

DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/sf12nk324>

Pupilometer Konvensional versus Pupilometer Aplikasi

Hanna Nurul Husna

Program Studi Optometri, STIKes Bakti Tunas Husada; hannanurulhusna@stikes-bth.ac.id (koresponden)

Ai Meri Yulianti

Program Studi Optometri, STIKes Bakti Tunas Husada

ABSTRACT

Covid-19 pandemic that is happening now has become a catalyst in maximizing the use of technology in the health sector in Indonesia. The use of practical and user friendly smartphone applications makes it a supporting choice in the health sector. This study aimed to analyze the use of smartphone applications in measurement of pupil distance (PD) and compare them with gold standard tool, pupilometer. This study used a qualitative-explorative research method with field study approach. The informant of this study was optometrist and 38 students of STIKes Bakti Tunas Husada. The data was collected by researchers them self by using data triangulation – observation, interview, and documentation. Application works based on comparison of image analysis with standard cards. Therefore card placement and picture taking are very important. Based on the results of limited trials, it is known that the application that approaches the gold standard is the PD Pupil Distance for Eye Glassess and VR Headset from Glassify Me. Smartphones in the field of eye health (tele-ophthalmic) can be used as an assessment instrument for patients. Apart from the advantages offered, the use of smartphones in the field of eye health has many limitations. To find out which instrument is more precise, measurements can be made using dummy pupils. More sample sizes and practice are needed for application users.

Keywords: health technology, pupilometer, smartphone

ABSTRAK

Pandemi Covid-19 yang terjadi saat ini telah menjadi katalisator dalam memaksimalkan penggunaan teknologi dalam bidang kesehatan di Indonesia. Penggunaan aplikasi *smartphone* yang praktis dan *user friendly* membuatnya menjadi pilihan penunjang bidang kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan aplikasi *smartphone* dalam pengukuran jarak antar pupil (PD) serta membandingkannya dengan pupilometer konvensional sebagai *gold standard*. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan penelitian lapangan. Informan pada penelitian ini adalah optometris dan mahasiswa STIKes Bakti Tunas Husada sebanyak 38 mahasiswa. Alat pengumpul data adalah peneliti sendiri dengan menggunakan triangulasi data yaitu memadukan teknik observasi, wawancara dan dokumentasi. Aplikasi bekerja berdasarkan perbandingan analisis gambar dengan kartu standar. Karenanya penempatan kartu dan pengambilan gambar merupakan hal yang sangat penting. Berdasarkan hasil uji coba terbatas, diketahui bahwa aplikasi yang mendekati nilai *gold standard* adalah *PD Pupil Distance for Eye Glassess and VR Headset* dari *Glassify Me*. *Smartphone* pada bidang kesehatan mata (*tele-ophthalmic*) dapat digunakan sebagai instrumen asesmen pasien. Selain dari kelebihan yang ditawarkan, penggunaan *smartphone* pada bidang kesehatan mata memiliki banyak keterbatasan. Untuk mendapatkan mengenai instrumen mana yang lebih presisi, maka dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan pupil *dummy*. Diperlukan jumlah sampel yang lebih banyak dan latihan bagi pengguna aplikasi.

Kata kunci: teknologi Kesehatan; *pupilometer*; *smartphone*

PENDAHULUAN

Smartphone adalah instrumen elektronik multifungsi-telepon genggam dengan konektivitas dan kemampuan berbasis komputer⁽¹⁾. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh Statista⁽²⁾ menyebutkan bahwa pengguna *smartphone* di seluruh dunia telah mencapai angka tiga miliar, dan angka ini diprediksi akan meningkat beberapa miliar di tahun-tahun berikutnya. Jumlah pengguna *smartphone* di Indonesia dilaporkan mencapai 81,87 juta pengguna di tahun 2020⁽³⁾. Angka ini menjadikan Indonesia sebagai negara peringkat keempat dalam penggunaan *smartphone* setelah Tiongkok, India, dan Amerika.

Teknologi *smartphone* yang berkembang begitu pesat telah memberikan manfaat dan perubahan yang sangat signifikan pada semua aspek kehidupan manusia. Salah satu bidang yang mendapatkan perhatian khusus dalam perkembangan teknologi saat ini adalah kesehatan. Pandemi Covid-19 yang terjadi saat ini telah menjadi katalisator dalam memaksimalkan penggunaan teknologi dalam bidang kesehatan di Indonesia⁽⁴⁾.

Aplikasi medis berbasis *smartphone* dan tablet sangat berpotensi dalam mempengaruhi hubungan pasien-praktisi kesehatan serta memperbaiki sistem kesehatan⁽⁵⁾. Salah satu bidang kesehatan yang mengintegrasikan penggunaan teknologi dalam *smartphone* adalah oftalmologi/kesehatan mata. Terdapat lebih dari 271 dan 170 aplikasi yang berhubungan dengan oftalmologi terdapat di *Google Play Store* dan *Apple App Store*⁽⁶⁾. Penggunaannya dalam bidang oftalmologi dapat berfungsi sebagai: instrumen asesmen pasien, penyuluhan pada pasien, referensi dan pembelajaran bagi profesi kesehatan, instrumen rekam medis dll⁽⁷⁾.

Kacamata merupakan alat optik yang berdasarkan prinsip pembiasan cahaya⁽⁸⁾. Kacamata digunakan untuk memperbaiki tajam penglihatan dengan ukura lensa tertentu yang ditempatkan di depan mata⁽⁹⁾. Salah satu pengukuran yang dilakukan saat proses pembuatan (*dispensing*) kacamata adalah pengukuran jarak antar pupil (*pupillary distance/PD*). *Pupillary distance* atau dikenal dengan *interpupillary distance* (IPD) merupakan jarak antara pupil di kedua mata⁽¹⁰⁾.

Pengukuran PD dapat dilakukan secara manual dan menggunakan mesin berbasis teknologi. Pengukuran manual biasanya menggunakan PD rule dan pengukuran menggunakan mesin teknologi dapat menggunakan *auto refractometer* dan pupilometer. Berdasarkan hasil wawancara pada refraksionis optisien tentang penggunaan alat ukur PD, ditemukan bahwa terdapat banyak kemungkinan kesalahan dalam penggunaan alat. Misalnya pada penggunaan PD rule, posisi pemeriksa yang salah dapat menimbulkan kesalahan paralaks pada pembacaan ukuran PD pasien. Penggunaan pupilometer juga membutuhkan kejelian dan keahlian dari pemeriksa/pengguna alat. Begitupun *auto refractometer*, posisi badan dan kepala pasien akan berpengaruh pada hasil pengukuran meskipun pada penggunaan alatnya mudah. Pada pelaksanaannya, PD rule lebih dipilih dalam pengukuran PD jika di luar ruangan karena sifatnya yang ringan dan mudah dibawa. Sedangkan untuk pupilometer dan *auto refractometer* terbatas pada sisi portabilitas.

Penggunaan aplikasi *smartphone* dapat mengatasi kelemahan dari penggunaan alat-alat tersebut. Penggunaan aplikasi *smartphone* bukan dimaksudkan untuk menghilangkan peran dari tenaga kesehatan, melainkan untuk mempermudah pekerjaan tenaga kesehatan. Apalagi di era pandemi ini, dimana pasien harus saling menjaga jarak satu sama lain dan juga dengan tenaga kesehatan. Selain itu beberapa fasilitas kesehatan memberikan kebijakan bahwa pasien bisa datang apabila keluhannya tidak bisa tertahankan lagi. Penggunaan aplikasi *smartphone* dapat digunakan sebagai deteksi dan skrining awal sebelum pasien menemui tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan.

Berdasarkan uraian di atas penulis bermaksud menggali informasi, menganalisis, dan mengevaluasi aplikasi *smartphone* untuk pengukuran PD Adapun aplikasi yang digunakan adalah *Pupil Distance Meter Pro*, *PD Pupil Distance for Eye Glassess and VR Headset* dari *Glassify Me*, dan *The Ultimate PD Rule*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif eksploratif dengan pendekatan penelitian lapangan. Penelitian eksploratif adalah penelitian yang bertujuan untuk memetakan suatu objek secara lebih mendalam⁽¹¹⁾. Metode penelitian ini dipilih karena peneliti ingin menggali informasi, menganalisis serta mengevaluasi penggunaan aplikasi *smartphone* di bidang kesehatan mata (optometri). Aplikasi yang digunakan adalah *Pupil Distance Meter Pro*, *PD Pupil Distance for Eye Glassess and VR Headset* dari *Glassify Me*, dan *The Ultimate PD Rule*. Peneliti menggunakan pupilometer sebagai pembanding *gold standard*. Pendekatan penelitian dipilih menggunakan penelitian lapangan karena penelitian akan mengarah pada kelompok klien sebagai kelompok uji coba pengguna aplikasi. Penelitian lebih mengarah pada studi kasus, sehingga peneliti bisa mengeksplorasi penggunaan alat dan bagaimana dampaknya terhadap penggunaan secara terbatas pada kelompok tertentu. Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2020 di laboratorium Dispensing Prodi Optometri STIKes Bakti Tunas Husada.

Informan pada bagian eksplorasi alat adalah optometris yang bekerja sebagai laboran di STIKes Bakti Tunas Husada. Sedangkan informan pada bagian lapangannya adalah mahasiswa STIKes Bakti Tunas Husada sebanyak 38 mahasiswa dengan kondisi pupil yang normal. Data diperoleh berdasarkan hasil wawancara dan eksplorasi langsung pada alat dan aplikasi *smartphone*. Alat pengumpul data adalah peneliti sendiri dengan menggunakan triangulasi data yaitu memadukan teknik observasi, wawancara dan dokumentasi.

HASIL

Tele-medicine merupakan bidang yang sedang berkembang sangat pesat di era pandemi Covid-19 sekarang ini. *Tele-medicine* merupakan penggabungan antara ilmu kesehatan dengan teknologi. *American Telemedicine Association* (ATA) telah menerapkan standar *tele-ophthalmology* untuk meningkatkan pelayanan kesehatan melalui telekomunikasi dan teknologi⁽¹²⁾. Tidak hanya pada bidang kesehatan secara umum, teknologi kesehatan pun mencakup di bidang oftalmologi atau kesehatan mata. Istilah yang sering digunakan adalah *tele-ophthalmology*.

Smartphone merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan masyarakat modern saat ini. Penggunaan aplikasi *smartphone* yang praktis dan *user friendly* membuatnya menjadi pilihan penunjang aktivitas sehari-hari. Pengguna dapat dengan mudah menyelesaikan permasalahannya menggunakan *smartphone*, dan datanya dapat ditransferkan dan disinkronisasi dengan *personal computer* (PC).

Pada tahun 1999, WHO telah meluncurkan inisiatif global yang disebut VISION 2020. Tujuan dari inisiasi ini adalah mengeliminasi kebutaan yang bisa dihindari pada tahun 2020 melalui kontrol dan *treatment* penyakit, pengembangan sumber daya manusia, mengembangkan infrastruktur dan teknologi yang tepat⁽¹²⁾. Penggunaan *tele-ophthalmology* dapat berperan dalam mencegah kebutaan sebagai pertolongan pertama pada kelainan dan gangguan pada mata. Pasien dapat melakukan *self-testing* dan melakukan *treatment* lebih awal sebelum penyakit berkembang lebih parah⁽¹²⁾.

Penggunaan *tele-ophthalmology* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah penggunaan aplikasi android pada *smartphone*. Zvornicanin, Zvornicanin, & Hadziefendic⁽¹⁾ menyebutkan bahwa *smartphone* memiliki potensi dalam bidang oftalmologi seperti instrumen asesmen pasien, penyuluhan pencegahan visual pada pasien, referensi belajar bagi tenaga kesehatan profesional, rekam medis dan administrasi pasien, dsb.

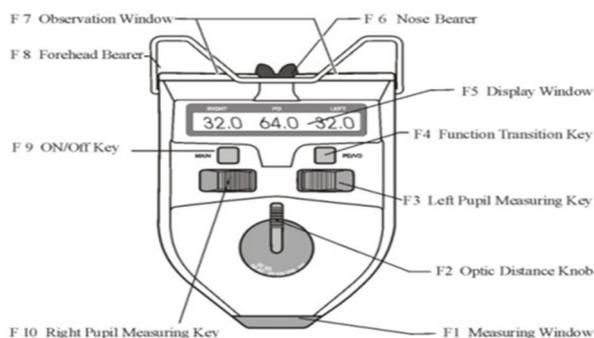
Aplikasi berbasis *smartphone* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki fungsi sebagai instrumen asesmen pasien yaitu *pupillary distance* (PD). Fitur pada *smartphone* yang sangat berperan dalam asesmen pasien adalah gambar yang ditangkap oleh kamera. Gambar yang dihasilkan oleh kamera *smartphone* saat ini merupakan gambar yang berkualitas tinggi karena teknologinya telah berkembang pesat hingga puluhan *mega pixels*. Aplikasi *smartphone* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pupil Distance Meter Pro*, *PD Pupil Distance for Eye Glassess and VR Headset* dari *Glassify Me*, dan *The Ultimate PD Ruler*. Untuk menganalisis

penggunaan aplikasi tersebut dalam pengukuran jarak antar pupil, maka peneliti menggunakan Pupilometer PD-meter sebagai pembanding *gold standard*. Fungsi pembanding disini tidak dikaji dari hasil pengukuran saja tapi juga berdasarkan keseuaian prinsip kerjanya.

Pupilometer PD-meter

Pada pengukuran jarak antar pupil (PD) secara manual dapat menggunakan *PD rule* atau dengan menggunakan teknologi seperti pupilometer. Alat ukur digital lebih dipilih oleh praktisi karena dinilai lebih akurat hasilnya dibandingkan dengan alat ukur manual yang lebih subjektif dan tergantung dari pengalaman praktikan⁽¹³⁾.

Pupilometer adalah alat yang berfungsi untuk mengukur ukuran pupil dan jarak antar pupil kedua mata (PD). Pupilometer di desain dengan mengintegrasikan teknologi pada sistem pengukuran menggunakan benang penunjuk (*hair spring*), sistem optik, ESS, dan *mikro-computer*⁽¹⁴⁾. Bagian-bagian dari Pupilometer PD-meter disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Bagian-bagian pupilometer

Pupilometer PD-meter berkerja berdasarkan prinsip kerja dari refleks cahaya pupil. Refleks kornea pasien dihasilkan dari pantulan lampu yang terdapat di dalam alat ini. Observer melihat pupil pasien melalui lensa secara binokuler. Penggunaan lensa menjadi alasan mengapa observer dapat melihat sudut sinar datang dari tak terbatas menjadi berukuran di titik fiksasi⁽¹⁵⁾.

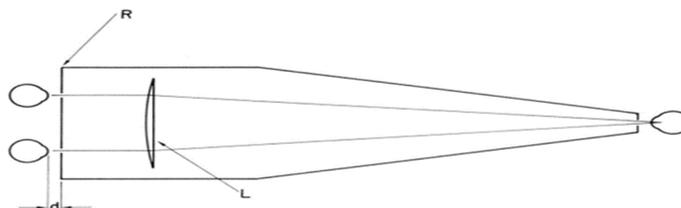
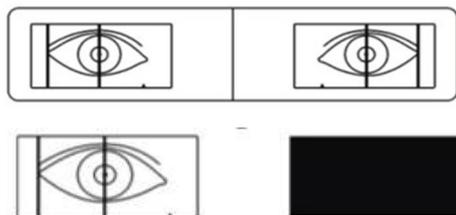


Fig. 1. Corneal Reflex Pupillometer No. 2. See text for description.

Gambar 2. Prinsip kerja pupilometer

Pupilometer dapat digunakan untuk mengukur PD secara binokuler dan monokuler. Pengukuran binokuler dilakukan dengan cara menempatkan garis rambut (*hair string*) masing-masing mata di bagian refleks pupil-nya. Jarak PD binokuler dapat diketahui dari jarak antar *hair string*. Pengukuran monokuler dilakukan dengan cara menempatkan *hair string* pada salah satu mata, dan menempatkan okluder di mata lainnya.



Gambar 3. Pengukuran PD binokuler (atas); pengukuran PD monokuler (bawah)

Kelebihan dari pupilometer adalah dapat mengukur PD secara binokuler⁽¹⁵⁾. Kelemahannya adalah kemungkinan munculnya kesalahan paralaks serta penggunaan alat yang tergantung pada objektivitas observer. Kesalahan paralaks muncul ketika observer mengganti penglihatannya untuk mata kiri dan kanan secara bergantian, karena pengukuran secara langsung sangat tidak memungkinkan⁽¹⁶⁾. Pergantian penglihatan memungkinkan alat untuk bergerak sedikit terutama saat tidak ada penopang pada bagian siku-nya.

Pupilometer Aplikasi Berbasis *Smartphone*

Pupilometer berbasis aplikasi *smartphone* dapat ditemukan dengan mudah melalui *Google Play Store* dan *Apple App Store*. Prinsip kerja dari beberapa aplikasi pupilometer ini adalah dengan memanfaatkan refleksi cahaya dari pupil mata yang berasal dari kamera, selanjutnya data diinterpretasikan secara kuantitatif melalui algoritma⁽¹³⁾.

Penelitian ini menggunakan aplikasi *smartphone* berbasis *Android*. Aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pupil Distance Meter Pro*, *PD Pupil Distance for Eye Glassess and VR Headset* dari *Glassify Me*, dan *The Ultimate PD Ruler*. Aplikasi ini dipilih dan digunakan karena dalam penggunaannya hanya menggunakan kamera dan kartu pita magnetik saja. Penulis telah memperoleh izin untuk menggunakan aplikasi tersebut.

Pupil Distance Meter Pro

Pupil Distance Meter Pro adalah aplikasi pengukuran jarak antar pupil dengan menggunakan kamera dan kartu standar magnetik (kartu kredit, kartu debit) Aplikasi ini dibuat oleh *vistech project*. Fitur-fitur yang terdapat pada *Pupil Distance Meter Pro* adalah:

- 1) Kamera belakang dan kamera depan dapat digunakan untuk mengambil foto.
- 2) Selain diambil secara langsung, gambar bisa diambil dari *Gallery*.
- 3) Terdapat garis penanda khusus untuk menandai pupil dan batasan kartu.
- 4) Gambar dapat diperbesar (*zoom*).
- 5) Hasil yang diperoleh bisa dalam PD monokular dan binokular.



Gambar 4. Tahap pemakaian *Pupil Distance Meter Pro*

Kelebihan dari *Pupil Distance Meter Pro*:

- 1) Dapat melakukan pengukuran PD jauh dan PD dekat oleh sendiri atau dengan bantuan orang lain.
- 2) Terdapat riwayat pengukuran sehingga mudah untuk melihat kembali hasil pengukuran sebelumnya.
- 3) Fitur-fitur mudah di akses dan terdapat instruksi di setiap langkah pengukurannya.
- 4) Terdapat fitur tambahan *Frame* untuk memberikan gambaran mengenai jenis *frame* seperti yang cocok digunakan oleh klien.

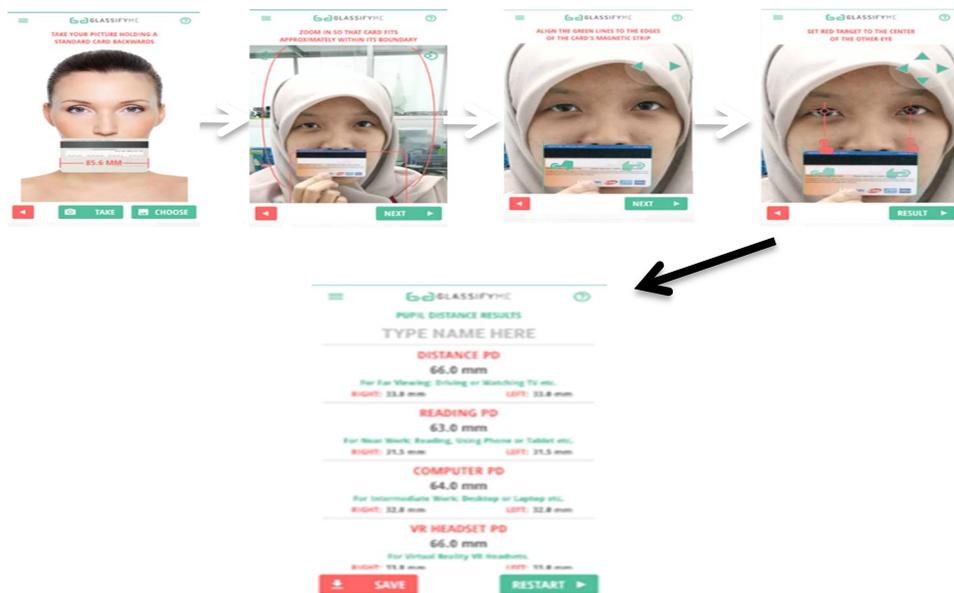
Kekurangan dari *Pupil Distance Meter Pro*:

- 1) Aplikasi berbayar.
- 2) Tidak terdapat pilihan bahasa yang digunakan.
- 3) Petunjuk berbahasa Inggris memang terdapat pada setiap perubahan *user interface*, tapi hanya berupa tulisan. Petunjuk berupa tulisan dan gambar diperoleh di tombol *Help*. Jadi untuk pengguna yang visual yang belum memahami penggunaan alat, harus bolak balik ke *Help*.
- 4) Kemungkinan kesalahan pengukuran dapat disebabkan: kesalahan penempatan garis-garis. Penempatan garis-garis dalam pengukuran membutuhkan kejelian dan latihan. Diperlukan latihan beberapa kali sampai memahami penggunaan aplikasi dengan posisi yang pas.
- 5) Kemungkinan kesalahan pengukuran dapat disebabkan: tremor pengguna aplikasi. Tremor disebabkan karena penggunaan kamera yang harus stabil di jarak 35-45cm, dan di bagian siku tangan tidak ada penopang.

PD Pupil Distance for Eye Glassess and VR Headset

PD Pupil Distance for Eye Glassess and VR Headset merupakan aplikasi pengukuran PD yang dikembangkan oleh *Glassify Me*. Aplikasi ini menggunakan kamera dan kartu magnetik sebagai pelengkap pengukurannya. Fitur-fitur yang terdapat *PD Pupil Distance for Eye Glassess and VR Headset* sebagai berikut:

- 1) Kamera belakang dan kamera depan dapat digunakan untuk mengambil foto.
- 2) Selain diambil secara langsung, gambar bisa diambil dari *Gallery*.
- 3) Terdapat garis penanda khusus untuk menandai pupil dan batasan kartu.
- 4) Gambar dapat diperbesar (*zoom*).
- 5) Hasil yang diperoleh bisa dalam PD monokular dan binocular, PD jauh, PD dekat, PD komputer, dan PD *VR Headset*.



Gambar 5. Tahapan pemakaian *PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset*

Kelebihan *PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset* sebagai berikut:

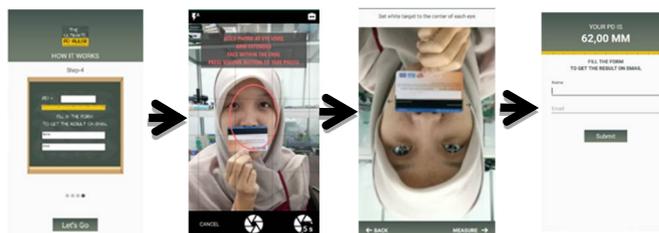
- Bisa mengukur PD menggunakan foto yang sudah ada.
- Bisa menghasilkan PD jauh, sedang (komputer), dekat, dan *VR Headset*.
- Fitur-fitur didalamnya mudah di akses dan terdapat instruksi yang mudah dipahami pada setiap langkahnya.
- Tutorial disajikan dalam bentuk gambar, tulisan, dan video.
- Hasil bisa dibagikan ke email ataupun media sosial.

Kekurangan *PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset* sebagai berikut:

- Aplikasi berbayar.
- Tidak terdapat pilihan bahasa yang digunakan, sehingga orang yang mempunyai keterbatasan bahasa akan mengalami kesulitan dalam menggunakan aplikasi ini.
- Diperlukan latihan beberapa kali bagi pengguna agar mahir dalam penguasaan alat.

The Ultimate PD Rule

The Ultimate PD Rule adalah aplikasi berbasis *smartphone* yang digunakan untuk mengukur jarak antar pupil. Aplikasi ini dikembangkan oleh *Violet Eyewear*. Dalam pengukuran jarak antar pupil melibatkan penggunaan kamera dan kartu standar. Aplikasi ini sangat sederhana, tidak memiliki banyak fitur hanya ada cara penggunaan dan fitur untuk mengambil gambar.



Gambar 6. Tahapan pemakaian *The Ultimate PD Rule*

Kelebihan aplikasi *The Ultimate PD Rule* adalah:

- Tampilan sederhana. Tampilan awal langsung masuk ke langkah-langkah pengukuran.
- Hasil bisa langsung dibagikan ke *email*

Kekurangan aplikasi *The Ultimate PD Rule* adalah:

- Aplikasi berbayar.
- Harus menentukan refleksi pupil sendiri.
- Gambar hasil foto terbalik, sehingga pengguna merasa kurang nyaman harus membalikan layar saat menyesuaikan garis.
- Tidak bisa menggunakan kamera depan
- Tidak terdapat pilihan bahasa yang digunakan, sehingga orang yang mempunyai keterbatasan bahasa akan mengalami kesulitan dalam menggunakan aplikasi ini.

- 6) Kemungkinan ketepatan garis abu-abu tidak tepat, karena penempatan hanya menggunakan tangan saja, tidak ada tombol gerak.

PEMBAHASAN

Aplikasi *smartphone* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pupil Distance Meter Pro*, *PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset* dari *Glassify Me*, dan *The Ultimate PD Ruler*. Aplikasi ini berbayar jika pengguna bermaksud untuk mengakses versi premium-nya. Prinsip kerja dari ketiga aplikasi ini adalah dengan menggunakan analisis gambar berdasarkan perbandingannya dengan kartu standar magnetik hitam. Kartu standar ini digunakan karena ukuran kartu telah ditetapkan berdasarkan standar ISO/IEC 7810#ID-1. Ukuran yang telah ditetapkan adalah 85.60 mm × 53.98 mm (3.370 in × 2.125 in) dan ujung melengkung dengan jari-jari 2.88–3.48 mm⁽¹⁷⁾. Oleh karena itu pada saat pengukuran jarak antar pupil diperlukan gambar pasien dengan posisi tegak sambil menempatkan kartu standar di bawah hidung dan menempel ke bibir.

Perbedaan antara ketiga aplikasi ini salah satunya adalah pada petunjuk penempatan kartu. Ketiga aplikasi memiliki ruang khusus penempatan wajah. Penempatan wajah dan kartu yang salah dapat menjadi penyebab kesalahan dalam pembacaan jarak antar pupil. Pada aplikasi *Pupil Distance Meter Pro*, *PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset* dari *Glassify Me* terdapat garis panduan untuk penempatan posisi wajah dan kartu saat pengambilan gambar. Kedua aplikasi ini juga memiliki perbesaran tersendiri untuk penempatan garis hijau yang berfungsi sebagai patokan pengukuran. Peneliti merasa aplikasi *PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset* dari *Glassify Me* sangat peduli terhadap presisi pengukuran. Hal ini ditunjukkan dengan disediakan tombol satuan kanan/kiri/atas/bawah untuk pergerakannya, yang mana aplikasi lain tidak menyediakan hal tersebut dan hanya menggunakan tangan.

Setelah penempatan ukuran kartu, tahapan selanjutnya adalah penempatan titik pupil kedua mata. Penempatan pupil bisa menjadi salah satu faktor kesalahan pengukuran. Pada awalnya peneliti menganggap bahwa penempatan titik pupil itu berdasarkan refleksi cahaya, jadi peneliti menempatkan di refleksi cahaya. Tapi ternyata hasilnya berbeda jauh dengan ukuran pupilometer. Peneliti juga mencoba menempatkan di tempat pupil berada (tengah bola mata), dan ternyata hasilnya mendekati nilai pupilometer. Oleh karena itu, untuk hasil yang lebih akurat, pengguna harus memperbanyak pengalaman penggunaan alat.

Pupilometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur PD mata pasien. Penggunaan dengan mobilisasi tinggi tidak disarankan karena sensitivitas alat akan terganggu dan diperlukan kalibrasi. Untuk aplikasi *smartphone* ini tidak ditemukan bagaimana proses kalibrasi alat. Kemungkinan proses kalibrasi alat pada aplikasi tidak diperlukan, faktor ketepatan dan kejelian penempatan garis kartu dan pupil-lah yang sangat menentukan hasil pengukuran.

Tahapan selanjutnya adalah uji coba aplikasi. Uji coba dilakukan di ruangan laboratorium dispensing Prodi D.III Refraksi Optisi STIKes Bakti Tunas Husada pada bulan Februari 2020. Peneliti melakukan uji coba penggunaan aplikasi *smartphone* dibandingkan dengan pupilometer. Uji coba melibatkan 38 mahasiswa STIKes BTH dalam rentang usia 18-20 tahun. Pengukuran dilakukan oleh mahasiswa dan dosen dengan pengawasan dari optometris/refraksionis optisien. Subjek dipilih berdasarkan kriteria inklusi bahwa mereka berada dalam kondisi pupil yang normal, tidak sedang mengalami perlakuan tertentu ataupun sedang mengonsumsi obat tertentu, dan tidak mengalami *strabismus*. Subjek penelitian diinformasikan mengenai tujuan penelitian yang dilakukan dan diberikan *informed consent*.

Backman⁽¹⁵⁾ menyatakan bahwa tidak diketahui ukuran yang sebenarnya dari PD pasien. Peneliti tidak mengetahui alat manakah yang benar-benar menampilkan PD pasien. Peneliti menjadikan hasil pengukuran pupilometer sebagai *gold standard* pengukuran PD karena data yang dihasilkan oleh alat ini merupakan data pengukuran objektif. Pengambilan data dimulai dari pengukuran PD dengan menggunakan pupilometer, dan secara berurutan menggunakan pupilometer berbasis aplikasi yaitu *Pupil Distance Meter Pro*, *PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset* dari *Glassify Me*, dan *The Ultimate PD Rule* (urutan penggunaan dibebaskan). Setiap penggunaan alat dilakukan dengan cepat, tanpa jeda yang terlalu lama. Data hasil pengukuran direkam dalam lembar observasi. Tabel 1 di bawah ini menyajikan hasil pengukuran.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Pengukuran PD

	Pupilometer PD-meter (mm)	Pupil Distance Pro (mm)	PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset (mm)	The Ultimate PD Ruler (mm)
Mean	61,8	65,3	60,4	64,6
SD	2,6	3,7	2,9	2,2
Max	70	76	68	69
Min	55,5	57,5	53	60
Mode	60	70	59	63

Berdasarkan tabel 1, diketahui bahwa dari tiga aplikasi *smartphone*, data yang paling mendekati hasil *gold standard* pupilometer adalah data *PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset* dari *Glassify Me* dengan selisih 1.4 mm. Sedangkan untuk data yang paling jauh dari hasil *gold standard* pupilometer adalah data *Pupil Distance Meter Pro* dengan selisih 3.5 mm. Dengan demikian, jika Meskipun demikian, bukan berarti bahwa aplikasi ini yang paling teliti dan tidak teliti karena subjek yang digunakan dalam proses uji coba ini hanya berjumlah 38 orang. Diperlukan jumlah subjek yang lebih banyak lagi agar hasilnya bisa digeneralisasi.

Aplikasi oftalmologi pada *smartphone* ini bukan untuk menggantikan tenaga kesehatan tapi untuk membantu meringankan tugas tenaga kesehatan. *Tele-ophthalmology* dapat digunakan di wilayah yang tenaga kesehatan matanya belum mencukupi⁽¹²⁾; pasien berada dalam kondisi gawat darurat dan sulit dijangkau⁽¹⁾; serta

menyediakan beragam fungsi dalam satu alat⁽⁶⁾. Selama ini tenaga kesehatan lebih disibukkan dengan proses pengambilan data pasien. Sehingga pelayanan dan hubungan emosional dengan pasien kadang dirasa kurang erat. Penggunaan aplikasi kesehatan berbasis *smartphone* dapat menjadi solusi hal tersebut. Pada beberapa kasus tertentu seperti pengukuran PD, pasien dapat diminta untuk melakukan *self treatment* dan mengirim datanya ke petugas kesehatan. Petugas kesehatan bisa menganalisis dan menginterpretasi data sebelum waktu kunjungan, serta dapat melakukan perencanaan konseling dan perlakuan pada pasien⁽⁵⁾. Dengan demikian hubungan emosional antara pasien dan tenaga kesehatan dapat terjaga.

Kelebihan penggunaan aplikasi *smartphone* pada bidang oftalmologi: (1) mudah digunakan; (2) aplikasi menyediakan data visual dan auditori yang bisa dibagikan ke dokternya sehingga pasien mengetahui data apa yang dibutuhkan dokter sebelum *treatment*; (3) dapat meningkatkan efisiensi sistem pelayanan kesehatan⁽⁵⁾; (4) lebih murah dan mudah diakses dibandingkan dengan alat kesehatan konvensional⁽⁶⁾.

Penggunaannya memiliki beberapa keterbatasan: (1) regulasi dan standarisasi pelaksanaan tes dan kualitas gambar yang dihasilkan; (2) interpretasi hasil harus hati-hati dan berdasarkan pengalaman penguji, (3) tenaga kesehatan profesional harus dilatih dan telah paham mengenai keterbatasan dari *smartphone*, (4) data pasien pun kerahasiaannya bisa diragukan⁽¹⁾; (5) jarang ditemukan bukti secara ilmiah mengenai hasil pengukuran oleh aplikasi *smartphone* dibandingkan dengan hasil uji klinis; (6) keterlibatan tenaga kesehatan profesional dalam pengembangan, validasi, proses *review*, dan informasi dibagikan masih dipertanyakan⁽⁶⁾.

KESIMPULAN

Dari hasil studi di atas dapat disimpulkan bahwa prinsip kerja dari aplikasi pengukur jarak antar pupil ini adalah dengan menggunakan analisis gambar mata berdasarkan perbandingannya dengan kartu standar magnetik hitam. Aplikasi yang disarankan untuk penggunaannya dalam pengukuran jarak antar pupil adalah *PD Pupil Distance for Eye Glasses and VR Headset* dari *Glassify Me*. Penggunaan aplikasi *smartphone* dapat digunakan sebagai deteksi dan skrining awal sebelum pasien menemui tenaga kesehatan di fasilitas kesehatan.

Saran untuk penelitian selanjutnya: bisa melakukan pengukuran dengan menggunakan pupil *dummy* berupa dua bola yang berjarak satu sama lain, dan jarak antar keduanya diukur dengan menggunakan jangka sorong; diperlukan jumlah sampel yang lebih banyak lagi; diperlukan latihan bagi instruktur/pengguna aplikasi jika akan menggunakan aplikasi dalam pengukuran keseharian.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM STIKes Bakti Tunas Husada yang telah memberikan pendanaan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zvornicanin E, Zvornicanin J, Hadziefendic B. The Use of Smart phones in Ophthalmology. *Acta Inform Medica* [Internet]. 2014;22(3):206. Available from: <http://www.scopemed.org/fulltextpdf.php?mno=162197>
2. S. O'Dea. Smartphone users worldwide 2016-2021 [Internet]. Statista. 2020 [cited 2020 Jul 26]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>
3. Muller J. Smartphone users in Indonesia 2011-2022 [Internet]. Statista. 2020 [cited 2020 Jul 26]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/266729/smartphone-users-in-indonesia/#:~:text=The number of smartphone users,India and the United States.&text=In 2018%2C the subscriber count,Telkomsel amounted to 163 million.>
4. Cicilila M. Pandemi COVID-19 maksimalkan penggunaan teknologi untuk kesehatan [Internet]. *Antaranews.com*. 2020 [cited 2020 Jul 26]. Available from: <https://www.antaranews.com/berita/1454414/pandemi-covid-19-maksimalkan-penggunaan-teknologi-untuk-kesehatan>
5. Batista MA, Gaglani SM. The Future of Smartphones in Health Care. *Am Med Assoc J Ethics*. 2013;15(11):947–50.
6. Hogarty DT, Hogarty JP, Hewitt AW. Smartphone use in ophthalmology: What is their place in clinical practice? *Surv Ophthalmol*. 2020;65(2):250–62.
7. Bastawrous A, Cheeseman RC, Kumar A. iPhones for eye surgeons. *Eye* [Internet]. 2012 Mar 8;26(3):343–54. Available from: <http://www.nature.com/articles/eye20126>
8. Giancoli D. *Physics: Principles with Applications*. 5th Ed. USA: Pearson Education Inc.; 2005.
9. Menteri Kesehatan RI. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 572 Tahun 2008. 2008.
10. Yildirim Y, Sahbaz I, Kar T, Kagan G, Taner MT, Armagan I, et al. Evaluation of interpupillary distance in the Turkish population. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:1413–6.
11. Arikunto S. *Prosedur penelitian : suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta; 2011.
12. Mohammadpour M, Heidari Z, Mirghorbani M. Smartphones, tele-ophthalmology, and VISION 2020. *Int J Ophthalmol*. 2020;10(12):1909–18.
13. Shin YD, Bae JINHO, Kwon EUNJ. Assessment of pupillary light reflex using a smartphone application. *Exp Ther Med*. 2016;12:720–4.
14. NN. User Manual EPD-2600 Pupilometer [Internet]. Eli Ezzer; 2016. Available from: <http://chista.co/media/brands/USOphthalmic/Pupilometers/2600/EPD-2600.pdf>
15. Backman H. INTERPUPILLARY DISTANCE MEASUREMENTS. *Optom Vis Sci* [Internet]. 1972 Mar;49(3):264–6. Available from: <http://journals.lww.com/00006324-197203000-00009>
16. Obstfeld H, Chou BR. A study of the accuracy of corneal reflection pupilometers. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2002;18(6):527–31.
17. NN. ATM Card [Internet]. Wikipedia. 2020. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/ATM_card#:~:text=4 Misuse-, Dimensions,credit%2C debit and other cards.