



Revolusi Sainifik dalam Perkembangan Ilmu Optika

Pipi Deswita*)

Universitas Islam Negeri Imam Bonjol
Padang, Indonesia

E-mail: pipideswita@uinib.ac.id

Ririn Hustia Saputri

SMK I Ranah Ampek Hulu, Tapan Pesisir
Selatan

*) Corresponding Author

Article History:

Received : 22 Agustus 2021

Revised : 22 September 2021

Accepted : 29 September 2021

Abstract: The scientific revolution is a replacement of the old paradigm to a new paradigm. According to Khun, the key to revolution regarding scientific paradigms is the approach or method taken by scientists in solving scientific problems. One of the paradigms in science is the development of the physics branch of Optics. Optics is the study of the properties of light in a material. This research is a literature study on optics material. The literature is taken from several books and journals related to the research conducted. Based on the search results, it is known that the Scientific Revolution in optics consists of 4 (four) periods. The first period was marked by the discovery of an optical lens. In this first period the opinion of scientists was not accompanied by experiments. The second period scientists have conducted experiments to support the theories put forward. One of the natural phenomena that scientists observed during this period was the rainbow. The third period is the shortest period in the history of the development of optics. In this period Thomas Young explained the concept of light being able to bend which was previously unanswered by Newton's emission theory. The fourth period is the period of modern optics, where the photoelectric effect and fiber optics have been discovered

Intisari: Revolusi sains merupakan penggantian paradigma lama ke paradigma baru. Menurut Khun kunci revolusi mengenai paradigma keilmuan adalah pendekatan atau metode yang dilakukan ilmuwan dalam memecahkan persoalan ilmiah. Salah satu paradigma dalam sains adalah perkembangan pada ilmu fisika cabang Optika. Optika adalah ilmu yang mengkaji tentang sifat-sifat cahaya pada suatu materi. Penelitian ini merupakan penelitian studi literatur atau studi kepustakaan yang dilakukan pada materi Optika. Literatur diambil dari beberapa buku dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Berdasarkan hasil penelusuran di ketahui bahwa Revolusi Sainifik dalam optika terdiri dari 4 (empat) periode. Periode pertama di tandai dengan ditemukannya sebuah kanta optik. Pada periode pertama ini pendapat ilmuwan tidak disertai dengan percobaan. Periode kedua para ilmuwan sudah melakukan percobaan untuk mendukung teori-teori yang dikemukakan. Salah satu fenomena alam yang diamati ilmuwan pada periode ini adalah pelangi. Periode ketiga merupakan periode tersingkat dalam sejarah perkembangan optika. Pada periode ini Thomas Young menerangkan tentang konsep cahaya dapat melentur yang sebelumnya tidak terjawab oleh teori emisi Newton. Periode keempat adalah periode optika modern, dimana sudah ditemukannya efek fotolistrik dan serat optik

Keywords: Revolusi Sainifik , Thomas khun, Ilmu Optika

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan muncul disebabkan adanya keinginan manusia untuk memahami gejala-gejala atau fenomena alam semesta. Ilmuwan mengasumsikan bahwa ilmu pengetahuan dibangun dari kumpulan beberapa teori dan terus berkembang dari masa ke masa. Perkembangan Ilmu pengetahuan terjadi karena adanya ketidakpercayaan ilmuwan terhadap teori-teori tertentu. Ilmu pengetahuan berusaha mengkaji cara kerja alam seobjektif mungkin, dan yang memegang peranan penting pada revolusi ilmiah adalah metodologi. Karena alam tidak sertamerta bisa berubah, namun cara menjelaskan gejala-gejala alam tersebutlah yang revolutif (perubahan yang cepat). Khun menyatakan bahwa revolusi ilmiah merupakan suatu teori tentang sains yang ditemukan pada suatu kejadian dan akan terus-menerus berubah dan berkembang. (Kesuma & Hidayat, 2020).

Salah satu cabang ilmu dalam fisika yang mengalami perkembangan secara signifikan adalah Ilmu Optika. Ilmu Optika adalah cabang dari fisika yang menyelidiki seputar sifat-sifat cahaya serta interaksinya dengan suatu materi. Ada 2 (dua) bidang dalam ilmu optika, yaitu optik geometri dan optik fisis. Optik geometri menjabarkan tentang perambatan cahaya sebagai vektor yang disebut sinar. Sedangkan optik fisis mendeskripsikan mengenai fenomena yang terjadi pada optik geometri dengan penjabaran yang matematis. (Suwarna, 2013)

Perkembangan Optik tidak terlepas dari perubahan-perubahan dari teori lama ke teori baru. Perkembangan ini dimulai dari zaman prasejarah sampai ke zaman optik modern. Perkembangan ilmu optik dibahas dalam beberapa periodisasi. Periode I (Zaman Prasejarah (SM) s.d. 1500 M), Periode II (1550 M – 1800 M), Periode III (Periode singkat, 1800 M s.d. 1890 M), dan yang terakhir Perkembangan Optika Periode IV (1887 M s.d. 1925). (Jailani, 2018)

Dewasa ini pada tingkat Sekolah maupun Universitas proses pembelajaran ilmu Fisika cenderung langsung membahas topik dan sub topiknya saja, hal ini juga terjadi pada pembelajaran Optika. Pembelajaran dimulai tanpa memberikan penjelasan mengenai bagaimana Optika itu terbentuk dan akhirnya berkembang seperti sekarang. Hal ini menyebabkan pembelajaran optik yang dilaksanakan menjadi tidak sempurna. Oleh karena itu, pembahasan perkembangan Optika dari awal terbentuk hingga menjadi optika modern dirasa sangatlah penting.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka Artikel ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. memberikan referensi yang akurat agar pembaca dapat memahami secara mendalam perkembangan Optika dalam ilmu pengetahuan,
2. memaparkan perkembangan ilmu Optika dari zaman pra sejarah hingga zaman modern,
3. mengetahui proses revolusi (perubahan yang mendasar) dalam perkembangan ilmu optika,
4. mengetahui Ilmuwan yang berperan penting dalam ilmu optika,
5. mengetahui Ilmuwan Islam yang berperan dalam perkembangan ilmu optika.

METODE

Metode yang digunakan dalam pembuatan artikel ini adalah metode studi literatur atau penelitian kepustakaan. Studi literatur atau penelitian kepustakaan merupakan kegiatan penelitian yang menghimpun berbagai informasi dari penelitian sebelumnya yang serupa, buku, artikel, catatan, dan berbagai jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan. (Sari & Asmendri, 2020)

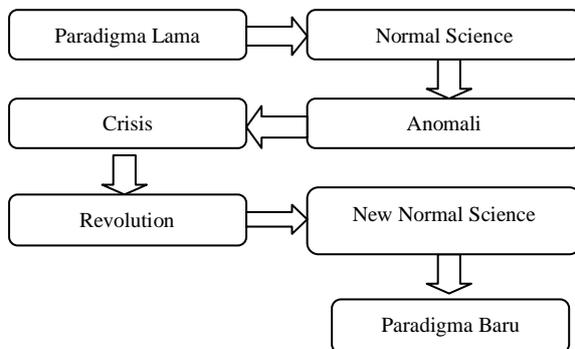
Studi literatur pada penelitian ini dilakukan terhadap perkembangan Ilmu Optika dari zaman pra sejarah sampai zaman optika modern. Referensi yang digunakan pada penelitian ini adalah buku-buku dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan materi penelitian yang sudah diseleksi dengan baik oleh penulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Revolusi Sainifik Menurut Khun

Thomas Kuhn mengutarakan bahwa pada dasarnya revolusi yang terjadi pada ilmu pengetahuan disebabkan oleh paradigma baru yang menggantikan paradigma lama, dimana paradigma baru ini dianggap dapat mendeskripsikan lebih jelas mengenai fenomena alam atau dapat memberikan jawaban yang dapat diterima oleh banyak kalangan atas pertanyaan-pertanyaan yang muncul. Paradigma merupakan kerangka acuan yang mendasari sejumlah teori maupun praktik ilmiah dalam masa tertentu (Mamnunah & Sauri, 2020).

Revolusi dimaknai sebagai penggantian tatanan yang lama ke tatanan yang baru. Jadi dapat disimpulkan bahwa paradigma revolusi ilmu pengetahuan menurut Thomas Kuhn merupakan perubahan mendasar disetiap episode perkembangan, dimana paradigma lama diganti sebagian atau seluruhnya oleh paradigma yang baru. Proses revolusi ilmiah digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. revolusi ilmiah menurut Thomas Khun

Berdasarkan gambar 1 dapat ditarik kesimpulan bahwa perkembangan sains menurut Khun bersifat revolusioner, proses revolusi ilmiah berawal dari penggunaan paradigma lama dalam masa sains normal. Pada kenyataannya terjadi anomali yang membuat perbedaan antara paradigma dengan fenomena alam. Dengan adanya anomali maka menimbulkan krisis yang

menyebabkan Ilmuwan meninggalkan paradigma lama dan kemudian beralih ke paradigma baru yang disepakati (Putri & Iskandar, 2020).

Proses Revolusi Sainifik dalam Perkembangan Optika

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

Optik telah dikenal sejak zaman pra sejarah, hal ini dibuktikan dengan penemuan kanta optik yang diperkirakan berumur 2.200 tahun di Baghdad, Irak. Zaman dimana ilmuwan hanya mengemukakan pendapat atau teori yang tidak diikuti dengan pembuktian melalui suatu percobaan disebut zaman prasejarah. Pada zaman prasejarah itu Ilmuwan mengutarakan bahwa manusia bisa melihat sebuah benda disebabkan karena adanya cahaya yang dipancarkan oleh mata ke benda yang dilihat. Misalnya senter yang diarahkan ke suatu objek hingga objek yang disorot bisa dilihat oleh mata manusia. Teori ini diberi nama dengan teori tactile yang dipelopori oleh Aristoteles dan Ptolomeus. (Utami, 2007)

Abad ke-10 Masehi, muncul teori Emisi yang mematahkan Teori Tactile. Teori Emisi merubah keyakinan ilmuwan terhadap konsep cahaya. Teori Emisi menyatakan bahwa manusia bisa melihat suatu objek bukan disebabkan oleh cahaya yang ipancarkan ke objek tersebut, tetapi karena adanya cahaya yang dipantulkan oleh objek tersebut sehingga dapat dilihat oleh mata. Teori emisi dikemukakan oleh Ibnu Al-Haitsam (965M – 1040 M) seorang Ilmuwan muslim yang sangat populer dan mendapat gelar sebagai "Bapak optik dunia" (Saifuddin, 2015).

Abad ke-13, mulai diketahui pembiasan cahaya. Dibuktikan dengan adanya Buku yang berjudul "*Perspectiva*" ditulis oleh Bacon, salah satunya membahas tentang jika seseorang melihat sebuah benda kecil melalui bagian lengkung kaca atau Kristal, maka benda

tersebut akan terlihat lebih jelas dan lebih besar dari ukuran semula. Leonardo Da Vinci ilmuwan dari Italia, Pada akhir abad ke 15 mengemukakan teori optik fisiologis mata manusia. Teori ini kemudian menjadi pelopor penemuan pada bidang medis (Ibrahim, 2017).

Abad ke-15 sampai 16, ilmuwan berpacu dalam menghitung kecepatan cahaya. Salah satu ilmuwan yang meneliti kecepatan cahaya adalah Galileo Galilei. Galileo Galilei menyatakan bahwa kecepatan cahaya sangat cepat bahkan tak berhingga (Annisa, 2018)

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

Periode dua adalah periode dimana ilmuwan sudah mulai melakukan percobaan untuk membuktikan kevalidan teori-teori yang telah dideskripsikan. Penemuan pada Periode dua dimulai ketika ilmuwan tertarik mengamati pelangi, hingga akhirnya didapatkan kesimpulan bahwa yang menyebabkan terjadinya pelangi adalah cahaya yang dibiaskan oleh air. Pada periode ini Antony van Leuwenhoek (1632-1723) ilmuwan dari Belanda, membuat mikroskop dari lensa objektif dan lensa okuler yang digabungkan (Kajian, 2008)

Abad ke-17 M, Hans Lippershey menyatakan bahwa dia menemukan teleskop. Teleskop yang ditemukannya bisa memperbesar tiga kali lipat dari ukuran semula. Satu tahun kemudian, tepatnya tahun 1609 M, Galileo Galilei berhasil membuat teleskop yang lebih mutakhir, karena teleskop yang diciptakannya dapat memperbesar hingga 20 kali lipat dari ukuran awal. Teleskop yang ditemukan Galileo sekarang dikenal dengan nama “teleskop panggung” (Hermawan, 2019)

Tahun 1611 Kepler menciptakan teleskop dengan menyempurnakan desain Galileo Galilei. Kepler menggabungkan 2 (dua) buah lensa cembung hingga gambar yang dihasilkan oleh teleskop tersebut terbalik. Zaman modern ini desain utama

untuk refraktor masih menggunakan teleskop desain Kepler hanya saja ada perbaikan pada lensa dan kaca (Asti & Munif, 2009a)

Tahun 1670-an, Ole Romer, melakukan pengamatan terhadap bulan di Planet Jupiter. Romer menyimpulkan kecepatan cahaya sangat besar tetapi ada keterbatasan. Pengamatannya itu mengacu kepada posisi Bumi. Penelitian romer ini menggugurkan pernyataan Galileo Galilei. Tahun 1678, Christian Huygens menyatakan cahaya yang terpancar ke segala arah dianggap sebagai gelombang. (Heilbron, 2020)

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

Periode tiga dimulai tahun 1801 Masehi. Periode tiga ini adalah periode yang tersingkat di banding dengan periode lainnya dalam sejarah perkembangan ilmu optika. Thomas Young dan Agustin Fresnell melakukan eksperimen dan mereka mendeklarasikan bahwa cahaya dapat melentur atau disebut juga dengan difraksi dan dapat mengalami interferensi ketika melewati dua buah celah sempit (Asti & Munif, 2009a)

Penelitian Thomas Young dan Agustin Fresnell ini menyempurnakan teori emisi Newton, karena sebelumnya Teori emisi Newton tidak dapat menerangkan Peristiwa difraksi dan interferensi. Selain itu, penelitian Young And Fresnell juga dapat menjelaskan mengenai kecepatan cahaya yang berada di dalam air. Mereka menyimpulkan kecepatan di dalam air lebih kecil dari kecepatan cahaya di udara. Sehingga penelitian yang dilakukan young dan fresnell semakin menguatkan pendapat tentang cahaya adalah gelombang (Asti & Munif, 2009b)

Maxwell (1831-1874) menyatakan cahaya adalah gelombang elektromagnetik karena dibangkitkan oleh gejala kelistrikan dan kemagnetan. Gelombang elektromagnetik bisa merambat dengan atau

tanpa perantara. Kecepatan rambat gelombang elektromagnetik sangat besar jika dibandingkan dengan kecepatan gelombang bunyi. Gelombang elektromagnetik dapat merambat dengan kecepatan 300.000 km/s, kecepatan ini hampir sama dengan kecepatan gelombang cahaya (Maxwell, 2013)

Anggapan Maxwell mengenai gangguan medan magnetik dan listrik yang merambat secepat cahaya belum pernah teramati oleh ilmuwan manapun. Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) dan Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) menguji dua anggapan Maxwell tersebut secara terpisah. Tahun 1887, Hertz melakukan percobaan terhadap prediksi Maxwell, Hertz membuktikan gelombang elektromagnetik mirip dengan gelombang cahaya. (Yulianto, 2020)

4. Periode IV (1887 M s.d. 1925)

Periode IV (abad ke- 20) terjadi perkembangan ilmu dan rekayasa optik. Ilmu Optika modern menjadi sangat populer. Penemuan efek foto listrik dan serat optik menandai perkembangan yang pesat di era optika modern ini (Aini, 2020)

a) Efek Fotolistrik

Efek fotolistrik ditemukan oleh Heinrich Rudolf Hertz tahun 1887. Efek fotolistrik adalah peristiwa terlepasnya elektron suatu permukaan logam akibat disinari cahaya yang memiliki frekuensi lebih besar daripada frekuensi ambang logam tersebut. Hertz menggunakan dua buah plat logam yang dihubungkan dengan sumber tegangan dan diletakkan dalam ruang. Hertz menemukan elektron pada logam akan terlepas jika logam tersebut disinari, pelepasan elektron inilah yang menyebabkan terjadinya arus listrik (Aini, 2020)

Semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan pada logam maka semakin besar arus yang dihasilkan, hal ini terjadi jika cahaya dianggap sebagai gelombang.

Akan tetapi hasil percobaan hertz membuktikan meskipun intensitas cahaya yang diberikan maksimum, tidak menyebabkan elektron terlepas dari permukaan logam tersebut. Akan tetapi ketika logam diberikan cahaya dengan panjang gelombang yang lebih pendek dari sebelumnya, elektron dapat terlepas dari logam tersebut sehingga menghasilkan arus listrik. Dari fenomena tersebut disimpulkan bahwa, energi yang diperlukan oleh plat logam agar dapat melepaskan elektron bergantung kepada panjang gelombang. Penelitian Hertz membuat ilmuwan bingung dan menyebabkan krisis pada ilmu pengetahuan saat itu (Asti & Munif, 2009b)

Krisis ilmu pengetahuan ini kemudian dipecahkan oleh Albert Einstein, dia melakukan penelitian yang membuktikan cahaya dapat terkuantisasi dalam gumpalan partikel yang disebut dengan foton. Energi yang dibawa oleh foton sebanding dengan frekuensi cahaya dan konstanta Planck. Agar elektron dapat terlepas dari plat logam maka dibutuhkan foton dengan energi yang lebih besar dari energi ikatan elektron. (Anwar et al., 2018)

b) Serat Optik

Serat optik ialah saluran transmisi atau disebut juga dengan sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus. Ukuran serat optik ini dideskripsikan lebih halus dari rambut. Serat optik dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Serat optik digunakan sebagai alternatif media transmisi komunikasi. Sistem komunikasi serat optik memanfaatkan cahaya sebagai gelombang informasi yang akan dikirimkan. (Riyadi & Alaydrus, 2016)

Tahun 1930-an, seorang ilmuwan Jerman meneliti transmisi cahaya melalui media yang kemudian dikenal dengan nama serat optik. Penggunaan cahaya sebagai pembawa informasi adalah dasar

ditemukannya serat optik. Tahun 1958 seorang ilmuwan Inggris mengusulkan *prototipe* serat optik. *Prototipe* itu terdiri dari gelas inti yang dibungkus oleh gelas lainnya. Sampai sekarang usulan *Prototipe* itu masih digunakan (Riyadi & Alaydrus, 2016)

Tahun 1960-an ditemukan serat optik yang dapat mentransmisikan gambar. Penemuan ini dipelopori oleh ilmuwan Jepang. Di tahun itu juga ditemukan serat optik yang sangat bening dan tidak dapat menghantarkan arus listrik, sehingga mata normal manusia bisa melihat kegiatan lalu lalang didalam serat dengan hanya menggunakan pencahayaan yang cukup. Tahun 80-an, Ilmuwan di dunia berpacu dalam mengembangkan industri serat optik. Charles K. Kao diakui dunia sebagai salah seorang pelopor utama. Yasuharu Suematsu ilmuwan dari Jepang juga mencatatkan nama sebagai penemu serat optik. Perusahaan Raksasa elektronik yaitu ITT atau STL mempunyai peranan penting dalam mendalami riset-riset serat optik. (Rambe, 2006)

Ilmuwan yang terkenal dalam perkembangan ilmu optika

1. Mozi (476 SM - 486 SM)

Mozi adalah seorang ideolog besar, politisi dan seorang ilmuwan alam yang terkenal. Karyanya adalah film dokumenter pertama tentang optik di dunia. Dalam documenter tersebut Mozi menjabarkan pengetahuan optik dasar, termasuk menjelaskan tentang definisi dan menciptakan visi, propagasi cahaya pada garis lurus, pencitraan lubang jarum, hubungan antara objek dan gambar pada cermin cembung dan cermin cekung (Asti & Munif, 2009a)

2. Euclid (Yunani, 275 SM - 330 SM)

Euclid menjabarkan perjalanan cahaya pada garis lurus dan mendeskripsikan hukum refleksi. Dia

meyakini bahwa visi melibatkan sinar pergi dari mata ke obyek yang dilihat (Asti & Munif, 2009b)

3. Claudius Ptolemy (Yunani, (90 M – 168 M)

Ptolemy melaksanakan sebuah studi refraksi, termasuk refraksi atmosfer. Dia berpendapat bahwa sudut bias sebanding dengan sudut datang (Asti & Munif, 2009b)

4. Roger Baconn (Inggris, 1214 M – 1292 M)

Roger Bacon mengatakan kecepatan cahaya yang terbatas disebarkan melalui media dengan cara yang mirip dengan propagasi suara. Pada bukunya yang berjudul “*Opus Maius*”, Bacon mencatatkan penelitiannya mengenai perbesaran suatu benda kecil dengan menggunakan lensa cembung. Bacon mengaitkan fenomena terjadinya pelangi dengan refleksi sinar matahari dari air hujan (Hackett, 1997)

5. Leonardo da Vinci (Italia, 1452 - 1519)

Leonardo da Vinci melakukan penelitian tentang anatomi tubuh manusia. Penelitiannya ini yang memelopori penemuan dimasa depan pada bidang medis. Ia membicarakan optik fisiologis mata manusia (Freud, 2013)

6. Johannes Kepler (1571 - 1630)

Kepler mendeskripsikan intensitas cahaya dari sumber titik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumbernya, cahaya yang dapat diperbanyak melalui jarak jauh tanpa batas. dan penelitiannya juga menunjukkan kecepatan propagasi tak terbatas. Ini di

tuangkannya dalam buku yang berjudul *Iklan Vitellionem Paralipomena*. Dalam buku tersebut Kepler mendeskripsikan visi merupakan dampak dari pembentukan gambar pada retina oleh lensa mata manusia (Lear & Kepler, 2020)

Karya Kepler yang lain adalah *Dioptrice*, disana Kepler menyajikan penjelasan mengenai prinsip yang ada didalam mikroskop yaitu lensa konvergen, divergen dan teleskop. Dalam buku tersebut dia menyebutkan teleskop dapat dibangun menggunakan lensa yang konvergen. Teleskop Kepler populer dengan nama lensa tele. Kepler menemukan refleksi internal total, tetapi ia tidak bisa menjelaskan hubungan antara sudut datang dan sudut bias (Lear & Kepler, 2020)

7. Van Roijen Willebord Snell (Belanda , 1580 - 1626)

Tahun 1621, secara optik geometris modern Snell menemukan hukum refraksi, tetapi dia tidak mempublikasikan penemuannya. Dari pengamatan yang dilakukannya, Snell mendefinisikan indeks bias merupakan rasio dari sinus sudut datang ke sinus sudut bias. Kaitan antara sinus sudut datang dan sinus sudut bias ini kemudian populer dengan nama hukum Snell (Asti & Munif, 2009b)

8. Francesco Maria Grimaldi (Italia, 1618 - 1663)

Karya Grimaldi yang berjudul "*Physico-mathesis nya lumine de, coloribus et Iride*", diterbitkan tahun 1655. Dalam karya itu Grimaldi mencatatkan pengamatannya mengenai difraksi. Grimaldi menyimpulkan bahwa difraksi terjadi ketika cahaya putih melewati lubang kecil. Dan dia menyatakan cahaya

adalah cairan yang gerakannya seperti gelombang (Asti & Munif, 2009b)

9. Robert Hooke (Inggris, 1635 - 1703)

Tahun 1655 Hooke mempublikasikan karyanya yang berjudul "*Micrographia*". Hooke menjelaskan pengamatannya dilakukan dengan menggunakan mikroskop senyawa yang memiliki lensa objektif dan lensa konvergen. Hooke mempercayai bahwa warna yang diproduksi oleh serpihan mika berkaitan dengan ketebalan. tetapi dia tidak bisa merumuskan kaitan tersebut. Kemudian dia mengutarakan teori gelombang untuk propagasi cahaya (Hooke, 2019)

10. Isaac Newton (Inggris, 1642 - 1727)

Tahun 1666 ketika melewati sebuah prisma Isaac Newton menemukan pemecahan masalah atas cahaya putih menjadi komponen warna. Kemudian tahun 1668, dia menyelesaikan problematika "*chromatic aberration*" yang ditunjukkan oleh teleskop pembiasan. Newton adalah orang pertama yang membuat teleskop refleksi. Bukunya yang berjudul "*Newton 's Opticks*" terbit tahun 1704. Di dalam buku tersebut ia menjelaskan cahaya merupakan partikel tetapi partikel cahaya tersebut dapat merangsang gelombang pada eter (Srivastava, n.d.)

11. Christian Huygens (Belanda , 1629 - 1695)

Huygens adalah fisikawan, astronom dan matematikawan dari Belanda. Tahun 1690 ia menerbitkan karyanya yang berjudul "*de Traité nya Lumiere*", dalam karyanya itu Huygens menyampaikan teori cahaya sebagai gelombang. Ia mendeskripsikan

karakteristik propagasi cahaya, termasuk refraksi ganda pada kalsit yang ditemukan oleh Bartholinus tahun 1669. Huygens memecahkan monopoli teori "partikel cahaya newton" (Bell, 2012)

12. Thomas Young (Inggris, 1773 - 1829)

Thomas Young melakukan eksperimen tentang sifat gelombang cahaya. dia meyakini bahwa cahaya terdiri dari gelombang, Young berargumen bahwa jika dua gelombang cahaya bertemu maka akan terjadi beberapa jenis interaksi (Asti & Munif, 2009b)

13. Etienne Louis Malus (Perancis, 1755 - 1812)

Tahun 1808 Etienne mengutarakan hasil pengamatannya mengenai cahaya yang dipantulkan. Ia mengatakan bahwa cahaya dapat terpolarisasi oleh refleksi. Hal ini berdasarkan pengamatannya dari jendela Luxembourg Palais di Paris melalui kristal kalsit yang diputar (Asti & Munif, 2009b)

14. David Brewster (Skotlandia, 1781 - 1868)

Tahun 1814 David Brewster menunjukkan bahwa pantulan cahaya tidak selamanya terpolarisasi secara sempurna dan pelebaran cahaya terpolarisasi bergantung pada sudut datangnya. Cahaya terpolarisasi sempurna pada sudut spesifik dari arah datang yang ditentukan oleh cahaya pantul yang ditentukan oleh indeks bias kedua sisi dari batas refleksi. Sudut yang berada pada kondisi tersebut saat ini dikenal sebagai sudut Brewster (Asti & Munif, 2009b).

15. Dominique Jean Francois Arago (Prancis, 1786 - 1853) dan Augustin Jean Fresnel (Prancis, 1788 - 1827)

Abad ke-19, terjadi polemik besar mengenai sifat cahaya. Ada yang mengatakan bahwa cahaya sebagai partikel, dan cahaya sebagai gelombang. Ilmuwan Prancis bernama Arago menyelesaikan perdebatan pendapat ini dengan melakukan eksperimen bersama Fresnel. Awalnya Fresnel adalah pendukung teori partikel. Setelah melaksanakan penelitian polarisasi bersama Arago, Fresnel mengubah pendapatnya. Tahun 1811, pasangan ini mendeteksi dua berkas cahaya terpolarisasi dalam arah tegak lurus yang tidak bersinggungan, akhirnya mencetuskan teori gelombang cahaya transversal (Davidson, 2010)

16. James Clerk Maxwell (Skotlandia, 1831 - 1879)

Tahun 1865 Maxwell menyatakan bahwa cahaya adalah suatu rambatan gelombang yang dihasilkan oleh kombinasi medan listrik dan medan magnetik. Maxwell menyebutkan bahwa gelombang yang dihasilkan oleh medan listrik dan medan magnetik ini sebagai gelombang elektromagnetik (Mahon, 2004)

17. Albert Einstein (Jerman, 1879 -1955)

Tahun 1905 Einstein memperkenalkan teori relativitas khusus dalam karyanya yang berjudul "Elektrodinamika Benda Bergerak". Pada teori Relativitas khusus ini menyatakan jika dua pengamat berada dalam kerangka acuan lembam dan bergerak dengan kecepatan relatif sama terhadap pengamat lain, maka kedua pengamat tersebut tidak dapat melakukan percobaan untuk menentukan apakah mereka bergerak atau

diam. Teori relativitas khusus berdasarkan pada hukum yang menyatakan bahwa kecepatan cahaya akan sama terhadap semua pengamat yang berada dalam kerangka acuan lembam. Hukum lain yang mendasari teori relativitas khusus adalah bahwa hukum fisika memiliki bentuk matematis yang sama dalam kerangka acuan lembam manapun (Einstein, 1919; Livingston, 2021)

18. Michelson (Amerika, 1852 -1931)

Tahun 1926, Michelson melakukan eksperimen yang terakhir dan paling teliti dalam menetapkan kecepatan cahaya. Dia memanfaatkan jalan cahaya dengan panjang 35 km dari Mount Wilson observatorium untuk teleskop di Gunung San Antonio, kemudian Michelson mendapatkan nilai kecepatan cahaya sebesar 299.796 km per detik (Livingston, 2021).

19. Dennis Gabor (Hungaria, 1900 – 1979)

Tahun 1948, Dennis Gabor memaparkan asas-asas rekonstruksi wavefront, yang sekarang terkenal dengan nama holografi (Gabor et al., 1971)

20. Arthur Schawlow L (Amerika, 1921 – 1999)

Tahun 1958, Arthur Schawlow L Charles Townes H mempublikasikan artikel berjudul "*Maser Infrared and Optical*" pada artikel tersebut ia merekomendasikan prinsip maser yang dapat diperluas ke daerah spektrum. Penemuannya sekarang populer dengan nama "Laser" (Asti & Munif, 2009a)

Ilmuwan Islam yang terkenal dalam perkembangan ilmu optika

1. Al-Kindi (801 M - 873 M)

Al-Kindi adalah Ilmuwan Muslim pertama yang mengkaji ilmu optik. Hasil

eksperimennya menghasilkan pemahaman baru tentang refleksi cahaya serta prinsip-prinsip persepsi visual. Pemikiran Al-Kindi tentang optik tercatat dalam kitab berjudul "*De Radiis Stellarum*". Teori mengenai ilmu optik yang dipelopori oleh Al-Kindi menjadi hokum yang berpengaruh di Eropa. Dengan tegas, Al-Kindi membantah konsep mengenai penglihatan oleh mata yang dikemukakan Aristoteles. Berdasarkan pengamatannya, Ia menyimpulkan bahwa penglihatan muncul akibat adanya cahaya yang berjalan dari mata ke suatu benda dalam bentuk kerucut radiasi yang padat (Annisa, 2018).

2. Ibnu Sahl (940 M - 1000 M)

Ibnu Sahl adalah seorang matematikus yang mendedikasikan dirinya di Istana Baghdad. Pada 984 M, dia menerbitkan karyanya yang berjudul "On Burning Mirrors and Lenses". Ibnu Sahl menerangkan hukum pembiasan atau refraksi. Yang dikenal juga dengan hukum Snell. Untuk memperkirakan bentuk lensa dan cermin yang titik fokus cahayanya berada pada sebuah titik di sumbu, Ibnu Sahl menggunakan hukum pembiasan cahaya (Annisa, 2018).

3. Ibnu Al-Haitam (965M – 1040 M)

Ibnu Al-Haitam adalah Ilmuwan Muslim yang dijuluki sebagai "Bapak Optik". Al-Haitham adalah sarjana Muslim yang mengkaji ilmu optik dengan kualitas riset yang bagus dan sistematis, hal itu dinyatakan oleh Turner. Al-Haitham adalah sarjana pertama yang mendeskripsikan berbagai data penting mengenai cahaya. Salah satu karyanya yang sangat terkenal adalah Kitab Al-Manadzir atau Buku Optik. Dalam kitab

itu, ia mengutarakan fenomena-fenomena cahaya termasuk sistem penglihatan pada manusia. Selama lebih dari 500 tahun Kitab Al-Manadzir dijadikan sebagai pegangan dan menjadi buku rujukan paling penting dalam ilmu optik (Annisa, 2018).

Tahun 1572 Masehi, Kitab Al-Manadzir diterjemahkan kedalam bahasa Latin dengan judul “Opticae Thesaurus”. Dalam kitab itu, Al-Haitham membahas pikiran-pikirannya tentang cahaya. Ia percaya bahwa ada sinar garis lurus yang keluar disetiap titik permukaan benda (Saifuddin, 2015).

Al-Haitham juga menyelesaikan pertanyaan yang belum terjawab mengenai lintasan cahaya melalui berbagai media dengan melakukan serangkaian eksperimen yang tingkat ketelitiannya sangat akurat. Al-Haitham juga berhasil menemukan teori pembiasan cahaya (Ibrahim, 2017b).

Eksperimen tentang penyebaran cahaya terhadap berbagai warna adalah eksperimen pertama yang berhasil dilakukan Al-Haitham. Tak hanya itu, ia juga mendeskripsikan tentang variasi cahaya yang muncul ketika matahari mulai terbenam. Ia pun menggas teori tentang gejala-gejala alam seperti bayangan, gerhana, dan juga pelangi. Percobaan juga dilakukannya pada penglihatan binokular dan membuat pernyataan yang dapat diterima oleh ilmuwan lain mengenai peningkatan ukuran matahari dan bulan ketika mendekati horizon (Jailani, 2018).

Kemampuan Al-Haitham dalam menggambarkan indra penglihatan manusia secara detail juga merupakan keberhasilan yang besar. Tak heran, jika ilmuwan yang dijuluki “Bapak Optik” dunia itu mencatat rekor sebagai orang

pertama yang mendeskripsikan secara detail indra penglihatan manusia. Yang mengejutkan, ia dapat menjabarkan secara ilmiah mengenai proses manusia bisa melihat. Teori yang diajukannya juga mampu mematahkan teori penglihatan yang dikeluarkan oleh Ptolemy dan Euclid. Kedua ilmuwan ini menyatakan bahwa manusia bisa melihat karena adanya cahaya yang keluar dari mata dan mengenai suatu objek. Al-Haitam mengoreksi teori ini dengan menyatakan bahwa justru objek yang dilihatlah yang mengeluarkan cahaya yang kemudian ditangkap mata sehingga dapat terlihat (Ibrahim, 2017b).

“Light On Twilight Phenomena” adalah buku Al-Haitham yang juga terkenal didunia. Dalam buku tersebut Ia menjabarkan tentang senja dan lingkaran cahaya di sekitar bulan, matahari, bayang-bayang dan gerhana. Al-Haitham mengatakan, cahaya fajar terjadi bila matahari berada pada garis 19 derajat ufuk timur dan bila matahari berada pada garis 19 derajat ufuk barat warna merah pada senjahari akan hilang. Al-Haitham juga mengemukakan teori lensa pembesar. Ilmuwan Italia menciptakan kaca pembesar pertama di dunia dengan menggunakan Teori lensa pembesar milik Al-Haitham (Ibrahim, 2017a).

4. Kamal al-Din al-Farisi (1267M – 1319 M)

Kitab “Tanqih al-Manazir” (Revisi tentang Optik) adalah karya Kamal al-Din al-Farisi yang merevisi teori pembiasan cahaya yang diutarakan oleh ahli fisika sebelumnya. Dalam pemikirannya, tidak semua teori optik yang dideskripsikan Ibnu Haytham benar. al-Farisi meyakini ada kelemahan pada teori Ibnu Haytham.

Untuk melengkapi kelemahan itu Ia memberikan teori alternatif. Teori alternatifnya itu menyempurnakan teori optik milik Ibnu Haytham (Annisa, 2018).

Penemuan yang paling penting dalam karya al-Farisi adalah pendapatnya mengenai teori pelangi. Al-Farisi mempertimbangkan dua teori yakni teori Ibnu Haytham dan teori Ibnu Sina (Avicenna) sebelum mencetuskan teori baru. Al-Farisi mampu menjelaskan secara matematika terbentuknya pelangi. (al-Fārisī, n.d.; Jailani, 2018)

KESIMPULAN DAN SARAN

Menurut Thomas Kuhn Revolusi ilmiah adalah perubahan drastis dalam perkembangan ilmu pengetahuan dimana paradigma lama digantikan seluruhnya atau sebagian oleh paradigma baru yang dianggap lebih bisa menjawab fenomena alam yang terjadi saat itu. Tahapan revolusi ilmiah menurut Kuhn diawali dengan paradigm lama, normal sains, anomali, krisis, revolusi, dan paradigm baru.

Periodisasi dalam sejarah perkembangan ilmu Optika terdiri dari empat periode yaitu periode satu, dua, tiga dan empat. Pada tiap periode terjadi penggantian pendapat lama ke pendapat baru yang di sepakati oleh Ilmuwan pada masa itu.

Tulisan ini memiliki kekurangan pada referensi atau literatur yang digunakan. Ada kemungkinan pada literatur lain ditemukan perkembangan Optika yang lebih terbaru ditinjau dari revolusi saintifik Thomas Kuhn. Oleh karena itu diperlukan kajian literatur yang lebih untuk melihat perkembangan ilmu optika itu sendiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada teman sejawat yang ikut memberi masukan untuk artikel ini.

REFERENSI

- Aini, N. (2020). *Sejarah Perkembangan Fisika (Kuantum) Dari Klasik Hingga Modern*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17085.08160>
- al-Fārisī, K. al-Dīn. (n.d.). *Kamal al-Din al-Fārisī*.
- Annisa, I. (2018). *12 Ilmuwan Muslim yang Terkenal di Dunia*. Bentang Belia.
- Anwar, K., Isnaini, M., & Utami, L. S. (2018). Eksperimen Efek Foto Listrik Berbasis Simulasi Phet. *Paedagogia: Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Kependidikan*, 4(2), 9–15.
- Asti, B. M., & Munif, J. A. (2009a). *105 Tokoh Penemu dan Perintis Dunia*. Penerbit Narasi.
- Asti, B. M., & Munif, J. A. (2009b). *105 Tokoh Penemu dan Perintis Dunia*. Penerbit Narasi.
- Bell, A. E. (2012). *Christian Huygens*. Read Books Ltd.
- Davidson, M. W. (2010). Pioneers in Optics: Dominique-François-Jean Arago and Augustin-Jean Fresnel. *Microscopy Today*, 18(1), 46–47.
- Einstein, A. (1919). *What is the Theory of Relativity?* Springer.
- Freud, S. (2013). *Leonardo Da Vinci*. Routledge.

- Gabor, D., Kock, W. E., & Stroke, G. W. (1971). Holography. *Science*, 173(3991), 11–23. *Jurnal Pemikiran Islam*, 166. <https://doi.org/10.30595/islamadina.v0i0.6043>
- Hackett, J. (1997). 12. Roger bacon on scientia experimentalis. *Roger Bacon and the Sciences: Commemorative Essays 1996*, 57, 277.
- Heilbron, J. L. (2020). *Elements of early modern physics*. University of California Press.
- Hermawan, L. (2019). Mengenal Jenis-Jenis Teleskop dan Penggunaannya. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 5(1).
- Hooke, R. (2019). *The posthumous works of Robert Hooke*. Routledge.
- Ibrahim, s. (2017a). *Pemikiran ibnu haitsam dalam ilmu optik dan pengaruhnya terhadap perkembangan ilmu optik modern* [PhD Thesis]. IAIN Syekh Nurjati Cirebon.
- Ibrahim, s. (2017b). *Pemikiran Ibnu haitsam dalam Ilmu Optik dan Pengaruhnya terhadap Perkembangan Ilmu Optik Modern* [PhD Thesis]. IAIN Syekh Nurjati Cirebon.
- Jailani, I. A. (2018). Kontribusi Ilmuwan Muslim dalam Perkembangan Sains Modern. *Jurnal Theologia*, 29(1), 165–188.
- Kajian, O. (2008). *Penerapan Unsur Sejarah Dalam Proses Pengajaran Dan Pembelajaran Sains KBSM Bagi Topik Optik*.
- Kesuma, U., & Hidayat, A. W. (2020). Pemikiran Thomas S. Kuhn Teori Revolusi Paradigma. *Islamadina* : *Jurnal Pemikiran Islam*, 166. <https://doi.org/10.30595/islamadina.v0i0.6043>
- Lear, J., & Kepler, J. (2020). *Kepler's dream*. University of California Press.
- Livingston, D. M. (2021). *The Master of Light: A Biography of Albert A. Michelson*. Plunkett Lake Press.
- Mahon, B. (2004). *The man who changed everything: The life of James Clerk Maxwell*. John Wiley & Sons.
- Mamnunah, M., & Sauri, S. (2020). Relevansi Pemikiran Thomas Khun Terhadap Penerapan Ijma'. *Aqlania: Jurnal Filsafat Dan Teologi Islam*, 11(1), 74–90.
- Maxwell, J. C. (2013). *The scientific papers of james clerk maxwell* (Vol. 1). Courier Corporation.
- Putri, F. A., & Iskandar, W. (2020). Paradigma thomas kuhn: revolusi ilmu pengetahuan dan pendidikan. *Nizhamiyah*, 10(2).
- Rambe, A. (2006). Teknologi Serat Optik. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 7, 87–91.
- Riyadi, S., & Alaydrus, M. (2016). Kontribusi kerugian akibat sambungan pada saluran transmisi serat optik single mode. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 7(1), 143–152.
- Saifuddin, M. (2015). *Ibnu Al-Haytham Dan Pemikirannya Dalam Bidang Sains (965-1040)* [PhD Thesis]. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Sari, M., & Asmendri, A. (2020). Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian

Pendidikan IPA. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA*, 6(1), 41–53.

Srivastava, P. (n.d.). *Biography of Issac Newton*. Prabhat Prakashan.

Suwarna, I. P. (2013). *Optik*.
<https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/24003>

Utami, H. P. (2007). *Mengenal Cahaya dan Optik*. Ganeca Exact.

Yulianto, T. (2020). *Ensiklopedia Tokoh Besar Dunia Ilmuan 5*. Alprin.