

INTRAOCULAR PRESSURE

KKU  
KK

Tinjauan Kepustakaan

617.752 4

Ari  
t

**TEKANAN INTRA OKULER  
DAN PEMERIKSAANNYA**

■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■

oleh :

Dr. Sri Ariani

pembimbing :

Dr. Hamidah M. Ali

■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■

Dibacakan pada

tanggal 21 September 1990

■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■

Laboratorium / UPF Ilmu Penyakit Mata  
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga /  
Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Sutomo  
S U R A B A Y A

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA

307/KP/PeA/H/91

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	i
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iii
I. PENDAHULUAN .....	1
II. PENGERTIAN TEKANAN INTRA OKULER .....	2
1. DEFINISI TEKANAN INTRA OKULER .....	2
2. TEKANAN INTRA OKULER YANG KONSTAN .....	2
III. HARGA NORMAL TEKANAN INTRA OKULER .....	3
1. TEKANAN INTRA OKULER NORMAL .....	3
2. DISTRIBUSI TEKANAN INTRA OKULER PADA POPULASI NORMAL .....	4
IV. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TEKANAN INTRA OKULER .....	7
1. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI AKUOS HUMOR .....	7
2. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENGELUARAN AKUOS HUMOR .....	9
3. FAKTOR LAIN .....	9
V. PEMERIKSAAN TEKANAN INTRA OKULER .....	12
1. PENGERTIAN PEMERIKSAAN TEKANAN INTRA OKULER .....	12
2. CARA PENGUKURAN TEKANAN INTRA OKULER .....	12
3. MACAM-MACAM TONOMETER .....	13
VI. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI HASIL PEMERIKSAAN TEKANAN INTRA OKULER .....	21
VII. INDIKASI DAN KONTRA INDIKASI PEMERIKSAAN TEKANAN INTRA OKULER .....	23
1. INDIKASI .....	23
2. KONTRA INDIKASI .....	23

VIII.	RINGKASAN .....	23
IX.	PENUTUP .....	24
X.	DAFTAR KEPUSTAKAAN .....	26

UCAPAN TERIMA KASIH SAYA SAMPAIKAN KEPADA YANG  
TERHORMAT :

1. Dr. Hamidah M. Ali, sebagai pembimbing yang telah memberi bimbingan, koreksi dan pengarahan dari awal sampai selesainya makalah ini.
2. Dr. Els Aswan Gumansalangi, sebagai staff ahli yang telah memberi saran dan koreksi serta tambahan kepustakaan dalam penyusunan makalah ini.
3. Dr. J. Kadi, yang telah banyak memberikan tambahan kepustakaan dalam penyusunan makalah ini.
4. Dr. Rowena G. Hoesin, sebagai ibu asuh yang telah memberi dorongan dalam penyusunan makalah ini.
5. Dr. Diany Yogiantoro, sebagai Ketua Program Studi yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan makalah ini.
6. Dr. Wisnujono Soewono, sebagai Kepala Bagian Laboratorium / UPF Ilmu Penyakit Mata.
7. Para staff Laboratorium / UPF Ilmu Penyakit Mata dan Teman Sejawat PPDS I yang telah memberi bantuannya sehingga makalah ini dapat terselesaikan.

## I. PENDAHULUAN

Tekanan Intra Okuler merupakan kunci utama untuk menentukan diagnosa dan terapi pada glaukoma.

Glaukoma adalah suatu neuropati optik yang berupa penggaungan papil saraf optik dengan disertai gangguan pada lapang pandangan sebagai akibat tekanan intra okuler yang tinggi.(6,16)

Sehingga sampai sekarang tekanan intra okuler ini dianggap pemeriksaan yang rutin pada setiap penderita diatas umur 20 tahun yang datang di poli mata.(3,16)

Hjalmar August Schiøtz, ia seorang profesor pertama dalam ilmu penyakit mata yang pertama kali memperkenalkan oftalmometer dan tonometer.(2)

Pada penanganan klinik penderita, sangat lah penting untuk membedakan antara penderita dengan tekanan intra okuler yang tinggi tanpa kelainan pada papil saraf optik dan lapang pandangan dengan penderita yang tekanan intra okuler-nya tinggi disertai gangguan pada papil saraf optik dan lapang pandangan.(6)

Oleh karena penderita dengan tekanan intra okuler yang tinggi dan ada kerusakan papil saraf optik dapat menyebabkan kebutaan.

Pada tahun 1982 Perdami cabang Jawa-Timur mengadakan survei dan ditemukan glaukoma sebagai penyakit penyebab kebutaan nomor ketiga di Jawa-Timur.(10)



Mengingat sangat pentingnya pemeriksaan tekanan intra okuler ini maka penulis tertarik untuk mengetahui definisi tekanan intra okuler, berapa harga tekanan intra okuler yang normal serta hal-hal yang mempengaruhi tekanan intra okuler tersebut.

Tujuan penulis dalam makalah ini adalah untuk membahas lebih rinci mengenai pengertian tekanan intra okuler, faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya tekanan intra okuler dan cara pengukuran tekanan intra okuler yang baik dan benar serta indikasi dan kontra indikasi pemeriksaan tekanan intra okuler.

## II. PENGERTIAN TEKANAN INTRA OKULER

### II.1. DEFINISI

Tekanan intra okuler adalah suatu daya atau kekuatan yang terdapat di dalam bola mata. (16)  
Tekanan intra okuler sebenarnya merupakan suatu kekuatan yang ada di dalam mata sebagai akibat dari adanya pengaliran akuos humor di dalam mata (inflow) dan pengeluaran akuos humor dari mata (outflow).

### II.2. TEKANAN INTRA OKULER YANG KONSTAN

Tekanan intra okuler yang konstan ini sangat tergantung pada interaksi antara kekuatan yang mengalirkan akuos humor (inflow) dan kekuatan yang menghambat pengeluaran akuos humor (outflow). (6,16)



Sehingga tekanan intra okuler akan konstan bila inflow sama dengan outflow.(6)

Oleh karena itu tekanan intra okuler sangat tergantung pada produksi akuos humor dan sifat ketahanan yang ada pada sistem pembuangan.(6,8). Tetapi produksi akuos humor dan sifat ketahanan dari pada sistem pembuangan, dipengaruhi pula oleh tekanan intra okuler.

Tekanan intra okuler yang tinggi dapat menghambat produksi dan juga akan meningkatkan ketahanan pada sistem pembuangan. Meningkatnya ketahanan pada sistem pembuangan disebabkan oleh karena terjadi obstruksi rongga trabekel atau kolaps kanal Schlemm akibat penekanan dari dalam oleh tekanan intra okuler yang tinggi.

Oleh karena produksi akuos humor yang berkurang akan berpengaruh pula pada tekanan intra okuler sehingga tekanan intra okuler akan menurun, maka tidak akan menekan trabekel dengan akibat pembuangan akuos humor akan berlangsung dengan baik maka tekanan intra okuler normal dan produksi berjalan normal pula.(6,8)

### III. HARGA NORMAL TEKANAN INTRA OKULER

#### III.1. TEKANAN INTRA OKULER NORMAL

Tekanan intra okuler normal dapat didefinisikan sebagai tekanan yang tidak mengarah pada kerusakan papil saraf optik.(14)

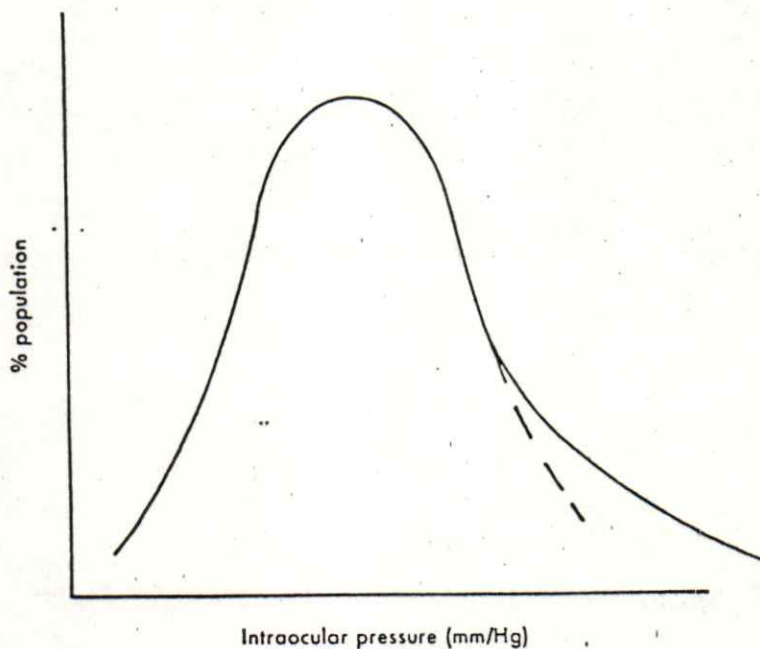
Sayang sekali definisi ini tidak dapat diungkapkan dalam istilah numerik yang tepat, karena tiap individu tidak sama responnya terhadap tekanan tertentu.

Besarnya tekanan intra okuler yang normal dari beberapa penulis berbeda-beda, tetapi berkisar antara 12 mmHg sampai 22 mmHg dan harga rata-rata 15,5 mmHg. (3,4,6,7,11,12,13,14,16)

Sedangkan bila tekanan intra okuler antara 22 mmHg sampai 25 mmHg patut dicurigai menjadi glaukoma. Mata dengan tekanan intra okuler 25 mmHg belum tentu abnormal atau glaukoma dan tekanan di bawah 25 mmHg juga belum tentu normal. (15) Maka yang terbaik adalah mengetahui bagaimana distribusi tekanan intra okuler dalam populasi normal dan dalam individu dengan glaukoma.

### III.2. DISTRIBUSI TEKANAN INTRA OKULER PADA POPULASI NORMAL

Penelitian yang paling sering dikutip adalah penelitian oleh Leydhecker dan kawan-kawan. Dari 10.000 orang dengan penyakit mata yang tidak diketahui, dilakukan pengukuran tekanan intra okuler dengan tonometer Schiötz. Hasilnya mempunyai distribusi tekanan menyerupai kurva Gaussian. (7,14). Peneliti berikutnya, baik yang memakai tonometer aplanasi maupun tonometer indentasi secara umum mereka mempunyai hasil yang sama dengan Leydecker tentang distribusi intra okuler dalam populasi umum.



Gambar. 1 : Distribusi tekanan intra okuler pada populasi umum sesuai kurva Gaussian.

(Dikutip dari Hoskins H.D, Kass M, Becker-Shaffer's p :80)

Data berikut ini didapatkan pada populasi normal (6,7,14) :

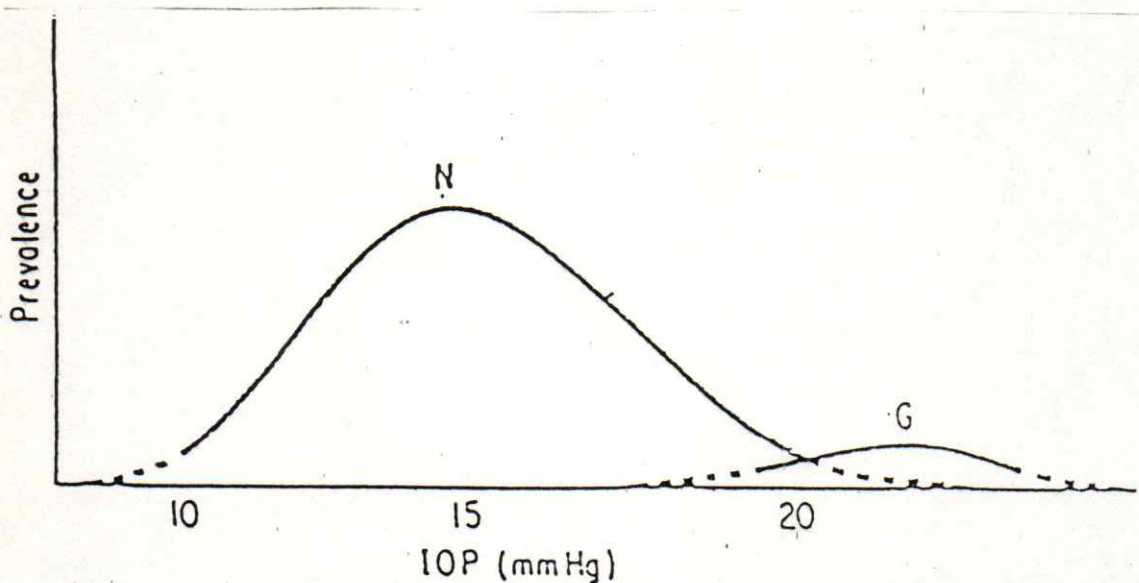
- a. Harga rata-rata tekanan intra okuler adalah  $15,5\text{mmHg} \pm 2,57\text{mmHg}$ .
- b.  $\pm 2\text{SD}$  maka harga rata-rata sekitar  $20,5\text{mmHg}$  , dianggap batas atas normal, karena 95% bidang dipenuhi oleh kurva Gaussian.

Batas-batas tekanan intra okuler normal tersebut merupakan pencatatan secara kasar.

Pembagian kelompok tekanan intra okuler normal dan abnormal tidaklah sesederhana yang diperkirakan, sebab (14) :

- a. Banyak faktor yang mempengaruhi tekanan intra okuler.
- b. Semua mata tidak sama responnya terhadap taraf tekanan.

Distribusi tekanan intra okuler tumpang tindih didalam kelompok glaukoma dan kelompok bukan glaukoma, yang hanya dapat digambarkan secara teoritis, karena sebenarnya batas-batas yang tepat dari kedua kelompok tidak diketahui. (7,14)



Gambar 2 : Distribusi tekanan intra okuler pada orang normal dan pada penderita glaukoma tumpang tindih.

(Dikutip dari Shields M.B; study Guide for Glaucoma p : 47)

#### IV. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TEKANAN INTRA OKULER

Sebagaimana telah diuraikan di atas bahwa tekanan intra okuler sangat tergantung pada interaksi antara produksi akuos humor dengan pengeluaran akuos humor.

Maka besar kecilnya tekanan intra okuler akan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berpengaruh pada produksi akuos humor dan pengeluaran akuos humor. (8,14)

##### IV.1. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI AKUOS HUMOR

###### IV.1.1. USIA

Dikatakan bahwa dengan meningkatnya usia produksi akuos humor akan menurun, hal ini akan menyebabkan turunnya tekanan intra okuler. (6,7,14)

###### IV.1.2. RADANG PADA JARINGAN UVEA

Radang pada jaringan uvea seringkali menyebabkan produksi akuos humor menurun, hal ini disebabkan rusaknya epitel siliar. Sehingga tekanan intra okuler juga akan menurun. (7,14)

###### IV.1.3. RETINAL DETACHMENT

Pada retinal detachment akan menyebabkan produksi akuos menurun dan outflow akan meningkat sehingga tekanan intra okuler menurun. Tetapi hal ini masih harus dibuktikan kebenarannya. (14)

#### IV.1.4. OBAT-OBATAN

Ada beberapa macam obat-obatan yang mempengaruhi produksi akuos humor, digolongkan dalam 2 macam :

A. Yang meningkatkan produksi akuos humor.(6,14).

-antikolinergik yang diberikan secara sistematis dalam jangka panjang.

-lyseric acid diethylamida.

-kofein

-nikotin akan menyebabkan peningkatan produksi akuos humor untuk sementara waktu.

Dan hal ini masih terus dilakukan penelitian.

B. Yang menurunkan produksi akuos humor.(6,14)

-alkohol

-heroin

-marihuana

-metabolik inhibitor

-simpatomimetik

-karbonik anhidrase inhibitor

#### IV.1.5. HORMON

Pengaruh hormon ini masih belum jelas.(14). Ada yang mengatakan bahwa, Glukokortikoid, Adrenokortikoid dan hormon pertumbuhan akan meningkatkan produksi akuos humor.

Sedangkan progesteron, estrogen dan spironolakton akan menurunkan produksi akuos humor.(6,7,14)

#### IV.1.6. TEKANAN DARAH

Penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti tentang hubungan tekanan intra okuler

dengan tekanan darah sistemik berbeda-beda.(7)

Bila tekanan darah meningkat maka aliran darah ke taju siliar juga meningkat yang mengakibatkan meningkatnya produksi akuos humor.(7,14)

Bulpitt mengatakan bahwa tekanan darah sistemik meningkat 100 mmHg, maka tekanan intra okuler meningkat 2 - 3 mmHg.(7,14)

#### IV.2. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENGELUARAN AKUOS HUMOR

Apabila ada hambatan pada sistem pembuangan akuos humor maka tekanan intra okuler meningkat. Hambatan ini bisa terjadi pada jaringan trabekel, kanal Schlemm dan saluran intrasklera. Asam mukopolisakarida yang terhidrasi akan meningkatkan hambatan di kanal Schlemm, hal ini sangat tergantung pada bentuk ruang dari kanal Schlemm.(14). Tekanan vena episklera yang tinggi juga bisa menyebabkan hambatan pembuangan akuos humor.(7,14)

Contoh : pada cekikan di leher, tekanan vena episklera tinggi, menyebabkan hambatan di saluran pembuangan akuos humor di intra sklera. Sehingga tekanan intra okuler akan meningkat. (14)

#### IV.3. FAKTOR-FAKTOR LAIN

##### IV.3.1. JENIS KELAMIN

Pada umur 20 tahun sampai 40 tahun tekanan intra okuler tidak ada perbedaan pada pria maupun wanita. Pada kelompok umur lebih tua,

kenaikan harga rata-rata tekanan intra okuler lebih besar pada wanita, hal ini bersamaan dengan munculnya menopause. (6,7,14)

#### IV.3.2. RAS

Ras kadang-kadang mempengaruhi tekanan intra okuler. Pada beberapa penyelidikan di Amerika didapatkan bahwa tekanan intra okuler pada orang kulit hitam lebih tinggi dari pada orang kulit putih. (6,7)

Misalnya orang-orang Indian di New Meksiko.

Penelitian pada 7638 orang negro dengan tonometer Schiøtz menunjukkan bahwa hanya standar deviasi tekanan intra okuler yang meningkat. Namun hubungan tekanan intra okuler dengan ras masih perlu penelitian lebih lanjut. (7)

#### IV.3.3. KETURUNAN

Tekanan intra okuler pada seseorang juga dipengaruhi oleh faktor keturunan, hal ini adalah lewat cara multi faktor poligenik. (6,7,14)

#### IV.3.4. POSISI

Beberapa peneliti menunjukkan bahwa pada orang normal tekanan intra okuler lebih tinggi pada waktu terlentang dari pada waktu duduk. Perbedaannya sekitar 0,3 mmHg sampai 4 mmHg. (14)

Sedangkan pada penderita glaukoma peningkatan tekanan intra okuler ini menjadi lebih besar.

Sehingga ada yang menggunakan perubahan pada posisi



ini untuk diagnosa glaukoma.

#### IV.3.5. KEGEMUKAN

Tekanan intra okuler dapat dipengaruhi oleh kegemukan. Tekanan intra okuler akan lebih tinggi pada orang gemuk. (7,14)

#### IV.3.6. LATIHAN

Latihan yang berat dapat menurunkan tekanan intra okuler yang bersifat sementara. Penemuan ini masih memerlukan penelitian lebih lanjut. (14)

#### IV.3.7. VARIASI MUSIM

Tekanan intra okuler dilaporkan dipengaruhi oleh musim, tekanan intra okuler tinggi pada musim dingin dan rendah pada musim panas. (7,14)

#### IV.3.8. VARIASI SIANG MALAM.

Variasi siang malam dianggap menimbulkan fluktuasi sementara pada tekanan intra okuler, rata-rata amplitudo harian adalah 3 mmHg pada orang normal. (3,6,7,14)

Pada orang-orang normal pola siklus harian secara klasik berpuncak pada pagi hari, siang hari dan sore hari, sedang tekanan minimum pada malam hari atau dini hari. (6,7,14)

Variasi siang malam merupakan mekanisme kontrol seperti pada variasi fisiologi lainnya. Kontrol ini oleh hypothalamus, diduga mekanisme ini juga dipengaruhi oleh perubahan satu dari tiga

faktor yang mempertahankan keadaan normal yaitu produksi akuos humor, pengaliran keluar atau tekanan vena episklera.

Tetapi mekanisme yang pasti masih belum jelas.(7)

#### IV.3.9. KELAINAN REFRAKSI

Ada beberapa penyelidikan yang melaporkan bahwa ada korelasi antara panjang aksial bola mata dengan tekanan bola mata. Dan juga dilaporkan bahwa tekanan bola mata lebih tinggi pada orang miopia.(14)

### V. PEMERIKSAAN TEKANAN INTRA OKULER

#### V.1. PENGERTIAN PEMERIKSAAN TEKANAN INTRA OKULER

Pemeriksaan tekanan intra okuler adalah suatu pemeriksaan untuk mengukur berapa besarnya tekanan intra okuler pada mata seseorang dengan menggunakan suatu metode tertentu.

#### V.2. CARA PENGUKURAN TEKANAN INTRA OKULER

Tekanan intra okuler dapat diukur dengan tiga cara (1,2,4,9,15) :

1. Palpasi
2. Tonometer
3. Manometer

##### V.2.1. PALPASI

Pengukuran tekanan intra okuler dengan cara palpasi atau perabaan adalah pengukuran tekanan secara kasar (2,9,13,15)

Pada pengukuran dengan cara ini pemeriksa hanya memperkirakan dengan merasakan dari perabaan, oleh karena itu hasilnya tak pernah terlalu tinggi dan hanya mengandalkan perabaan dan pengalaman dari pemeriksa.(2)

#### V.2.2. TONOMETER

Pengukuran tekanan intra okuler dengan menggunakan tonometer adalah pengukuran dengan metode tak langsung.(1,2)

Tonometer ini yang praktis mendekati nilai-nilai manometer, sehingga tonometer ini yang sering digunakan dalam klinik.(1)

#### V.2.3. MANOMETER

Satu-satunya metode yang dapat dipercaya dari sudut fisika, untuk menentukan tekanan intra okuler adalah dengan manometer. Disini tekanan intra okuler diukur melalui suatu sistem pengukuran yang berhubungan secara langsung dengan bilik mata depan.(1)

Maka jelaslah bahwa metode semacam ini tidak dapat diterapkan secara klinis.

Sehingga cara ini jarang digunakan.

#### V.3. MACAM-MACAM TONOMETER

Ada 3 macam tonometer berdasarkan bentuk deformasinya :

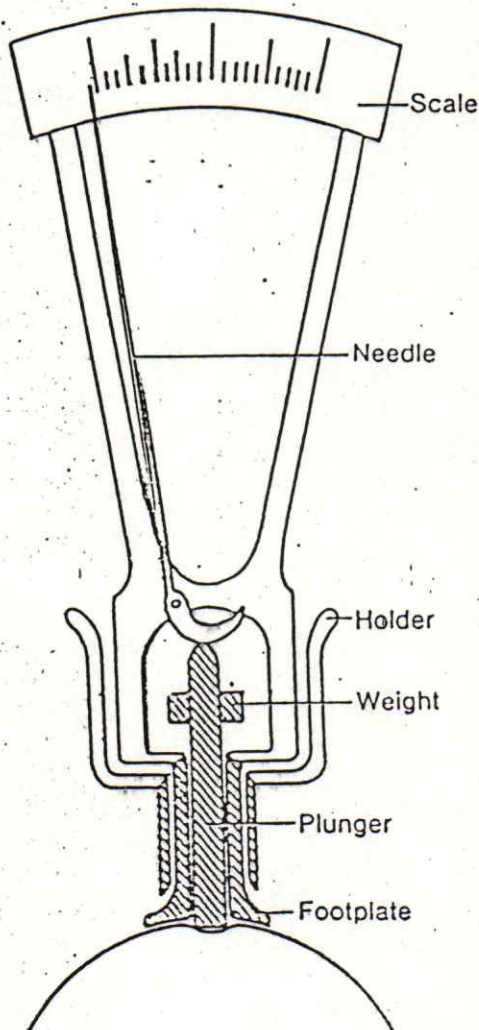
1. Tonometer impresi/indentasi
2. Tonometer aplanasi
3. Tonometer yang mengikuti prinsip lain

V.3.1. TONOMETER IMPRESI

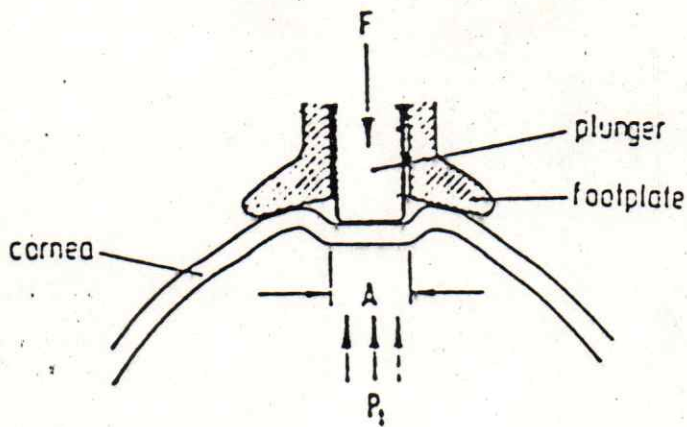
Prinsip tonometer ini adalah prinsip impresi, dimana penghisap (plunger) berdiameter 3 mm mendeformasi kornea dengan cekungan (indentasi). (1,14)

Jenis deformasi tonometer ini adalah kerucut teropong, tetapi bentuk ini bervariasi.

Salah satu Tonometer yang mempunyai prinsip jenis ini adalah tonometer Schiötz.(1,14)



Gambar 3 : Penampang tonometer indentasi  
(dikutip dari Shields M.B, Study Guide for Glaucoma  
p : 55)



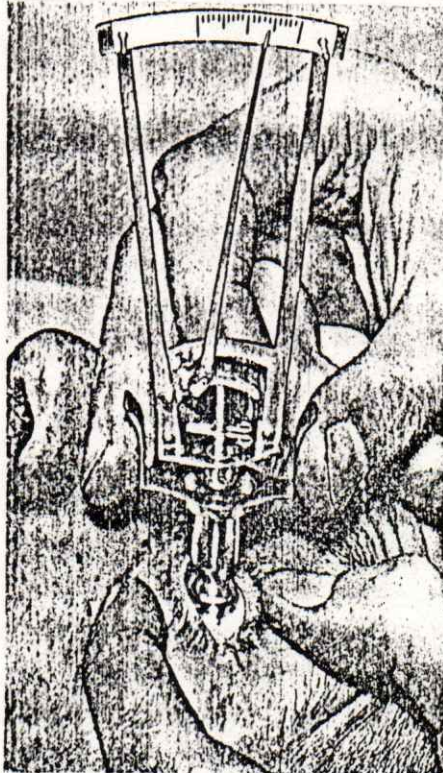
Gambar 4 : Prinsip tonometer impresi

(Dikutip dari Draeger J, Jessen K, Glaucoma Contemporary International Concept, p : 101)

#### CARA PENGUKURAN DENGAN TONOMETER SCHIOTZ

- a. Penderita dalam posisi terlentang menatap pada suatu sasaran tepat diatas kepala.  
Pemeriksa membuka kelopak mata dengan pelan dan meletakkan secara pelan serta halus "foot plate" tonometer pada kornea yang telah diberi anestesi lokal dalam posisi yang memungkinkan gerakan vertikal bebas dari "plunger".(14)
- b. Bila tonometer dalam posisi tepat, pemeriksa akan melihat gerakan halus jarum penunjuk pada skala dalam respon gerakan mata.  
Pembacaan skala biasanya mulai dengan berat 5,5 gram, namun bila skala terbaca 4 atau kurang maka plunger harus diberi berat tambahan menjadi 7,5 gram atau 10 gram.
- c. Kondisi tabel konversi dipakai untuk pembacaan tekanan dalam mmHg.  
Misalnya skala terbaca 7 dengan berat "plunger"

5,5 gram maka tekanan intra okuler yang sesuai dengan tabel konversi 1955 adalah 12 mmHg atau ditulis sebagai  $7/5,5 = 12$  mmHg.



Gambar 5 : pemeriksaan tekanan intra okuler dengan tonometer schiotz.

(Dikutip dari Duke Elder SS, System of Ophthalmology vol. VII, p : 347)

Scale reading	Plunger load			
	5.5 grams	7.5 grams	10 grams	15 grams
3.0	24.4	35.8	50.6	81.8
3.5	22.4	33.0	46.9	76.2
4.0	20.6	30.4	43.4	71.0
4.5	18.9	28.0	40.2	66.2
5.0	17.3	25.8	37.2	61.8
5.5	15.9	23.8	34.4	57.6
6.0	14.6	21.9	31.8	53.6
6.5	13.4	20.1	29.4	49.9
7.0	12.2	18.5	27.2	46.5
7.5	11.2	17.0	25.1	43.2
8.0	10.2	15.6	23.1	40.2
8.5	9.4	14.3	21.3	38.1
9.0	8.5	13.1	19.6	34.6
9.5	7.8	12.0	18.0	32.0
10.0	7.1	10.9	16.5	29.6

Gambar 6 : Tabel Friedenwalds (1955)

(Dikutip dari Hoskins H.D, Kass M, Shaffer's B, Diagnosis and Therapy of the Glaucoma, p : 451)

Jenis lain dari tonometer impresi adalah tonometer elektronika modern. (1,9,14)

Pembacaan skala digital dapat dilihat pada semacam arloji atau pada suatu panelmeter selama pengukuran. Tonometer impresi elektronika ini memungkinkan penggabungan dengan komputer. (1)

### V.3.2. TONOMETER APLANASI

Prinsip Tonometer ini adalah suatu permukaan datar ditekan pada kornea.

Kemudian pemeriksa dapat menentukan tekanan yang diperlukan untuk mendatarkan suatu bidang tertentu atau menentukan ukuran bidang yang didatarkan oleh tekanan tertentu.

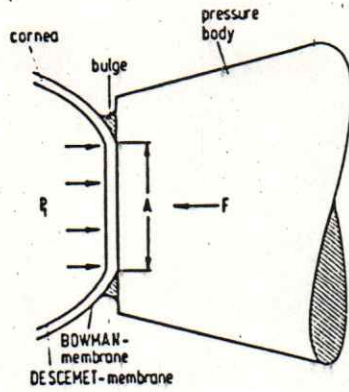
#### TONOMETER APLANASI ADA BEBERAPA PRINSIP

##### V.3.2.a. TONOMETER APLANASI BERDASARKAN PRINSIP IMBERT FICK

Imbert Fick menyatakan suatu permukaan datar dengan sesuatu daya dikenakan pada suatu membran bulat tipis dimana di dalamnya ada tekanan. (1)

Pada tahun 1888 Fick memperkenalkan suatu tonometer aplanasi. Dimana suatu daya diperlukan untuk mendatarkan suatu permukaan konstan kornea yang sudah ditentukan.

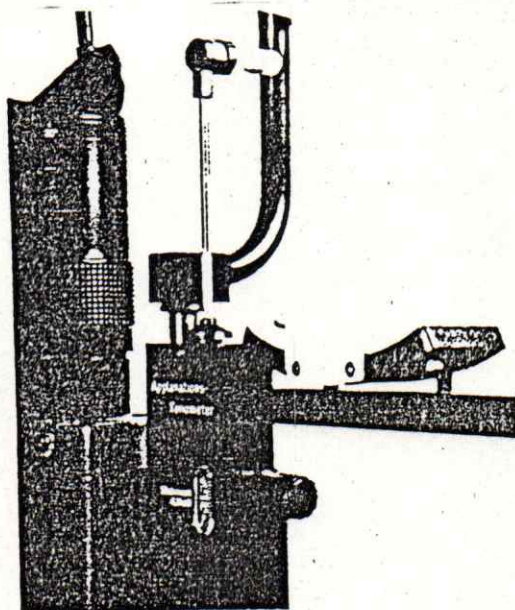
Daya tersebut dihasilkan oleh pegas datar yang penyimpangannya selama pengukuran dapat dibaca pada skala. Dan lingkaran aplanasi diamati melalui pelat kaca datar yang dihubungkan dengan pegas. (1,2,11, 14)



Gambar 7 : Menunjukkan prinsip dari tonometer aplanasi

(Dikutip dari Draeger J, Jessen K, Glaucoma Contemporary International Concepts, p : 101)

Goldmann menemukan jenis baru tonometer aplanasi. Tonometer aplanasi dikaitkan pada lampu celah sedemikian rupa sehingga mata pemeriksa mengamati melalui biprisma. Dua prisma di dalam unit aplanasi secara optik mengubah daerah sirkuler kontak kornea menjadi setengah lingkaran. (1,2,11, 14)



Gambar 8 : tonometer aplanasi type Goldmann.

(Dikutip dari Draeger J, Jessen K, Glaucoma Contemporary International Concepts, p : 103)

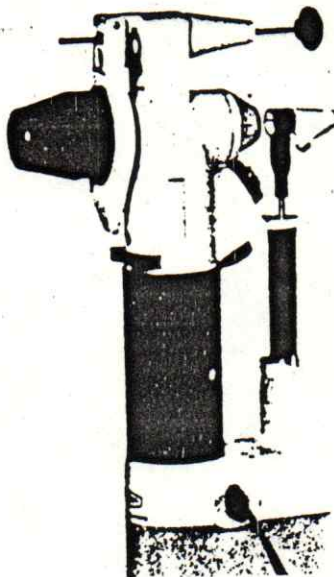


## CARA PENGUKURAN DENGAN TONOMETER APLANASI GOLDMANN

- a. Penderita diberi anastesi lokal, kornea diberi fluoresin, kornea dengan biprisma disinari dengan sinar biru, penyinaran tersebut untuk mempermudah visualisasi.
- b. Setengah lingkaran fluoresin dilihat lewat biprisma dan daya terhadap kornea disesuaikan sampai ujung dalamnya tumpang tindih. Kemudian tekanan intra okuler dibaca langsung dari skala pada tonometer. (14)

## V.3.2.b TONOMETER APLANASI DENGAN VARIABEL DAYA

Ada dua tonometer aplanasi dengan variabel daya, yaitu tonometer tipe GOLDMANN yang dipegang tangan dan tonometer aplanasi dari DRAEGER dan PERKINS. (1,14). Alat ini memakai biprisma sama seperti tonometer aplanasi Goldmann, sumber sinar dari baterai dan daya divariasikan secara manual. Tonometer ini dapat dipakai pada penderita duduk atau berdiri.

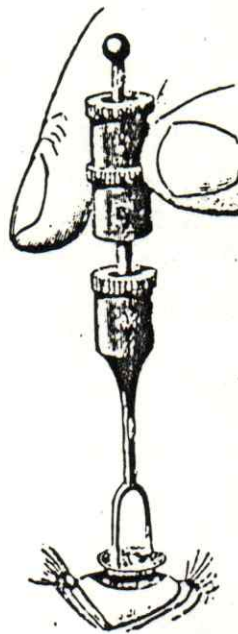


Gambar 9 : Tonometer aplanasi dari Draeger  
(Dikutip dari Draeger J, Jessen K, Glaucoma Contemporary international Concepts p : 104)

V.3.2.c TONOMETER APLANASI DENGAN PRINSIP MAKLAKOFF

Maklakoff mengatakan prinsip tonometer ini yaitu pengukuran pada permukaan datar. Suatu pelat kaca bundar dikaitkan pada jarum berujung garpu, jarum dibebani satu silinder logam kaku dan dua silinder logam yang dapat digerakan.(1)

Sebelum dilakukan pengukuran bagian depan yang akan dipakai dilapisi dengan pasta protein perak dan silinder aplanasi diletakan pada mata yang telah dianestesi.(1)



Gambar 10 : Tonometer aplanasi Maklakoff  
(Dikutip dari Draeger J, Jessen K, Glaucoma Contemporary International Concept p : 104)

V.3.2.d. TONOMETER APLANASI NON KONTAK

Tonometer non kontak adalah tonometer aplanasi udara yang memungkinkan tekanan bola mata diukur tanpa menyentuh mata.(1,14)

Prinsip yang mendasari metoda ini adalah tekanan udara yang lewat melalui suatu ujung di pusat obyek yang jatuh pada mata penderita berjarak 11 mm.(1)

### V.3.3. TONOMETER PRINSIP LAIN

Tonometer ini memakai pencatat elektronik yang dapat dianggap mempunyai prinsip antara aplanasi dan impresi.(1)

Tonometer ini terdiri dari pengukur dan jembatan dengan suatu pencatat pada ujung penerima.

Tonometer yang memakai prinsip ini adalah tonometer Mackay-Marg.

## VI. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI HASIL PENGUKURAN TEKANAN INTRA OKULER

### 1. PENUTUPAN KELOPAK MATA

Penutupan kelopak mata dengan kekerasan secara paksa dapat meningkatkan tekanan intra okuler.

Sedang penekanan yang berulang-ulang pada kelopak mata dapat menurunkan tekanan intra okuler.(1,14)

### 2. PEMERIKSAAN TONOMETER YANG BERULANG

Wilke melaporkan bahwa pemeriksaan tonometer yang berulang-ulang dapat memberikan penurunan tekanan intra okuler 3 mmHg.(1,6,7)

### 3. ALATNYA SENDIRI

Hollows dan Graham mengatakan bahwa antara kedua tonometer Schiötz dan aplanasi hasilnya tidak ada perbedaan.(6,7). Yang penting untuk ketepatan pengukuran alatnya harus selalu ditera.

Maka untuk menjamin hasil pengukurannya tetap cocok maka, ada suatu pengaturan verifikasi international.(1)

#### 4. KEKAKUAN SKLERA

Dinding bola mata merupakan dinding yang sedikit elastis, sehingga pada pengukuran tekanan intra okuler dengan tonometer Schiottz lekukan pada kornea akan sedikit meregangkan dinding bola mata. Peregangan dinding bola mata ini dipengaruhi oleh kekakuan sklera.(1,14)

Friedenwald mengatakan bahwa koefisien kekakuan sklera (K) berbanding lurus dengan logaritma perubahan tekanan intra okuler dan berbanding terbalik dengan perubahan volume dalam bola mata.(1)

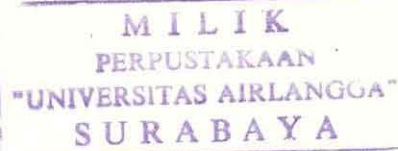
$$K = (\log P_t - \log P_0)/V_t$$

Harga normal koefisien kekakuan sklera = 0,0215 (1)

Kekakuan sklera tidak memainkan peranan yang begitu penting dalam tonometer aplanasi. Lain halnya dengan tonometer Schiottz, disini perubahan koefisien kekakuan sklera dapat menyebabkan kesalahan hasil pengukuran.

Ada beberapa hal yang mempengaruhi koefisien kekakuan sklera :

- a. UMUR, dengan bertambahnya umur koefisien kekakuan sklera bertambah.(1,14)
- b. KELAINAN REFRAKSI, koefisien kekakuan sklera



c. EKSOFTALMOS (1)

## VII. INDIKASI DAN KONTRA INDIKASI PEMERIKSAAN DENGAN TONOMETER

### VII.1. INDIKASI PEMERIKSAAN DENGAN TONOMETER

- Pada penderita diatas umur 20 tahun secara rutin harus dilakukan pemeriksaan tekanan intra okuler. (5,9,16)
- Selama perawatan pada suatu penyakit, misalnya pada penderita glaukoma, hifema, dislokasi lensa. (5,9)

### VII.2. KONTRA INDIKASI PEMERIKSAAN DENGAN TONOMETER

- Infeksi superfisial, misalnya infeksi bacterial, virus, jamur. (5,15,16). Hal ini akan meningkatkan penularan.
- Mata dengan keratitis sampai Ulkus kornea. (5,15)
- Pada penderita yang tidak kooperatif.  
Pada penderita tersebut bisa dilakukan pemeriksaan secara digital. (2,5)

## VIII. RINGKASAN

Tekanan intra okuler dapat didefinisikan sebagai suatu daya atau kekuatan yang terdapat dalam bola mata akibat adanya pengaliran dan pengeluaran akuos humor.

Tekanan intra okuler yang konstan sangat tergantung pada interaksi kekuatan yang mengalirkan dan

kekuatan yang menghambat pengeluaran akuos humor.

Tekanan intra okuler normal didefinisikan sebagai tekanan yang tidak mengarah pada kerusakan papil saraf optik.

Tekanan intra okuler normal menurut beberapa penulis berbeda-beda tetapi berkisar antara 12 mmHg sampai 22 mmHg dan harga rata-rata 15,5 mmHg.

Besarnya Tekanan intra okuler di pengaruhi beberapa faktor : faktor yang mempengaruhi produksi akuos humor, faktor yang mempengaruhi pembuangan akuos humor dan faktor-faktor lain.

Pemeriksaan tekanan intra okuler ada 3 cara : Palpasi, Tonometer, Manometer.

Cara Palpasi untuk penderita yang tidak kooperatif.

Tonometer pada prinsipnya ada 3 macam : tonometer indentasi, aplanasi dan tonometer prinsip lain.

Hasil pengukuran tekanan intra okuler dipengaruhi antara lain : Kekakuan sklera dan alatnya sendiri.

Sedang indikasi pemeriksaan tekanan intra okuler adalah pada semua penderita diatas umur 20 tahun dan penderita dengan kelainan-kelainan tertentu.

## IX PENUTUP

Dalam makalah ini telah dibahas mengenai, definisi tekanan intra okuler, harga normal tekanan intra okuler, faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan intra okuler, cara pemeriksaan tekanan intra okuler, faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pemeriksaan tekanan intra okuler



serta indikasi dan kontra : indikasi pemerik-  
saan tekanan intra okuler.

Semoga bermanfaat bagi kita semua.

\*\*\*\*\*



X. DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Draeger J., Jessen K. ; Glaucoma Contemporary International Concepts; Tonometry and Tonography Masson Publishing, New york 1979, p : 100-114
2. Duke Elder SS; System of Ophthalmology, Vol : VII, The Foundation of Ophthalmology, Heredity, Pathology, Diagnosis and Therapeutic, Tonometry; The CV Mosby Company, St. Louis Toronto 1962, p : 336 - 354.
3. Duke Elder SS; System of Ophthalmology, Vol : XI, Disease of The Lens and Vitreous, Glaucoma and Hipotony; The Oculer Tension; The CV Mosby Company, St. Louis Toronto 1969, p : 454 - 461.
4. Fisher R,H; Value of Tonometry and Tonography in The Diagnosis of Glaucoma; British Journal of Ophthalmology, March 1972, Vol : 56, No : 3, p : 200 - 204.
5. Havener W.H; Synopsis of Ophthalmology; Tonometry; The CV Mosby Company, St. Louis Toronto 1975, p : 336 - 343,
6. Heilman K, Richardson K.T; Glaucoma Conceptions of Disease; Intra Oculer Pressure and Diurnal Variation; George Thieme Publishing, Stuttgart 1978, p : 54 - 56.
7. Hoskins H.D, Kass M, Shaffer's Becker; Diagnosis and Therapy of the Glaucoma ; Intra Ocular Pressure; Sixth Edition, CV Mosby, St. Louis 1989, p : 67 - 84.

8. Oka P.N, Gumansalangi E.A, Kadi J; Diskusi Ilmiah Perdami X Glaucoma dan Kursus Praktis Gonioskopi; Dinamika Akuos Humor dan Tekanan intra okuler, Surabaya 26 Januari 1985, hal 1 - 4.
9. Pavan - Langston D ; Manual of Ocular Diagnosis and Therapy; Inta Ocular Pressure, Second Edition, Brown and Company, Boston 1986, p : 9-12.
10. Perdami Cabang Jawa Timur ; Treatment and Prevention of Blindness in East Java , p : 11.
11. Phillips I.C; Basic Clinical Ophthalmology; Glaucoma; Great Britain at The Bath Press, 1986, p : 51-57.
12. Roy H.F; Practical Management of Eye Problems; Glaucoma, Visual Fields; Glaucoma Test and Interpretation; Lea Febigen Philadelphia; 1975, p : 23-25.
13. Scheie H.G , Albert D.M ; Text Book of Ophthalmology; Measurement of Intra Ocular Pressure, Ninth Edition, Saunders Company, Tokyo 1978, p : 181-187.
14. Shields M.B; Study Guide for Glaucoma; The Intra Ocular Pressure; William and Wilkins Baltimore, London 1982, p : 46 - 69.
15. Stein H.A, Slatt B.J; The Ophthalmic Assistant Fundamental and Clinical Praticce; Instruments Used to Measure Intra Ocular Pressure; Third Edition; The CV Mosby Company, St. Louis 1976, p : 144 - 149.



16. Vaughan D, Asbury T, Tabbara K.F ; General Ophthalmology; Examination Glaucoma, Twelfth Edition, Lange Medical Publishing, 1989, p : 21 - 23, 190 - 195.