Analisis Akurasi Perhitungan Power Lensa Intraokular Metode SRK-T terhadap Hasil Refraksi Subyektif Paska Fakoemulsifikasi dengan Implantasi Lensa Foldable

ABSTRAK

Katarak merupakan penyebab kebutaan tertinggi di Indonesia, dan tatalaksananya adalah dengan dilakukan operasi katarak. Saat ini hasil pasca operasi katarak sudah sangat baik, bila digunakan teknik operasi terbaru dan persiapan pre operasi yang maksimal. Hasil visual pasca operasi sangatlah penting, sehingga harus dilakukan pengukuiran inta ocular lens (IOL) yang akurat, agar target refraksi pasca operasi dapat tercapai. Saat ini berbagai alat dan rumus perhitungan ukuran IOL telah digunakan, sehingga peneliti ingin menganalisis akurasi analisis akurasi perhitungan power lensa intraokular metode srk-t (prediksi refraksi) terhadap hasil refraksi subyektif paska fakoemulsifikasi dengan implantasi lensa foldableManfaat penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan ketepatan hasil reftraksi yang diharapkan oleh dokter dan pasien pasca operasi katarak. Penelitian ini dilaksanan di RS Masmitra dengan menggunakan desain *prospective paired cohort*, dan pengambilan sampel secara *consecutive non random sampling* menggunakan 195 responden. Keterkaitan dengan road map adalah penelitian ini prevention dalam memperoleh hasil yang kurang baik pasca operasi sehingga dikhawatirkan akan menimbulkan gangguan Kesehatan mata, hal ini mendukuang green healty life. Masyarakat yang Kesehatan matanya baik tentu juga akan lebih produktif sehingga mendukung unggulan Fakultas yaitu Ilmu Kesehatan Kerja. Luaran yang direncakanan adalah publikasi pada jurnal internasional bereputasi, memperoleh sertifikat Hak Kekayaaan Intelektual dan materi kuliah berupa paparan power point.

Kata Kunci : Katarak, SRK-T, Refraksi, Fakoemulsifikasi

Latar Belakang

Katarak merupakan penyebab utama gangguan penglihatan dan kebutaan di dunia. Kebutaan di Indonesia mencapai 77,7% disebabkan oleh katarak.[1] World Health Organization (WHO) menyatakan katarak menyebabkan kebutaan 48% di dunia, bahkan di negara berkembang mencapai 90%.[2] Katarak adalah kekeruhan lensa mata yang menyebabkan penurunan tajam penglihatan atau visual. Proses kekeruhan ini dapat disebabkan oleh proses degeneratif, yaitu tejadinya hidrasi yang dilanjutkan oleh denaturasi protein lensa.[1,3-5] Kejadian katarak pada usia >65 tahun mencapai 50-70%.[6]

Kebutaan akibat katarak dapat dicegah yaitu dengan dilakukan tatalaksana yang efektif untuk mengatasi gangguan penglihatan dengan Tindakan pembedahan.[7,8] Bila tidak dilakukan pembedahan maka penderita akan tetap memiliki keluhan penglihatan kabur, diplopia monocular dan secara signifikan akan menurunkan kualitas hidup.[9] Pembedahan pada katarak dapat dilakukan dengan beberapa Teknik, yaitu Ekstraksi Katarak Intra Kapsular (EKIK), Ekstraksi Katarak Ekstra Kapsular (EKEK), *Small Incision Cataract Surgery* (SICS), dan Fakoemulsifikasi.[10,11] Saat ini yang menjadi *Gold Standard* adalah teknik fakoemulsifikasi yang dikombinasikan dengan implantasi lensa intraocular (*Intra Ocular Lens*/IOL) yang diletakkan dalam kapsul lensa. Teknik ini memberikan hasil visual yang baik dan pemulihan yang lebih cepat dibandingkan teknik lainnya.[7]

Hasil visual pascaoperasi menjadi sangat penting, karena penderita katarak sangat mengharapkan peningkatan tajam penglihatan yang signifikan setelah dilakukan pembedahan.[12,13] Untuk mencapai hasil visual yang optimal diperlukan perhitungan power

IOL preoperatif dengan menggunakan biometri yang dilakukan secara akurat, termasuk penggunaan rumus yang tepat.[14] Ketepatan pengukuran biometri akan meminimalkan kesalahan refraksi dan mencapai hasil visual yang optimal pascaoperasi.[15,16]

Berbagai rumus perhitungan power IOL telah dikembangkan, antara lain SRK-T, Hoffer Q, Holladay 1, Holladay 2, Haigis, dan Olsen.[17,18] Wang, et al. menyatakan rumus SRK-T adalah perhitungan power IOL generasi 3 yang paling akurat.[18] Perbandingan hasil prediksi refraksi menggunakan rumus tersebut dan hasil refraksi subyektif akan berdampak pada ketidakpuasan penderita katarak yang telah melakukan pembedahan. Penelitian ini akan menganalisis akurasi perhitungan power IOL metode SRK-T terhadap hasil refraksi subyektif *pasca* fakoemulsifikasi dengan implantasi lensa *foldable.*

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: **"Bagaimana perbandingan hasil** akurasi perhitungan power IOL metode SRK-T terhadap hasil refraksi subyektif *pasca* fakoemulsifikasi dengan implantasi lensa *foldable***?"**

Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Meningkatkan hasil refraksi subyektif penderita katarak pascaoperasi dengan mengetahui akurasi perhitungan power IOL metode SRK-T terhadap hasil refraksi subyektif *pasca* fakoemulsifikasi dengan implantasi lensa *foldable*

Tujuan Khusus

1. Menilai prevalensi hasil visual (tajam penglihatan) sebelum koreksi yang baik pascaoperasi fakoemulsifikasi
2. Menilai prevalensi hasil refraksi subyektif (tajam penglihatan setelah koreksi) yang baik pascaoperasi fakoemulsifikasi
3. Menganalisis akurasi hasil perhitungan power IOL metode SRK-T terhadap hasil refraksi subyektif *pasca* fakoemulsifikasi dengan implantasi lensa *foldable*

Batasan Penelitian

Penelitian ini akan menilai akurasi hasil prediksi refraksi perhitungan power IOL dengan metode SRK-T dan membandingkan dengan refraksi subyektif *pasca* fakoemulsifikasi dengan implantasi lensa *foldable*

Kaitan Penelitian dengan Road map penelitian Pribadi dan Road Map penelitian Fakultas

Keterkaitan penelitian dengan road map fakultas adalah pada variabel upaya menjaga hasil terbaik kesehatan mata melalui analisis ketepatan hasil refraksi subyektif pascaoperasi fakoemulsifikasi yang selanjutnya dapat meningkatkan kualitas hidup penderita katarak yang telah dilakukan pembedahan. Hal ini akan menjadi upaya ***prevention*** terhadap kondisi hasil

refraksi subyektif yang kurang baik pada masa yang akan datang. *Research topic* pada panelitian kami adalah menganalisis akurasi perhitungan power IOL metode SRK-T terhadap hasil refraksi subyektif *pasca* fakoemulsifikasi dengan implantasi lensa *foldable*. Hipotesis kami adalah terdapat terdapat akurasi perhitungan power IOL metode SRK-T terhadap hasil refraksi subyektif *pasca* fakoemulsifikasi dengan implantasi lensa *foldable*. Bila masyarakat yang terdampak mendapatkan hasil refraksi subyektif yang kurang memuaskan akan menimbulkan gangguan kesehatan mata dan tidak akan tercapai ***green healthy life***.
Keterkaitan dengan Unggulan Fakultas yaitu ***Ilmu Kesehatan kerja*** adalah bila penderita katarak ini adalah pada usia kerja (19-65 tahun) maka pascaoperasi diharapkan mendapatkan hasil refraksi subyektif yang baik, sehingga akan menunjang produktivitas pekerjaannya. Hal ini tentu akan mempengaruhi kinerja masyarakat.

Tinjauan Pustaka

2.1 Katarak

Katarak adalah perubahan kondisi penglihatan yang disebabkan oleh lensa yang mengeruh. Lensa adalah salah satu media refraksi berbentuk bikonfeks yang berfungsi untuk memfokuskan cahaya yang masuk ke mata sehingga dapat sampai ke makula. Kekuatan lensa berkisar antara 10–20 dioptri, tergantung pada tingkat akomodasi.[19]

Prevalensi katarak

Pemeriksaan petugas enumator dalam Riskesdas 2013 diketahui prevalensi kebutaan pada usia 55-64 tahun sebesar 1,1%, usia 65-74 tahun sebesar 3,5% dan usia 75 tahun ke atas sebesar 8,4%. Meskipun pada semua kelompok umur sepertinya prevalensi kebutaan di Indonesia tidak tinggi, namun di usia lanjut masih jauh di atas 0,5% yang berarti masih menjadi masalah kesehatan masyarakat.[20]

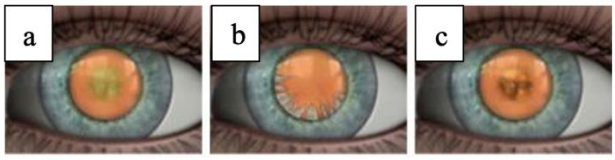
Hasil Riskesdas 2013 menunjukkan bahwa tiga alasan utama penderita katarak yang belum menjalani operasi adalah sebagai berikut: 51,6% tidak mengetahui bahwa mereka menderita katarak, 11,6% tidak mampu membayar, dan 8,1% khawatir akan menjalani operasi.[21] WHO mengatakan bahwa sekitar 18 juta orang mengalami kebutaan kedua mata akibat katarak, yang merupakan hampir setengah (48%) dari semua penyebab kebutaan di dunia. Jumlah ini diperkirakan akan terus meningkat karena pertumbuhan penduduk yang pesat dan usia harapan hidup yang lebih lama.[22]

Salah satu penyebab kebutaan terbanyak di Indonesia dan di seluruh dunia adalah kekeruhan lensa mata atau katarak. Penduduk Indonesia lebih cenderung menderita katarak 15 tahun lebih cepat dibandingkan penduduk subtropic, dengan sekitar 16-22% penderita katarak yang dioperasi di bawah usia 55 tahun. Jumlah kejadian katarak diperkirakan 0,1% per tahun atau setiap tahun pada 1.000 penderita katarak baru.[23]Click or tap here to enter text.

Etiologi

Katarak dibagi menjadi katarak senilis, katarak juvenile, dan katarak sekunder yang disebabkan oleh faktor eksternal. Jenis katarak yang paling sering dijumpai adalah katarak senilis. Penyakit ini biasanya muncul pada usia empat puluh lima hingga lima

puluh tahun. Stres oksidatif menyebabkan lensa menjadi kekeruhan. Katarak terdiri dari tiga kategori: nuklear, kortikal, dan subkapsular posterior.[24]



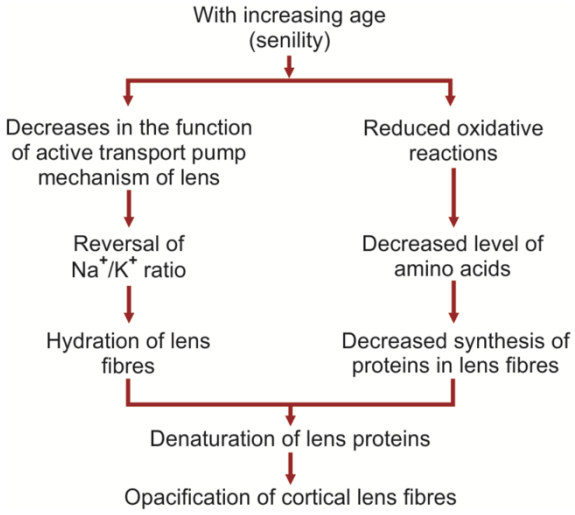
Gambar 1. *Katarak; (a) Nuclear Cataract, (b) Cortical Cataract, (c) Posterior Capsular Cataract*[(25)]

Sel epitel lensa yang merupakan sel paling aktif secara metabolik, mengalami oksidasi, insolubilisasi, dan *crosslink,* yang menyebabkan katarak nuklear. Selanjutnya, sel-sel ini bermigrasi dan membentuk serat lensa yang terkumpul. Biasanya, katarak kortikal menyebar ke bagian tengah lensa dan dimulai di korteks. Namun, pada katarak subkapsular posterior, opasitas berbentuk plak muncul dari lapisan kortikal posterior aksial. Biasanya, satu pasien memiliki lebih dari satu jenis katarak.[24]

Patofisiologi

Lensa adalah bagian dari benda bikonveks transparan yang terletak di depan vitreus dan di belakang iris serta ditopang oleh Zonula Zinii di korpus siliaris. Terdiri dari kapsul, epitel, korteks, dan nukleus. Elastisitas kapsul membantu mengubah bentuk lensa selama proses akomodasi. Kadar kalium dan asam amino lensa lebih tinggi dari vitreus dan humor air, dan kadar natriumnya lebih rendah dari sekitarnya. Kombinasi permeabilitas lensa dan fungsi pompa natrium-kalium mengatur keseimbangan kalium dan natrium. Kalium dan asam amino juga masuk dari bagian anterior lensa dan keluar melalui difusi melalui bagian posterior lensa.[19]

Berdasarkan lokasi kekeruhan di dalam lensa, katarak terkait usia dibagi menjadi tiga kategori: kortikal, nukleus, dan subkapsular posterior.[26] Sel epitel lensa, yang



sangat aktif secara metabolik, mengalami oksidasi, ikatan silang, dan insolubilisasi. Sel-sel ini kemudian bermigrasi ke lensa pusat, membentuk serabut lensa yang semakin terkompresi, yang menyebabkan sklerosis nuklir, yang menyebabkan opasitas. Katarak kortikal sering berbentuk baji dan dimulai di korteks dan menutupi bagian tengah lensa. Kerusakan yang menyerupai plak muncul di lapisan kortikal posterior aksial di belakang katarak subkapsular. Kebanyakan pasien memiliki lebih dari satu jenis katarak.[26]

Gambar 2. Alur Kejadian Yang Terlibat Dalam Terjadinya Katarak Senilis Kortikal[(22)]

Faktor risiko

Faktor utama penyebab katarak adalah proses alamiah yang menyebabkan perubahan pada mata yang disebabkan oleh bertambahnya usia. Penyakit diabetes melitus, pemakaian steroid yang lama, kelainan metabolisme bawaan, pajanan terus-menerus terhadap sinar matahari, alkohol, nutrisi, merokok, dan multivitamin juga merupakan beberapa faktor lain dari proses terjadinya katarak.[19]

a. Usia

Sifat-sifat lensa sebagai bagian dari tubuh juga berubah seiring bertambahnya usia. Salah satu perubahan yang terjadi adalah kemampuan lensa untuk menghamburkan cahaya matahari. Penyebaran cahaya matahari di dalam tubuh juga meningkat secara eksponensial seiring bertambahnya usia. Perubahan ini benar-benar terjadi pada usia 40 tahun. Kemudian, pada usia 65 tahun, perubahan ini meningkat dua kali lipat dan mencapai tiga kali lipat pada usia 77 tahun.[28]

b. Sinar matahari

Sinar ultraviolet adalah jenis radiasi bukan pengion yang dapat menyebabkan katarak. Sinar ultraviolet berasal dari gelombang panas yang berasal dari sumber energi yang mengeluarkan cahaya, baik alam maupun buatan. Matahari adalah sumber utama radiasi ultraviolet alam, yang difiltrasi oleh lapisan ozon di atmosfer.[28]

Pajanan sinar ultraviolet dengan gelombang ultraviolet 300-400 nm dikaitkan dengan perubahan kimia dan fisik pada protein dan sel epitel lensa. Salah satu faktor yang mungkin menyebabkan katarak senil tampak paling signifikan. Terpapar sinar matahari terus menerus dapat menyebabkan kerusakan lensa mata, yang dapat menyebabkan katarak. Studi epidemiologi juga menunjukkan bahwa insiden katarak akan meningkat di daerah dengan sinar matahari yang kuat sepanjang tahun.[28]

c. Alkohol

Terdapat bukti bahwa stres oksidatif berkontribusi pada perkembangan katarak. Pada kejadian ini hati menghasilkan enzim microsomal sitokrom CYP2E1 setelah mengonsumsi alkohol dalam jumlah besar. Agregasi protein lensa yang dapat menyebabkan katarak pada lanjut usia, serta dapat terjadi sebagai hasil metabolisme etanol oleh sitokrom CYP2EI.[29] Konsumsi alkohol berat 20 gram atau lebih setiap hari secara signifikan meningkatkan risiko katarak. Namun, konsumsi alkohol kurang dari 20 gram setiap hari sama sekali tidak meningkatkan risiko katarak.[30]

d. Nutrisi dan Multivitamin

Salah satu risiko terkena katarak adalah faktor nutrisi. Diet yang mengandung banyak laktosa atau galaktosa dapat menyebabkan katarak. Selain itu, diet yang mengurangi vitamin (riboflavin, triptofan, vitamin E, vitamin C), konsumsi protein dan berbagai asam amino lainnya yang juga dapat menjadi penyebab timbulnya dari maturasi dini pada katarak senilis.[27]

e. Merokok

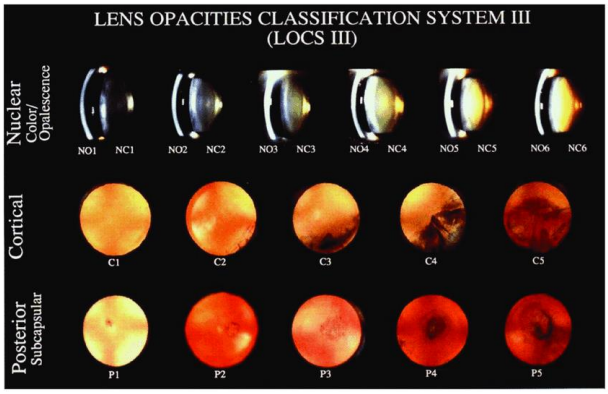
Dikatakan bahwa menjadi perokok aktif meningkatkan risiko katarak, sementara berhenti merokok menurunkannya. Dilaporkan bahwa tembakau mengandung karbon monoksida, nikotin, dan radikal bebas yang dapat meningkatkan stress oksidatif dan menjadi peran penting dalam pembentukan katarak. Karena tembakau mengandung logam berat seperti cadmium, timbal, dan tembaga yang menumpuk dalam lensa, mereka dapat rusak secara langsung. Selain itu, aldehida dan isosianat yang dibuat oleh sianida dapat mengubah struktur protein lensa yang menyebabkan lensa menjadi kekeruhan.[31]

Rokok dapat menyebabkan katarak dalam du acara. Pertama, asap rokok dapat merusak membrane sel dan serat mata. Kedua, merokok dapat mengganggu fungsi antioksidan dan enzim tubuh, yang dapat merusak mata. Merokok juga dapat menyebabkan penumpukan chromophores sehingga terjadi penguningan warna lensa dan penurunan kadar askorbat, karotenoid, serta antioksidan. Kandungan sianat dalam rokok juga dapat menyebabkan karbamilasi dan denaturasi protein lensa.[28]

Derajat katarak

Berdasarkan klasifikasi *Lens Opacity Classification System III* (LOCS III), dapat menentukan derajat kekeruhan pada katarak secara gold standar dengan menggunakan pencahayaan retroiluminasi dan melihat gambar pada saat

pemeriksaan *slit-lamp* (Gambar 3). Selain itu, klasifikasi *Burrato* juga dapat menentukan derajat kekeruhan pada tiap struktur lensa (Tabel 1).



Gambar 3. Klasifikasi LOCS III[27]

Tabel 1. *Grade scale of nucleus hardness, Buratto*[33]

Derajat Kepadatan Nukleus				
Derajat	Waktu Ultrasound	Warna	Tipe Katarak	*Red Reflex*
Derajat 1	Minimal atau nihil	Transparan atau abu-abu muda	Kortikal atau subkapsular	*High*
Derajat 2	Terbatas	Abu-abu atau abu-kuning	Subkapsular posterior	*Marked*
Derajat 3	Medium	Kuning atau kuning-abu	Nuklear, kortikal-tebal	*Good*
Derajat 4	Lensa dan *phaco-chop*	Kuning atau oranye	Kortikal-nuklear, tebal	*Scarce*
Derajat 5	Teknik fakofragmentasi sangat lama atau EECE	Coklat tua atau kehitaman	Total, tebal	*None*

Klasifikasi katarak senilis

Katarak senilis dapat diklasifikan berdasarkan maturitas katarak[22] :

a. Iminens/insipiens

   Pada tahap ini, lensa bengkak karena air masuk, kekeruhan lensa masih sedikit, dan visus biasanya lebih dari 6/60. Pemeriksaan menunjukkan hasil seperti shadow test negatif, bilik mata depan normal, sudut bilik mata normal, dan iris normal.

b. Imatur

   Pada tahap berikutnya, lensa menjadi lebih opaque, dan visibilitas mulai menurun menjadi 5/60 hingga 1/60. Akibat peningkatan cairan lensa, iris

terdorong, bilik mata depan menjadi dangkal, sudut bilik mata sempit, dan glaukoma sering terjadi. Hasil pemeriksaan menunjukkan hasil shadow test positif.

c. Matur

Jika katarak tidak diobati, lensa akan menjadi keruh secara keseluruhan dan visus akan menurun drastis menjadi 1/300 atau hanya dapat melihat lambaian tangan dari jarak 1 meter. Shadow test menunjukkan hasil negatif pada pemeriksaan.

d. Hipermatur

Pada tahap akhir, korteks mencair sehingga nukleus jatuh dan lensa turun dari kapsulnya (Morgagni). Lensa menjadi keruh sepenuhnya, dan visus menjadi sangat buruk sehingga dapat dicapai, dan dapat terjadi komplikasi seperti glaukoma dan uveitis. Hasil pemeriksaan termasuk shadow test positif palsu, sudut bilik mata terbuka, bilik mata depan dalam, dan iris tremulans.

Komplikasi Katarak[27]

a. *Lens-induced glaucoma*

Glaukoma sudut tertutup sekunder akibat lensa terjadi beberapa mekanisme :

1. *Phacomorphic glaucoma* merupakan glaucoma sudut tertutup akut sekunder yang disebabkan oleh lensa intumescent sebagai penyebab utama glaucoma fakomorfik yaitu pembengkakan lensa katarak karena maturase katarak yang cepat atau kadang-kadang karena pecahnya kapsul akibat trauma. Penyebab lainnya adalah subluksasi anterior atau dislokasi lensa dan spherophakia, yaitu lensa bulat kecil bawaan.
2. *Phacolytic glaucoma* merupakan jenis glaucoma sudut terbuka sekunder di mana protein lensa, sisa inflamasi, dan makrofag yang memfagosit protein lensa menyebabkan jalinan trabekular tersumbat. Lensa katarak hipermatur (*morgagnian*) mengeluarkan protein lensa melalui kapsulnya yang utuh.

b. Uveitis fakoanafilaktik (*phacoanaphylactic uveitis*)

Respons imun terhadap protein lensa yang tersensitisasi pada mata. Protein ini dapat berperan sebagai antigen dan menginduksi reaksi antigen-antibodi yang menyebabkan uveitis anafilaktik. Ini terjadi sebagai uveitis anterior granaulomatosa setelah ekstraksi katarak ekstrakapsular, trauma pada lensa, atau kebocoran protein dari katarak hipermatur.

Penatalaksanaan Katarak

Tatalaksana untuk katarak adalah dilakukan operasi atau pembedahan. Tujuan pembedahan ini adalah untuk mengganti lensa yang keruh dengan lensa intraokuler atau *intraocular lens* (IOL) baru yang jernih. Proses penggantian lensa ini dapat dilakukan dengan beberapa Teknik[22], sebagai berikut:

a. *Intracapsular cataract extraction* (ICCE).

Teknik ini merupakan proses mengeluarkan lensa lama yang rusak serta bagian yang terkait dengannya (seperti kapsula posterior), dan kemudian

menggunakan lensa baru melalui prosedur pembedahan dalam mata (Karena prosedur ini menggunakan metode pembedahan konvensional, pasien lebih rentan terhadap komplikasi utuk seperti infeksi setelah operasi, masalah jahitan, malposisi lensa, dan sebagainya. Banyak orang telah mengabaikan prosedur ini. ICCE memiliki kontraindikasi relative seperti myopia tinggi, sindrom Marfan, katarak Morgagni, adanya vitreus di kamera okuli anterior. Sebaiknya, kontraindikasi absolut adalah katarak pada anak-anak, katarak pada dewasa muda, dan rupture kapsul traumatik.[22]

ICCE dapat dilakukan jika ada kelemahan zonula dan ketidakstabilan kantong kapsul. Dalam kondisi seperti ini, ECCE tidak mungkin dilakukan, sehingga ICCE adalah metode pembedahan yang dipilih. Sindrom marfan, trauma fisik pada mata, pseudoeksfoliasi, dan anomaly kongenital dapat mendukung hal ini. Subluksasi atau dislokasi seluruh lensa memerlukan pengambilan seluruh organ. Ini juga memerlukan insisi selebar 12-14 mm, yang memerlukan waktu penyembuhan yang lebih laam dan risiko astigmatis yang lebih tinggi. Untuk mencegah aniseikonia pada mata pasien, pembedahan bilateral diperlukan.[34]

Adapun kekurangan terkait Tindakan ICCE yaitu, seperti penyembuhan luka yang lama akibat besarnya irisan, memicu astigmatisme setelah operasi, serta dapat menimbulkan iris dan vitreus inkarserata. Namun, karena memerlukan peralatan yang relative sederhana dan penglihatan dapat pulih dengan kacamata +10 dioptri setelah operasi itulah yang menjadi kelebihan dari Tindakan tersebut.[22]

b. *Extracapsular cataract extraction* (ECCE)

Metode ini hampir mirip dengan metode sebelumnya—dilakukan melalui kapsul anterior yang direboek dengan meninggalkan kapsul anterior. Jika dibandingkan dengan metode sebelumnya, metode ini masih memiliki masalah pasca operasi yang lebih sedikit.[22] Teknik ini dapat menjadi pilihan, operasi untuk semua jenis, dari dewasa hingga anak apabila tidak terdapat kontraindikasi seperti subluksasi dan dislokasi lensa yang nyata.[35]

Teknik ini memiliki banyak keuntungan, termasuk trauma irisan yang lebih kecil sehingga luka lebih stabil dan aman, astigmatisma yang lebih rendah, dan penyembuhan luka yang lebih cepat. Pada ECCE, kapsul posterior yang intak dapat mengurangi risiko CME *(Cystoid Macular Edema),* ablasio retina, dan edema kornea, serta mencegah vitreus menempel ke kornea, iris, atau LIO *(Laser Indirect Opthalmoscope).* Selain itu, tindakan ini juga tidak menutup kemungkinan dapat menyebabkan astigmatis, perbaikan penglihatan yang lebih lambat dan buruk dibandingkan SICS.[22]

c. *Small incision cataract surgery (*SICS)

Metode ini memiliki banyak manfaat bagi pasien, SICS dilakukan dengan mengekstraksi korteks dan nucleus lensa melalui insisi selebar 6 mm pada sklera.[34] Karna irisan sangat kecil berkisar 7-8 mm, teknik ECCE telah berkembang menjadi SICS yang merupakan suatu teknik operasi yang hampir tidak memerlukan jahitan dan memiliki penyembuhan yang lebih cepat dan risiko astigmatisma yang lebih rendah dibandingkan dengan ECCE konvensional.[22]

Nukleus lensa dapat dikeluarkan secara utuh atau dihancurkan oleh SICS. Karena tidak membutuhkan peralatan fakoemulsifikasi mahal, dilakukan dengan anestesi topical dan dapat digunakan pada kasus nucleus yang padat, teknik ini menjadi popular di negara berkembang. Selain itu, kelemahan yang dapat terjadi yaitu hifema dan edema kornea pasca operasi. Kurve pembelajaran lebih singkat dibandingkan dengan fakoemulsifikasi, intrumensi yang digunakan lebih sederhana, risiko komplikasi yang lebih rendah, dan biaya lebih murah merupakan beberapa kelebihan dari tindakan tatalaksana SICS.[22]

d. Phacoemulsification

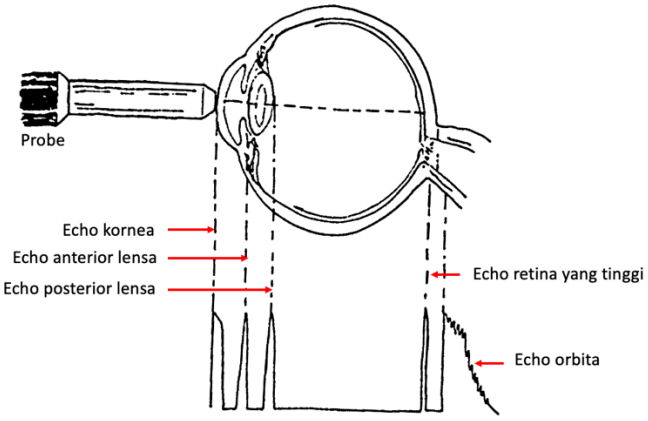
Menurut British Journal of Ophthalmology, meskipun phaco memerlukan biaya tamabahan, penggunaan teknologi ini menghemat uang dalam jangka panjang karena lebih sedikit kunjungan pasca operasi dan rehabilitasi pasien yang lebih cepat.[29] Teknik ini juga dikenal sebagai "phaco" adalah metode pengobatan katarak terbaru yang melibatkan penggunaan gelombang ultrasonik untuk proses ekstraksi lensa dengan alat khusus yang berukuran yang relatif kecil. Gelombang tersebut memecah lensa dan ujung tip (alat kecil yang digunakan) akan menyedot masa lensa yang telah dipecah atau dihancurkan menjadi butiran kecil.(A-Lam Baru) Teknik ini memiliki banyak keunggulan, seperti proses pengerjaan yang cepat (± 15 menit), luka yang relatif kecil (± 2 mm), tidak memerlukan jahitan, pasien dapat pulang langsung setelah operasi, yang mengurangi nyeri dan mempercepat masa penyembuhan pasca operasi.[36] Pascaoperasi memberikan hasil visual yang lebih baik dan risiko komplikasi lebih rendah dibandingkan Teknik lainnya.(A- Lam Baru)

Hasil paska operasi tidak akan sempurna tanpa adanya IOL, dan saat ini perhitungan kekuatan IOL dapat dilakukan dengan menggunakan rumus dan *ultrasound* (USG) A-Scan atau yang dikenal dengan Biometri.[37]

2.2. Biometri[37]

Biometri adalah suatu pengukuran yang dilakukan sebelum operasi, untuk menentukan kekuatan IOL. Terdapat 3 hal yang penting dalam biometri, yaitu Panjang bola mata atau axial length (AXL), kurvatura kornea yang sekaligus menentukan power refraksi kornea (*K-reading*) dan posisi IOL dalam bola mata.

Prinsip pengukuran AXL menggunakan A-Scan berdasarkan waktu yang diperlukan oleh gelombang A-Scan saat dikeluarkan dari *probe-transmitter*, berjalan menuju target dan Kembali lagi ke *probe receiver*, yang keduanya disatukan pada probe *ultrasound*. AXL dapat diketahui karena telah diketahui kecepatan rambat gelombang suara pada masing-masing bagian organ mata. Program A-Scan telah diperhitungkan untuk menghitung berdasarkan hal tersebut, bahkan program juga dapat menghitung kecepatan rambat pada media lensa berdasarkan kekeruhannya.



Gambar 4. Prinsip pengukuran A-Scan[37]

Pengukuran kurvatura kornea yaitu dengan menentukan power kornea (radius kurvatura kornea), semakin tajam kelengkungannya akan memberikan kekuatan diopter yang lebih besar yang diukur dengan alat keratometer. Alat ini selalu mengukur kornea pada 2 meridian yang paling lemah dan paling kuat, yang kemudian akan dirata-ratakan dan masuk dalam rumus saat kekuatan IOL dihitung oleh alat biometri. Bagi pengguna lensa kontak, pengukuran keratometry dilakukan setelah tidak menggunakan lensa kontak selama 2 minggu terakhir.

Biometri Optikal[37]

Sebagian besar dokter mata saat ini menggunakan biometri A-Scan yang pada saat menggunakannya harus menyentuh kornea, sehingga sebelum pemeriksaan harus diberikan obat tetes mata anestesi terlebih dahulu agar tidak ada rasa nyeri selama pemeriksaan. Hal ini menjadi penyebab kekurangnyamanan pada pasien, tahun 1999 telah ditemukan Teknik biometri non contact yaitu biometri optical. Saat ini biometri optical menjadi gold standard karena memberikan hasil pengukuran yang lebih tepat dibandingkan biometri A-Scan.

Faktor yang mempengaruhi akurasi Pengukuran biometri

Akurasi pengukuran biometri dipengaruhi oleh faktor alat, metode, pasien, dan anatomi mata.[37]

a. Alat dan Metode

Saat ini telah banyak alat biometri dikembangkan, dan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya. Penggunaan ultrasound (A-Scan) aplanasi dan imersi adalah alat biometri yang umum digunakan. Teknik A-Scan aplanasi lebih cepat pemeriksaannaya dibandingkan imersi, namun kekurangannaya adalah dapat menyebabkan depresi pada kornea saat melakukan pemeriksaan. Sehingga akan menghasilkan mengukuran AXL dan Anterior Chamber Depht (ACD) yang lebih pendek, atau pengukuran AXL hanya sampai inner limiting membrane dan tidak terukur sampai retinal pigmen epithelium (RPE). Sehingga dapat menghasilkan AXL yang lebih pendek dibandingkan optical biometry. Selain itu A-Scan menggunakan pengukuran dengan gelombang yang parameter gelombangnya berbeda antara AXL yang normal, *phakic eye* dan kematangan kataraknya. Faktor tersebut dapat mengakibatkan kesalahan dalam memprediksi ukuran AXL dan ACD.Hal ini akan memberikan dampak ketidak akuratan dalam memprediksi refraksi paskaoperasi katarak.[38]

Saat ini IOL Master adalah alat optical biometry pertama yang menggunakan *dual beam* interferometri koherensi partial (dual-beam partial coherence interferometry /PCI) untuk mengukur parameter biometri, yaitu menggunakan pantulan sinyal interferensi dari RPE sehingga lebih akurat dalam mengukur AXL. Alat ini dapat digunakan dengan cepat, *non contact* dan jauh lebuh akurat dibandingkan A-Scan aplanasi atau imersi. Alat ini juga akan meningkatkan kenyamanan pasien karena merupakan non contact biometry, menurunkan risiko infeksi/erosi. Kelemahan alat ini adalah sensitivitasnya turun pada jenis katarak sklerotik nuklearis dan subkapsularis posterior.[38] Tingkat ensitivitas alat biometri tersebut dapat menyebabkan ketidakakuratan, seperti Swept-source optical coherence tomography **(**SS-OCT) dapat melakukan pengukuran biometri pada katarak yang cukup matur, dibandingkan alat konvensional.[39]

b. Pasien dan anatomi mata

Kondisi pasien dapat mempengaruhi hasil biometri, yaitu kelainan mata bagian anterior seperti pterygium, kekeruhan kornea, keratokonus, ketebalan sentral kornea (CCT), post operasi LASIK, AXL antar bola mata >0,4 mm, ACD, stadium katarak, umur dan jenis kelamin.[40,41] Wardhany Y. et al, menyatakan terdapat perbedaan yang bermakna pada : (a) keratometry berdasarkan usia (p=0,001) dan stadium katarak (p=0,022); (b) AXL berdasarkan jenis kelamin (p=0,001), Umur (p=0,001), stadium katarak (p=0,049); (c) ACD berdasarkan jenis kelamin (p<0,001), umur (p,0,001), stadium katarak (p=0,033); (d) CCT berdasarkan umur (p=0,002);(e) ketebalan lensa berdasarkan umur (p<0,001) dan stadium katarak (p<0,001).[40]

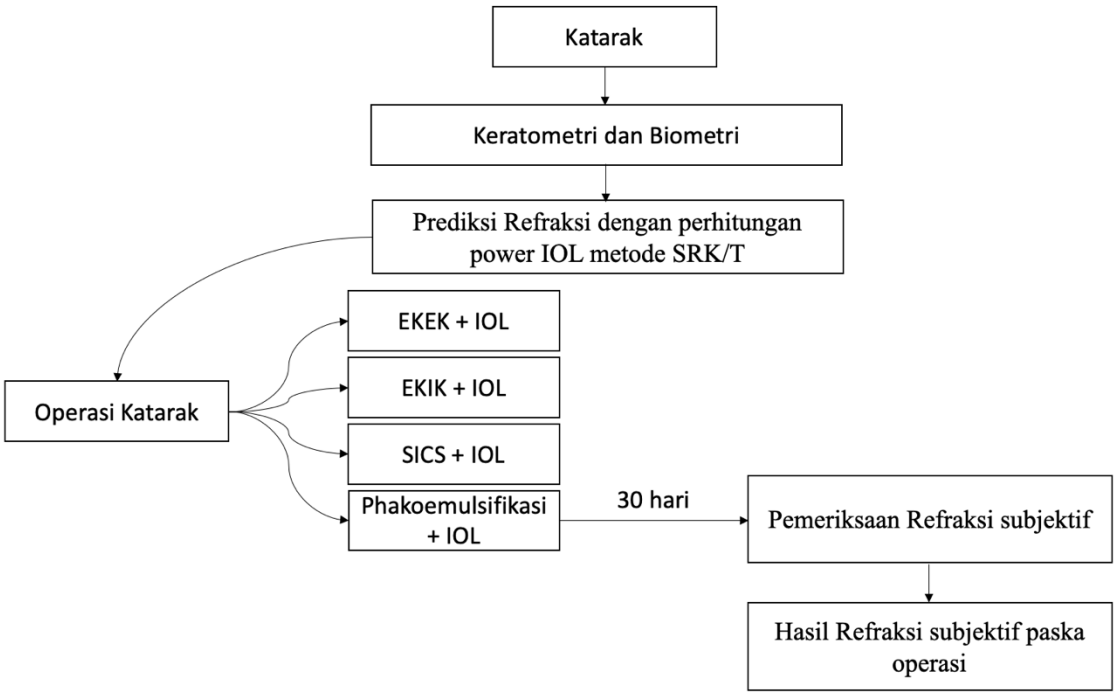
2.3. Rumus IOL[37]

Perhitungan power IOL pertama kali telah digunakan sejak tahun 1949 oleh Harold Ridley yang juga orang pertama yang melakukan implantasi ke mata manusia. Saat ini formula nya terus berkembang hingga telah sampai pada generasi ke 4.[42] Rumus perhitungan IOL generasi ke 4 telah mulai digunakan sejak tahun 1995 oleh Olsen dan 1997 oleh Jack Holladay. Olsen saat ini menggunakan 4 variabel untuk memprediksi power IOL yaitu AXL, keratometry, ACD dan lens thickness. Sedangkan Holladay menggunakan 7 varibel.[37]

Rumus yang saat ini banyak digunakan adalah formula generasi ke 3 taitu Holladay 1, SRK-T, dan Hoffer Q, dan generasi ke 4 yaitu Haigis dan Holladay 2. Formula Holladay 1 memprediksi power IOL dengan variable AXL, power kornea, dan faktor operator operasi. Formula SRK-T merupakan kombinasi model teori dan regresi linier, mengacu pada variabel AXL, power sentral kornea dan *A-constant*. Sementara formula Hoffer Q menggunakan variable AXL, power kornea, dan *personalized*-ACD.[37]

Kesalahan pengukuran power IOL dapat dipengaruhi oleh (a) kesalahan instrument biometri dan keratometry, (b) tindakan bedah yang kurang maksimal, (c) memilih formula IOL yang kurang tepat, (d) kesalahan pabrik dalam memberikan label IOL. Faktor yang paling sering menyebabkan ketidakakuratan pengukuran power IOL adalah pada saat pemeriksaan keratometry dan biometri. Terdapat beberapa parameter yang dapat kita curigai terjadi kesalahan power IOL yaitu (a) pemeriksaan biometri A-Scan menunjukkan AXL <22,00 mm atau >25,00 mm, (b) rata-rata power kornea (keratometri) yang kurang dari 40,00 D atau > 47,00 D, (c) terdapat hasil IOL yang berbeda pada kedua mata >1 D, (d) terdapat hasil rata-rata keratometri yang berbeda pada kedua mata >1 D, (e) Terdapat perbedaan AXL kedua mata > 0,3 mm.[37]

2.4 Kerangka Teori

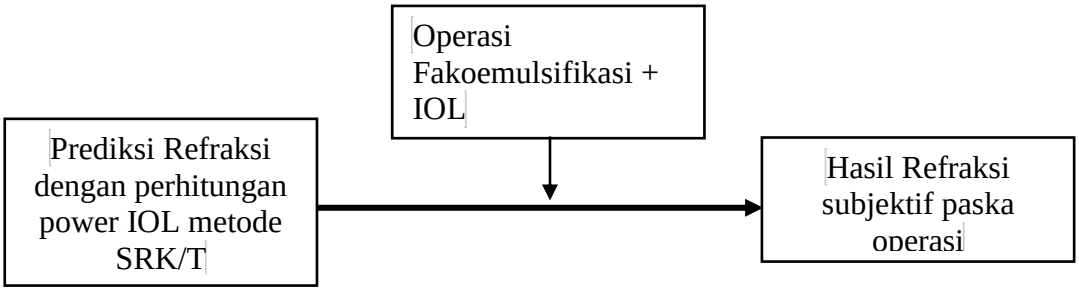


Gambar 5. Kerangka Teori

2.5. Kerangka Konsep

Variabel Penelitian:

- **Variabel Bebas** : Prediksi Refraksi dengan perhitungan power IOL metode SRK/T
- **Variabel Tergantung** : Hasil Refraksi subjektif paska operasi



Gambar 6. Kerangka Konsep

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *prospective paired cohort*.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Desember2025 sampai Februari 2026, di RS Masmitra Bekasi, Jawa Barat

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan pengambilan sampel secara *consecutive non random sampling*, perhitungan besar sampel menggunakan rumus Fizher z.

Perhitungan besar sampel :

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(0.5 \ln \frac{1+r}{1-r})^2} + 3$$

α= 0,05 (2-tailed)
Power (1-β)= 0,80
Efek korelasi yang diharapkan r:kecil (r=0,20)

n= 195, dengan drop out 10% menjadi 215 responden

Kriteria inklusi :

- Pasien berusia >45 tahun
- Pasien dengan diagnosis katarak
- Bersedia menjalani operasi katarak dengan fakoemulsifikasi dan IOL

Kriteria eksklusi :

- Pasien yang memiliki kelainan anatomis mata selain katarak (keratokonus, kekeruhan kornea, distrofi kornea, kekeruhan vitreus, retinopati, kelainan makula, kelainan nervus optikus)
- Pasien dengan AXL >25 mm
- Operasi Fakoemulsifikasi dan IOL dengan komplikasi
- Hasil keratometry 1 dan 2 memiliki ukuran silinder > 4 D

1. Instrumen Penelitian
   Pada penelitian ini akan dilakukan pemeriksaan menggunakan :
   a. Slit Lamp

Alat ini digunakan untuk melakukan pemeriksaan anatomi mata, menegakkan diagnosis katarak dan menyingkirkan kriteria eksklusi

b. Autokeratometer

Alat ini untuk mengukur power kornea atau kelengkungan meridian kornea dan akan diperoleh nilai k1 dan k2 yang diperlukan untuk dimasukkan ke dalam rumus alat pemeriksaan biometri

Pemeriksaan :

- Persiapkan alat keratometry (Bersih dan sudah dinyalakan)
- Pasien dipersilahkan duduk pada kursi pemeriksaan dan melepaskan kacamata, atau bila menggunakan lensa kontak maka sudah dilepas minimal 30 menit sebelumnya
- Jelaskan prosedur pemeriksaan kepada pasien
- Posisikan kepala pasien (dagu diletakkan pada chin rest dan dahi menempel pada headrest)
- Pilih mode keratometry pada layer alat
- Minta pasien melihat lurus ke depan pada lubang di depan mata
- Fokuskan cahaya alat pada pupil pasien sebagai target pemeriksaan
- Arahkan joystick untuk meletakkan pusat pemeriksaan pada pupil pasien den pada layer monitor akan muncul lingkaran sebagai tanda sudah terfokus
- Saat fokus sudah tepat dan tanda lingkaran sudah stabil maka alat akan *autorecord measurement* dan tercatat pengukuran lengkung permukaan kornea dengan 2 buah pengukuran (k1 dan k2)
- Lakukan pengukuran minimal 2x untuk memastikan keakuratan
- **Hasil** yang diperoleh : kelengkukangan kornea horizontal dan vertical (k1 dan k2), aksis kornea (astigmatisme), rata-rata kelengkungan kornea (AVG K)

c. Biometri, Probe USG tipe aplanasi, Program Bimetri

Alat yang digunakan adalah Ultrasound aplanasi biometri (Quantel Axis Nano V.2.00®), untuk memperoleh nilai ACD, AXL, dan power IOL dilengkapi dengan prediksi refraksi paska operasi dengan formula SRK-T.

Persiapan pasien :

- Informed consent prosedur pemeriksaan
- Pasien duduk pada kursi khusus pemeriksaan biometri
- Berikan tetes anestesi topical Pantocain® 1 tetes pada kedua mata
- Tunggu selama 1 menit sampai obat bekerja dengan sempurna

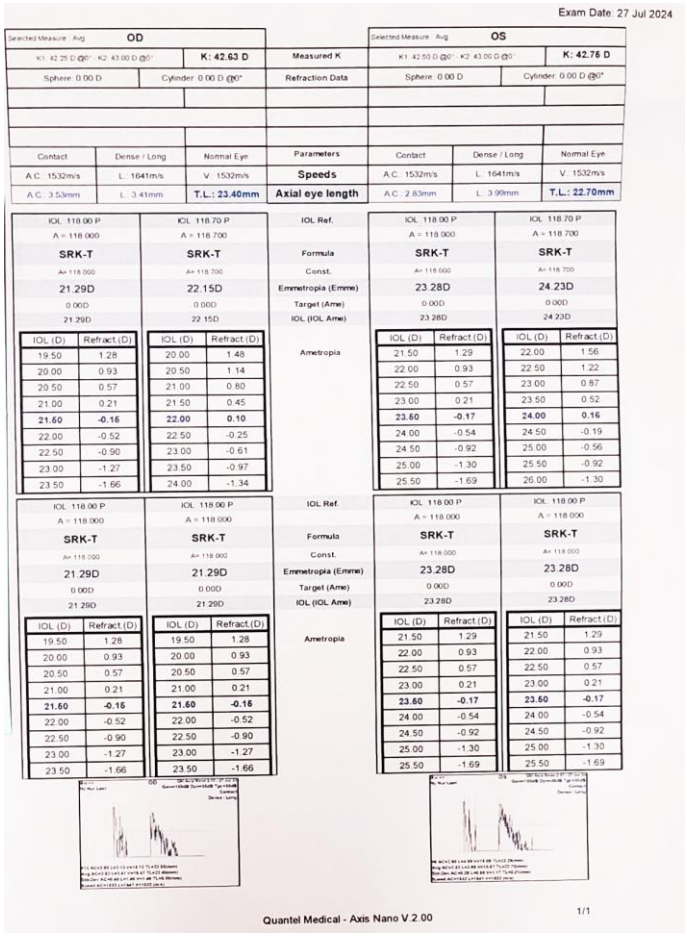
Pemeriksaan Biometri :

- Masukkan data pemeriksaan keratometry dan data pasien pada mesin biometri
- Pilih formula SRK-T untuk perhitungan ukuran IOL dan prediksi refraksi
- Pilih mode A-Scan pada salah satu mata
- Kalibrasi alat dan probe biometri sebelum digunakan pada manekin mata biometri, penchayaan ruangan harus cukup terang
- Pasien diminta menatap lurus ke depan pada obyek tertentu sebagai fokus penglihatan, agar posisi mata lurus sejajar dengan sentral kornea (pasien tidak boleh melirik atau memandang kea rah lain)
- Posisikan probe USG tegak lurus dengan kornea dan mengarah pada macula, pastikan mengarah tepat pada fovea
- Sentuhkan probe dengan lembut pada sentral kornea, hindari menekan bola mata karena akan menyebabkan pengukuran ACD yang lebih pendek dari AXL sesungguhnya, pastikan tidak terdapat gelembung udara
- Lakukan beberapa kali (biasanya akan direkan 10 kali pengukuran secara autodetect oleh mesin biometri)

- Perhatikan hasil pengukuran agar hasil yang diperoleh konsisten dan kurva pantulan (echo spike) yang jelas dan teratur
- Perhatikan apakah sudah terdapat 5 spike (spike 1-kornea, spike 2-lensa anterior, spike 3-lensa posterior, spike 4-retina/makula)
- Catat hasil pengukuran
- Lakukan pengukuran pada bola mata sebelahnya.

Hasil pengukuran :

- Power IOL dalam satuan Dioptri (contoh IOL +20,0 D)
- Ukuran prediksi refraksi dalam ukuran sferis dengan satuan Dioptri (Contoh S-0,50 D)



Gambar 8. Contoh hasil pemeriksaan Biometri

d. Digital Snellen Chart dan autorefrakter

Setelah dilakukan operasi fakoemulsifikasi, 30 hari paska operasi akan dilakukan refraksi secara subyektif untuk menentukan refraksinya.

Pemeriksaan Autorefraksi:

- Pasien duduk di depan alat autorefrakter
- Posisikan kepala pasien pada alat
- Pilih mode refraksi pada layer alat
- Minta pasien focus memandang ke lubang di depan mata, tanpa boleh melirik/berkedip
- Joystick difokuskan pada pupil pasien sampai muncul lingkaran yang stabil pada layer alat
- Akan tercatat secara otomatis ukuran refraksi pasien

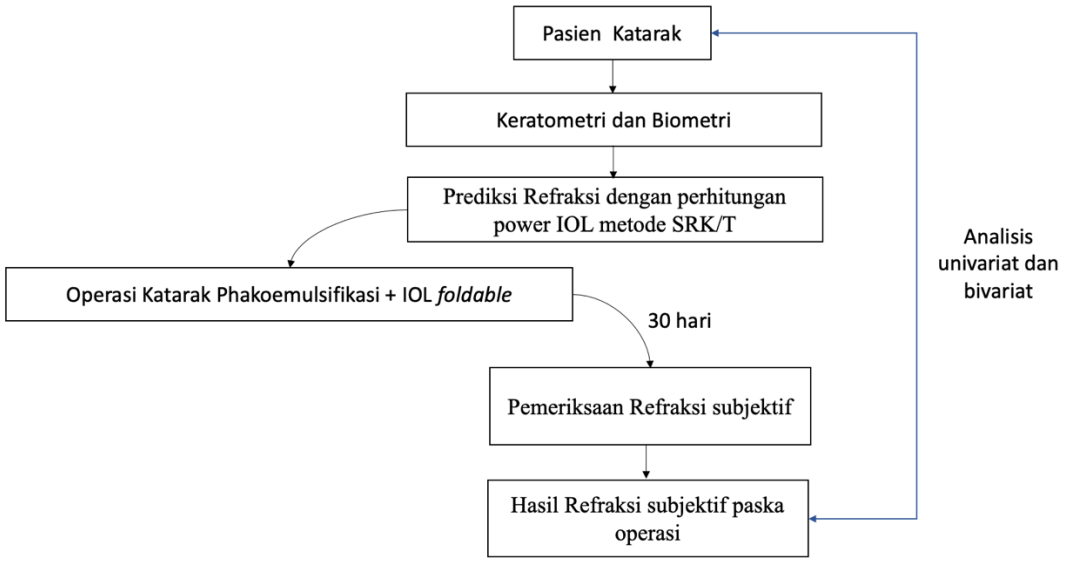
Pemeriksaan Refraksi Subyektif

- Pasien duduk pada kursi pemeriksaan
- Ukur Pupil distance pasien untuk memposisikan jarak kedua focus lensa pada frame kacamata
- Pasang trial frame pada wajah pasien
- Tutup mata kiri dengan occlude
- Lakukan pemeriksaan visus terbaik sebelum koreksi pada mata kanan
- Bila visus terbaik belum mencapai 6/6 maka berikan pinhole dan minta pasien melanjutkan membaca Snellen chart digital sampai huruf terkecil yang seharusnya dapat dibaca (6/6)
- Bila visus terbaik pinhole bisa 6/6 maka pemeriksaan dilanjutkan, ambil lensa pinhole dan berikan koreksi lensa sferis negative/positif (sesuai hasil autorefraksi) sampai pasien tidak maju lagi tajam penglihatannya, bila belum mencapai 6/6 maka dapat ditambah koreksi dengan lensa astigmatisme
- Bila telah dilakukan pemeriksaan pada kedua mata, dan telah dikoreksi
- Buka kedua mata, minta pasien melihat ke Snellen Chart, pastikan penglihatan seimbang (tidak ada diplopia atau tidak nyaman)
- Lakukan balancing test bila diperlukan
- Catat hasil Refraksi pasien
- Hasil refraksi yang akan dicatat untuk penelitian: hasil ukuran sferis, karena pada pengukuran biometri tidak disajikan ukuran silinder. Contoh AVOD 6/7,5 : S-0,50 D : 6/6

Analisis Data

Analisis statistik akan dilakukan secara univariat dan bivariat. Analisis univariat bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik responden dan variable panelitian. Analisis uniivariat akan disajikan dalam tabel distribusi frekuensi.

Normalitas data akan dilakukan dengan uji Shapiro-Wilk untuk menentukan data terdistribusi secara normal. Untuk menguji hubungan antara 2 variabel digunakan uji korelasi Pearson untuk menilai korelasi dan uji t-berpasangan untuk menilai perbedaan sebelum dan sesudah intervensi. Analisis statistik menggunakan tingkat signifikansi $p<0,05$. Analisis multivariat menggunakan regresi linear atau regresi logistik berganda (tergantung kategori refraksi) untuk mengontrol pengaruh variabel perancu (usia, jenis kelamin, tekanan darah).



Gambar 7. Alur Penelitian

Etik Penelitian

Proposal akan mengajukan etik penelitian kepada Komite Etik Riset Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti. Penelitian ini akan dilaksanakan setelah dinyatakan lolos kaji etik. Setiap responden akan diberikan penjelasan tertulis dan lisan tentang tujuan, manfaat, serta kerahasiaan data penelitian (identitas dijaga kerahasiaannya; data disimpan dalam bentuk terenkripsi). Partisipasi bersifat sukarela, dan responden dapat mengundurkan diri kapan saja tanpa konsekuensi apapun.

Indikator Pencapaian Penelitian

ASPEK		CHECKLIST
SKALA UNGGULAN	Skala Internasioal	
	Skala Nasional	V

	Skala Lokal	
TOPIK/TEMA RISET	Top Down	V
	Semi Top Down	
	Bottom Up	
SKEMA PENDANAAN	Block Grant	V
	Kompetitif	
PELAKSANA RISET	Pusat Penelitian	
	Individu	
	Riset Group	V
SUMBER DANA	Dana Desentralisasi	
	DP2M (30%)	
	Mandiri PT	V
	Kerjasama Luar negeri	
	Sumber Lain-lain	
KEY PERFORMANCE INDICATOR	Jurnal	
	HKI	V
	Teknologi Tepat Guna	
	S3	
	Seminar	
	Publikasi Internasional	V
	Buku Ajar	
	Lain_lain (BUNGA RAMPAI)	V
MANAGEMEN PENGELOLAAN	LEMLIT	
	Fakultas	V
	Pusat Penelitian/Studi/Pengkajian	
BUKU PANDUAN	Buku Panduan Penelitian Usakti	V
	Buku Panduan Skim DP2M	
ALOKASI DANA DESENTRALISASI	0-50%	
	50-75%	V
	75-100%	

Jadwal Penelitian (peneletian dilaksanakan selama 10 bulan)

No	Kegiatan	Waktu
1	Proposal Penelitian	20-30 Oktober 2025
2	Persiapan Pelaksanaan (Perijinan dan Etik Penelitian)	31 Oktober – 30 November 2025
3	Pelaksanaan (Pengambilan Data)	1 Desember 2025 – 28 Februari 2026
4	Monitoring Evaluasi	1 Maret – 30 April 2026
5	Penyusunan dan submit Luaran	1 Mei – 30 Juni 2026
6	Penyusunan dan penyerahan Hasil Penelitian	1 Juli – 8 Agustus 2026

RENCANA ANGGARAN

No	Komponen	Total
I.	**Biaya Langsung**	
A	Tenaga Ahli dan Tenaga Penunjang	13.600.000
B.1	Biaya bahan habis, peralatan, sewa peralatan	75.530.000
B.2	Perjalanan dan transport lokal	4.600.000
	Sub Total	93.730.000
II.	**Biaya Tidak Langsung**	
A	Laporan, Seminar, dan Publikasi	3.125.000
B	Forum Group Disscusion	0
	Sub Total	3.125.000
	TOTAL	**96.855.000**

DAFTAR PUSTAKA

1. Roudatul S, Rahimah SB, Ibnusantosa RG. Efektivitas Antioksidan Terhadap Pencegahan Katarak. Bandung Conf Ser Med Sci. 2023;3(1):248–54
2. Lumunon GN, Kartadinata E. Hubungan antara merokok dan katarak pada usia 45-59 tahun. Jurnal Biomedika dan Kesehatan. 2020;3(3):126–30
3. Alshamrani AZ. Cataracts pathophysiology and managements. Egypt J Hosp Med. 2018;70(1):151-4.
4. Michael R, Born AJ. The aging lens and cataract: A model normal and pathological ageing. Philos Trans R Soc. 2011;366(1568):1278-92.
5. Gupta VB, Rajagopala M, Ravishankar B. Ethiopathogenesis of cataract: An appraisal. Indian J Ophthalmol. 2014;62(2):103-10. https://doi.org/10.4103/0301-4738.121141
6. Damayanti AE, Christina Y. Hubungan Umur dan Jenis Kelamin dengan angka kejadian Katarak Senilis di RS Camatha Sahidya. Zona Kedokteran 2023;13(2):408-15
7. Mansour MN, Radwan H, Abdelhafeez AM, Basha MA. Accuracy of the SRK/T formula using partial coherence interferometer AL-Scan after phacoemulsification. *Egypt J Hosp Med*. 2018;70(3):493–7.
8. Lapp T, Wacker K, Heinz C, Maier P, Eberwein P, Reinhard T. Cataract Surgery-Indications, Techniques, and Intraocular Lens Selection. Dtsch Arztebl Int. 2023; 120: 377-86.
9. Assi L, Chamseddine F, Ibrahim P, Sabbagh H, Rosman L, Congdon N, et al. A Global Assessment of Eye Health and Quality of Life: A Systematic Review of Systematic Reviews. JAMA Ophthalmol. 2021; 139: 526-41.
10. Hanis NFHA, Mayani G, Hanina. Gambaran Perbaikan Visus serta Komplikasi intraoperati atau pascaoperasi padan pasien operasi katarak senilis di RSUD H. Abdul Manap kota Jambi Periode Januari 2021-Desember 2021. JOMS. 2023;3(1):22-38.
11. Abdellaoui T, Sebbata S, Mouzari Y, Oubaaz A. Manual small incision cataract surgery in dense cataract: Morocco comparative study. Ophthalmology Journal. 2023;8:118–21. doi:10.5603/oj.95767.

12. Danzinger V, Schartmüller D, Lisy M, Schranz M, Schwarzenbacher L, Abela-Formanek C, et al. Intraindividual Comparison of an Enhanced Monofocal and an Aspheric Monofocal Intraocular Lens of the Same Platform. Am J Ophthalmol. 2024; 261: 95-102.
13. Goggin M. Toric intraocular lenses: Evidence-based use. Clin Exp Ophthalmol. 2022; 50: 481-9.
14. Hope-Ross M, Mooney D. Intraocular lens power calculation. Eye (Lond). 1988;2(4):367-9. https://doi.org/10.1038/eye.1988.67
15. Farag MM, Atwa FA. Haigis and SRK/T formulas for intraocular lens power calculations in high myopia. Menoufiya Med J 2011;24(1):155-60.
16. Drexler W, Findl O, Menapace R, Rainer G, Vass C, Hitzenberger CK, *et al*. Partial coherence interferometry: A novel approach to biometry in cataract surgery. Am J Ophthalmol. 1998;126(4):524-34. https://doi.org/10.1016/ s0002-9394(98)00113-5
17. Stopyra W. The accuracy of intraocular lens power calculation formulas for eyes longer than 25.00 mm and the correlation between method accuracy and eyeball axial length. Klinika Oczna. 2021;123(3):129-33. DOI: https://doi.org/10.5114/ko.2021.107849
18. Delfi D, Virgayanti V, Gunawan H. Comparison between SRK/T and Haigis Formulas on Visual Acuity of Patient with Senile Cataract Post-Phacoemulsification. Open Access Maced J Med Sci [Internet]. 2021 May 16;9(T3):19-22.DOI: https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6308
19. Ibrahim MF. Antioksidan dan katarak. Jurnal Biomedika dan Kesehatan. 2019;2(4):154-61
20. Fitria A. The Relationship of age, attitude, knowladge, cost to cataract surgery. J Berk Epidemiol. 2017;4(2):176.
21. Yunaningsih A, Sahrudin, Ibrahim K. Analisis Faktor Risiko Kebiasaan Merokok, Paparan Sinar Ultraviolet Dan Konsumsi Antioksidan Terhadap Kejadian Katarak Di Poli Mata Rumah Sakit Umum Bahteramas Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 2017. J Ilm Mhs Kesehat Masy. 2017;2(6):1–9
22. Astari P. Katarak: Klasifikasi, Tatalaksana, dan Komplikasi Operasi. CDK. 2018;45(10):748–53.
23. Detty AU, Artini I, Yulian VR. Karakteristik Faktor Risiko Penderita Katarak. Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada. 2021 Jun 30;10(1):12–7.
24. Putri C, Yusran M, Nuraisa Jausal A, et al. Hipertensi Sebagai Faktor Risiko Katarak. J Medula. 2023;13(4):543–7.
25. Ben. eyeguru.org. 2018 [cited 2024 Jun 12]. *How to diagnose and grade cataracts*. Available from: https://eyeguru.org/essentials/cataract-grading/
26. Alshamrani AZ. Cataracts Pathophysiology and Managements. Egypt J Hosp Med. 2018 Jan;70(1):151–4.
27. Khurana A. Comprehensive Ophthalmology. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd; 2015. Available from: www.jaypeebrothers.com
28. Aditya M EMW. Analisis Faktor Resiko yang Behubungan dengan Kejadian Katarak Senilis di RSU Bahteramas Tahun 2016. 2019;3(April):256–67.
29. Boughton B, Writer C. American Academy Of Ophthalmology. 2024. Phaco and ECCE. Available from: https://www.aao.org/eyenet/article/phaco-ecce
30. Karunika AR, Resanindya V, Ardianti N, Wulandari KE. Gambaran Faktor Risiko Penderita Katarak di Puskesmas Kecamatan Kebayoran Baru. NUSANTARA : Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial (JIPS). 2022;9(1):22–8.
31. Milasari MT. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Terjadinya Katarak di Rumah Sakit Umum Sriwijaya Tahun 2022. Pros Semin Nas. 2022;166–78. Available from: https://prosiding.stikesmitraadiguna.ac.id/index.php/PSNMA/article/view/52/54

32. Chylack LT, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, et al. *The Lens Opacities Classification System III*. Vol. 111, Archives of Ophthalmology. 1993. p. 831–6.
33. Buratto L, Brint SF, Sacchi L. *Cataract Surgery: Introduction and Preparation*. Slack Incorporated; 2014. 128 p.
34. Anom SIGN, Mahendra PAAALL, Surya PIPB, Dwiki AIK, Narithya JNP. Laporan Kasus: Katarak Senilis Matur. Ganesha Med. 2022;2(2):84–9.
35. Ilyas S, Yulianti SR. Ilmu Penyakit Mata. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2018. 327 p.
36. Mutiarasari D, Handayani F. Katarak Juvenil. Inspirasi. 2017;(XIV):3–25
37. Hutauruk J, Prakoso H, Riyanto SB. Katarak dan Fakoemulsifikasi. 2nd ed. Jakarta: INASCRS;2018.
38. Pereira A, Popovic M, Lloyd JC, et al. Preoperative measurements for cataract surgery: a comparison of ultrasound and optical biometric devices. Int Ophthalmol. 2021 Apr;41(4):1521-30. doi: 10.1007/s10792-021-01714-3.
39. Moshirfar M, Buckner B, Ronquillo YC, et al. Biometry in cataract surgery: a review of the current literature. Curr Opin Ophthalmol. 2019 Jan;30(1):9-12. doi: 10.1097/ICU.0000000000000536.
40. Wardany Y, Hidayah N. Parameter Biometri pada Pasien Katarak Senilis Sebelum Operasi Phacoemulsifikasi dengan Implantasi Lensa Intraokuler di Pekanbaru. Jurnal Ilmu Kedokteran (Journal of Medical Science). 2022; 16(2):123-9. https://doi.org/10.26891/JIK.v16i2.2022.123-129
41. Oh R, Oh JY, Choi HJ, et al. Comparison of ocular biometric measurements in patients with cataract using three swept-source optical coherence tomography devices. BMC Ophthalmol. 2021 Jan 27;21(1):62. doi: 10.1186/s12886-021-01826-5.
42. Karabela Y, Eliacik M, Kaya F. Performance of the SRK/T formula using A-Scan ultrasound biometry after phacoemulsification in eyes with short and long axial lengths. BMC Ophthalmol. 2016;16(96):1-9. https://doi.org/10.1186/s12886-016-0271-8