

Comparison of Intraocular Pressure Measurement Using Tonometer Schiottz and Tonometer Transpalpebral

Perbandingan Hasil Pengukuran Tekanan Intraokuler Menggunakan Tonometer Schiottz dan Tonometer Transpalpebral

Ismiralda Pratiwi¹, Ahmad Ikliluddin²

Program Studi Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta¹ Email : ismiraldapратиwi@gmail.com

Bagian Mata FK Universitas Muhammadiyah Yogyakarta² Email : ahmadiqlil@gmail.com

Abstract

Measurement of intraocular pressure (IOP) still remain an important method to evaluate patients who are at an increased risk of glaucoma. Transpalpebral tonometer works with rod vertically pushing the eye lid and Schiottz tonometer working based on indentation principle towards a cornea. This study aimed to quantitatively compare IOP measurement with Schiottz and transpalpebral tonometer in patient with healthy eyes. 164 eyes from 82 healthy patients aged 20-60 years old were measured using Schiottz and transpalpebral tonometer by one ophthalmologist. Results obtained from the mean of three consecutive measurement. The data analyzed using independent t-test to determine the result's differences. Mean results measured by Schiottz and transpalpebral were $15,85 \pm 2,85$ and $14,28 \pm 2,01$ mmHg in right eyes and $15,62 \pm 2,20$ and $13,73 \pm 1,80$ mmHg in left eyes. The p-value of t-test differ significantly with result $<0,01$ in both eyes. IOP ranging variously with Schiottz having wider variations and tend to have higher result. Apparently, measurement using transpalpebral have a tendency to underestimate than those performed by Schiottz. Schiottz and transpalpebral tonometer is easy to use and portable. However, this device should not be used interchangeably due to its wide variations. Further test should be conducted in case of extreme value of IOP is found. Both Schiottz and transpalpebral can not be used as a gold standard in measuring IOP.

Keywords : *Intraocular Pressure, Schiottz Tonometer, Transpalpebral Tonometer*

Abstrak

Pengukuran tekanan intraokular (TIO) masih menjadi metode penting untuk mengevaluasi pasien dengan resiko Tonometer transpalpebral berkerja dengan menyentuhkan alat ke kelopak mata sementara Schiottz memerlukan indentasi terhadap kornea. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan secara kuantitatif pengukuran TIO menggunakan tonometer Schiottz dan transpalpebral pada mata yang sehat. 164 mata dari 82 pasien sehat berumur 20 hingga 60 tahun diukur menggunakan Schiottz dilanjutkan dengan tonometer transpalpebral dengan satu dokter mata. Hasil merupakan rata-rata setelah tiga kali pengukuran berurutan. Data dianalisis dengan *t-test* tidak berpasangan untuk menentukan perbedaan hasil. Rata-rata pengukuran menggunakan tonometer Schiottz dan transpalpebral adalah $15,85 \pm 2,85$ dan $14,28 \pm 2,01$ mmHg pada mata kanan dan $15,62 \pm 2,20$ dan $13,73 \pm 1,80$ mmHg pada mata kiri. Nilai-p pada *t-test* tidak berpasangan menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan dengan nilai <0.01 pada kedua mata. Nilai TIO bervariasi dengan Schiottz mempunyai variasi lebih lebar dan cenderung mempunyai hasil yang tinggi. Tonometer transpalpebral cenderung mengalami estimasi rendah nilai TIO Schiottz. Tonometer Schiottz dan transpalpebral sangat mudah dan portabel digunakan. Namun, kedua alat ini tidak bisa digunakan bergantian karena lebarnya variasi dan perbedaan hasilnya. Tes lebih lanjut harus dilaksanakan bila ditemukan nilai TIO yang ekstrim. Kedua alat ini tidak bisa digunakan sebagai standar emas pengukuran TIO.

Kata Kunci : *Tekanan Intraokular, Tonometer Schiottz, Tonometer Transpalpebral*

Pendahuluan

Glaukoma sebagai penyebab kedua kebutaan di dunia menjadi tantangan tersendiri karena mengakibatkan gangguan penglihatan yang bersifat ireversibel atau tidak dapat diperbaiki. Penyebab utama

glaukoma adalah naiknya tekanan intraokular (TIO) karena adanya hambatan pengeluaran *humor aquous* (cairan bola mata) sehingga menyebabkan stress mekanik dan kerusakan saraf optik secara progresif ditandai dengan degenerasi sel

ganglion pada retina dan secara perlahan mengurangi kemampuan penglihatan bahkan kebutaan.

Penderita glaukoma sering tidak menyadari penyakit tersebut karena glaukoma bersifat asimtomatik (tidak memunculkan gejala) kecuali bila sudah pada tahap akut. Padahal, mengurangi TIO penderita adalah satu-satunya metode yang telah terbukti untuk mengobati pasien glaukoma. Selain itu, pengukuran TIO merupakan salah satu cara memonitor pasien glaukoma untuk mengurangi progresivitas perjalanan penyakit.

Tekanan intraokular adalah tekanan yang dihasilkan oleh isi bola mata terhadap dinding bola mata dan sangat bervariasi karena dipengaruhi beberapa faktor yaitu usia, jenis kelamin, variasi diurnal, ras, genetik, penyakit sistemik, obat-obatan, olahraga, dan perubahan postur (Sadida, R 2016). Tonometer adalah alat yang digunakan untuk mengestimasi tekanan bola mata dengan mengukur resistensi mata

terhadap indentasi dari kekuatan tekanan yang diberikan (Alguire, P.C., 1990).

Selain karena harganya yang murah, tonometer Schiotz bersifat portabel dan cukup akurat. Namun, pengukuran TIO menggunakan tonometer Schiotz bersifat invasif karena sesuai prosedur memerlukan kontak langsung dengan kornea mata, pemberian anestesi, konversi perhitungan ke tabel, serta merupakan kontraindikasi bila mata terinfeksi (Sandner D, *et al.*, 2005). Maka dari itu, perlu dilakukan perawatan serta kalibrasi yang baik (Ponka & Baddar, 2014). Hal ini berbeda dengan tonometer transpalpebral yang diukur dengan menyentuhkan alat di kelopak mata tanpa adanya kontak dengan kornea. Selain itu, Müller A (2005) menyatakan TGDC-01, salah satu tonometer transpalpebral, cocok untuk pasien yang mengalami kelainan patologi pada kornea maupun yang telah melakukan operasi. Jika melihat

kepraktisan pengukuran, tonometer transpalpebral cocok untuk tes skrining terutama kepada pasien berusia 20 sampai 50 tahun maupun orang sehat (Li, et al., 2010).

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Sampel merupakan responden sehat usia 20-60 tahun keatas. Responden dengan disabilitas, hamil, sedang mengalami infeksi atau mempunyai kontraindikasi pemeriksaan TIO seperti abrasi kornea, kelainan segmen anterior mata, serta mempunyai riwayat operasi intraokular disingkirkan dari penelitian ini dan hanya diperiksa tekanan darahnya.

Proses rekrutmen diawali dengan pengisian lembar *informed consent*, anamnesis untuk mengisi identitas responden, dan proses pemeriksaan TIO yang dilakukan di Dusun Sengonkarang dan Klinik Mata Asri Medical Center Yogyakarta. Terdapat 164 mata dari 82

responden yang diperiksa dengan tonometer Schiotz dilanjutkan dengan tonometer transpalpebral. Sebelum pemeriksaan, mata diteteskan obat bius tetes berupa tetracain 0,5% dan ditunggu 5 menit sampai obat bekerja. Kemudian, diperiksa oleh dokter spesialis mata pada mata kanan dan kiri dengan pengulangan tiga kali berturut-turut disetiap mata dalam posisi baring. Pada akhir pemeriksaan kedua mata diberikan tetes mata antibiotik ofloxacin.

Pengambilan data dilakukan 7 kali dengan setiap kali pertemuan dihadiri 15-20 responden yang bersedia untuk diperiksa. Pengukuran tonometer Schiotz dilakukan dengan melakukan kalibrasi alat setiap pertama kali digunakan. Kemudian semua kompartemen dibersihkan dengan alkohol 70% dan kasa. Pasien diminta berbaring dengan mata menghadap keatas pada satu titik sementara pemeriksa berada di belakang kepala dan kasur pasien. *Footplate* diletakkan tepat ditengah kornea secara vertikal sementara kedua jari

pemeriksa menahan kelopak pasien agar mata terbuka lebar.

Beban yang digunakan saat pengukuran pada penelitian ini adalah 5,5 g. Hasil skala yang diambil adalah saat mata dalam keadaan tenang dan stabil yang kemudian dicatat di rekam medis. Kemudian, pemeriksaan dilanjutkan di mata kiri dengan prosedur yang sama. Hasil pengukuran tonometer Schiotz dikonversikan terlebih dahulu menggunakan tabel skala dan ditulis dalam satuan mmHg.

Pengukuran tonometer transpalpebral dilakukan dengan cara meletakkan batang/tangkai alat di bagian tarsal dari kelopak mata secara vertikal pada area limbus kornea. Hasil akan terlihat pada bagian *display* tonometer. Sementara itu, pasien diminta untuk meletakkan tangannya di depan wajah dan melipat bagian siku dengan sudut 45 derajat di atas dada. Masing-masing alat mengukur tiga kali disetiap mata dengan posisi mata yang tenang dan stabil.

Data yang digunakan adalah hasil rata-rata TIO dari tiga kali pengukuran pada setiap mata. Analisis deskriptif serta analisis bivariat berupa *t-test* tidak berpasangan diuji menggunakan *software SPSS 21*. Sebelum diolah, data 94 responden awal yang diperiksa dikurangi hingga tersisa 82 data atau 164 mata karena terdapat data *outliers*.

Penelitian ini telah mendapat *ethical approval* dari Komisi Etik FKIK UMY dan izin melakukan penelitian di desa dari Badan Perencanaan dan Pembangunan Bantul karena penelitian ini juga dilaksanakan di Dusun Sengonkarang, Desa Agromulyo, Kecamatan Sedayu, Bantul.

Hasil Penelitian

Tabel 1. Karakteristik Responden

No.	Karakteristik	Jumlah	Proporsi (%)
1.	Jenis kelamin		
	a. Perempuan	62	75,6
	b. Laki-laki	20	24,4
	c. Total	82	100
2.	Usia		
	a. 20-29 Tahun	49	59,8
	b. 30-39 Tahun	7	8,5
	c. 40-49 Tahun	11	13,4
	d. 50-59 Tahun	7	8,5
	e. 60-69 Tahun	8	9,8

Berdasarkan Tabel 1. jumlah responden perempuan lebih banyak yaitu 62 orang (75,6%) dibanding dengan responden laki-laki yang berjumlah 20 orang (24,4%). Sedangkan menurut rentangan usia, responden yang berusia 20-29 tahun mempunyai frekuensi terbanyak yaitu 49 orang (59,8%).

Tabel 2. Karakteristik Responden Berdasarkan Nilai TIO pada Mata Kanan

No	Nilai TIO (mmHg)	Jumlah	
		Schiotz	Transpalpebral
1.	10-10,9	3	10
	11-11,9	2	11
	12-12,9	7	8
	13-13,9	8	17
	14-14,9	11	15
	15-15,9	12	14
	16-16,9	11	9
	17-17,9	11	6
	18-18,9	6	2
	19-19,9	8	1
	20-20,9	1	0
21-21,9	2	0	
Statistik Deskriptif (mmHg)			
2.	Mean	15,85	14,28
3.	Minimum	10,87	10
4.	Maximum	21,80	19,33

Pada mata kanan, rata-rata hasil TIO dengan tonometer Schiotz yaitu 15,85 ± 2,85 mmHg sementara tonometer transpalpebral 14,28 ± 2,01 mmHg dengan selisih 1,57 mmHg. Hasil TIO tonometer Schiotz mempunyai rentangan yang lebih lebar dibanding dengan tonometer transpalpebral. Hal ini terlihat dari nilai

TIO terendah tonometer Schiotz adalah 10,87 mmHg dan tertingginya 21,80 mmHg.

Sementara itu, pada tonometer transpalpebral nilai TIO mata kanan terendah adalah 10 mmHg dan tertingginya 19,33 mmHg.

Berdasarkan Tabel 3. rata rata nilai TIO pada mata kiri lebih tinggi menggunakan tonometer Schiotz yaitu 15,62 ± 2,20 mmHg sedangkan tonometer transpalpebral 13,73 ± 1,80 mmHg sehingga selisihnya adalah 1,89 mmHg.

Tabel 3. Karakteristik Responden Berdasarkan Nilai TIO pada Mata Kiri

No	Nilai TIO (mmHg)	Jumlah	
		Schiotz	Transpalpebral
1.	10-10,9	1	2
	11-11,9	1	12
	12-12,9	6	14
	13-13,9	16	18
	14-14,9	9	14
	15-15,9	16	10
	16-16,9	13	8
	17-17,9	11	3
	18-18,9	4	1
	19-19,9	3	0
	20-20,9	3	0
Statistik Deskriptif (mmHg)			
2.	Mean	15,62	13,73
3.	Minimum	10,20	10,33
4.	Maximum	20,60	18,00

Nilai terendah dan tertinggi pengukuran dengan tonometer Schiotz secara berturut yaitu 10,20 mmHg dan

20,60 mmHg yang juga lebih tinggi jika dibanding tonometer transpalpebral dengan nilai terendah dan tertingginya 10,33 mmHg dan 18,00 mmHg.

Tabel 4. Hasil Uji *t-test* Tidak Berpasangan Nilai TIO Mata Kanan dan Kiri Antara Tonometer Schiotz dan Tonometer Transpalpebral

No.	Hasil TIO	T	Df	Sig (2-tailed)
1.	Mata Kanan (Equal Variance Not Assumed)	4,397	153,622	0,000020
2.	Mata Kiri (Equal Variance Assumed)	6,0101	162	0,000000012

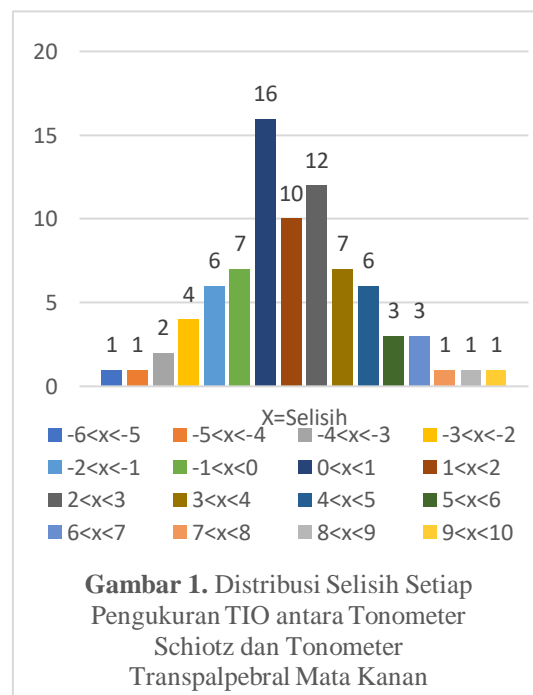
Sumber : SPSS 21

Hasil menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai TIO dari tonometer Schiotz dan transpalpebral dengan $p < 0,01$.

Selain *mean difference*, selisih pengukuran nilai TIO pada setiap mata antara yang diukur dengan tonometer Schiotz dan tonometer transpalpebral juga dapat dinilai ($TIO_{Schiotz} - TIO_{transpalpebral}$). Pada Gambar 1. , sebanyak 61 responden (74,4%) lebih tinggi hasilnya bila menggunakan tonometer Schiotz ($x = \text{selisih} > 0$) dengan variasi selisih mulai dari 0,03 hingga 9,47 mmHg.

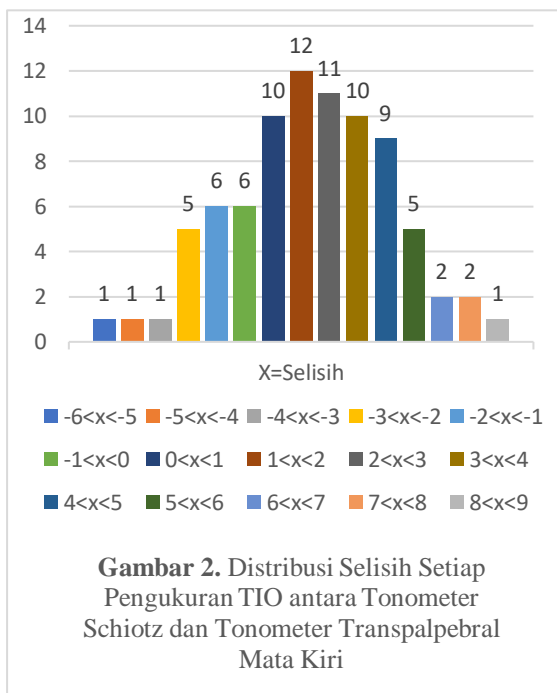
Sementara itu, sebanyak 21 responden (25,6%) mempunyai nilai TIO lebih rendah dibanding tonometer transpalpebral dengan nilai selisih mulai dari -0,3 hingga -5,8 ($x < 0$). Nilai selisih paling banyak berkisar antara 0 hingga 3 mmHg yaitu sebanyak 51 (62,20%) responden.

Gambar 2. Menunjukkan sebanyak 62 responden (75,6%) lebih tinggi nilai TIO nya diukur menggunakan tonometer Schiotz pada mata kiri. Variasi selisih pengukuran TIO pada tiap mata adalah mulai dari 0,07 hingga 8,17 mmHg.



Sementara itu, 20 responden (24,4%) lebih rendah nilai TIO nya diukur dengan

tonometer Schiotz. Variasi selisihnya yaitu -0,13 hingga -5,8 mmHg. Sama halnya dengan mata kanan, pada mata kiri nilai selisih yang paling banyak adalah dalam kisaran 0-3 mmHg yaitu sebanyak 45(54,88%). Nilai TIO transpalpebral cenderung mengalami overestimasi ketika nilai TIO Schiotz berada dalam rentangan yang rendah.



Sebagai buktinya, sebanyak 4 dari 7 responden (57,14%) mempunyai selisih lebih dari -3 mmHg ketika hasil TIO Schiotz dibawah 13 mmHg. Sebaliknya nilai TIO transpalpebral juga mengalami underestimasi ketika didapatkan nilai TIO Schiotz yang tinggi yakni 17 dari 52

responden (32,6%) mempunyai selisih lebih dari 3 mmHg saat rentangan TIO > 19 mmHg. Hal yang menarik adalah tidak adanya (0%) responden dengan selisih (Schiotz-Transpalpebral) < 3 mmHg ketika nilai TIO Schiotz cenderung mendekati tinggi atau > 19 mmHg.

Diskusi

Secara umum hasil pengukuran TIO Schiotz lebih tinggi dibanding transpalpebral. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nagarajan, et al. (2016) yang membandingkan pengukuran tonometer Schiotz 14,97 mmHg dengan tonometer Perkins 13,8 mmHg, dan *Non Contact* Tonometer 13,9 mmHg. Selain itu, dikatakan bahwa terdapat korelasi yang baik antara hasil tonometer Schiotz terhadap *gold standard* tonometer Perkins (versi *handheld* aplanasi Goldmann) bila dibandingkan dengan NCT. Tahun berikutnya, Ohana, et al. (2017) juga membandingkan tonometer Schiotz dengan tonometer Goldmann, I-care pro, Tonopen XL pada 24 pasien pasca *Descement*

Stripping Endothelial Keratoplasty (DSEK). Hasilnya 12,83 mmHg, 13,99 mmHg, 19,92 mmHg, dan 13,31 mmHg berturut-turut yang berarti Schiötz mempunyai hasil paling rendah. Namun, selain mempunyai nilai TIO paling rendah, hasil tonometer Schiötz mempunyai variabilitas paling lebar dengan 36% data mempunyai selisih jauh dibandingkan dengan aplanasi Goldmann. Sama halnya dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan variabilitas yang tinggi pada hasil TIO tonometer Schiötz dibanding tonometer transpalpebral.

Nilai TIO pada tonometer Schiötz yang cenderung bervariasi dengan selisih yang jauh ini berkaitan dengan prinsip penggunaan alat yang menggunakan penekanan pada kornea. Ada faktor okuler yang dapat membuat hasil tekanan intraokular menjadi lebih tinggi seperti *Central Cornea Thickness* (CCT). Semakin tipis kornea maka akan memberikan hasil TIO lebih rendah sedangkan semakin tebal kornea maka akan memberikan nilai TIO

lebih tinggi. Hal ini membuat hasil TIO dapat melebihi atau mengurangi nilai TIO yang sesungguhnya disebabkan karena variasi CCT seseorang (Razeghinejad, 2007).

CCT pada seseorang juga dipengaruhi oleh umur. Semakin tua seseorang maka ketebalan kornea akan semakin berkurang sehingga membuat kornea menjadi tipis (Lin, 2007). Pada penelitian ini, responden terdiri dari berbagai variasi umur dari 20 hingga 60 tahun ke atas yang menyebabkan CCT semakin bervariasi.

Selanjutnya, tonometer Schiötz terdiri dari kompartemen-kompartemen yang terbuat dari bahan metal. Pada penelitian ini tonometer Schiötz jarang digunakan sebelumnya dan dibersihkan hanya ketika akan digunakan hingga membuat *plunger* tidak bergerak dengan bebas dan pergerakannya akan kaku maupun gesekan antar bagian-bagian tonometer. Terjadinya hal tersebut mengakibatkan penunjuk skala bergerak

dengan hambatan gesekan. Bila demikian, skala akan bergerak pelan di angka yang rendah dan pembacaan pada tabel konversi berarti menunjukkan pembacaan nilai TIO yang tinggi.

Kejadian ini sudah dijelaskan oleh Moses (1971) yakni saat pengukuran dapat terjadi gesekan antara bagian-bagian tonometer maupun bagian tonometer dengan kornea pasien. Beban yang terdapat pada *plunger* cenderung berlekatan dengan *barrel*. Maka dari itu, sangat penting untuk melakukan kalibrasi tonometer Schiotz setiap kali pemakaian. Tonometer Schiotz harus dibersihkan dan dirawat setiap hari meskipun tidak digunakan agar *barrel* tidak melekat ke *plunger* (Maheshwari, et al., 2012).

Sementara itu, rata-rata nilai TIO tonometer transpalpebral didapatkan lebih rendah dibandingkan tonometer Schiotz. Sebanyak 25,6% responden pada mata kanan dan 24,4% responden pada mata kiri yang TIO nya lebih tinggi dari tonometer Schiotz. Hal ini sejalan dengan penelitian

yang dilakukan beberapa investigator sebelumnya bahwa tonometer transpalpebral mempunyai hasil lebih rendah bila di bandingkan dengan tonometer GAT. Menurut Penelitian Li (2010) nilai TIO tonometer Diaton (jenis tonometer transpalpebral) dibandingkan dengan GAT mempunyai hasil 13,84 mmHg dan 15,46 mmHg berturut-turut. Persentase kumulatif selisih nilai TIO antara GAT dan Diaton dalam ± 3 mmHg berjumlah 76,4%, ± 2 mmHg berjumlah 59,49% , dan ± 1 mmHg berjumlah 39,6%. Diaton dianggap tidak bisa menggantikan GAT untuk diagnosis pasien dan follow up pasien dengan nilai TIO yang abnormal.

Sementara itu, Nadeem, et al. (2015) membandingkan Diaton (14,78 mmHg) dengan *Air Puff* (14,42 mmHg) terhadap *gold standard* / GAT (14,52 mmHg). Hasilnya Diaton sedikit lebih tinggi dibanding dengan GAT dan *Air Puff*. Namun, ketika diuji hubungannya menggunakan *Pearson Correlation*, Diaton mempunyai korelasi paling rendah dengan

GAT dibanding dengan *Air-Puff* sehingga peneliti tidak menyarankan Diaton sebagai alat skrining. Alasan lain juga disebabkan karena lebarnya variasi nilai TIO dan hasil Diaton cenderung mengoverestimasi TIO pada mayoritas mata.

Doherty, et al. (2012) juga membandingkan tonometer Diaton dan GAT dengan hasil 13,2 mmHg dan 13,8 mmHg berturut-turut. Diaton juga tidak disarankan sebagai pengganti GAT pada praktek klinis karena terdapat *low agreement* antara Diaton dan GAT pada analisis Bland Altman dengan *Limit of Agreement* +8,4 mmHg -9,6 mmHg yang secara klinis tidak dapat diterima.

Selanjutnya, pada bagian hasil juga dijelaskan bahwa kedua tonometer cenderung mempunyai selisih ± 3 mmHg pada kedua mata. Akan tetapi, tidak dapat dipungkiri terdapat pengukuran yang mempunyai selisih $> \pm 3$ mmHg yang ternyata hal ini konsisten terjadi berdasarkan naik turunnya angka TIO. Kemungkinan terjadi underestimasi dan

overestimasi pada salah satu tonometer yaitu tonometer transpalperal. Sesuai dengan penelitian sebelumnya, selisih antara nilai tonometer transpalpebral dengan GAT yakni 76,4% dalam ± 3 mmHg (Li, 2012), 40,3% (Bali, 2012), dan 70% dalam ± 2 mmHg (Waishbourd, et al., 2010). Selain itu, Li (2010) mengonfirmasi pernyataan Troost, et al. (2005) mengenai kecenderungan tonometer transpalpebral (TGDc-01) untuk mengalami underestimasi seiring naiknya tekanan intraokular dan sebaliknya. Hal ini sesuai dengan temuan penelitian, bahwa ketika hasil TIO Schiottz cukup tinggi > 19 mmHg terdapat perbedaan selisih yang lebar > 3 mmHg antara (Schiottz-Transpalpebral) dengan transpalpebral jauh lebih rendah. Sedangkan saat nilai TIO transpalpebral lebih tinggi > 3 mmHg justru terjadi saat nilai Schiottz mendekati ambang rendah < 12 mmHg.

Kesimpulan

Tonometer Schiötz dan transpalpebral sangat mudah dan portabel digunakan. Penggunaan alat ini di pelayanan primer di negara berkembang untuk keperluan skrining masih sering digunakan saat tonometer aplanasi *Goldmann* tidak tersedia. Namun, kedua alat ini tidak bisa digunakan bergantian karena lebarnya variasi dan perbedaan hasilnya. Tonometer Schiötz cenderung mempunyai hasil lebih tinggi sedangkan tonometer transpalpebral cenderung mengalami underestimasi dan overestimasi bila TIO Schiötz cukup mendekati ambang batas tinggi. Tes lebih lanjut harus dilaksanakan bila ditemukan nilai TIO yang ekstrim. Kedua alat ini cocok digunakan sebagai alat skrining.

Saran

Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk menyempurnakan penelitian ini dengan memperkaya variasi responden dengan berbagai rentang nilai tekanan

intraokular misal kepada pasien glaukoma. Kemudian membandingkan kedua tonometer ini dengan *gold standard* sehingga mempunyai acuan perbandingan yang lebih baik. Selain itu, penelitian ini dapat dikembangkan menjadi bervariasi dengan menambahkan korelasi setiap hasil pengukuran tekanan intraokular dengan dua tonometer terhadap umur, ketebalan kornea, maupun rentangan-rentangan TIO yang abnormal.

Daftar Pustaka

1. World Health Organization. (2010). Global estimates of visual impairment. *British Journal Ophthalmology Online*.
2. Sadida R. (2016). Pengaruh Olahraga Aerial Yoga Terhadap Tekanan Intraokular. *Ejournal Undip*;5(4):7.
3. Alguire P.C. (1990). Tonometry. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, eds. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. 3rd ed. Boston: Butterworth. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222/>.
4. Sandner, D., Böhm, A., Kostov, S., Pillunat, L. (2005). Measurement of the intraocular pressure with the "transpalpebral tonometer" TGDC-01 in comparison with applanation tonometry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 243(6):563-569. doi:[10.1007/s00417-004-1037-1](https://doi.org/10.1007/s00417-004-1037-1)
5. Ponka D, Baddar F. (2014). Schiötz tonometry. *Can Fam Physician*. 60(3):252.
6. Muller A, Godenschweger L, Lang GE, Kampmeier J. (2004). Prospective comparison of the new indentation tonometer TGdC-01, the non-contact tonometer PT100 and the conventional Goldmann applanation tonometer. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 221:762-768
7. Li, Y., Shi, J., Duan, X., Fan, F. (2010). Transpalpebral measurement of intraocular pressure using the Diaton tonometer versus standard Goldmann applanation tonometry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 248(12):1765-1770. doi:[10.1007/s00417-009-1243-y](https://doi.org/10.1007/s00417-009-1243-y)
8. Nagarajan, S., Velayutham, V., Ezhumalai, G. (2016). Comparative evaluation of applanation and indentation tonometers in a community ophthalmology setting in Southern India. *Saudi Journal of Ophthalmology*. 30(2):83-87. doi:[10.1016/j.sjopt.2015.11.002](https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2015.11.002)
9. Ohana, O., Varssano, D., Shemesh, G. (2017). Comparison of intraocular pressure measurements using Goldmann tonometer, I-care pro, Tonopen XL, and Schiötz tonometer in patients after Descemet stripping endothelial keratoplasty. *Indian Journal of Ophthalmology*. 65(7):579. doi:[10.4103/ij.o.jo.31.17](https://doi.org/10.4103/ij.o.jo.31.17)

10. Razeghinejad, M.R., Amini, H., Torkaman, F., Tabatabaee, H.R. (2008). Correlation of Central Corneal Thickness with Schiottz and Goldmann Tonometry. *2*(2):6.
11. N, Lin. (2007). Central Corneal Thickness (CCT) Decreases With Age. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 48(13):4332.
12. Moses R. A. (1971). Theory of the Schiottz tonometer and its empirical calibration. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 69, 494–562.
13. Maheshwari, R., Choudhari, N.S., Singh, M.D. (2012). Tonometry and Care of Tonometers. *Journal of Current Glaucoma Practice*. 6(3):124-130. doi:[10.5005/jp-journals-10008-1119](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10008-1119)
14. Nadeem, S., Naeem, B.A., Tahira, R., Khalid, S., Hannan, A. (2015). Comparison of Goldmann Applanation, Diaton Transpalpebral and Air Puff Tonometers. :7.
15. Doherty, M.D., Carrim, Z.I., O'Neill, D.P. (2012). Diaton tonometry: an assessment of validity and preference against Goldmann tonometry: Diaton tonometry versus Goldmann tonometry. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 40(4):e171-e175. doi:[10.1111/j.1442-9071.2011.02636.x](https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2011.02636.x)
16. Bali, S.J., Bhartiya, S., Sobti, A., Dada, T., Panda, A. (2012). Comparative Evaluation of Diaton and Goldmann Applanation Tonometers. *Ophthalmologica*. 228(1):42-46. doi:[10.1159/000336047](https://doi.org/10.1159/000336047)
17. Waisbourd, M., Shemesh, G., Top L.B., Lazar. M., Loewenstein, A. (2010). Comparison of the Transpalpebral Tonometer TGDc-01 with Goldmann Applanation Tonometry. *European Journal of Ophthalmology*. 20(5):902-906. doi:[10.1177/112067211002000514](https://doi.org/10.1177/112067211002000514)