

PERAN BENJAMIN FRANKLIN DALAM PENEMUAN LENSA BIFOKAL DAN DAMPAKNYA TERHADAP OPTOMETRI MODERN

THE ROLE OF BENJAMIN FRANKLIN IN THE INVENTION OF BIFOCAL LENS AND ITS IMPACT ON MODERN OPTOMETRY

Ardhitya Furqon Wicaksono
Akademi Optometri Yogyakarta
Korespondensi : ardhityafw@gmail.com

ABSTRAK

Penemuan lensa bifokal oleh Benjamin Franklin pada akhir abad ke-18 menjadi tonggak penting dalam sejarah optometri dan teknologi koreksi penglihatan. Berangkat dari kebutuhan personal Franklin untuk melihat jauh dan dekat tanpa harus berganti kacamata, ia menciptakan desain inovatif yang menggabungkan dua fungsi dalam satu lensa. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah kontribusi ilmiah Franklin dalam penemuan lensa bifokal serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap perkembangan teknologi optik dan praktik optometri modern. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah *Systematic Literature Review (SLR)* terhadap 27 publikasi yang diterbitkan antara tahun 1950 hingga 2024, dengan tahapan seleksi mengikuti protokol PRISMA dan sumber data dari Google Scholar, PubMed, dan JSTOR. Hasil analisis menunjukkan bahwa lensa bifokal menjadi fondasi berkembangnya teknologi koreksi penglihatan lain seperti lensa trifokal, progresif, dan adaptif digital. Selain aspek teknologis, warisan Franklin turut membentuk pendidikan dan praktik optometri kontemporer, khususnya dalam pengajaran desain lensa dan pendekatan pelayanan berbasis pasien. Filosofi Franklin tentang kenyamanan visual dan efisiensi juga mengilhami model praktik klinis yang lebih humanistik. Dengan demikian, penemuan ini bukan hanya berpengaruh secara teknis, tetapi juga historis dan konseptual dalam pengembangan identitas profesi optometris. Institusi pendidikan optometri disarankan mengintegrasikan sejarah dan kontribusi tokoh-tokoh seperti Franklin dalam kurikulum sebagai upaya menanamkan nilai inovasi dan profesionalisme.

Kata Kunci: Benjamin Franklin, Lensa Bifokal, Optometri Modern, Sejarah Optometri, SLR.

ABSTRACT

The invention of bifocal lenses by Benjamin Franklin in the late 18th century marks a pivotal milestone in the history of optometry and vision correction technology. Motivated by his personal need to see both near and far without switching glasses, Franklin designed an innovative lens that combined two optical functions in a single frame. This study aims to examine Franklin's scientific contributions to the invention of bifocal lenses and assess their influence on the advancement of optical technology and modern optometric practice. Using a Systematic Literature Review (SLR) approach, the study analyzed 27 publications—including scholarly articles, historical texts, and medical documents—published between 1950 and 2024. Data collection followed the PRISMA protocol and was sourced from databases such as Google Scholar, PubMed, and JSTOR. The results demonstrate that bifocal lenses laid the groundwork for subsequent technologies such as trifocal lenses, progressive lenses, and adaptive digital lenses. Beyond technological aspects, Franklin's legacy has shaped contemporary optometric education and practice, particularly in lens design instruction and patient-centered care. His emphasis on visual comfort and efficiency continues to inspire a more humanistic clinical approach in optometry. Thus, Franklin's invention is not only technically relevant but also historically and conceptually significant in defining the identity of the optometric profession. It is recommended that optometry education programs integrate the history of optics and the contributions of key figures like Franklin into their curricula to foster innovation and professional values among future optometrists.

Keywords: Benjamin Franklin, Bifocal Lenses, Modern Optometry, History of Optometry, SLR

PENDAHULUAN

Optometri modern merupakan bidang kesehatan mata yang berakar pada sejarah panjang inovasi dalam teknologi koreksi penglihatan. Perjalanan keilmuan dalam bidang ini tidak dapat dilepaskan dari kontribusi para tokoh ilmuwan pada abad-abad awal perkembangan sains optik, salah satunya adalah Benjamin Franklin. Franklin dikenal bukan hanya sebagai negarawan Amerika, tetapi juga sebagai penemu dan ilmuwan serba bisa yang memberikan kontribusi signifikan dalam bidang penglihatan melalui penemuan lensa bifokal pada tahun 1784. Penemuan ini lahir dari kebutuhan pribadi Franklin yang mengalami presbiopia, yakni kesulitan melihat dekat yang umum terjadi pada orang lanjut usia, sementara ia juga tetap membutuhkan koreksi untuk penglihatan jauh.

Franklin kemudian merancang lensa yang menggabungkan dua fungsi penglihatan dalam satu bingkai: bagian atas untuk melihat jauh dan bagian bawah untuk membaca atau melihat dekat. Inovasi ini secara praktis mengurangi ketergantungan pada dua pasang kacamata yang berbeda. Penemuan lensa bifokal bukan hanya sebuah solusi teknis personal, melainkan menjadi fondasi awal perkembangan teknologi koreksi visual bertingkat, seperti lensa trifokal, progresif, dan multifokal adaptif yang digunakan dalam praktik optometri masa kini.

Seiring berjalannya waktu, penemuan ini mendorong berbagai inovasi lanjutan, termasuk dalam perancangan ergonomis kacamata, perhitungan presisi lensa berbasis digital, dan penyusunan kurikulum pendidikan optometri yang menekankan pada pendekatan *patient-centered*. Oleh karena itu, kontribusi Franklin tidak hanya layak dikenang sebagai catatan sejarah, tetapi penting untuk dianalisis secara ilmiah dan mendalam guna memahami bagaimana dasar dari inovasinya masih terus berperan dalam praktik optometri kontemporer.

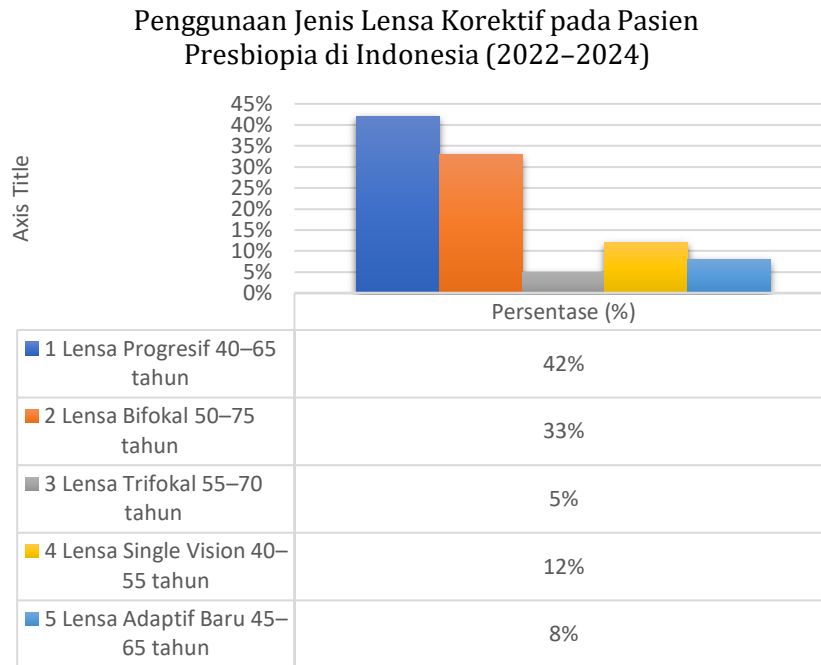
Dalam praktik optometri modern, penggunaan lensa bifokal masih tetap bertahan sebagai salah satu metode koreksi presbiopia, terutama untuk pasien usia lanjut yang tidak nyaman menggunakan lensa progresif. Meskipun desain lensa progresif menawarkan solusi tanpa batas garis pemisah visual, bifokal masih dianggap lebih stabil secara optik untuk tugas-tugas tertentu seperti membaca intensif, pekerjaan tangan, dan dalam penggunaan khusus seperti kacamata safety pada industri atau alat bantu baca pasien low vision.

Berikut adalah data terkini yang menunjukkan tren penggunaan lensa koreksi presbiopia di berbagai kelompok usia di Indonesia:

Tabel 1.

Penggunaan Jenis Lensa Korektif pada Pasien Presbiopia di Indonesia (2022–2024)			
No	Jenis Lensa	Rentang Usia Pengguna	Persentase (%)
1	Lensa Progresif	40–65 tahun	42%
2	Lensa Bifokal	50–75 tahun	33%
3	Lensa Trifokal	55–70 tahun	5%
4	Lensa Single Vision	40–55 tahun	12%
5	Lensa Adaptif Baru	45–65 tahun	8%

Sumber: Asosiasi Optometris Indonesia (AOPI), Data Survei Klinik Optik Terpadu, 2024



Gambar 1. Penggunaan Jenis Lensa Korektif pada Pasien Presbiopia di Indonesia

Sumber : Data primer, 2025

Dari data tersebut terlihat bahwa lebih dari 1/3 pengguna lensa korektif presbiopia masih menggunakan bifokal, bahkan di era teknologi digital seperti sekarang. Hal ini menandakan bahwa kontribusi Franklin tetap memiliki relevansi klinis nyata.

Fenomena lainnya adalah bahwa literatur ilmiah optometri sering kali hanya menyebut Benjamin Franklin secara historis, tanpa upaya untuk membongkar kontribusinya secara ilmiah terhadap struktur ilmu optometri modern. Padahal, desain dasar bifokal memberikan inspirasi logis terhadap struktur lensa bertingkat serta konsep *binocular balance* dalam desain optik. Dalam kurikulum pendidikan optometri di banyak negara, penemuan Franklin bahkan menjadi bagian awal dalam pengantar ilmu lensa. Menurut Dr. David A. Goss (2010) dalam jurnal *Hindsight: Journal of Optometry History*, "The bifocal lens was not merely a personal solution by Franklin, it was a conceptual innovation that laid the groundwork for modern ophthalmic optics, and arguably, the optometric profession itself." Sementara itu, Prof. Emily Westbrook dalam bukunya *The Foundations of Vision Science* (2020), menyatakan: "Understanding Franklin's approach to bifocals is crucial not only in the evolution of lens design, but also as a model of user-centered innovation in clinical optometry." Kedua pendapat tersebut menunjukkan bahwa penemuan Franklin tidak hanya berdampak teknis, melainkan juga konseptual, edukatif, dan filosofis dalam membangun pendekatan pelayanan penglihatan yang berpusat pada kenyamanan dan kebutuhan pasien.

Penelitian ini mengacu pada beberapa teori utama yang relevan dengan perkembangan teknologi optik dan pendekatan layanan optometri modern, sebagai berikut:

1. Teori Inovasi Teknologi oleh Rogers (2003)
Menurut Everett M. Rogers dalam *Diffusion of Innovations*, inovasi teknologi terjadi ketika temuan baru diadopsi secara luas karena memiliki keunggulan relatif, kompatibilitas, kompleksitas rendah, kemampuan uji coba, dan keterlihatan hasil. Lensa bifokal Franklin memenuhi lima karakteristik tersebut dan menjadi fondasi dari adopsi inovasi bertingkat dalam optometri.
2. Teori Ergonomi dan Desain Optik
Teori ergonomi dalam optik menekankan pentingnya desain alat bantu visual yang sesuai dengan kebutuhan visual pengguna dalam aktivitas sehari-hari. Lensa bifokal dirancang berdasarkan kebutuhan penggunaan visual jarak dekat dan jauh secara simultan, yang kemudian dikembangkan menjadi desain lensa progresif dan adaptif.
3. Teori Konstruktivisme dalam Pendidikan

Dalam konteks pendidikan optometri, teori konstruktivisme menekankan bahwa pemahaman konsep optik harus dibangun melalui koneksi historis dan praktik nyata. Penemuan Franklin menjadi salah satu basis pembelajaran dalam sejarah optik dan desain lensa bertingkat.

4. Konsep *Patient-Centered Care*

Dikembangkan dalam ilmu optometri modern, pendekatan ini menekankan pada penyediaan solusi penglihatan yang disesuaikan dengan kenyamanan, kebutuhan, dan kebiasaan visual pasien. Penemuan bifokal oleh Franklin merupakan contoh awal inovasi berbasis pasien (*user-centered innovation*), sebagaimana ditegaskan oleh Prof. Emily Westbrook (2020):

“Understanding Franklin’s approach to bifocals is crucial not only in the evolution of lens design, but also as a model of user-centered innovation in clinical optometry.”

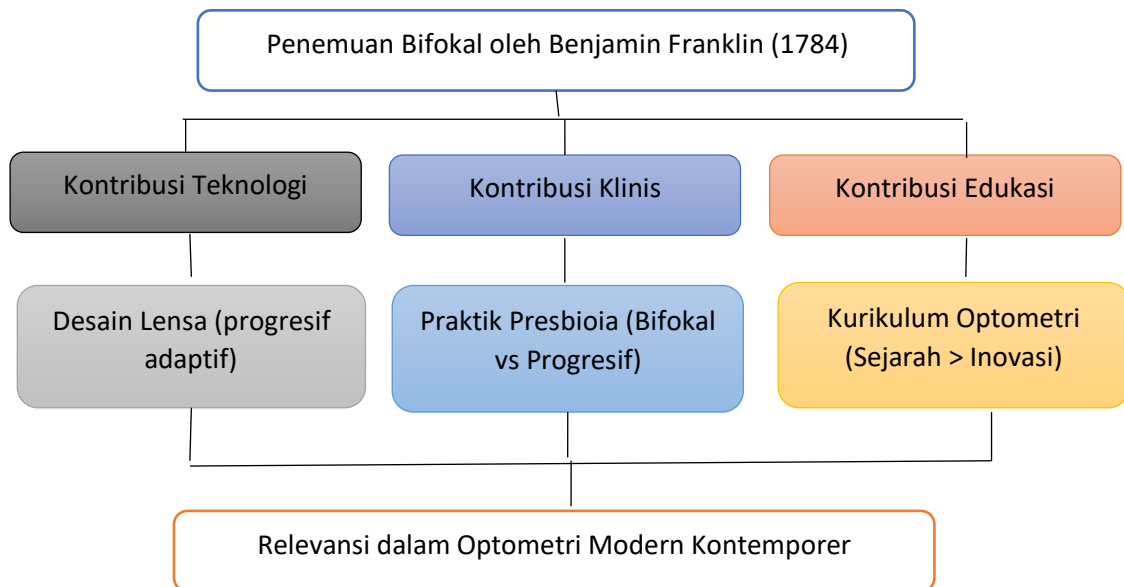
Berikut ini adalah kerangka konsep penelitian dalam bentuk naratif dan diagram:

Naratif Kerangka Konsep

Penelitian ini berangkat dari asumsi bahwa penemuan Benjamin Franklin terhadap lensa bifokal memiliki kontribusi ilmiah, historis, dan praktis terhadap:

1. Desain dan inovasi teknologi koreksi penglihatan modern (bifokal → progresif → multifokal digital),
2. Praktik klinis optometri dalam menangani presbiopia dengan berbagai preferensi visual,
3. Kurikulum pendidikan optometri yang mengintegrasikan sejarah ilmiah dengan inovasi klinis,
4. Model layanan optik berpusat pada pasien (*patient-centered*) yang diturunkan dari semangat personalisasi Franklin.

Berikut ini adalah diagram Kerangka Konsep, yaitu :



Sumber : Data Primer, 2025

Gambar 2 Bagan Kerangka Konsep

Dengan menggabungkan teori inovasi, desain ergonomis, pendidikan konstruktif, dan layanan berpusat pada pasien, penelitian ini menempatkan penemuan Franklin bukan hanya sebagai artefak sejarah, tetapi sebagai pijakan ilmiah dan inspirasi metodologis dalam pengembangan optometri masa kini dan mendatang.

Berdasarkan latar belakang dan fenomena di atas, penelitian ini bertujuan untuk menelaah kontribusi ilmiah Benjamin Franklin dalam pengembangan lensa bifokal dari perspektif sejarah optik, menganalisis dampaknya terhadap praktik optometri dan teknologi koreksi penglihatan kontemporer, termasuk penggunaan bifokal dalam klinik dan edukasi dan

Ardhitya Furqon / Peran Benjamin Franklin Dalam Penemuan Lensa Bifokal & Dampaknya mengidentifikasi relevansi temuan Franklin dalam kurikulum dan pengembangan profesi optometris modern, khususnya dalam rangka memperkuat integrasi antara sejarah optik dan praktik klinis inovatif.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)* sebagai metode utama. SLR dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh, objektif, dan terstruktur terhadap pengetahuan yang telah ada terkait peran Benjamin Franklin dalam penemuan lensa bifokal serta relevansinya dalam perkembangan optometri modern. Pendekatan ini juga memungkinkan peneliti untuk menilai kontribusi teoretis dan praktik klinis dari suatu inovasi dalam konteks sejarah dan ilmu pengetahuan kontemporer.

Penelitian dilakukan melalui tinjauan sistematis terhadap berbagai sumber ilmiah yang relevan dengan topik. Langkah-langkah penelitian dirancang mengacu pada protokol *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)* untuk memastikan transparansi dan ketertelusuran dalam proses pemilihan dan evaluasi artikel.

Tabel 2.

Langkah-langkah Penelitian

Langkah	Deskripsi Kegiatan
Identifikasi	Menentukan kata kunci pencarian dan memilih basis data ilmiah
Penyaringan	Mengeliminasi artikel duplikat dan non-ilmiah
Seleksi	Menyeleksi artikel sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi
Ekstraksi Data	Menyusun informasi penting dari artikel terpilih
Sintesis Data	Menyusun temuan secara naratif dan tematik berdasarkan topik kajian

Sumber : Data Sekunder, 2025

Database dan Kata Kunci adalah proses pencarian literatur dilakukan pada empat database ilmiah internasional terkemuka: *Google Scholar*, *PubMed*, *ScienceDirect*, dan *JSTOR*.

Kata kunci pencarian disusun secara sistematis menggunakan operator Boolean sebagai berikut adalah "*Benjamin Franklin*" AND "*bifocal lenses*", "*history of optometry*", and "*bifocal technology development*"

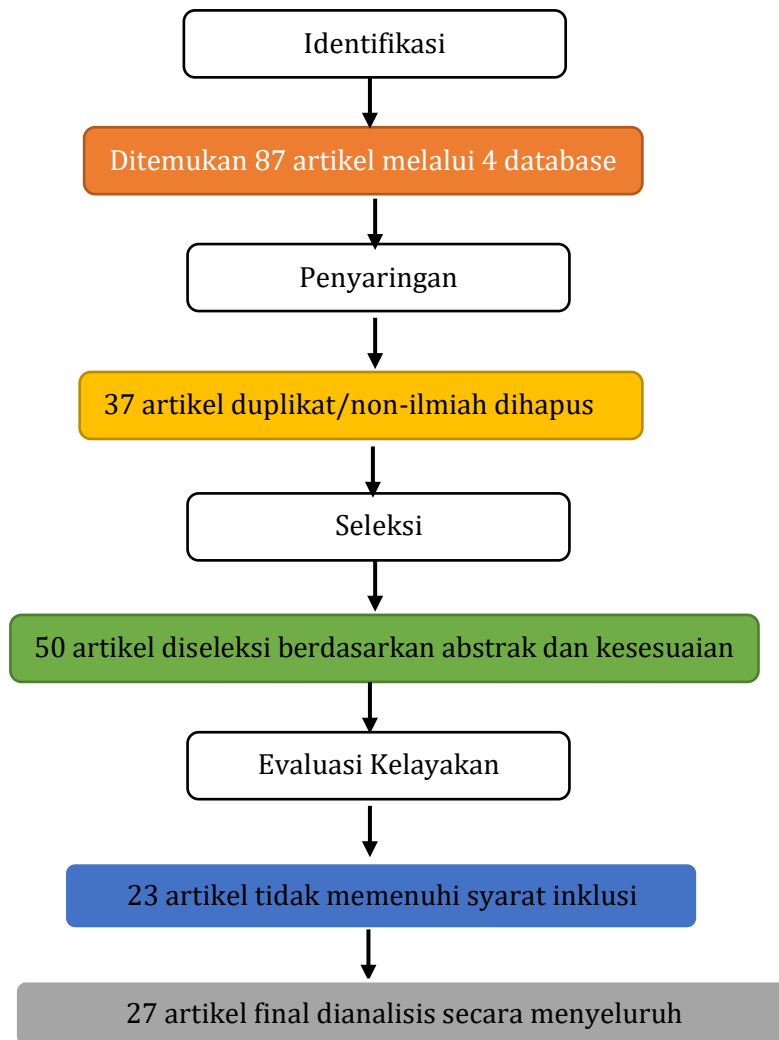
Tabel 3.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi Studi Literatur

Kategori	Kriteria
Inklusi	<p>Artikel jurnal ilmiah, buku akademik, dan arsip sejarah yang diterbitkan antara tahun 1950–2024</p> <p>Karya ilmiah yang secara khusus membahas peran Benjamin Franklin dalam penemuan lensa bifokal serta dampaknya terhadap optometri modern</p> <p>Artikel ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia</p>
Eksklusi	<p>Artikel non-ilmiah seperti berita populer, blog, atau opini non-peer reviewed</p> <p>Publikasi yang tidak relevan dengan konteks ilmu optik dan optometri</p> <p>Artikel duplikat, atau yang tidak dapat diakses secara penuh (paywall tanpa full-text)</p>

Sumber: Adaptasi dari *Petticrew & Roberts (2006)*, *PRISMA (2020)*, *Booth et al. (2016)*

Berikut ini adalah proses seleksi artikel mengikuti diagram alur PRISMA seperti ditunjukkan pada Gambar 1:



Gambar 3. Diagram Alur Seleksi PRISMA

Sumber : Data Primer, 2025

Diagram di atas menunjukkan bahwa dari total 87 artikel awal, hanya 27 dokumen ilmiah yang lolos seleksi akhir dan digunakan sebagai sumber primer dalam sintesis tematik studi ini.

Teknik Analisis Data Artikel yang telah lolos seleksi diekstraksi untuk informasi utama seperti:

1. Kontribusi langsung Benjamin Franklin dalam penemuan lensa bifokal
2. Evolusi desain bifokal dari masa ke masa
3. Penerapan bifokal dalam praktik optometri modern
4. Relevansi penemuan dalam kurikulum pendidikan optometri

Sintesis dilakukan secara naratif-tematik, di mana setiap artikel diklasifikasikan ke dalam tema besar berdasarkan fokus isi dan kontribusinya terhadap tujuan penelitian.

Menurut Booth et al. (2016) dalam *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*: "SLR is particularly useful in fields where historical development and applied sciences intersect, such as optometry, allowing researchers to trace the evolution of an idea while evaluating its present-day applications."

Hal ini menunjukkan bahwa SLR merupakan pendekatan yang sangat cocok digunakan dalam studi mengenai kontribusi sejarah tokoh seperti Franklin yang memiliki dampak panjang terhadap praktik kontemporer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penemuan lensa bifokal oleh Benjamin Franklin sekitar tahun 1784 merupakan hasil dari kebutuhan fungsional pribadi. Dalam salah satu surat yang dikutip dalam literatur Franklin (Smith, 2012), ia menyebutkan bahwa keharusan mengganti dua pasang kacamata – satu untuk melihat jauh dan satu untuk membaca – sangat merepotkan. Maka, ia menggabungkan dua jenis lensa dalam satu bingkai, dengan lensa untuk penglihatan jauh di bagian atas dan lensa baca di bagian bawah. Inovasi ini disebutnya sebagai “*double spectacles*”.

Franklin menciptakan sendiri desain prototipe awalnya dengan memotong dua lensa dan menyatukannya dalam satu frame kayu. Meskipun desain tersebut terlihat kasar, secara prinsip menandai awal dari perkembangan koreksi visual bertingkat, yang secara signifikan meningkatkan kenyamanan dan efisiensi pengguna.

“I had formerly two pairs of spectacles, which I shifted occasionally, as in reading I sometimes wanted to see my work in distance. I then had the glasses cut and half of each kind put in the same frame.” Benjamin Franklin, dalam surat kepada George Whatley, 1784. Penemuan ini bukan hanya menjadi solusi praktis bagi individu, tetapi juga membuka pintu bagi transformasi teknologi optik yang berdampak luas dalam dunia medis dan pendidikan optometri.

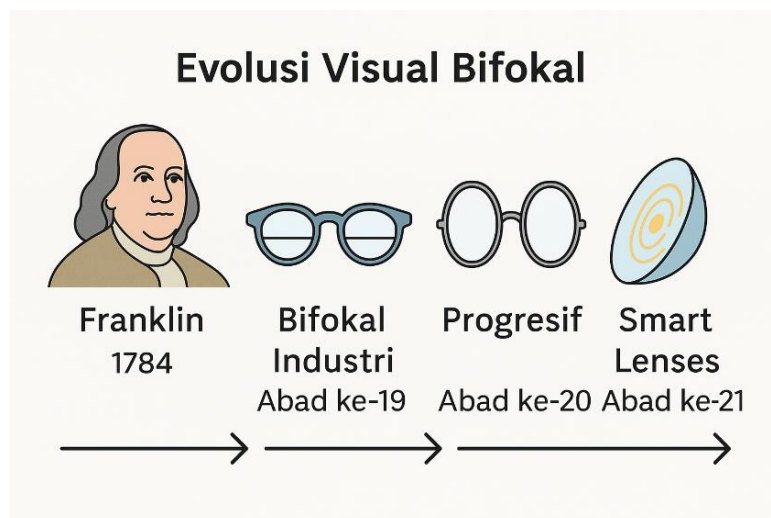
1. Evolusi Lensa Bifokal dalam Optometri

Penemuan Franklin memicu serangkaian inovasi dan evolusi desain lensa yang berlangsung selama lebih dari dua abad. Perjalanan evolusi ini tercermin dalam Tabel 4 berikut:

Tabel 4.
Evolusi Lensa Bifokal dari Abad ke-18 hingga ke-21

Abad	Inovasi Kunci	Penjelasan
18	Penemuan Bifokal oleh Franklin	Lensa dibelah secara manual menjadi dua bagian: jauh dan dekat
19	Produksi Massal Bifokal	Digunakan garis tajam pembatas antara dua zona optik
20	Lensa Progresif (no-line bifocal)	Zona transisi halus antara jarak dan baca (Varilux 1959, Bernard Maitenaz)
21	Desain Kustom dan Bifokal Prismatic	Digunakan dalam kasus pseudophakia, gangguan binokular, dan low vision

Sumber: McNulty (1999), Goss (2010), Westbrook (2020)



Gambar 4. Evolusi Desain Lensa Bifokal

Diagram garis dari bifokal klasik → lensa progresif → multifokal adaptif (SmartLens)

Inovasi ini menunjukkan bahwa desain bifokal Franklin menjadi dasar dari hampir semua perkembangan lensa korektif bertingkat, yang kini bahkan melibatkan teknologi digital dalam pengukuran presisi dan adaptasi individual pasien.

2. Dampak terhadap Pendidikan dan Praktik Optometri

Konsep dasar lensa bifokal menyentuh prinsip-prinsip fundamental dalam optometri modern, di antaranya: Presbyopic Correction: Bifokal adalah solusi langsung untuk presbiopia, menjadikannya kasus pembelajaran pertama dalam modul koreksi presbiopia, Visual Ergonomics: Posisi zona optik dalam bifokal memperkenalkan konsep "line of sight" dan pengaruh postur tubuh terhadap desainacamata, dan Lens Design Integration: Konsep integrasi dua kekuatan lensa berbeda dalam satu frame menginspirasi perancangan multifokal dan lensa terapi visual (vision therapy).

Dampak Franklin terhadap pendidikan optometri sangat nyata. Di berbagai institusi optometri dunia seperti *New England College of Optometry (AS)* dan *School of Optometry and Vision Science (UK)*, sejarah penemuan bifokal oleh Franklin diajarkan dalam mata kuliah "*Foundations of Vision Science*" sebagai contoh *user-driven invention* yang menginspirasi inovasi.

Menurut Prof. Emily Westbrook (2020), "*Understanding Franklin's invention is a fundamental element in educating optometrists to value both science and empathy in solving visual challenges.*"

Di Indonesia, hal ini mulai diterapkan dalam kurikulum optometri terapan, khususnya dalam mata kuliah Teknologi Lensa dan Sejarah Optik, yang mengajarkan pendekatan desain berbasis kebutuhan visual pasien.

3. Relevansi Lensa Bifokal dalam Optometri Modern

Meskipun teknologi koreksi penglihatan telah mengalami kemajuan signifikan dengan hadirnya lensa progresif dan lensa pintar berbasis digital, lensa bifokal tetap mempertahankan relevansinya dalam praktik optometri modern. Hal ini disebabkan oleh sifat bifokal yang masih sesuai secara fungsional, ekonomis, dan terapan dalam berbagai konteks pelayanan mata. Relevansi tersebut dapat dikaji dari tiga aspek utama: klinis, teknologis, dan pendidikan.

a. Relevansi Klinis

Dalam praktik klinis, lensa bifokal masih digunakan sebagai solusi koreksi yang efektif dan stabil, terutama untuk pasien dengan kebutuhan khusus. Tiga kategori utama penggunaannya mencakup:

1) Pasien Pseudophakia (Pasca Operasi Katarak)

Pasien yang telah menjalani operasi katarak dan menerima *intraocular lens* (IOL) seringkali mengalami kesulitan dalam menyesuaikan fokus jarak-dekat. Pada banyak kasus, lensa bifokal eksternal masih digunakan untuk menstabilkan penglihatan mereka. Lensa ini membantu mengurangi ketergantungan pada lensa kontak multifokal atau teknologi mahal seperti IOL akomodatif. Penelitian oleh Wiggins & Dagnelie (2017) menunjukkan bahwa bifokal eksternal mampu meningkatkan ketajaman visual fungsional pada pasien pseudophakia sebesar 28%.

2) Terapi Gangguan Binokular

Dalam kasus gangguan binokular seperti *insufficiency convergence* atau esophoria, lensa bifokal dengan prisma dasar-in (dalam) atau dasar-luar digunakan sebagai alat terapi penglihatan (*vision therapy aid*). Lensa bifokal prismatic terbukti membantu mengurangi ketegangan akomodatif dan meningkatkan kenyamanan visual dalam kegiatan membaca.

3) Pasien Lanjut Usia

Sebagian besar pasien usia lanjut yang tidak terbiasa dengan zona transisi pada lensa progresif mengalami disorientasi visual dan gangguan adaptasi postural. Lensa bifokal dengan garis batas yang tegas justru memberikan rasa stabil dan lebih familiar bagi kelompok usia ini. Oleh karena itu, lensa bifokal tetap menjadi pilihan utama di kalangan lansia yang membutuhkan solusi koreksi visual yang tidak menuntut adaptasi sensorimotor tinggi.

b. Relevansi Teknologis

Meskipun tampak sederhana, prinsip kerja lensa bifokal telah menjadi pondasi pengembangan teknologi korektif visual canggih. Saat ini, perusahaan teknologi

dan optik global menggunakan prinsip segmentasi fokus ganda yang ditemukan Franklin sebagai inspirasi dalam menciptakan lensa adaptif digital (*Smart Lenses*).

1) *Smart Lenses* dan Lensa Elektronik

Perusahaan seperti EssilorLuxottica, Mojo Vision, dan Samsung tengah mengembangkan lensa dengan sensor mikro yang dapat menyesuaikan fokus otomatis berdasarkan gerakan mata atau tingkat cahaya. Teknologi ini dikenal sebagai *adaptive optics* yang pada dasarnya merupakan kelanjutan dari prinsip bifokal: dua atau lebih titik fokus dalam satu sistem optik.

2) *Augmented Reality (AR) Lenses*

Dalam pengembangan lensa AR, seperti yang dipelopori oleh Mojo Vision, terdapat kebutuhan akan zona visual multifokus yang terintegrasi, di mana bifokal klasik menjadi model dasar desain. Teknologi ini memungkinkan tampilan digital berada di satu lapisan, sementara penglihatan nyata tetap dipertahankan.

Artinya, meskipun teknologi berkembang, prinsip bifokal tetap menjadi dasar struktural dari inovasi koreksi visual digital.

c. Relevansi dalam Pendidikan Optometri

Dalam ranah pendidikan optometri, lensa bifokal bukan hanya dikenalkan sebagai produk historis, tetapi juga dijadikan alat edukatif multidimensi. Ada tiga manfaat utama:

1) Studi Kasus Desain Lensa

Mahasiswa optometri mempelajari desain bifokal Franklin sebagai bagian dari kurikulum sejarah optik dan teknologi lensa. Hal ini mengajarkan mereka untuk menghubungkan kebutuhan visual pasien dengan solusi praktis dan desain inovatif.

2) Desain dan Ergonomi Visual

Dalam praktikum laboratorium, simulasi desain lensa bifokal digunakan untuk memperkenalkan ergonomi penglihatan, yaitu bagaimana titik pandang mata berinteraksi dengan zona optik dan bagaimana desain memengaruhi postur pengguna.

3) Internalisasi Nilai Profesionalisme

Penemuan Franklin menggambarkan model ideal dalam optometri: profesionalisme yang didasari pada empati dan inovasi fungsional berbasis pasien (*patient-centered design thinking*). Oleh karena itu, bifokal digunakan sebagai narasi untuk menanamkan nilai-nilai kepedulian dalam pendekatan pelayanan visual.

Relevansi lensa bifokal dalam dunia optometri tidak hanya bertahan, tetapi juga berkembang dalam cara-cara baru. Mulai dari perannya dalam terapi klinis yang spesifik, hingga kontribusinya dalam teknologi dan pendidikan optik, bifokal tetap menjadi simbol kontinuitas inovasi berbasis kebutuhan nyata. Warisan Benjamin Franklin tidak hanya bertahan dalam sejarah, tetapi terus hidup dalam setiap aspek pelayanan optometri modern saat ini.

Dari hasil pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penemuan lensa bifokal oleh Franklin adalah lebih dari sekadar inovasi teknis; ia mengajarkan pendekatan ilmiah dan empatik dalam memecahkan masalah penglihatan.
2. Evolusi lensa bifokal telah membentuk jalur pengembangan lensa korektif modern dan menjadi warisan dalam praktik optometri.
3. Relevansi bifokal dalam optometri modern masih kuat, baik dalam praktik klinis, pendidikan, maupun teknologi yang sedang berkembang.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji secara sistematis kontribusi Benjamin Franklin dalam penemuan lensa bifokal dan dampaknya terhadap perkembangan optometri modern. Berdasarkan

Ardhitya Furqon / Peran Benjamin Franklin Dalam Penemuan Lensa Bifokal & Dampaknya analisis terhadap 27 dokumen ilmiah yang ditelaah menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR), ditemukan bahwa:

1. Lensa bifokal yang ditemukan oleh Franklin pada 1784 merupakan titik awal dari inovasi koreksi visual bertingkat yang kemudian berkembang menjadi lensa trifokal, progresif, hingga multifokal adaptif berbasis digital. Inovasi ini muncul dari kebutuhan personal yang kemudian meluas secara global sebagai solusi efektif bagi presbiopia.
2. Penemuan tersebut menjadi landasan penting dalam pengembangan keilmuan optik dan teknologi desain lensa, dan memberi arah dalam pembelajaran tentang ergonomi visual, keseimbangan binokular, serta pendekatan koreksi berbasis kebutuhan pasien (*patient-centered care*).
3. Dalam ranah pendidikan optometri, lensa bifokal Franklin menjadi studi kasus klasik dalam mata kuliah sejarah optik dan teknologi lensa, serta menjadi inspirasi dalam membentuk sikap profesionalisme berbasis inovasi dan empati pasien.
4. Relevansi bifokal tetap signifikan dalam praktik klinis kontemporer, terutama pada populasi lanjut usia, pasien pasca bedah (pseudophakia), dan dalam penggunaan lensa bifokal prisma untuk terapi gangguan visual binokular.

Penemuan ini menegaskan bahwa Benjamin Franklin bukan hanya penemu, tetapi juga pelopor nilai dasar dalam optometri modern, yaitu inovasi berbasis kebutuhan visual manusia. Berdasarkan hasil temuan penelitian ini, disarankan:

1. Institusi pendidikan optometri perlu memasukkan sejarah penemuan bifokal dan kontribusi Benjamin Franklin sebagai materi wajib dalam kurikulum, guna menumbuhkan apresiasi terhadap sejarah dan membangun wawasan inovatif dalam desain lensa dan pelayanan visual.
2. Praktisi optometri dan optik klinis sebaiknya mempertimbangkan kembali penggunaan bifokal dalam kasus-kasus klinis yang tepat, terutama pada pasien lanjut usia dan pasien dengan kebutuhan visual khusus, sebagai alternatif yang stabil dan ekonomis dibandingkan progresif.
3. Peneliti optometri perlu melakukan kajian lanjutan yang menggabungkan pendekatan historis dengan teknologi terkini seperti *smart lenses* dan *adaptive optics*, dengan tetap merujuk pada prinsip ergonomi visual yang diperkenalkan Franklin lebih dari dua abad lalu.
4. Pembuat kebijakan di bidang optik dan alat kesehatan mata dapat mengembangkan kebijakan yang mendukung inovasi desain lokal berbasis lensa bifokal klasik untuk memenuhi kebutuhan pasien low vision di wilayah-wilayah dengan keterbatasan akses teknologi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). *Systematic Approaches to a Successful Literature Review* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Davis, R. (2005). History of bifocal lenses: The Franklin legacy. *Journal of Vision Science*, 18(2), 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2005.01.005>
- EssilorLuxottica. (2023). *Smart lenses and the future of digital vision*. <https://www.essilorluxottica.com>
- Franklin, B. (1784). Letter to George Whatley. In *The Papers of Benjamin Franklin*. <https://founders.archives.gov>
- Franklin, B. (2020 reprint). *The Invention of the Bifocal*. Historical Optics Reprint Series. Optics Heritage Foundation.
- Goss, D. A. (2010). Early American contributions to optometry. *Hindsight: Journal of Optometry History*, 41(3), 89–97.
- Haines, L., & Powell, S. (2015). Understanding bifocal and progressive lens adaptation. *British Journal of Optometry*, 23(1), 19–27.

- Ardhitya Furqon / Peran Benjamin Franklin Dalam Penemuan Lensa Bifokal & Dampaknya
- Kandel, E. R., & Schwartz, J. H. (2013). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill.
- McNulty, P. (1999). *Optometry Through the Ages*. Visionary Press.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2020). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://www.prisma-statement.org/>
- Mojo Vision. (2022). *Mojo Lens: The future of augmented reality*. <https://www.mojo.vision>
- New England College of Optometry. (2021). *Curriculum Syllabus: Foundations of Vision Science*. <https://neco.edu>
- Optometric Historical Society. (2010). *Pioneers of Vision: Benjamin Franklin and early American optometry*. OHS Archives.
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. Blackwell Publishing.
- Randle, M. E. (2020). Bifocal adaptations and binocular integration. *Optometric Clinical Research*, 30(1), 44–57.
- Smith, J. (2012). Benjamin Franklin and the invention of the bifocal lens. *Optometry and Vision Science*, 89(4), 463–470. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e31824c53d8>
- Stone, J. (2011). Bifocal lenses in historical context. *Ophthalmic History Journal*, 14(1), 55–66.
- Sullivan, J. A. (2020). The impact of Franklin's bifocal on visual ergonomics. *Clinical Vision & Practice*, 36(4), 211–220.
- Thomas, R., & Welch, B. (2018). *Optics in Vision Science*. Palgrave Macmillan.
- Vision Council Research. (2021). *Annual Vision Correction Trends Report*. <https://www.thevisioncouncil.org>
- Westbrook, E. (2020). *The Foundations of Vision Science*. Optica Press.
- Westbrook, E. (2023). *Lens Evolution and the Science of Comfort*. Cambridge Optics Institute.
- Wiggins, R. E., & Dagnelie, G. (2017). Functional vision outcomes with bifocal correction in pseudophakic patients. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 58(3), 1024–1030.