

TESIS

**PERBANDINGAN TEKNIK *LIMBAL RELAXING INCISION* TUNGGAL
DENGAN GANDA DALAM MENGOREKSI ASTIGMAT KORNEA PADA
OPERASI FAKOEMULSIFIKASI**

***COMPARISON BETWEEN SINGLE AND DOUBLE LIMBAL RELAXING
INCISION IN CORRECTING CORNEAL ASTIGMATISM DURING
PHACOEMULSIFICATION SURGERY***

**DISUSUN DAN DIAJUKAN OLEH:
ANNISA IKHSANIAH ARIFFIN
C025192003**



**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MATA
PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PERBANDINGAN TEKNIK *LIMBAL RELAXING INCISION* TUNGGAL
DENGAN GANDA DALAM MENGOREKSI ASTIGMAT KORNEA PADA
OPERASI FAKOEMULSIFIKASI**

TESIS

sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis-1 (Sp.1)

Program Studi

Ilmu Kesehatan Mata

Disusun dan diajukan oleh:

ANNISA IKHSANIAH ARIFFIN

C025 192 003

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP.1)
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MATA
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN
UJIAN AKHIR PENELITIAN**

Program Pendidikan Dokter Spesialis Terpadu
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

**PERBANDINGAN TEKNIK LIMBAL RELAXING INCISION TUNGGAL
DENGAN GANDA DALAM MENGOREKSI ASTIGMAT KORNEA
PADA OPERASI FAKOEMULSIFIKASI**

Disetujui untuk diseminarkan :

Nama : **dr. Annisa Ikhsaniah Ariffin**
Nomor Pokok : C025 192 003
Hari / Tanggal :
Tempat : Ruang Pertemuan Departemen Ilmu Penyakit Mata
RS. Universitas Hasanuddin Lt.4

Makassar,

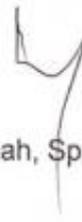
2023

Pembimbing I



dr. Muh. Abrar Ismail, Sp. M(K), M. Kes

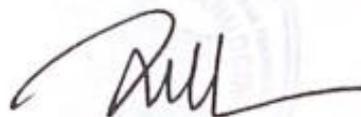
Pembimbing II



dr. Hasnah, Sp. M(K), M. Kes

Mengetahui,

Kepala Pusat Program Pendidikan Dokter Spesialis
Fakultas Kedokteran Unhas



Dr. dr. A. Muh. Takdir Musba, Sp.An-KMN
NIP 19741031 200801 1 009

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**PERBANDINGAN TEKNIK LIMBAL RELAXING INCISION
TUNGGAL DENGAN GANDA DALAM MENGOREKSI
ASTIGMAT KORNEA PADA OPERASI FAKOEMULSIFIKASI**

Disusun dan diajukan oleh
ANNISA IKHSANIAH ARIFFIN
Nomor Pokok : **C025 192 003**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Magister Program Studi Ilmu Penyakit Mata Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin

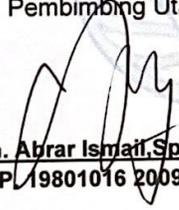
pada tanggal 23 November 2023

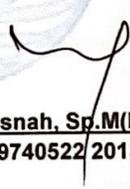
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


dr. Muh. Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes
NIP. 19801016 200912 1 002


dr. Hasnah, Sp.M(K), M.Kes
NIP. 19740522 201301 2 002


Ketua Program Studi,
Dr.dr. Habibah S. Muhiddin, Sp.M(K)
NIP. 19611215 198803 2 001


Dekan Fakultas Kedokteran,
Prof.Dr.dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP. 196805301996032001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis yang berjudul “Perbandingan teknik *limbal relaxing incision* tunggal dengan ganda dalam mengoreksi astigmat kornea pada operasi fakoemulsifikasi” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), M. Kes., sebagai Pembimbing Utama dan dr. Hasnah, Sp.M(K), M. Kes., sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 20 NOVEMBER 2023



ANNISA IKHSANIAH ARIFFIN
C025 192 003

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan berkat-Nya selama ini sehingga karya akhir ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.

Karya akhir ini dengan judul **“Perbandingan teknik *limbal relaxing incision* tunggal dengan ganda dalam mengoreksi astigmat kornea pada operasi fakoemulsifikasi”** diajukan dan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Pertama-tama penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada suami saya Ir. Muhammad Irpan Sejati Tassakka, S.T, M.T, atas segala doa, nasehat, kasih sayang, dan dukungan yang telah diberikan hingga saat ini yang telah banyak membantu dan mendukung dari awal hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik dan menjadi penyemangat dalam menyelesaikan penelitian ini sampai akhir.

Keberhasilan penyusunan karya ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, nasehat dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan ungkapan terima kasih dan penghargaan kepada dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), M. Kes sebagai Pembimbing Utama dan juga Ketua Departemen Ilmu Kesehatan Mata yang senantiasa memberikan arahan serta meluangkan waktu untuk membimbing penyelesaian karya ini. Ucapan terima kasih juga saya ungkapkan kepada dr. Hasnah, Sp.M(K), M. Kes dan dr. Rusdina Bte Ladju, PhD selaku pembimbing pendamping yang senantiasa meluangkan waktu di tengah kesibukan untuk memberikan bimbingan dalam penyelesaian karya ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, dan Manajer Program Pendidikan Dokter Spesialis Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas kesediaannya menerima penulis sebagai peserta didik di Program Pendidikan Dokter Spesialis Universitas Hasanuddin.

2. Dr. dr. Habibah S. Muhiddin, Sp.M(K), M.Kes, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Mata dan dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas bimbingan dan masukan yang diberikan kepada penulis sejak awal hingga penyelesaian karya ini dengan baik.
3. dr. Hamzah, Sp.M(K), M.Kes dan dr. Junaedi Sirajuddin, Sp.M(K) selaku penguji, dan dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas bimbingan, masukan, motivasi, dan kesediaan untuk meluangkan waktu menjadi penguji pada karya akhir ini.
4. Seluruh staf pengajar Departemen Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas segala bentuk bimbingan, nasehat, dan ilmu yang telah diberikan selama proses pendidikan.
5. Orang tua saya tercinta : Papa dr. Azrief Arhamsyah Ariffin, Sp.M, Mama Ir. Nuni Ujjani, S.P, M.M, Papa Ir. Lutfi Halide, S.P, M.P, Mami Gina Arifah, A.Md. Keb, Etta Capt. Tassakka Sahuddini, dan Mammi Rosdiana Said, atas segala doa, nasehat, kasih sayang, dan dukungan yang telah diberikan hingga saat ini yang telah banyak membantu dan mendukung dari awal hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik dan menjadi penyemangat dalam menyelesaikan penelitian ini sampai akhir.
6. Nenek saya tercinta, Bubu dr. Hamda Waris, atas segala doa, nasehat, kasih sayang, dan dukungan yang telah diberikan hingga saat ini yang telah banyak membantu dan mendukung dari awal hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik dan menjadi penyemangat dalam menyelesaikan penelitian ini sampai akhir. Juga kepada kakek saya tercinta, Yayang Alm. dr. Zainal Ariffin, Sp.M, yang selama hidup selalu saya jadikan patokan bahwa suatu saat saya akan menjadi dokter mata seperti beliau.
7. Teman seangkatan saya: dr. Sarah Eisy Putri, dr. Fadilah Rezki Said, dr. Sartika Stiefanie Putri, dr. Ahdini Zulfiana Abidin, dr. Aswira Aslam, dan dr. Ghulam Ahmad Mubaraq yang telah banyak membantu dan menyertai perjalanan pendidikan sejak awal hingga saat ini.
8. Semua teman sejawat peserta PPDS Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, yang selalu memberikan dukungan selama ini.

9. Seluruh staf administrasi Departemen Ilmu Kesehatan Mata yang selama ini begitu banyak membantu selama proses pendidikan berjalan serta dalam penyelesaian penelitian dan karya akhir ini, terkhusus kepada Ibu Endang Sri Wahyuningsih, SE dan Nurul Puspita yang selalu membantu.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang tidak tercantum dalam prakata ini tetapi telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan karya akhir ini. InsyaAllah hasil penelitian ini akan memberikan manfaat yang banyak kepada institusi dan dapat meningkatkan ilmu pengetahuan khususnya di bagian IK. MATA.

Makassar, 20 November 2023

Annisa Ikhsaniah Ariffin

Perbandingan Teknik *Limbal Relaxing Incision* Tunggal Dengan Ganda Dalam Mengoreksi Astigmat Kornea Pada Operasi Fakoemulsifikasi

Annisa Ikhsaniah Ariffin, Muhammad Abrar Ismail, Hasnah Eka, dan Rusdina Bte Ladju

ABSTRAK

Pendahuluan: Koreksi astigmat paska operasi katarak mampu meningkatkan kualitas penglihatan penderita katarak dengan tidak menggunakan kacamata setelah operasi. *Limbal relaxing incision* (LRI) merupakan salah satu prosedur untuk dapat mengoreksi astigmat kornea rendah hingga sedang.

Metodologi: Penelitian ini dilakukan terhadap 24 mata yang terbagi menjadi 2 kelompok perlakuan yaitu LRI tunggal dan ganda. Sampel penelitian merupakan pasien katarak yang akan menjalani operasi fakoemulsifikasi. Pemeriksaan astigmat dilakukan sebelum operasi dan 1 bulan setelah operasi.

Hasil Penelitian: Teknik LRI tunggal dan ganda mampu mengurangi astigmat kornea secara signifikan ($p < 0.05$). Pada sampel dengan ukuran pre-operatif $\leq 1D$ terdapat perbedaan signifikan pada tingkat perbaikan astigmat kornea post-operatif dengan menggunakan teknik LRI ganda dibandingkan LRI tunggal ($p < 0.05$), sedangkan pada sampel dengan ukuran pre-operatif $> 1D$ tidak terdapat perbedaan signifikan pada tingkat perbaikan astigmat kornea post-operatif dengan menggunakan teknik LRI ganda dibandingkan LRI tunggal ($p > 0.05$).

Kesimpulan: Kedua teknik LRI mampu menurunkan astigmat kornea dengan ukuran pre-operatif $\leq 3D$ secara signifikan. Efektifitas LRI ganda lebih superior dibandingkan LRI tunggal pada kelompok astigmat pre-operatif $\leq 1D$.

Kata Kunci: *astigmat kornea, limbal relaxing incision, fakoemulsifikasi*

Comparison Between Single and Double Limbal Relaxing Incision in Correcting Corneal Astigmatism During Phacoemulsification Surgery

Annisa Ikhsaniah Ariffin, Muhammad Abrar Ismail, Hasnah Eka, dan Rusdina Bte Ladju

ABSTRACT

Introduction: Correction of astigmatism after cataract surgery improves the quality of vision by not wearing glasses. Limbal relaxing incision (LRI) is one of the procedures to correct low to moderate corneal astigmatism.

Methods: This study was conducted on 24 eyes divided into two groups, single and double LRI. The sample was a cataract patient who will undergo phacoemulsification surgery. Corneal astigmatism measured before and after 1 month of surgery

Result: In the pre-operative corneal astigmatism $\leq 1D$ group, there was a significant difference in the post-operative corneal astigmatism improvement using double LRI compared to single LRI ($p < 0.05$), whereas in the pre-operative corneal astigmatism $> 1D$ group there were no significant differences in the post-operative corneal astigmatism improvement between two groups ($p > 0.05$).

Conclusion: Both LRI techniques are able to lower corneal astigmatism with pre-operative size $< 3D$. The effectiveness of double LRI is superior to single LRIs in the pre-operative corneal astigmatism $\leq 1D$ group.

Keywords: *corneal astigmatism, limbal relaxing incision, phacoemulsification*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Hipotesis Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Astigmat Pada Katarak.....	4
2.1.1. Definisi.....	4
2.1.2. Epidemiologi.....	4
2.1.3. Patogenesis.....	5
2.1.4. Teknik Operasi.....	6
2.2. Limbal Relaxing Incisions	13
2.2.1. Gambaran Umum Limbal Relaxing Incision	13
2.2.2. Kalkulator LRI	16
2.2.3. Teknik Pembedahan.....	19
2.2.4. Hasil Pembedahan.....	20
2.2.5. Komplikasi	22
2.3. Kerangka Teori.....	24

2.4. Kerangka Konsep	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1. Desain Penelitian.....	26
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.3. Populasi dan Sampel Penelitian	26
3.4. Kriteria sampel	27
3.5. Definisi Operasional.....	27
3.6. Sarana Penelitian	28
3.7. Prosedur Penelitian.....	28
3.8. Izin Penelitian dan Kelayakan Etik	29
3.9. Analisis Data	30
3.10. Alur Penelitian	31
BAB IV HASIL PENELITIAN	32
BAB V PEMBAHASAN	40
BAB VI PENUTUP	45
6.1 Kesimpulan.....	45
6.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
DAFTAR LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Normogram DONO.....	17
Tabel 2 Normogram NAPA pada Astigmat With-the-rule (<i>Steep meridian</i> 31°-149°).....	18
Tabel 3 Normogram NAPA pada Astigmat Against-the-rule (<i>steep meridian</i> 0-30/150-180).....	18
Tabel 4 Karakteristik Sampel Penelitian.....	33
Tabel 5 Hasil Koreksi Astigmat Kornea Pada Kelompok LRI Tunggal.....	34
Tabel 6 Hasil Koreksi Astigmat Kornea Pada Kelompok LRI Ganda.....	34
Tabel 7 Perubahan Astigmat Kornea dengan Ukuran Pre-operatif \leq 1D dengan LRI	36
Tabel 8 Efektivitas Teknik LRI Tunggal Dan Ganda Pada Kelompok Astigmat Kornea Pre-operatif < 1D.....	37
Tabel 9 Perubahan Astigmat Kornea Ukuran Pre-operatif > 1D dengan LRI.....	38
Tabel 10 Efektivitas Teknik LRI Tunggal Dan Ganda Pada Kelompok Astigmat Kornea Pre-operatif > 1D.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 LRI. Sayatan relaksasi dibuat di limbus dengan menggunakan pisau berlian.....	14
Gambar 2 Perhitungan LRI online.....	15
Gambar 3 Kerangka Teori	24
Gambar 4 Kerangka Konsep.....	25
Gambar 5 Alur Penelitian	31
Gambar 6 Alur subjek penelitian yang berpartisipasi dalam penelitian	32
Gambar 7 Hasil Koreksi Astigmat Kornea Pada Kelompok LRI Tunggal	35
Gambar 8 Hasil Koreksi Astigmat Kornea Pada Kelompok LRI Ganda	35
Gambar 9 Efektivitas Teknik LRI Tunggal Dan Ganda Pada Kelompok Astigmat Kornea Pre-operatif < 1D.....	37
Gambar 10 Efektivitas Teknik LRI Tunggal Dan Ganda Pada Kelompok Astigmat Kornea Pre-operatif > 1D.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekomendasi Persetujuan Etik	50
Lampiran 2 Formulir Persetujuan	51
Lampiran 3 Master Data Penelitian.....	53
Lampiran 4 Statistik Penelitian	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Operasi katarak mengalami perkembangan yang pesat. Bebas dari kacamata merupakan tujuan dari operasi katarak yang dilakukan saat ini. Perkembangan biometri dapat menghilangkan kelainan refraksi sferis, namun kelainan refraksi terkait astigmat sering menyulitkan pasien katarak untuk bebas dari kacamata pasca operasi katarak (Buscacio et al., 2016). Pada suatu penelitian diketahui bahwa prevalensi astigmat $\geq 0,5$ D pada populasi normal sebesar 73,53%; astigmat $\geq 1,0$ D sebesar 32,78%; astigmat $\geq 1,5$ D sebesar 13,55%; dan astigmat $\geq 2,0$ D sebesar 6,86 persen. Penelitian tersebut menemukan bahwa *Astigmat With-The-Rule (WTR)* didapatkan pada 53,3% dari populasi dan *Against-The-Rule (ATR)* pada 28,3% dari populasi dan 18,4% dari populasi merupakan *oblique astigmatism*.

Astigmatisme okuler adalah kondisi refraksi yang terjadi karena kelengkungan kornea dan lensa kristalina yang tidak sama, desentralisasi atau kemiringan lensa, atau indeks bias yang tidak sama pada lensa kristalina, dan dalam beberapa kasus, perubahan geometri kutub posterior. Beberapa penelitian telah melaporkan prevalensi astigmatisme kornea pada pasien katarak dari kelompok usia yang berbeda. Secara umum, hampir 35%-40% pasien katarak memiliki astigmatisme 1,0 D dan 19%-22% memiliki astigmatisme 1,5 D (Ferrer et al., 2009; Khan et al., 2011; Michelitsch et al., 2017). Kemajuan dalam desain lensa intraokular (IOL) dan teknik bedah telah meningkatkan harapan pasien setelah operasi katarak. Astigmatisme yang dihasilkan setelah fakoemulsifikasi dapat membuat pasien bergantung pada kacamata dan secara signifikan mengurangi kepuasan pasien, penting untuk mengatasi astigmatisme juga selama operasi katarak, untuk mencapai hasil refraksi pasca operasi yang optimal dan atau kemandirian kacamata. Terdapat beberapa cara untuk mengukur dan mengobati astigmatisme pada saat operasi katarak. Teknik untuk mengukur astigmatisme termasuk keratometri (manual atau otomatis), topografi kornea (misalnya, berbasis placido atau berdasarkan pantulan titik-titik dioda pemancar cahaya [LED] multicolor), dan tomografi kornea (misalnya, pencitraan slit-scan, pencitraan

Scheimpflug) (Kanellopoulos et al., 2015). Selain itu, penggunaan aberrometri intraoperatif telah didokumentasikan untuk meningkatkan hasil astigmatik. Beberapa teknik yang digunakan untuk mengoreksi astigmatisme selama operasi katarak termasuk posisi selektif dari sayatan fakoemulsifikasi, sayatan relaksasi kornea, *limbal relaxing incision* (LRI), dan implanisasi *toric intraocular lens* (IOL). Teknik LRI untuk mengatasi astigmat derajat ringan hingga sedang merupakan pilihan terapi yang dilakukan. Keuntungan dari teknik tersebut adalah resiko rendah terjadinya astigmat iregular dan relatif mudah dilakukan. Dari beberapa keuntungannya, bahwa terdapat kekurangan pada ukuran astigmat yang dapat diatasi terbatas. Penggunaan *toric* IOL diketahui memiliki prediktabilitas yang lebih tinggi dan efektif pada astigmat sedang dan tinggi, meski lensa tersebut memiliki kekurangan berupa harga yang relatif lebih mahal (Mingo et al., 2010; Freitas et al., 2014; Bhalla et al., 2016). Bioptics dapat dipertimbangkan pada astigmat $>0.5D$, namun tidak selalu tersedia ada semua rumah sakit (Prasetyo et al., 2017).

Setiap prosedur memiliki keterbatasan, kelebihan, dan kekurangannya sendiri. Dengan demikian, tidak ada satu perangkat/pendekatan bedah yang telah diidentifikasi sebagai yang paling akurat untuk mengukur dan mengoreksi astigmatisme selama operasi katarak. Kurangnya pendekatan yang terdefinisi dengan baik untuk perencanaan dan pengobatan astigmatik, ada kebutuhan untuk mengembangkan konsensus tentang praktik terbaik untuk mengelola astigmatisme selama operasi katarak (Núñez et al., 2019).

Dalam praktiknya, teknik LRI dapat dilakukan dengan menggunakan insisi *tunggal* maupun *ganda*. Teknik insisi *ganda* memiliki efek yang lebih superior dalam mengoreksi astigmat yang lebih besar pada pasien katarak. (Kokhar 2006., Rubenstein, 2013)

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang yang telah dikemukakan, maka didapatkan rumusan masalah: “Bagaimana perbandingan teknik LRI tunggal dan ganda dalam koreksi astigmat kornea pada operasi fakoemulsifikasi”

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui perbandingan teknik LRI tunggal dan ganda dalam koreksi astigmat kornea pada operasi fakoemulsifikasi.

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui perubahan astigmat kornea dengan ukuran pre-operatif $\leq 1D$ dan $>1D$ dengan teknik LRI tunggal dan ganda.
2. Membandingkan efektivitas LRI tunggal dengan ganda dalam mengoreksi astigmat kornea pre-operatif $\leq 1D$.
3. Membandingkan efektivitas teknik LRI tunggal dengan ganda dalam mengoreksi astigmat kornea pre-operatif $>1D$.

1.4. Hipotesis Penelitian

LRI teknik insisi tunggal lebih efektif dalam mengoreksi astigmat kornea pada kelompok astigmat pre-op $\leq 1D$, sedangkan LRI teknik insisi ganda. lebih efektif dalam mengoreksi astigmat kornea pada kelompok astigmat $>1D$.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Diharapkan penelitian bermanfaat untuk memberikan pengetahuan tentang efektifitas limbal relaxing incision pada astigmat pada operasi katarak di populasi Indonesia
2. Memberikan rekomendasi bagi fasilitas penentu kebijakan di fasilitas layanan kesehatan untuk melakukan pendalaman lagi mengenai masing-masing teknik operasi astigmat pada operasi katarak di populasi Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Astigmat Pada Katarak

2.1.1. Definisi

Katarak berasal dari Yunani *Katarrhakies*, dalam bahas inggris disebut *Cataract*, dan Bahasa Latin *cataracta* yang berarti air terjun. Dalam bahasa Indonesia disebut bular dimana penglihatan seperti tertutup air terjun akibat lensa yang keruh. Katarak adalah setiap keadaan kekeruhan pada lensa yang dapat terjadi akibat hidrasi (penambahan cairan) lensa, denaturasi protein lensa atau akibat kedua-duanya. (Ilyas et al. 2015)

Astigmat adalah kondisi mata umum yang terjadi ketika permukaan kornea atau lensa kristalina berbentuk tidak beraturan. Bentuk kelainan refraksi tersebut dapat muncul sendiri atau dalam kombinasi dengan miopia dan hiperopia. Koreksinya membutuhkan penggunaan kekuatan lensa silinder. Silindris refraksi total mata adalah kombinasi dari astigmatisme kornea dan lentikular. Kebanyakan astigmatisme berasal dari kornea. Astigmatisme lentikular rata-rata adalah 0,5 dioptri melawan aturan (ATR). Jumlah astigmatisme lentikular dapat dihitung dengan mengurangkan astigmatisme kornea dari astigmatisme total yang ditemukan oleh refraksi. Astigmatisme lentikular dihilangkan dengan ekstraksi katarak, hanya astigmatisme kornea yang dipertimbangkan saat merencanakan operasi katarak (Shankar et al., 2002).

2.1.2. Epidemiologi

Secara umum, astigmat terdapat pada 20-30% orang dengan diagnosis katarak. Tatalaksana dengan operasi fakoemulsifikasi harus memperhatikan kondisi tersebut untuk dapat mencapai tajam penglihatan pasca operasi yang optimal. Residua astigmatism merupakan penyebab pada penderita katarak dengan astigmat yang tidak dapat mencapai target emetropia pasca operasi kataraknya (Prasetyo et al., 2017).

Dalam meta-analisis yang mengamati penelitian di seluruh dunia dari 1990-2016, prevalensi astigmatisme lebih besar dari 0,5 D di dunia diperkirakan 40,4% (95% CI: 34,3%-46,6%) pada orang dewasa di atas 30 tahun tua dan 14,9% (95% CI: 12,7-17,1%) pada anak di bawah 20 tahun (Hashemi et al., 2018). Hal tersebut menjadikan astigmatisme sebagai kesalahan refraksi paling umum di dunia. Pasien yang menjalani operasi katarak, tinjauan sistematis dari tahun 1996-2015 menemukan ada astigmatisme yang sudah ada sebelumnya lebih besar dari 1,0 D pada 47% mata. Dalam tinjauan ini prevalensi astigmatisme ringan (<1,5 D) berkisar 74,6-89,6%, astigmatisme sedang (>1,5- <2,5 D) berkisar 8,1-14,9%, dan astigmatisme signifikan (>2,5 D) berkisar 2-6,8 % di berbagai negara di dunia (Anderson et al., 2018).

Pasien dengan 1,0 D atau lebih astigmatisme terbukti mendapat manfaat dari koreksi selama atau setelah operasi katarak, karena ketajaman visual dapat menurun menjadi 20/25 dengan 0,75 D dan 20/40 dengan 1,5 D astigmatisme. Secara umum, tujuan koreksi astigmatisme selama operasi katarak adalah astigmatisme residu pasca operasi 0,5 D atau kurang. Metrik lain yang telah digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan koreksi astigmatisme adalah kemandirian dari kacamata setelah operasi katarak, seperti penggunaan kacamata berkorelasi dengan beban keuangan yang lebih tinggi bagi pasien (Anderson et al., 2018; Sigireddi et al., 2020).

2.1.3. Patogenesis

Lensa adalah objek bikonveks transparan, yang menyebabkan pembiasan dan memfokuskan cahaya ke retina. Lensa manusia terdiri dari serat, tertutup oleh kapsul tipis, dan dipertahankan oleh zonula di kedua sisi. Serat lensa dibuat dari epitel lensa dan bermigrasi dari tepi ke arah tengah. Selanjutnya, nukleus lensa berasal dari serat lensa yang lebih tua, dan serat lensa yang baru terbentuk diposisikan di lapisan terluar lensa, yang dikenal sebagai korteks. (Gupta et al. 2014)

Opasitas lensa merupakan akibat langsung dari stres oksidatif. Berdasarkan lokasi kekeruhan dalam lensa, katarak terkait usia diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu, katarak kortikal, nuklir, dan subkapsular posterior. Sel-sel epitel lensa adalah sel lensa yang sangat aktif secara metabolik, mengalami oksidasi, ikatan

silang, dan insolubilisasi. Sel-sel ini kemudian bermigrasi ke pusat lensa untuk membentuk serat lensa yang secara progresif terkompresi dan menghasilkan sklerosis nukleus lensa yang menyebabkan opasitas. Katarak kortikal sering berbentuk *wedge shaped*, mulai dari korteks dan menutupi bagian tengah lensa. Kekeruhan seperti plak tumbuh di lapisan kortikal posterior aksial pada katarak subkapsular posterior. Pada kebanyakan pasien, lebih dari satu jenis katarak ditemukan (Alshamrani et al. 2018).

Dua struktur yang paling penting dalam kemampuan refraktif mata adalah kornea dan lensa. Permukaan kornea yang melengkung, struktur pertama yang dilewati oleh sinar sewaktu sinar tersebut masuk mata, berperan paling besar dalam kemampuan refraktif total mata karena perbedaan dalam densitas pada pertemuan udara-kornea jauh lebih besar daripada perbedaan dalam densitas antara lensa dan cairan di sekitarnya (Lake, 2019).

Kesalahan refraksi terjadi ketika mata tidak mampu memfokuskan secara efektif pada objek yang jauh. Kornea biasanya tidak bulat sempurna, paling curam di satu meridian dan paling rata di meridian tegak lurus. Perbedaan yang cukup besar dalam kekuatan pembiasan setiap meridian dapat menghasilkan gambar buram, suatu kondisi yang dikenal sebagai astigmatisme. Kelengkungan kornea tidak rata sehingga berkas sinar mengalami refraksi yang tidak sama (Lake, 2019).

Pada mata normal, permukaan kornea yang melengkung teratur akan memfokuskan sinar pada satu titik. Pada astigmatisma, pembiasan sinar tidak difokuskan pada satu titik. Sinar pada astigmatisma dibiaskan tidak sama pada semua arah sehingga pada retina tidak didapatkan satu titik fokus pembiasan. Sebagian sinar dapat terfokus pada bagian depan retina sedang sebagian sinar lain difokuskan di belakang retina (Lake, 2019).

2.1.4. Teknik Operasi

1. Toric IOLs

Toric IOL berbeda dari sferis IOL karena memiliki kekuatan yang berbeda di meridian yang berbeda. Ketika torik IOL dengan kekuatan silinder yang sesuai dimasukkan ke dalam mata dan diputar ke sumbu yang benar, maka dapat memperbaiki astigmatisme kornea pasien. Selain kekuatan silinder torik IOL, juga memiliki kekuatan bola. Seperti pada lensa

kacamata sferosilinder apa pun, lensa ini dapat dianggap sebagai kombinasi lensa sferis dengan lensa planosilinder. Kekuatan bola dalam IOL toric dihitung menggunakan panjang aksial, kelengkungan kornea rata-rata dan dalam formula IOL terbaru kedalaman ruang anterior. Kekuatan bola dari IOL toric adalah kekuatan IOL yang sama yang akan digunakan untuk mata jika astigmatisme tidak dikoreksi. Toric IOLs saat ini tersedia dengan kekuatan silinder mulai dari 1,5 D hingga 6,0 D. Lensa ini memberikan koreksi astigmatisme 0,75 D hingga 4,75 D pada bidang kornea. Kekuatan bola dan kekuatan silinder dari IOL toric keduanya ditunjukkan dalam deskripsi IOL toric (Núñez et al., 2019; Mohammad et al., 2016).

Penandaan mata sebelum operasi dan intraoperatif yang akurat sangat penting untuk mencapai hasil yang baik menggunakan IOL toric. Segera sebelum operasi, baik di area penahanan atau OR, pasien duduk tegak dan saat memfiksasi lurus ke depan limbus ditandai pada posisi 3:00, 6:00 dan 9:00 dengan pena penanda steril ujung halus. Hal tersebut dilakukan dengan tangan bebas atau menggunakan instrumen yang dirancang khusus yang tersedia untuk membantu dalam menandai mata secara akurat. Pasien duduk tegak karena cyclorotation mata yang terjadi ketika berbaring datar. Setelah pasien disiapkan dan disampirkan, sumbu curam kornea ditandai dengan menggunakan penanda sumbu torik. Banyak gaya penanda sumbu toric tersedia. Setelah katarak diangkat, lensa torik kemudian dimasukkan ke dalam mata dan diputar ke posisinya sehingga tanda sumbu pada IOL sejajar dengan sumbu yang telah ditandai pada kornea.

Aberrometer intraoperatif, seperti sistem Alcon ORA, dapat digunakan selama operasi untuk mengukur mata dalam keadaan afakia untuk menentukan kekuatan dan aksis IOL yang benar. Setelah IOL dimasukkan, pengukuran dapat dilakukan untuk menentukan kesalahan refraksi residua yang mengkonfirmasi kekuatan yang benar dan keselarasan sumbu. Kekuatan lensa dan sumbu kemudian dapat dikoreksi intraoperatif mencegah kebutuhan untuk kembali ke OR untuk pertukaran lensa atau reposisi (Núñez et al., 2019). Dalam sebuah penelitian pada tahun

2019, Davidson, Makari, dan Potvin membandingkan aberometri intraoperatif (IA), perhitungan praoperasi, kalkulator torik Barrett, dan lensa torik aktual yang digunakan dalam operasi katarak. Mereka menemukan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil kekuatan bola dalam perhitungan pra operasi dan IA. Namun terdapat perbedaan yang signifikan antara residua astigmatism pada IA, Barrett toric calculator, dan metode preoperative yaitu 75% kelompok IA diharapkan memiliki residua astigmatism kurang dari 0,5 D, 75% dari kelompok Barrett calculator, dan 53% dari kelompok perhitungan pra operasi. Studi lain membandingkan penggunaan sistem ORA dengan VeriEye+ yang dikombinasikan dengan VERION Image Guided System dengan standar perawatan ahli bedah di 84 mata, di mana mereka menemukan bahwa kedua teknik menghasilkan hasil yang serupa dalam hal silinder refraktif pasca operasi, UDVA, dan CDVA (Davison et al., 2019; Solomon et al., 2018).

Toric IOL dapat mengoreksi jumlah astigmatisme yang lebih tinggi dibandingkan dengan LRI dan CCRI (Brinton et al., 2011). Toric IOLs telah ditemukan untuk menghasilkan hasil yang dapat diandalkan, dengan astigmatisme pasca operasi terendah, untuk astigmatisme pra-operasi antara 1,0-3,0 D (Mingo et al., 2010). Selain itu, karena IOL torik tidak memerlukan luka bedah tambahan (vs LRI), waktu pemulihan untuk pasien umumnya lebih cepat (Mohammad et al., 2016). Memilih IOL toric dapat mengurangi biaya untuk pasien dengan mengurangi kebutuhan lensa kontak dan kacamata (Pineda et al., 2010). Berdasarkan data hasil terbaik untuk metrik toric IOL, karena persentase pasien yang membutuhkan kacamata untuk melihat jarak jauh setelah implantasi IOL toric adalah 29,7% berbanding 53,2% bila dibandingkan dengan kelompok non-toric. Toric IOLs sekarang tersedia sebagai desain koreksi presbiopia multifokal, sehingga ada fleksibilitas yang lebih besar untuk tidak menggunakan kacamata, tergantung pada keinginan pasien (Núñez et al., 2019).

Setiap derajat lensa toric diputar keluar sumbu, ada pengurangan 3,3% pada daya toric IOL. Semakin tinggi daya silinder, semakin signifikan

efeknya. Jika penglihatan menjadi tidak memuaskan, mungkin perlu kembali ke operasi untuk reposisi lensa (Brinton et al., 2011). Namun, dibandingkan dengan implantasi IOL non-toric, tinjauan sistematis pada tahun 2016 tidak menemukan perbedaan yang signifikan dalam prevalensi komplikasi pasca operasi (4,2% pada kelompok toric vs 2,3% pada kelompok non-toric pada 1.032 pasien). Selain itu, menurut tinjauan, sebagian besar IOL toric diputar kurang dari 5 derajat (Kessel et al., 2016).

Biaya awal dari IOL toric lebih tinggi daripada IOL biasa, namun efektivitas biaya IOL toric telah terbukti lebih unggul daripada teknik koreksi astigmatisme lainnya ketika memfaktorkan kemandirian tontonan dan biaya potensial jika kacamata diperlukan untuk penglihatan yang memuaskan. Biaya jangka panjang penting untuk didiskusikan dengan pasien ketika membandingkan harga IOL toric. Ketidakstabilan zonula, dehiscence kapsul posterior, dilatasi pupil yang buruk, mata kering yang parah dan operasi sebelumnya seperti prosedur vitreoretinal dengan tekuk atau implan glaukoma semuanya merupakan kontraindikasi relatif untuk penggunaan IOL torik (Núñez et al., 2019).

2. *Limbal Relaxing Incisions (LRI)*

LRI adalah bagian dari keratotomi astigmatik yang dapat digunakan untuk mengoreksi astigmatisme pada saat operasi katarak. LRI bekerja dengan meratakan kelengkungan kornea yang curam dan memungkinkan mata untuk sembuh menjadi bentuk yang lebih bulat (Eyewiki, 2022). LRI dapat berupa tunggal atau berpasangan, dengan LRI berpasangan umumnya memberikan lebih banyak koreksi astigmatisme. Dalam kasus astigmatisme tidak teratur, LRI dapat disesuaikan dengan topografi kornea karena panjang sayatan berpasangan dapat berbeda. Selain itu, teknologi operasi katarak berbantuan *laser femtosecond (FLACS)* dapat digunakan sebagai pengganti sayatan manual untuk LRI. Tinjauan sistematis pada tahun 2016 menunjukkan manfaat menggunakan FLACS dibandingkan sayatan manual termasuk peningkatan presisi, prediktabilitas, dan penggunaan pada kasus katarak yang sulit seperti ruang anterior dangkal, katarak subluksasi, katarak putih, dan katarak traumatis. Untuk pengobatan pada pasien

astigmatik, laser femtosecond dapat membuat sayatan dengan kedalaman dan panjang yang akurat, mengurangi kemungkinan perforasi kornea (Agarwal et al., 2017). Sebuah studi di Korea Selatan menemukan bahwa secara keseluruhan, perubahan astigmatisme lebih dapat diprediksi pada kelompok laser *femtosecond* daripada fakoemulsifikasi konvensional, dan pasien secara signifikan lebih puas (Lee et al., 2019). Laser femtosecond sangat membantu ketika memasukkan iris dan limbus karena dapat menjelaskan cyclotorsion, yang merupakan penyebab umum kesalahan dalam operasi dengan bantuan laser. LRI dapat mengoreksi astigmatisme hingga 3,0 D, tetapi paling dapat diprediksi digunakan untuk mengoreksi hingga 1,5 D. Seperti metode koreksi astigmatisme lainnya, target hasil LRI harus dalam 0,5 D atau kurang dari astigmatisme residua (Núñez et al., 2019).

Kalkulator LRI seperti <http://www.lricalculator.com> dapat digunakan untuk menentukan panjang busur dan jumlah sayatan. Berdasarkan nomogram Eric Donnenfeld dan Skip Nichamin kalkulator memperhitungkan usia, jarak sayatan ditempatkan dari limbus, dan ketebalan kornea. Pemeriksaan slit lamp sebelum operasi dan pachymetry kornea perifer harus dilakukan untuk menentukan apakah ada penipisan perifer, degenerasi, atau pembentukan dellen di dekat limbus kornea. Karena LRI harus berada pada 90% kedalaman kornea, penting untuk mempertimbangkan hal ini untuk mengurangi risiko perforasi kornea (Abu-Ain et al., 2022).

LRI dapat dikombinasikan dengan lensa torik untuk pasien dengan astigmat tinggi (lebih besar dari IOL saja yang dapat dikoreksi). Hal tersebut juga dapat digunakan ketika *toric* IOL dikontraindikasikan, seperti pada ketidakstabilan zonula. Teknik ini juga menjadi pilihan yang bagus pada pasien dengan astigmat yang sudah ada sebelumnya yang menginginkan koreksi presbiopia dengan multifokal atau mengakomodasi IOL meskipun versi torik dari lensa ini sekarang tersedia (Núñez et al., 2019).

LRI juga memiliki kecenderungan yang lebih kecil untuk menyebabkan pergeseran sumbu daripada torik IOL. Rasio kopling 1:1 pada

sayatan bilateral berarti tidak perlu mengubah kekuatan IOL sferis setelah LRI. Tidak seperti *toric* IOL, LRI dapat digunakan untuk mengobati astigmatisme tidak teratur. LRI juga dapat dilakukan di poliklinik paska operasi untuk mengatasi koreksi. Koreksi astigmatisme yang berlebihan dapat dikoreksi dengan penjahitan insisi, setelah refraksi stabil.

LRI harus dipertimbangkan pada pasien dengan ektasia kornea, penipisan perifer, dan mata kering lanjut terutama bila dikaitkan dengan penyakit rheumatoid. Cacat epitel dapat terjadi dengan LRI dan meningkatkan mata kering pasca operasi. Sayatan perlu diperiksa pada saat penempatan untuk memastikan tidak ada perforasi kornea. Jika ada, tentukan apakah perforasi tersebut menutup sendiri atau tidak dan jahit dengan nilon 10-0 seperlunya. Sayatan ekstra dapat menyebabkan ketidaknyamanan pasien pasca operasi mungkin terjadi dan risiko infeksi meningkat dibandingkan dengan operasi katarak non-LRI (Mingo et al., 2010; Goggin et al., 2016).

3. *Clear Corneal Incisions (CCI)*

Sayatan bedah utama sejajar dengan sumbu curam kornea yang mengarah ke penurunan astigmatisme (Mohammad et al., 2016). Secara historis, sayatan tunggal di sepanjang sumbu curam memiliki potensi untuk mengoreksi astigmatisme yang kecil, tetapi signifikan secara klinis: 0,5 D menurut Eyerounds dan 1,0 D menurut Kaufmann et al. Dalam beberapa tahun terakhir, seiring berkembangnya operasi katarak, sayatan phaco menjadi semakin kecil, dari 3,2 mm menjadi 2,4 dan bahkan sekecil 1,4 mm. Dalam sebuah penelitian yang membandingkan 2,2 mm dan 3,0 mm pada sayatan sumbu, peneliti menemukan bahwa perubahan rata-rata astigmatisme antara keduanya berbeda secara signifikan, dengan sayatan 2,2 mm menginduksi hanya 0,10 +/- 0,08 D dan sayatan 3,0 mm menghasilkan 0,32 +/- 0,20 D. Sementara sayatan mikro baik untuk pasien dengan sedikit atau tanpa astigmatisme yang sudah ada sebelumnya, karena mengurangi jumlah astigmatisme yang diinduksi pembedahan. Sayatan phaco kedua dapat ditempatkan di sisi yang berlawanan dari sumbu yang sama meningkatkan efek astigmatik, hingga 1,5 D. Memperluas lebar

sayatan dapat memberikan hasil astigmatik yang lebih besar, meskipun ini mungkin memerlukan penjahitan luka (Mohammad et al., 2016; Núñez et al., 2019).

CCI secara teknis kurang kompleks dan perhitungannya lebih sedikit dibandingkan dengan *toric* IOLs dan LRIs. Untuk sayatan tunggal tidak diperlukan manipulasi bedah tambahan pada jaringan kornea. CCI adalah pilihan yang paling murah untuk koreksi astigmatisme. Dibandingkan dengan *toric* IOLs dan LRIs, secara signifikan lebih sedikit astigmatisme yang dapat dikoreksi. Keandalan dan derajat astigmat yang dapat dikoreksi dengan teknik terbesar (Mohammad et al., 2016).

4. *Two-stage procedure dengan excimer laser ablation*

Sama seperti LASIK dan PRK yang digunakan untuk mengoreksi miopia, hiperopia dan astigmatisme pada mata phakic, ini juga dapat digunakan untuk mengoreksi kesalahan refraksi resiganda pasca operasi katarak. Selain astigmatisme resiganda, kesalahan spherical resiganda yang tidak direncanakan juga dapat diatasi. Secara khusus, pasien dengan kelainan refraksi yang tidak terduga setelah operasi katarak yang menginginkan kemandirian tontonan yang lebih besar. LASIK dan PRK memiliki bukti yang baik untuk digunakan dalam mengoreksi kesalahan bias resiganda setelah operasi katarak. Dibandingkan dengan teknik koreksi berbasis lensa, seperti *piggyback* IOL atau pertukaran IOL, koreksi LASIK ditemukan lebih aman, memiliki pengurangan silinder yang lebih tinggi, dan paling dapat diandalkan. Biaya LASIK dan PRK yang tinggi, sehingga tidak sering digunakan untuk koreksi astigmatisme primer kecuali ada kontraindikasi untuk IOL dan *toric* LRI (Brinton et al., 2011).

2.1.5 Penyembuhan kornea post operasi

Penyembuhan luka pasca bedah karatak bervariasi tergantung pada lokasi insisi korneal, limbal atau skleral, jenis flap konjungtiva limbal base atau fornix based serta pemakaian benang jenis yang diabsorbsi atau tidak diabsorbsi (Jaffe et al., 1990). Penyembuhan luka kornea adalah proses kompleks yang melibatkan

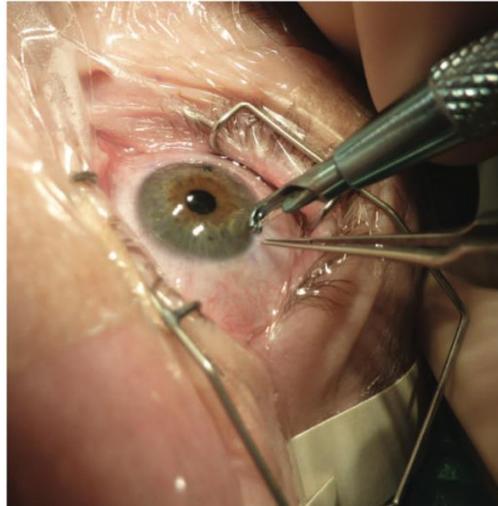
kematian sel, migrasi, proliferasi, diferensiasi, dan renovasi matriks ekstraseluler. Banyak kesamaan diamati dalam proses penyembuhan sel epitel kornea, stroma dan endotel, serta perbedaan spesifik sel. Penyembuhan epitel kornea sangat tergantung pada *limbal stem cells* dan *remodeling* membran basement. Selama penyembuhan stroma, keratosit diubah menjadi miofibroblas motil dan kontraktil sebagian besar karena aktivasi *transforming growth factor- β system*. Sel-sel endotel sembuh sebagian besar dengan migrasi dan penyebaran, dengan proliferasi sel yang memainkan peran sekunder (Ljubimov et al., 2015).

Penyembuhan luka pada kornea bagian superfisial sama dengan mekanisme penyembuhan pada abrasi kornea, yaitu melalui mekanisme *epithelial slide* dan multiplikasi mitotik. Proses ini dimulai kira-kira 1 jam setelah luka, sempurna dalam 2 hari. Penyembuhan luka kornea bagian posterior berjalan lebih lambat yaitu 7 -14 hari. Bila terdapat celah pada membran descemet, akan terjadi proses penyembuhan melalui fibroblast stroma. Penyembuhan stroma lebih kompleks, membutuhkan setidaknya 2 bulan untuk menyatukan sisi insisi secara permanen (Bukowiecki et al., 2017; Jaffe et al., 1990).

2.2. Limbal Relaxing Incisions

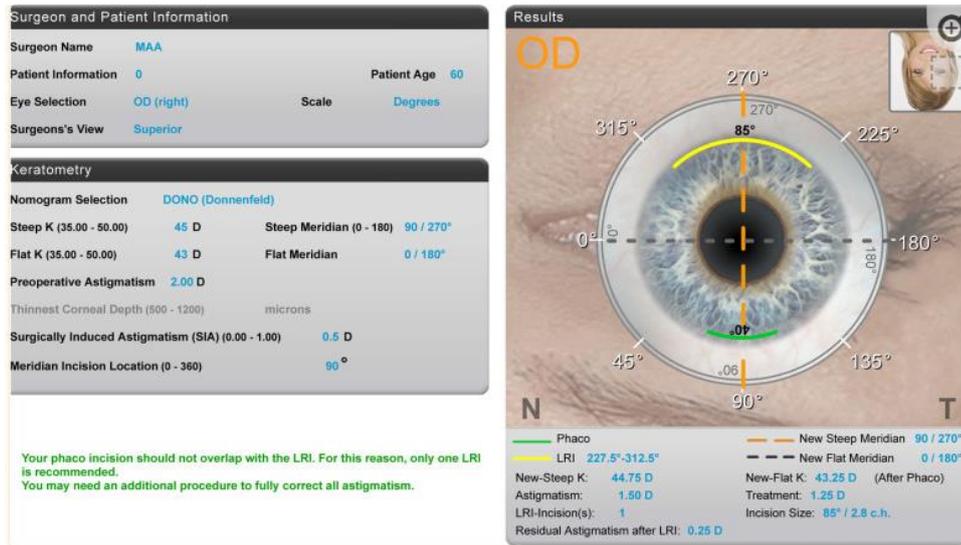
2.2.1. Gambaran Umum Limbal Relaxing Incision

Limbal relaxing incisions (LRI) atau *peripheral corneal relaxing incisions* (PCRIs) merupakan suatu bentuk keratotomi dengan insisi *partial thickness* untuk memperbaiki astigmatisme pada saat operasi katarak (Rubenstein et al, 2013; Patel, 2021). LRI merupakan suatu metode yang sering dilakukan untuk penanganan astigmatisme saat operasi katarak. Insisi dari LRI dilakukan di bagian perifer kornea dan dilakukan berdasarkan sebuah nomogram yang telah ditetapkan terkait dengan astigmatisme pasien, usia pasien, dan lokasi dari aksis curam astigmatisme (Rubenstein et al., 2013). LRI bekerja dengan mendatarkan kurvatura curam pada kornea sehingga mata dapat mengalami penyembuhan dalam bentuk yang lebih *spherical* (Patel et al., 2022). LRI dapat dilakukan secara tunggal atau ganda. LRI ganda dapat memperbaiki astigmatisme lebih besar dibandingkan LRI tunggal (Rubenstein et al., 2013).



Gambar 1 LRI. Sayatan relaksasi dibuat di limbus dengan menggunakan pisau berlian. Rasio kopling biasanya 1,0 dan tidak mengubah ekuivalen sferis.
Sumber: (Brar, 2020)

Terdapat berbagai cara untuk menghitung dan merencanakan lokasi dan panjang LRI yang dibuat cukup mudah oleh website: www.lricalculator.com. Sayatan yang digunakan untuk operasi katarak dapat digunakan atau dapat dibuat sementara di semua operasi disertai dengan LRI *ganda* pada meridian yang curam. Namun, kalkulator akan menyesuaikan panjang LRI untuk mengimbangi SIA. Kalkulator dapat digunakan dengan jam atau derajat sesuai preferensi ahli bedah dan telah terbukti sangat efektif, dapat diprediksi, aman dan hemat biaya teknik untuk mengatasi astigmatisme kornea. (Abu-Ain et al., 2022). Pada kondisi astigmatisme iregular, LRI dapat diatur sesuai dengan gambaran topografi kornea karena panjang insisi dapat berbeda-beda. Selain itu, metode insisi ini juga memiliki teknik yang bervariasi tergantung dari marker, pisau, dan nomogram yang digunakan (Rubenstein et al., 2013)



Gambar 2 Perhitungan LRI online. Perhitungan LRI online menunjukkan contoh dengan 2.0D astigmatisme kornea memiliki meridian curam pada 90 derajat dan sayatan phaco utama pada meridian curam dengan SIA 0,5D. Rekomendasinya adalah untuk satu LRI pada 270 derajat dengan ukuran 85 derajat menggunakan pisau berlian berpelindung yang memiliki kedalaman yang telah ditentukan sebelumnya 550 μm . Astigmatisme kornea resiganda diperkirakan 0,25D (Abu-Ain et al., 2022).

Teknik LRI melibatkan penempatan sayatan yang sesuai dengan meridian yang curam, menghasilkan pendataran kornea dan pengurangan kekuatan astigmatik. LRI adalah prosedur yang aman dan murah, yang mudah dilakukan oleh para ahli. Lebih efektif mengurangi astigmatisme hingga 3,0 D dan menghasilkan rehabilitasi visual yang cepat. Tetapi ada beberapa laporan tentang pengurangan astigmatisme kornea yang sudah ada sebelumnya oleh LRI dalam operasi ICL. Baru-baru ini, *Toric hyperopic ICLs* (TICL) saat ini tersedia untuk penggunaan klinis. Tetapi pasien harus menunggu lama untuk operasi. Selain itu, karena lensa yang mahal, pasien harus membayar lebih mahal pada operasi TICL daripada pada operasi ICL. Tetapi sisa astigmatisme dan misalignment TICL mungkin merupakan kesalahan kritis, karena pada kelompok LRI, bahkan jika ada misalignment ICL, LRI yang dilakukan dengan benar masih memberikan koreksi, sehingga risiko kesalahan menurun. Oleh karena itu, LRI mungkin merupakan cara yang lebih sederhana, lebih aman, lebih ekonomis dan efektif untuk mengurangi beberapa astigmatisme kornea ringan dan sedang yang sudah ada sebelumnya dalam operasi ICL (Li et al., 2017).

LRI dapat dianggap aman dan efektif untuk memperbaiki astigmatisme hingga 3,0 D. Keuntungan utama dari LRI adalah terkait masalah penglihatan malam, yang mungkin terkait dengan penghindaran sayatan di midperieral kornea. Hal ini dimungkinkan karena LRI dibuat dilakukan pada pinggiran dekat limbus dan sebagian besar pupil pasien tidak akan melebar selebar itu sehingga menghilangkan silau malam (*night glare*). LRI dapat dilakukan bersamaan dengan operasi katarak jika kesalahan astigmatis sudah telah diketahui sebelumnya, memungkinkan koreksi simultan dari astigmatisme pasien (Taneri et al., 2019). LRI tidak mahal, aman, mudah dilakukan, dan tidak menghalangi *fotoablasi laser excimer* di masa depan. Dengan mengurangi silinder, LRI dapat membuat fotoablasi laser excimer lebih presisi dan mengurangi jumlah pengangkatan jaringan yang diperlukan. LRI dapat dengan mudah diulang dan, yang paling penting, dapat dilakukan pada saat operasi katarak. Aspek LRI ini sangat penting di Amerika Serikat, karena saat ini tidak ada IOL presbiopia torik yang disetujui untuk digunakan (Rubenstein et al., 2013). Umumnya, pasien akan mentolerir 0,50 D silinder atau kurang. Namun, bukan hanya untuk memberikan penglihatan yang dapat ditoleransi, tetapi untuk melebihi harapan sehingga pasien katarak yang mendapatkan hasil yang baik dengan silinder residu 0,50 D (Fernández et al., 2017).

2.2.2. Kalkulator LRI

Kalkulator LRI dapat diakses melalui <https://www.lricalculator.com/> terdiri atas normogram DONO (Donnenfeld Normogram) dan normogram NAPA (Nichamin Age and Pachymetry Adjusted Normogram). Kedua normogram tersebut merupakan normogram yang sistemnya telah digunakan secara luas dalam prosedur LRI (Donnefeld dan Nichamin, 2022).

1. Normogram DONO

DONO Normogram digunakan karena kesederhanaannya dan untuk menghindari melakukan pachymetry kornea perifer untuk semua pasien yang disertakan. Kalkulator online juga memperhitungkan vektor dari *phaco incision* jika LRI sedang dilakukan pada saat operasi katarak. Seiring waktu, sebaiknya

mempersonalisasi salah satu normogram ini sesuai dengan teknik dan hasil pembedahan operator sendiri (Donnefeld dan Nichamin, 2022).

Tabel 1 Normogram DONO

Astigmatisme (dioptri)	Insisi
0,50 D	1 insisi, 1 1/2 jam (masing-masing 45 derajat)
0,75 D	2 insisi, 1 jam (masing-masing 30 derajat)
1,50 D	2 insisi, 2 jam (masing-masing 50 derajat)
3,00 D	2 insisi, 3 jam (masing-masing 90 derajat)

Keterangan tambahan:

- Gunakan 5 derajat lebih banyak untuk astigmatisme *against-the-rule*
- Gunakan 5 derajat lebih banyak untuk pasien yang lebih muda (<50 tahun)
- Gunakan 5 derajat lebih sedikit untuk pasien yang lebih tua (71-80 tahun)
- Gunakan 10 derajat lebih sedikit untuk pasien tertua (>80 tahun)
- Personalisasikan Donnenfeld Normogram ke instrumen dan hasil bedah masing-masing operator

Normogram DONO dinilai efektif untuk astigmatisme 0,5 s/d 3,0 D. Untuk derajat astigmaty yang lebih besar, diperlukan prosedur tambahan. Panjang maksimum yang disarankan untuk LRI adalah 90 derajat (3 jam). Setiap LRI 90 derajat menyediakan koreksi sekitar 1,5 D. Insisi fako dan LRI seharusnya tidak tumpang tindih. Kendala ini membatasi jumlah koreksi maksimum jika terdapat tumpang tindih antara sayatan fako dan LRI. Jika memungkinkan, buffer 10 derajat harus disimpan di antara sayatan fako dan LRI terdekat. Panjang LRI dalam normogram ini telah dibulatkan ke 0,1 D koreksi terdekat dan panjang 5 derajat terdekat. Untuk silinder yang diinduksi melalui pembedahan (SIA) sebesar 0-0,5 D, perangkat lunak kalkulator LRI mengasumsikan sayatan fako adalah 30 derajat. Untuk silinder yang diinduksi melalui pembedahan sebesar 0,5-1,0 D, kalkulator LRI *software* mengasumsikan sayatan fako sedikit lebih besar pada 40 derajat. Parasentesis netral secara astigmatik tetapi tidak boleh tumpang tindih dengan LRI (Donnefeld dan Nichamin, 2022).

2. Normogram NAPA

Normogram NAPA (*Nichamin Age dan Pachymetry Adjusted Normogram*) adalah sistem yang diterima secara luas untuk menghitung LRI. Perangkat lunak

kalkulator LRI menggunakan normogram DONO atau NAPA, sesuai dengan preferensi operator untuk perhitungannya. Kalkulator online juga memperhitungkan vektor dari sayatan fako jika LRI sedang dilakukan pada saat operasi katarak (Donnefeld dan Nichamin, 2022).

Tabel 2 Normogram NAPA pada Astigmat With-the-rule (*Steep meridian 31°-149°*)

PreOp-Cyl (Diopter)	Sayatan Berpasangan dalam Derajat ARC					
	20-30	31-40	41-50	51-60	61-70	81-80
0,75 D	40	35	35	30	30	25
1,00 D	45	40	40	45	35	30
1,25 D	55	50	45	40	35	35
1,50 D	60	55	50	45	40	40
1,75 D	65	60	55	50	45	45
2,00 D	70	65	60	55	50	45
2,25 D	75	70	65	60	55	50
2,50 D	80	75	70	65	60	55
2,75 D	85	80	75	70	65	60
3,00 D	90	90	85	80	70	65

Pengaturan kedalaman blade adalah 90% dari pachymetry tertipis

Tabel 3 Normogram NAPA pada Astigmat Against-the-rule (*steep meridian 0-30/150-180*)

PreOp-Cyl (Diopter)	Sayatan Berpasangan dalam Derajat ARC					
	20-30	31-40	41-50	51-60	61-70	81-80
0,75 D	45	40	40	35	35	30
1,00 D	50	45	45	40	40	35
1,25 D	55	55	50	45	40	35
1,50 D	60	60	55	50	45	40
1,75 D	65	65	60	55	50	45
2,00 D	70	70	65	60	55	50
2,25 D	75	75	70	65	60	55
2,50 D	80	80	75	70	65	60
2,75 D	85	85	80	75	70	65
3,00 D	90	90	85	80	75	70

Pengaturan kedalaman blade adalah 90% dari pachymetry tertipis

Normogram NAPA dinilai efektif untuk astigmat 0,75 s/d 3 D. Untuk derajat yang lebih besar, memerlukan prosedur tambahan. Untuk derajat yang lebih rendah, dapat menggunakan normogram DONO. Panjang maksimum yang disarankan untuk LRI adalah 90 derajat (3 jam). Setiap LRI 90 derajat memberikan

sekitar 1,5 Diopter koreksi. Normogram NAPA unik karena sayatan fako dan LRI dapat tumpang tindih. Ini membutuhkan penggunaan teknik sayatan tumpang tindih NAPA. Dengan menggunakan teknik ini, sebagian dari LRI dibuat terlebih dahulu dan diselesaikan pada panjang dan lokasi sayatan fako yang diperlukan. Sayatan fako kemudian dilakukan melalui luka ini. Busur LRI kemudian meluas ke panjang yang sesuai seperti yang ditentukan oleh normogram. (Donnefeld dan Nichamin, 2022).

2.2.3. Teknik Pembedahan

Dengan sistem koreksi astigmatisme apa pun, penentuan *steep meridian* atau meridian curam yang akurat sangat penting. Axis silinder plus dari pembiasan manifes digunakan, karena ini menyumbang astigmatisme kornea dan lenticular, yang mana "*manifest*" dalam refraksi atau pembiasan. Jika lensa kristalina akan diekstraksi pada saat operasi insisional astigmatis (yaitu, LRI), koreksi harus didasarkan pada meridian curam dan besarnya yang diukur dengan topografi kornea atau keratometri. Keratoskopi/aberrometry intraoperatif dapat membantu dalam menentukan lokasi dan efek sayatan. Jumlah pengobatan untuk tingkat astigmatisme tertentu yang menggunakan LRI dapat ditentukan dari salah satu dari beberapa nomogram (Patel, 2022).

Kriteria untuk LRI dalam hubungannya dengan *temporal clearcorneal incision* adalah keratometri astigmat WTR yang telah ada sebelumnya $\geq 0,75$ D atau keratometrik astigmat ATR yang sudah ada sebelumnya $\geq 1,25$ D. Kriteria ini berasal dari studi tentang efek astigmatik dari temporal clear-corneal incision standar 3,2-3,5 mm, yang menghasilkan perubahan sekitar 0,3 D WTR. Panjang dan jumlah LRI ditentukan menurut nomogram berdasarkan usia dan astigmatisme kornea pra operasi (Tabel 2 dan 3). LRI biasanya menyebabkan pergeseran hiperopik ringan sekitar 0,2 D, dan ini harus diperhitungkan ketika memilih daya IOL (Lindstrom et al., 2010). Dengan menggunakan pena penanda bedah, untuk membuat tanda referensi dengan pasien posisi duduk, sebaiknya di slit lamp. Menandai dengan pasien dalam posisi ini menghindari kesalahan tanda referensi karena siklotorsi mata. Studi telah menunjukkan bahwa hingga 15° *cyclotorsion* dapat terjadi ketika pasien bergerak dari posisi tegak ke posisi terlentang. Secara

bersamaan, selama operasi katarak, sayatan LRI ditempatkan di kornea perifer dekat limbus (Brar et al., 2020)

Teknik LRI biasanya dilakukan pada awal operasi katarak karena kondisi epitel yang masih baik dan tekanan bola mata yang masih dapat diprediksi (Rubenstein et al, 2013; Patel et al., 2022). Pasien diposisikan dalam kondisi duduk dan kornea diberi tanda di arah pukul 12 dan pukul 6. Insisi LRI dilakukan dengan suatu *diamond knife* atau *metal CRI knives*. Insisi berbentuk arkus sedalam 500-600 mm pada zona optik konsentris 10-11 mm dibuat di dekat limbus dan episklera dipegang dengan menggunakan *forceps*. Kedalaman dari sayatan harus konsisten untuk mencegah terbentuknya iregularitas (Patel et al., 2022)

Kedalaman dari insisi yang dilakukan biasanya sekitar 600 mikron, namun bervariasi antara 450 sampai 650 mikron (Patel et al., 2022). Meskipun ketebalan kornea bervariasi bagi tiap pasien, kedalaman sayatan yang paling disukai adalah 600 μm . Namun demikian, mengambil pengukuran pachymeter di lokasi pemotongan dianjurkan untuk mencegah perforasi yang tidak disengaja ke dalam anterior chamber (Taneri et al., 2019). Berdasarkan Rubenstein et al, insisi dilakukan dengan kedalaman sekitar 90% dengan menggunakan pisau bedah. Bila LRI mendekati insisi parasentesis, parasentesis perlu dibuat di bagian perifer dari LRI untuk menghindari perpotongan insisi (Rubenstein et al., 2013). Namun demikian, mengambil pengukuran *pachymetry* di lokasi pemotongan dianjurkan untuk mencegah perforasi yang tidak disengaja ke dalam bilik mata depan (Taneri et al., 2019)

Pasca operasi, prednisolon asetat topikal dan tetes mata moksifloksasin atau ofloxacin diberikan 5 kali sehari. Steroid topikal di-tapering setiap minggu, sementara antibiotik topikal dihentikan pada hari ke-10. Tidak ada komplikasi intra operasi atau pasca operasi yang terjadi (Muftuoglu et al., 2016).

2.2.4. Hasil Pembedahan

Studi tentang LRI terbatas, tetapi sayatan ini sering digunakan dengan hasil yang tampaknya baik pada pasien astigmatis yang menjalani operasi katarak. Satu studi menunjukkan perubahan absolut dalam astigmatisme refraksi sebesar $1,72 \pm 0,81$ D setelah LRI pada pasien dengan astigmatisme campuran. Astigmat menurun sebesar 0,91 D, atau 44%. Insisi di meridian horizontal telah dilaporkan

menyebabkan koreksi astigmatik sekitar dua kali lebih banyak daripada yang ada di meridian vertikal (Brar et al., 2020)

Dalam satu studi meta analisis yang dilakukan oleh Lake (2019) yang membandingkan penggunaan teknik pembedahan LRI dengan *toric* IOL dalam menangani astigmatisme selama operasi katarak fakoemulsifikasi menemukan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam hal perbaikan ketajaman penglihatan post operatif dan perbaikan kualitas hidup. Hasil serupa ditemukan pada studi prospektif non randomisasi yang dilakukan oleh Rabei (2016), membandingkan penggunaan teknik *limbal relaxing incisions, extended-on-axis incision* dan *toric intraocular lens* terhadap pasien katarak yang mengalami astigmat dengan hasil keratometri ≥ 1.25 D. Ditemukan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok dalam menurunkan tingkat astigmat selama operasi fakoemulsifikasi. Sedangkan pada studi acak prospektif bilateral tersamar yang dilakukan oleh Hirschall (2014) pada pasien katarak bilateral yang mengalami astigmat, dilakukan pemasangan torik IOL pada salah satu mata dan mata lainnya dilakukan pemasangan *nontoric* IOL + LRI. Ditemukan bahwa kedua metode mampu menurunkan tingkat astigmat. Pada penelitian ini diketahui bahwa penggunaan toric IOL (1.74 ± 0.64 D) lebih superior dibandingkan penggunaan LRI (1.27 ± 0.76 D) dalam mengoreksi tingkat astigmat ($p= 0.042$).

Pada studi retrospektif yang dilakukan oleh Lee (2016) terhadap pasien katarak yang mengalami astigmat sedang (2.00-3.00 D) dan astigmat berat (3.00-4.00 D). Setelah mendapatkan terapi astigmat LRI, pada grup astigmat sedang ditemukan rerata perbaikan sebesar 1.33 ± 0.61 D ($p=0.001$) dan pada grup astigmat berat ditemukan rerata perbaikan sebesar 2.16 ± 0.66 D ($p=0.003$). Pada studi ini, juga menilai perbaikan astigmat pasien katarak yang menerima toric IOL. Hasilnya, toric IOL tampak lebih superior dibandingkan dengan LRI ($p < 0.001$).

Pada penelitian retrospektif yang dilakukan oleh Kim (2010) pada pasien menerima LRI selama operasi katarak terhadap astigmat WTR ≥ 1.5 D. Studi ini membandingkan penggunaan insisi tunggal dan insisi ganda pada LRI. Ditemukan bahwa insisi tunggal LRI + insisi kornea jernih mampu menurunkan tingkat astigmat sebesar 47%. Sedangkan insisi ganda LRI + insisi kornea jernih mampu

menurunkan tingkat astigmat sebesar 48%. Efektivitas insisi tunggal dan insisi berpasangan LRI tampak memiliki efektivitas yang serupa.

2.2.5. Komplikasi

LRI dapat mengurangi astigmatisme kornea dan meningkatkan visus pasien yang menjalani fakoemulsifikasi dengan insisi temporal tunggal yang dapat mendatarkan kornea pada meridian yang diinsisi (Nunez et al., 2019; Rubenstein et al., 2013). Bila dikombinasi dengan tindakan MICS, LRI dapat memperbaiki astigmatisme kornea dengan akurasi yang lebih dapat diprediksi (Rubenstein, 2013). Keuntungan dari metode LRI ini adalah biaya yang terjangkau dengan instrumentasi yang lebih murah. Panjang maksimum dari insisi pada nomogram yang berbeda adalah 90° dan diperkirakan dapat mengoreksi astigmatisme sampai 1.5 D (Nunez et al., 2019)

Selain itu, keuntungan lain dari teknik LRI adalah mudah untuk dilakukan dan kecil kemungkinannya untuk terjadi overkoreksi. Selain itu, teknik LRI memberikan stabilisasi refraksi postoperatif yang lebih cepat dan topografi postoperatif yang lebih baik dan homogen. LRI juga baik digunakan untuk astigmatisme derajat rendah atau sedang dengan ukuran kurang dari 3 D serta astigmatisme iregular (Patel et al., 2022).

Untuk terapi astigmatisme derajat tinggi, teknik LRI dapat dilakukan bersamaan dengan pemasangan *toric* IOL. Selain itu, LRI dapat digunakan ketika implantasi *toric* IOL menjadi kontraindikasi akibat adanya kerusakan kapsul lensa atau instabilitas dari *zonule of Zinn* serta menjadi pilihan untuk pasien dengan astigmatisme dan presbiopia (Patel et al., 2022)

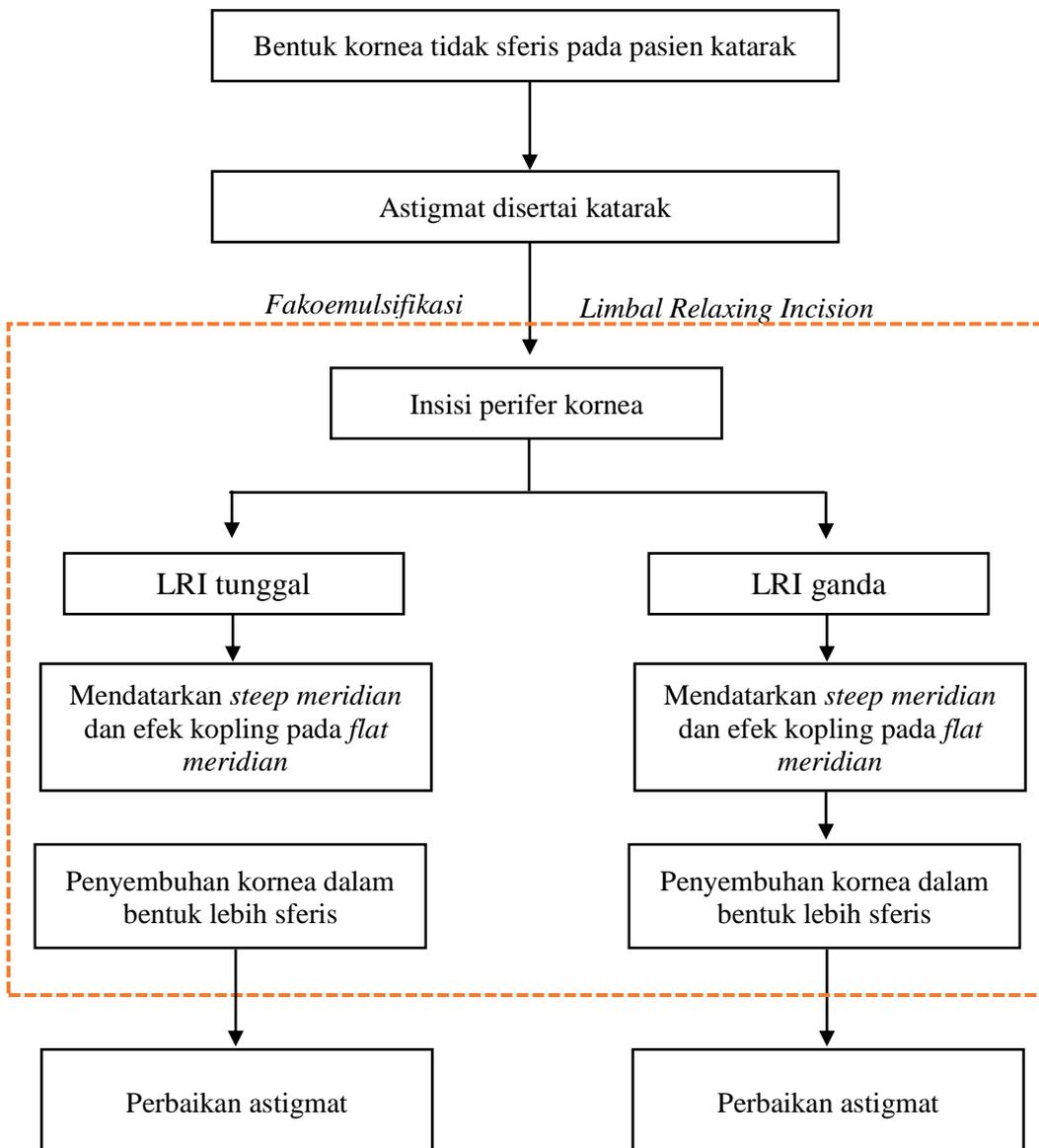
Kekurangan dari teknik LRI adalah ukuran insisi yang cukup besar, sekitar satu atau dua insisi arah jam 1 sampai jam 3 berbentuk seperempat lingkaran (Patel et al., 2022). Selain itu, efikasi dalam menurunkan astigmatisme terbatas bila dibandingkan dengan penggunaan laser atau implantasi *toric* IOL. Prediktabilitas dan stabilitas perbaikan astigmatisme dalam penggunaan LRI kurang baik dibandingkan dengan penggunaan *toric* IOL. Selain itu, PCLRI tidak boleh dilakukan pada kornea yang memiliki topografi *ectasia*. Insisi pada limbus juga dapat menyebabkan perasaan seperti sensasi benda asing, penurunan sensitivitas

kornea, dan peningkatan kekeringan pada mata setelah tindakan bedah (Nunez et al., 2019).

Setelah melakukan tindakan operasi, *follow-up* postoperatif perlu dilakukan secara rutin seperti pemeriksaan refraksi dan topografi kornea postoperatif untuk mengidentifikasi efek terapi yang telah diberikan. Komplikasi yang mungkin terjadi setelah dilakukan tindakan LRI adalah infeksi, overkoreksi, *undercorrection*, perforasi kornea, SIA (*surgically induced astigmatism*), rasa tidak nyaman, dan penurunan sensasi dari kornea. Overkoreksi dapat diperbaiki dengan menjahit insisi yang telah dilakukan ketika status refraksi telah stabil (Patel et al., 2022).

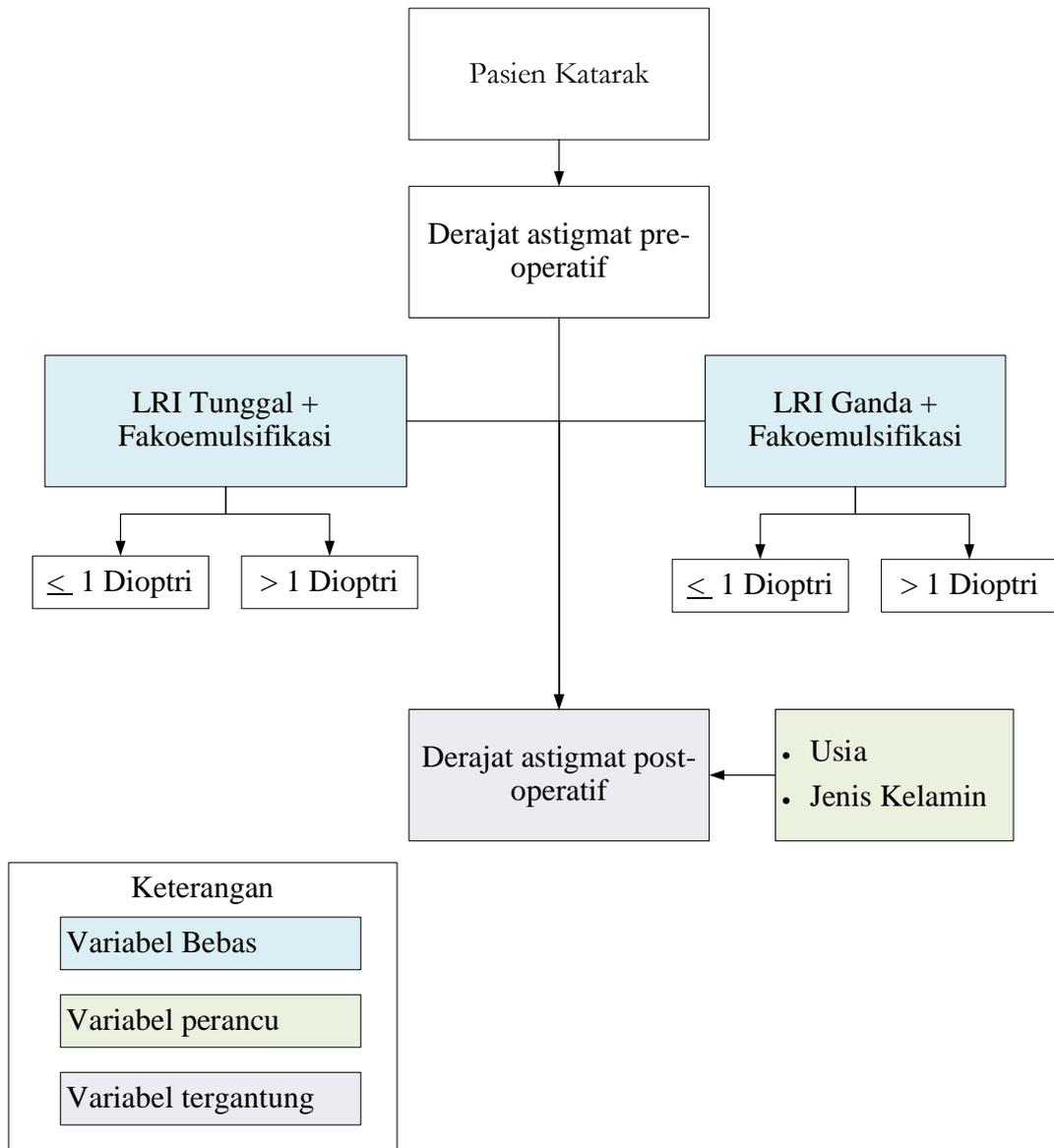
Kontraindikasi dari teknik LRI adalah *keratoconus*, penyakit autoimun, penyakit kornea perifer, degenerasi *Terrien* atau *furrow degeneration*, *corneal ectasia*, penipisan bagian perifer, *dry eye* berat yang berkaitan dengan penyakit reumatoid, dan operasi kornea sebelumnya terutama yang melibatkan prosedur insisional (Lake et al., 2019; Patel et al., 2022).

2.3. Kerangka Teori



Gambar 3 Kerangka Teori

2.4. Kerangka Konsep



Gambar 4 Kerangka Konsep