disorotkan ke sebuah benda sehingga kita dapat melihat benda tersebut. Teori ini dipelopori oleh Aristoteles dan Ptolomeus. Di masa sebelum masehi ini, Euclid (275 SM-330 SM) menemukan bahwa cahaya bergerak dalam garis lurus. dan dia mempelajari juga tentang pemantulan cahaya.

Pada abad ke-10 M, muncul teori yang menentang Teori Tactile yaitu Teori Emisi. Teori Emisi ini dikatakan merubah drastis cara pandang terhadap konsep cahaya. Pada Teori Emisi dikatakan bahwa kita dapat melihat benda bukan karena mata kita yang memancarkan cahaya ke benda tersebut (Teori Tactile), tetapi karena terdapat cahaya yang dipantulkan oleh benda yang kita lihat menuju mata kita. Teori ini pertama kali dicetuskan oleh Ibnu Al-Haitham (965M – 1040 M) seorang ilmuwan muslim yang sangat populer dan dikenal juga sebagai 'Bapak optik dunia'. Akhirnya, teori emisi ini benar-benar menggugurkan Teori Tactile dan dipercaya kebenarannya sampai sekarang.

Kemudian pada abad ke-13, pembiasan cahaya mulai disadari. Hal ini terbukti dengan adanya tulisan di buku yang berjudul "*Perspectiva*" karya Bacon yaitu bila tulisan sebuah buku, atau suatu benda kecil dilihat melalui bagian lengkung sebuah kaca atau kristal akan nampak lebih jelas dan lebih besar.

Pada akhir abad ke 15 atau sekitar awal abad ke 16 seorang ilmuwan Italia yaitu Leonardo Da Vinci mengemukakan tentang optik fisiologis mata manusia yang mengakibatkan penemuan di bidang medis di masa depan mulai terbuka jalannya.

b. Perkembangan Optik Periode II (1550 M – 1800 M)

Berbeda dengan Periode I, di Periode II ini sudah banyak dilakukan eksperimen untuk mendukung kebenaran dari teori-teori yang telah dikemukakan. Penemuan-penemuan

di Periode II ini dimulai ketika orang-orang mulai gemar mengamati pelangi, hingga akhirnya diketahui bahwa pelangi disebabkan oleh pembiasan cahaya oleh air. selain itu, di abad ke-16 ini juga sudah mulai dibuat mikroskop yang menggunakan lensa gabungan yaitu lensa objektif dan lensa okuler oleh Antony van Leuwenhoek (1632-1723) dari Belanda.

Satu abad berselang dengan tempat yang sama yaitu di Belanda, tepatnya pada abad ke-17 atau sekitar tahun 1608 M untuk pertama kalinya seseorang mengklaim bahwa dia adalah orang yang pertama menemukan teleskop. Orang tersebut adalah Hans Lippershey. Teleskop yang ditemukan Hans Lippershey ini hanya bisa memperbesar tiga kali lipat ukuran semula. Awalnya Lippershey ini memegang sebuah lensa di depan lensa lain dan meletakkannya di sebuah tabung kayu dan teleskop Hns Lippershey pun tercipta.

Namun, satu tahun kemudian Galileo Galilei yaitu tahun 1609 M, Galileo mendengar bahwa seseorang telah menemukan teleskop di Belanda. Namun, berita itu masih samar-samar di telinganya. Akhirnya, berkat kecerdasannya, ia mampu mempelajari perangkat teleskop Lippershey dan berhasil membuat teleskopnya sendiri yang lebih canggih pada masa itu karena dapat melakukan perbesaran hingga 20 kali lipat. Teropong yang ditemukan Galileo ini sekarang disebut teleskop panggung. Baik Lippershey maupun Galileo sama-sama mengkombinasikan lensa cekung dan lensa cembung.

Kemudian pada tahun 1611, Keppler menyempurnakan desain teleskop Galileo yaitu dengan menggunakan dua buah lensa cembung sehingga gambar yang dihasilkan terbalik. Desain Keppler ini masih menjadi desain utama refraktor masa kini hanya saja mungkin ada perbaikan dalam lensa dan kaca.

Selama abad ke-15 sampai abad ke-16, para ilmuwan berlomba-lomba untuk menghitung kecepatan cahaya dengan berbagai cara. Ada yang menggunakan cara yang hampir sama ketika menghitung kecepatan suara, yaitu dengan menyuruh seseorang berdiri di atas bukit yang sangat jauh kemudian menyalakan sebuah lentera. Selang waktu ketika cahaya lentera dinyalakan dengan cahaya yang dilihat oleh pengamat di bawah bukit itulah yang menjadi dasar perhitungan kecepatan cahaya. Ilmuwan yang menggunakan metode ini adalah Galileo Galilei. Namun Galileo tidak menemukan selang waktu tersebut, sehingga Galileo menyatakan bahwa kecepatan cahaya sangat cepat bahkan tak berhingga.

Pada tahun 1670-an, Ole Romer (1644-1710), mengamati bulan-bulan di Planet Jupiter. Dia mengamati berapa lama waktu yang dibutuhkan bulan-bulan itu untuk bergerak ke belakang Jupiter. Namun, dia heran karena mendapati waktu bulan muncul dan menghilang berbeda-beda, terkadang lebih cepat dan terkadang lebih lambat dari waktu yang telah dihitung. Romer pun mengambil kesimpulan bahwa kecepatan cahaya mempunyai batas. Itu mengacu dari posisi Bumi saat dia melakukan pengamatan. Dan jeda waktu tadi diketemukan sebesar 16,7 menit. Romer menganggap bahwa jarak Bumi-Jupiter sebesar 2 AU. Dapat disimpulkan bahwa

$$C = 2 \text{ AU} / 16,7 \text{ menit} = 300,000 \text{ km/s}$$

Walaupun saat itu tetapan AU (Satuan Astronomi) masih belum ditetapkan, tetapi dari hasil pengamatan Romer tersebut membuktikan bahwa kecepatan cahaya sangat besar. Pantas saja Galileo gagal mengukurnya karena mungkin jarak pengamatan yang dilakukan Galileo kurang jauh.

Pada tahun 1675, Sir Isaac Newton dalam *Hypothesis of Light* menyatakan bahwa cahaya terdiri dari partikel halus yang memancar ke segala arah dari sumbernya. Jika partikel dianggap tidak bermassa, maka suatu benda bersinar tidak akan kehilangan massanya hanya karena memancarkan cahaya, dan cahaya itu sendiri tidak dipengaruhi oleh gravitasi. Teori Newton ini dikenal dengan nama Teori Emisi.

Pada tahun 1678, Christian Huygens mengatakan teori bahwa cahaya dipancarkan ke segala arah sebagai gelombang seperti bumi. Sehingga jika demikian cahaya akan memiliki frekuensi dan panjang gelombang. Pada zaman Newton dan Huygens hidup, orang-orang beranggapan bahwa cahaya selalu memerlukan energi dalam perambatannya. Namun, ruang antara bintang maupun planet di antariksa merupakan ruang hampa udara. Inilah yang membuat kebingungan, jika cahaya seperti yang dikatakan oleh Huygens maka medium apakah yang menghantarkan cahaya di ruang angkasa? Sehingga Huygens menjawab kritik ini dengan berhipotesis bahwa ada zat yang bernama eter sebagai perantara di ruang hampa. Zat ini sangat ringan, tembus pandang, dan memenuhi seluruh alam semesta. Eterlah yang 'mengantarkan cahaya dari bintang-bintang sampai ke Bumi.

Newton menjelaskan cahaya bagaikan peluru yang melaju mengikuti lintasan lurus. Anehnya dilain tempat Newton malah mengusulkan teori getaran eter untuk menjelaskan sifat cahaya. Ini memperlihatkan ketidakkonsistenan Newton. Tapi Newton percaya bahwa eter terdiri dari partikel yang sangat halus yang membuatnya bersifat sangat renggang dan lenting. Alam tanpa eter tidak mungkin menghantar gelombang.

Newton bersikukuh menolak ide Huygens bahwa cahaya bersifat gelombang. Menurut Newton gelombang akan melebar dan mengisi seluruh ruang seperti gelombang air mengisi ceruk kolam, padahal dalam praktik cahaya mengikuti garis lurus dan tidak mengisi ruang bayangan. Pada kesempatan lain Newton menyatakan lebih suka langit tetap kosong daripada diisi eter. Bagaimanapun juga sekiranya ruang angkasa diisi eter maka perjalanan benda langit terhambat. Implikasi ini tidak teramati, ia tetap lebih suka alam tanpa eter, persis seperti ajaran astronomi Yunani. Dari sini dapat disimpulkan bahwa Newton masih bimbang perihal cahaya, ia tidak dapat memilih antara model peluru dan getaran eter meski condong pada yang pertama. Dalam edisi kedua '*Principia*' (1713) Newton kembali menutup segala spekulasi dan menulis "saya tidak mengakali hipotesa". Sampai pertengahan abad ke-18, tidak ada percobaan-percobaan yang mendukung kebenaran bahwa cahaya diumpamakan sebagai peluru di atas.

c. Perkembangan Optik Periode III (Periode singkat, 1800 M s.d. 1890 M)

Periode III ini merupakan periode tersingkat dalam sejarah perkembangan optik. Periode III dimulai ketika ketika sekitar tahun 1801, Thomas Young dan Agustin Fresnell membuktikan bahwa cahaya dapat melentur (difraksi) dan dapat mengalami interferensi ketika dilewatkan pada dua celah sempit. Ternyata peristiwa ini tidak dapat diterangkan oleh teori emisi Newton. Selain tidak dapat menjelaskan peristiwa difraksi dan

interferensi, teori emisi Newton pun tidak dapat menjelaskan bahwa kecepatan cahaya di dalam air lebih kecil dibandingkan kecepatan cahaya di udara. Sehingga anggapan bahwa cahaya merupakan gelombang semakin kuat.

Selanjutnya **Maxwell** (1831-1874) mengemukakan pendapatnya bahwa *cahaya dibangkitkan oleh gejala kelistrikan dan kemagnetan sehingga tergolong gelombang elektromagnetik*. Sesuatu yang berbeda dengan gelombang bunyi yang tergolong gelombang mekanik. Gelombang elektromagnetik dapat merambat dengan atau tanpa medium dan kecepatan rambatnya pun amat tinggi bila dibandingkan dengan gelombang bunyi. *Gelombang elektromagnetik merambat dengan kecepatan 300.000 km/s, kecepatan ini hampir sama dengan kecepatan gelombang cahaya*. Sehingga dapat dikatakan bahwa cahaya merupakan gelombang elektromagnetik.

Dua prediksi Maxwell diuji secara terpisah oleh Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) dan Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928). Maxwell meramalkan bahwa gangguan di dalam medan magnetik dan listrik harus merambat secepat cahaya. Tapi gelombang elektromagnetik seperti itu belum pernah teramati.

Pada tahun 1887, Hertz menguji prediksi itu sampai dengan memercikkan bunga api listrik di antara dua kutub. Ia mengamati bahwa di antara dua kutub di tempat lain di dalam laboratoriumnya terjadi juga percikan bunga api yang sama. Tak pelak lagi, pengaruh bunga api yang pertama harus dibawa sebagai gelombang melalui udara sehingga menimbulkan bunga api yang kedua. Ia membuktikan secara eksperimental bahwa gelombang mirip seperti gelombang cahaya, karena menunjukkan gejala pemantulan, pembiasan, difraksi, dan polarisasi.

d. Perkembangan Optik Periode IV (1887 M s.d. 1925)

Optika modern ditandai dengan perkembangan ilmu dan rekayasa optik yang menjadi sangat populer pada abad 20. Bidang optik ini meliputi elektromagnetik atau sifat kuantum cahaya. Pada era optika modern ditandai dengan penemuan besar yaitu mengenai efek foto listrik dan serat optik.

a) Efek Fotolistrik

Efek fotolistrik berawal dari penemuan **Heinrich Rudolf Hertz** pada tahun 1887. Efek fotolistrik adalah peristiwa terlepasnya elektron yang dimiliki atom-atom logam akibat disinari oleh cahaya yang memiliki frekuensi lebih besar daripada frekuensi ambang logam tersebut. Peralatan eksperimen Hertz pada waktu terdiri dari dua buah plat logam yang terhubung dengan sumber tegangan dan terletak dalam ruang.

Sebuah logam ketika disinari akan melepaskan elektron, yang akan menghasilkan arus listrik jika disambung ke rangkaian tertutup. Jika cahaya adalah gelombang seperti yang telah diprediksikan oleh **Fisika** klasik, maka seharusnya semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan maka semakin besar arus yang terdeteksi. Namun hasil eksperimen menunjukkan bahwa walaupun intensitas cahaya yang diberikan maksimum, elektron tidak muncul juga dari plat logam.

Tetapi ketika diberikan cahaya dengan panjang gelombang yang lebih pendek (frekuensi lebih tinggi, ke arah warna ungu dari spektrum cahaya) dari sebelumnya, tiba-tiba elektron lepas dari plat logam sehingga terdeteksi arus listrik, padahal intensitas yang diberikan lebih kecil dari intensitas sebelumnya. Berarti, energi yang dibutuhkan oleh plat logam untuk melepaskan elektronnya tergantung pada panjang gelombang. Hal inilah yang membuat banyak ilmuwan pada saat itu menjadi kebingungan.

Misteri ini akhirnya dijawab oleh **Albert Einstein**, yang menyatakan bahwa cahaya terkuantisasi dalam gumpalan partikel cahaya yang disebut foton. Energi yang dibawa oleh foton sebanding dengan frekuensi cahaya dan konstanta Planck. Dibutuhkan sebuah foton dengan energi yang lebih tinggi dari energi ikatan elektron untuk melepaskan elektron keluar dari plat logam. Ketika frekuensi cahaya yang diberikan masih rendah, maka walaupun intensitas cahaya yang diberikan maksimum, foton tidak memiliki cukup energi untuk melepaskan elektron dari ikatannya. Tapi ketika frekuensi cahaya yang diberikan lebih tinggi, maka walaupun terdapat hanya satu foton saja (intensitas rendah) dengan energi yang cukup, foton tersebut mampu untuk melepaskan satu elektron dari ikatannya. Intensitas cahaya dinaikkan berarti akan semakin banyak jumlah foton yang dilepaskan, akibatnya semakin banyak elektron yang akan lepas.

b) Serat Optik

Serat optik adalah sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser atau LED. Kabel ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Sekitar tahun 1930-an para ilmuwan di Jerman melakukan eksperimen untuk mentransmisikan cahaya melalui media yang disebut serat optik. Kemunculan serat optik sebenarnya didasari oleh penggunaan cahaya sebagai pembawa informasi yang sudah lama dilakukan. Namun, hasil percobaan tersebut tidak bisa langsung dimanfaatkan. Kemudian pada tahun 1958 para ilmuwan di Inggris mengusulkan *prototipe* serat optik yang modelnya masih digunakan sampai saat ini yaitu terdiri dari gelas inti yang dibungkus oleh gelas lainnya. Lalu sekitar awal tahun 1960-an perubahan fantastis terjadi di Asia yaitu ketika para ilmuwan Jepang berhasil membuat jenis serat optik yang mampu mentransmisikan gambar.

Sekitar tahun 60-an ditemukan serat optik yang sangat bening dan tidak menghantar listrik, sehingga konon, dengan pencahayaan cukup mata normal akan dapat melihat lalu-lalangnya penghuni serat tersebut. Sejak pertama kali dicetuskan, serat optik masih memerlukan banyak perbaikan dan pengembangan karena masih sangat tidak efektif. Hingga pada tahun 1968 atau berselang dua tahun setelah serat optik pertama kali diramalkan akan menjadi pemandu cahaya, tingkat atenuasi (kehilangan)-nya masih 20 dB/km. Melalui pengembangan dalam teknologi material, serat optik mengalami pemurnian, dehidran dan lain-lain. Secara perlahan tapi pasti atenuasinya mencapai tingkat di bawah 1 dB/km.

Serat optik mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan media transmisi yang lain, antara lain sebagai berikut:

1. Mempunyai lebar bidang (*bandwidth*) yang sangat lebar sehingga dapat mentransmisikan sinyal digital dengan kecepatan data yang sangat tinggi (dari orde Mbit/s sampai dengan Gbit/s) dan mampu membawa informasi yang sangat besar.
2. Rugi transmisi (*transmission loss*) yang rendah sehingga memperkecil jumlah sambungan dan jumlah pengulang (*repeater*) yang pada gilirannya akan mengurangi kerumitan dan biaya sistem.
3. Ukuran sangat kecil dan sangat ringan.
4. Serat optik terbebas dari derau (*noise*) elektrik maupun medan magnetic karena menyediakan pemandu gelombang (*waveguide*) yang kebal terhadap interferensi elektromagnetik (*Electromagnetic Interference, EMI*), menjamin terbebas dari efek pulsa elektromagnetik (*Electromagnetic Pulse, EMP*), dan interferensi frekuensi radio (*Radiofrequency Interference, RFI*).
5. Terisolasi dari efek elektrik karena terbuat dari kaca silika atau polimer plastik yang bersifat sebagai bahan isolator (*insulator*)

Referensi:

Akimlinovsisa. (2011). *Penemu Teleskop*. [Online]. Tersedia: <http://akimlinovsisa.wordpress.com/2011/07/09/penemu-teleskop/> [6 Maret 2013]

Anaherik. (2012). *Efek Fotolistrik*. [Online]. Tersedia: <http://fisikaasikdotcom.wordpress.com/2012/03/16/efek-fotolistrik/> [2 Maret 2013]

Arkadie, S. A. (2011). *Kita bisa melihat benda, kenapa? bagaimana bisa?*. [Online]. Tersedia: <http://fisika79.wordpress.com/2011/02/20/kita-bisa-melihat-benda-kenapa-bagaimana-bisa/> [2 Maret 2013]

Einstein, L. (2012). *Sejarah Fisika Optika Optik*. [Online]. Tersedia: <http://einsteinfisika.blogspot.com/2012/01/sejarah-fisika-optika-optik.html#ixzz2MBEMcVQP> [4 Maret 2013]

Hart, H. M. (2010). *7 Fakta Zaman Purba Jauh Lebih Canggih Dari yang Kita Bayangkan*. [Online]. Tersedia: <http://www.beritaunik.net/misteri-dunia/7-fakta-zaman-purba-jauh-lebih-canggih-dari-yang-kita-bayangkan.html> [6 Maret 2013]

Nasra, I. (2013). *Perkembangan Optika dan Listrik Magnet*. [Online]. Tersedia: <http://ikhwatunnasra9.blogspot.com/2013/01/perkembangan-optika-dan-listrik-magnet.html> [4 Maret 2013]

Rachmatsyukur. (2009). *Gelombang Cahaya*. [Online].
Tersedia: <http://belajarfisika91.wordpress.com/2009/08/02/3-3-gelombang-cahaya/> [3 Maret 2013]

Scopehouse, P. (2011). *Prinsip Kerja Teleskop*. [Online].
Tersedia: <http://teropong.co.id/prinsip-kerja-teleskop/> [6 Maret 2013]

Wikipedia. (2013). *Serat Optik*. [Online].
Tersedia: http://id.wikipedia.org/wiki/Serat_optik [5 Maret 2013]

Zelan. (2012). *Geo Story-Kenapa kecepatan cahaya bisa diketahui?*. [Online].
Tersedia: <http://ttzelandi.blogspot.com/2012/02/geo-story-kenapa-kecepatan-cahaya-bisa.html> [6 Maret 2013]