

TESIS

**PERBEDAAN NILAI PRABEDAH KATARAK DENGAN  
RETINOMETER HEINE LAMBDA 100 DAN KETAJAMAN  
PENGLIHATAN PASCA FAKOEMULSIFIKASI PADA PASIEN  
KATARAK BERDASARKAN GRADING BURATTO**

Discrepancy in cataract measurements obtained from the Retinometer Heine  
Lambda 100 and post-phacoemulsification visual acuity in cataract  
patients according to the Buratto classification

DISUSUN DAN DIAJUKAN OLEH:

dr. HUMAIRAH BACHMID

C 025201002



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS TERPADU  
ILMU PENYAKIT MATA FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR 2024**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

PERBEDAAN NILAI PRABEDAH KATARAK DENGAN  
RETINOMETER HEINE LAMBDA 100 DAN KETAJAMAN  
PENGLIHATAN PASCA FAKOEMULSIFIKASI PADA PASIEN  
KATARAK BERDASARKAN GRADING BURATTO

Disusun dan diajukan oleh

Humairah Bachmid

Nomor Pokok : C025 201 002

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Magister Program Studi Ilmu Penyakit Mata Fakultas Kedokteran  
Universitas Hasanuddin

pada tanggal 5 Maret 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

dr. Hamzah, Sp.M(K)  
NIP. 19580808 198544 4 001

dr. Muh. Abbar Ismail, Sp.M(K), M.Kes  
NIP. 19801016 200912 1 002

Ketua Program Studi,

Dr.dr. Habibah S. Muhiddin, Sp.M(K)  
NIP.19611215 198803 2 001

Dekan Fakultas Kedokteran,



Prof.Dr.dr. Hebrani Rasyid, M.Kes, Sp.PD, KGH, FINASIM., Sp.GK  
NIP. 19680530 198803 2 001



## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis yang berjudul "*Perbedaan Nilai Prabedah Katarak Dengan Retinometer Heine Lambda 100 Dan Ketajaman Penglihatan Pasca Fakoemulsifikasi Pada Pasien Katarak Berdasarkan Grading Buratto*" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (dr. Hamzah, Sp.M(K) dan dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes sebagai Pembimbing Utama serta Dr. dr. Ahmad Ashraf, Sp.M(K), MPH, M.Kes, sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 5 Maret 2024



dr. HUMAIRAH BACHMID

C025201002



## PRAKATA

**Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atase segala limpahan berkat-Nya selama ini sehingga karya ini dapat diselesaikan dengan baik. Karya ini berjudul, “ Perbedaan Nilai Prabedah Katarak Dengan Retinometer Heine Lambda 100 Dan Ketajaman Penglihatan Pasca Fakoemulsifikasi Pada Pasien Katarak Berdasarkan Grading Buratto”** diajukan dan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini, dengan hati yang tulus dan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Mama saya Hj. Muniva Bachmid dan Aba saya Alm. H. dr. Yusuf Bachmid, Sp.M yang senantiasa mendoakan, memberi dukungan, nasehat dan banyak bantuan selama proses pendidikan. Terima kasih juga kepada saudari-saudari saya tercinta Mutmainnah Bachmid, Alifah Bachmid, Salwa Bachmid, Nafilah Bachmid, dan Naylah Bachmid atas segala doa, kasih sayang, dan dukungan yang telah diberikan..

Keberhasilan penyusunan karya ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, nasehat dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan ungkapan terima kasih dan penghargaan kepada dr. Hamzah, Sp.M (K) dan dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes selaku pembimbing utama selama menempuh program pendidikan dokter spesialis ini yang senantiasa memberikan arahan serta meluangkan waktu untuk membimbing penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih juga saya ungkapkan kepada Dr. dr. Ahmad Ashraf, MPH, Sp.M(K), M.Kes selaku pembimbing pendamping yang senantiasa meluangkan waktu di tengah kesibukan untuk memberikan bimbingan dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, dan Manajer Program Pendidikan Dokter Spesialis Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas kesediaannya menerima penulis sebagai peserta didik di Program Pendidikan Dokter Spesialis Universitas Hasanuddin.
2. dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes selaku Ketua Departemen Program Studi Ilmu Kesehatan Mata, penguji, dan dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, atas segala bimbingan, dukungan yang besar kepada penulis, masukan, motivasi, pada penyelesaian karya akhir ini.



3. Dr. dr. Habibah S. Muhiddin, Sp.M(K), selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Mata dan dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas bimbingan dan masukan yang diberikan kepada penulis sejak awal hingga penyelesaian karya ini dengan baik.
4. Dr. dr. Noro Waspodo, Sp.M dan dr. Andi Tenrisanna Devi, Sp.M(K), M.Si, M.Kes selaku penguji, dan dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas bimbingan, masukan, motivasi, dan kesediaan untuk meluangkan waktu menjadi penguji pada karya akhir ini.
5. dr. Hamzah, Sp.M (K) selaku penasehat Akademik yang banyak memberikan motivasi serta ilmu selama menempuh Pendidikan di PPDS.
6. Seluruh staf pengajar Departemen Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin: Prof. Dr. dr. Rukiah Syawal, SpM(K), dr. Rahasiah Taufik, Sp.M(K), dr. Hamzah, Sp.M(K), Prof. dr. Budu, Ph.D, Sp.M(K), M.MedEd, Dr. dr. Halimah Pagarra, Sp.M(K), dr. Junaedi Sirajuddin, Sp.M(K), Dr.dr. Noro Waspodo, Sp.M, dr. Suliati P. Amir, Sp.M, MedEd, Dr. dr. Purnamanita Syawal, Sp.M, M.Kes, Dr. dr. Batari Todja Umar, Sp.M (K), dr. Andi Tenrisanna Devi, Sp.M(K) M.Si, M.Kes, Dr. dr. Noor Syamsu, Sp.M(K), MARS, M.Kes, dr. Hasnah Eka, Sp.M(K), Dr. dr. Yunita, Sp.M(K), M.Kes, dr.Sitti Soraya Taufik, Sp.M, M.Kes, dr. Adelina T. Poli, Sp.M, M.Kes, dr. Ririn Nislawati, Sp.M, M.Kes., Dr. dr. Marlyanti N. Akib, Sp.M(K),M.Kes, MHPE, dr. Ratih Natasha, Sp.M, M.Kes, dr. Nursyamsi, Sp.M, M.Kes., dr. Andi Pratiwi, Sp.M, M.Kes, dr. Andi Akhmad Faisal, Sp.M, M.Kes, dr. Rani Yunita Patong, Sp.M, dr. Andi Suryanita Tadjuddin, Sp.M, dr. Idayani Panggalo, Sp.M, dr. Muh. Irfan Kamaruddin, Sp.M, MARS, MHPE, dr. Dyah Ayu Windy, Sp.M, dr. Sultan Hasanuddin, Sp.M, dan dr. Syukriyah Sofyan, Sp. M., dengan hormat saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bentuk bimbingan, nasehat, dan ilmu yang telah diberikan selama proses pendidikan.
7. Teman seangkatan saya: dr. Diah Gemala Ibrahim, dr. Fadhilah Putri Wulandari, dr. Susan Waterina Salle, dr. Indah Tri Handayani, dr. Khairun nisa, dr. Andi Ayu Lestari, dr. Muh. Nur Agung Mappatanga yang telah menyertai perjalanan pendidikan dan saling melengkapi sejak awal pendidikan hingga saat ini.
8. Sahabat kuliah saya: dr. Fathiyah Sapsuha, dr. Rani Asriani, dr. Hikmah Jihad, dr. Naufal Hilmy Imran, Nima Pakaya, S.Ked yang turut memberikan semangat selama ini.
9. Semua teman sejawat peserta PPDS Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, yang selalu memberikan dukungan dan bantuan selama ini.
10. Seluruh staf administrasi Departemen Ilmu Kesehatan Mata yang selama ini begitu banyak membantu selama proses pendidikan berjalan serta dalam penyelesaian penelitian dan karya akhir ini, terkhusus kepada Ibu Endang Sri Iningsih, SE, Nurul Puspita, S.Kom dan Murni Thamrin, S.KM yang membantu.



7. Seluruh staf di RSPTN Universitas Hasanuddin, RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo dan rumah sakit/klinik afiliasi yang telah memberikan kesempatan untuk belajar dan bekerja sama untuk pelayanan pasien.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang tidak tercantum dalam prakata ini tetapi telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan karya akhir ini. InsyaAllah hasil penelitian ini akan memberikan manfaat yang banyak kepada institusi dan dapat meningkatkan ilmu pengetahuan khususnya di bagian IP MATA.



# Perbedaan Nilai Prabedah Katarak Dengan Retinometer Heine Lambda 100 Dan Ketajaman Penglihatan Pasca Fakoemulsifikasi Pada Pasien Katarak Berdasarkan Grading Buratto

Humairah Bachmid, Hamzah, Abrar Ismail, Ahmad Ashraf

## ABSTRAK

**Pendahuluan:** Prosedur operasi katarak yang paling sering dilakukan dimasa kini adalah fakoemulsifikasi. Salah satu metode memprediksi ketajaman penglihatan pasca operasi adalah Retinometri, suatu teknik yang memanfaatkan pola interferensi cahaya pada retina saat cahaya melewati pupil untuk memberikan pasien informasi mengenai hasil potensial dari tindakan operasi fakoemulsifikasi.

**Metodologi:** Penelitian kohort prospektif dilakukan pada 120 pasien katarak yang telah di lakukan Fakoemulsifikasi di Klinik *Jakarta Eye Center* Orbita Makassar. Sampel penelitian dibagi berdasarkan grading Buratto II-V tanpa komplikasi okular dan sistemik. Retinometri dinilai sebelum operasi dan visus dinilai 30 hari setelah di lakukan tindakan Fakoemulsifikasi.

**Hasil Penelitian:** Rata-rata usia sampel pada penelitian ini 61-70 tahun dan mayoritas berjenis kelamin perempuan (55%). Derajat katarak menurut Buratto yang banyak pada penelitian ini adalah derajat II dan V, sebanyak 25,8%. Retinometri pra bedah katarak, 80,8% termasuk dalam kategori *mild or no visual impairment*, dan retinometri pasca bedah katarak 96,7% termasuk dalam kategori *mild or no visual impairment*. BCVA (best corrected visual acuity) pasien pasca operasi katarak, 90% termasuk dalam kategori normal vision. Pada penelitian ini ditemukan perbedaan yang bermakna antara retinometri pra bedah dan BCVA pasca bedah ( $p<0,05$ ). Pada penelitian ini ditemukan hubungan antara selisih retinometri pra bedah dan BCVA pasca bedah berdasarkan derajat katarak Buratto ( $p<0,05$ ).

**Kesimpulan:** Retinometri penting untuk dilakukan sebelum tindakan operasi katarak utamanya dalam keadaan pupil yang lebar karena dapat membantu dalam edukasi pra bedah mengenai potensial penglihatan pasca bedah pasien rencana operasi katarak.

**Kata Kunci:** Katarak, *Grading Buratto*, Fakoemulsifikasi, Retinometri



# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	vi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	5
1.3. TUJUAN PENELITIAN.....	6
1.4. MANFAAT PENELITIAN.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
II.1. ANATOMI LENSA.....	9
II.2. ANATOMI MAKULA.....	11
II.3. KATARAK.....	12
II.4. TAJAM PENGLIHATAN.....	20
II.5. PEMERIKSAAN KLINIS TAJAM PENGLIHATAN.....	21
II.6. RETINOMETER.....	24
II.7. HAL-HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN PASCA OPERASI.....	35
II.8. KERANGKA TEORI.....	36
II.9. KERANGKA KONSEP.....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	38
III.1. DESAIN PENELITIAN.....	38
III.2. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	38
III.3. METODE DAN SAMPEL PENELITIAN.....	38



III.4. DEFINISI OPERASIONAL.....	40
III.5. METODE PENGUMPULAN DATA.....	43
III.6. ANALISIS DATA.....	44
III.7. IZIN PENELITIAN DAN ETIK PENELITIAN.....	44
III.8. ALUR PENELITIAN.....	45
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>46</b>
<b>BAB V PEMBAHASAN.....</b>	<b>50</b>
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>57</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>59</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Struktur Lensa	10
Gambar 2	Bagian-Bagian Lensa	10
Gambar 3	Anatomi makula	12
Gambar 4	Peningkatan warna kuning ke coklat pada lensa	13
Gambar 5	Katarak nuklear	14
Gambar 6	Perkembangan awal katarak kortikal	15
Gambar 7	Katarak kortikal	17
Gambar 8	Katarak kortikal Matur	17
Gambar 9	Katarak kortikal hiper matur	18
Gambar 10	Katarak Morgagni	18
Gambar 11	Katarak subkapsular posterior	19
Gambar 12	Titik Nodus Mata	21
Gambar 13	Snellen E: Contoh target tes tipe terbaca minimum	22
Gambar 14	Kisi-kisi yang terdiri dari Sistem Uji Kontras Penglihatan	23
Gambar 15	Resolution acuity	24
Gambar 16	Pola <i>fringe</i> pada retina di belakang katarak atau opasitas media	25
Gambar 17	Respons sel fotoreseptor terhadap pengujian ketajaman visual Snellen dan pengujian ketajaman visual interferensi dengan interferometer	27
Gambar 18a	Pengujian ketajaman visual Snellen dan pengujian ketajaman visual interferometer laser melalui katarak imatur dengan makula normal	27
Gambar 18b	Pengujian ketajaman visual Snellen dan pengujian ketajaman visual interferometer laser pada mata dengan katarak immatur dan degenerasi makula atau scar	28



on sel reseptor retina terdistorsi oleh cairan subretina yang lasarnya terhadap pengujian ketajaman visual Snellen dan

	pengujian ketajaman visual interferometer laser	28
Gambar 19	Pemeriksaan Retinometri	31
Gambar 20	Contoh pola <i>grating</i> pada retinometer	32
Gambar 21	Kurva Kesesuaian antara Retinometri Pra bedah dan BCVA Pasca Bedah pada grading katarak Buratto II	51
Gambar 22	Kurva Kesesuaian antara Retinometri Pra bedah dan BCVA Pasca Bedah pada grading katarak Buratto III	51
Gambar 23	Kurva Kesesuaian antara Retinometri Pra bedah dan BCVA Pasca Bedah pada grading katarak Buratto IV	52
Gambar 24	Kurva Kesesuaian antara Retinometri Pra bedah dan BCVA Pasca Bedah pada grading katarak Buratto V	52



## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Interpretasi Retinometri Lambda	32
Tabel 4.1a	Karakteristik Subyek Penelitian	46
Tabel 4.1b	Kategori Usia berdasarkan Visus	47
Tabel 4.2	Perbedaan Retinometri pra bedah dan BCVA pasca bedah katarak	50
Tabel 4.3	Tabel hubungan selisih retinometri prabedah dan BCVA pasca bedah berdasarkan derajat katarak Buratto	54



## DAFTAR SINGKATAN

<b>BCVA</b>	Best Corrected Visual Acuity
<b>PVT</b>	<i>Potential vision tests</i>
<b>PAM</b>	Potential Acuity Meter
<b>IFM</b>	Interference Fring Methods
<b>PSC</b>	Katarak subkapsular posterior
<b>MAR</b>	Minimum angle of resolution
<b>IOL</b>	Intraocular Lens



# BAB I PENDAHULUAN

## I.1. LATAR BELAKANG

Katarak adalah kekeruhan lensa kristalin intraokular yang memfokuskan cahaya yang masuk ke mata sampai ke retina. Kekeruhan ini dapat menyebabkan penurunan penglihatan dan dapat menyebabkan kebutaan jika tidak ditangani. Katarak merupakan penyebab kebutaan yang dapat direhabilitasi dengan tindakan bedah. *Vision 2020-the Right to Sight*, memiliki pengertian setiap manusia mempunyai hak untuk mendapatkan penglihatan yang baik. Salah satu program Vision 2020 adalah mengontrol penyebab kebutaan terbanyak, yaitu katarak. (Sianturi G., 2010)

Data Perhimpunan Dokter Spesialis Mata Indonesia (Perdami) mengatakan di Indonesia jumlah populasi pada tahun 2017, yaitu 8 juta penduduk dengan gangguan penglihatan. Sebanyak 1,6 juta orang buta ditambah dengan 6,4 juta orang dengan gangguan penglihatan sedang dan berat. Dari jumlah tersebut sebanyak 81,2% gangguan penglihatan disebabkan oleh katarak. Penyebab lainnya adalah refraksi atau glaukoma, atau kelainan mata hal-hal lainnya seperti kelainan refraksi, glaukoma atau kelainan mata yang berhubungan dengan diabetes. (Kemenkes, 2021)

Jumlah penderita gangguan penglihatan di Indonesia berdasarkan survey *Rapid Assessment of Avoidable Blindness* diperkirakan 3 dari 100 orang berusia lebih dari 50 tahun mengalami kebutaan atau sekitar 1,6 juta orang. Pemerintah menargetkan penurunan gangguan penglihatan sebesar 25% pada 2030. (Kemenkes, 2022)

Insiden katarak di Indonesia per tahun sebesar 0,1% atau sekitar 200.000 orang.



penderita katarak di Indonesia (daerah tropis) 15 tahun lebih awal dibanding

dengan di daerah subtropis. Salah satu penyebabnya mungkin disebabkan oleh karena paparan radiasi ultra violet yang cukup besar, terutama ultraviolet. (Gus P., 2010; Sianturi, 2010).

Pemulihan tajam penglihatan pasca bedah sangat penting artinya bagi penderita untuk meningkatkan kualitas hidupnya, oleh karena indera penglihatan merupakan perangkat tubuh manusia yang berfungsi penting dimana 82% informasi diperoleh melalui indera penglihatan. Kemajuan di bidang operasi katarak, akan meningkatkan pemulihan tajam penglihatan pasca bedah katarak yang semakin baik. (Sianturi, 2010; Boyd, 2010).

Penurunan tajam penglihatan pada katarak kadang diperburuk oleh adanya kelainan-kelainan lain seperti kelainan di segmen posterior khususnya makula dan papil nervus II. Kelainan-kelainan tersebut dapat menurunkan pemulihan tajam penglihatan pasca bedah yang dapat tidak terdeteksi sebelumnya, oleh karena sulit untuk memeriksa segmen posterior pada keadaan media refrakta yang keruh. Hal ini tentu saja mengecewakan ahli bedah dan penderita yang sangat mengharapkan terjadinya peningkatan tajam penglihatan setelah operasi. (Gus P., 2010)

Pemulihan tajam penglihatan pasca bedah kadang-kadang melebihi dari yang diprediksi sebelumnya tetapi dapat juga sangat mengecewakan. Prediksi tajam penglihatan pasca bedah sangat penting untuk memberikan informasi kepada penderita dan keluarganya mengenai prognosa tajam penglihatan pasca bedah, bila operasi yang mereka jalani tanpa komplikasi.

*Potential vision tests* (PVT) dikembangkan awalnya pada awal 1980 dalam upaya untuk meningkatkan prediksi kinerja visual setelah operasi katarak. Namun, tinjauan besar yang dilakukan oleh *Health Care Policy and Research* pada tahun 1993 menyimpulkan bahwa tidak untuk simpulkan bahwa PVT ini meningkatkan akurasi prediksi *preoperative*



*visual outcome* dibanding kita melakukan anamnesis dan pemeriksaan mata saja. Akibatnya, pedoman klinis untuk pengelolaan katarak dewasa biasanya tidak memasukkan PVT sebagai bagian dari evaluasi oftalmik pra operasi. Sejak tinjauan besar ini, beberapa teknik baru telah dikembangkan. Dalam kebanyakan kasus, pengembang PVT telah melaporkan nilai teknik yang lebih baru dengan membandingkannya dengan PVT standar, seperti *Potential Acuity Meter* (PAM). Selain itu, penting untuk membandingkan hasil PVT dengan penilaian klinis untuk menentukan apakah hasil tersebut memberikan informasi tambahan yang berguna. (Lotmar W, 2000; Minkowski JS dkk, 2003)

Kemajuan terbaru dalam teknologi telah memberikan kontribusi untuk evaluasi yang lebih baik dari ketajaman visual potensial pada pasien dengan kekeruhan media refrakta. *Potential vision tests* (PVT) dapat menilai fungsi makula pada keadaan lensa yang keruh (katarak) dengan menggunakan metode *potential acuity measurement*. Pemeriksaan *potential acuity measurement* diperiksa antara lain dengan menggunakan *Potential Acuity Meter* (PAM), Inferometer (*Interference Fring Methods/IFM*) baik laser, halogen ataupun cahaya (retinometri). Pemeriksaan *potential acuity measurement* di Klinik Mata JEC-Orbita Makassar menggunakan retinometri Heine Lambda 100. (Borish, 2012; Johns, KJ, 2011)

Prinsip pemeriksaan *Potential Acuity Meter* (PAM) dan Inferometer yaitu memproyeksikan objek dengan diameter kecil di retina, sehingga hampir tidak terpengaruh oleh status refraksi penderita. *Potential Acuity Meter* (PAM) memproyeksikan *Snellen Chart* pada retina sedangkan retinometri memproyeksikan gambaran grating dark and light di retina. Proyeksi objek *Potential Acuity Meter* (PAM) dihasilkan melalui satu area kecil (0,1 mm) di pupil untuk mencapai retina.

DA, & Hollands H., 2007)



Pemeriksaan retinometri (*interference-frings methods*) dilakukan dengan memberikan sinar yang melalui 2 area kecil di pupil yang dilalui oleh 2 objek, dan kemudian keduanya saling tumpang tindih sehingga terbentuk bayangan *grating dark and light* di retina. Pemeriksaan dilakukan dengan mengatur ketebalan *grating dark and light*, dari *grating* yang tebal sampai dengan *grating* yang halus sampai penderita tidak dapat lagi membedakan arah *grating* (vertikal, horisontal maupun diagonal). Pemeriksaan ini akan didapatkan status tajam penglihatan yang disebut *grating visual acuity* dengan nilai 0,1 - 1,0 (Boyd, 2010). Pemeriksaan retinometer memerlukan kerjasama yang baik dengan penderita. Penderita diharapkan dapat merubah posisi kepala sedikit untuk memungkinkan sinar retinometer masuk ke celah kekeruhan media refrakta. Pemeriksaan sebaiknya dilakukan dengan pupil lebar. (Borish, 2012; Ogden, 2010)

Katarak senilis adalah katarak yang disebabkan oleh proses penuaan lensa (*age-related cataract*). Derajat kekeruhan pada katarak dapat ditentukan berdasarkan klasifikasi *Buratto*, yaitu:

a) Grade 1: nukleus lunak

Ditandai dengan lensa yang tampak sedikit keruh, biasanya visus lebih baik dari 6/12, reflex fundus masih mudah diperoleh.

b) Grade 2: nukleus dengan kekerasan ringan

Ditandai dengan nukleus yang tampak kekuningan, biasanya visus diantara 6/12 hingga 6/30 dan refleks fundus juga masih mudah diperoleh.

c) Grade 3: nukleus dengan kekerasan sedang/medium

Ditandai dengan warna nukleus kuning, korteks keruh berwarna keabu-abuan, biasanya visus diantara 6/30 hingga 3/60.



d) Grade 4: nukleus keras

Ditandai dengan nukleus yang keras dan berwarna kuning kecoklatan, biasanya visus diantara 3/60 hingga 1/60, usia pasien diatas 65 tahun dan refleksi fundus sudah sulit diperoleh.

e) Grade 5: nukleus sangat keras

Ditandai dengan nukleus yang sangat keras berwarna coklat hingga kehitaman, biasanya visus 1/60 atau lebih buruk. Biasanya disebut *brunescent cataract* atau katarak hitam.

Kemampuan penetrasi sinar pada pemeriksaan visus potensial terhadap kekeruhan lensa (katarak) sangat bervariasi, misalnya pada katarak nuklear dan subkapsularis posterior harus dicari daerah yang relatif jernih dibandingkan sekitarnya untuk memproyeksikan bayangan pada retina. Kasus dengan kekeruhan lensa yang sudah tebal diperlukan ketelitian untuk melakukan pemeriksaan retinometri dengan pupil lebar. (Gus P., 2010; Johns, 2011)

## I.2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah karakteristik retinometri pasien katarak senilis pra bedah, dan BCVA (*best corrected visual acuity*) pasca bedah yang menjalani pembedahan katarak di Klinik Mata JEC-Orbita Makassar?
2. Apakah terdapat perbedaan retinometri pra bedah dan BCVA (*best corrected visual acuity*) pasca bedah pasien katarak senilis yang menjalani pembedahan katarak di Klinik Mata JEC-Orbita Makassar?



3. Apakah terdapat hubungan antara selisih retinometri pasca bedah dan BCVA (*best corrected visual acuity*) pasca bedah dengan derajat katarak menurut grading *Buratto*?

### **I.3. TUJUAN PENELITIAN**

1. Untuk mengetahui karakteristik retinometri pasien katarak senilis pra bedah, dan BCVA (*best corrected visual acuity*) yang menjalani pembedahan katarak di Klinik Mata JEC-Orbita Makassar.
2. Untuk mengetahui perbedaan retinometri pra bedah dan BCVA (*best corrected visual acuity*) pasca bedah pasien katarak senilis yang menjalani pembedahan katarak di Klinik Mata JEC-Orbita Makassar.
3. Untuk mengetahui hubungan antara selisih retinometri pra bedah dan BCVA (*best corrected visual acuity*) pasca bedah dengan derajat katarak menurut grading *Buratto*.

### **I.4. MANFAAT PENELITIAN**

Dengan mengetahui karakteristik subyek pasien dan data retinometri pra bedah katarak, maka penelitian ini bermanfaat dalam hal:

#### **1.4.1. MANFAAT TEORITIS**

Memahami bahwa terdapat beda hasil pemeriksaan antara retinometri pra bedah dan BCVA (*best corrected visual acuity*) pasca bedah katarak pada pasien katarak berdasarkan grading *Buratto*.

1. Memahami bahwa derajat katarak tertentu dapat memberikan hasil pengukuran yang berbeda pada pemeriksaan retinometri pra bedah.



### 1.4.2. MANFAAT KLINIS

1. Menjadi sumber acuan dalam melakukan pemeriksaan retinometri pra bedah dan mengedukasi pasien tentang kemungkinan hasil operasi bedah katarak.
2. Mengetahui kasus-kasus yang berpotensi memberikan hasil positif ataupun negatif palsu dari retinometri sehingga pada akhirnya dapat memberikan edukasi yang baik tentang prediksi hasil operasi bedah katarak.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Penglihatan adalah rangkaian peristiwa yang kompleks. Cahaya melewati media optik mata (kornea, humor aqueous, lensa kristalina, dan nodal point). Setelah melewati nodal point bayangan akan berubah menjadi terbalik (*upside-down*). Setelah itu akan melewati corpus vitreous dan terfokus di retina terutama di makula. Di makula cahaya dirubah bentuk menjadi signal elektrik dan diteruskan melalui nervus optikus menuju lobus oksipitalis di otak. Di dalam lobus oksipitalis bayangan tersebut akan di interpretasikan menjadi suatu objek. Dengan demikian untuk dapat melihat dengan baik diperlukan media refrakta yang jernih, sistem optik (kornea dan lensa) yang jernih dan baik serta sistem persarafan (retina, makula, nervus optikus, dan lobus oksipitalis) yang normal. (Remington L.A., 2012)

Ketajaman penglihatan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Faktor media refraksi (kornea, bilik mata depan, lensa dan corpus vitreus)
2. Sistem optic / refraksi (kornea, lensa dan panjang aksis bola mata)
3. Sistem saraf (retina, makula, nervus optikus dan korteks cerebri)

Media refraksi harus tetap jernih agar cahaya yang masuk dapat diteruskan dan difokuskan pada retina. Kondisi media refrakta yang keruh dapat menyebabkan penurunan tajam penglihatan karena cahaya terhalang oleh kekeruhan atau dapat terjadi *scattering* sehingga bayangan yang terfokus pada retina tidak sempurna. Salah satu kondisi ini adalah kekeruhan lensa yang dikenal sebagai katarak. (Vaughan D. & Asbury J., 2009)



## II.1. ANATOMI LENSA

Lensa merupakan sistem optik dibentuk dari sel-sel yang berasal dari *surface ectoderm*, mempunyai susunan sel-sel dengan keteraturan yang sangat menakjubkan sehingga bersifat transparan. Lensa dibungkus oleh kapsul dan bentuknya bikonveks transparan dengan tampilan kristal yang terletak di antara iris dan vitreous. Lensa di fiksasi oleh ligamen suspensorium lensa atau zonula Zinn yang melekat pada corpus ciliaris dan ekuator lensa. Daya akomodasi bervariasi sesuai dengan usia, 14 hingga 16 dioptri (saat lahir), 7 hingga 8 dioptri (pada usia 25 tahun) dan 1 hingga 2 dioptri (pada usia 50 tahun). Lensa terdiri dari 64% air, 35% protein dan 1% lipid, karbohidrat, dan beberapa elemen kecil. (Hutauruk J., 2018)

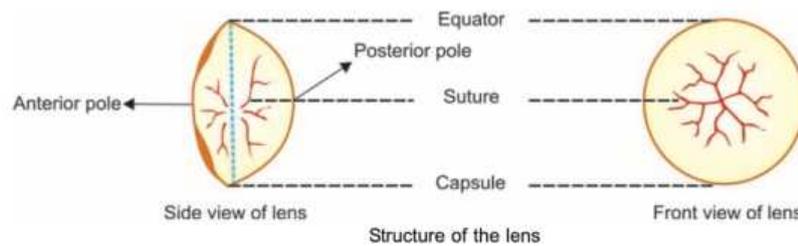
- Refractive index = 1,39
- Daya dioptri = 15 - 18 dioptri
- Diameter = 9-10 mm
- Tebal= 4mm
- Kelengkungan permukaan anterior = 10 mm (kurang cembung atau datar)
- Kelengkungan permukaan posterior = 6 mm (lebih cembung)
- Berat = ± 250 mg. Lensa tumbuh terus menerus sepanjang hidup. Saat lahir beratnya sekitar 65 mg dan pada usia 80 tahun beratnya sekitar 258 mg.

### II.1.1. Struktur Lensa

- a. Kapsul lentikular, adalah selubung aselular yang halus, homogen. Kapsul lensa hialin disekresikan oleh sel epitel di bawahnya.
- b. Epitel lenticular, adalah satu lapisan sel kuboid hanya jauh ke kapsul anterior. Tidak dengan epitel posterior.



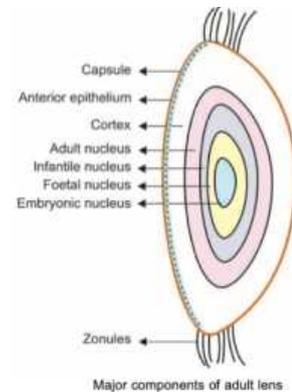
- c. Serat Lenticular, sel kuboid anterior secara bertahap menjadi columnar dan memanjang (serat lensa) menuju equator. Garis berbentuk Y anterior dan posterior terbentuk pada pertemuan serat lensa.
- d. Ligamentum suspensorium atau zonula Zinn, terdiri dari serat transparan, lurus dan tidak flexible. (Hutauruk J., 2018)



Gambar 1. Struktur Lensa.

### II.1.2. Bagian Lensa

- a. Kapsul lensa, adalah membran tipis transparan yang lebih tebal di bagian anterior. Paling tipis di kutub posterior berukuran 4 mm (daerah pra-equator = 14 mm).
- b. Cortex, terletak di antara kapsul lensa dan inti serta terdiri dari serat lensa.
- c. Nukleus, lensa memiliki empat inti yang terbentuk pada



Gambar 2. Bagian-Bagian Lensa.

berbagai tahap kehidupan, yaitu nukleus embrio (1-3 bulan kehamilan), nukleus janin (dari 3 bulan kehamilan sampai saat lahir), nukleus infantil (dari lahir sampai pubertas) dan nukleus dewasa (masa dewasa awal). (Hutauruk J., 2018)



### II.1.3. Fungsi utama lensa

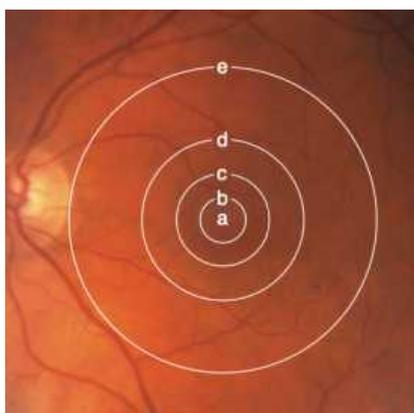
- a. Untuk menjaga kejernihan dan transparansinya sendiri. Lensa (seperti kornea) mentransmisikan 80% cahaya antara 400 nm dan 1400 nm.
- b. Untuk memberikan daya bias pada sistem optik mata. Lensa bertanggung jawab atas 35% dari kekuatan refraksi mata.
- c. Menyediakan akomodasi untuk penglihatan dekat.
- d. Penyerapan sinar ultraviolet yang berbahaya.

Materi lensa bersifat elastis tetapi secara bertahap kehilangan elastisitasnya seiring bertambahnya usia. Lensa bersifat avaskular dan memperoleh nutrisinya dari humor aqueous. (Hutauruk J., 2018)

## II.2. ANATOMI MAKULA

Makula merupakan bagian dari retina posterior. Batas makula secara histologis merupakan wilayah dengan 2 atau lebih lapisan sel ganglion dengan diameter 5.5 mm dan terletak antara diskus nervus optik dengan arkade vaskular temporal. Makula mengandung karotenoid oksigenasi yang terdiri dari *lutein* dan *zeaxanthin* yang menumpuk di dalam makula sentral dan menyebabkan warna kuning pada makula. Karotenoid memiliki kemampuan antioksidan yang berfungsi untuk menyaring sinar gelombang biru dan berguna mencegah terjadinya kerusakan. (Kanski, 2020; Jayasuganthi B, 2020)





Gambar 3. Anatomi makula juga disebut area sentralis atau kutub posterior. Fovea dan foveola anatomis terdapat di dalam pusat makula anatomis. Huruf menunjukkan batas: a = umbo; b = foveola; c = fovea; c sampai d = makula parafoveal; d sampai e = makula perifoveal; e = makula.

Fovea memiliki cekungan di daerah pusat yang disebut *foveola*, daerah dengan diameter 0,35 mm dan ketebalan 0.13 mm dan terdapat sel-sel kerucut yang ramping dan padat, dengan umbo yang terletak ditengahnya. Umbo merupakan daerah depresi dengan diameter 150-200  $\mu$ m. Sekitar fovea adalah cincin dengan lebar diameter 0,5 mm disebut *parafoveal*, dimana pada daerah ini lapisan sel ganglion, lapisan *inner nuclear*, dan lapisan *outer plexiform* (dikenal dengan sebutan “lapisan Henle”) yang paling tebal (Gambar 3). Sekitar zona ini terdapat cincin dengan lebar sekitar 1,5 mm disebut *perifoveal*. Sel-sel diarea makula ini harus normal agar menghasilkan fungsi *Stiles Crawford* (respon fotoreseptor cone) yang normal. (Kanski, 2020; Jayasuganthi B, 2020; Binder S, 2004)

### II.3. KATARAK

Katarak adalah kekeruhan dari lensa kristalina intraokular yang memfokuskan cahaya yang masuk ke mata menuju ke retina. Penyebab tersering dari gangguan penglihatan pada orang dewasa yang lebih tua adalah “*katarak terkait usia*”, yang patogenesisnya multifaktorial dan tidak mi. Ada 3 jenis utama katarak terkait usia: (1) nuklear, (2) kortikal, dan (3)

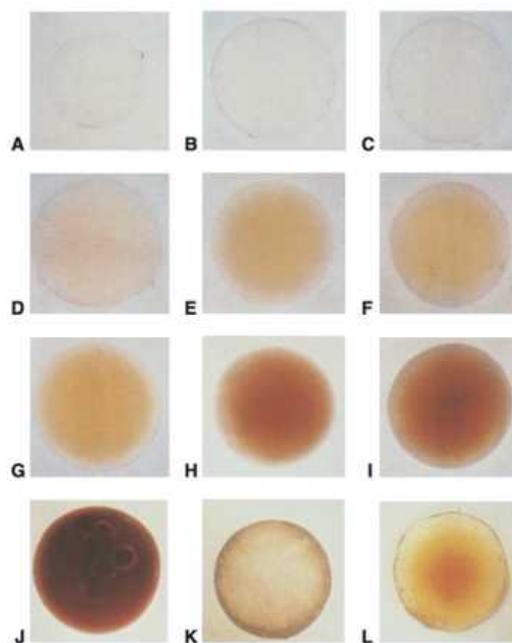


subkapsular posterior. Pada banyak pasien, terdapat lebih dari 1 jenis komponen katarak. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)

### 1) Katarak Nuklear

Beberapa derajat sklerosis nuklear dan menguningnya lensa merupakan hal yang normal pada pasien yang lebih tua dari 50 tahun. Secara umum, sklerosis nuklear hanya mengganggu fungsi visual secara minimal, setidaknya sampai kondisinya menjadi parah. Opasitas sentral lensa menyebabkan peningkatan jumlah hamburan cahaya, yang diamati oleh dokter mata sebagai nukleus lensa sentral berwarna kuning kecokelatan. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)

Katarak nuklear paling baik dievaluasi dengan menggunakan biomikroskop slit-lamp dengan penerangan off-axis melalui pupil yang lebar (Gambar 5).

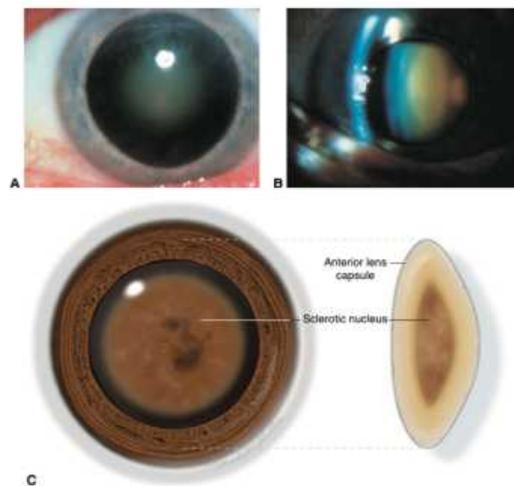


Gambar 4. Peningkatan warna kuning ke coklat pada lensa manusia dari (A) usia 6 bulan hingga (B) 8 tahun, (C) 12 tahun, (D) 25 tahun, (E) 47 tahun, (F) 60 tahun, (G) 70 tahun, (H) 82 tahun, dan (I) 91 tahun, (J) katarak nuklear Brown pada pasien berusia 70 tahun, (K) katarak kortikal pada pasien 68 tahun, (L) Katarak nuklear dan kortikal campuran pada pasien berusia 74 tahun.



Katarak nuklear bersifat progresif lambat. Biasanya bilateral tetapi mungkin asimetris. Katarak nuklear biasanya menyebabkan gangguan penglihatan jarak jauh yang lebih besar daripada penglihatan dekat. Pada tahap awal perkembangan katarak, pengerasan progresif nukleus lensa sering menyebabkan peningkatan indeks bias lensa dan pergeseran refraksi rabun (miopia lentikular). (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)

Pada mata hiperopia atau emetropic, pergeseran miopia memungkinkan individu untuk memiliki penglihatan jarak jauh atau dekat yang lebih baik tanpa menggunakan kacamata, suatu kondisi yang disebut sebagai "penglihatan kedua/*second sight*". Perubahan astigmatisme dan, dalam kasus yang jarang terjadi, pergeseran hiperopia dapat terjadi saat nukleus matang. Kadang-kadang, perubahan indeks bias antara nukleus sklerotik (atau kekeruhan lensa lainnya) dan korteks lensa dapat menyebabkan diplopia monokular. Lensa yang menguning atau kecoklatan karena pengendapan pigmen urokrom secara progresif menyebabkan pasien memiliki diskriminasi warna yang buruk, terutama pada ujung biru spektrum cahaya yang tampak. Dalam kasus bilateral, pasien sering tidak menyadari diskriminasi warna yang berubah. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)



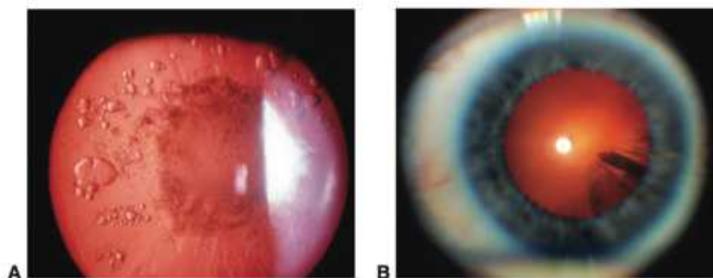
Gambar 5. A. Katarak nuklear dilihat dengan iluminasi difus, dan B. dengan *slit beam*, C. Skema katarak nuklear.



Disfungsi visual dalam cahaya rendah sering terjadi dengan katarak nuklear. Dalam kasus yang lebih lanjut, inti lensa menjadi semakin buram dan coklat dan disebut katarak nuklear brunescens. Pada pemeriksaan histologis, sulit untuk membedakan nukleus pada katarak nuklear dari nukleus lensa normal yang menua. Investigasi dengan mikroskop elektron telah mengidentifikasi peningkatan jumlah lingkaran membran pipih di beberapa katarak nuklear. Sejauh mana agregat protein atau modifikasi membran ini berkontribusi pada peningkatan hamburan cahaya katarak nuklear yang tidak jelas. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)

## 2) Katarak Kortikal

Berbeda dengan katarak nuklear, katarak kortikal berhubungan dengan gangguan lokal pada struktur sel serat lensa matur. Setelah integritas membran terganggu, metabolit esensial hilang dari sel yang terkena. Kehilangan ini menyebabkan oksidasi dan presipitasi protein yang ekstensif. Seperti katarak nuklear, katarak kortikal biasanya bilateral tetapi seringkali asimetris. Efeknya pada fungsi visual sangat bervariasi, tergantung pada lokasi opasitas relatif terhadap sumbu visual. Gejala umum katarak kortikal adalah silau dari sumber cahaya fokus yang intens, seperti lampu mobil. Diplopia monokular juga dapat terjadi. Katarak kortikal sangat bervariasi dalam tingkat perkembangannya; beberapa kekeruhan kortikal tetap tidak berubah untuk waktu yang lama, sementara yang lain berkembang pesat. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)



perkembangan awal katarak kortikal seperti yang terlihat pada slit lamp menggunakan  $\sqrt$ akuola di perifer katarak gabungan dengan plak PSC sentral. B. Jari-jari kortikal tipikal.

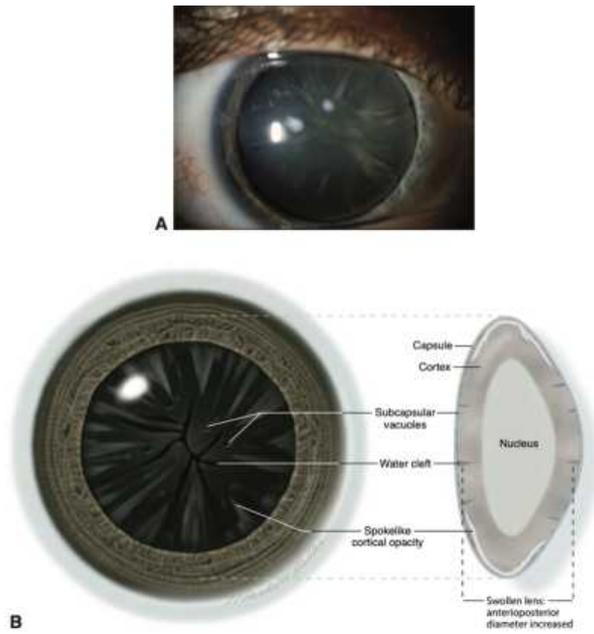


Pada pemeriksaan dengan biomikroskop slit-lamp, tanda pertama yang terlihat dari pembentukan katarak kortikal adalah vakuola (Gambar 6) dan celah air di korteks anterior atau posterior. Lamela kortikal dapat dipisahkan oleh cairan. Kekeruhan berbentuk baji (sering disebut jari-jari kortikal atau kekeruhan runcing) terbentuk di dekat pinggiran lensa, dengan ujung runcing dari kekeruhan berorientasi ke tengah (Gambar 7). Jari-jari kortikal muncul sebagai kekeruhan putih bila dilihat dengan biomikroskop slit-lamp dan sebagai bayangan gelap bila dilihat dengan retroiluminasi. Kekeruhan berbentuk baji dapat menyebar ke sel serat yang berdekatan dan sepanjang serat yang terkena, menyebabkan tingkat keburaman meningkat dan meluas ke arah sumbu visual. Ketika seluruh korteks, dari kapsul ke nukleus, menjadi putih dan buram, katarak dikatakan matur (Gambar 8). Pada opasitas matur, lensa menyerap air, menjadi bengkak dan membesar (disebut katarak kortikal intumescent); katarak tersebut dapat menyebabkan glaukoma sudut tertutup. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)

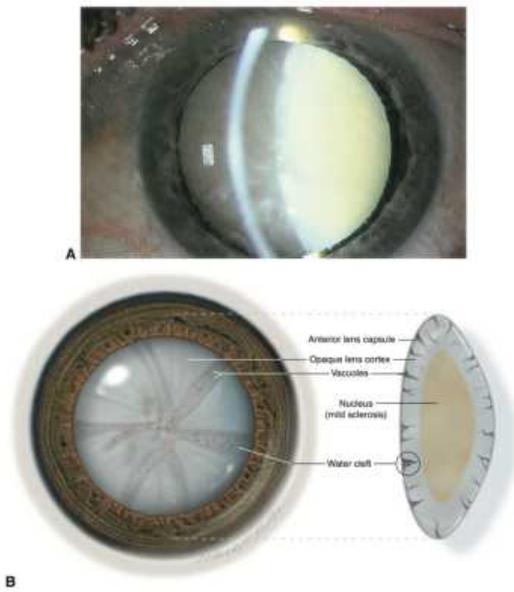
Ketika bahan kortikal yang mengalami degenerasi bocor melalui kapsul lensa, meninggalkan kapsul yang berkerut dan menyusut, katarak disebut sebagai hipermatur (Gambar 9). Ketika pencairan lebih lanjut dari korteks memungkinkan gerakan bebas dari inti dalam kantong kapsuler, katarak digambarkan sebagai morgagnian (Gambar 10). (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)

Pada pemeriksaan histologis, katarak kortikal ditandai dengan pembengkakan lokal dan gangguan sel serat lensa. Gumpalan bahan eosinofilik (butiran morgagnian) diamati dalam ruang seperti celah di antara serat lensa. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)



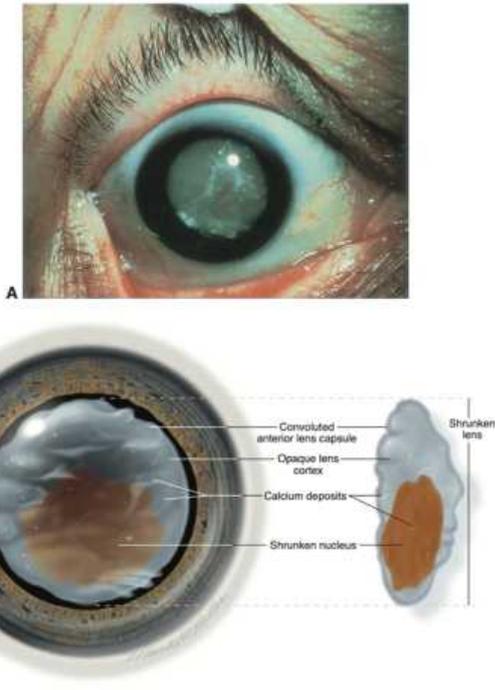


Gambar 7. katarak kortikal. A. Katarak kortikal dilihat dengan pandangan miring pada slit lamp, B. Skema katarak kortikal matur.

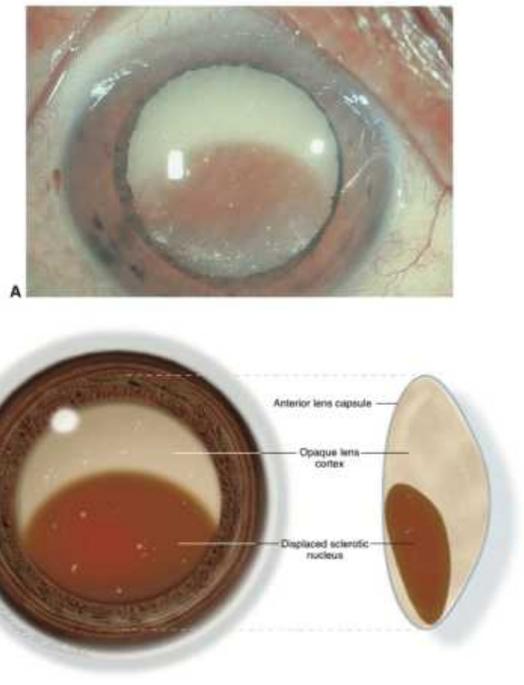


Gambar 8. katarak kortikal Matur. A. Katarak kortikal matur yang terlihat pada slit lamp, B. Skematik katarak kortikal matur.





Gambar 9. katarak kortikal hiper matur. A. Katarak kortikal matur yang terlihat pada slit lamp. B, Skematik katarak kortikal matur.



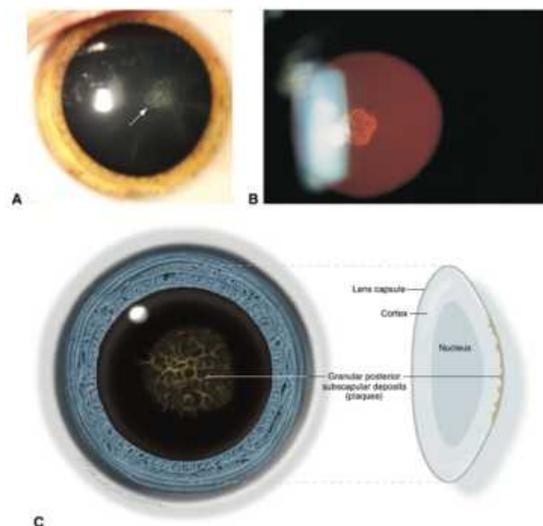
Gambar 10. Katarak Morgagni. A. Foto klinis katarak morgagnian. B. Skema katarak morgagnian.



### 3) Katarak Subkapsul Posterior

Pasien yang datang dengan katarak subkapsular posterior (PSC) seringkali lebih muda daripada mereka yang datang dengan katarak nuklear atau kortikal. PSC terletak di lapisan kortikal posterior dan signifikan secara visual hanya ketika melewati batas sumbu visual (Gambar 11). Indikasi pertama pembentukan PSC adalah kilau warna-warni halus di lapisan kortikal posterior, yang terlihat dengan slit lamp. Pada tahap selanjutnya, berkembang kekeruhan granular dan kekeruhan seperti plak di korteks subkapsular posterior. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)

Pasien dengan PSC sering melaporkan gejala silau dan penglihatan yang buruk di bawah kondisi cahaya terang, karena PSC sentral mengaburkan lebih banyak bukaan pupil saat miosis diinduksi oleh cahaya terang, akomodasi, atau miotik. Penglihatan dekat cenderung berkurang lebih banyak daripada penglihatan jarak jauh pada pasien ini. Beberapa pasien mengalami diploopia monokular. Deteksi slit-lamp dari PSC paling baik dilakukan melalui pupil yang melebar. Retroiluminasi juga dapat membantu. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)



ambar 11. katarak subkapsular posterior. A. Foto klinis, B. dilihat dengan iluminasi tidak langsung, C. Skema PSC.



Meskipun PSC biasanya terkait dengan bertambahnya usia, PSC juga dapat terjadi setelah trauma pada mata; riwayat penggunaan kortikosteroid sistemik, topikal, inhalasi, atau intraokular; peradangan; paparan radiasi pengion dan beberapa obat seperti tamoxifen; dan penyalahgunaan alkohol yang berkepanjangan. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)

Pada pemeriksaan histologis, PSC berhubungan dengan migrasi posterior sel epitel lensa dari ekuator lensa ke sumbu visual pada permukaan bagian dalam posterior kapsul. Selama migrasi mereka ke atau setelah kedatangan mereka di sumbu posterior, sel-sel mengalami pembesaran yang menyimpang. Sel-sel bengkak ini disebut sel Wedl (atau kantung kemih). (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)

## II. 4. TAJAM PENGLIHATAN

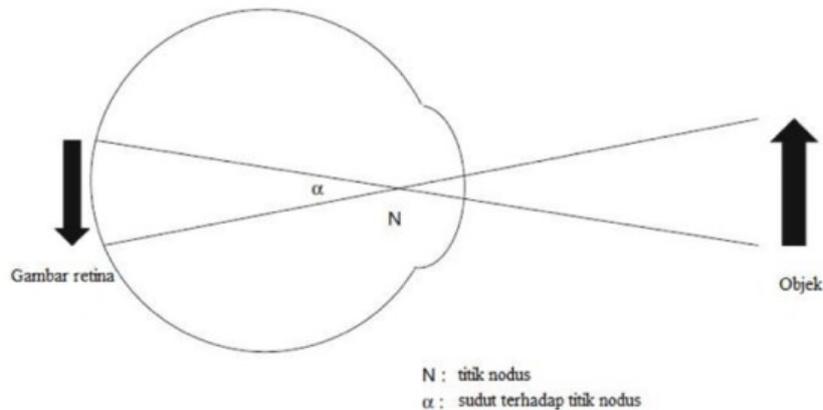
Tajam penglihatan atau visus adalah suatu kemampuan mata atau daya refraksi mata untuk melihat suatu objek sekecil mungkin dalam keadaan tanpa akomodasi. Tajam penglihatan normal adalah kemampuan mata atau daya refraksi mata untuk membedakan dua titik secara terpisah dengan membentuk sudut satu menit pada jarak enam meter. (Ilyas HS, 2014)

Tajam penglihatan ini mengukur kemampuan mata untuk dapat membedakan dua stimulus visual yang terpisahkan oleh suatu ruang. Hubungan antara besar stimulus yang diberikan dengan bagaimana reaksi mata terhadap stimulus tersebut dapat digambarkan dengan baik melalui tajam penglihatan. Semakin baik tajam penglihatan seseorang, maka semakin rendah ambang batas mata seseorang untuk dapat mendeteksi stimulus yang diberikan tersebut. (Skalicky SE, 2016)

Tajam penglihatan digunakan sebagai parameter kemampuan mata seseorang untuk stimulus visual yang terpisahkan oleh suatu ruang. Pemeriksaan tajam



penglihatan dilakukan berdasarkan berapa besar ukuran stimulus yang berasal dari sudut objek yang jatuh di titik nodus mata (Gambar 12). Sudut visual terkecil yang dapat dilihat oleh mata ini disebut sebagai minimum angle of resolution (MAR). Sudut ini ditentukan oleh kepadatan jumlah fotoreseptor di fovea. (Skalicky SE, 2016; Leonard AL, 2011; Benjamin WJ., 2006)



Gambar 12. Titik Nodus Mata.

## II. 5. PEMERIKSAAN KLINIS TAJAM PENGLIHATAN

### 1) *Snellen Chart*

Pada tahun 1862, *Snellen* yang merupakan dokter mata di Belanda adalah orang pertama yang merancang bagan mata yang sudah dikenal berdasarkan temuan bahwa kebanyakan emetrop memiliki sudut visual ambang 1 *minutes of arc* untuk objek hitam dengan latar belakang putih. Dia menggunakan huruf balok hitam untuk membentuk bagan yang telah menjadi dasar untuk uji klinis umum ketajaman visual. Tes ini membutuhkan identifikasi huruf-huruf alfabet, yang detailnya membentuk sudut tertentu pada jarak tertentu. (Katz Milton & Kruger Philip B., 2006)

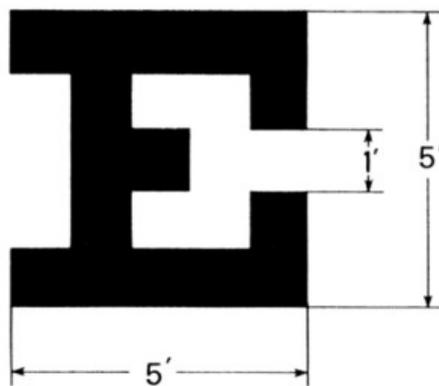
Proses mengidentifikasi huruf diperumit oleh pengalaman, keakraban, dan faktor psikologis yang memungkinkan beberapa interpretasi kabur yang mungkin menjadi ciri khas bentuk huruf.

*Snellen* adalah tes ketajaman minimum yang dapat dipisahkan, itu tidak sejelas,



misalnya, seperti menyelesaikan dua titik. Namun demikian, ini adalah tes ketajaman yang disukai secara klinis. (Katz Milton & Kruger Philip B., 2006)

Bentuk huruf Snellen yang sesuai dengan sudut visual 1 menit diilustrasikan pada gambar 13. Huruf E menggantikan  $5 \times 5$  minutes of arc. Setiap batang huruf memiliki lebar 1 minutes of arc. Ketika huruf seperti itu dibaca pada jarak 20 kaki, ketajaman visual disebut 20/20. Ini adalah pecahan Snellen, dan didefinisikan sebagai:



$$\text{Visual acuity} = \frac{\text{Distance at which the letter is read}}{\text{Distance at which it normally should be read}}$$

Gambar 13. Snellen E: Contoh target tes tipe terbaca minimum.

Jadi, ketajaman visual 20/20 maksudnya subjek dapat membaca huruf pada jarak 20 kaki yang dirancang untuk dibaca pada jarak 20 kaki. Peringkat 20/40 berarti bahwa huruf yang biasanya harus dibaca pada jarak 40 kaki harus dibawa ke dalam jarak 20 kaki sebelum dikenali.

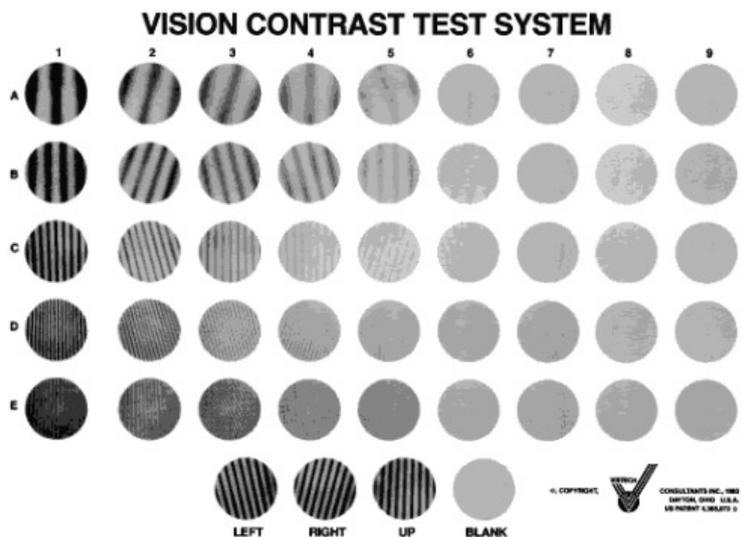
Peringkat normal 20/20 sesuai dengan sudut visual 1 minutes of arc untuk celah terkecil dalam huruf itu; ketajaman visual adalah kebalikan dari sudut ini. Sudut penglihatan untuk 20/40 ketajaman visual adalah 2 minutes of arc, dan ketajaman visual adalah  $20 \div 40 = 0,5$ , yang disebut ketajaman desimal. (Katz Milton & Kruger Philip B., 2006)



Grafik uji Snellen mencakup berbagai ketajaman visual dari 20/400 hingga 20/10. Ini sesuai dengan ketajaman visual desimal 0,05 hingga 2. Grafik biasanya dirancang untuk digunakan pada jarak 20 kaki. Jika grafik untuk penglihatan dekat diperlukan, garis yang sesuai dengan 20/20 akan berisi huruf yang menunjukkan 5 menit, misalnya 16 inci, dan huruf akan memiliki detail 1 menit. (Katz Milton & Kruger Philip B., 2006)

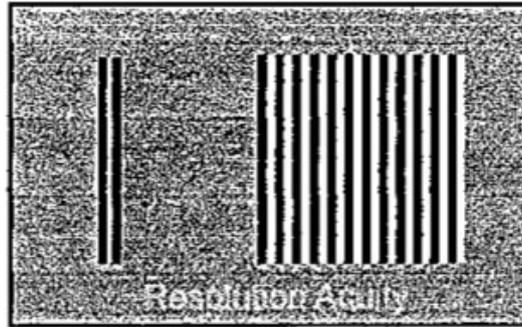
2) **Grating acuity (Tajam penglihatan kisi-kisi)**

Merupakan salah satu pemeriksaan minimum separable (*resolution acuity*) yang dikenal sebagai kemampuan untuk mendeteksi jarak 2 objek. Kemampuan ini dipengaruhi oleh kontras objek dan densitas fotoreseptor di fovea. Ditunjukkan bahwa ketika puncak pusat dari satu pola ditumpangkan pada cincin gelap pertama dari pola lainnya, dua sumber terselesaikan. Sudut antara sumber untuk pupil 3 mm berdasarkan batas Rayleigh,  $\theta = 1,22 \lambda/d = 0,78$  minutes of arc = 0,000225 radian. (Katz Milton & Kruger Philip B., 2006)



Gambar 14. Kisi-kisi yang terdiri dari Sistem Uji Kontras Penglihatan.





Gambar 15. Resolution acuity.

Gambar 15 menunjukkan pemeriksaan *resolution acuity*. Gambar disebelah kiri menunjukkan pemeriksaan dengan cara mendeteksi jarak antara dua garis. Jarak tersebut dibuat semakin lama semakin dekat sampai dua garis tersebut tampak seperti satu garis. Gambar sebelah kanan adalah gambaran garis / pita hitam putih yang dapat diatur ketebalannya sampai dengan hanya tampak gambaran abu-abu yang homogen, pemeriksaan ini disebut *grating acuity*. Grating didefinisikan sebagai frekuensi (*spatial frequency*) yaitu jumlah pita hitam-putih per satuan Panjang (cm, cycle per cm: cpcm) atau derajat sudut penglihatan (cycle per degree: cpd). (Wildan, 2012)

## II. 6. RETINOMETER

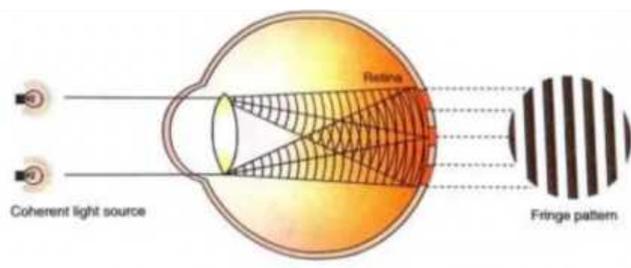
Retinometer pertama adalah slit lamp attachment yang memproyeksikan grafik Snellen mini ke dalam mata. Retinometer awal ini tidak ditemukan efektif untuk memperkirakan ketajaman penglihatan pasca operasi. Instrumen kuantitatif ini kemudian berkembang untuk mengetahui potensi ketajaman penglihatan pada mata yang mengalami kekeruhan media refrakta. (Mimouni, dkk, 2017)

Retinometer merupakan salah satu jenis pemeriksaan Interferometri atau metode s, yang bersamaan dengan *pinhole aperture* dan *potential acuity meter* yang



dapat memeriksa tajam penglihatan secara langsung ke makula, sehingga termasuk dalam pemeriksaan tajam penglihatan *non wall projection charts*. Retinometri ini menggunakan prinsip interferensi fringe untuk menilai tajam penglihatan pasien melalui lensa yang keruh. Pada retinometer, sebuah sumber cahaya dipecah menjadi dua sinar yang kemudian masuk ke daerah lensa yang paling tidak keruh sehingga kisi-kisi interferensi terbentuk di retina. Kisi dapat memiliki orientasi meridian vertikal, horizontal atau miring. Frekuensi spasial dapat bervariasi sesuai dengan ketajaman penglihatan mulai dari 6/120 (20/400) hingga 6/6 (20/20). Oleh karena itu, ketajaman penglihatan pasien setelah operasi katarak dapat diprediksi dengan alat ini. (Mimouni, dkk, 2021 dan Wildan, 2012)

Pemeriksaan ini memproyeksikan sinar yang koheren melalui dua lubang kecil dari sistem optik mata. Dua sinar tersebut membentuk gambaran interference frings di retina (kisi-kisi). Jarak antara 2 pita tersebut dapat diatur sesuai dengan jarak kedua sinar. Semakin lebar jarak kedua sinar semakin tipis jarak antar pita. Hasil dari pemeriksaan ini adalah tajam penglihatan kisi-kisi (grating visual acuity) dengan notasi snellen acuity. (Sage, 2012)



Gambar 16. Pola *fringe* pada retina di belakang katarak atau opasitas media.

Hasil pemeriksaan retinometri sangat bergantung pada fungsi retina dan tidak begitu banyak pada media refraksi karena pola cahaya pada retina tidak terbentuk melalui pencitraan. Interferensi



umber cahaya bertemu dan muncul sebagai gelombang yang bergerak ketika

makula masih berfungsi. Efek ini terjadi meskipun ada katarak ataupun kelainan refraksi. (Art Febrina, dkk, 2018)

Ada tiga kemungkinan hasil tes dari pemeriksaan ini:

1. Tes ketajaman visual gangguan sama dengan ketajaman visual pasca operasi Snellen (hasil akurat).
2. Tes ketajaman visual interferensi lebih baik daripada ketajaman visual Snellen pasca operasi (positif palsu).
3. Tes ketajaman visual gangguan lebih buruk daripada ketajaman visual Snellen pasca operasi (negatif palsu).

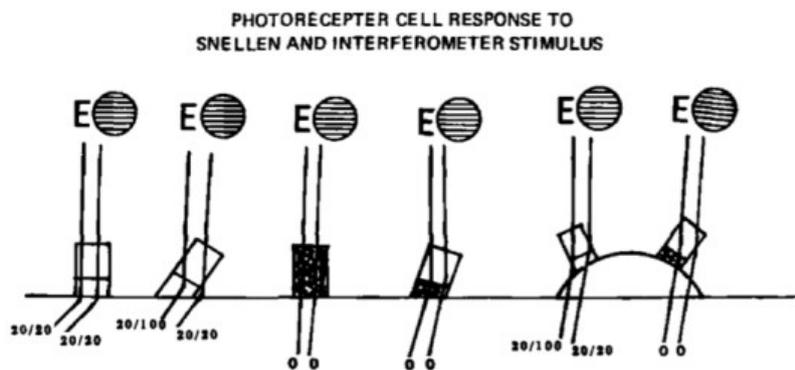
Biasanya, sel-sel reseptor retina sejajar dengan titik kira-kira di tengah pupil. Situasi ini menghasilkan hasil tes Stiles-Crawford yang normal. Namun, ketika sel reseptor retina yang bertindak sebagai pipa cahaya dimiringkan tetapi dapat bertahan, ini akan memberikan respon yang berbeda. Mereka berespon lebih baik terhadap interferensi pengujian ketajaman visual daripada pengujian ketajaman visual Snellen. Namun, jika segmen luar lapisan retina berdegenerasi atau jika sel mati, tidak akan ada respons. Tetapi dalam keadaan normal, kedua respons itu sama (Gambar 17). (Faulkner, 2011)

Sel reseptor retina yang miring menghasilkan fungsi Stiles-Crawford yang abnormal, dan mata dengan sel retina yang miring memberikan penurunan ketajaman visual Snellen. Pasien dengan fungsi Stiles-Crawford yang abnormal (sel fotoreseptor retina miring) memiliki ketajaman visual interferensi yang lebih baik daripada ketajaman visual Snellen. Banyak kondisi klinis yang

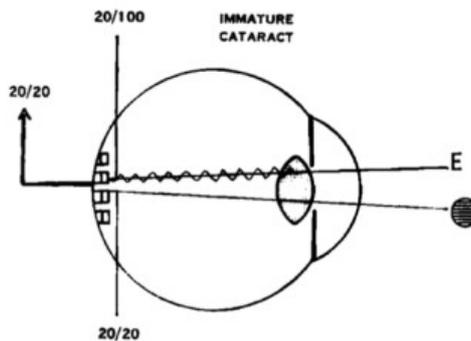


menghasilkan hasil positif palsu termasuk sel reseptor retina yang miring (Gambar 18a dan 18b). (Faulkner, 2011)

Faulkner, 2011 dari hasil penelitiannya didapatkan prediksi yang akurat dari laser interferometri pre operasi dan ketajaman visual snellen setelah operasi pada 2 kelompok pasien yaitu katarak imatur dengan makula normal, dan katarak imatur dengan degenerasi makula terkait usia. (Faulkner, 2011)

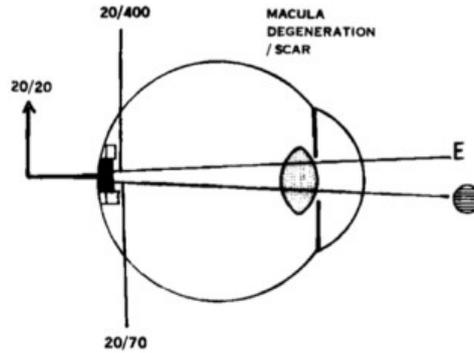


Gambar 17. Kemungkinan respons yang berbeda dari sel fotoreseptor terhadap pengujian ketajaman visual Snellen dan pengujian ketajaman visual interferensi dengan interferometer. Kiri ke kanan, sel normal, sel miring, sel nonviable, sel dengan segmen luar terdegenerasi, sel normal dengan cairan subretina di bawahnya, dan sel dengan segmen luar degenerasi dengan cairan subretina di bawahnya.

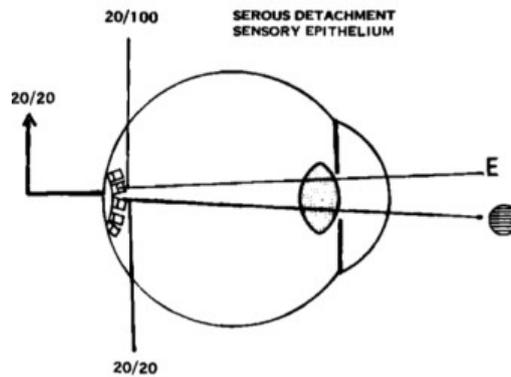


Gambar 18a. Pengujian ketajaman visual Snellen dan pengujian ketajaman visual interferometer laser melalui katarak imatur dengan makula normal.





Gambar 18b. Pengujian ketajaman visual Snellen dan pengujian ketajaman visual interferometer laser pada mata dengan katarak immatur dan degenerasi makula atau scar.



Gambar 18c. Respon sel reseptor retina terdistorsi oleh cairan subretina yang mendasarinya terhadap pengujian ketajaman visual Snellen dan pengujian ketajaman visual interferometer laser.

Hasil tes ketajaman visual interferensi positif palsu juga terjadi pada pasien yang memiliki ablasio retina dengan keterlibatan makula, dan menjalani operasi yang sukses selama beberapa minggu pertama pasca operasi. Pada pemeriksaan histologis, sel reseptor retina tampak miring pada pelepasan serosa dari epitel sensorik makula. Karena gambaran kasar dari elevasi makula pada titik di atas cairan, masuk akal untuk mengasumsikan bahwa sel-sel ini mengalami disorientasi dan miring ke berbagai arah. Situasi ini dapat menjelaskan hasil positif palsu yang ditemukan pada pasien dengan cairan pada lapisan subretinal yang biasanya berasal dari membrane



neovascular subretinal, dibawah makula (gambar 18c). Hasil negatif palsu biasa terjadi pada pasien katarak matur dan pengujian tanpa dilatasi pupil. (Faulkner, 2011)

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh *Faulkner wade* (2011), pada pasien dengan katarak imatur dengan keadaan makula yang normal dan tidak normal. Pada 60 pasien dengan makula normal didapatkan ketajaman visual Snellen pascaoperasi yang akurat dan dapat diprediksi dalam satu baris pada 53 pasien dan dua baris pada 7 pasien lainnya dan pada pasien dengan makula yang tidak normal seperti pasien dengan serous detachment, edema makula cystoid, amblyopia, makular hole, dan ablasio retina pasca operasi ini didapatkan hasil yang positif palsu. (Faulkner Wade, 2011)

### II. 6. 1. Heine Lambda 100 Retinometer

Retinometer Heine Lambda 100 (HEINE Optotechnik GmbH & Co, retinometer, Dornierstr, Glinching, Jerman) adalah perangkat genggam portabel yang terdiri dari pegangan yang dapat dicharger dan lampu celah, yang menggunakan lampu xenon merah yang menembus opasitas katarak dan menyebabkan stimulasi langsung pada makula untuk memberikan perkiraan *best corrected visual acuity* (BCVA). Gambar garis merah dan hitam yang sesuai dengan bagan snellen, yang dapat berubah posisi sebesar 45 derajat, diproyeksikan. Semakin tipis garis yang dapat dilihat pasien, semakin baik ketajaman penglihatan pasca operasi yang dapat dicapai. Sebuah penelitian di Israel mengevaluasi retinometer ini pada 374 mata yang menjalani operasi katarak. Retinometer menunjukkan estimasi yang akurat (pasca operasi BCVA dalam 2 baris estimasi retinometer) pada 60% pasien, 27% memberikan hasil underestimasi (BCVA pasca operasi > 2 baris lebih besar dari estimasi retinometer), dan 12% memberikan hasil overestimasi (pasca operasi BCVA > 2 baris si retinometer). Temuan ini menunjukkan bahwa retinometer akurat untuk



sebagian besar kasus dan cenderung memberikan nilai dibawah prediksi daripada diatas prediksi. Dalam penelitian yang sama ini, tingkat katarak (berdasarkan warna dan opasitas) tidak mempengaruhi kemampuan prediksi retinometer. (Mimouni, M. dkk, 2017)

Salah satu alat retinometri yang digunakan dalam aplikasi klinik yang ada di Instalasi kesehatan kota Makassar yaitu Lambda 100 (Heine) yang merupakan perangkat genggam portabel yang bertujuan untuk menembus kekeruhan lensa katarak melalui proyeksi cahaya xenon yang terfokus tajam ke makula untuk memperkirakan potensi ketajaman penglihatan. Lampu xenon merah diproyeksikan dalam bentuk garis paralel dengan kontras tinggi dan tepi yang jelas, dengan frekuensi spasial yang berbeda. (Colombo-Barboza GN, 2010)

Berikut ini adalah tata cara pemeriksaan retinometri menggunakan retinometer Heine Lambda 100:

1. Jelaskan tujuan dan prosedur pemeriksaan.
2. Posisikan subjek duduk di depan pemeriksa.
3. Nyalakan Retinometer, atur derajat kelainan refraksi sesuai hasil pemeriksaan sebelumnya, pilih ketajaman, sudut *grating*, kurangi pencahayaan di sekitar.
4. Posisikan Retinometer di dahi subjek. Cari pupil dengan titik cahaya merah untuk menemukan “*window*” supaya subjek dapat melihat *grating pattern* dan mengidentifikasi kemiringannya (gambar 21).
5. Ubah *grating pattern* menjadi semakin halus dan ubah juga kemiringannya secara bertahap. Selalu minta subjek untuk mengidentifikasi sudutnya.
6. Lakukan hingga subjek tidak bisa mengidentifikasi kemiringan itu lagi. *Grating* terakhir yang dapat ditentukan derajat kemiringannya oleh subjek penelitian adalah visus

(Heine Lambda, 2020)





Gambar 19. Pemeriksaan Retinometri

Keunggulan dari retinometer adalah:

1. Sederhana, mudah digunakan.
2. Tidak menggunakan kabel, sehingga mobilitas maksimal.
3. Ringan (100g), dapat digunakan kapan saja.
4. Menggunakan teknologi xenon halogen dan terdapat tingkatan intensitas cahaya, sehingga nyaman digunakan pasien.
5. Pemeriksaan cepat, kurang dari 2 menit.
6. Membantu dalam perencanaan operasi, terutama pada pasien yang juga menderita kondisi lain yang mempengaruhi penglihatan mereka, yaitu hampir sepertiga dari semua pasien katarak.

Retinometri menggunakan prinsip pemeriksaan *grating acuity*, yaitu merupakan salah satu pemeriksaan *minimum separable*, obyek yang diproyeksikan adalah gambaran *grating dark and light* di retina, dan diperlukan 2 area kecil di pupil yang dilalui oleh 2 obyek, yang kemudian keduanya saling tumpang tindih sehingga terbentuk bayangan *grating dark and light* di retina. Pola dari ketajaman *grating* pada retinometer berupa garis-garis hitam dan merah (gambar 22). (Wildan





Gambar 20. Contoh pola *grating* pada retinometer.

Tabel 1. Interpretasi Retinometri Lambda.

VISUS RETINOMETRI	
0.06	20/300
0.12	20/150
0.32	20/60
0.50	20/40
0.63	20/30
0.80	20/25

Pada penelitian yang dilakukan oleh *Wildan* terhadap pasien katarak yang dilakukan pemeriksaan retinometer sebelum operasi dalam keadaan pupil yang dilatasi dan tidak dilatasi, didapatkan hasil 100% akurat dengan hasil retinometer pasca bedah pada pasien dengan pupil yang lebar saat pemeriksaan retinometer pada katarak senil imatur. Didapatkan hasil retinometri pra bedah pupil yang lebar sama dengan hasil retinometri pasca bedah 100%. Dan didapatkan semakin tinggi derajat katarak, semakin rendah akurasi retinometri yang didapatkan. (Wildan A., 2012)

Mata dengan hasil BCVA pasca operasi lebih dari 2 garis di atas pengukuran retinometri Lambda dikategorikan sebagai underestimasi, sedangkan mata dengan BCVA pasca operasi lebih dari 2 garis di bawah Lambda dikategorikan sebagai overestimasi. Semua yang lain dikategorikan sebagai perkiraan yang akurat (BCVA pascaoperasi dalam 2 baris pengukuran Lambda).



GN, 2010)

Utami Dera dkk, tahun 2017 melaporkan dalam penelitiannya, skala retinometri 0,8 merupakan nilai yang tersering ditemukan pada pasien dengan BCVA 1,0 (56,8 %). Dan terdapat satu mata dengan skala retinometri 0,32 dapat mencapai BCVA 1,0, pasien tersebut masuk kedalam kategori myopia berat (S-12,5D/ C-0,75 D x 17°). (Utami dera dkk, 2017)

Dalam penelitian Ari Suryathi (2020), dikatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara retinometri sebelum dan sesudah operasi katarak. Dan tidak ada perbedaan bermakna antara retinometri pasca operasi katarak dengan BCVA. Dan tidak terdapat hubungan yang bermakna antara perbedaan retinometri pascaoperasi dengan jenis katarak pasien. Penelitian ini juga menunjukkan perbedaan antara retinometri pasca dan pra operasi katarak dengan grading katarak (Buratto) yang berkorelasi positif, yang dimana semakin tinggi derajat katarak (Buratto V), maka semakin tinggi perbedaan retinometri sebelum dan sesudah operasi katarak. (Suryathi Ari dkk, 2020)

Mimouni M. (2017), Hasil pemeriksaan Retinometri Lambda yang akurat (dalam 2 garis Snellen) memperkirakan hasil BCVA pasca operasi pada 60% kasus dengan total pasien 374. Keakuratan prediksi secara signifikan lebih baik pada katarak sedang bila dibandingkan dengan katarak lanjut. (Mimouni Michael dkk, 2017)

Colombo Barboza melakukan penelitian dengan membagi kelompok sampel sesuai dengan jenis kekeruhan media refrakta seperti opasitas nuklear (N+1 (N=40), N+2 (N=32), N+3 (N=15)) dan morfologi katarak (nuklear dengan subkapsul anterior (N=14), nuklear dengan subkapsul posterior (N=9), dan subkapsul posterior (N=7)). Pasien dikelompokkan dan dilakukan pemeriksaan ketajaman penglihatan dengan koreksi terbaik dengan snellen sebelum operasi, dilakukan pemeriksaan retinometer sebelum operasi dan dilakukan pemeriksaan koreksi

dan setelah operasi, data yang diambil adalah data kontrol setelah 3 bulan



operasi. Hasil ketajaman penglihatan yang didapatkan setelah operasi rata rata 1 atau 2 baris lebih baik dari nilai retinometer (under prediksi) kecuali pada kelompok katarak nuklear dengan subkapsul posterior (N=9) hasil prediksi alat retinometer sama dengan ketajaman penglihatan setelah operasi. (Colombo-Barboza GN, dkk, 2010)

Adapun pada studi yang dilakukan oleh *Bamahfouz Ashjan*, dkk di Arab memiliki tingkat akurasi terendah dibandingkan studi lain, hasil akurasinya dirata-ratakan pada semua jenis katarak yang dimana tidak hanya katarak saja namun ada komordibitas okular lainnya. Pengelompokkan sampelnya sesuai dengan jenis kekeruhan media refrakta seperti opasitas nuklear (ringan (N=8), sedang (N=111), berat (N=43)) dan morfologi katarak (nuklear (N=27), subkapsul posterior (N=21), nuklear dan subkapsul posterior (N=44), dan didapatkan hasil ketajaman penglihatan setelah operasi yang jauh lebih bagus dibandingkan hasil dari nilai prediksi seperti pada pasien katarak ringan dengan hasil retinometri 20/60 memiliki hasil BCVA setelah operasi 20/30, pada pasien katarak sedang dengan hasil retinometri 20/200 memiliki hasil BCVA setelah operasi 20/30, pada pasien katarak berat dengan hasil retinometri <3/60 memiliki hasil BCVA setelah operasi 20/32, pada pasien dengan katarak nuklear dengan hasil retinometri 20/60 memiliki hasil BCVA setelah operasi 20/30, pada pasien dengan katarak subkapsul posterior dengan hasil retinometri 20/60 memiliki hasil BCVA setelah operasi 20/25, dan pada pasien dengan katarak nuklear dan subkapsul posterior 20/60 nilai retinometri sebelum operasi dan 20/30 nilai BCVA setelah operasi. (Bamahfouz, A.Y. dkk, 2015)

*Paez ivan*, dkk dalam penelitian terbaru (2022), mengatakan akurasi retinometer bervariasi sesuai dengan tingkat katarak. Hasil akurat mendukung penggunaan retinometer sebelum operasi pada kasus katarak ringan dan sedang sebagai alat yang berguna untuk menginformasikan pasien isualnya setelah operasi. Dari 64 pasien yang dilakukan penelitian, tidak ada



hasil yang menunjukkan BCVA post operasi katarak dibawah dari prediksi, 43,8% memberikan hasil yang sesuai dan 56,2% memberikan hasil BCVA yang lebih baik dari pada prediksi alat retinometri. (Paez Ivan, dkk, 2022)

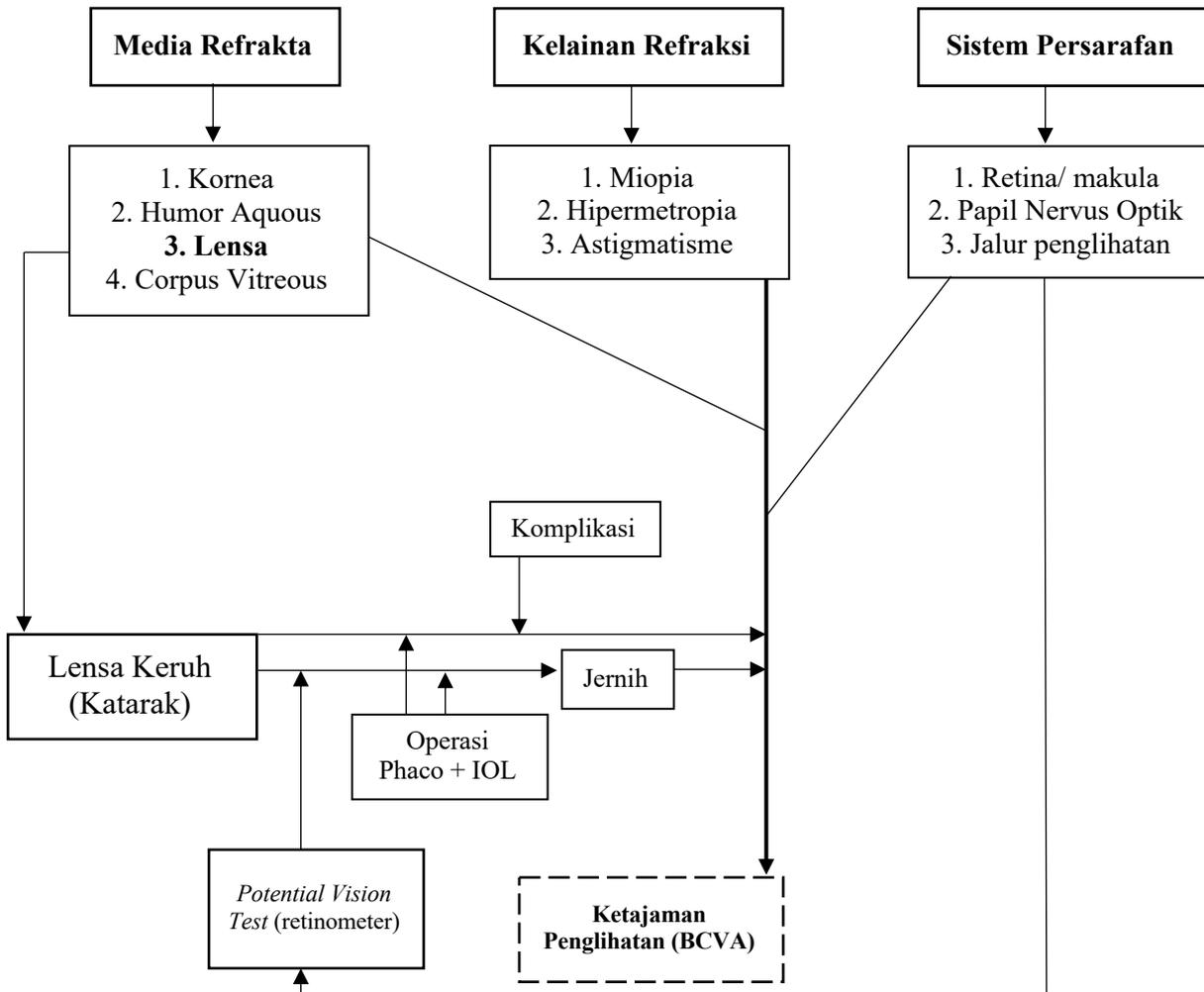
## II. 7. HAL-HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN PASCA OPERASI

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan pasca operasi yaitu keadaan media refrakta pada siltlamp, seperti edema kornea, sisa fragmen lensa, dislokasi lensa intraokular, *toxic anterior segment syndrome* (TASS), bilik mata depan dangkal, hifema, endoftalmitis, ablasio retina, *cystoid makular edema* (CME), peningkatan tekanan intraokular. Keadaan seperti diatas biasanya membutuhkan terapi tambahan khusus, bahkan ada yang perlu segera dilakukan tindakan tambahan. Reaksi inflamasi biasanya berkurang setelah 2 minggu pasca operasi. Status refraksi akan mulai stabil pada minggu ke-4.

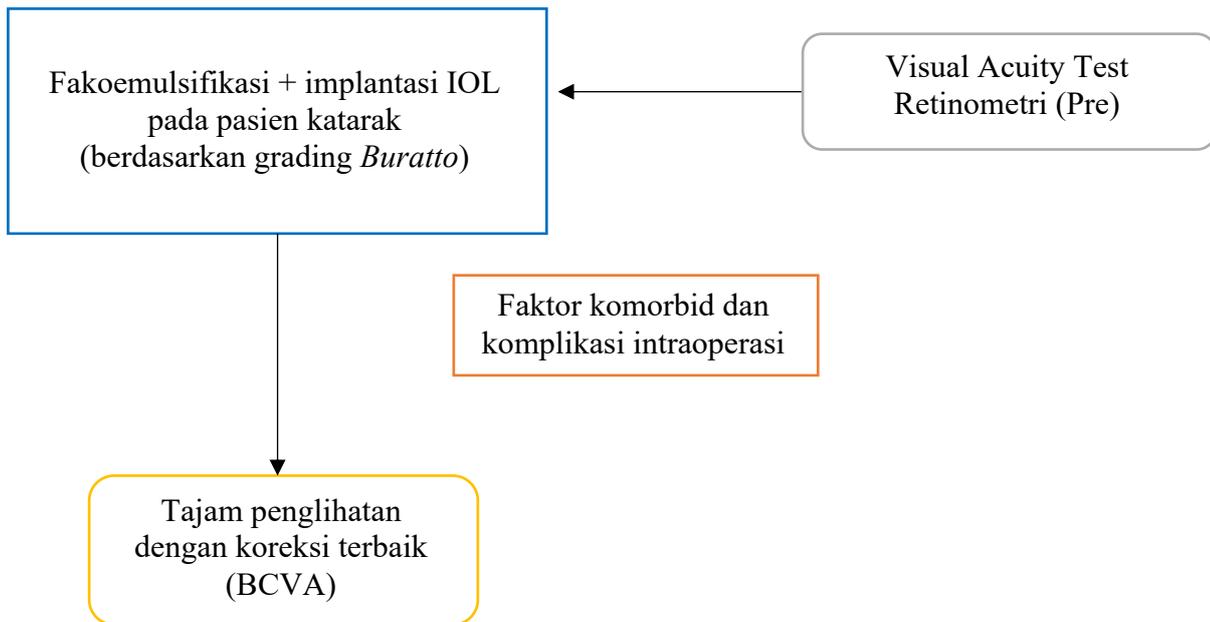
Pemeriksaan secara periodic pasca operasi katarak sangat penting untuk mendeteksi komplikasi operasi yang terjadi. Komplikasi-komplikasi operasi yang dapat menyebabkan penurunan tajam penglihatan pasca bedah antara lain, edema kornea, *cystoid makular edema* (CME), ablasio retina, *posterior capsule opacification* (PCO), dan lain-lain. (AAO *Lens and Cataract*, 2022-2023)



## II. 8. KERANGKA TEORI



## II. 9. KERANGKA KONSEP



Variabel Bebas



Variabel Antara



Variabel Tergantung



Variabel Perancu

