

PERBEDAAN HASIL RETINOMETRI PRABEDAH dengan
PASCA BEDAH KATARAK pada PENDERITA
KATARAK SENILIS

Laporan penelitian
Diajukan guna melengkapi persyaratan
dalam rangka mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis Mata



oleh :
Arief Wildan

Bagian Ilmu Penyakit Mata
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro / RSUP Dr. Kariadi
Semarang
2004

LAPORAN PENELITIAN


Judul penelitian : "Perbedaan Hasil Retinometri Prabedah dengan Pasca Bedah Katarak pada Penderita Katarak Senilis"
Nama Peneliti : dr. Arief Wildan
Bagian : Ilmu Penyakit Mata Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Pembimbing : Prof. dr. H. Wilardjo, SpM(K)
dr. Hj. Norma D. Handojo, SpM(K)
Tempat Penelitian : RSUP Dr. Kariadi Semarang dan RS. William Booth Semarang
Lama Penelitian : 10 (sepuluh) bulan

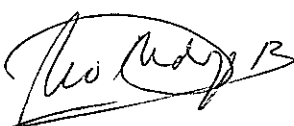
Semarang, Juli 2004

Peneliti

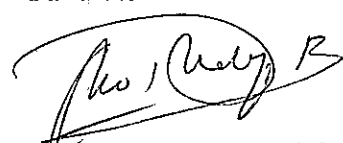

dr. Arief Wildan

Menyetujui,
Pembimbing


Prof. dr. H. Wilardjo, SpM(K)
NIP. 130 237 472

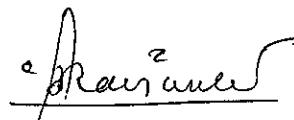

dr. Hj. Norma D. Handojo, SpM(K)
NIP. 130 675 158

Ketua Bagian Ilmu Penyakit Mata
Fakultas Kedokteran UNDIP


dr. Hj. Norma D. Handojo, SpM(K)
NIP. 130 675 158



Ketua Program Studi PPDS I I.P. Mata
Fakultas Kedokteran UNDIP


dr. Pramanawati, SpM
NIP. 130 529 420

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena dengan ijin dan ridonya saya dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “**Perbedaan Hasil Retinometri Prabedah dengan Pasca Bedah Katarak pada Penderita Katarak Senilis**” yang dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh Program Pendidikan Dokter Spesialis I Ilmu Penyakit Mata.

Pada kesempatan ini dengan tulus saya ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada guru-guru saya yang telah memberikan arahan, bimbingan dan suri tauladan selama masa pendidikan. Juga rasa terima kasih kepada keluarga dan berbagai pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan pendidikan spesialis ini, yaitu :

1. **Prof. Dr. H. Wilardjo, SpM(K)**, Guru Besar Ilmu Penyakit Mata FK UNDIP dan selaku pembimbing penelitian.
2. **Dr. Hj. Norma D. Handojo, SpM(K)**, Ketua Bagian / SMF Ilmu Penyakit Mata FK UNDIP / RS Dr. Kariadi dan selaku pembimbing penelitian.
3. **Dr. Pramanawati, SpM**, dan **Dr. Sri Inakawati, SpM**, Ketua dan Sekretaris Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis I Ilmu Penyakit Mata FK UNDIP.
4. **Dr. Suwido Magnadi Widagdo, SpM** selaku Bapak asuh yang selalu mendorong dalam menyelesaikan pendidikan.
5. **Dr. Hj. P.A. Dewi Sarjadi, SpM**, **Dr. Siti Sundari Sutedja, SpM**, **Dr. H. Winarto, SpM(K)**, **Dr. H. Sukri Kardani, SpM**, **Dr. Hj. Fifin L. Rahmi, MS, SpM**, **Dr. Siti R. Tjahjono, SpM(K) (Alm.)**, staf pengajar Bagian Ilmu Penyakit Mata FK UNDIP.
6. **Dr. Dharminto, Mkes**, staf pengajar Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat FK UNDIP, pembimbing statistik.
7. Orang tua saya, **Bapak H. Koesen, SE** dan **Ibu Hj. Umi Kulsum** yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan do'a kepada saya, juga kepada Bapak dan Ibu calon mertua saya, **Bapak Dr. H. Djoko Handojo, SpB, SpBOnk** dan **Ibu Dr. Hj. Norma D. Handojo, SpM(K)**.

8. Calon istriku tercinta **Dr. Edwina Winiarti Handayanti** yang telah memberikan dukungan dan do'anya.
9. Pada sejawat residen, staf medis dan paramedis di ruang IRNA A4 dan IRJA Mata RSUP Dr. Kariadi Semarang.
10. Para penderita yang menjadi sampel penelitian ini.

Dengan segala kerendahan hati saya menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangannya, oleh sebab itu dengan lapang dada saya akan menerima saran dan kritik yang diberikan. Tetapi bagaimanapun kecilnya, semoga penelitian ini ada manfaatnya bagi kita semua, khususnya yang berkecimpung di bidang oftalmologi.

Semarang, Juli 2004

Penulis

ABSTRAK

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan retinometri prabedah dengan pasca bedah berdasarkan jenis dan derajat katarak senilis

Metode : Merupakan penelitian observasional analitik yang dilakukan pada 59 mata dari 57 subjek penelitian. Subjek yang memenuhi criteria inklusi dilakukan pemeriksaan retinometer pada saat prabedah sebanyak dua kali (pada keadaan pupil kecil dan pupil lebar) sedang pemeriksaan retinometer saat pasca bedah sebanyak satu kali. Derajat dan jenis katarak diklasifikasikan menurut The Japanese Cooperative Cataract Epidemiology Study Group System (JCCES). Setelah data terkumpul kemudian dianalisis dengan uji Anova dan student T-test.

Hasil : Terdapat perbedaan yang bermakna antara hasil retinometri prabedah pupil lebar dengan retinometri pasca bedah pada masing-masing derajat katarak. Semakin tinggi derajat katarak semakin besar perbedaan tersebut

Kesimpulan : Semakin tinggi derajat katarak, perbedaan retinometri prabedah (pupil kecil dan pupil lebar) dengan retinometri pasca bedah semakin besar.

Daftar isi

	hal	
Bab I	Pendahuluan	1
	1. Latar belakang	1
	2. Rumusan masalah	5
	3. Hipotesa	5
	4. Tujuan penelitian	6
	5. Manfaat penelitian	6
Bab II	Tinjauan Pustaka	7
	1. Tajam penglihatan	8
	1.1. Klasifikasi ambang penglihatan	8
	1.2. Pemeriksaan klinis tajam penglihatan	9
	2. Faktor-faktor yang mempengaruhi tajam penglihatan	15
	2.1. Lensa	16
	2.2. Makula	31
	3. Kerangka teori	40
	4. Kerangka konsep	41
Bab III	Metodologi Penelitian	42
	1. Ruang lingkup penelitian	42
	2. Jenis penelitian	42
	3. Populasi dan sample	42
	4. Alat dan bahan	44
	5. Data yang dikumpulkan	45
	6. Cara pengumpulan data	45
	7. Skema alur penelitian	46
	8. Pengolahan dan analisa data	46
	9. Definisi operasional	47
	10. Jadwal penelitian	49

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan	50
1. Karakteristik sampel	50
2. Analisa Bivariat dan multivariat	52

Bab V. Kesimpulan dan Saran	62
-----------------------------	----

Daftar pustaka

Lampiran 1. Surat persetujuan penelitian

Lampiran 2. Formulir penelitian

Lampiran 3. Hasil pengumpulan data

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar belakang

Katarak adalah kekeruhan lensa yang merupakan penyebab kebutaan utama yang dapat direhabilitasi. Menurut hasil survei kesehatan indera penglihatan di Indonesia tahun 2000 prevalensi kebutaan di Indonesia sebesar 1,5 %. Angka kebutaan di Indonesia merupakan yang tertinggi di Asia Tenggara (Bangladesh 1 %, India 0,7 %, Thailand 0,3 %). Dari angka 1,5 % tersebut 0,78 % disebabkan oleh karena katarak, 0,20 % glaukoma, 0,14 % kelainan refraksi dan 0,38 % karena sebab lain yang berkaitan dengan usia lanjut.^{1,2}

Insidens katarak di Indonesia per tahun sebesar 0,1 % atau sekitar 200.000 orang. Kecenderungan menderita katarak di Indonesia (daerah tropis) 15 tahun lebih dini dibanding dengan di daerah subtropis.¹ Kemungkinan oleh karena paparan radiasi ultra violet yang cukup besar, terutama ultraviolet B.³ Kemampuan pelayanan operasi katarak di Indonesia sampai saat ini masih sangat rendah, yaitu sekitar 80.000 orang per tahun. Sehingga masih banyak penderita yang tidak terlayani (*backlog*). Perdami sebagai induk organisasi dokter mata Indonesia bekerja sama dengan LSM-LSM yang ada telah melakukan operasi katarak di Puskesmas, BKIM dan institusi lain sejak tahun 1986 sampai dengan tahun 2003 sebanyak 109.671 kasus katarak. (79.429 EKEK, 30.375 EKEK+IOL).⁴ Data yang diperoleh dari R.S. Dr. Kariadi Semarang, penderita katarak yang di operasi pada tahun

2000, 2001 dan 2002 berturut-turut sebanyak 182 kasus, 161 kasus dan 148 kasus.

Pemulihan tajam penglihatan pasca bedah sangat penting artinya bagi penderita untuk meningkatkan kualitas hidupnya, oleh karena indera penglihatan merupakan perangkat tubuh manusia yang berfungsi sangat besar dimana 82 % informasi diperoleh melalui indera penglihatan. Dengan semakin majunya metoda operasi katarak, diharapkan pemulihan tajam penglihatan pasca bedah semakin baik.⁵

Penurunan tajam penglihatan pada katarak disebabkan adanya kekeruhan media refrakta (lensa) tetapi dapat juga 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.^{1,5,6}

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.^{5,7}

Pemeriksaan tajam penglihatan dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa cara antara lain :⁸

- A. *Wall/Projector charts* (Snellen acuity, Landholt C, Tumbling "E" dan Simbol/gambar)

- B. *Non Wall/Projector charts* (*Preferential looking*, *Bailey Lovie* dan **Potential acuity measurement**)
- C. *Pinhole visual acuity*
- D. Metoda lain (hitung jari dll.).

Potensi tajam penglihatan (fungsi makula) pada keadaan media refrakta yang keruh (katarak) dapat dinilai dengan menggunakan metoda *potential acuity measurement*. Pemeriksaan-pemeriksaan seperti *light projection* dan pembeda warna kurang memberikan informasi yang akurat.⁵

Potential acuity measurement diperiksa antara lain dengan menggunakan *Potential acuity meter* (PAM), *Interferometer (Interference-frings methods / IFM)* baik laser maupun cahaya/halogen (retinometer) dan pemeriksaan-pemeriksaan lain. Masing-masing pemeriksaan tersebut memiliki kelebihan maupun kekurangan.^{5,9}

Prinsip pemeriksaan PAM dan IFM adalah memproyeksikan *object* dengan diameter kecil di retina, sehingga hampir tidak terpengaruh oleh status refraksi penderita. PAM memproyeksikan *snellen chart* pada retina sedangkan retinometer memproyeksikan gambaran *grating dark and light* di retina. Proyeksi *object* PAM dihasilkan melalui satu area kecil (0.1 mm) di pupil untuk mencapai retina. Pada Retinometer (*interference-frings methods*) diperlukan 2 area kecil di pupil yang dilalui oleh 2 *object*, kemudian keduanya saling tumpang tindih sehingga terbentuk bayangan *grating dark and light* di retina.^{5,10}

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, horizontal maupun diagonal). Pada pemeriksaan ini akan didapatkan status tajam

penglihatan yang disebut *grating visual acuity* penderita. 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.^{5,10}

Katarak senilis adalah katarak yang disebabkan oleh proses penuaan lensa (*age-related cataract*). Berdasarkan letak kekeruhannya katarak senilis dapat dibagi menjadi : 1. Kortikal, 2. Nuklear, 3. Subkapsularis posterior dan 4. Kombinasi dari ketiganya. Kemampuan peneterasi sinar pada pemeriksaan visus potensial terhadap kekeruhan lensa (katarak) sangat bervariasi, misalnya pada katarak nuklear dan subkapsularis posterior sentral harus dicari daerah yang relatif jernih dibandingkan sekitarnya untuk memproyeksikan bayangan pada retina. Bila kekeruhan sudah tebal diperlukan ketelitian untuk melakukan pemeriksaan dan bila perlu melebarkan pupil, semakin tebal katarak semakin sulit untuk menembusnya.^{7,9}

Graney dkk, tahun 1988 melaporkan pemeriksaan laser IFM dan PAM tidak lebih akurat dari pemeriksaan klinis, tajam penglihatan prabedah, usia dan kemampuan untuk membaca koran. Lasa dkk tahun 1995, menerangkan semakin keruh daerah sentral (katarak nuklear) semakin tinggi ketidakakuratan hasil pemeriksaan IFM (Rodenstock retinometer) dan PAM (*underestimated*).¹¹

Friedrich A tahun 1998, mengemukakan adanya perbedaan hasil retinometri pasca bedah dengan *best corrected postoperative visual acuity*. Dari 100 penderita yang diperiksa, 39 % (39 penderita) berbeda satu baris, 17 penderita berbeda 2 baris, 16 penderita berbeda lebih dari 3 baris, sedangkan yang tepat hanya 29 penderita.¹² Sage LC dkk, tahun 2002 mengemukakan hasil pemeriksaan baik IFM maupun PAM dari 4 penderita

I.4. Tujuan penelitian

Untuk mengetahui perbedaan hasil retinometri prabedah dengan pasca bedah katarak berdasarkan jenis dan derajat katarak senilis.

I.5. Manfaat penelitian

Mendapatkan informasi mengenai perbandingan hasil pemeriksaan retinometer prabedah dengan pasca bedah katarak berdasarkan jenis dan gradasi katarak senilis, sehingga dapat dianjurkan sebagai alat pemeriksaan awal prabedah katarak untuk memperkirakan hasil pasca bedah katarak.

BAB II

Tinjauan Pustaka

Mata merupakan organ yang memungkinkan manusia untuk melihat dan mengenali lingkungan sekitarnya. Fungsi mata sangat besar dimana 82 % informasi diperoleh melalui indera penglihatan dibanding dengan organ indera lainnya. Suatu benda akan dapat terlihat jika terdapat cahaya, baik yang dipancarkan sendiri, maupun yang dipantulkannya.^{14,15}

Cahaya yang masuk ke mata manusia akan melewati kornea kemudian berturut-turut melewati bilik mata depan, pupil, lensa dan *nodal point*. Setelah melewati *nodal point* bayangan akan berubah menjadi terbalik (*upside-down*). Setelah itu akan melewati corpus vitreum dan terfokus di retina terutama di makula. Di retina atau makula cahaya dirubah bentuk menjadi *signal* elektrik dan diteruskan melalui nervus optikus menuju lobus oksipitalis di otak. Di dalam lobus oksipitalis bayangan tersebut akan diinterpretasikan menjadi suatu objek. Dengan demikian untuk dapat melihat dengan baik diperlukan media refrakta (kornea, bilik mata depan, lensa dan corpus vitreum) yang jernih, sistem optik (kornea dan lensa) yang baik dan system persyarafan (retina, makula, nervus optikus dan lobus oksipitalis) yang normal.^{14,15}

II.1. Tajam penglihatan

II.1.1. Klasifikasi ambang penglihatan

Tajam penglihatan adalah ukuran sudut dari objek terkecil yang masih dapat terlihat pada jarak tersebut. Dengan kata lain adalah kemampuan atau kapasitas sistem penglihatan untuk membedakan detil yang halus.¹⁶

Ambang penglihatan dapat diklasifikasikan menjadi 3 grup, yaitu :¹⁷⁻²⁰

1. *Light discrimination* (diskriminasi cahaya)
 - a. *Brightness sensitivity (minimum visible)*
 - b. *Brightness discrimination (minimum perceptible)*
 - c. *Brightness contrast*
 - d. *Brightness color discrimination*
2. *Spatial discrimination* (diskriminasi ruang)
 - a. *Visual acuity*
 - i. *Minimum separable*
 - ii. *Vernier*
 - iii. *Minimum legible acuities*
 - b. *Distance discrimination* (diskriminasi jauh)
 - c. *Movement discrimination* (diskriminasi gerak)
3. *Temporal discrimination* (diskriminasi temporal)
 - a. *Flicker light*

II.1.1.1. *Minimum visible*

Minimum visible adalah kemampuan untuk mendeteksi perbedaan dua sumber cahaya / target berpendar yang kecil yang berada didepan latar belakang yang homogen. Tidak tergantung dari besar sudut penglihatan objek.¹⁷⁻²⁰

II.1.1.2. *Minimum perceptible*

Adalah kemampuan untuk mendeteksi garis / titik yang halus dengan latar belakang yang homogen. Contohnya untuk memeriksa anak-anak kita dapat menggunakan permen yang diletakkan di telapak tangan pemeriksa dan anak tersebut disuruh mengambil permen dari tangan pemeriksa.¹⁷⁻²⁰

II.1.1.3. *Minimum separable*

Adalah sudut terkecil dimana 2 objek yang terpisah dapat dibedakan (kemampuan untuk mendeteksi jarak 2 objek). Kemampuan ini dipengaruhi oleh kontras objek dan densitas fotoreseptor di fovea. Contoh dari pemeriksaan ini antara lain : *two point discrimination*, Landolt C, E game dan *grating acuity*.¹⁷⁻²⁰

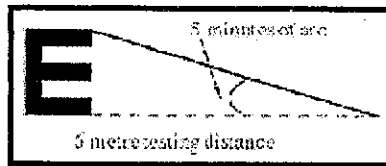
II.1.1.4. *Minimum legible*

Pemeriksaan untuk mengetahui kemampuan mengenali huruf / bentuk, sering di sebut optotip. Optotipe yang sering digunakan di klinik antara lain : Snellen, Sloan dan *Allan recognition figures*.¹⁷⁻²⁰

II.1.2. Pemeriksaan klinis tajam penglihatan

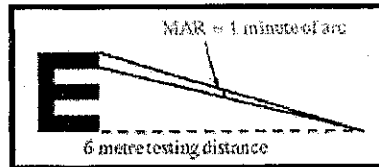
II.1.2.1. *Minimum legible*

Seperti yang telah diutarakan di atas untuk memeriksa *minimum legible* antara lain dapat menggunakan optotip snellen. Huruf yang terdapat di optotip snellen dibuat dengan total satu huruf selebar 5' of arc sudut penglihatan, dimana satu bagian huruf masing-masing selebar 1' of arc pada jarak tertentu (6m).¹⁷⁻²¹



Gambar 1. huruf pada snellen chart. Diambil dari 21

Walaupun pemeriksaan ini digunakan untuk menilai tajam penglihatan berdasarkan besar sudut penglihatan tetapi notasi penulisan hasil pemeriksaannya tidak menggambarkan keadaan tersebut. Penulisan notasi snellen yaitu $VA = D'/D$, dimana VA: visual acuity, D' : jarak standard (6 m) dan D : jarak dimana masing-masing huruf di garis tersebut terdiri dari 5' of arc. Notasi snellen dapat juga menggunakan besar sudut tiap bagian huruf (minimum angle of resolution = MAR). Selain itu sering juga dapat digunakan log 10 dari MAR yang didapat (logMAR). Beberapa negara Eropa menggunakan bilangan desimal untuk menulis notasi snellen, seperti tampak pada table 1.^{17,18,21}



Gambar 2. Minimum angle resolution (MAR). Diambil dari 21

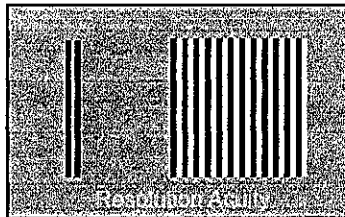
Tabel 1. Notasi tajam penglihatan. Diambil dari 17

Snellen Fraction			Min. Angle of Resolution	Logmar	Decimal notation
Feet	Meter	4 meter standard			
20/10	6/3	4/2	0.5	-0.3	2.0
20/15	6/4.5	4/3	0.75	-0.1	1.5
20/20	6/6	4/4	1.0	0.0	1.0
20/25	6/7.5	4/5	0.125	0.1	0.8
20/30	6/9	4/6	1.5	0.2	0.7
20/40	6/12	4/8	2.0	0.3	0.5
20/50	6/15	4/10	2.5	0.4	0.4
20/60	6/18	4/12	3.0	0.5	0.3
20/80	6/24	4/16	4.0	0.6	
20/100	6/30	4/20	5.0	0.7	0.2
20/120	6/36	4/20	6.0	0.8	
20/150	6/45	4/32	8.0	0.9	

Snellen Fraction			Min. Angle of		Decimal notation
Feet	Meter	4 meter standard	Resolution	Logmar	
20/200	6/60	4/40	10.0	1.0	0.1
20/400	6/120	4/80	20.0	1.3	0.05

II.1.2.2. Grating acuity (tajam penglihatan kisi-kisi/GA)

Merupakan salah satu pemeriksaan *minimum separable (resolution acuity)*.

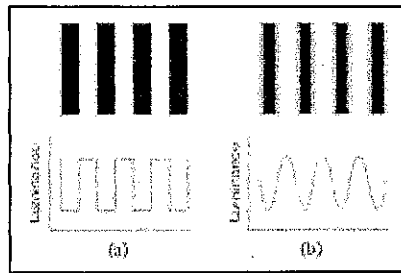


Gambar 3. *Resolution acuity*. Diambil dari 19

Gambar 3 menunjukkan pemeriksaan *resolution acuity*. Gambar di sebelah 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*.¹⁹

Grating didefinisikan sebagai frekuensi (*spatial frequency*) yaitu jumlah pita hitam-putih per satuan panjang (cm, cycle per cm : cpcm) atau per derajat sudut penglihatan (cycle per degree : cpd). *Spatial frequency* dibagi 2 yaitu, *square wave* dan *sinusoidal wave* dan masing-masing mempunyai 3 faktor yang dapat diatur sedemikian rupa. Faktor pertama yaitu frekuensi, semakin banyak jumlah gelombang semakin tinggi frekuensinya dan semakin sempit jarak antar pita. Faktor kedua yaitu amplitudo, semakin besar

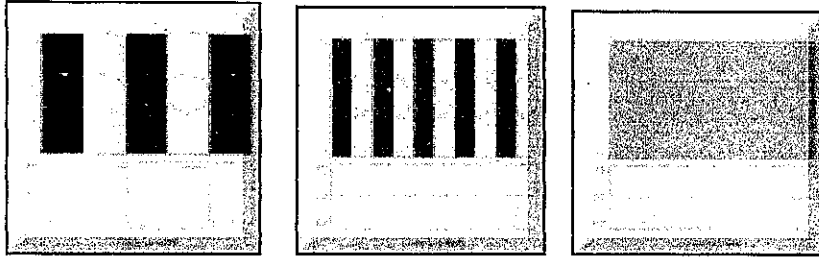
amplitudo semakin besar kontras hitam-putihnya dan faktor ketiga yaitu arah dari pita, arah / orientasi dari pita dapat diatur.^{17,19}



Gambar 4. Squarewave dan sinusoidal wave. Diambil dari 21

Satu gambaran pita hitam-putih sama dengan satu *cycle*. Gambaran pita hitam-putih tersebut dapat dibuat dengan cara mengatur frekuensinya cahaya atau dengan mencetak gambaran tersebut. Jika gambaran pita dicetak pada permukaan tertentu maka satuannya cpcm. Jarak 1 cm dianggap sama dengan 1 derajat sudut penglihatan jika jaraknya 57 cm didepan penderita. Artinya pada jarak tersebut 1 cpcm = 1 cpd. Misalkan pada jarak tersebut terdapat 10 pita hitam-putih dalam 1 cm maka satuannya adalah 10 cpcm atau 10 cpd. Apabila jaraknya dirubah menjadi $\frac{1}{2}$ dari 57 cm atau kurang lebih 30 cm maka jumlah pita hitam-putihnya akan berkurang $\frac{1}{2}$ nya dari 10 pita hitam-putih menjadi 5 pita hitam-putih (5 cpd atau 5 cpcm), lebar pita hitam-putihnya juga akan berubah menjadi 2 kali lebih lebar.²²

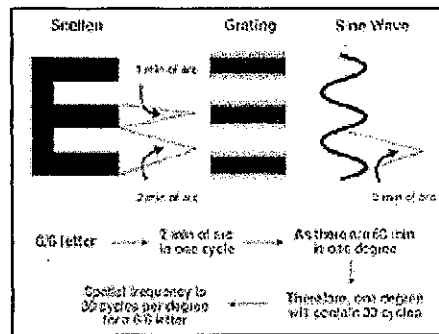
Segmen dalam sel konus fovea menyalurkan cahaya yang datang ke segmen luar sel konus yang akan mengabsorbsi dan memulai terjadinya respon cahaya. Sel konus hanya sensitif terhadap total sinar atau photon yang menstimulasinya, bukan terpisah-pisah atau masing-masing segmen sumber cahaya. Dengan kata lain sel konus hanya merata-rata semua stimulus cahaya yang mengenainya.²³



Gambar 5. Gambaran stimulasi pada sel konus. Diambil dari 19

Gambar sebelah kanan menunjukkan lebar dari pita hitam atau putih tepat sama dengan diameter sel konus sehingga dapat dengan maksimal menstimulusnya. Kemudian sel konus akan meneruskannya ke korteks visual dan seterusnya. Seperti telah diketahui bahwa setiap sel konus mempunyai satu sel bipolar dan satu sel ganglion sehingga stimuli tersebut tetap pada jalur yang sama sampai ke korteks visual. Maka pada keadaan tersebut akan tampak gambaran pita yang tepat hitam dan putih. Sedangkan gambar sebelah kanan menunjukkan lebar dari pita separuh dari diameter sel konus sehingga akan tampak gambaran rata-rata dari sinar tersebut yang menstimulus sel konus (tampak gambaran warna abu-abu / hitam bercampur putih yang homogen). Diameter dari sel konus kira-kira $0.5'$ of arc.¹⁹

Spatial frequency berhubungan erat dengan konsep *snellen acuity*. Sebagai contoh visus 6/6 *snellen acuity* (SA) didapat dari gabungan pita hitam-putih. Setiap satu pita hitam atau putih sama dengan $1'$ of arc, berarti setiap satu pita hitam-putih (1 cycle) sama dengan $2'$ of arc. Pada visus 6/6 SA terdapat 30 pita hitam-putih dalam satu derajat sudut penglihatan GA.



Gambar 6. Hubungan antara SA dengan GA. Diambil dari 19

Pemeriksaan GA menstimuli daerah yang lebih luas dari pada pemeriksaan SA (pemeriksaan tersebut menstimulasi lokasi yang berbeda dari retina). Untuk mengenali huruf pada pemeriksaan optotip snellen (kecuali huruf E dan C) memerlukan proses yang lebih rumit dibandingkan mengenali sebuah garis. Perbedaan tersebut terjadi oleh karena masing-masing menstimuli fungsi yang berbeda dari otak. Oleh karena itu tidak ada jalur yang tepat untuk mengkonversi hasil pemeriksaan GA dengan SA secara langsung. Secara fisik resolusi dari 30 cpd sama dengan resolusi 20/20, 6/6 snellen E. Namun demikian hal itu hanya terjadi pada keadaan fovea yang normal namun tidak persis sama sekali. Di luar area fovea ke arah perifer GA menurun lebih lambat dibanding SA.²²

Pada keadaan visus yang tidak normal, hubungan antara grating dengan snellen sangat bervariasi mulai dari 1:1 sampai dengan 1:20 tergantung dari tipe dari lesi. Klinikus yang berpengalaman dapat memilih jenis acuity mana yang lebih tepat.²³

II.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi tajam penglihatan

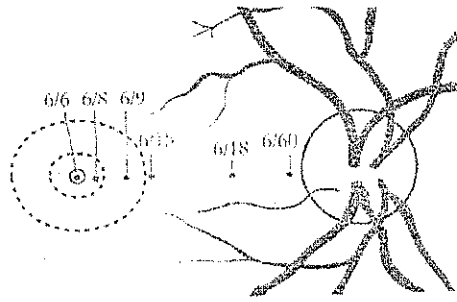
Tajam penglihatan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

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

Media refrakta harus tetap jernih agar cahaya yang masuk dapat diteruskan dan difokuskan di retina. Keadaan media refrakta yang keruh dapat menyebabkan penurunan tajam penglihatan oleh karena cahaya terhalang oleh kekeruhan maupun dapat terjadi *scattering* sehingga bayangan yang terfokus di retina tidak sempurna. Salah satu keadaan tersebut adalah kekeruhan pada lensa yang dikenal dengan katarak.

Kelainan refraksi akan menyebabkan focus cahaya yang masuk tidak tepat pada retina khususnya makula sehingga bayangan tidak terfokus dan menjadi kabur. Semakin dekat focus cahaya di retina semakin kecil blurring dan semakin terkonsentrasi cahaya tersebut di retina.

Walaupun kedua hal diatas baik tetapi jika sistem persyarafan mata tidak baik maka bayangan objek tidak akan sampai dengan sempurna ke korteks penglihatan, sehingga akan terjadi penurunan tajam penglihatan. Diantara sistem persyarafan tersebut yang mempunyai kemampuan untuk melihat paling baik adalah daerah makula.²⁴ Berikut gambaran skematik derajat tajam penglihatan berdasarkan letak fiksasi cahaya.



Gambar 7. Skema derajat tajam penglihatan berdasarkan letak fiksasi

objek. Diambil dari 25

II.2.1. Lensa

II.2.1.1. Anatomi

Lensa merupakan salah satu media refrakta yang berbentuk bikonveks. Fungsi dari lensa adalah mempertahankan kejernihannya, sebagai sistem refraksi dan akomodasi. Lensa terdapat di belakang iris dan di depan corpus vitreum. Pada keadaan akomodasi kekuatan refraksi lensa sekitar 15-20 *dioptri* (D) dari total 60 D kekuatan refraksi mata (40 D sisanya merupakan kekuatan refraksi kornea).²⁵

Ukuran lensa terus bertambah dari 6,4 mm jarak antar ekuator dan 3,5 mm jarak anteroposterior pada saat lahir menjadi 9 mm jarak antar ekuator dan 5 mm jarak anteroposteior. Secara anatomis lensa terdiri dari serabut zonula, kapsul, epitel, nucleus dan korteks.^{9,26-7}

Kapsul lensa merupakan membran elastik transparan yang tersusun dari kolagen tipe IV. Di daerah anterior dan preekuator posterior mempunyai ketebalan yang paling tebal (14 μm dan 23 μm), sedangkan di daerah polus posterior mempunyai ketebalan yang paling tipis (4 μm).^{3,9,26,27}

Serabut zonula merupakan jaringan penyangga dari lensa yang melekat di kapsul pada lamela zonula dan di epitel tak berpigmen pars plana

dan pars plikata corpus ciliaris. Dengan penambahan usia serabut zonula akan mengalami regresi.

Sel-sel epitel satu lapis berada di belakang kapsul anterior. Sel-sel ini aktif melakukan metabolisme seperti mensintesa DNA, RNA, protein dan lipid. Selain itu juga mensintesa ATP yang berfungsi sebagai energi lensa. Sel-sel epitel juga mengalami mitosis, dimana daerah yang aktif bermitosis adalah zona germinatifum. Sel-sel yang baru terbentuk bermigrasi ke arah ekuator yang kemudian berubah menjadi serabut-serabut lensa. Di daerah *bow region* proses tersebut mencapai puncaknya.

Pada proses perubahan dari sel epitel menjadi serabut lensa akan terjadi peningkatan protein seluler dan hilangnya organela sel seperti nucleus, mitokondria dan ribosom. Hilangnya organela-organela tersebut akan menyebabkan lensa menjadi jernih.

Sel-sel di lensa tidak ada yang hilang, sel-sel yang terbentuk akan bermigrasi ke sentral. Sehingga sel-sel yang tua berada di paling sentral. Sel-sel yang baru terbentuk akan membentuk korteks. Sedangkan yang tua akan menjadi nucleus. Tidak ada batas dan perbedaan yang jelas antara korteks dan nucleus melainkan hanya gradasinya saja yang berbeda.^{3,9,26-8}

II.2.1.2. Biokimia

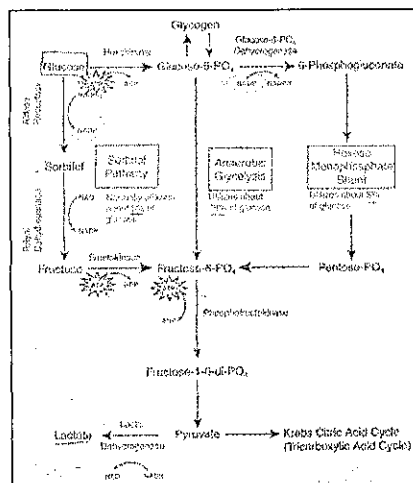
Konsentrasi protein di lensa sebesar 33 % dari berat lensa, merupakan yang terbanyak dibanding konsentrasi protein jaringan tubuh yang lain. Protein lensa terbagi menjadi protein yang larut dalam air dan yang tidak larut dalam air. Protein yang larut dalam air sebesar 80% dari total protein lensa dan disebut kristalin. Kristalin dibagi menjadi 3 grup menjadi alfa, beta dan gama kristalin.^{9,26-7}

Konsentrasi kristalin alfa sebesar 32% dari keseluruhan berat protein yang larut dalam air dan dengan berat molekul antara 600-4000 kD. Kristalin alfa berperan dalam transformasi sel epitel menjadi serabut lensa. Sintesis kristalin alfa tujuh kali lebih besar di sel epitel dibanding di serabut lensa. Kristalin beta dan gama mempunyai struktur dan urutan asam amino yang hampir sama, sehingga sering disebut dengan kristalin betagama. Dengan menggunakan *gel chromatography* dapat terbagi menjadi kristalin beta H, beta L dan gama. Konsentrasi kristalin beta sebesar 55% dari keseluruhan berat protein yang larut dalam air. Kristalin gama mempunyai berat molekul sebesar 20 kD. Protein lensa mengandung sekitar 1,5% kristalin gama. Famili kristalin betagama yang lain adalah kristalin S yang ditemukan sekitar tahun 1966.^{9,27}

Protein yang tidak larut dalam air terdiri dari protein yang larut dalam 8 molar urea dan yang tidak larut. Protein yang larut dalam urea mengandung protein sitoskeletal yang merupakan penyokong struktur dari sel-sel lensa. Sedangkan protein yang tidak larut dalam urea merupakan komponen dari membran plasma serabut lensa.

Pertambahan usia akan menyebabkan perubahan protein lensa yang larut dalam air menjadi tidak larut dalam air dan teragregasi menjadi partikel yang besar. Partikel-partikel tersebut akan menyebabkan *scatteing* dan kekeruhan lensa. Walaupun masih kontroversi beberapa penelitian banyak yang menghubungkan antara kekeruhan lensa dengan peningkatan konsentrasi protein yang tidak larut dalam air. Perubahan protein yang larut menjadi tidak larut dalam air merupakan proses yang normal dalam proses pematangan serabut lensa, walaupun meningkat pada keadaan kekeruhan lensa.

Metabolisme glukosa bertujuan untuk menyediakan energi untuk proses meabolisme lensa yang lain agar tetap terjaga kejernihannya. Sebagian besar glukosa lensa akan mengalami fosforilasi menjadi glukosa-6-fosfat (G6P) oleh enzim heksokinase. G6P akan dimetabolisme melalui 2 jalur yaitu, jalur glikolisi anaerobic atau jalur heksose monofosfat (HMP shunt). Bila terjadi peningkatan kadar glukosa lensa (*sugar cataract*) akan mengaktifkan jalur yang lain yang disebut jalur sorbitol. Secara singkat dapat dilihat pada skema berikut.^{9,27}



Gambar 8. Skema metabolisme glukosa. Diambil dari 9

II.2.1.3. Karatak

Katarak adalah kekeruhan pada lensa yang disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain proses penuaan, penggunaan obat-obatan, trauma, metabolisme dan penyakit-penyakit mata.^{3,9,26,28}

II.2.1.3.1. Katarak oleh karena proses penuaan (katarak senilis)

Katarak senilis merupakan jenis katarak yang paling sering ditemukan dengan penyebab yang tidak diketahui, tanpa rasa sakit, tanpa riwayat trauma, penyakit mata maupun sistemik serta tanpa kelainan kongenital.

Kekeruhan lensa pada katarak jenis ini semata-mata karena proses penuaan lensa yang ditemukan pada usia 50 tahun keatas.²⁹

Sanjay dawhan membagi katarak yang berhubungan dengan usia menjadi 6 periode yaitu, Kongenital, infantil (tahun-tahun pertama kehidupan), juvenil (usia 1-13 tahun, presenilis (usia 13-35 tahun) dan senilis (diatas usia 35 tahun). Kan purosshotam melaporkan dari 139 pendeita katarak senilis yang dioperasi 92,8% berusia diatas 40 tahun, dengan distribusi 54,67 % usia antara 40-60 tahun dan sisanya 34,61% diatas 60 tahun.³⁰⁻¹

Kelainan ini merupakan penyebab penurunan visus yang paling sering terjadi pada orang tua. Prevalensi kejadian katarak senilis pada usia antara 65-74 tahun sekitar 50 % dan meningkat hingga 75 % pada usia diatas 75 tahun.⁹ Di Indonesia (daerah tropis) kecenderungan menderita katarak di Indonesia 15 tahun lebih dini dibanding dengan di daerah subtropis.¹ Kemungkinan oleh karena paparan radiasi ultra violet yang cukup besar, terutama ultraviolet B.³

Tiga jenis kekeruhan yang terjadi pada proses ini adalah kortikal, nuklear dan subkapsularis posterior. Pada beberapa penderita dapat terjadi kombinasi dari ketiganya^{3,5,9,28}

Patogenesis terjadinya katarak senilis sangat multifaktorial dan masih belum sepenuhnya diketahui. Seiring dengan penambahan usia, lensa akan mengalami peningkatan berat dan ketebalannya serta akan mengalami penurunan kemampuan untuk berakomodasi. Serabut-serabut kortikal lensa yang terbentuk secara konsentris akan semakin menekan nukleus, sehingga nukleus akan semakin menebal dan mengeras (*nuclear sclerosis*). Protein lensa yang dikenal dengan nama kristalin dengan penambahan usia akan mengalami agregasi dan perubahan struktur kimia menjadi protein dengan

berat molekul tinggi (*high molecular weight protein*). Agregasi dari protein tersebut akan menyebabkan penurunan transparansi, fluktuasi indeks refraksi dan *scattering*.⁹

Perubahan struktur kimia nukleus lensa akan menyebabkan progresifitas terbentuknya pigmentasi sehingga lensa akan tampak kekuningan atau kecoklatan. Perubahan lain yang terjadi di lensa oleh karena proses penuaan yaitu penurunan konsentrasi glutathione dan potassium, sedangkan sodium dan kalsium konsentrasinya akan meningkat yang dapat meningkatkan hidrasi lensa.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *Beaver Dam Eye Study* (BDES) dari Amerika Serikat, *Blue Mountain Eye Study* (MES) dari Australia, dan *Melton Eye Study* (MES) dari Inggris didapatkan prevalensi katarak sebagai berikut :³

Tabel 2. Prevalensi katarak. Diambil dari 3

Study	Location	Year	Sample	Cataract	Prevalence for age (%)		
					Age in Years	Nuclear	Cortical
BDES	USA	1988-90	4926	55-64	6.6	10.9	4.3
				65-74	27.4	25.4	8.4
				75-84	57.0	42.4	14.3
BMES	Australia	1992-94	3654	55-64	3.9	13.1	3.8
				65-74	21.8	28.4	6.5
				75-84	48.5	46.7	11.7
MES	England	1992-95	1201	55-74	-	36	11

II.2.1.3.1.1. Katarak nuklear

Katarak jenis ini progresifitasnya lambat dan lebih mempengaruhi penglihatan jauh dibanding dengan penglihatan dekat. Urutan terjadinya kekeruhan bermula dari nukleus embrional, kemudian diikuti kekeruhan pada nukleus fetal dan nukleus dewasa. Pada kasus yang berat kekeruhan juga terjadi pada korteks sekitar nukleus. Secara histologis akan tampak sclerosis, pengerasan dan penguningan nukleus. Kelainan tersebut akan menyebabkan kekeruhan di sentral.

Pada tahap awal akan terjadi peningkatan indeks refraksi lensa (*myopic shift*), sehingga pada beberapa penderita presbiopia akan merasakan dapat membaca kembali dari jarak dekat tanpa bantuan kaca mata baca.^{3,9,26}

II.2.1.3.1.2. Katarak kortikal

Perubahan komposisi ion pada korteks lensa akan menyebabkan peningkatan hidrasi serabut-serabut lensa yang kemudian dapat menyebabkan kekeruhan. Katarak kortikal (*cuneiform*) selalu bilateral walaupun tidak simetris progresifitasnya. Efek penurunan tajam penglihatan karena katarak kortikal tergantung dari besar dan lokasi kekeruhannya. Keluhan-keluhan seperti silau dan diplopia monokuler sering dialami oleh penderita dengan jenis katarak ini.

Tahap awal terjadinya katarak kortikal dapat dilihat menggunakan *slit lamp biomicroscopy* (yang paling baik dengan teknik *retroillumination*) dimana akan tampak gambaran vakuola dan *water cleft* di korteks anterior maupun posterior. Biasanya proses berawal dari daerah perifer (inferonasal) menuju ke polus lensa. Pada saat operasi katarak kortikal akan terasa lebih lunak. Hal tersebut terjadi karena secara histologis tampak adanya pembengkakan

dan peningkatan hidrasi korteks lensa. Masa korteks yang telah mengalami degenerasi dapat keluar melalui kapsul yang mengkeriput pada katarak hipermatur. Katarak Morgagni terjadi bila pengenceran korteks semakin berat sehingga dapat menyebabkan nukleus bergerak di dalam kantong kapsul.

3,9,26-8

II.2.1.3.1.4. Katarak subkapsularis posterior (KSKP)

Katarak subkapsularis posterior (*cupuliform*) dapat terjadi pada usia yang lebih muda dibandingkan katarak jenis kortikal dan nuklear. Lokasi kekeruhan terjadi di lapisan kortes posterior dan selalu di daerah aksis visualis. Tanda awal terjadinya katarak jenis ini adalah adanya gambaran iridesen di korteks posterior. Sedangkan tahap selanjutnya akan tampak gambaran kekeruhan dan plak di daerah subkapsularis posterior. Keluhan yang sering dirasakan oleh penderita antara lain silau dalam keadaan lingkungan yang terang, oleh karena katarak jenis ini mempengaruhi area aperture pupil pada saat penderita miosis dan akomodasi.

Secara histologis katarak subkapsularis posterior tampak adanya displasia dari sel-sel epitel di zona transisional. Hal ini berbeda dengan katarak subkapsularis anterior dimana terjadi metaplasia sel-sel epitel di daerah sentral. Sel-sel transisional yang normal berbentuk kolumnar tinggi heksagonal yang seragam. Pada saat akhir dari pembelahan sel-sel tersebut akan bergerak ke arah anterior dan posterior serta mengalami pemanjangan. Pada KSKP bentuk dan arah putaran. Sel-sel tersebut akan menjadi lebih besar (*ovate-shape*) dan migrasi ke arah posterior (*Wedl / bladder shape*). Kumpulan-kumpulan dari sel *Wedl* dikelilingi oleh korteks yang masih normal.

3,9,26-8

II.2.1.3.1.4. Katarak yang disebabkan oleh sebab lain

Seperti yang disebutkan diatas juga mempunyai spesifikasi lokasi terjadinya kekeruhan, seperti misalnya penggunaan jangka panjang kortikosteroid akan menyebabkan terjadinya katarak subkapsularis posterior, sedangkan uveitis akan menyebabkan kekeruhan di subkapsularis posterior dan anterior. ^{3,9,26-8}

II.2.1.4. Klasifikasi katarak

Klasifikasi katarak sering dibuat untuk memberi gambaran jenis dan gradasi kekeruhan pada lensa. Namun demikian sampai saat ini belum ada kesepakatan mengenai klasifikasi mana yang lebih baik. Klasifikasi-klasifikasi tersebut antara lain

1. LOCS (*Lens Opacities Classification System*) I

Di Amerika klasifikasi katarak yang sering dipakai adalah LOCS I dan II. Klasifikasi ini dibandingkan dengan standar fotografi. Dimana skala 0 menunjukkan tidak ada kekeruhan, skala 1 menunjukkan awal kekeruhan dan skala 2 kekeruhannya sudah nyata. Skala 1 masih terbagi lagi menjadi 1a yaitu, minor atau secara klinis kekeruhannya tidak signifikan dan skala 1b yaitu, awal kekeruhan kortikal. ²⁷

Tabel 3. Klasifikasi menurut LOCS I. ^{Diambil dari 27}

Scale	
0	no opacification
1	early opacification
1.a.	Minor (clinically insignificant)
1.b.	early cortical cataract
2	definite opacification

2. *The Japanese cooperative cataract epidemiology study group system (JCCES):*

JCCES membagi *Grading* katarak menjadi early (I), moderate (II), advanced (III). Kortikal katarak terbagi menjadi tiga kelas yaitu *grade* 1, 2 dan 3. *Grade* 1 kortikal bila kekeruhannya kurang dari 20% dari total volume lensa, *grade* 2 bila kekeruhannya mencapai 20%-60% dan *grade* 3 bila kekeruhannya mencapai lebih dari 60%. Kekeruhan di kapsul posterior terbagi menjadi 3 kelas yaitu, *grade* 1. bila kekeruhannya sama dengan diameter pupil normal, *grade* 2 bila kekeruhannya lebih besar dari pupil normal tetapi kurang dari diameter pupil mid-dilatasi dan *grade* 3 bila kekeruhannya lebih besar dari diameter pupil mid-dilatasi.

Kekeruhan nuclear berturut-turut terbagi sesuai warnanya menjadi kuning pucat (I), kuning (II), kuning kecoklatan (III) dan coklat termasuk coklat kemerahan atau kehitaman (IV).²⁷

Tabel 4. Klasifikasi katarak menurut JCCES. Diambil dari 27

<i>Grading</i> <i>Cortical</i>	<i>Opaque area</i>	<i>Grading</i> <i>subkapsularis</i> <i>postrior</i>	<i>Opaque area</i>
Grade (I)	< 20 %	Grade (I)	<= Ø normal pupil
Grade (II)	20% - 60%	Grade (II)	> Ø normal pupil, < Ø pupil mid-dilatasi
Grade (III)	> 60%	Grade (III)	> Ø pupil mid-dilatasi

Grading	Colour
Nuclear	
I	Pale yellow
II	Yellow
III	Brownish-yellow
IV	Brown (including reddish-brown and black-brown)

3. Klasifikasi menurut Buratto.

Buratto membagi katarak berdasarkan kekerasan nucleus yang berhubungan dengan teknik operasi yang akan dipilih nantinya. Perkembangan katarak menyebabkan perubahan warna nukleus, mulai dari transparan abu-abu sampai dengan coklat-hitam. Perubahan warna ini menunjukkan perubahan konsistensi nukleus, semakin gelap warnanya semakin keras nukleusnya, semakin lama waktu yang diperlukan untuk operasi. Secara lengkap klasifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.³²

Tabel 5. Klasifikasi katarak menurut Buratto.^{Diambil dari 32}

Grade	Color	Type of cataract	Red refleks	U/S Time
1	Transparent or pale gray	Cortical or recent subcapsular	High	Minimal
2	Gray or gray yellow	Subcapsular posterior	Marked	Reduced
3	Yellow or sallow-gray	Nuclear, cortico-nuclear	Good	Moderate
4	Yellow-amber or amber	Cortico-nuclear, dense	Poor	Long
5	Dark brown or black	Totally dense	Absent	Very long

II.2.1.5. Penanganan katarak

Dengan semakin majunya teknologi, teknik operasi katarak semakin berkembang. Teknik yang masih populer dan sering digunakan untuk operasi

katarak di negara berkembang adalah ekstraksi katarak ekstra kapsuler (EKEK). Sedang ekstraksi katarak intrakapsuler sudah tinggalkan kecuali pada keadaan-keadaan tertentu saja. Operasi katarak dengan menggunakan metoda fakoemulsifikasi merupakan teknik mutakhir operasi katarak sekarang ini. Namun demikian penggunaannya masih sangat terbatas.

Ekstraksi katarak ekstra kapsuler mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan metoda intrakapsuler antara lain lebar insisinya lebih kecil dan kapsula posterior masih dalam keadaan intak. Kedua keadaan tersebut menyebabkan teknik ini tidak terlalu traumatis terhadap endotel, jahitan lebih stabil, menurunkan kejadian vitreous loss, menyediakan ruang yang anatomis untuk lensa tanam, menurunkan insidensi endoftalmitis dan lain-lain.

Kontra indikasi dilakukannya teknik ini adalah bila terdapat zonula yang tidak intak lagi. Pada keadaan seperti demikian pilihannya adalah teknik intrakapsuler.⁹

II.2.1.6. Pengawasan pascaoperasi EKEK

Keadaan jahitan, media refrakta, fundus reflek, retina dan nervus optikus perlu diperiksa pada hari pertama pasca operasi disamping pemulihan tajam penglihatan, kenyamanan dan reaksi inflamasi. Reaksi inflamasi biasanya berkurang setelah 2 minggu pasca operasi. Status refraksi akan mulai stabil pada minggu ke-6 sampai dengan minggu ke- 8.

Pemeriksaan secara periodik 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, *retinal light toxicity*, edema makula kistoid, ablasio retina, astigmatisme, *posterior capsule opasification* dan lain-lain.⁹

II.2.1.6.1. Edema kornea

Edema kornea stromal maupun epithelial dapat segera terjadi pasca bedah katarak. Insidensinya meningkat pada keadaan disfungsi kornea. Edema kornea pasca bedah disebabkan karena adanya trauma mekanis, proses aspirasi irigasi yang cukup lama, inflamasi dan meningkatnya tekanan intraokuler yang menyebabkan terjadi dekompensasi endotel kornea akut. Keadaan tersebut menyebabkan kornea bertambah tebal. Edema kornea yang terjadi di daerah sentral akan menghilang dengan sendirinya, jika masih ditemukan edema kornea sentral setelah 3 bulan pasca bedah perlu dipertimbangkan tindakan keratoplasti.⁹

II.2.1.6.2. *Retinal light toxicity*

Paparan yang cukup lama sinar *operating microscope* dapat menyebabkan terbakarnya epitel pigmen retina. Jika yang terbakar daerah fovea maka akan terjadi penurunan tajam penglihatan pasca bedah. Sedangkan jika yang terbakar didaerah para fovea maka penderita akan mengeluh adanya skotoma parasentral.⁹

II.2.1.6.3. Edema makula kistoid (CME/ Cystoid macular edema)

Edema makula kistoid merupakan salah satu penyebab turunnya tajam penglihatan pasca bedah katarak dengan maupun tanpa komplikasi (*Irvine Gass syndrome*). Walaupun patogenesisnya belum diketahui tetapi tampak adanya peningkatan permeabilitas vaskuler perifoveal. Faktor lain yang mempengaruhi adalah inflamasi dengan *prostaglandin release*, vitreomacular traction dan hipotoni.

Edema makula kistoid ditemukan pada keadaan penurunan tajam penglihatan yang tidak diketahui sebabnya atau dengan pemeriksaan oftalmoskop maupun *fluorescein angiography*. Dengan pemeriksaan *fluorescein angiography* ditemukan 40%-60% pasca EKIK dan 1%-11% pasca EKEK dan kebanyakan tanpa gejala penurunan tajam penglihatan. Jika diagnosis berdasarkan penurunan tajam penglihatan insidensi CME 2%-10% pasca EKIK dan 1%-2% pasca EKEK. Penurunan tajam penglihatan terjadi pada 2 – 6 bulan pasca bedah (beberapa minggu-bulan pasca bedah). Kebanyakan akan terjadi resolusi spontan walaupun 3% diantaranya mengalami penurunan tajam penglihatan yang permanen.⁹

II.2.1.6.4. Ablasio retina

Ablasio retina terjadi sekitar 2%-3% pasca EKIK dan 0.5%-2% pasca EKEK. Faktor predisposisi terjadinya ablasio retina pasca bedah antara lain myopia aksialis (> 25mm), lattice degeneration, riwayat robekan atau ablasio pada mata yang dioperasi, riwayat ablasio pada mata kontra lateral dan riwayat keluarga dengan ablasio retina. Jika terdapat salah satu factor diatas maka pemeriksaan dilakukan dengan lebih teliti dan dilakukan tindakan penanganan sebelum dilakukan operasi katarak.⁹

Kapsul posterior yang masih intak mengurangi kemungkinan terjadinya ablasio retina pasca bedah. Sedangkan operasi dengan komplikasi seperti ruptura kapsul posterior dan *vitrouss loss* meningkatkan kemungkinan terjadinya ablasio retina.

II.2.1.6.5. Astigmatisme

Astigmatisme pasca bedah katarak terjadi dapat terjadi oleh karena jahitan yang terlalu kencang maupun jahitan yang terlalu longgar. Jahitan yang terlalu kencang akan mengakibatkan *steepen corneal* daerah yang searah jahitan (*with the rule*). Sedangkan jahitan yang terlalu longgar akan menyebabkan *against the rule astigmatism*. Astigmatisme *with the rule* pasca EKEK yang kurang dari 2 D akan berkurang dengan sendirinya, sehingga mengurangi kemungkinan untuk melepas jahitan yang terlalu kencang.⁹

II.2.1.6.6. Posterior capsule opasification (PCO)

Secara umum komplikasi tersering pasca EKEK adalah PCO. Sel-sel epitel lensa yang masih viable dan tersisa pada saat operasi akan mengalami proliferasi. Lokasi dimana kapsula anterior dan posterior menempel akan terbentuk *Wedl cells* yang kemudian membentuk *Soemmerring's ring*. Jika sel-sel epitel tersebut migrasi ke arah luar, sel-sel tersebut membentuk *Elschnig's pearls* (menyerupai telur ikan) di kapsula posterior.

Faktor-faktor terbentuknya PCO antara lain usia, riwayat inflamasi mata, pseudoexfoliasi, bentuk lensa tanam, material lensa tanam dan waktu operasi. Insidensi pembentukan PCO 28% setelah 5 tahun pasca bedah katarak. Pada penggunaan material lensa tanam yang berbeda, insidensi selama 3 tahun pasca bedah adalah 56% untuk material PMMA, 40% silicon dan 10% akrilik.⁹

II.2.2. Makula

II.2.2.1. Anatomi dan fisiologi

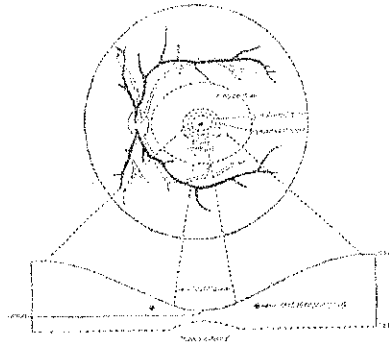
Makula adalah daerah diantara *temporal vascular arcades* dengan diameter 5-6 mm. Secara histologi di daerah ini terdapat lebih dari satu lapis sel ganglion. Pigmen yang berada di makula yaitu, zeaxanthin dan lutein yang proporsinya berbeda tergantung jaraknya dari fovea. Variasi proporsi kedua pigmen tergantung dari perbandingan sel batang dengan sel konus. Zeaxanthin lebih banyak terdapat di area yang banyak terdapat sel-sel konus, sedangkan lutein lebih banyak terdapat di daerah yang banyak mengandung sel-sel batang.^{24,33-5}

Fovea adalah daerah sentral lekukan retina yang berbentuk konkaf dengan diameter 1,5 mm. Batas daerah tersebut secara klinis tidak tampak, tetapi pada orang muda akan tampak refleks cahaya yang berbentuk elips. Daerah di sekitar fovea adalah parafovea dengan lebar 0,5 mm. Di daerah ini lapisan sel ganglion, outer *plexiform layer* dan *inner nuclear layer* paling tebal. Daerah yang mengelilingi daerah parafovea adalah perifovea dengan lebar 1,5 mm.^{24,33-5}

Daerah lekukan sentral dari fovea disebut parafovea. Daerah tersebut lokasinya kira-kira 4 mm sebelah temporal dan 0,8 mm sebelah inferior dari sentral papil nervus II. Foveola adalah daerah sentral lekukan fovea. Di daerah ini hanya terdapat sel-sel fotoreseptor, sel Muller dan sel-sel glia lainnya.

Sel-sel fotoreseptor di daerah foveola hanya terdiri dari sel-sel konus yang sangat rapat sehingga dapat menghasilkan tajam penglihatan dan penglihatan warna yang paling baik. Sel-sel konus tersebut berbentuk seperti sel batang tetapi secara fungsi mirip dengan sel-sel konus ekstra fovea.

Segmen luar sel-sel konus tersusun parallel terhadap aksis visual dan tegak lurus terhadap retinal pigment epithelium (RPE). Sedangkan di daerah perifer retina sel-sel tersebut tersusun miring menghadap ke apertura pupil.



Gambar 9. Anatomi makula. Diambil dari 33

II.2.2.2. Kelainan makula

II.2.2.2.1. Age-related macular degeneration (ARMD)

Degenerasi makula senilis pertama kali dikemukakan oleh Otto Haab tahun 1885. Otto Haab mendeskripsikan adanya variasi pigmen dan perubahan atrofi di daerah makula yang menyebabkan penurunan tajam penglihatan yang berat pada penderita diatas 50 tahun. ARMD ada 2 bentuk yaitu, noneksudatif atau tipe kering dan eksudatif atau tipe basah. Penderita biasanya mengeluh *blurring* yang semakin berat jika melihat pada jarak dekat. Pada dua penelitian ditemukan 12%-21% ARMD disertai dengan penurunan tajam penglihatan yang berat, dan akan semakin meningkat pada usia 75 tahun. Pada penelitian lain disebutkan fiksasi sentral akan sepenuhnya hilang jika area atrofi sebesar 80% dari area makula.^{33,35}

II.2.2.2.2. *Central serous retinopathy (CSR)*

CSR adalah kelainan makula dengan adanya akumulasi cairan transparan pada polus posterior fundus yang akan menyebabkan *retinal detachment* di daerah tersebut. Tajam penglihatan pada fase akut CSR dapat berkisar antara 20/20 – 20/200 dengan rata-rata 20/30. Diagnosa dapat ditegakkan dengan pemeriksaan funduskopi dimana ditemukan *blister* di daerah polus posterior.^{33,35}

II.2.2.2.3. *Macular hole*

Macular hole dapat terjadi *partial* maupun *full thickness*. Variasi penurunan tajam penglihatan berkisar antara 20/20-20/400 atau 20/20-20/80 pada *partial thickness*, sedangkan pada *full thickness* berkisar antara 20/40-20/400. *macular hole* dapat terjadi oleh karena trauma, myopia patologik, laser fotokoagulasi, pilocarpine Best's disease dan lain-lain.³⁵

II.2.2.3. Pemeriksaan makula pada kekeruhan media refrakta.

Pemeriksaan makula dapat terhalang oleh kekeruhan media refrakta, seperti edema atau sikatriks kornea, katarak dan kekeruhan corpus vitreum. Ada beberapa metoda dan alat pemeriksaan untuk memprediksi tajam penglihatan pasca operasi katarak dan juga untuk mengetahui fungsi makula.

Pada keadaan katarak yang tebal atau perdarahan corpus vitreum pemeriksaan untuk tujuan tersebut sangat terbatas. Pemeriksaan Ultrasonography, computed tomography (CT) dan *mass-response electrophysiologic test* dapat digunakan untuk memeriksa ablasio retina, tumor intraokuler dan beberapa kelainan retina, tetapi kurang bermanfaat untuk mengetahui fungsi dari makula.

Permasalahan juga terjadi pada keadaan katarak yang tidak terlalu tebal, apakah kekeruhan tersebut merupakan satu-satunya penyebab turunnya tajam penglihatan atau ada sebab yang lain. Pemeriksaan yang dapat dilakukan antara lain .³⁵

II.2.3.1. Oftalmoskop

Kesulitan pemeriksaan oftalmoskop direk adalah bagaimana memeriksa segmen posterior khususnya makula melalui celah-celah kekeruhan lensa. Selain itu adanya kekeruhan lensa tersebut juga dapat menyebabkan gambaran retina menjadi *blurring*. Binokuler oftalmoskop indirek dapat memeriksa dalam keadaan kekeruhan di subkapsularis posterior yang sudah tidak dapat diperiksa lagi menggunakan oftalmologi direk. Pemeriksaan ini jarang digunakan pada keadaan media refrakta yang keruh tetapi sangat berguna untuk memeriksa keadaan nervus optikus dan makula.^{7,11,35}

II.2.3.2. Tes fisiologik

Pemeriksaan fungsi penglihatan secara tidak langsung dapat menggunakan *Electroretinogram (ERG)* dan *visual evoked potential (VEP)*. Pemeriksaan ini tidak spesifik untuk memeriksa fungsi fovea. Walaupun pemeriksaan VEP lebih spesifik untuk memeriksa fungsi fovea tetapi kendala utamanya adalah pemeriksaan ini terlalu rumit, mahal dan kurang akurat.

^{7,11,35}

II.2.3.3. Tes diskriminasi visual

Beberapa tes diskriminasi visual dilakukan untuk menentukan secara kasar fungsi visual dibelakang media refrakta yang keruh. Kebanyakan dari tes tersebut lebih cenderung untuk memeriksa fungsi retina perifer dibanding

dengan memeriksa fungsi fovea. Beberapa contoh pemeriksaan ini adalah *light projection*, orientasi *Moddox rod* dan *two-point discrimination*. Selain itu juga dapat dilakukan pemeriksaan persepsi warna. Pemeriksaan ini kurang sensitif untuk memeriksa fungsi fovea. Oleh karena sel-sel konus juga terdapat di retina perifer. Namun demikian hasil yang negatif (tidak dapat membedakan warna) sangat mengarah pada kelainan nervus optikus yang berat.

II.2.3.4. *Entoptic omagery test*

Pemeriksaan *Entoptic omagery test* dilakukan dengan cara memberikan cahaya melalui palpebra inferior dan sclera. Cahaya tersebut digerakan dari sisi yang satu ke sisi yang lain. Sel-sel fotoreseptor yang berada dibawah pembuluh darah tidak mempunyai waktu yang cukup untuk beradaptasi sehingga akan terbentuk bayangan dari pembuluh darah mengelilingi fovea. Pemeriksaan ini tidak spesifik untuk menilai fungsi fovea dan tidak dapat memprediksi tajam penglihatan pasca bedah katarak.

II.2.3.5. Pemeriksaan tajam penglihatan secara langsung

Metoda pemeriksaan ini ada 3 macam, yaitu *The pinhole aperture*, *clinical interferometer* (interferometer klinis) dan *potential acuity meter*. Prinsip pemeriksaan ini adalah memproyeksikan bayangan dengan diameter kecil ke retina melalui celah-celah kekeruhan media refrakta, sehingga dapat menghilangkan efek penyebaran sinar (*scattering*) oleh karena kekeruhan media tersebut.^{7,11,35}

II.2.3.5.1. *Pinhole aperture*

Pemeriksaan ini dilakukan setelah koreksi terbaik dari mata yang akan diperiksa untuk menentukan tajam penglihatan potensial. *Pinhole* / lubang tersebut dapat di gerakkan oleh penderita untuk mencari daerah yang paling terang untuk melihat *optotype chart* (melewati celah-celah kekeruhan media refrakta). Jika lubang tersebut lebih kecil dari 1 mm maka akan terjadi degradasi difraksi dari bayangan *chart* dan walaupun terbatas, lubang yang kecil tersebut mengurangi efek iluminasi bayangan pada retina. Oleh karena dua hal tersebut maka penggunaan pemeriksaan ini sangat terbatas.^{7,11,35}

II.2.3.5.2. Interferometer (IFM)

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 tersebut. 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*.

7,11,35

Pemeriksaan ini antara lain menggunakan alat Retinometer (*laser / white light*), Lotmar visomotor, *clinical* dan *portable IRAS*. Hampir semua alat IFM menghasilkan gambaran kisi-kisi dengan kontras 100 %. Untuk dapat menghasilkan kontras 100% diperlukan cahaya yang intensitasnya sama. Keadaan yang dapat menyebabkan turunnya kontras gambaran kisi-kisi IFM antara lain *floater* bilik mata depan, katarak dan kelainan refraksi yang berat. Oleh karena itu pemeriksaan sebaiknya dilakukan dengan koreksi terbaik tajam penglihatan penderita dengan kelainan refraksi yang berat.^{7,11,35}

Prinsip kerja *white light* IFM sama dengan laser IFM, kecuali hanya sumber cahayanya yang berbeda. *White light* IFM menggunakan sumber cahaya dari bola lampu pijar polikromatik. Pada penggunaan sumber cahaya bola lampu pijar polikromatik ini dapat terjadi aberasi kromatis sehingga dapat mempengaruhi kontras.

II.2.3.5.3. *Potential acuity meter* (PAM)

Pemeriksaan ini memproyeksikan bayangan *snellen chart* (huruf berwarna putih dengan latarbelakang hitam) dengan diameter 0.1 mm. Prinsip pemeriksaan ini mirip dengan pemeriksaan *pinhole aperture* tetapi tanpa efek difraksi dan iluminasi bayangan di retina cukup baik. Seperti halnya interferometer, pemeriksaan ini juga sebaiknya dilakukan dengan koreksi terbaik tajam penglihatan penderita untuk memeriksa penderita dengan kelainan refraksi yang berat. ^{7,11,35}

II.2.2.4. Akurasi pemeriksaan IFM dan PAM

Beberapa penelitian mengenai akurasi pemeriksaan ini telah dilakukan tetapi analisisnya cukup sulit mengingat dilakukan pada populasi yang berbeda. Secara umum pada penelitian dengan *sample* tanpa diseleksi penderita yang menjalani operasi katarak, akurasi kedua alat tersebut dengan perbedaan dua garis pada *snellen chart* pasca bedah berkisar antara 75 %-90 %. Akurasi ini meningkat bila dilakukan pada penderita dengan kekeruhan lensa yang belum merata. IFM mempunyai kemampuan yang lebih baik untuk menembus kekeruhan lensa yang sudah rata dibandingkan dengan PAM.

^{7,11,35}

Pemeriksaan ini dapat menghasilkan hasil negatif maupun positif palsu. Dengan kata lain akurasinya menurun pada kondisi-kondisi mata tertentu. Hasil positif palsu IFM (hasil pemeriksaan / prediksi tajam penglihatan preoperasi lebih baik dibandingkan tajam penglihatan pasca bedah) dapat terjadi pada kondisi-kondisi mata seperti 1. edema makula kistoid, 2. epitel sensoris makula yang mengalami *serous detachment*, 3. retina yang baru saja dilakukan perlekatan kembali, 4. atrofi geografis epitel pigmen retina makula, 5. glaukoma, 6. kista / lubang di makula dan 7. ambliopia. Sedangkan pada keadaan kelainan makula akibat proses degenerasi tipe kering akurasi pemeriksaan ini cukup baik. Pada pemeriksaan PAM enam dari tujuh hal diatas (kecuali ambliopia) juga dapat menghasilkan hasil positif palsu.^{27,35}

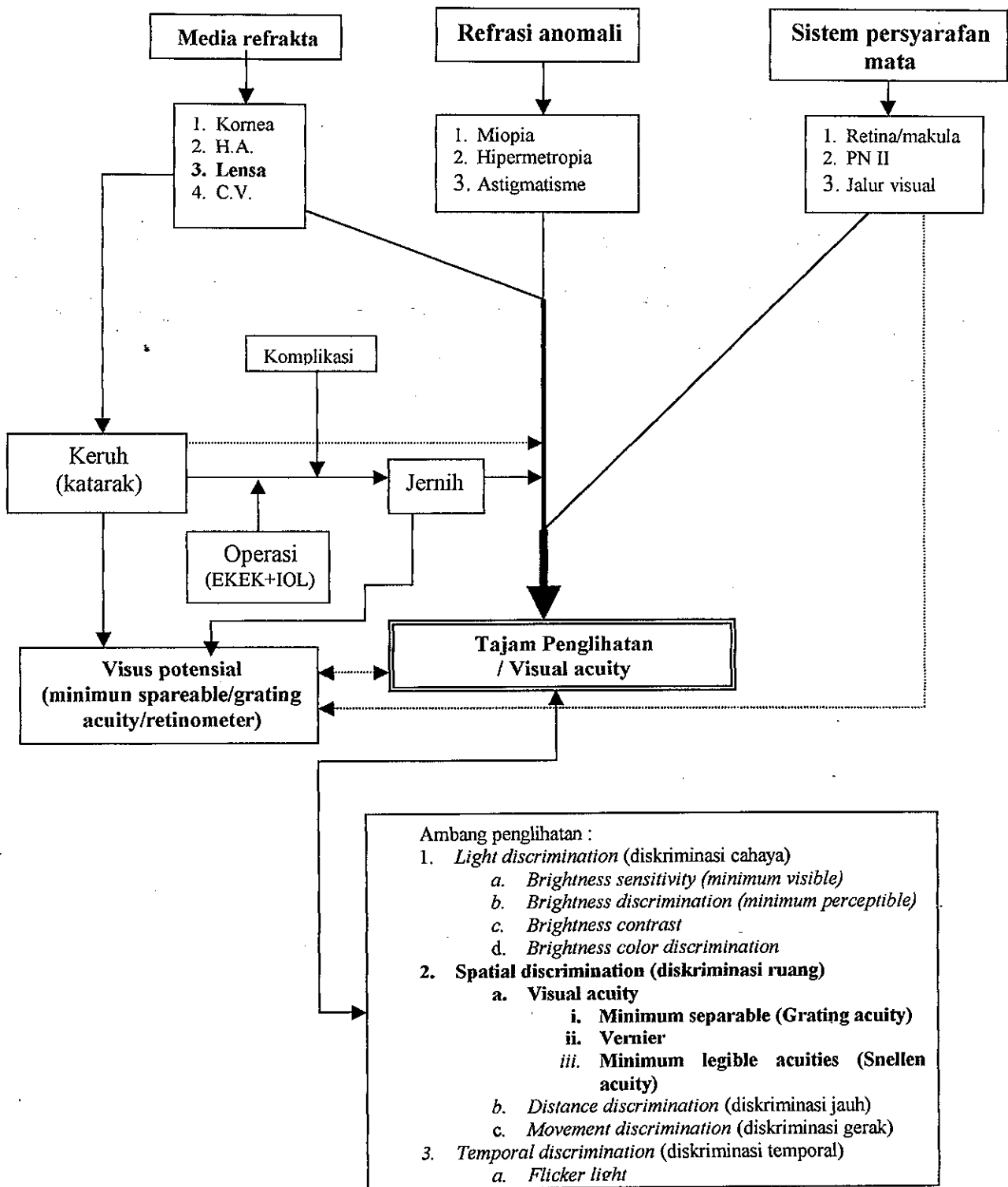
Jika dilakukan tanpa kondisi-kondisi mata seperti yang tersebut diatas pemeriksaan-pemeriksaan ini hasilnya cukup akurat. Faulkner melaporkan hasil akurasi sebesar 100 % dengan perbedaan 2 garis optotip snellen. Beberapa peneliti tidak setuju dengan pendekatan tersebut dan mendapatkan hasil 70 % tidak akurat dengan kelainan-kelainan polus posterior seperti diatas. Dantiles dkk, melaporkan dari 35 penderita katarak, 15-17 mata dengan kekeruhan ringan IFM memprediksi tajam penglihatan 20/40 atau lebih baik dengan akurat. Pada kekeruhan yang sedang sampai berat IFM memprediksi tajam penglihatan 20/40 atau lebih baik pada 8 dari 15 mata, tetapi hasilnya tajam penglihatan ke 15 mata tersebut lebih baik dari 20/30.³⁵

Hasil pemeriksaan positif palsu tentunya sangat mengecewakan penderita dan juga ahli bedah. Bloom dkk, melaporkan dari 29 mata dengan ARMD (age related macular degeneration), 16 mata positif palsu dengan pemeriksaan IFM. Positif palsu pada kelainan ARMD tipe *wet* lebih sering

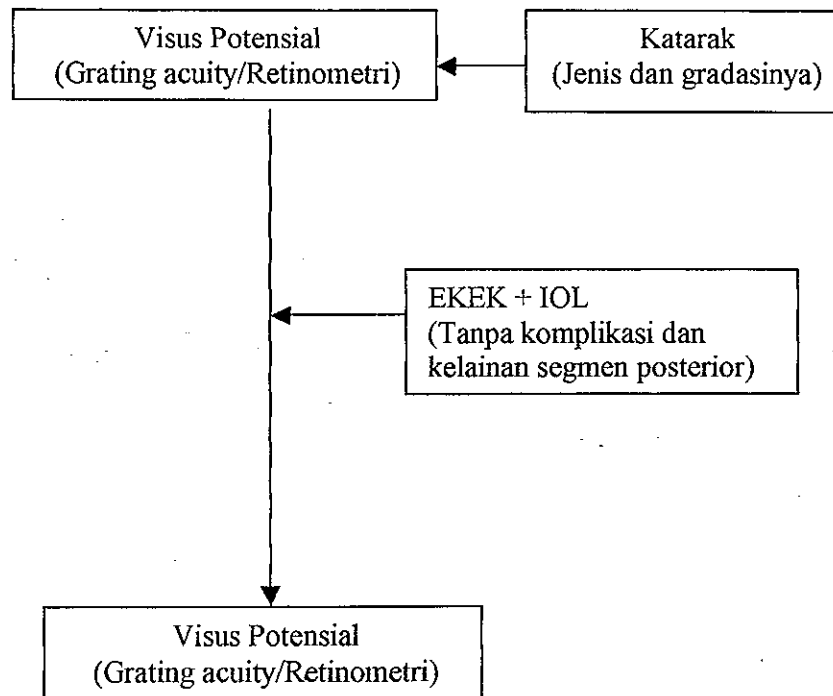
dibandingkan dengan tipe *dry*. Fish dkk, melaporkan dari 81 mata dengan kelainan makula pada keadaan media refrakta yang jernih dengan pemeriksaan PAM didapatkan 9 % positif palsu dan 40 % dengan pemeriksaan retinometer ataupun IRAS. Mereka menyimpulkan bahwa untuk kondisi mata dengan kelainan makula pemeriksaan PAM dan ERG cukup akurat untuk menilai fungsi makula. Hasil pemeriksaan negatif palsu lebih disebabkan karena ketidakmampuan alat tersebut untuk menembus media refrakta yang keruh merata.³⁵

Pada penelitian ini akan diteliti akurasi kemampuan penetrasi pemeriksaan retinometri jenis portable (Heine Lambda 100) pada derajat dan jenis kekeruhan yang berbeda penderita katarak senilis. Oleh karena alat ini relatif lebih murah dan lebih praktis cara penggunaannya.^{7,11,35}

II.3. Kerangka Teori



II.4. Kerangka konsep



Bab III

Metoda Penelitian

III.1. Ruang lingkup penelitian

III.1.1. Tempat penelitian

Penelitian akan dilakukan di R.S. Dr. Kariadi dan R.S. William Booth

Semarang

III.1.2. Waktu penelitian

Oktober 2003 sampai jumlah sampel terpenuhi.

III.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi observasional analitik.

III.3. Populasi dan sampel

III.3.1. Populasi

Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah penderita katarak senilis yang berobat ke R.S. Dr. Kariadi dan R.S. William Booth Semarang dari bulan oktober 2003 sampai jumlah sampel terpenuhi

III.3.2. Sampel

Sampel penelitian ini adalah penderita katarak senilis yang berobat ke R.S. Dr. Kariadi dan R.S. William Booth Semarang yang akan menjalani operasi katarak dari bulan oktober 2003 sampai jumlah sampel terpenuhi

III.3.3. Besar sampel

Perkiraan besar sampel dihitung dengan rumus :

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 P Q}{d^2}$$

P : keadaan yang akan dicari. dalam hal ini adalah ketepatan pemeriksaan retinometer sebesar 68%

Q : 1-P

d : nilai ketepatan absolut yang dikehendaki sebesar 80% (80-68 = 12%)

α : tingkat kemaknaan, kesalahan 0,03 maka $Z_{\alpha} = 1,96$

Dengan demikian besar sampel

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot 0,68 \cdot 0,32}{0,12^2} \quad n = 58$$

III.3.4. Cara pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara *consecutive sampling*, yaitu penderita katarak senilis yang berobat di R.S. Dr. kariadi dan R.S. William Booth yang memenuhi kriteria inklusi sampai jumlah sampel terpenuhi.

Kriteri inklusi :

1. Status oftalmologi

- a. Visus : $\geq 1/60$
- b. Kornea : jernih
- c. Bilik mata depan : kedalaman cukup, jernih
- d. Iris : Tidak ada sinekia, tidak ada koloboma
- e. Pupil : bulat, sentral dan reguler, $\varnothing \pm 3$ mm
- f. Lensa : kekeruhan belum merata (JCCES)

- g. Corpus vitreum : jernih
 - h. Fundus refleksi : masih tampak positif
 - i. Funduskopi (jika masih memungkinkan) : dalam batas normal
- 2. Tonometri : dalam batas normal (antara 10 – 22 mmHg)
 - 3. *Axial length* : antara 21-24,5 mm

Kriteria eksklusi

- 1. Terdapat komplikasi operasi katarak
- 2. Terdapat kelainan segmen posterior yang tidak terdeteksi sebelumnya
- 3. Riwayat trauma mata

III.4. Alat dan bahan

- 1. Optotip Snellen
- 2. *Trial lens* dan *trial frame*
- 3. *Slit lamp*
- 4. Oftalmoskop merk Heine K180
- 5. Tonometer Schiötz merk Improved
- 6. Retinometer merk Heine lambda 100
- 7. Voltmeter untuk mengukur voltage baterai retinometri
- 8. Midriatikum : C-mydratyl 0.5 %
- 9. Keratometer merk Shin-nippon, 2327
- 10. USG A scan merk Shin-nippon AL-010
- 11. Formulir penelitian

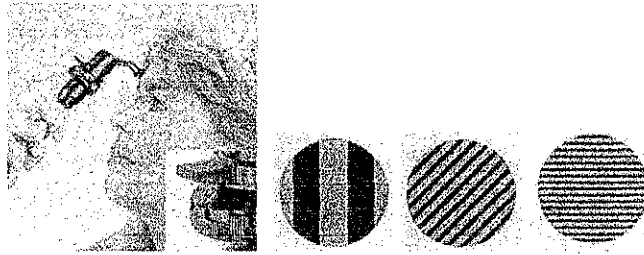
III.5. Data yang dikumpulkan

1. Identitas penderita
2. Hasil pemeriksaan status oftalmologi
3. Hasil tonometri
4. Hasil keratometri
5. Hasil pemeriksaan USG A scan
6. Hasil retinometri pra bedah pupil kecil, pupil lebar dan pasca bedah katarak
7. Tekanan darah
8. Gula darah

III.6. Cara pengumpulan data :

1. Identitas penderita : didapat dengan cara anamnesis
2. Status oftalmologi :
 - a. Visus : diperiksa menggunakan optotip Snellen
 - b. Segmen anterior : diperiksa dengan *slit lamp*
 - c. Lensa : diperiksa dengan *slit lamp*, kemudian diklasifikasikan menurut JCCES
 - d. Corpus vitreum : diperiksa dengan menggunakan *slit lamp*
 - e. Fundus refleksi : diperiksa menggunakan oftalmoskop
 - f. Funduskopi : diperiksa menggunakan oftalmoskop
3. Tekanan intra okuler : diperiksa menggunakan tonometer Schiötz
4. Keratometri : diperiksa menggunakan keratometer
5. USG A scan : diperiksa menggunakan USG
6. Retinometri pra bedah dan pasca bedah katarak :

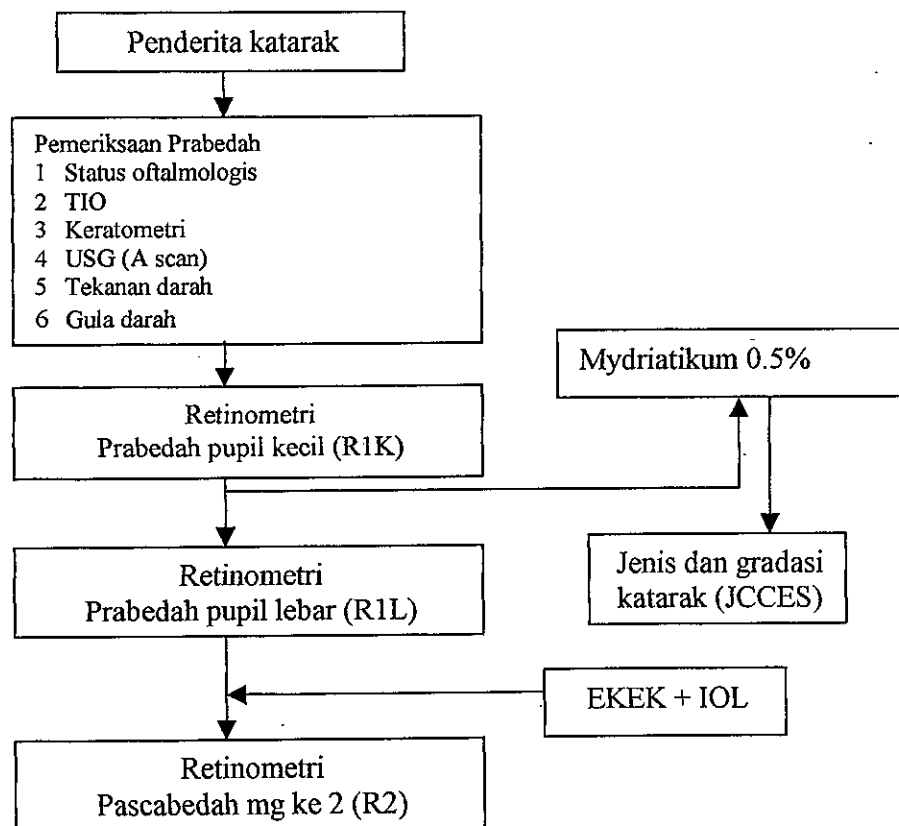
diperiksa menggunakan retinometer Heine lamda 100 (pupil sebelum dan setelah dilebarkan)



Gambar 10. Cara pemeriksaan Retinometer dan beberapa contoh gambaran grating pada retinometer heine lamda 100

- 7. Tekanan darah : diperiksa dengan spigmomanometer
- 8. Gula darah : diperiksa di laboratorium R.S. Dr. Kariadi dan R.S. William Booth Semarang.

III.7. Skema alur penelitian



III.8. Pengolahan dan analisa data

Setelah semua data yang diperlukan terkumpul, selanjutnya data tersebut di tabulasi dan dikelompokkan. Untuk mengetahui adanya pengaruh derajat dan letak kekeruhan lensa terhadap hasil retinometri dilakukan analisa Anova dan Student T-Test.

III.9. Definisi operasional

1. Katarak senilis : Katarak dengan penyebab yang tidak diketahui, usia diatas 40 tahun, tanpa rasa sakit, tanpa riwayat trauma, penyakit mata sebelumnya dan tanpa kelainan kongenital pada pemeriksaan fundus okuli.
2. EKEK : Ekstraksi katarak ekstrakapsuler yang dilakukan tanpa komplikasi dan masuk dalam kriteria inklusi.
3. Pembagian derajat dan jenis katarak :

Derajat katarak :

- a. *Grade I* : kortikal I, nuklear *pale yellow*, subkapsularis posterior I
- b. *Grade II* : kortikal II, nuklear *yellow*, subkapsularis posterior II
- c. *Grade III* : kortikal III, nuklear *brownish-yellow*.
- d. *Grade IV* : *Brown – Reddish Brown*

Jenis katarak :

Disesuaikan dengan jenis katarak yang paling dominan yaitu katarak kortikal, nuklear, subkapsularis posterior dan campuran.

Pembagian tersebut mengikuti grading katarak JCCES

4. Status oftalmologis : adalah pemeriksaan fisik mata yang meliputi visus, pemeriksaan segmen anterior, lensa, fundus refleks dan funduskopi

5. Visus : tajam penglihatan yang diukur dengan optotip Snellen.
6. Fundus refleks : pemeriksaan refleksi dari segmen posterior dengan menggunakan oftalmoskop.
7. Funduskopi : pemeriksaan segmen posterior, yaitu papil nervus Optikus, retina, makula dan pembuluhdarah yang tampak dengan oftalmoskop.
8. Funduskopi dalam batas normal adalah pemeriksaan fundus posterior dengan kriteria :
 - a. PN II : Bulat, batas tegas, kuning kemerahan, *Cup disc ratio* (CDR) \pm 0,3, *excavasio glaucomatosa* (-), *prominentia* (-)
 - b. Vasa : rasio arteri-vena (AVR) 2:3, perjalanan dbn
 - c. Retina : perdarahan (-), eksudat (-), ablasio (-)
 - d. Makula : refleks fovea (+)
9. Tonometri : pengukuran tekanan intra okuler dengan menggunakan tonometer Schiötz
10. Keratometri : pengukuran power kornea dalam satuan dioptri dengan menggunakan keratometer Shin-nippon.
11. USG A scan : pemeriksaan axial length dengan menggunakan USG Shin-nippon.
12. Retinometri : pemeriksaan potensi tajam penglihatan dengan menggunakan retinometer Heine lambda yang meliputi :
 - a. Retinometri prabedah pada keadaan pupil kecil (R1K)
 - b. Retinometri prabedah pada keadaan pupil lebar setelah ditetes midriatikum (C-Mydriatyl 0.5%) sampai refleks pupil negatif (R1L)

c. Retinometri pascabedah (R2).

13. Cara pemeriksaan retinometer

Retinometer (white light interfefometer) merupakan alat untuk memeriksa visus potensial (fungsi macula) dengan hasil grating acuity. Grating (pita hitam putih) dapat diatur makin lama semakin tipis dan arahnya dapat diatur vertica,l horizontal maupun miring. Grating terakhir yang dapat ditentukan arahnya oleh penderita dalam keadaan penerangan yang tidak terlalu terang (*dim light*) adalah visus potensialnya. Skala dari grating acuity retinometer adalah 0.06, 0.12, 0.32, 0.50, 0.03, dan 0.8. Skala tersebut dapat dikonversi menjadi skala Snelen acuity sesuai dengan skala desimalnya (lihat table 1).

III.10. Jadwal Penelitian

Jadwal Penelitian	Sep.	Okt.	Nov.	Des	Jan	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni	Juli
	1. Penyusunan dan presentasi proposal penelitian	■	■								
2. Pengumpulan Data			■	■	■	■	■	■	■	■	
3. Analisis Data dan Penyusunan										■	■
4. Presentasi Laporan Penelitian											■

BAB IV

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengumpulan sampel dilaksanakan mulai bulan Oktober 2003 sampai dengan Juni 2004, terhadap 59 mata dari 57 orang yang memenuhi kriteria sampel. Penelitian dilakukan di 2 tempat yaitu, R.S. Dr. Kariadi dan R.S. William Booth Semarang. Dari sampel yang memenuhi kriteria dilakukan pemeriksaan retinometer prabedah pada pupil kecil (R1K), pemeriksaan retinometer prabedah pada pupil besar (R2), klasifikasi derajat dan jenis katarak menurut kriteria JCCES dan pemeriksaan retinometer pasca bedah (R2). Derajat katarak terdiri dari grade 1, 2, 3 dan 4 sedangkan jenis katarak dibagi menjadi katarak kortikal, nuklear, subkapsularis posterior dan campuran.

IV.1. Karakteristik Sampel

Penelitian dilakukan terhadap 57 penderita katarak (59 mata) berusia 44 tahun sampai dengan 80 tahun. 23 orang adalah pria dan 33 orang adalah wanita. Usia yang terbanyak berada dikisaran 61 – 70 tahun (39.2%) dengan rerata usia 63.6 tahun. Pada penelitian Sage dkk yang meneliti mengenai akurasi interferometer dibandingkan dengan Potential acuity meter rerata usia sampelnya adalah 70.38 tahun. Sedangkan Kwitko dkk meneliti akurasi pemeriksaan Potential Acuity Meter pada sampel dengan rerata usia sebesar 62.50 tahun dan distribusi jenis kelamin 56.8 % perempuan, 43.2 % laki-laki.¹²

Tabel 6. Karakteristik sampel berdasarkan usia

Karakteristik	Frekuensi	Persen
Distribusi umur (tahun)		
<input type="checkbox"/> 40 – 50	7	12.2
<input type="checkbox"/> 51 – 60	15	26.3
<input type="checkbox"/> 61 – 70	22	38.7
<input type="checkbox"/> 71 – 80	13	22.8
Total	57	100.0

Tabel 7. Karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin

Karakteristik	Frekuensi	Persen
Jenis kelamin		
<input type="checkbox"/> Pria	24	42.1
<input type="checkbox"/> Wanita	33	57.9
Total	57	100

Dari 59 mata yang termasuk kriteria sampel, derajat dan jenis katarak diklasifikasikan menurut JCCES dengan hasil 2 mata termasuk *grade 1*, 13 mata *grade 2*, 35 mata *grade 3* dan 8 mata *grade 4*. Tabel-tabel di bawah ini menggambarkan distribusi mata sesuai dengan derajat dan jenis katarak.

Tabel 8. Distribusi derajat katarak

	Frekuensi	Persen
Derajat katarak menurut JCCES		
<input type="checkbox"/> <i>Grade 1</i>	2	3.42
<input type="checkbox"/> <i>Grade 2</i>	13	22.03
<input type="checkbox"/> <i>Grade 3</i>	36	61.01
<input type="checkbox"/> <i>Grade 4</i>	8	13.55
Total	59	100

Tabel 9. Distribusi jenis katarak

	Frekuensi	Persen
Jenis katarak		
□ Nuklear	12	3.42
□ Kortikal	8	22.03
□ Subkapsularis posterior	15	61.01
□ Campuran	26	13.55
Total	59	100

Pada masing-masing mata dilakukan pemeriksaan retinometri prabedah pada keadaan pupil kecil (R1K), pupil lebar (R1L) dan pasca bedah katarak. Skala retinometri 0.32 merupakan nilai yang tersering ditemukan pada pemeriksaan prabedah pupil lebar (32.24%), sedangkan skala retinometri pasca bedah yang tersering ditemukan adalah 0.8 (52.56 %), hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 10. Hasil retinometri prabedah pada pupil lebar (R1L)

	Frekuensi	Persen
Hasil Retinometri prabedah (R1L)		
□ 0.06	1	1.69
□ 0.12	2	3.38
□ 0.32	19	32.24
□ 0.50	8	13.55
□ 0.63	18	30.50
□ 0.80	11	18.64
Total	59	100
Rerata R1L : 0.52 SD 0.20		

Tabel 11. Hasil retinometri prabedah pada pupil kecil (R1K)

	Frekuensi	Persen
Hasil Retinometri prabedah (R1K)		
□ 0.06	6	10.21
□ 0.12	7	11.86
□ 0.32	22	37.27
□ 0.50	11	18.64
□ 0.63	6	10.16
□ 0.80	7	11.86
Total	59	100
Rerata R1K : 0.39 SD 0.22		

Tabel 12. Hasil retinometri pascabedah

	Frekuensi	Persen
Hasil Retinometri pasca bedah (R2)		
□ 0.50	8	13.65
□ 0.63	20	33.89
□ 0.80	31	52.56
Total	59	100
Rerata R2 : 0.7 SD 0.11		

Pada penelitian ini didapatkan hasil rerata pemeriksaan retinometri prabedah pupil lebar sebesar 0.52 SD 0.20. Penelitian Sage dkk, mendapatkan rerata pemeriksaan prabedah Interferometer sebesar 0.54 SD 0.40 sedangkan rerata pemeriksaan prabedah Potential Acuity Meter (PAM) sebesar 0.49 SD 0.59.¹²

IV.2. Analisa Bivariat dan multivariat

IV.2.1. Hubungan antara derajat katarak dengan rerata retinometri prabedah pupil lebar

Hubungan antara derajat katarak dengan rerata retinometri prabedah dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 13. Hubungan antara derajat katarak dengan retinometri prabedah pupil lebar (R1L)

Retinometri prabedah	N	R1L Min	R1L Max	Mean R1L	SD
□ <i>Grade 1</i>	2	0.63	0.8	0.71	0.12
□ <i>Grade 2</i>	13	0.32	0.8	0.68	0.15
□ <i>Grade 3</i>	36	0.06	0.8	0.48	0.18
□ <i>Grade 4</i>	8	0.12	0.63	0.35	0.15

Ket Retinometri prabedah pupil kecil (R1L) maksimal
 Retinometri prabedah pupil lebar (R1L) minimal

p=0,001

Tabel 13. menggambarkan hubungan antara derajat katarak dengan rerata hasil retinometri prabedah pupil lebar. Pada tabel tersebut terlihat adanya hubungan yang erat antara derajat katarak dengan rerata retinometri prabedah pupil lebar. Tampak adanya kecenderungan semakin tinggi derajat katarak semakin rendah nilai rerata retinometri prabedah pupil lebar. Uji statistik ANOVA mendapatkan nilai $p=0,001$.

Derajat katarak menunjukkan tingkat kekeruhan lensa, sehingga tabel di atas menunjukkan semakin tebal kekeruhan lensa semakin sulit sinar retinometer untuk menembusnya. Sebagai contoh rerata retinometri *grade 1* adalah 0,71 sedangkan nilai reratra retinometri *grade 4* sebesar 0,35, Namun demikian hal ini masih perlu dibuktikan dengan hasil retinometri pasca bedah (R2).

Uji Post Hoc tests menggambarkan perbandingan antar derajat katarak

lebih terinci sesuai dengan table di bawah ini

Tabel 14. Perbandingan antar derajat katarak terhadap retinometri prabedah pupil lebar

Grade (I)	Grade (J)	Mean Diff. (I-J)	Sig.
1	2	0.002	0.87
	3	0.24	0.68
	4	0.37*	0.11
2	1	0.002	0.87
	3	0.22*	0.01
	4	0.35*	0.001
3	1	-0.24	0.68
	2	-0.22*	0.001
	4	0.13	0.75
4	1	-0.37*	0.01
	2	-0.35*	0.001
	3	-0.13	0.07

Ket : * : perbedaan bermakna

IV.2.2. Hubungan antara derajat katarak dengan rerata retinometri prabedah pupil kecil

Tabel 15. Hubungan antara derajat katarak dengan retinometri prabedah pupil kecil (R1K)

Retinometri prabedah	N	R1K Min	R1K Max	Mean R1K	SD
□ Grade 1	2	0.5	0.8	0.65	0.21
□ Grade 2	13	0.32	0.8	0.57	0.20
□ Grade 3	36	0.06	0.8	0.32	0.21
□ Grade 4	8	0.12	0.63	0.31	0.10

Ket Retinometri prabedah pupil kecil (R1L) maksimal
Retinometri prabedah pupil lebar (R1L) minimal p=0,001

Tabel 15. menggambarkan hubungan antara derajat katarak dengan rerata hasil retinometri prabedah pupil kecil. Pada tabel tersebut terlihat adanya hubungan yang erat antara derajat katarak dengan rerata retinometri prabedah

pupil kecil. Tampak adanya kecenderungan semakin tinggi derajat katarak semakin rendah nilai rerata retinometri prabedah pupil kecil. Uji statistik ANOVA mendapatkan nilai $p=0,001$.

Tabel 16. Perbandingan antar derajat katarak terhadap retinometri prabedah pupil lebar

Grade (I)	Grade (J)	Mean Diff. (I-J)	Sig.
1	2	0.007	0.63
	3	0.32*	0.02
	4	0.33*	0.03
2	1	0.007	0.63
	3	0.24*	0.001
	4	0.25*	0.005
3	1	-0.32*	0.29
	2	-0.24*	0.001
	4	0.001	0.89
4	1	-0.33*	0.03
	2	-0.25*	0.005
	3	-0.001	0.89

Uji Post Hoc tests (table 15 dan table 16) menggambarkan perbandingan antar derajat katarak lebih terinci, yang hasilnya perbedaan bermakna terlihat pada perbedaan derajat 2 dengan derajat 3, sedangkan derajat 1 dengan derajat 2 tidak bermakna begitu juga derajat 3 dengan derajat 4. Dengan demikian untuk selanjutnya penggolongan data menurut derajat akan digolongkan menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok 1 (terdiri dari derajat 1 dan 2) dan kelompok 2 (terdiri dari derajat 3 dan 4).

IV.2.3. Perbedaan antara retinometri prabedah pupil lebar dengan retinometer pasca bedah pada kelompok 1 dan 2.

Tabel 17. Perbedaan antara retinometri prabedah pupil lebar dengan retinometer pasca bedah pada kelompok 1 dan 2.

	N	Mean R1L	Mean R2	Beda R2-R1L	Sig. (p=)
Kelompok 1	15	0.69	0.74	0.05	0.04
Kelompok 2	44	0.45	0.68	0.23	0.001

Pada tabel di atas tampak adanya perbedaan yang bermakna secara statistik antara retinometri prabedah pupil lebar dengan retinometer pasca bedah pada masing-masing kelompok. Dari uji T-test didapatkan nilai $p=0.04$ (kelompok 1) dan $p=0.001$ (kelompok 2). Hal ini menggambarkan hasil retinometri prabedah pada pupil lebar berbeda bermakna secara statistik dengan hasil retinometri pasca bedah baik pada kelompok 1 (*grade* 1 dan 2) maupun kelompok 2 (*grade* 3 dan 4). Namun demikian perbedaan tersebut tampak lebih besar pada kelompok 2 (derajat kataraknya lebih tinggi). Sage dkk mendapatkan hasil pemeriksaan Interferometer prabedah berbeda antara -0.09 ± 0.27 dengan visus pasca bedah koreksi terbaik, sedangkan pemeriksaan prabedah PAM berbeda antara -0.22 ± 0.24 visus pasca bedah koreksi terbaik.¹² Tabel di atas menggambarkan hasil retinometri pasca bedah (R2) pada kelompok 1 (*grade* 1 dan 2) meningkat rata-rata $+ 0.05$ dari hasil retinometri prabedahnya, sedangkan hasil retinometri pasca bedah (R2) pada kelompok 2 (*grade* 3 dan 4) meningkat rata-rata $+ 0.23$ dari hasil retinometri prabedahnya.

Semua hasil retinometri prabedah pupil lebar penelitian ini lebih rendah atau sama dengan retinometri pasca bedah, tidak ada yang lebih tinggi dari

retinometri pasca bedah. Hasil negatif palsu yang demikian (hasil retinometri prabedah lebih rendah dari pasca bedah) menurut Fish dkk adalah disebabkan oleh ketidakmampuan alat tersebut menembus media refrakta yang keruh, oleh karena media refrakta pasca bedah katarak relatif lebih jernih dari pada prabedah sehingga lebih mudah ditembus oleh sinar retinometer.

Pada penelitian ini dari 2 sampel grade 1 semua hasil retinometri prabedah pupil lebar tepat sama dengan hasil retinometri pasca bedah (100%), untuk grade 2 dan seterusnya dapat dilihat pada tabel 18. Tabel 18 menggambarkan semakin tinggi gradasi katarak ketepatan pemeriksaan retinometri prabedah dengan pasca bedah semakin berkurang. Katarak kortikal mempunyai angka ketepatan yang paling rendah disbanding jenis katarak lainnya (grade 2 : 33.3% dan grade 3 : 0%)

Tabel 18 ketepatan pemeriksaan retinometri prabedah dengan retinometri.

Beda baris	0	1	2	3	4	5	total
Grade 1	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
□ Subkapsularis posterior	2	0	0	0	0	0	2
Grade 2	69.2%	0%	23%	7.6%	0%	0%	100%
□ Kortikal	1(33.3%)	0	1(33.3%)	1(33.3%)	0	0	3
□ Subkapsularis posterior	3(75%)	0	1(25%)	0	0	0	4
□ Campuran	5(83%)	0	1(17%)	0	0	0	6
Grade 3	22.2%	5.5%	30.5%	25%	13.8%	2.7%	100%
□ Kortikal	0	0	3(60%)	1(20%)	1(20%)	0	5
□ Subkapsularis posterior	2(23%)	1(11%)	5(55%)	0	1(11%)	0	9
□ Nuklear	2(50%)	0	1(25%)	1(25%)	0	0	4
□ Campuran	4(22%)	1(6%)	2(11%)	7(38%)	3(17%)	1(6%)	18
Grade 4	12.5%	0%	25%	62.5%	0%	0%	100%
□ Nuklear	1(0.125%)	0	2(25%)	5(6.25%)	0	0	8

Ket : 0 : hasil retinometri prabedah sama dengan pasca bedah
 1 : hasil retinometri prabedah berbeda satu baris dengan pasca bedah
 2 : hasil retinometri prabedah berbeda dua baris dengan pasca bedah
 dst.

IV.2.4. Perbedaan retinometri prabedah pupil kecil dengan retinometer pasca bedah pada kelompok 1 dan 2.

Tabel 19. perbedaan antara retinometri prabedah pupil kecil dengan retinometer pasca bedah pada kelompok 1 dan 2.

	N	Mean R1K	Mean R2	Beda R2-R1K	Sig. (p=)
Kelompok 1	15	0.58	0.74	0.16	0.03
Kelompok 2	44	0.32	0.68	0.36	0.001

Retinometri prabedah pupil kecil, seperti halnya retinometri prabedah pupil lebar juga kurang menggambarkan hasil retinometri pasca bedah. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel di atas dimana terdapat gambaran adanya perbedaan yang bermakna antara retinometri prabedah pupil kecil dengan retinometer pasca bedah pada masing-masing kelompok, dengan uji statistik T-test nilai $p=0.03$ dan 0.001 .

IV.2.5. Perbedaan antara retinometri prabedah pupil kecil dengan retinometri prabedah pupil lebar pada kelompok 1 dan 2.

Tabel 20. Perbedaan antara retinometri prabedah pupil kecil dengan retinometer prabedah pupil lebar pada kelompok 1 dan 2.

	N	Mean R1K	Mean R1L	Beda R1L-R1K	Sig. (p=)
Kelompok 1	15	0.58	0.69	0.11	0.02
Kelompok 2	44	0.32	0.45	0.13	0.001

Tabel di atas menggambarkan adanya perbedaan yang bermakna antara retinometri prabedah pupil kecil dengan retinometri prabedah pupil lebar pada masing-masing kelompok (uji statistik T-test nilai $p=0.02$ dan 0.001). Hal ini menggambarkan walaupun pada derajat yang rendah (*grade 1 dan 2*) / kelompok 1 terdapat perbedaan yang bermakna antara kedua pemeriksaan tersebut.

IV.2.6. Perbedaan antara retinometri pasca bedah dengan retinometri prabedah pupil lebar pada kelompok yang sama dengan jenis katarak yang berbeda

Tabel 21. Perbedaan antara retinometri pasca bedah dengan retinometri prabedah pupil lebar pada kelompok yang sama dengan jenis katarak yang berbeda

	Mean R1L	Mean R2	Beda R2-R1L	Sig. (p=)
Kelompok 1				
<input type="checkbox"/> Kortikal	0.64	0.80	0.16	0.213
<input type="checkbox"/> Subkapsularis posterior	0.71	0.74	0.03	0.363
<input type="checkbox"/> Campuran	0.69	0.72	0.03	0.363
Kelompok 2				
<input type="checkbox"/> Kortikal	0.50	0.76	0.26	0.013
<input type="checkbox"/> Subkapsularis posterior	0.56	0.72	0.16	0.008
<input type="checkbox"/> Nuklear	0.43	0.64	0.21	0.001
<input type="checkbox"/> Campuran	0.40	0.67	0.27	0.001

Tabel 21 Menggambarkan perbedaan antara retinometri pasca bedah dengan retinometri prabedah pupil lebar pada kelompok yang sama dengan jenis katarak yang berbeda. Dengan uji statistik T test pada tabel tersebut tampak tidak ada perbedaan yang bermakna antara retinometri prabedah pupil lebar dengan retinometri pasca bedah pada masing-masing jenis katarak kelompok 1. Sedangkan pada kelompok 2 tiap-tiap jenis katarak perbedaan antara retinometri prabedah pupil lebar dengan retinometri pasca bedah bermakna. Hal tersebut menggambarkan bahwa semakin tebal katarak semakin besar perbedaan retinometri prabedah pupil lebar dengan retinometri pasca bedah pada masing-masing jenis katarak. Katarak jenis kortikal mempunyai perbedaan hasil retinometri prabedah dengan pasca bedah yang besar (kelompok 1 beda : 0.16, kelompok 2 beda : 0.26). Sage mengemukakan hasil pemeriksaan baik IFM

maupun PAM dari 4 penderita dengan katarak subkapsularis posterior semuanya *underestimated*.¹¹

BAB V

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan analisa data penelitian dapat disimpulkan antara lain:

1. Semakin tinggi gradasi katarak semakin rendah hasil retinometri prabedah pada keadaan pupil lebar dan pupil kecil.
2. Semakin tinggi gradasi katarak semakin besar perbedaan antara retinometri prabedah pupil lebar dan pupil kecil dengan retinometri pasca bedah.
3. Pada jenis katarak kortikal, hasil retinometri prabedah pupil lebar yang tepat sama dengan retinometri pasca bedah paling jarang ditemukan.

Saran

1. Pemeriksaan retinometri dilakukan pada keadaan pupil lebar, oleh karena terdapat perbedaan hasil antara retinometri prabedah pupil kecil dengan retinometri prabedah pupil lebar.
2. Pemeriksaan retinometer prabedah pada gradasi katarak yang masih rendah sebaiknya dilakukan oleh karena hasilnya tidak berbeda jauh dengan hasil retinometri pasca bedah, sehingga pemeriksaan dapat digunakan untuk memprediksi prognosis pasca bedah.

Daftar pustaka

1. Hardiman A. Rencana tindak lanjut renstranas PGPK. Bidang Yanmed Spesialik. Depkes 2003
2. Istiantoro. The Global vision of 2020 : The right to sight. Farmacia mei 2003; vol 2:33-4
3. Hammond C. The epidemiology of cataract. City university. London. www.optometry.co.uk, 2001
4. Harmani B. Pengabdian dan pelayanan masyarakat. Laporan pelaksanaan program kerja PP Perdami 2000-2003. Jakarta : Perdami, 2003:53-5
5. Boyd BF. Cataract and intraocular lens surgery. Highlight of ophthalmology. World atlas series of ophthalmic surgery. Vol II. El Dorado : Highlight of Ophthalmology, 1995. p.1-188
6. Superstein R. Indication for cataract surgery. Current opinion in ophthalmology 2001;12:58-62
7. Gus PI. Potential acuity meter accuracy in cataract patient. J cataract and refractive surgery;26:1238-41
8. Tyler J. OTM I lecture: visual acuity. [on line]: URL. http://www.nova.edu/hpd/otm/otm-a/guestlects/visual_acuity.htm
9. Johns KJ. Anatomy. In : Liesegang TJ, editor. Lens and cataract section 12. Basic and clinical science course 2001-2002. San Fransisco: The Foundation of American Academy of Ophthalmology; 2001. p.5-9
10. Ogden TE. Topography of the retina. In: Ryan SJ, editor. Basic science, inherited retinal disease and tumor. St Luis : Mosby ; 1989. p.32-7
11. Sage CL. Accuracy of IRAS GT interferometer and potential acuity meter prediction of visual acuity after phacoemulsification. Prospective comparative study. J. cataract and refractive surgery 2002; 28 : 131-8
12. Friedrich A. Validity of retinal visual acuity testing in cataract surgery-comparison of two type retinometers. 96th DOG annual meeting, 1988
13. Veatch ophthalmic instrument. How does Manual lambda work. [on line]: URL. www.veatchinstrument.com/retinometer.htm
14. Eye Anatomy. American orthoptic journal. [on line]: URL. www.aoj.rog
15. Chang DF. Ophthalmic examination. In : Vaughan D, editor. General ophthalmology. 15th ed. Stamford : Lange Medical Pub ; 1999. p. 27-57
16. Garland JE. Visual acuity examination. In : Wilson FM, editor. A manual for beginning resident, 4th ed. Pratical ophthalmology. San Fransisco : American Academy of Ophthalmology, 1996. p. 31-50
17. Miller KM. The human eye as an optical system. In : Liesegang TJ, editor. Optic refractive and contact lens section 3. Basic and clinical science course 2001-2002. San Fransisco: The Foundation of American Academy of Ophthalmology; 2001. p.105-25
18. Borish IM. Clinical refraction. 3rd ed. Chicago : The professional press, 1975. p. 345-422
19. Anonymous. Visual acuity. [on line]: URL. www.psychology.psych.ndsu.nodoh.edu,1997
20. Visual acuity. [on line]: URL. www.cquest.utoronto.ca/psych/psy3165/pattern.html
21. Visual acuity. Web vision : Spatial resolution. [on line]: URL. <http://webvision.med.utah.edu/kallspatial.html>, 1998
22. Lea vision test system. Instruction sction. [on line]: URL. www.lea-test.fi/ep/vitest/vitests.html,2001

23. Chapter 4 function of the eye and of adjoining structure in persons with intellectual disability. [on line]: URL. www.lea-test.sqic.fi/ep/assessme/icidh-2/ch4h.htm, 1999
24. Hardy RA. Retina. In : Vaughan D, editor. General ophthalmology. 15th ed. Stamford : Lange Medical Pub ; 1999. p. 178-200
25. Gurland JE. Visual acuity examination. In : Wilson FM, editor. A manual for beginning residents. 4th ed. Practical ophthalmology. San Fransisco : American Acadey of Ophthalmology, 1996. p. 31-50
26. Lawrenson JG. Age-related cataract, epidemiology, pathogenesis and management. Continuing professional development, 2003 ; june 27
27. Garcia GE. Lens. In : Jakobiec FA, editor Principles and practice of ophthalmology volume 1. Clinical practice. Philadelphia : W.B. Saunders, 1994. p.561-682
28. Thompson D. Metode of assessing cataract and the effect of opacities on vision. City university june 2001. [on line]: URL. www.optometry.co.uk, 2001
29. Anderson DM. Dorland illustrated medical dictionary. Philadelphia : W.B. Saunders, 1994. p.277
30. Puroshottam K. Cataract a pilot study. Rajiv Gandhi Medical College. [on line]: URL. http://www.bhj.org/journal/2002_4404_oct/org_res_653.htm.
31. Dawhan S. Cataract. Mex med center. [on line]: URL. <file://localhost/E:/penelitian/internet/cataract/lens.html> . 2002
32. Burrato L. Cataract surgery development and technique. In : Burrato L, editor. Principle and technique. Phacoemulsification. Thorofare : Slack Intercoporated, 1998. p.3-21
33. Flynn HW. Basic anatomy. In : Liesegang TJ, editor. Retina and viteous section 12. Basic and clinical science course 2001-2002. San Fransisco: The Foundation of American Academy of Ophthalmology; 2001. p.7-13
34. Nover A. Anatomi fundus okuli. Gambaran khas dan detil-detil pemeriksaan. Fundus okuli. Edisi IV. Jakarta: Hipokrates; 1995. 27-39
35. Sarks SH. Macular disease. In: Ryan SJ, editor. Basic science, inherited retinal disease and tumor. St Luis : Mosby ; 1989. p.1069-186