

**PENGUKURAN STABILITAS ANTERIOR-POSTERIOR
LUTUT DAN KORELASINYA TERHADAP LUARAN
FUNGSIONAL PASCA REKONSTRUKSI LIGAMEN
KRUSIATUM ANTERIOR MENGGUNAKAN IMPLAN
PABRIKAN DAN IMPLAN MODIFIKASI**

*MEASUREMENT OF ANTERIOR-POSTERIOR KNEE STABILITY
AND ITS CORRELATION TO FUNCTIONAL OUTCOME
FOLLOWING ARTHROSCOPIC ANTERIOR CRUCIATE
LIGAMENT RECONSTRUCTION USING FACTORY-MADE AND
MODIFIED IMPLANT*



Oleh :

Erich Svante Subagio

Pembimbing:

Dr. dr. Muhammad Sakti, Sp.OT (K)
dr. Muhammad Ihsan Kitta, M.Kes, Sp.OT (K)

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp.1)
PROGRAM STUDI ORTOPEDI DAN TRAUMATOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**PENGUKURAN STABILITAS ANTERIOR-POSTERIOR
LUTUT DAN KORELASINYA TERHADAP LUARAN
FUNGSIONAL PASCA REKONSTRUKSI LIGAMEN
KRUSIATUM ANTERIOR MENGGUNAKAN IMPLAN
PABRIKAN DAN IMPLAN MODIFIKASI**

*MEASUREMENT OF ANTERIOR-POSTERIOR KNEE STABILITY
AND ITS CORRELATION TO FUNCTIONAL OUTCOME
FOLLOWING ARTHROSCOPIC ANTERIOR CRUCIATE
LIGAMENT RECONSTRUCTION USING FACTORY-MADE AND
MODIFIED IMPLANT*



Oleh :

Erich Svante Subagio

Pembimbing:

Dr. dr. Muhammad Sakti, Sp.OT (K)
dr. Muhammad Ihsan Kitta, M.Kes, Sp.OT (K)

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp.1)
PROGRAM STUDI ORTOPEDI DAN TRAUMATOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**PENGUKURAN STABILITAS ANTERIOR-POSTERIOR
LUTUT DAN KORELASINYA TERHADAP LUARAN
FUNGSIONAL PASCA REKONSTRUKSI LIGAMEN
KRUSIATUM ANTERIOR MENGGUNAKAN IMPLAN
PABRIKAN DAN IMPLAN MODIFIKASI**

Karya Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Spesialis

Program Studi Spesialis-1

Pendidikan Dokter Spesialis Ortopedi dan Traumatologi

Disusun dan Diajukan

oleh:

Erich Svante Subagio

Kepada

**KONSENTRASI PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp-1)
PROGRAM STUDI ORTOPEDI DAN TRAUMATOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

KARYA AKHIR

**MEASUREMENT OF ANTERIOR-POSTERIOR KNEE STABILITY
AND ITS CORRELATION TO FUNCTIONAL OUTCOME
FOLLOWING ARTHROSCOPIC ANTERIOR CRUCIATE
LIGAMENT RECONSTRUCTION
USING FACTORY-MADE AND MODIFIED IMPLANT**

Disusun dan diajukan oleh :

Erich Svante Subagio

Nomor Pokok : C145181003

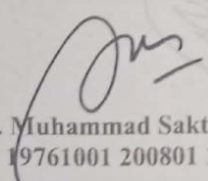
telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Ortopedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin pada tanggal 05 Januari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

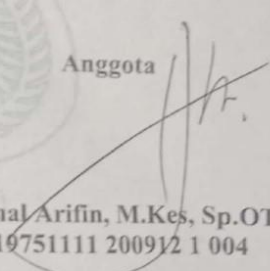
Menyetujui ,

Komisi Penasihat

Ketua

Anggota


DR. dr. Muhammad Sakti, Sp.OT (K)
19761001 200801 1 013

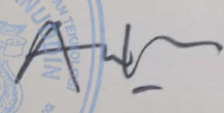

dr. Jainal Arifin, M.Kes, Sp.OT (K)
19751111 200912 1 004

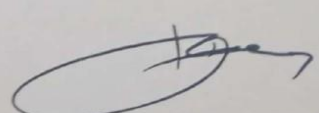
Pembimbing Utama

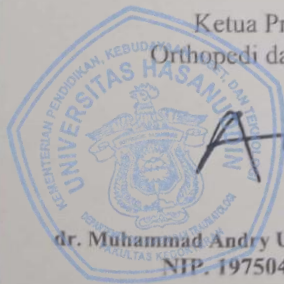
Pembimbing Anggota

Ketua Program Studi
Ortopedi dan Traumatologi

Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin


dr. Muhammad Andry Usman, Ph.D, Sp.OT (K)
NIP. 19750404 200812 1 001


Prof. DR. dr. Haerani Rasyid, Sp.PD, KGH, Sp.GK, M.Kes
NIP . 19680530 199603 2 001



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : dr. Erich Svante Subagio, MPH
No Stambuk : C145181003
Program Studi : PPDS-1 Ortopedi dan Traumatologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 5 Januari 2022



dr. Erich Svante Subagio, MPH

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat dan penyertaan-Nya, penelitian ini, yang merupakan karya akhir dan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan spesialis Ilmu Ortopedi dan Traumatologi di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar, telah dapat diselesaikan dan dipresentasikan.

Penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada Dr. dr. Muhammad Sakti, Sp.OT(K) selaku pembimbing I; dr. Muhammad Ihsan Kitta, M.Kes, Sp.OT(K) selaku pembimbing II serta dr. Arifin Seweng, MPH selaku pembimbing statistik; yang telah bersedia membimbing dengan arif dan bijaksana, mencurahkan waktu, pengetahuan dan pengalaman dalam berbagai kesempatan konsultasi di tengah kesibukan masing-masing pembimbing.

Penulis juga mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kepala Departemen Ortopedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Dr. dr. Muhammad Sakti, Sp.OT(K); Ketua Program Studi Ortopedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dr. Muhammad Andry Usman, Ph.D, Sp.OT(K) serta seluruh staf pendidik yang telah mendidik dan memberi arahan kepada penulis selama proses pendidikan.
2. Penasihat akademik Prof. Dr. dr. A. Idrus Paturusi, Sp.B, Sp.OT(K)Spine, dr. Henry Yurianto, M.Phil, Ph.D(K), dr. Ruksal Saleh, Ph.D(K) atas segala dukungan dan bimbingan dalam lingkup akademik dan non-akademik yang telah diberikan selama penulis menjalani proses pendidikan.
3. Ketua TK-PPDS, Ketua Konsentrasi, Ketua Program Studi Biomedik, serta seluruh staf pengajar pada Konsentrasi Pendidikan Dokter Spesialis Terpadu Program Biomedik Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama penulis menjalani proses pendidikan.

4. Teman sejawat peserta PPDS-1 Ortopedi dan Traumatologi atas bantuan dan kerjasamanya selama penulis menjalani proses pendidikan.
5. Perawat, Paramedis, serta seluruh staf RSUP Dr. Wahidin Surdirohusodo dan seluruh staf rumah sakit jejaring pendidikan lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas kerjasama dan sharing ilmu dan pengalaman selama penulis menjalani proses pendidikan.
6. Semua pihak yang namanya tidak tercantum namun telah banyak memberi kontribusi bagi penulis untuk dapat menyelesaikan karya akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat berguna bagi perkembangan ilmu Ortopedi dan Traumatologi dan membawa kebaikan bagi semua orang.

Makassar, Oktober 2022

Erich Svante Subagio

ABSTRACT

SUBAGIO, Pengukuran Stabilitas Anterior-Posterior Lutut dan Korelasinya Terhadap Luaran Fungsional Pasca Rekonstruksi Ligamen Krusiatum Anterior Menggunakan Implan Pabrikan dan Implan Modifikasi (dibimbing oleh Muh Sakti, Muh Ihsan Kitta)

Operasi rekonstruksi merupakan standar baku tatalaksana untuk robekan ligamen krusiatum anterior (ACL). Kendati demikian, implan buatan pabrik yang digunakan untuk operasi tersebut seringkali tidak dapat dijangkau oleh pasien dengan keterbatasan finansial. Salah satu ahli bedah ortopedi senior konsultans *Sports Medicine* di Universitas Hasanuddin Indonesia telah mengembangkan teknik modifikasi implan pada tahun 2012 dan mengamati hasil yang baik secara klinis dengan menggunakan teknik ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil rekonstruksi ACL menggunakan implan modifikasi dibandingkan dengan implan buatan pabrik. Kami mengevaluasi 44 pasien dengan rekonstruksi ACL primer, yang terdiri dari 32 pasien dari kelompok implan yang dimodifikasi dan 12 pasien dari kelompok implan buatan pabrik selama periode Agustus 2019 dan Agustus 2021. Pada bulan ke-3, 6, dan 12, pasien dievaluasi translasi lutut anteroposterior serta luaran fungsional (menggunakan skala *Lysholm*). Data kemudian dianalisis menggunakan uji Mann-Whitney U dan uji korelasi Spearman. Dalam penelitian ini kami menemukan (1) Uji statistik komparatif menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) pada nilai rata-rata translasi anteroposterior dan hasil fungsional antara kedua kelompok pada setiap periode pemantauan (bulan ke-3, ke-6, dan ke-12); (2) Korelasi positif yang signifikan secara statistik ditemukan antara translasi anteroposterior dengan luaran fungsional pada kelompok implan yang dimodifikasi; (3) Kami menemukan kekuatan korelasi sedang pada bulan ke-6 dan bulan ke-12, namun tidak ada korelasi statistik yang ditemukan pada kedua kelompok studi pada durasi evaluasi lain. Kami menyimpulkan bahwa stabilitas lutut anteroposterior dan hasil fungsional setelah rekonstruksi ACL menggunakan implan yang dimodifikasi sebanding dengan implan buatan pabrik, kendati biaya implan modifikasi lebih murah. Penentuan keberhasilan rekonstruksi ACL tidak dapat semata-mata dilakukan dengan mengukur besarnya translasi lutut, tetapi juga memerlukan evaluasi yang komprehensif termasuk penilaian klinis dari hasil fungsional dan kepuasan pasien.

Kata kunci: rekonstruksi ACL, translasi anteroposterior, hasil fungsional, implan modifikasi

ABSTRACT

SUBAGIO, Measurement of Anterior-Posterior Knee Stability and Its Correlation to Functional Outcome Following Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Factory-Made and Modified Implant (supervised by Muh Sakti, Muh Ihsan Kitta)

Reconstruction surgery becomes the gold standard of management for Anterior Cruciate Ligament (ACL) tear. Nevertheless, the factory-made implants needed for the surgery are often inaccessible for patients with financial constraints. our senior sports-orthopaedic surgeon at Hasanuddin University Indonesia has developed an implant-modification technique in 2012 and observed good clinical outcomes shown by this technique. This study aims to assess the outcome of ACL reconstruction using modified implant in comparison to factory-made implant. Between August 2019 and August 2021, we evaluated 44 patients with primary ACL reconstruction, which consists of 32 patients from modified implant group and 12 patients from factory-made implant group. Patients were evaluated prospectively at the 3rd, 6th, and 12th month for the anteroposterior knee translation and functional outcome (Lysholm knee scoring scale). Data were analyzed using Mann-Whitney U test and Spearman's correlation test. In this study we found (1) The comparative statistic test showed no significant difference ($p > 0.05$) in the mean value of anteroposterior translation and functional outcomes between the two groups at each monitoring period (3rd, 6th, and 12th month); (2) A statistically significant positive correlation was found between anteroposterior translation and functional outcome in the modified implant group (3) The study showed moderate correlation strength in the 6th month and 12th month of the evaluation period but no statistical correlation was found in both study groups at any other time points. We concluded that the anteroposterior knee stability and functional outcome following ACL reconstruction using modified implants are comparable to factory-made implants despite their affordable price. Determination of the success of ACL reconstruction cannot be solely made by measuring the knee translational magnitude, but also requires comprehensive evaluation including clinical assessment of the functional outcome and patient satisfaction.

Keywords: ACL reconstruction, anteroposterior translation, functional outcome, implant modification

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR BAGAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4. Kegunaan Penelitian	5
1.4.1 Kegunaan Teoritis	5
1.4.2 Kegunaan Praktis	5

BAB II. KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

2.1. KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1.1. Stabilitas sendi lutut	6
2.1.1.1. Anatomi dan fungsi stabilisator sendi lutut.....	6

2.1.1.2. Evaluasi stabilitas sendi lutut.....	9
2.1.2 Cedera Anterior Cruciate Ligament (ACL)	15
2.1.2.1. Epidemiologi	15
2.1.2.2. Patomekanisme cedera ACL	17
2.1.2.3. Rekonstruksi ACL.....	19
2.2. KERANGKA PENELITIAN	21
2.3. HIPOTESIS PENELITIAN	22

BAB III. BAHAN / OBJEK DAN METODE PENELITIAN

3.1. BAHAN / OBJEK PENELITIAN.....	23
3.1.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.1.2. Populasi Penelitian.....	23
3.1.3. Sampel Penelitian dan Cara Pengambilan Sampel	23
3.1.4. Besaran sampel penelitian.....	24
3.1.5. Kriteria Inklusi dan Eksklusi	25
3.1.6. Alat dan Bahan.....	26
3.2. METODE PENELITIAN.....	27
3.2.1. Desain Penelitian	27
3.2.2. Cara Penelitian	27
3.2.3. Alur Penelitian	28
3.2.4. Definisi Operasional	29
3.2.5. Identifikasi dan Klasifikasi Variabel	30
3.2.6. Analisis Statistik	30

3.2.7. Ethical Clearance	31
--------------------------------	----

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. HASIL PENELITIAN.....	32
4.1.1. Karakteristik Sampel.....	32
4.1.2. Stabilitas Anterior-Posterior Lutut Pre dan Pasca Rekonstruksi Ligamentum Krusiatum Anterior	36
4.1.3. Luaran Fungsional Pasca Rekonstruksi Ligamentum Krusiatum Anterior.....	38
4.1.4. Korelasi Stabilitas Anterior-Posterior Dengan Luaran Fungsional Pasca Rekonstruksi Ligamentum Krusiatum Anterior.....	40
4.2. PEMBAHASAN	43
4.2.1. Profil Sampel Penelitian.....	43
4.2.2. Stabilitas Sendi Lutut Pre Rekonstruksi ACL.....	44
4.2.3. Stabilitas Sendi Lutut Pasca Rekonstruksi ACL.....	47
4.2.4. Luaran Fungsional Pasca Rekonstruksi Ligamentum Krusiatum Anterior.....	49

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN.....	51
5.2. SARAN	51

DAFTAR PUSTAKA	54
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	59
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Evaluasi stabilitas sendi lutut	14
Tabel 2. Angka kekerapan ruptur ACL berdasar jenis olahraga di Amerika Serikat	16
Tabel 3. Definisi Operasional Penelitian.....	29
Tabel 4. Perbandingan preoperatif translasi anterior-posterior (AP)	36
Tabel 5. Perbandingan postoperatif translasi anterior-posterior (AP).....	38
Tabel 6. Perbandingan postoperatif luaran fungsional (Skor <i>Lysholm</i>)	40
Tabel 7. Korelasi translasi anterior-posterior (AT) dengan luaran fungsional (LS) pada bulan ke-3 pasca operasi.....	41
Tabel 8. Korelasi translasi anterior-posterior (AT) dengan luaran fungsional (LS) pada bulan ke-6 pasca operasi.....	41
Tabel 9. Korelasi translasi anterior-posterior (AT) dengan luaran fungsional (LS) pada bulan ke-12 pasca operasi.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tes Lachman	11
Gambar 2. Tes Anterior Drawer.....	12
Gambar 3. <i>Drop out</i> kelompok implan modifikasi dan pabrikan	34
Gambar 4. Profil data sampel.....	35
Gambar 5. Perbandingan postoperatif translasi anterior-posterior (AP).....	37
Gambar 6. Perbandingan postoperatif luaran fungsional (Skor <i>Lysholm</i>)	39
Gambar 7. Perbedaan translasi subjek sadar dan saat tidak sadar.....	46
Gambar 8. Implan pabrikan.....	59
Gambar 9. Implan modifikasi	59
Gambar 10. Operasi dengan menggunakan implan modifikasi	60
Gambar 11. Perbedaan translasi subjek sadar dan saat tidak sadar.....	61

DAFTAR BAGAN

Bagan 1. Kerangka Penelitian	21
Bagan 2. Alur Penelitian	28
Bagan 3. Populasi dan sampel penelitian.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Implan pabrikan	59
Lampiran 2. Implan modifikasi	59
Lampiran 3. Artroskopi rekonstruksi ACL menggunakan graf tendon semitendinosus dan fikasi implan modifikasi	60
Lampiran 4. Pengukuran <i>generalized laxity</i> dan translasi anterior-posterior.....	61
Lampiran 5. Data penelitian	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) kerap ditemui pada atlet usia muda¹ dan pada kelompok orang dengan aktivitas fisik tinggi, terutama aktivitas dengan perubahan arah gerak tubuh mendadak² (contoh: gerak *pivoting* pada olahraga). Rendahnya kemampuan ACL untuk pulih secara alami merupakan alasan utama tindakan operatif rekonstruksi menjadi baku emas untuk tatalaksana cedera ACL.³ Tujuan utama dari tindakan rekonstruksi ACL adalah pemulihan stabilitas sendi lutut, mengembalikan rentang gerak normal sehingga pasien dapat kembali melakukan aktivitas rutin maupun aktivitas olahraga serta mencegah terjadinya lesi sekunder pada meniskus dan onset dini osteoarthritis.^{4,5}

Pauzenberger et. al pada publikasinya menyebutkan bahwa tingginya angka cedera ACL di Amerika menyebabkan tindakan rekonstruksi ACL menjadi tindakan operatif ortopedi yang sangat sering dilakukan.⁴ Kepuasan pasien terhadap hasil rekonstruksi ACL pun bervariasi antara 75% hingga 95%^{6,7} Berbagai teknik dan material telah dikembangkan seiring teknologi dan *evidence based* terkini untuk memberi hasil optimal pada pasien. Teknik operasi, jenis graft serta metode fiksasi graft seringkali menjadi bahasandiskusi dalam menentukan rencana tindakan rekonstruksi ACL.

Endobutton dan *interference screw* sebagai implan fiksasi graft merupakan implan pabrikan saat ini, namun seringkali implan pabrikan ini tidak dapat dijangkau secara finansial oleh pasien. Salah satu teknik terkini yang sedang dikembangkan oleh konsultan *Sports Orthopaedic* di Universitas Hasanuddin sebagai solusi atas kendala tersebut adalah penggunaan implan modifikasi berupa *reconstruction plate* yang dimodifikasi sebagai alternatif pengganti *endobutton*, serta *cortical screw* dan *washer* sebagai alternatif pengganti *interference screw*. Berbagai penelitian sedang dilakukan saat ini untuk menilai efektivitas dan efisiensi implan modifikasi ini.

Instabilitas anterior-posterior lutut kerap terjadi pasca operasi rekonstruksi ACL dikarenakan graft tendon akan memanjang pasca rekonstruksi hingga sepertiga panjang awal, dan dapat menyebabkan hasil positif pada tes *Lachman* dan *Pivot*.⁸ Berbagai studi menunjukkan bahwa instabilitas sendi lutut pasca rekonstruksi ACL akan mengalami perbaikan secara signifikan dari waktu ke waktu yang umumnya akan mulai menghilang pada bulan ke-6.^{1,2} Studi prospektif yang dilakukan oleh Ahlden et. al pada tahun 2009¹ terhadap kelompok *bone-patellar tendon-bone* (BPTB) dan kelompok *hamstring* (HS) menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan *laxity* (instabilitas) sendi lutut pasca rekonstruksi ACL pada kedua kelompok tersebut. Lebih jauh Ahlden et. al menjelaskan bahwa terdapat tendensi penurunan *laxity* pasca operasi seiring waktu pada kedua kelompok studi.¹

Walaupun demikian, ada pula studi yang menunjukkan inkonsistensi stabilitas yang tampak dari perubahan tren *laxity* sebagaimana dijabarkan

dalam studi yang dilakukan oleh Brandsson et. al bahwa terjadi perbaikan *laxity* pada pengukuran tahun kedua dibanding pengukuran preoperatif, namun terjadi peningkatan *laxity* pada tahun ketujuh.⁹ Inkonsistensi juga dilaporkan oleh Kim et. al dalam *review article* yang dipublikasi tahun 2013¹⁰ pada jenis graft yang berbeda. Dalam review tersebut Kim menyimpulkan beberapa studi menunjukkan *laxity* yang sama dan luaran fungsional (*functional outcome*) yang berkorelasi pada kelompok *bone-patellar tendon- bone* (BPTB) dan *hamstring tendon* (HS), namun studi lain menunjukkan bahwa BPTB lebih superior dalam hal stabilitas, namun hal ini tidak berkorelasi dengan luaran fungsional.¹⁰

Laxity menyeluruh (*generalized ligamentous laxity*) pada ligamen-ligamen di tubuh juga memiliki kontribusi dalam hal ini dan sering kali diasosiasikan dengan peningkatan insiden cedera ACL. Kendati demikian, belum ada studi ilmiah ataupun literatur yang dipublikasi secara luas mengenai hubungan *laxity* ligamen dengan insiden revisi rekonstruksi ACL.¹¹ Akhtar et. al menyimpulkan kemungkinan individu yang memiliki *generalized ligamentous laxity* dan menjalani operasi rekonstruksi ACL baik dengan BPTB ataupun dengan HS memiliki kemungkinan terjadi peregangan graft seiring waktu yang akhirnya mengarah kepada kegagalan fungsi dikarenakan insufisiensi graft¹¹ dan mungkin memerlukan revisi rekonstruksi ACL.

Kendati demikian, belum ada kajian statistik dan studi ilmiah mengenai *laxity* pada sendi lutut pasca rekonstruksi ACL dengan menggunakan implan

modifikasi. Studi jangka pendek pada kelompok implan modifikasi mengenai luaran fungsional telah dilakukan (dan studi radiografis saat ini tengah berjalan) namun belum ada studi mengenai *laxity* yang pernah dilakukan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Apakah terdapat perbedaan stabilitas anterior-posterior lutut pasca rekonstruksi ACL dengan menggunakan implan modifikasi dibanding implan pabrikan?
2. Apakah stabilitas anterior-posterior lutut pasca rekonstruksi ACL berkorelasi terhadap luaran fungsional?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1.3.1 TUJUAN UMUM

Untuk mengetahui perbedaan stabilitas anterior-posterior lutut pada pasien pasca rekonstruksi ACL menggunakan implan modifikasi dibanding implan pabrikan

1.3.2 TUJUAN KHUSUS

1. Untuk mengetahui stabilitas anterior-posterior lutut pada pasien pasca rekonstruksi ACL menggunakan implan modifikasi
2. Untuk mengetahui stabilitas anterior-posterior lutut pada pasien pasca rekonstruksi ACL menggunakan implan pabrikan

3. Untuk mengetahui bila stabilitas anterior-posterior lutut pasca operasi rekonstruksi ACL memiliki korelasi terhadap luaran fungsional pasien

1.4 KEGUNAAN PENELITIAN

1.4.1 KEGUNAAN TEORITIS

Memberikan pemahaman ilmiah dan statistik mengenai stabilitas anterior-posterior sendi lutut pada pasien pasca rekonstruksi ACL menggunakan implan modifikasi maupun implan pabrikan, serta pengaruhnya terhadap luaran fungsional pasien

1.4.2 KEGUNAAN PRAKTIS

Penelitian ini diharap dapat memberi kontribusi ilmiah terhadap pemilihan implan pada operasi rekonstruksi ACL, serta memberi pemahaman tentang evaluasi lanjutan pasca operasi (khususnya stabilitas anterior-posterior sendi lutut) dan kaitannya dengan luaran fungsional pasien pasca rekonstruksi ACL.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA,

KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

2.1. KAJIAN PUSTAKA

2.1.1. Stabilitas sendi lutut

2.1.1.1. Anatomi dan fisiologi stabilisator sendi lutut

Stabilitas sendi memegang peranan penting terhadap kejadian cedera, dan hal ini merupakan salah satu topik yang sedang berkembang dalam aspek penelitian pada 10 tahun terakhir.¹² Secara klinis, instabilitas sendi lutut dapat meningkatkan resiko jatuh, serta memperpanjang waktu rehabilitasi.^{13,14}

Stabilitas sendi lutut secara utama dibentuk oleh struktur-struktur kompleks yang saling terkait antara stabilisator pasif (ligamen kolateral, ligamen krusiatum, meniskus, serta kapsul sendi) dan stabilisator aktif (otot quadriceps, hamstrings serta otot popliteus)¹⁵ Struktur-struktur pembentuk stabilisator tersebut harus bekerja secara sinergis untuk menghasilkan keseimbangan sendi lutut. Walaupun dikatakan keseimbangan antara otot quadriceps dan hamstring yang penting dalam menjaga stabilitas lutut, namun quadriceps sendiri ternyata memiliki kontribusi terhadap cedera ACL. Kontraksi dari quadriceps dapat meningkatkan regangan (*strain*) pada ACL saat lutut berada dalam posisi fleksi 10°-30°.¹⁶

Keseimbangan antara otot hamstring dan quadriceps penting dalam menjaga regangan (*strain*) pada ACL. Jika quadriceps memiliki gaya tarikan anterior lebih besar dari hamstring, maka akan terjadi gaya robekan anterior (*anterior shear*) yang menarik tibia ke arah depan, sehingga mengalahkan efek tarikan dari hamstring. Dikarenakan efek hamstring yang secara relatif melindungi ACL, maka hamstring kerap disebut '*stress shielder*'.¹⁶ Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ketidak-seimbangan antara quadriceps dan hamstring dapat menimbulkan instabilitas anterior-posterior.¹⁶

Sebagai sendi engsel khusus (*modified hinge joint*), sendi lutut memiliki enam rentang gerak sendi yaitu; fleksi-ekstensi dan translasi anterior-posterior (pada bidang sagittal), varus-valgus dan translasi medial- lateral (pada bidang *coronal*), rotasi internal-eksternal (pada bidang transversal), serta kompresi-distraksi.¹⁷ Terdapat dua artikulasi tulang pada sendi lutut yaitu artikulasi antara patella dan femur (yang bertujuan menjamin transfer energi secara mulus/*frictionless* dari kontraksi otot quadriceps femoris) dan artikulasi antara femur dan tibia (yang menumpu sebagian besar berat tubuh).¹² Dengan beban gaya besar yang diterima serta rentang gerak yang luas, dapat dipahami bahwa sendi lutut sangat rawan terkena cedera.

Dikarenakan sendi lutut secara inheren merupakan sendi yang tidak stabil, dan morfologi tulang-tulang pada area tersebut hanya memberi kontribusi kecil terhadap stabilitas sendi,¹⁷ maka sendi lutut memerlukan suatu sistem stabilisator yang baik. Stabilitas sendi lutut secara utama

dibentuk oleh sistem stabilisator statis dan dinamis (*static stabilizer* dan *dynamic stabilizer*). Pada sisi medial, stabilisator statis dibentuk oleh *medial collateral ligament* (MCL) *superficialis* dan *profundus* serta *posterior oblique ligament* (POL); dan pada sisi lateral stabilisator statis dibentuk oleh lateral collateral ligament (LCL), iliotibial band (ITB) dan arcuate ligament. Sedangkan stabilisator dinamis dibentuk oleh otot-otot semimembranosus, vastus medialis, medial gastrocnemius, serta tendon pes anserinus pada sisi medial, dan pada sisi lateral dibentuk oleh otot-otot popliteus, biceps femoris, dan lateral gastrocnemius. Sistem stabilisator dinamis ini akan mengkompensasi ketika sistem statis mengalami cedera (misalnya pada ruptur ACL).¹⁷ Disamping struktur-struktur tersebut di atas, banyak ligamen lain yang berperan dalam stabilitas sendi lutut; seperti patellar ligament, transverse ligament, arcuate popliteal, oblique popliteal, cruciate ligaments (anterior cruciate ligament/ACL dan posterior cruciate ligament/ PCL) serta popliteofibular ligament. Semua struktur tersebut berfungsi untuk menjaga stabilitas pada arah spesifik dan memegang penting peran proprioseptiksendi melalui receptor-reseptor kutaneus.¹²

Fungsi utama ACL adalah menahan translasi anterior dan rotasi tibia relatif terhadap femur, sedangkan PCL berfungsi untuk mencegah translasi posterior. MCL berfungsi untuk memberi stabilitas pada aspek medial lutut, mencegah tekanan valgus berlebih selama rotasi eksternal lutut. MCL menjadi tegang selama ekstensi dan rotasi eksternal, dan menjadi longgar selama fleksi dan rotasi internal. LCL berfungsi untuk menjaga kestabilan

aspek lateral lutut, mencegah tekanan varus yang berlebih serta rotasi eksternal (pada semua derajat rentang fleksi lutut)^{18,19}. Ligamen popliteofibular berfungsi sebagai *restrain* statis rotasi eksternal tibia terhadap femur serta translasi posterior tibia.

Disamping ligamen-ligamen tersebut di atas, terdapat beberapa tambahan ligamen kecil lainnya di sekitar lutut yang membantu menjaga stabilitas lutut secara keseluruhan; seperti capsular ligament, anterolateral ligament, arcuate ligament dan posterior oblique ligament.¹²

2.1.1.2. Evaluasi stabilitas sendi lutut

Gangguan stabilitas sendi lutut atau kerap disebut instabilitas dijabarkan berdasar arah (anterior, posterior, medial, lateral ataupun rotasional) pergeseran abnormal tibia terhadap femur.²⁰ Arah instabilitasyang tampak bergantung dari struktur yang cedera (satu ataupun lebih), dimana struktur utama yang kerap terlibat adalah ACL, PCL, MCL dan LCL. Evaluasi terhadap stabilitas dapat dilakukan melalui beberapapendekatan, antara lain; (1) evaluasi tanda fisik/ *physical impairment measures* seperti koordinasi gerak anggota gerak bawah, kekuatan otot paha, maupun evaluasi *laxity* seperti tes valgus/varus, *anterior/posterior drawer test*, tes pivot, dan lain sebagainya, (2) evaluasi kinerja fisik (*physical performance*) berupa *clinical/field tests* seperti *single-legged hop test* (misalnya *single hop for distance*, *crossover hop for distance*, dan lain

sebagainya), serta (3) evaluasi luaran fungsional yang berupa pengukuran keterbatasan aktivitas, seperti *International Knee Documentation Committee 2000 Subjective Knee Evaluation Form* (IKDC 2000), *Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS), skor Lysholm, skor Tegner *activity scale*, dan lain sebagainya.²¹

Tes Lachman kerap digunakan pada seting klinis karena mudah dan cepat untuk dilakukan dalam mengevaluasi instabilitas sendi lutut.^{20,22,23} Tes ini dilakukan pada pasien dalam posisi berbaring *supine* dan lutut relaks pada posisi fleksi 20°-30°. ACL menerima regangan paling minim saat sendi lutut mengalami fleksi pada sudut 20°-30°, sehingga pemeriksaan kekakuan (*stiffness*) pada ACL paling sesuai dilakukan pada posisi ini.¹² Salah satu tangan pemeriksa berada pada bagian distal paha dan tangan lainnya berada pada bagian belakang proximal tibia. Pemeriksa memberi gaya translasi anterior pada tibia terhadap femur, dan akan merasakan ujung akhir pergerakan (*endpoint*) tegas/*firm* (normal ACL) atau lunak/*soft* (pada cedera ACL). Tes Lachman kerap sulit dilakukan bagi pemeriksa yang memiliki ukuran tangan relatif kecil, terutama saat pemeriksa harus memegang femur dan menggeser tibia ke arah anterior.²² Tingkat cedera ACL dapat diukur secara kuantitas melalui jarak pergeserannya dan diklasifikasikan sebagai derajat 0 (0mm), + (<5mm), ++ (5-10mm), dan +++(>10mm).¹ Penggunaan alat bantu mekanis dapat digunakan untuk mengukur secara kuantitas translasi lutut pada pemeriksaan Lachman, namun penggunaan alat bantu mekanis ini dilakukan sebagai evaluasi tindak

lanjut dan bukan sebagai media diagnostik.²⁰ Tes Lachman dikatakan sebagai tes yang paling reliabel dalam mendiagnosis cedera ACL.²⁴ Reliabilitas tes Lachman dilaporkan melalui berbagai penelitian berkisar antara 87% hingga 91% dan validitas sebesar 91% hingga 97%.²²



Gambar 1. Tes Lachman²⁰

Tes anterior drawer merupakan tes yang secara spesifik digunakan untuk mengevaluasi stabilitas anterior lutut²⁵ dan dapat digunakan padaruang periksa ataupun di kamar operasi. Tes ini lazimnya tidak digunakan pada kasus cedera akut, dan pada kasus cedera kronis akan memberi hasil positif yang disebabkan karena *laxity* kapsul sendi.^{22,23} Tes ini dilakukan dengan pasien pada posisi berbaring supine, lutut ditekuk pada sudut fleksi 90° dan panggul fleksi 45°. Pemeriksa kemudian menduduki kaki pasien pada sisi yang diperiksa dan menarik tibia proximal ke arah anterior dengan satu atau dua tangan dan posisi jempol pemeriksa berada pada *anterior joint*

line. Instabilitas tampak pada pergeseran pada tibia secara relatif terhadap femur yang statis dengan ujung akhir pergerakan (*endpoint*) yang lunak/*soft* dan hal ini berarti terdapat cedera ACL. Spesifisitas ACL dilaporkan antara 78% hingga 99% saat dilakukan pada pasien dibawah pengaruh anestesia.²²



Gambar 2. Tes *Anterior Drawer*²⁰

Hasil positif palsu dari *anterior drawer* terkadang didapat saat lutut tersubluksasi ke arah posterior dikarenakan cedera PCL. Pemeriksa merasa hasil positif palsu tes *anterior drawer* dikarenakan gaya tarikan anterior yang diberikannya mengembalikan lutut ke posisi netral. Untuk menghindari hal ini, pemeriksa harus selalu memeriksa adanya perbedaan level pada tibia (*tibial step off*) yang dapat terlihat saat fleksi lutut 70°.²³

Tes pivot atau kerap dikenal dengan nama *pivot shift test* dilakukan dengan pasien dalam posisi berbaring supine dan pemeriksa memegang lutut dan pergelangan kaki pasien dalam arah internal rotasi 20° dan fleksi sendi panggul 30°. Pemeriksa memberi gaya valgus terhadap proximal tibia untuk

menciptakan jepitan (*impingement*) pada *tibia plateau* dan lutut. Lutut kemudian difleksikan dan dievaluasi adanya sensasi patahan (*clunk*) akibat masukkan tibia kembali pada posisi normal terhadap femur, dan ini biasanya terjadi saat fleksi sendi lutut 20°-30°. Derajat keparahan tes pivot dinilai sebagai; derajat 0 = tidak ada bunyi, derajat I = bergeser, derajat II = ada bunyi (*clunk*), derajat III = *clunk* terasa jelas disertai dengan sendi terkunci (*locking*).

Tes pivot dapat juga memberi hasil positif palsu ketika terdapat patologi pada ITB, cedera MCL, ruptur meniscus dengan bentukan *bucket handle tear*, ataupun *flexion contracture*, sehingga penting untuk selalumembandingkan dengan sisi kontralateral yang tidak cedera.²² Tes pivot ini merupakan tes yang spesifik namun tingkat sensitifitasnya rendah dalam mendiagnosis cedera ACL pada pasien yang tidak berada dalam pengaruh anestesia²⁴ yaitu sebesar 32% pada pasien tanpa pengaruh anestesia dan 85% dalam pengaruh anestesia.²² Sandberg meneliti 92 lutut yang mengalami cedera ACL tanpa penyerta (*isolated ACL injury*) dan menemukan hanya 4% pasien yang menunjukkan hasil positif dengan tes pivot tanpa pengaruh anestesia. Angka ini melonjak drastis ketika pasien diperiksa dalam pengaruh anestesia, menjadi 86% positif (tabel 1).²⁶

Tabel 1. Evaluasi stabilitas sendi lutut

	Pemeriksaan tanpa pengaruh anestesia		Pemeriksaan dalam pengaruh anestesia	
Cedera ACL tanpa penyerta ($n = 92$)				
Tes Lachman	40	(43%)	82	(89%)
Tes Anterior Drawer	37	(40%)	68	(74%)
Tes Pivot Shift	4	(4%)	79	(86%)
Tes Instabilitas Valgus	0	(0%)	0	(0%)
Cedera kombinasi ACL/MCL ($n = 32$)				
Tes Lachman	19	(59%)	28	(88%)
Tes Anterior Drawer	11	(34%)	29	(91%)
Tes Pivot Shift	3	(9%)	26	(81%)
Tes Instabilitas Valgus	25	(78%)	32	(100%)
Cedera MCL ($n = 40$)				
Tes Lachman	2	(5%)	10	(25%)
Tes Anterior Drawer	2	(5%)	8	(2%)
Tes Pivot Shift	0	(0%)	0	(0%)
Tes Instabilitas Valgus	32	(80%)	40	(100%)

Hal ini menunjukkan keterbatasan penggunaan tes pivot dalam aspek klinis sehari-hari. Prodromos mengatakan bahwa tes pivot tidak menambah nilai diagnostik terhadap tes Lachman.²⁴

Pengukuran translasi pada tes-tes tersebut di atas dapat diukur secara pasti dengan alat ukur *arthrometer* guna mendapat hasil kuantitas dari pergeseran sendi. Berbagai alat ukur *arthrometer* telah dikembangkan dan masing-masing memiliki kelebihan serta kekurangannya masing-masing.

Abulhasan et al. dalam studinya pada tahun 2016, menyimpulkan hingga saat ini belum ada metode pengukuran stabilitas sendi lutut yang bersifat objektif dan dapat diterima secara luas, serta belum ada metode baku emas (*gold standard*) pengukuran stabilitas sendi lutut.²² Dengan demikian menjadi sulit untuk memastikan apakah sendi lutut telah pulih secara penuh dan dapat kembali ke aktivitas olahraga.

2.1.2. Cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL)

2.1.2.1. Epidemiologi

Cedera pada anterior cruciate ligament (ACL) merupakan salah satu cedera paling sering ditemui pada daerah lutut. Angka kejadian global untuk ruptur ACL bervariasi antara 30 hingga 78 per 100.000 orang per tahun²⁷ dan data kolektif dari Amerika Serikat memperkirakan terdapat sekitar 100.000 – 200.000 kejadian cedera ACL setiap tahunnya¹⁰.

Studi yang dilakukan oleh *National Collegiate Athletic Association* (NCAA) *Injury Surveillance Program* (ISP) pada tahun 1988 hingga tahun 2004 menunjukkan bahwa angka kejadian ruptur ACL tertinggi terjadi pada atlet gimnastik wanita, atlet basket wanita, atlet sepak bola wanita, dan atlet *football* pria.²⁸ Studi yang dilakukan oleh Gans²⁷ pada tahun 2018 menunjukkan atlet *football* pria memiliki tingkat kejadian ruptur ACL tertinggi diantara atlet jenis olahraga lainnya (tabel 2).

Tabel 2. Angka kekerapan ruptur ACL (*)(**)²⁷

Jenis olahraga	Ruptur ACL (Total)	Ruptur pertama	Ruptur berulang
Basket			
Pria	11 (8.6-14)	9.6 (7.4-12)	1.4 (0.7-2.6)
Wanita	27 (23-31)	24 (21-29)	2.6 (1.6-4.1)
Gimnastik (wanita)	34 (23-50)	26 (16-40)	8.2 (3.3-17)
Hoki es			
Pria	8.3 (5.2-13)	7.4 (4.5-12)	0.9 (0.1-3.2)
Wanita	4.5 (1.7-10)	4.5 (1.7-10)	0.0 (0.0-0.0)
Hoki lapangan			
(wanita)	21 (13-31)	16 (9.8-26)	4.1 (1.3-9.9)
<i>Football</i> (pria)	152 (139-165)	137 (125-149)	15 (11-19)
<i>Lacrosse</i>			
Pria	42 (31-55)	39 (29-52)	2.6 (0.7-7.1)
Wanita	44 (34-56)	39 (30-51)	3.6 (1.3-8.1)
Sepak bola			
Pria	9.5 (6.4-14)	8.1 (5.3-12)	1.4 (0.4-3.3)
Wanita	22 (18-28)	17 (13-22)	5.2 (3.2-7.9)
Bola voli (wanita)	8.3 (5.9-11)	7.4 (5.2-10)	0.9 (0.3-2.2)

*data ditampilkan dalam angka per 10.000 atlet (CI: 95%)

**berdasar jenis olahraga di Amerika Serikat

Diperkirakan hanya sekitar 87% atlet profesional Amerika Serikat yang mengalami cedera ACL berhasil kembali ke aktifitas atletik profesionalnya dalam kurun waktu 8 hingga 18 bulan pasca rekonstruksi, bergantung pada intensitas aktivitas atletiknya. Dari data yang sama, dikatakan 3,5% lainnya mengalami ruptur ACL ulangan yang

membutuhkan operasi revisi dengan tingkat keberhasilan kembali ke aktivitas olahraga (*return-to-play rate*) hanya sekitar 50%.²⁷

Dapat dipahami bahwa cedera pada ACL merupakan hal yang serius, terutama bagi atlet profesional, dimana keberhasilan penuh untuk dapat kembali ke aktivitas olahraga profesional bergantung pada multifaktorial, termasuk rehabilitasi pasca operasi yang dapat memberi dampak signifikan keberhasilan tatalaksana cedera ACL.^{27,29,30}

2.1.2.2. Patomekanisme cedera ACL

ACL dianggap sebagai stabilisator utama pada sendi lutut, dimana ACL berkontribusi sebanyak 85% dari stabilitas lutut, dan menjamin fleksi yang halus dan stabil serta rotasi lutut.³¹

Cedera ACL dapat diklasifikasikan berdasarkan mekanisme terjadinya, yaitu kontak langsung, kontak tidak langsung, atau non-kontak. Pada cedera ACL kontak langsung, gaya eksternal mengenai lutut, mengakibatkan cedera. Kontak lebih cenderung berasal dari pemain lain daripada bola, tongkat, atau benda stabil lainnya.³²

Cedera ACL tidak langsung terjadi bila gaya eksternal mengenai bagian tubuh selain lutut dan tetap menyebabkan cedera ACL. Misalnya, gaya eksternal yang mengenai badan atau paha bagian lateral saat melakukan gerakan memotong atau berputar sehingga atlet mendarat dengan pinggul turun dan fleksi lutut. Pendaratan kaku yang dihasilkan ini bisa mengakibatkan cedera ACL. Demikian pula, gaya yang mengenai paha

anterior dapat menyebabkan lutut mengalami hiperekstensi, kemudian mengarah ke terjadinya translasi os Tibialis anterior dan rotasi berlebihan yang menyebabkan peregangan ACL sehingga terjadi cedera ACL.³²

Mekanisme ketiga cedera ACL adalah mekanisme non kontak. Mekanisme non kontak bertanggung jawab atas 60-70% cedera ACL. Berdasarkan bukti yang ada, ruptur ACL nonkontak merupakan resultandari kejadian biomekanik dan neuromuskular selama pergerakan dinamis. Padua dkk mengukur kontrol neuromuskular awal *preseason* menggunakan *Landing Error Scoring System (LESS)* pada kelompok pemain sepak bola muda. Skor tertinggi dihubungkan dengan cedera ACL selama musim ini. Atlet wanita merupakan subjek dari sebagian besar literatur yang ada tentang kontrol neuromuskular dan faktor biomekanik yang berkontribusi terhadap cedera ACL.³³ Hewett, et al. mengamati faktor risiko biomekanik pada atlet wanita yang mengalami cedera ACL yaitu peningkatan sudut valgus lutut, penurunan sudut fleksi lutut, gaya reaksi pada tanah yang berlebihan, dan pendaratan asimetris saat melakukan lompat vertikal. Tampak bahwa dengan kematangan yang meningkat, pola pendaratan antarlaki-laki dan perempuan berubah, sudut lutut valgus remaja perempuan meningkat selama *jump-landing*.³⁴

Sebagai tambahan akan mekanika pendaratan yang terkait dengan cedera ACL non-kontak, studi terbaru melaporkan adanya pengaruh kontrol neuromuskular dan kekuatan tubuh dan pinggul pada cedera ACL. Rotator eksternal pinggul dan kelemahan abduktor pinggul juga telah dilaporkan

menjadi faktor risiko neuromuskular yang signifikan untuk cedera ACL nonkontak di masa depan untuk pria dan wanita.³²

2.1.2.3. Rekonstruksi ACL

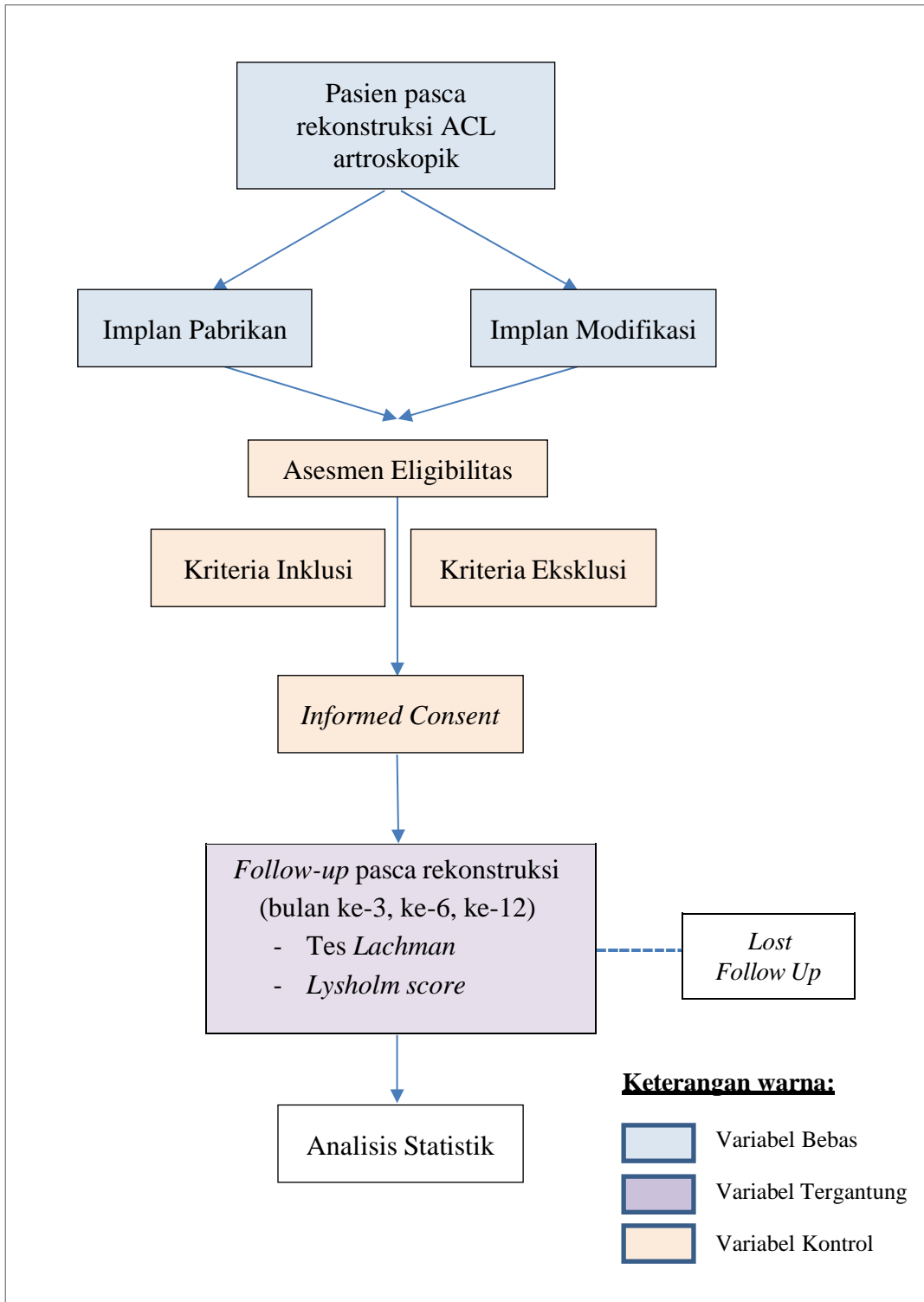
Rekonstruksi ACL menempati urutan keenam prosedur yang paling sering dilakukan di bidang ortopedi di Amerika Serikat yaitu sebanyak lebih dari 100.000 rekonstruksi, dengan biaya yang ditimbulkan mencapai setengah milyar dollar pertahunnya.²⁴

Hingga saat ini rekonstruksi ACL dipercaya merupakan baku emas (*gold standard*) untuk cedera ACL.^{3,5} Kendati metode rekonstruksi ACL telah banyak berubah sejak operasi rekonstruksi pertama dilakukan tahun 1900-an⁵, namun target rekonstruksi tetaplah sama yaitu untuk mengembalikan stabilitas, fungsi normal proprioseptif dan kinematika lutut, serta mencegah terjadinya onset dini *degenerative arthrosis* dan memberi kesempatan pasien untuk kembali ke level aktivitas normal seperti sebelum cedera.^{3-5,35}

Terapi untuk cedera ACL berbeda-beda tergantung dari karakteristik individual pasien. Walaupun dikatakan bahwa rekonstruksi ACL secara operatif merupakan baku emas tatalaksana, namun tidak semua cedera ACL memerlukan tatalaksana operatif.²³ Pilihan terapi umumnya bergantung pada tingkat aktivitas pasien; dimana atlet profesional umumnya memerlukan rekonstruksi ACL, sedangkan pasien usia lanjut dengan aktivitas fisik terbatas umumnya tidak memerlukan rekonstruksi. Hal ini

berbeda pada pasien dengan aktivitas olahraga rekreasional, dimana umumnya memerlukan diskusi dengan dokter untuk mencari tahu harapan pasien dan mencapai target-target sesuai harapan. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam hal ini antara lain usia, tingkat kronisitas, level aktivitas harian, dan cedera penyerta lainnya pada meniskus dan permukaan sendi.

2.2. KERANGKA PENELITIAN



Bagan 1. Kerangka Penelitian

2.3. HIPOTESIS PENELITIAN

1. Tidak terdapat perbedaan stabilitas anterior-posterior lutut pasca rekonstruksi ACL dengan menggunakan implan modifikasi dibanding implan pabrikan
2. Stabilitas anterior-posterior lutut pasca rekonstruksi ACL berkorelasi terhadap luaran fungsional.