

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Telaah Pustaka**

##### 1. Tekanan Intraokular

###### a. Definisi

Tekanan jaringan dari sekitar mata disebut tekanan intraokular. Normalnya TIO berkisar antara 10-20 mmHg meskipun dapat bervariasi oleh karena siklus diurnal dan musim (Murgatroyd, 2008). Regulasi TIO paling utama dipengaruhi oleh volume aqueous humor bilik anterior pada mata. Rata-rata tekanan intraokular normal dengan  $\pm$  standar deviasi adalah berkisar di  $15,5 \pm 2,6$  mmHg. Batas atas normal secara statistik sebesar 21 mmHg. Namun, interval ini diukur pada subjek orang barat. Oleh karena itu, penentuan batas atas pada orang asia mempunyai nilai  $19,9-20,2 \pm 2$  mmHg. Mengontrol tekanan intraokular dalam rentang fisiologis yang benar diperlukan untuk mempertahankan kondisi anatomis yang diperlukan untuk refraksi optimal dan penglihatan (*The Japan Glaucoma Society Guidelines for Glaucoma Committee*, 2006).

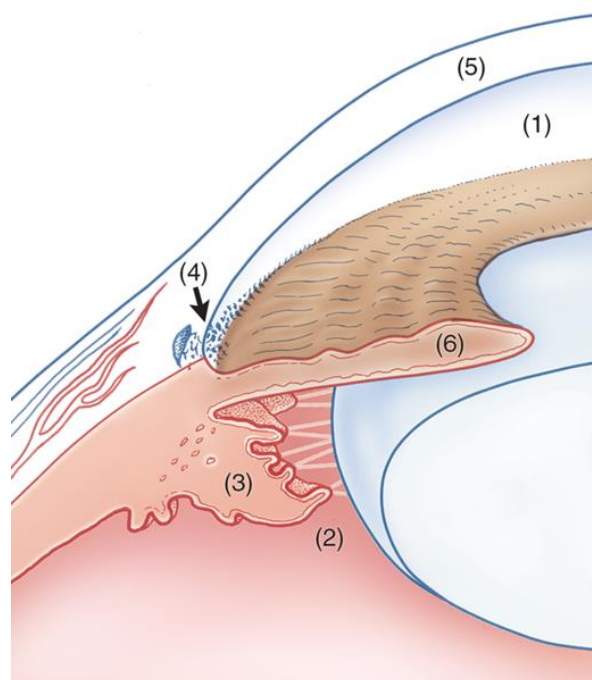
###### b. Faktor yang mempengaruhi

Pada dasarnya bola orbital bukan merupakan organ yang terletak pada posisi kaku. Maka dari itu, tekanan intraokular dapat dipengaruhi oleh jaringan di dalam mata sendiri maupun faktor eksternal.

Beberapa faktor yang mempengaruhi TIO yaitu (Murgatroyd, 2008) :

1) Dinamika Aquous Humor

**Gambar 1.** Aliran Aquous Humor, 1) Bilik Anterior , 2) Bilik Posterior, 3) Badan siliaris , 4) Jaringan Trabekular, 5) Kornea, 6) Iris (Sumber : *Emergency Medicine Procedures*)



Pengaturan utama tekanan intraokular di jaga oleh volume aqueous humor pada bilik anterior mata. Bila terdapat ekspansi elemen jaringan mata, volume aqueous humor akan di regulasi untuk mengkompensasi peningkatan TIO selama 15 sampai 30 menit. Aqueous humor di produksi oleh badan siliaris untuk menyuplai oksigen dan glukosa pada lensa dan kornea yang avaskular. Produksinya berasal dari sekresi aktif enzim  $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATPase}$  yang menciptakan tekanan osmotik ke bilik

posterior. Secara minor, produksinya juga di akibatkan oleh ultrafiltrasi plasma. Produksi ini dapat berkurang bila ada penurunan tekanan darah sistem. Aliran aqueous humor bergerak dari bilik posterior menuju ke depan lensa, iris, dan bilik anterior mata. Pengurangan volume aqueous humor dilakukan melalui 2 mekanisme utama yaitu penyerapan oleh pori kecil pada jaringan trabekular dan dinding sel kanalis schlemm pada sudut antara kornea dan iris. Kanalis schlemm berhubungan langsung dengan vena episklera dan penyerapan melalui mekanisme ini tergantung dari gradien TIO dan tekanan vena episklera. Dapat disimpulkan naiknya tekanan intraokular dapat dikompensasi dengan peningkatan drainase aqueous humor. Kemudian produksi aqueous humor yang banyak tapi terdapat penurunan penyerapan oleh jaringan trabekular dan peningkatan vena episklera dapat meningkatkan TIO.

## 2) Volume Darah

Perubahan volume darah pada bola mata menyebabkan naiknya tekanan intraokular sebesar 1 mmHg dilihat dari pulsasi arteri. Arteri retina hanya akan dilatasi bila tekanan sistemik naik secara signifikan berbeda dengan arteri koroidea yang tidak dipengaruhi secara miogenik melainkan dari perfusi darah. Pembuluh darah vena episklera di luar bola mata juga meningkatkan TIO bila terjadi peningkatan tekanan dan diperburuk dengan

turunnya perfusi pleksus arteri koroidea. Akhirnya, darah pun lebih banyak tersimpan pada mata.

3) Zat asing pada mata

Penambahan sulfur heksafluorida atau karbon oktafluorida ke ruang vitreous setelah operasi vitreoretinal dapat meningkatkan TIO. Karbon oktafluorida bertahan selama 70 hari pada mata setelah diinjeksi dan meningkatkan TIO.

4) Massa lain pada mata

Bila terjadi perdarahan intraorbital maupun ekstraorbital belum cukup untuk meningkatkan TIO. Namun, bila debris maupun darah berada pada bilik anterior akan menghalangi drainase aquous humor dan meningkatkan TIO.

5) Anestesi

Adanya injeksi beberapa mililiter anestesi pada area peribulbar dapat meningkatkan TIO.

6) Tegangan otot mata

Kontraksi otot ekstraokular dapat meningkatkan TIO. Hal ini dibuktikan dengan traksi yang diberikan oleh ahli bedah pada bola mata bisa meningkatkan TIO bahkan hingga  $> 50$  mmHg bila dilakukan secara kuat.

#### 7) Usia

TIO dan usia mempengaruhi terjadinya glaukoma. Risikonya meningkat semakin besar bila TIO meningkat secara bersamaan dengan meningkatnya umur (Oskardottir, 2014).

#### 8) Variasi Diurnal

Penelitian telah membuktikan bahwa TIO berfluktuasi sepanjang hari dengan tekanan paling tinggi adalah saat bangun pagi dan selama jam bekerja. Kasus dari glaukoma lebih baik dideteksi dengan tonometer saat pasien baru bangun tidur di pagi hari (Syam, 2005).

#### 9) Jenis Kelamin

Rata-rata tekanan intraokular lebih tinggi dengan meningkatnya usia dan nilainya lebih tinggi pada perempuan dibandingkan dengan laki-laki (Jeelani, 2014).

#### 10) Olahraga

Selama olahraga terjadi pengerahan tenaga dari otot, perubahan postur tubuh, meningkatnya volume respirasi, dan manuver valsava. Hal ini dapat meningkatkan tekanan intraokular (Mc Monnies, 2015).

#### 11) Ras

Tekanan intraokular lebih tinggi pada orang yang berkulit hitam dibandingkan ras kulit putih. Hal ini dibuktikan oleh rata-

rata TIO lebih tinggi pada responden penduduk India dibanding China (Chua, 2013).

#### 12) Genetik

Ada beberapa gen dari tubuh manusia yang bisa meningkatkan tekanan intraokular baik secara dominan maupun resesif. *Genome-Wide Association Studies* menyatakan GAS7 dan TMC01 adalah gen yang meningkatkan TIO (Ozel, 2014).

#### 13) Postur Tubuh

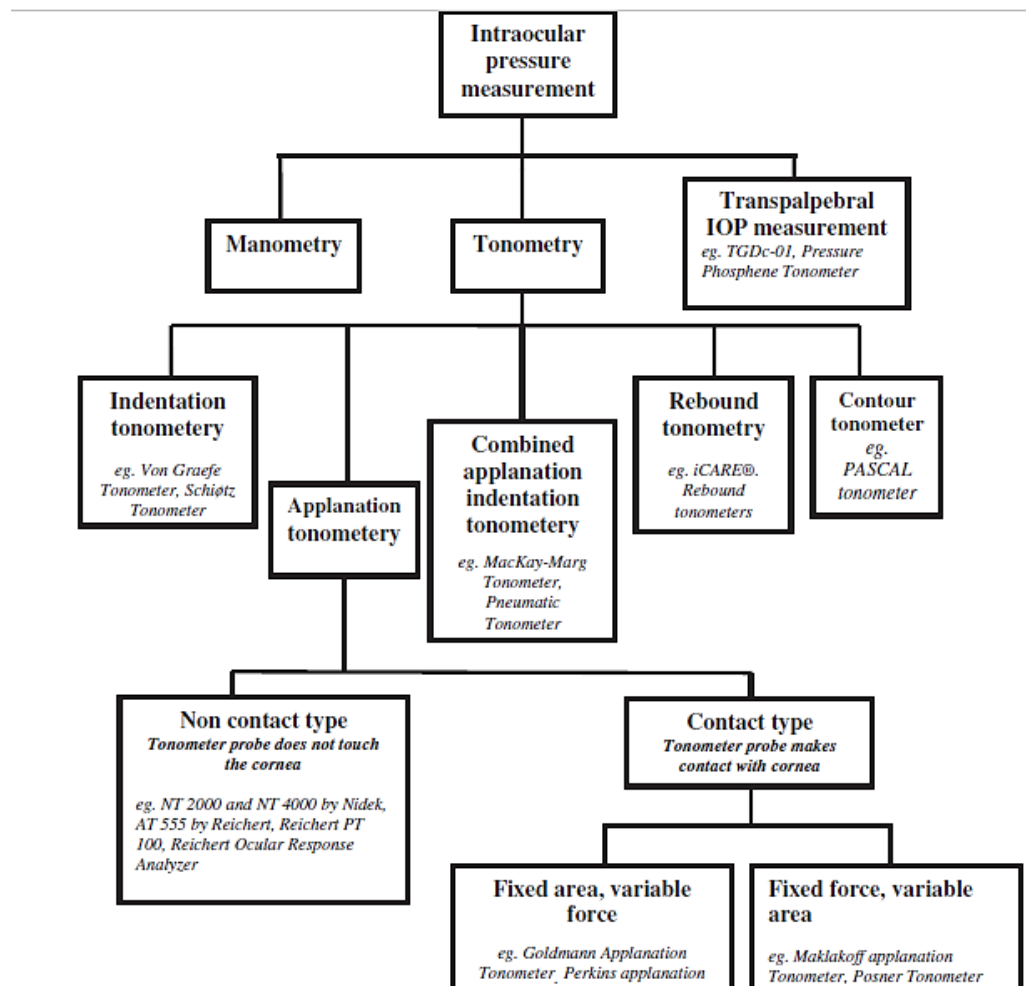
Pada orang normal, TIO terukur lebih rendah saat dalam posisi duduk dengan leher berada pada posisi netral. Perubahan posisi kepala dan badan meningkatkan TIO seperti saat berbaring (tidur supinasi) dan tidur miring (lateral decubitus) (Malihi, 2012).

### **B. Jenis Tonometer**

Tonometer pertama kali ditemukan oleh Maklakoff pada tahun 1885. Kemudian, Ficks di tahun 1888 menemukan tonometer Goldmann yang sekarang merupakan pilihan utama para ahli mata untuk mengukur TIO karena paling akurat secara klinis sehingga tonometer aplanasi Goldmann menjadi instrumen untuk diagnosis (*Duane's Clinical Ophtalmology*, 2004). Berdasarkan skema 1, instrumen pengukuran tekanan intraokular dapat dilakukan dengan 3 metode yang berbeda yaitu manometer, tonometer, dan pengukuran TIO transpalpebral. Namun, umumnya tonometer diklasifikasikan ke dalam 2 metode yaitu metode langsung dan tidak langsung. Metode langsung dilakukan dengan cara manual. Sebuah kanul dimasukkan ke dalam bilik

anterior mata kemudian ujung yang lain dihubungkan dengan manometer untuk diukur tekanannya. Metode ini jarang dipakai karena sangat menyulitkan pasien. Metode tidak langsung terbagi menjadi metode kontak, dilakukan dengan memberi sentuhan kepada kornea, misalkan tonometer aplanasi dan indentasi. Selain itu terdapat metode non kontak seperti menggunakan hembusan udara.

**Skema 1.** Klasifikasi Tonometer (*Comparison between transpalpebral and GAT journal , 2014*)



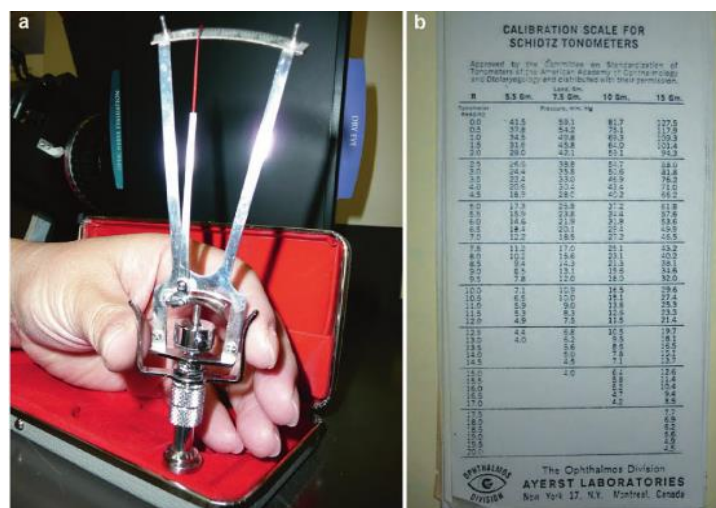
Berdasarkan tabel diatas tonometer Schiötz merupakan salah satu tonometer indentasi. Tonometer indentasi mengukur jumlah indentasi

(deformasi menjadi pipih) pada kornea terhadap tekanan yang diberikan (Nema, 2002). Sementara, tonometer transpalpebral adalah alat ukur TIO dengan meletakkan alat pada kelopak mata diatas sklera pasien. Salah satu contohnya adalah Diaton, TGDC-01, *Pressure Phospene Tonometer*.

### C. Tonometer Schiottz

Pada tahun 1905, Schiottz memperkenalkan sebuah tonometer yang menggunakan *plunger* dan beban untuk memberikan indentasi pada kornea melalui *footplate*. TIO diukur dari kedalaman indentasi. Meskipun demikian, kekakuan dari sklera dapat membuat hasil pengukuran kurang tepat (Giaconi, 2010). Namun, tonometer ini sederhana, membutuhkan biaya relatif murah, mudah dibawa, dapat digunakan pada klinik, ruang gawat darurat, tetapi membutuhkan keahlian yang cukup tinggi untuk bisa mengukurnya (Vaughan, 2004).

**Gambar 2.** Tonometer Schiottz (Sumber : *Pearls of Glaucoma Management*)

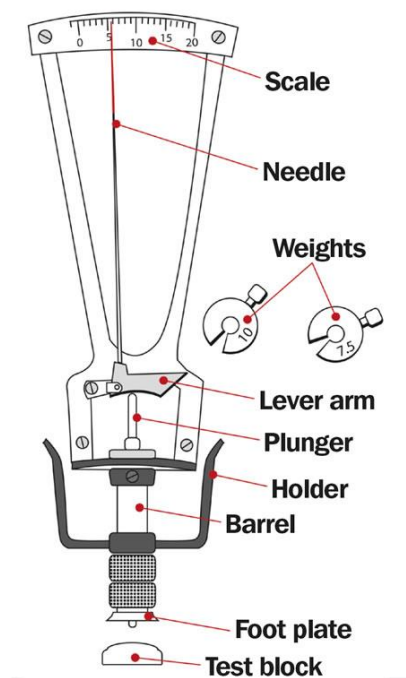


Diambil dari buku *Clinical Ophthalmology* halaman 189, tonometer Schiottz terdiri dari beberapa bagian yaitu *frame* (skala, penunjuk,



pemegang, dan tapak berbentuk konkaf), pencelup, dan beban (5,5 g, 7,5 g, 10 g, 15 g). Alat yang diperlukan untuk memulai menggunakan tonometer ini adalah tonometer Schiottz, beban, dan kartu skala. Kemudian siapkan cairan anestesi, kapas bersih atau kasa, dan alkohol isopropil 70%. Adapun persiapan dan langkah pengukuran menurut Sue Stevens 2008 :

**Gambar 3..** Bagian-bagian tonometer Schiottz (*Sumber : Eye Health Journal*)



1. Kalibrasi tonometer menggunakan batang penguji bercetak bulat di dalam kotak dan beban 5,5 g. Jarum penunjuk harus mencapai angka "0".
2. Bersihkan *plunger* dan piringan tonometer (*footplate*) dengan menggunakan kain kasa dan alkohol.
3. Baringkan pasien dengan posisi tidur supinasi dengan kepala diatas bantal.

4. Cuci dan keringkan tangan bila akan memeriksa.
5. Posisikan diri dengan benar yakni berdiri tegak di belakang kepala pasien dengan tangan sejajar dengan mata. Posisi yang salah dapat mempengaruhi pengukuran tonometer.
6. Teteskan anestesi lokal pada mata pasien dan tunggu selama 30 detik.
7. Minta pasien untuk melihat objek yang tetap (jempol maupun jari pasien yang diposisikan depan mata serta tetap diam) agar mata mengalami fiksasi.
8. Ibu jari dan telunjuk satu tangan dengan lembut memegang kelopak mata pasien, berhati-hatilah agar tidak menekan mata.
9. Dengan tangan yang lain, pegang tonometer (dengan berat 5.5 g) di antara ibu jari dan telunjuk dan tempatkan *plunger* pada kornea bagian tengah.
10. Biarkan cakram mendekat dengan lembut ke permukaan kornea.
11. Perhatikan pembacaan skala.
12. Jika pembacaan skala '2' atau kurang, lepaskan sentuhan tonometer, ganti berat 5 g dengan berat 7,5 g, dan ulangi prosedur.
13. Perhatikan pembacaan skala lagi dan lepaskan sentuhan tonometer.
14. Beritahu kepada pasien untuk tidak menggosok mata yang dianestesi selama sekitar lima menit.
15. Bersihkan dan keringkan kepala tonometer.
16. Ulangi seluruh prosedur untuk mata yang lain.

17. Bersihkan dan keringkan tonometer lagi dengan alkohol dan simpan dengan aman di dalam kotak.
18. Hasil pembacaan dikonversikan ke dalam tabel konversi agar hasil pengukuran berskala milimeter raksa.

Mata yang teraba kencang karena peningkatan TIO yang lebih tinggi menciptakan indentasi yang lebih rendah dan pembacaan yang lebih rendah dalam skala. Tonometer Schiötz tidak mengukur tekanan secara langsung tapi tabel konversi disediakan untuk menerjemahkan pembacaan skala ke dalam perkiraan TIO dalam mmHg. Oleh karena itu, memperhitungkan kisaran tekanan, bobot lainnya (biasanya 7,5 g dan 10 g) ditambahkan ke *plunger* (Cordero, 2014).

Kontraindikasi dari pengukuran tonometer Schiötz adalah pasien yang tidak dapat menahan kedipan mereka karena meningkatkan risiko abrasi kornea. Sedangkan pada pasien yang dicurigai infeksi mata, sensitif terhadap anestesi, serta trauma tidak boleh diukur oleh dokter pelayanan primer. Kekurangan tonometer Schiötz adalah terabaikannya resistensi natural dari sklera contohnya pada pasien hiperopia dan miopia dapat meningkatkan kekakuan sklera dan menurunkan kekakuan sklera hingga mempengaruhi kemampuan indentasi alat. Cara untuk mengetahui kekakuan sklera dengan menggunakan 2 beban. Apabila hasil dengan beban 10 g selalu lebih tinggi dari normal dibandingkan 5 g maka mata tersebut mempunyai kekakuan sklera lebih rendah dan TIO sebenarnya lebih tinggi dari hasil bacaan pada waktu itu (Ilyas, 2008). Selain itu, pemeriksa yang

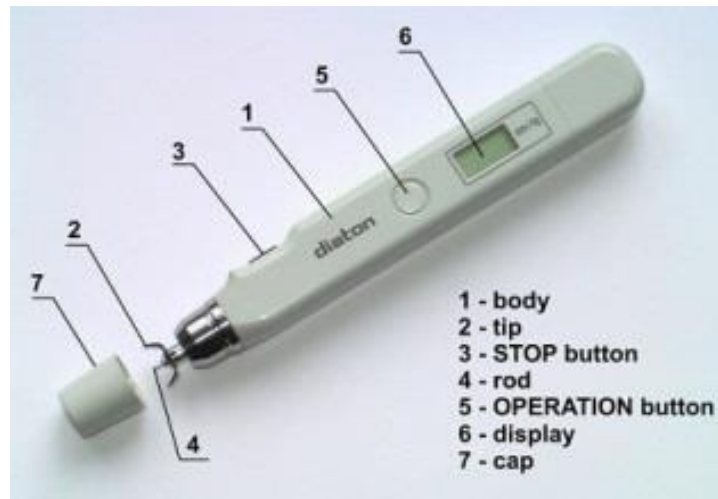
berpengalaman masih mempunyai eror dengan kelebihan sebesar  $\pm 2$  mmHg (Alguire, 1990).

#### **D. Tonometer Transpalpebral**

Metode pengukuran tonometer transpalpebral tidak menggunakan sentuhan pada kornea melainkan kelopak mata. Prinsip kerjanya didasarkan pada penentuan akselerasi dari batang yang turun secara vertikal saat memantul dari bagian tarsal dari kelopak mata melalui sklera. Keuntungan tonometer ini tidak memerlukan kontak dengan kornea hingga tidak perlu anestesi. Secara komersial, tonometer yang tersedia adalah TGDc-01 dari Rusia dan juga Diaton, versi terbaru dari TGDc-01. Diaton mempunyai fitur dapat menggabungkan sensor penyalarsan vertikal dengan *software* yang dapat mengetahui rata-rata TIO (Chakraborty, 2014).

Tonometer transpalpebral terdiri dari beberapa bagian yaitu *cap*, *tip*, *rod*, *stop button*, *body*, *operation button*, dan *display*. Alat ini memerlukan tenaga berupa baterai dan mempunyai indikator suara yang menunjukkan bila tekanan telah terbaca. Pengukuran dilakukan dengan pasien duduk di kursi dan pandangan mata arah 45 derajat dari sumbu horizontal. Biasanya digunakan jempol pasien yang diam untuk fiksasi bola mata dengan meminta pasien memperhatikan jempol tersebut.

**Gambar 4.** Bagian Tonometer Transpalpebral



Teknik pengukuran dengan menggunakan tonometer diaton adalah sebagai berikut (www.diaton.com) :

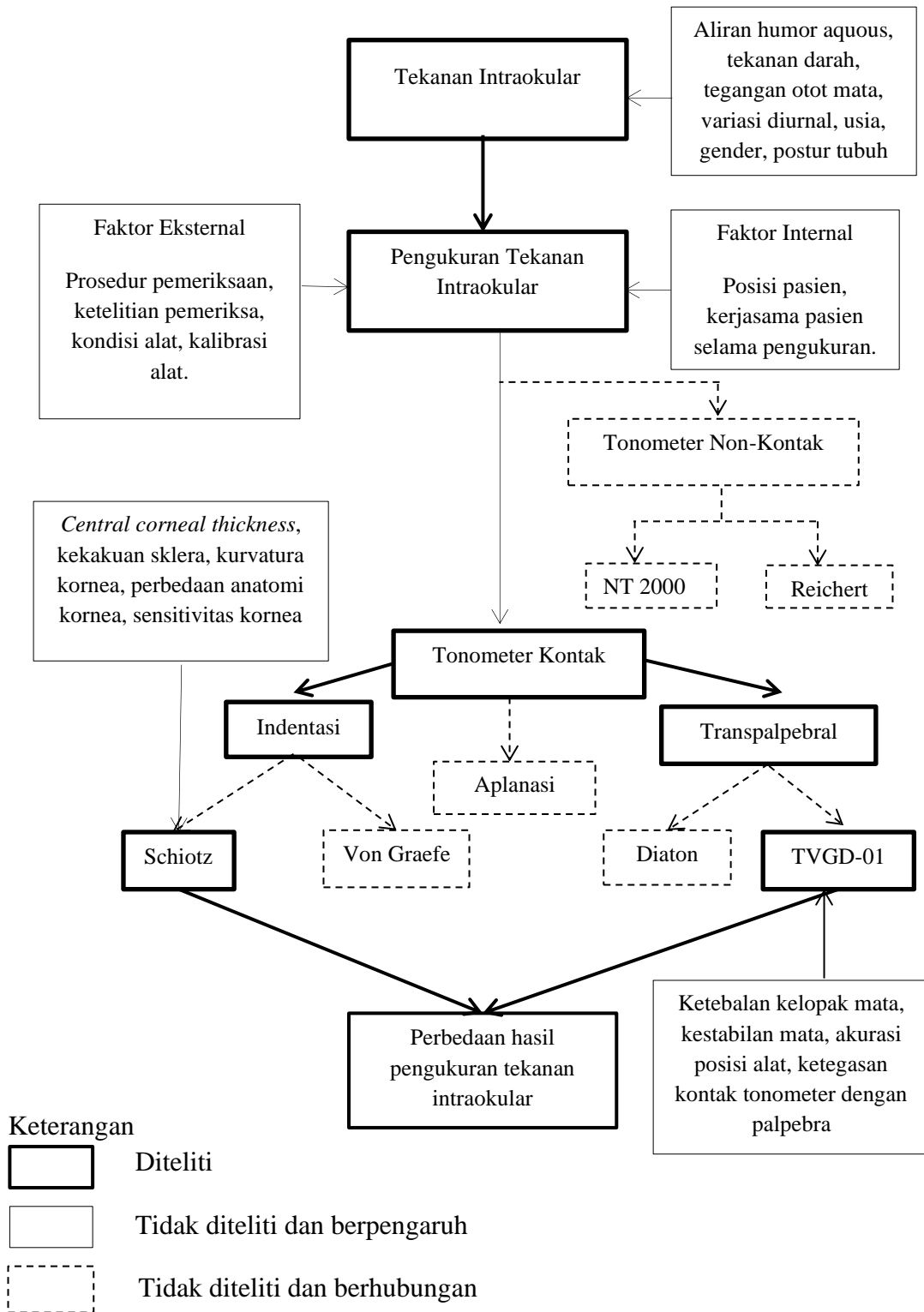
1. Buka penutup alat dan aktifkan alat dengan menekan tombol *operation botton*.
2. Posisikan tangan dengan benar yaitu tangan memegang area *body* bukan area *display*.
3. Tarik kelopak mata dengan jari telunjuk sampai ujung dari kelopak berada diatas limbus sekitar 1 mm. Kelopak mata tidak boleh menutupi kornea, pertahankan posisi ini selama pengukuran.
4. Letakkan ujung tonometer pada bagian tarsus dari kelopak mata (tepat dibalik bulu mata), sementara itu posisikan jari telunjuk di area kening pasien dan jaga agar tetap stabil.
5. Tonometer harus vertikal terhadap kelopak mata tidak boleh miring, sensor suara akan berhenti bila posisi tonometer sudah tepat.

6. Dengan lembut turunkan tonometer dengan sedikit tekanan sampai terdengar bunyi pendek.
7. Kemudian lakukan pengukuran hingga tiga kali, diantara jeda pengukuran tonometer sedikit dimiringkan sampai bagian ujung masuk.
8. Bila sudah tiga kali akan ada bunyi panjang dan rata-rata dari TIO akan terbaca pada bagian *display*.

Pemeriksaan tonometer transpalpebral memang praktis, namun pemeriksaan pada pasien keratokonus tidak mendapatkan hasil yang reliabel dan tidak digunakan pada pasien yang mengalami abnormalitas pada kelopak mata, misalkan konjungtivitis alergi. Akurasinya bila dibandingkan dengan tonometer aplanasi masih kurang dan bukan alat untuk mendiagnosa. Tonometer ini lebih baik di gunakan untuk cek rutin, *screening*, dan pengecekan di rumah (Wisse, 2016).

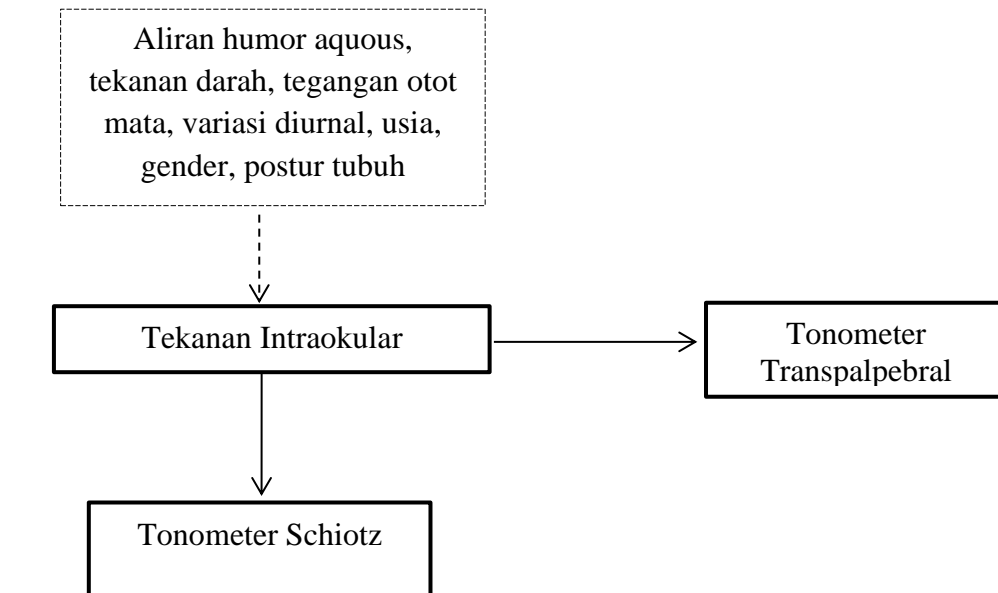
**E. Kerangka Teori**


**Skema 2. Kerangka Teori**





## F. Kerangka Konsep

Skema 3. Kerangka Konsep



 : Variabel terikat

 : Faktor yang mempengaruhi (tidak diteliti)

 : Instrumen pengukuran tekanan intraokular

## F. Hipotesis

Terdapat perbedaan antara hasil pengukuran tekanan intraokular dengan menggunakan tonometer Schioltz dan tonometer transpalpebral.