

**PERBANDINGAN HASIL FUNGSIONAL IMPLAN
MODIFIKASI DENGAN IMPLAN STANDAR PADA
ARTROSKOPI REKONSTRUKSI ANTERIOR CRUCIATE
LIGAMENT DENGAN FIKSASI AUTOGRAFT TENDON
SEMITENDINOSUS DI MAKASSAR**

*A COMPARISON BETWEEN FUNCTIONAL OUTCOME OF
MODIFIED IMPLANT AND STANDARD IMPLANT IN
ARTHROSCOPIC ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT
RECONSTRUCTION USING SEMITENDINOSUS TENDON
AUTOGRAFT FIXATION IN MAKASSAR*

RICKY MARASI TAMBUNAN



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp.1)
PROGRAM STUDI ORTHOPAEDI DAN TRAUMATOLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

**PERBANDINGAN HASIL FUNGSIONAL IMPLAN
MODIFIKASI DENGAN IMPLAN STANDAR PADA
ARTROSKOPI REKONSTRUKSI ANTERIOR CRUCIATE
LIGAMENT DENGAN FIKSASI AUTOGRAFT TENDON
SEMITENDINOSUS DI MAKASSAR**

KARYA AKHIR

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Spesialis

Program Studi Spesialis-1

Pendidikan Dokter Spesialis Orthopaedi Dan Traumatologi

Disusun dan diajukan oleh

RICKY MARASI TAMBUNAN

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp.1)
PROGRAM STUDI ILMU ORTHOPAEDI DAN TRAUMATOLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

KAR YA AKH IR

**PERBANDINGAN BASIS FUNGSIONAL IMPLAN MODIFIKASI DENGAN
IMPLAN STANDAR PADA ARTROSKOPI REKONSTRUKSI ANTERIOR
CRUCIATE LIGAMENT DENGAN FIKSASJ AUTOGRAFT TENDON
SEMITENDINOSUS
DIMAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh :

RICKY MARASI TAMBUNAN

Nomor Pokok: C114215204

telah dipertabankan di depan Panitia Ujian Karya Akhir

pada tanggal 28 Agustus 2020

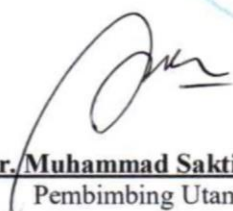
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Komisi Penasihat

Ketua


Anggota


Dr. dr. Muhammad Sakti, Sp. OT(K)
Pembimbing Utama


dr. Muh. Andry Usman, Ph.D, Sp. OT(K)
Pembimbing Anggota

Manajer Program Pendidikan Dokter Spesialis
Fakultas Kedokteran UNHAS

a.n. Dekan,
Wakil Dekan Bid. Akademik, Riset
Dan Inovasi


Dr. Uleg Bahrn, Sp.PK(K), Ph.D


Dr. dr. Irfan Idris, M.Kes



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ricky Marasi Tambunan
NIM : C114215204
Program Studi : Ilmu Ortopedi dan Traumatologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Karya akhir yang saya tulis ini 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 karya akhir ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2020

Yang menyatakan



Ricky Marasi Tambunan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas berkat dan penyertaannya penulis dapat menyelesaikan karya akhir ini yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan spesialis Ilmu Orthopaedi dan Traumatologi di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. dr. M, Sakti, Sp.OT(K) sebagai pembimbing I dan dr. M. Andry Usman,, Ph.D, Sp.OT(K) Spine sebagai pembimbing II, dan dr. Arifin Seweng, MS yang secara tulus bersedia menjadi pembimbing dengan arif dan bijaksana, menerima konsultasi dan memberikan bimbingan, serta saran-saran.

Terima kasih juga kepada dr. Henry Yurianto, M.Phil, Ph.D, Sp.OT(K) dan dr. M. Ruksal Saleh Ph.D, Sp.OT(K) selaku Tim penilai yang telah memberikan masukan dan pengarahan demi perbaikan karya akhir ini.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada

1. Kepala Departemen Orthopaedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, dr. M. Ruksal Saleh PhD, Sp.OT(K), Ketua Program Studi, Dr. dr. M. Sakti Sp.OT(K) dan seluruh staf pengajar yang telah mendidik dan memberikan arahan kepada penulis selama pendidikan.
2. Penasihat akademik, dr. M. Andry Usman, Ph.D, Sp.OT(K) atas segala perhatian dan bimbingan yang telah diberikan selama ini.
3. Guru dan staff departemen Ortopedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar yang kami banggakan dan kami hormati Prof Dr.Chairuddin Rasjad, Ph.D, SpB, SpOT(K), Prof Dr.dr. Idrus A. Paturusi, Sp.B, SpOT(K)Spine ,FICS,

dr. Henry Yurianto, M.Phil, Ph.D, Sp.OT(K), dr. M. Ruksal Saleh PhD, Sp.OT(K), Dr.dr.Karya TrikoBiakto, SpOT(K)Spine MARS, dr. Wilhelmus Supriyadi,Sp.OT, Dr. dr. Muhammad Sakti Sp.OT(K), dr. Muhammad Andry Usman, Ph.D, Sp.OT(K) , dr.Jainal Arifin, M.Kes,SpOT(K)Spine, dr.Zulfan Oktasatria Siregar, SpOT, dr, Notinas Horas,SpOT, dr.M. Phetrus Johan, M.Kes,Ph.D,SpOT(K), dr.M.Ihsan Kitta,M.Kes,Sp,OT(K), dr.A.Dhedie P. Sam,M.Kes,SpOT(K), dr. Dewi Kurniati, SpOT, dr.Michael John Tedjajuwana, M.Kes, SpOT, dr. Ira Nong, M.kes, Sp,OT atas dukungan, dan perhatian selama kepada penulis dalam penulisan karya akhir ini

4. 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 pendidikan.
5. Teman sejawat peserta PPDS-1 Orthopaedi dan Traumatologi atas bantuan dan kerjasamanya dalam proses pendidikan.
6. Paramedis Departemen Orthopaedi dan Traumatologi di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo, RS Universitas Hasanuddin dan seluruh Rumah Sakit jejaring pendidikan atas kerjasamanya selama penulis menjalani masa pendidikan.
7. Peserta yang telah bersedia ikut serta dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan sebagaimana mestinya.
8. Orang tua terkasih , ayah saya Dr. Ramli Tambunan,MM , ibu Saya dr. Rosma Hutagalung, MM serta istri saya tercinta dr.Ranti Lona Tayo juga anak saya tersayang Richelle Alaeina Tayo Tambunan atas doa, kasih sayang dan kesabaran, perhatian dan dukungan yang tidak putus-putusnya pada penulis selama menjalankan pendidikan.

9. Semua pihak yang namanya tidak tercantum namun telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan karya akhir ini.

Akhirnya penulis berharap semoga karya akhir ini dapat berguna bagi perkembangan Ilmu Orthopaedi dan Traumatologi.

Makassar, Agustus 2020



Ricky Marasi Tambunan

ABSTRAK

RICKY MARASI TAMBUNAN. *Perbandingan Hasil Fungsional Implan Modifikasi dengan Implan Standar pada Artroskopi Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament dengan Fiksasi Semitendinosus Tendon Autograft di Makassar* (Dibimbing oleh Muhammad Sakti dan Muhammad Andry Usman).

Penelitian ini bertujuan membandingkan apakah ada perbedaan yang signifikan dalam hasil fungsional antara implan yang dimodifikasi dan implan standar dalam rekonstruksi ligamentum *cruciate anterior arthroscopic* menggunakan tendon semitendinosus.

Metode Penelitian ini adalah analitik dengan studi prospektif. Penelitian ini dilakukan pada tiga puluh pasien dari beberapa rumah sakit di Makassar yang memenuhi kriteria inklusif dan eksklusif dari 2017 hingga 2019. Evaluasi hasil fungsional dilakukan dengan menggunakan sistem penilaian *Lysholm knee Scoring system* (skor LS) dan skor *tegrer activity score* (skor TA). Dalam 1, 3, 6, 9, 12 bulan setelah operasi rekonstruksi ACL. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan uji Mann-Whitney dan uji Chi-square. Hasil signifikan jika nilai $p < 0,05$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam hasil fungsional lutut dievaluasi oleh skor LS dan skor TA dalam rekonstruksi ACL *arthroskopis* menggunakan implan yang dimodifikasi dan standar. Perbedaan dalam nilai rata-rata LS dalam kelompok implan yang dimodifikasi dan standar adalah -1,5 poin (bulan pertama, $p = 0,616$), 0,4 poin (bulan ke-3, $p = 0,707$), -0,7 poin (bulan ke-6, $p = 0,654$), 0,2 poin (Bulan ke-9, $p = 0,908$), dan -0,1 poin (bulan ke-12, $p = 0,906$). Perbedaan dalam skor rata-rata TA dalam kelompok implan yang dimodifikasi dan standar adalah 0 poin (bulan pertama, $p = 0,720$), 0,1 poin (bulan ke-3, $p = 0,710$), 0,4 poin (bulan ke-6, $p = 0,340$), 0,2 poin (ke-9) bulan, $p = 0,493$), dan 0,1 poin (bulan ke-12, $p = 0,717$).

Kata kunci: Implan Standar, Implan Modifikasi, Ruptur ACL, Artroskopi, Hasil Fungsional, *Lysholm Knee Score*, *Tegner Activity Score*



ABSTRACT

RICKY MARASI TAMBUNAN. *A Comparison Between Functional Outcome of Modified Implant and Standard Implant in Arthroscopic of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Semitendinosus Tendon Autograft Fixation in Makassar* Supervised by **Muhammad Sakti** and **Muhammad Andry Usman**

This research is aimed to compare the significant difference in functional outcome between modified implant and standard implant in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus tendon.

This study was analytical research with prospective study. The study was conducted on thirty patients from several hospitals in Makassar who met the inclusive and exclusive criteria from 2017 to 2019. Evaluation of functional results was carried out using the standard *Lysholm Knee Scoring System* (LS Score) and Tegner Activity Score (TA Score) in the 1st, 3rd, 6th, 9th, 12th months after ACL reconstruction surgery. Statistical analysis was performed using the *Mann - Whitney test and Chi - square test*. Results are significant if p - value < 0.05 .

0.707), - 0.7 point (6th month, $p = 0.654$), 0.2 points (9th month, $p = 0.908$), and -0.1 point (12th month, $p = 0.906$). The difference in TA mean scores in modified and standard implant groups is 0 point (1st month, $p = 0.720$), 0.1 point (3rd month, $p = 0.710$), 0.4 point (6th month, $p = 0.340$), 0.2 point (9th month, $p = 0.493$), and 0.1 point (12th month, $p =$

0). The results reveal that there is no significant difference in the functional outcome of the knee evaluated by both LS score and TA score in arthroscopic ACL reconstruction using modified and standard implant. The difference in LS mean scores in modified and standard implant groups are -1.5 point (1st month, $p = 0.616$), 0.4 point (3rd month, $p = 0.717$).

Keywords : standard implant, implant modification, ACL rupture, arthroscopy, functional result, Lysholm Knee Score, Tegner Activity Score



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	5
1.3 TUJUAN PENELITIAN	6
1.3.1 TUJUAN UMUM.....	6
1.3.2 TUJUAN KHUSUS.....	6
1.4 KEGUNAAN PENELITIAN	6
1.4.1 KEGUNAAN TEORITIS.....	6
1.4.2 KEGUNAAN PRAKTIS.....	6
BAB II	7
KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS	7

2.1. KAJIAN PUSTAKA	7
2.1.1. Anatomi pada cedera <i>Anterior Cruciate Ligament</i> (ACL).....	7
2.1.1.1. Lutut	7
2.1.1.2. Femur	9
2.1.1.3. Tibia	11
2.1.1.4. Patella.....	12
2.1.1.5. Ligamen Krusiatum.....	12
2.1.1.6. Ligamen Kolateral.....	14
2.1.1.7. Meniscus	15
2.1.2. Definisi dan Epidemiologi ACL.....	18
2.1.3. Klasifikasi Cedera ACL	21
2.1.4. Patomekanisme.....	21
2.1.5. Penatalaksanaan Cedera ACL	23
2.1.5.1. Penatalaksanaan Non-operatif ³³	23
2.1.5.2. Penatalaksanaan Operatif-Arthroskopi	25
2.1.6. Penyembuhan Graft.....	36
2.1.7.. Komplikasi	40
2.1.8. Evaluasi Fungsi lutut	40
2.2. KERANGKA PENELITIAN	47
2.3. HIPOTESIS PENELITIAN	48
BAB III	
3. BAHAN / OBJEK DAN METODE PENELITIAN.....	49
3.1. BAHAN/ OBJEK PENELITIAN	49
3.1.1. Tempat dan Waktu penelitian.....	49

3.1.2 Populasi penelitian.....	49
3.1.3 Sampel Penelitian dan Cara Pengambilan Sampel	49
3.1.4. Besaran Sampel Penelitian	50
3.1.5. Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	50
3.1.5.1. Kriteria Inklusi	50
3.1.5.2. Kriteria Eksklusi	51
3.1.6. Alat dan Bahan	51
3.2 METODE PENELITIAN	52
3.2.1. Desain Penelitian.....	52
3.2.2. Cara penelitian.....	52
3.2.3. Alur Penelitian.....	52
3.2.4. Definisi Operasional.....	53
3.2.5. Identifikasi dan Klasifikasi Variabel.....	55
3.2.5.1. Variabel Independen	55
3.2.5.1 Variabe Dependen.....	55
3.2.6. Analisis Statistik.....	56
3.2.7 Ethical Cleareance	56
BAB IV	57
4.HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1. Hasil Penelitian	57
4.1.1. Analisis karakteristik sampel	57
4.1.2. Analisis Perbandingan <i>Lysholm Knee Score</i>	59
4.1.3. Analisis Perbandingan <i>Tegner Activity Score</i>	61
4.2. Pembahasan.....	63

BAB V	66
5.1 KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1. KESIMPULAN.....	66
5.2. SARAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Keuntungan implan absorbable (<i>bioabsorbable screw</i>) dibanding implan non absorbable logam (<i>titanium screw</i>).....	35
Tabel 2.2	Kerugian implan absorbable (<i>bioabsorbable screw</i>) dibanding implan nonabsorbable logam (<i>titanium screw</i>).....	36
Tabel 2.3	Sistem skoring menurut <i>Lysholm Knee Score</i>	42
Tabel 2.4.	Tabel <i>Tegner Activity Score</i>	44
Tabel 3.1.	Definisi operasional penelitian.....	53
Tabel 4.1.	Rerata umur pasien.....	57
Tabel 4.2.	Perbandingan skor LS menurut kelompok implan.....	59
Tabel 4.3.	Perbandingan skor TA menurut kelompok implan.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Anatomi Tulang Radius Ulna	5
Gambar 2.2	Anatomi Tulang Femur	6
Gambar 2.3	Gaya yang Menyebabkan Perubahan Bentuk pada Fraktur <i>Shaft</i> Femur	8
Gambar 2.4	Klasifikasi Fraktur Femur Winqvist dan Hansen	10
Gambar 2.5	Posisi Lateral Vs Supine pada <i>Antegrade Nailing</i>	14
Gambar 2.6	Posisi Supine untuk <i>Closed Intramedullary Nailing</i>	15
Gambar 2.7	Posisi Lateral untuk <i>Closed Intramedullary Nailing</i>	15
Gambar 2.8	Kerangka Teori	16
Gambar 2.9	Kerangka Konsep	17
Gambar 3.1	Pengukuran panjang antebrachii ke ujung jari kelingking	20
Gambar 3.2	Pengukuran panjang femur	21
Gambar 3.3	Alur Penelitian	23
Gambar 3.4	Bagan Alur Penelitian	24

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Sebaran jenis kelamin.....	58
Grafik 4.2. Sebaran sisi lutut.....	58
Grafik 4.3 Perbandingan Skor LS terhadap waktu dan kelompok implan	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Ligamen krusiatum anterior (*Anterior Cruciate Ligament/ACL*) sangat penting dalam menahan pergeseran anterior tibia di atas tulang femur dan memberikan stabilitas pada rotasi sendi. Lesi ACL biasanya terjadi sebagai akibat dari pola gerakan tertentu, paling sering ketika kekuatan mendadak (misalnya gaya eksternal, gerakan mendarat pada kaki, atau rudapaksa lainnya) terjadi pada lutut lurus dengan kaki yang dipijakkan kuat, menyebabkan lutut untuk bergeser melalui gerakan valgus dengan rotasi internal. Tergantung pada tingkat keparahan dan tingkat aktivitas, robeknya ligamen yang terjadi bisa sebagian ataupun lengkap. Luka berkisar dari derajat ringan seperti robekan kecil, hingga berat seperti robekan total ligamen atau ketika ligamen dipisahkan dari bagian tulang lainnya. Lesi ACL dapat secara fungsional menyebabkan kelumpuhan dan menjadi predisposisi cedera lebih lanjut, dan juga memicu onset dini perubahan artikuler degeneratif.^{1,2} Setelah ACL robek, episode berulang dari ketidakstabilan sendi dapat terjadi, berhubungan dengan cedera meniskus, kerusakan tulang rawan sendi. dan metabolisme tulang abnormal.¹⁻⁴

Pada tahun 1970-an, robekan ACL dianggap sebagai awal dari kemunduran progresif lutut. Hal ini sering mengakhiri karir atlet. Saat ini banyak atlet secara rutin dapat kembali berkompetisi segera setelah tiga hingga empat

bulan pasca cedera. Dunia medis telah mendapat banyak pemahaman dan pengalaman dalam penanganan bedah cedera ACL. Cedera ACL sering terjadi dan rekonstruksi ACL adalah salah satu prosedur bedah kedokteran olahraga yang paling sering dilakukan.^{5,6}

Penatalaksanaan operatif telah berevolusi dari prosedur operasi terbuka yang dilakukan di rumah sakit dilanjutkan dengan prosedur *casting* paska operasi, hingga menjadi prosedur rawat jalan yang dilakukan secara artroskopik dengan *early weight bearing* dan imobilisasi hanya menggunakan bebat.⁷ Cedera ACL pertama kali dijelaskan oleh cendekiawan Yunani Kuno.⁵ Perbaikan ACL pertama dilaporkan pada tahun 1895 oleh Mayo Robson.⁸ Beliau menjelaskan penggabungan kembali kedua ACL dari tempat melekatnya di femur dengan menggunakan jahitan *catgut*. Perbaikan ACL primer disempurnakan lebih lanjut dan akhirnya perbaikan ACL primer secara terbuka (*open repair*) menjadi standar emas untuk perawatan ACL pada 1970-an dan 1980-an. Selain itu, protokol rehabilitasi juga turut berubah secara signifikan dengan mobilisasi awal yang dikembangkan seiring perlahan mulai ditinggalkannya perbaikan primer ACL. Meskipun hasil awal untuk perbaikan ACL terbuka primer adalah positif, masalah signifikan mulai tampak pada pengamatan jangka waktu menengah yaitu ditemukannya angka ruptur ulang > 50% yang dilaporkan dalam 5 tahun.⁹ Sebagai hasilnya, pada tahun 1990-an perbaikan ACL terbuka hampir sepenuhnya ditinggalkan demi rekonstruksi ACL. Praktik dan tren saat ini terhadap pelestarian sisa dan beberapa perbaikan yang ditunjukkan dalam hasil proprioseptif subyektif,

stabilitas lutut dan tingkat revisi dapat diekstrapolasi untuk menunjukkan hipotetis manfaat pada operasi rekonstruksi perbaikan primer.¹⁰

Aspek-aspek tertentu dari teknik rekonstruksi ACL, termasuk posisi terowongan femoral (*femoral tunnel*), tipe cangkok, dan fiksasi cangkok, menarik untuk dipelajari lebih lanjut karena hal-hal tersebut mempengaruhi hasil klinis.^{11,12} Pola penggunaan *graft* dianggap menarik, karena penelitian terkini menunjukkan bahwa *allograft* memiliki risiko lebih tinggi terhadap kejadian ruptur daripada *autograft* dalam beberapa populasi^{13,14} Pengganti ligamen saat ini membutuhkan komponen tulang atau jaringan lunak untuk diperbaiki dalam terowongan tulang atau pada periosteum pada jarak dari situs perlekatan ligamen normal. Teknik fiksasi *graft* telah berkembang selama beberapa dekade terakhir dengan pengembangan beberapa prosedur dan bahan fiksasi. Perangkat fiksasi telah berkembang dari logam menjadi bahan yang dapat diserap tubuh (*biodegradable*) dan dari jauh menjadi dekat (dari situs asli ikatan ligament).¹⁵ Faktor-faktor yang mempengaruhi pilihan fiksasi termasuk kemudahan penggunaan, kekuatan biomekanik, komplikasi potensial, dan kemudahan revisi. Semua perangkat fiksasi diketahui memiliki keunggulan dan kerugian secara teoretis.

Fiksasi ACL graft yang pertama menggunakan sekrup interferensi (*interference screw*), yang berawal pada awal tahun 1983, serta dicapai dengan menggunakan perangkat logam, dan memberikan hasil yang baik.¹⁶ Saat ini, titanium adalah bahan yang paling umum digunakan untuk kelas perangkat ini. Sekrup Titanium memberikan kekuatan fiksasi awal yang tinggi dan mendorong

integrasi awal ke dalam tulang, tetapi dalam hal operasi revisi, pelepasan perangkat keras mungkin secara teknis lebih menantang, dan keuntungan dari sekrup yang dapat diserap terdiri dari artefak MRI yang berkurang serta tidak diperlukannya operasi lanjutan pelepasan implan. Hal ini menjadi justifikasi penggunaan luas dari sekrup yang dapat diserap secara biologis.^{16,17} Bahan-bahan yang dapat diserap secara biologis dikembangkan untuk mengatasi titik-titik lemah yang dipersepsikan ini. Berbagai kombinasi bahan sintesis telah digunakan: sebagai contoh PGA (asam poliglikolat), kopolimer PGA / PLA (asam poliglikolat / asam poli laktat), poliparadioksanon dan berbagai stereoisomer asam laktat, asam poli-L-laktat dan asam poli-D-laktat.^{16,18} Penggunaan sekrup interferensi dianggap sebagai standar untuk memberikan fiksasi yang kaku pada graft dan sumbat tulang untuk dimasukkan ke dalam terowongan, memberikan kekuatan fiksasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan perangkat lain seperti *staples* atau *button*.^{15,16,19}

Terlepas dari kelebihan yang diberikan oleh implan standar (misalkan sekrup yang dapat diserap secara biologis), implan ini memiliki beberapa kelemahan. Salah satu kelemahan utama adalah biaya medis yang ditimbulkan kerap tidak terjangkau oleh kebanyakan pasien, sehingga pasien yang membutuhkan operasi rekonstruksi ACL harus menemukan alternatif lain yang dapat terjangkau secara finansial. Konsultan Sports Ortopedi kami telah mencoba beberapa opsi untuk terus memberikan praktik medis yang baik dalam rekonstruksi ACL artroskopi, dan menemukan bahwa penggunaan implan logam bias menjadi solusi alternatif yang layak untuk kondisi ini.

Solusi baru yang diusulkan adalah penggunaan implan modifikasi berupa plat rekonstruksi (*reconstruction plate*) berukuran 4,5mm yang dipotong sepanjang 2 *holes* sebagai fiksasi graft tendon semitendinosus di femur, serta penggunaan sekrup kortikal (*cortical screw*) berukuran 4,5mm dan *washer* berukuran 4,5mm, yang berfungsi sebagai fiksasi graft tendon semitendinosus di tibia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi hasil fungsional antara solusi yang diusulkan di atas (implan yang dimodifikasi) dan implan standar pada populasi Makassar (Sulawesi Selatan, Indonesia). Hasil utama adalah fungsi lutut dan tingkat aktivitas pasien yang menjalani rekonstruksi ACL artroskopi.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Bagaimana perbandingan hasil fungsional implan modifikasi dibanding dengan hasil fungsional implan standar dalam rekonstruksi ligamen krusiatum anterior secara artroskopi dengan fiksasi semitendinosus tendon autograft di Makassar?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1.3.1 TUJUAN UMUM

Untuk memahami perbandingan antara hasil fungsional implan yang dimodifikasi dengan hasil fungsional implan standar pada rekonstruksi ligamen krusiatum anterior secara artroskopi.

1.3.2 TUJUAN KHUSUS

1. Untuk mengevaluasi fungsi lutut dan tingkat aktivitas rekonstruksi artroskopi ligamen anterior menggunakan implan yang dimodifikasi.
2. Untuk mengevaluasi fungsi lutut dan tingkat aktivitas rekonstruksi artroskopi ligamen anterior menggunakan implan standar.

1.4 KEGUNAAN PENELITIAN

1.4.1 KEGUNAAN TEORITIS

Memberikan konfirmasi ilmiah tentang perbandingan hasil fungsional antara penggunaan implan yang dimodifikasi dengan implan standar pada rekonstruksi ligamen krusiatum anterior secara artroskopi.

1.4.2 KEGUNAAN PRAKTIS

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan oleh dokter dalam skema menggunakan implan yang dimodifikasi versus implan standar pada rekonstruksi ligamen krusiatum anterior secara artroskopi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

2.1. KAJIAN PUSTAKA

2.1.1. Anatomi pada cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL)

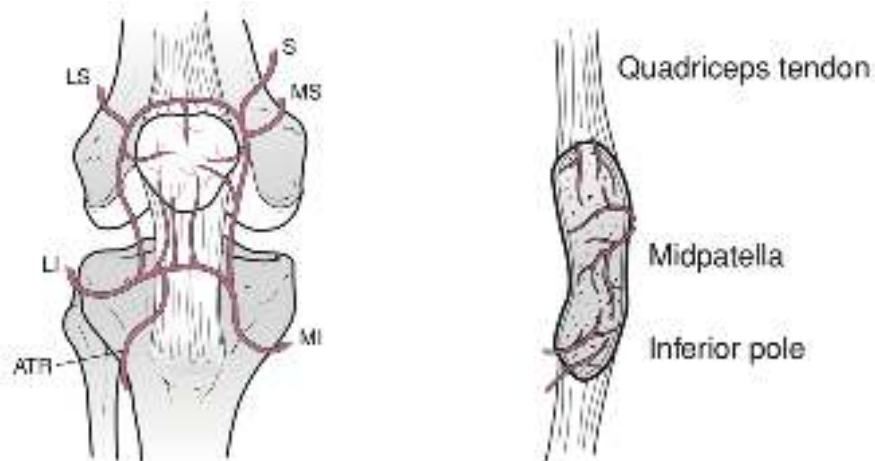
2.1.1.1. Lutut

Lutut adalah bagian dari persendian yang terbuat dari pertemuan antara tulang Femur, Tibia, Fibula dan Patella. Regio ini memiliki 3 artikulasi, yaitu Patellofemoral, Tibiofemoral dan Proximal Tibiofibular. Pergerakan normal lutut adalah 10° untuk ekstensi dan 140° untuk fleksi. Stabilitas sendi lutut dipertahankan terutama oleh jaringan lunak, yaitu ligamen, otot, tendon dan meniscus.²⁰

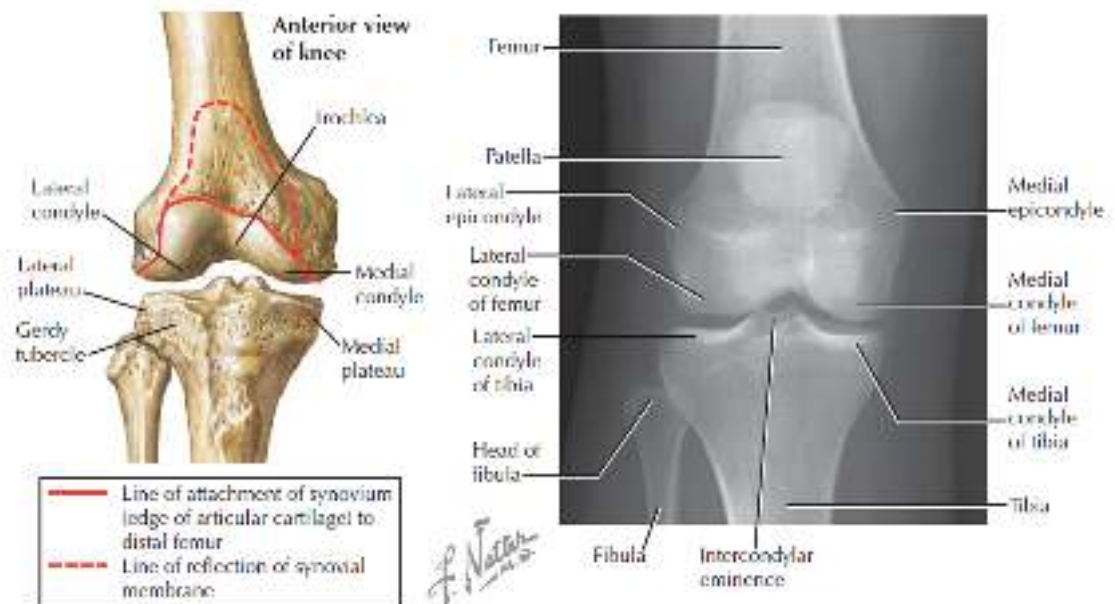
Ligamen yang terdapat pada lutut terdiri dari 2 macam, yaitu ligamen intra kapsular dan ligamen ekstra kapsular. Ligamen intra kapsular terdiri dari ligamen krusiatum anterior dan ligamen krusiatum posterior, sedangkan ligamen ekstra kapsular terdiri dari ligamen kolateral medial dan ligamen kolateral lateral. Struktur ligamen lutut memberikan stabilitas pada saat tekanan tarikan berlaku pada serat-serat kolagen ligamen. Dikarenakan pergerakan mekanik lutut yang sangat kompleks, tekanan tidak hanya berpusat pada satu ligamen melainkan ke beberapa ligamen sekaligus.²¹

Pada area intra kapsular tidak didapatkan persarafan dan perdarahan sehingga seluruh struktur di dalam kapsul sendi artikular lutut tidak mendapatkan nutrisi dari darah, melainkan dari difusi nutrisi dari cairan

sinovial.²⁰ Vaskularisasi pada lutut didapatkan dari percabangan arteri Femoral, yaitu arteri Genikularis superior dan inferior. Kedua cabang arteri ini terbagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian medial dan bagian lateral.²⁰



Gambar 2.1. Vaskularisasi lutut. Sistem arteri genikulat ekstraoseus. *S*, superior geniculate; *MS*, medial superior geniculate; *MI*, medial inferior geniculate; *ATR*, anterior tibial recurrent; *LI*, lateral inferior geniculate; *LS*, lateral superior geniculate.²²



Gambar 2.2. Anatomi lutut²⁰

2.1.1.2. Femur

Femur adalah tulang yang terbesar dari tubuh manusia. Bagian Femur yang berartikulasi dengan Tibia adalah bagian distal Femur dimana terdapat 2 *condyle* yaitu bagian medial dan lateral dengan bagian medial yang lebih besar. Otot pada paha atau *thigh* secara garis besar terdiri dari bagian anterior, medial, dan posterior.²⁰ Persarafan pada paha terdiri dari:

- a. Saraf Sciatic (L4-S3)
- b. Saraf Femoral (L2-L4)
- c. Saraf Cutaneous femoral lateral (L2-L3)

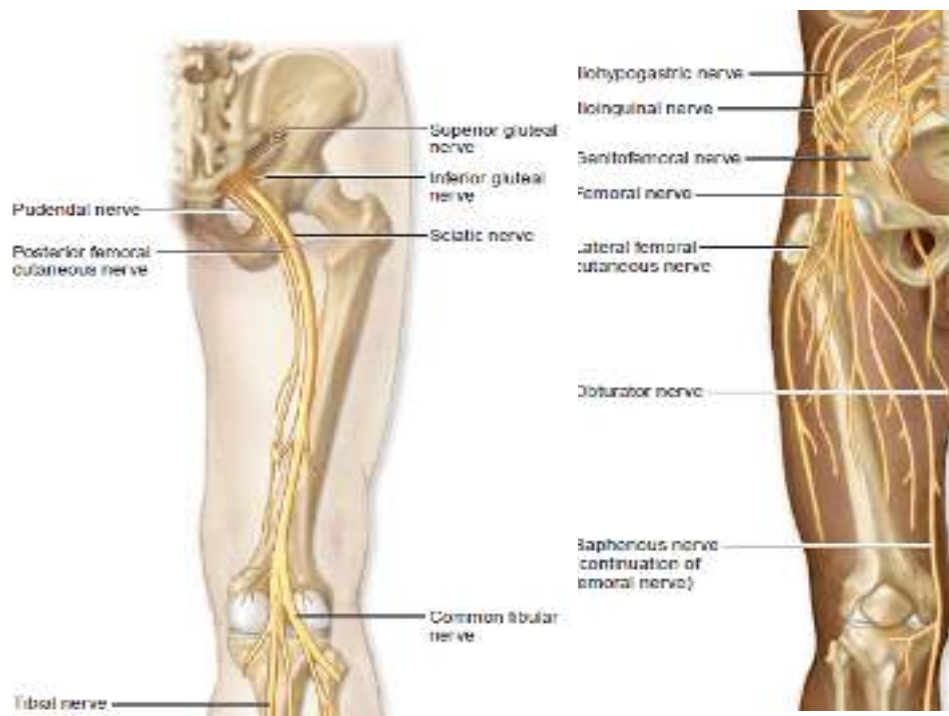
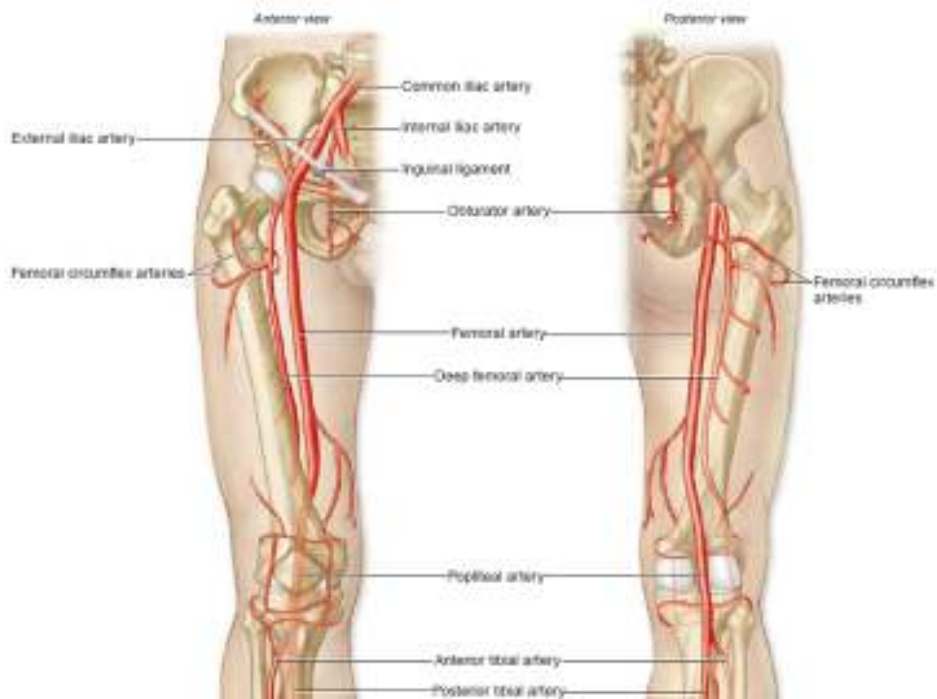
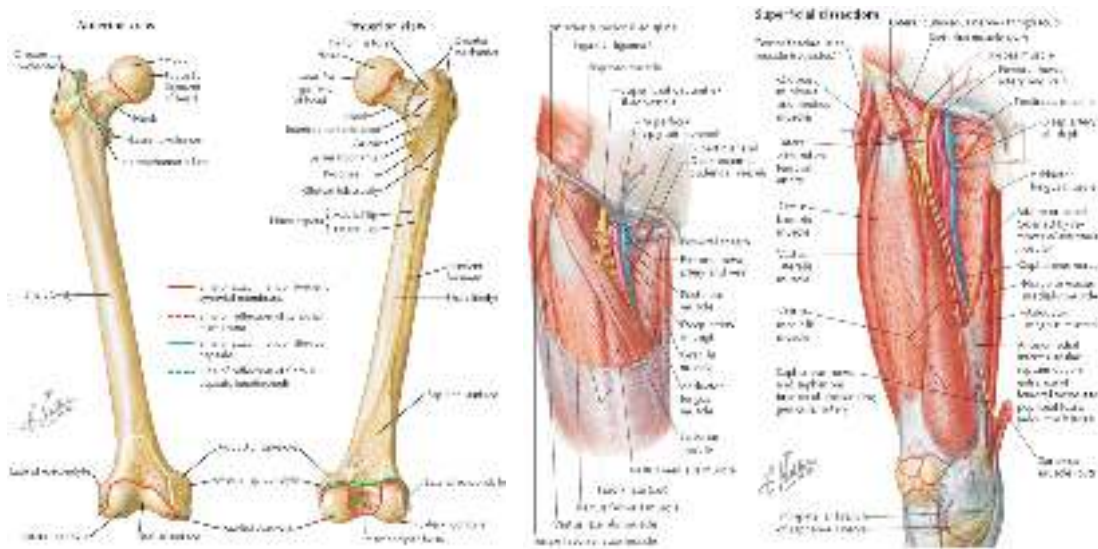


Figure 2.3. Persarafan femur²³



Gambar 2.4. Vaskularisasi Femur²³

Vaskular pada paha meliputi arteri Iliaka Eksternal, arteri Femoralis, arteri Medial Femoral Sirkumfleksa dan arteri Obturator.²⁰

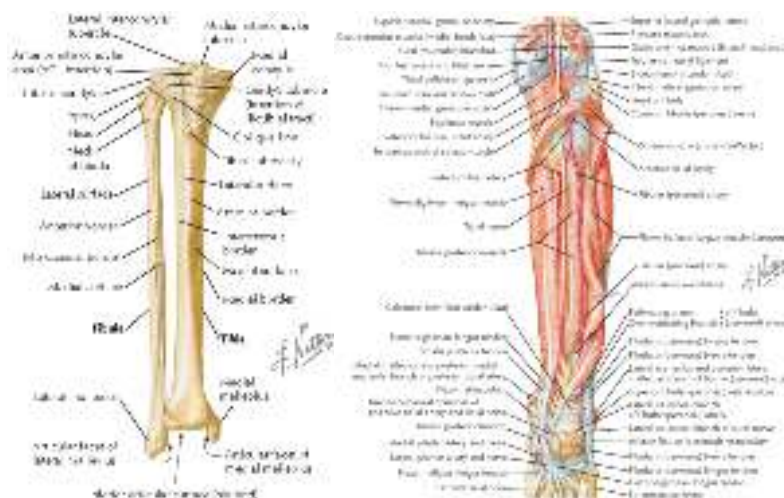


Gambar 2.5. Anatomi Femur²⁰

2.1.1.3. Tibia

Tibia berartikulasi dengan distal femur melalui facet proksimal medial (oval dan konkaf) dan facet lateral (sirkuler dan konveks). *Tibial shaft* berbentuk segitiga pada potongan melintang dan menipis pada perhubungan antara seperti dua dan tiga sebelum melebar kembali membentuk *plafond* tibia.²⁰

Otot pada betis dibagi berdasarkan kompartemennya yaitu anterior, lateral, *superficial posterior* dan *deep posterior*. Kompartemen posterior diinervasi oleh nervus Tibia dan mengandung otot preaksiler. Kompartemen anterior dan lateral diinervasi oleh nervus Peroneus Komunis dan mengandung otot Postaksial. Nervus yang terdapat pada betis dapat berupa nervus Tibialis (L4-S3), Nervus Peroneus Komunis (L4-S2) yang terbagi menjadi profundus dan superfisial, dan nervus *Cutaneous*. Vaskularisasi pada betis berasal dari arteri Poplitea yang merupakan kelanjutan dari arteri Femoralis dan bercabang menjadi arteri Tibialis anterior dan posterior²⁰

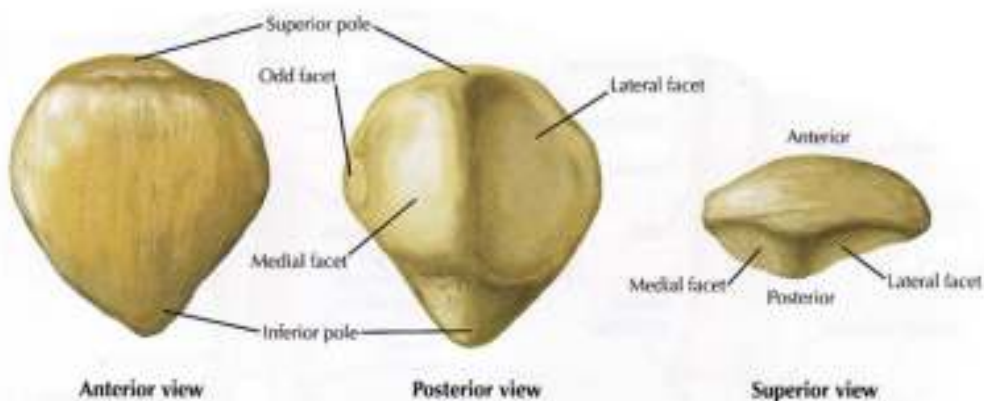


Gambar 2.6. Anatomi Tibia²⁰

2.1..1.4. Patella

Patella adalah tulang sesamoid terbesar dalam tubuh yang berbentuk oval, dengan ujung superior dan inferior. Tulang ini memiliki 2 *facet*, yaitu *facet* medial dan lateral yang dipisahkan oleh pembatas di tengahnya. Tiap *facet* dibagi menjadi bagian superior, medial dan inferior.²⁰ Th Tulang ini memiliki 3 fungsi:

- a. Proteksi lutut
- b. Meningkatkan lubrikasi lutut
- c. Sebagai tumpuan pada kontraksi otot Quadriceps.



Gambar 2.7. Anatomi Patella²⁰

2.1.1.5. Ligamen Krusiatum

Ligamen Krusiatum terletak di tengah lutut, menghubungkan antara Femur dan Tibia Plateau. Terdapat 2 ligamen Krusiatum, yaitu ligamen

Krusiatum Anterior (ACL) dan ligamen Krusiatum Posterior (PCL). Ligamen Krusiatum memiliki panjang 38 mm dan lebar 10 mm.^{20,24}

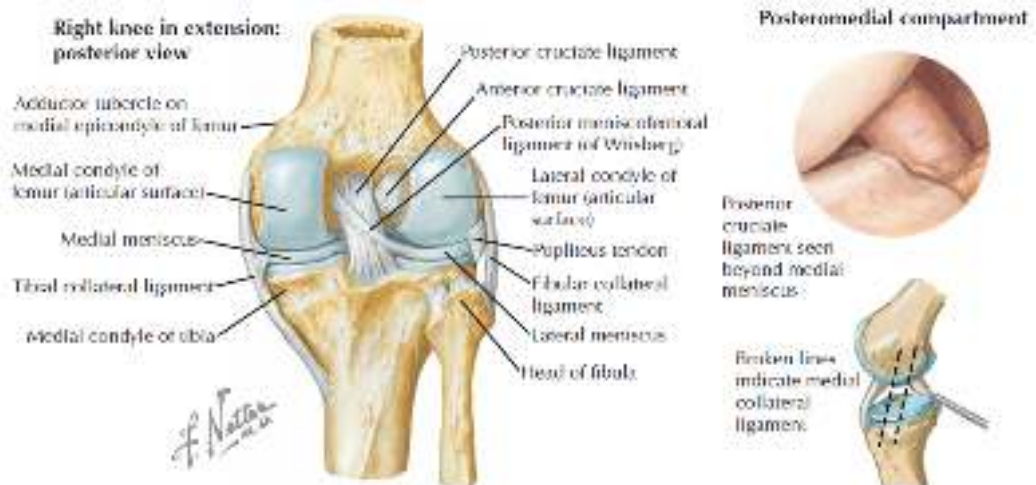
Ligamen Krusiatum adalah struktur ligamen yang terbuat dari jaringan ikat tebal yang terdiri dari barisan-barisan fibroblas dan kolagen tipe I. Ligamen Krusiatum adalah penstabilisasi utama terhadap translasi anteroposterior pada saat lutut dalam posisi fleksi. Dalam sebuah studi didapatkan bahwa ACL memberikan lebih dari 80% tekanan tahanan ke anterior dari posisi 30°-90° fleksi lutut, sedangkan struktur ligamen lain, seperti kapsul sendi medial, traktus Iliotibial dan ligamen kolateral tidak memberikan tahanan sekunder yang relevan terhadap pergerakan ini.²¹

PCL terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian anterolateral dan bagian posteromedial. Kedua bagian ini menghubungkan bagian lateral dari kondilus medial femur dan bagian posterior proximal Tibia. Fungsi utama PCL adalah sebagai penahan utama pada translasi posterior tibia dan penahan sekunder pada posisi varus, valgus dan rotasi eksternal.²⁰

ACL terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian anteromedial dan bagian posterolateral. Kedua bagian ACL ini menghubungkan bagian posteromedial dari kondilus lateral Femur ke bagian Tibia anterior. Fungsi dari ACL adalah sebagai penahan primer untuk translasi anterior Tibia, dan penahan sekunder pada posisi varus dan rotasi internal.²⁰ Area origo dan insersi dari ACL adalah 113 mm² dan 136 mm². Panjang dari aspek anterior dan posterior ligamen bervariasi antara 22 mm dan 41 mm.²⁴



Gambar 2.8. Anatomi Ligamen Krusiatum, Tampak Anterior²⁰



Gambar 2.9. Anatomi Ligamen Krusiatum, Tampak Posterior²⁰

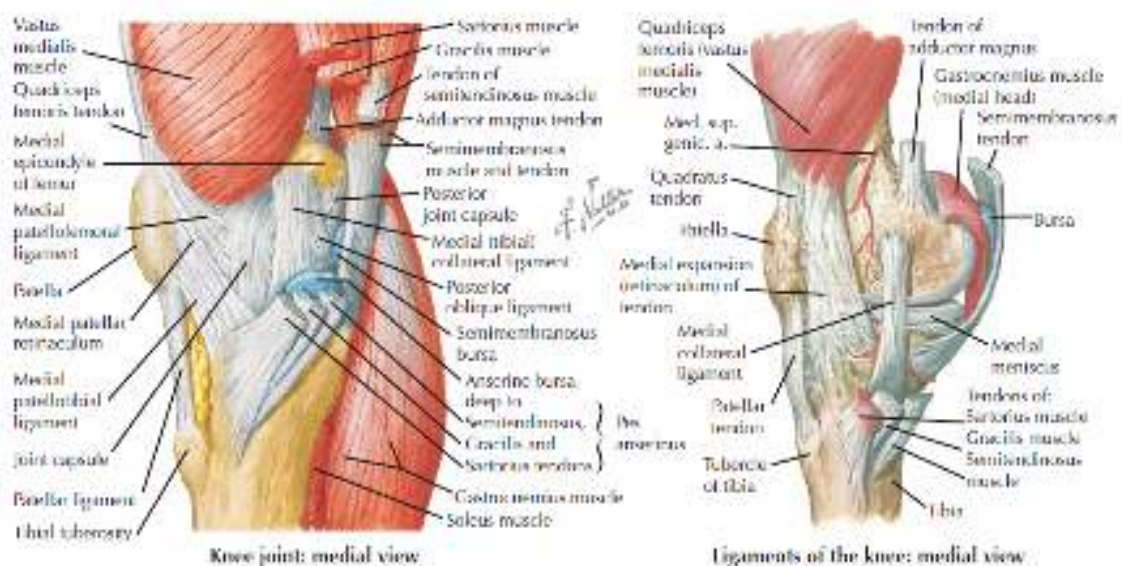
2.1.1.6. Ligamen Kolateral

Ligamen kolateral adalah ligamen yang terletak di bagian luar dari lutut, dan menghubungkan antara Femur dan Tibia. Terdapat 2 ligamen kolateral yaitu ligamen kolateral medial dan ligamen kolateral lateral.²⁰

Ligamen kolateral medial terbagi menjadi 2, yaitu bagian superfisial dan bagian profunda. Bagian superfisial dari ligamen kolateral medial menghubungkan antara Epikondilus media dan Tibia. Ligamen ini berfungsi

sebagai penahan utama pada tekanan valgus. Bagian profunda dari ligamen kolateral medial terbagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian meniscofemoral dan bagian meniscotibial. Ligamen ini menghubungkan antara Femur dan meniscus dan antara tibia dan meniscus. Fungsi primer ligamen ini adalah untuk menstabilkan meniscus.²⁰

Ligamen kolateral lateral terletak pada aspek lateral lutut, menghubungkan antara Epikondilus lateral dan kepala Fibula. Fungsi dari ligamen ini adalah sebagai penahan utama pada tekanan varus.²⁰



Gambar 2.10. Anatomi Ligamen Kolateral²⁰

2.1.7. Meniscus

Meniscus adalah suatu fibrokartilago berbentuk *disk*, yang terletak di antara Kondilus Femur dan Tibial Plateau. Bagian paling tebal di bagian perifer dan menipis di bagian medial. Secara histologi struktur ini terbuat

dari kolagen tipe 1 (kebanyakan), sel, air, proteoglikan, glikoprotein dan elastin.²⁰

Meniscus terdiri dari 3 lapisan secara mikroskopis, yaitu :

- Lapisan superfisial, yang berisi serat kolagen yang tersusun rapi.
- Lapisan permukaan, dengan pola serat kolagen yang tidak beraturan.
- Lapisan dalam / tengah, dengan pola serat longitudinal.

Perdarahan meniscus didapatkan dari arteri Genikularis superior dan inferior, baik medial maupun lateral, yang membentuk suatu pleksus Perimeniscal di dalam kapsul²⁰. Meniscus dibagi menjadi 3 zona, sesuai dengan bagian yang divaskularisasi, yaitu :

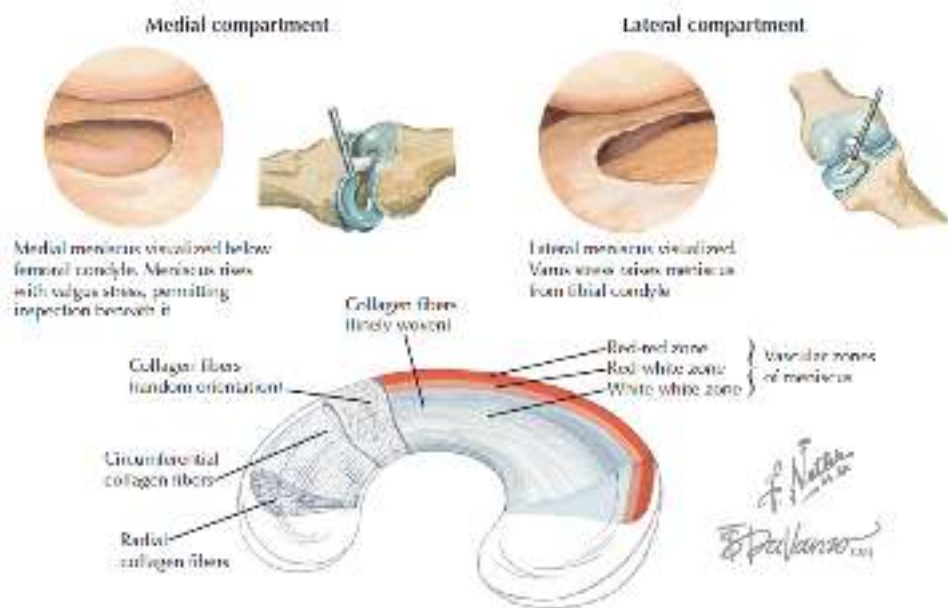
- Zona merah : 3 mm dari perifer, dimana vaskularisasi di daerah ini adalah yang terbanyak dan kebanyakan kerusakan pada bagian ini dapat sembuh sempurna.
- Zona merah / putih : 3-5mm dari perifer, dimana vaskularisasi semakin berkurang. Di daerah ini beberapa kerusakan saja yang dapat sembuh.
- Zona putih: >5mm dari perifer, dimana vaskularisasi di daerah ini tidak ada. Sehingga ini merupakan suatu zona avaskuler. Kebanyakan dari trauma di daerah ini tidak akan sembuh.

Meniscus terbagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian medial dan bagian lateral. Bagian medial berbentuk C, tidak bias bergerak, disebabkan oleh tertahannya bagian ini ke tibia melalui ligamen *Coronary* dan kapsul

melalui MCL bagian profunda. Bagian lateral meniscus lebih berbentuk sirkuler, lebih mudah bergerak disebabkan kurangnya tahanan pada bagian ini.²⁴

Meniscus sendiri memiliki fungsi sebagai berikut.^{20,25}

1. Transmisi berat dan absorpsi tekanan, hingga sebesar 50% pada ekstensi dan 85% pada fleksi
2. Stabilitas sendi
3. Lubrikasi sendi, dengan membantu penyebaran dari cairan sinovial.
4. Nutrisi sendi
5. Proprioepsi



Gambar 2.11. Anatomi Meniscus²⁰

2.1.2. Definisi dan Epidemiologi Cedera ACL

Cedera ligamen anterior cruciatum (ACL) merupakan kejadian paling umum dalam kedokteran olahraga. Ligamen anterior cruciatum sangat penting dalam menahan translasi anterior tibia di atas tulang Femur dan menstabilkan rotasi sendi.¹⁶ ACL adalah 1 dari 4 ligamen utama yang menstabilkan sendi lutut. ACL juga membantu mencegah ekstensi lutut yang berlebihan, gerakan varus lutut dan valgus, dan rotasi os Tibia. ACL yang intak melindungi meniscus dari gesekan yang terjadi selama manuver atletik, seperti mendarat dari lompatan, berputar, atau deselerasi saat berlari.²⁶

Cedera ACL biasanya terjadi akibat pola gerakan tertentu, yang paling sering yaitu ketika menggunakan gaya tiba – tiba (misalnya impak eksternal, mendarat di atas kaki dll.) pada lutut yang lurus dengan kaki yang ditanam dengan sendirinya sehingga lutut bisa melewati gerakan valgus dengan rotasi internal. Cedera ACL secara fungsional dapat melumpuhkan dan menjadi predisposisi cedera lebih lanjut, serta memicu perubahan artikular degeneratif dini.⁵ Cedera ACL sering terjadi pada olah raga *high-impact*, seperti sepak bola, futsal, tenis, badminton, bola basket dan olah raga bela diri.²³ Setelah terjadi robekan ACL, episode berulang dari ketidakstabilan sendi dikaitkan dengan robekan meniscus, kerusakan kartilago artikular dan metabolisme osseous abnormal.⁵

Sebagian besar cedera ACL berhubungan dengan olahraga, oleh karena itu, angka kejadiannya lebih tinggi pada atlet. *The National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System* telah mengumpulkan data. Angka kejadian

cedera ACL tertinggi pada pemain sepak bola laki – laki dan pada pesenam wanita.²⁷

Sebuah penelitian terhadap atlet muda dengan Hemartrosis lutut setelah cedera akut menunjukkan sebanyak 47% remaja dan 65% orang dewasa kemudian mengalami cedera ACL. Selama 20 tahun terakhir, angka kejadian cedera ACL pada anak-anak dan remaja yang berusia 6-18 tahun telah meningkat sebesar 2,3% per tahun dengan kejadian puncak saat SMA.²⁸

Risiko cedera ACL mulai meningkat secara signifikan pada usia 12 sampai 13 tahun pada anak perempuan dan pada usia 14 sampai 15 tahun pada anak laki-laki. Atlet wanita berusia 15 sampai 20 tahun mengalami cedera ACL dengan kasus terbanyak. Angka kejadian cedera ACL di antara atlet mulai muncul pada usia 12-14 tahun untuk anak perempuan dan 14-16 tahun untuk anak laki-laki, puncaknya pada masa remaja, kemudian menurun pada awal masa dewasa.²⁶

Sebuah studi terhadap atlet perguruan tinggi menunjukkan bahwa, pemain sepak bola wanita dan pemain bola basket wanita berisiko 2,7 kali mengalami cedera ACL dibandingkan pemain laki - laki. Risiko cedera ACL pada atlet wanita meningkat secara signifikan selama pertengahan tahun remaja. Sebuah studi epidemiologi baru-baru ini menemukan bahwa insiden cedera ACL jauh lebih tinggi di antara anak perempuan usia 6-16 tahun dibandingkan anak laki-laki dengan usia yang sama.²⁸

Insiden cedera ACL berdasarkan *AFL injury report* musim 2006 adalah 0.9 cedera baru / tim / musim dan cedera ini menyebabkan para pemain sepak bola melewatkan 15.3 permainan / tim / musim. Setiap tahun di Amerika

Serikat terjadi 250.000 cedera ACL, atau sekitar 1 dari 3000 populasi. Sekitar sepertiga dari pasien yang mengalami cedera ACL memerlukan pembedahan, dengan biaya 17.000 Dollar Amerika Serikat per rekonstruksi sehingga diperkirakan biaya per tahun sekitar 1,5 Milyar Dollar Amerika Serikat. Dengan demikian biaya yang dikeluarkan sangat besar.²³

Alasan peningkatan angka kejadian cedera ACL oleh karena meningkatnya jumlah anak-anak dan remaja yang berpartisipasi dalam olahraga terorganisir, meningkatnya partisipasi dalam olahraga dengan permintaan tinggi di usia yang lebih mudah, dan tingkat diagnosis yang lebih tinggi sehingga meningkatkan kesadaran akan cedera ACL pada pasien dengan tulang imatur serta meningkatnya frekuensi penggunaan pencitraan medis yang canggih.²⁶

Dalam penelitian Daniel's San Diego dengan 279 pasien cedera ACL terisolasi, 20% menjalani akut rekonstruksi, 18% menjalani rekonstruksi berikutnya karena gejala kronik, dan selebihnya tidak dioperasi. Kelompok ini dievaluasi selama lima tahun. Daniel menyimpulkan dari penelitiannya sebagai berikut:⁹

- a. Robekan akut ACL berhubungan dengan robekan meniscus pada 50% kasus (robekan lateral lebih sering dari pada robekan medial).
- b. Dalam kasus yang kronik, insiden robekan adalah 80%. Robekan medial lebih sering pada kondisi kronik.
- c. 40% dari robekan dapat diperbaiki.
- d. Cedera *Chondral* dua kali lebih sering (40%) dalam kasus kronik dibandingkan kasus akut.

- e. Pasien memiliki keluhan nyeri yang minimal dan dapat beraktivitas normal di kehidupan sehari-harinya.

Terdapat sekitar 100.000 rekonstruksi ACL dilakukan di AS setiap tahun, dan teknik terkini untuk prosedur ini memungkinkan hasil yang bagus dan memuaskan pada 85-95% pasien.⁵

2.1.3. Klasifikasi Cedera ACL

Cedera ACL diklasifikasikan sebagai derajat I, II, III

- Derajat I: peregangan ligament dengan minimal gangguan pada ligamen.
- Derajat II: robekan hingga 50% dari ligamen, sedikit hematoma.
Kemungkinan terdapat Hemartrosis
- Derajat III: robekan ligamen komplit, hematom dan hemartrosis.⁷

2.1.4. Patomekanisme

Cedera ACL dapat diklasifikasikan berdasarkan mekanismenya, yaitu kontak langsung, kontak tidak langsung, atau tidak terjadi 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.²⁸

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.²⁸

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 resultan dari 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 ACL²⁹. Hewett dkk 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 antara laki-laki dan perempuan berubah, sudut lutut valgus remaja perempuan meningkat selama *jump-landing*.³⁰

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.²⁸

2.1.5. Penatalaksanaan Cedera ACL

Indikasi umum untuk pembedahan meliputi ketidakmampuan pasien untuk berpartisipasi dalam olahraga pilihannya, ketidakstabilan yang mempengaruhi aktivitas kehidupan sehari-hari, dan robekan meniscus yang dapat diperbaiki, atau cedera lutut dengan robekan ligamen multipel.³¹ Cedera ACL pada orang yang aktif dan atletik sering ditangani dengan pembedahan.³² Cedera ACL pada anak bukan merupakan keadaan darurat bedah.²⁶ Beberapa faktor untuk mengambil keputusan operasi, menurut Shelbourne adalah usia, kronisitas, tingkat aktifitas, dan cedera yang berhubungan dengan meniscus dan *articular surface*.⁷

Bentuk penanganan lainnya termasuk intervensi konservatif (non bedah) seperti program rehabilitasi progresif dan latihan yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan keseimbangan.⁹ Ahli bedah ortopedi merekomendasikan perawatan non bedah, termasuk penggunaan *brace*, rehabilitasi, dan restriksi olahraga selama berbulan-bulan.³¹

Hal ini telah dikaitkan dengan ketidakstabilan menetap dan teknik meniscus dan *chondral* berikutnya dalam rekonstruksi ACL pada anak-anak dan remaja telah mendapatkan popularitas dan jumlah pasien dengan tulang imatur yang menjalani rekonstruksi ACL telah meningkat. Antara tahun 1994 sampai 2006,

jumlah rekonstruksi ACL yang dilakukan pada pasien berusia di bawah 15 tahun meningkat sebesar 24%²⁸

Sebagian besar pasien yang telah menjalani rekonstruksi ACL primer menunjukkan hasil yang sangat baik berkaitan dengan stabilitas dan kembali ke tingkat aktivitas pra-cedera. Namun, hasil yang buruk setelah rekonstruksi ACL primer umumnya dapat dikelompokkan menjadi satu atau beberapa kategori berikut, yaitu kehilangan gerak, nyeri persisten, komplikasi pascaoperasi, disfungsi mekanisme ekstensor dan ketidakstabilan berulang. Ketidakstabilan berulang setelah rekonstruksi ACL primer memiliki insidensi 3% sampai 10%. Salah satu etiologi ketidakstabilan berulang yang paling umum adalah kegagalan *graft*.²⁸

Terdapat berbagai teknik untuk rekonstruksi ACL pada anak-anak dan remaja. Pilihan teknik yang digunakan harus bersifat individual berdasarkan kematangan dan pertumbuhan pasien. Pada pasien pre-pubertas dengan *physes* terbuka dan pertumbuhan signifikan yang tersisa, rekonstruksi *physeal-sparing ACL* merupakan teknik yang paling tepat. Bagi pasien pubertas dengan pertumbuhan yang tersisa, rekonstruksi *physeal-respecting ACL* merupakan teknik yang sesuai. Pada pasien dewasa dengan sisa pertumbuhan minimal atau tidak ada, teknik rekonstruksi ACL *transphyseal* dapat dilakukan.²⁸

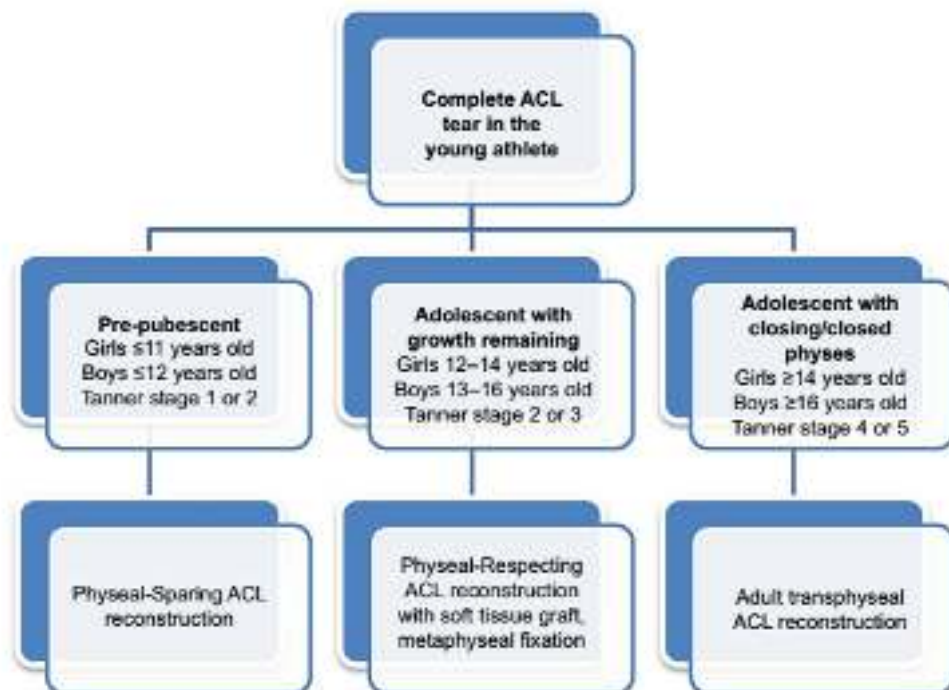
2.5.1. Penatalaksanaan Non-operatif³³

Protokol penanganan non-bedah dari cedera akut terdiri dari:

- *Splint* Ekstensi dan *Crutch*

- *Cryotherapy*
- Fisioterapi
- Nautilus atau program *gym*
- *Brace* fungsional
- Konseling mengenai penggunaan lutut untuk berolahraga dan beraktivitas.
- Berolahraga secara bertahap jika ada perbaikan ROM dan kekuatan lutut.³³

2.5.2. Penatalaksanaan Operatif-Arthroskopi



Gambar 2.12. Algoritma rekonstruksi pasien dengan cedera ACL.²⁸

Rekonstruksi ACL:

1. Penempatan *Femoral Tunnel*

Posisi sagital 1-2 mm tulang antara *tunnel* dan korteks posterior femur. Posisi coronal, terowongan dibuat di dinding lateral untuk membuat graft horizontal.³⁴

2. Penempatan *Tibial Tunnel*

Posisi sagital, posisi tengah pintu *tunnel* hingga ke sendi adalah 10-11 mm di depan batas anterior insersi PCL. Posisi *coronal*, posisi terowongan <75° dari arah horizontal. Cara ini didapatkan dengan memindahkan posisi awal Tibia diantara tuberkulum Tibia dan ujung tengah posterior Tibia.³⁴

3. Penempatan Graft

Persiapkan graft untuk mengurangi tekanan hingga 50%.³⁴

4. Artroskopi

a. Indikasi artroskopi adalah:³⁴

- Diagnostik pembedahan
- Reseksi atau repair meniscus
- Membuang *loose bodies*
- Rekonstruksi ACL dan PCL
- Biopsi synovial atau synovectomy
- Memperbaiki kerusakan *chondral* termasuk patah mikro
- Penanganan *Osteochondritis Dissecans*
- *Debridement* pada osteoarthritis lutut.

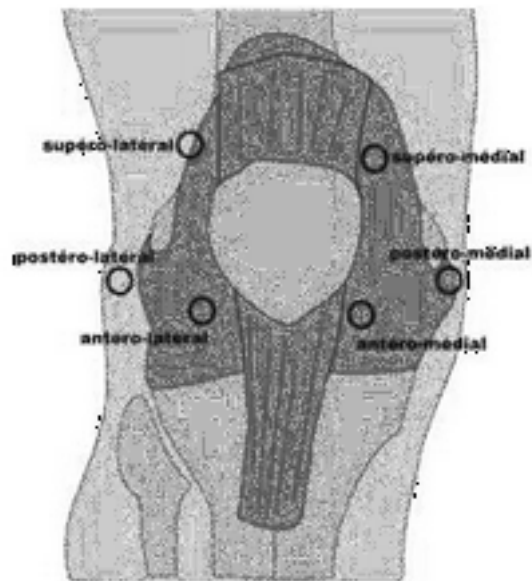


Figure 2.13 Titik insersi artroskopi³⁴

b. Pemilihan Posisi dan Insersi *Scope*³⁴

- Posisi pasien *supine* dengan lutut fleksi
- Pasang *tourniquet*
- Buat insisi anterolateral melalui *soft spot* lutut
 - Insisi vertikal
 - Insisi horizontal
- Masukkan trokar ke dalam kapsul
- Masukkan trokar ke dalam kantong suprapatellar

c. Portal primer³⁴

- Anterolateral
 - Berfungsi sebagai portal standar dan dipakai sebagai penglihatan primer portal.

- Lokasi dan teknik dengan membuat lutut fleksi, bersebelahan dengan tendon patella diatas *soft spot* pada garis sendi.
 - Anteromedial³⁴
 - Fungsi sebagai portal standar dan dipakai untuk portal instrumen primer
 - Lokasi dan teknik dengan membuat fleksi lutut, bersebelahan dengan tendon patella diatas *soft spot* pada garis sendi.
 - Superomedial³⁴
 - Portal aksesori dan sering digunakan sebagai drainase.
 - Lokasi dan teknik dengan membuat lutut ekstensi.
 - Superolateral³⁴
 - Portal accessories and often used for drainage.
 - Locations and techniques by making extension knees and often used as aspiration or injection positions.
- d. Portal sekunder³⁴
- Portal posteromedial
 - Fungsi : membantu visualisasi posterior *horn* dan PCL.
 - Lokasi dan tehnik 1 cm diatas garis sendi dan dibelakang MCL.
 - Portal posterolateral ³⁴
 - Fungsi : membantu visualisasi posterior *horn* dan PCL.
 - Lokasi dan teknik 1 cm diatas garis sendi, diantara LCL dan tendon bisep.
 - Portal transpatellar³⁴

- Fungsi : digunakan untuk penglihatan sentral atau memegang.
- Lokasi dan teknik 1 cm distal patella dan memisahkan tendon patella.
- Jangan digunakan jika menggunakan tehnik *bone-patella-bone-graft*.
- Portal proximal superomedial³⁴
 - Fungsinya digunakan untuk visualisasi anterior kompartemen.
 - Lokasi dan tehnik 4 cm proksimal dari patella.
- Portal *Far Medial* dan *Far Lateral*³⁴
 - Fungsinya digunakan untuk penempatan instrumen aksesori dan untuk membuang *loose body*.
 - Lokasi dan teknik : ditempatkan pada tempat terbaik sesuai dengan kebutuhan.

e. *Diagnostic Scope*³⁴

- Dengan lutut ekstensi maksimal dimulai pada kantong suprapatellar.
- Sendi Patellofemoral
- Alur *Trochlear*
- Lateral *gutter*, insersi Popliteus
- Kompartemen lateral, anterior *horn* dari lateral meniscus.
- Medial *gutter*
- Fleksi lutut hingga 90°, digerakkan kearah medial kompartemen
 - *Medial meniscus*
 - *Medial femoral condyle cartilage*

- *Meniscus pada medial tibial plateau*
- Intercondylar Notch
 - ACL
 - PCL
 - Posteromedial corner
- Dengan lutut dalam empat posisi lateral kompartemen
 - *Lateral meniscus*
 - *Popliteal hiatus*
 - *Lateral femoral condyle cartilage*
 - *Lateral tibial plateau cartilage*



Gambar 2.14. Rekonstruksi ACL: Pengambilan autograft hamstring³⁵

- a. Foto intraoperatif (tungai kiri) menunjukkan lokasi insisi pengambilan tendon semitendinosus dan gracilis.
- b. Foto intraoperatif (tungai kiri) menunjukkan lokasi fascia sartorius.
- c. Foto intraoperatif (tungai kiri) menunjukkan lokasi tendon semitendinosus dan gracilis setelah diseksi untuk membebaskan dari fascia sartorius.

- d. Foto intraoperatif (tungai kiri) menunjukkan diseksi dari gracilis dari fasia sartorius dan dari semitendinosus, sebelum pengambilan.
- e. Foto intraoperatif (tungai kiri) menunjukkan penggunaan *stripper tendon* untuk mengambil tendon gracilis setelah ujung bebas tendon dijahit *whip-stitch* dengan benang *nonabsorbable* berkekuatan tinggi (Ethicon)
- f. Foto intraoperatif (tungai kiri) menunjukkan penggunaan *stripper tendon* untuk mengambil tendon semitendinosus setelah ujung bebas tendon dijahit *whip-stitch* dengan benang *nonabsorbable* berkekuatan tinggi (Ethicon); tendon gracilis telah diambil sebelumnya

f. *Endobutton*

Endobutton digunakan terutama bersamaan dengan fiksasi *bone plug* pada terowongan femoral yang mengalami *blow-out*, dan dirancang untuk digunakan dalam rekonstruksi ACL endoskopi sebagai fiksasi femoral. Sebuah studi biomekanik pada kadaver manusia muda menemukan bahwa konstruksi tendon hamstring yang difiksasi dengan *endobutton* dan *tibial post* menunjukkan ikatan yang lebih kuat dibandingkan dengan kelompok tendon patella yang menggunakan fiksasi *interference* (*fail* di $612 \text{ N} \pm 73 \text{ N}$ pada *endobutton* dan *tibial post*, dibandingkan dengan $416 \text{ N} \pm 66 \text{ N}$ dalam kelompok tendon patella) tetapi kekakuannya (*stiffness*) kedua kelompok tersebut tidak berbeda.³⁶ *Endobutton* terbukti memiliki tingkat penyembuhan graft ke dinding terowongan femoralis yang lebih cepat karena *endobutton* mampu memberi stabilisasi dini menyeluruh pada graft di sendi, yang kemudian juga mempengaruhi kecepatan penyembuhan graft pada proksimal tibia.³⁷ *Micromotion* pada jaringan graft seringkali terjadi pada fase awal hingga jaringan fibrosa padat tertambat dan menstabilkan tendon graft ke dinding terowongan tulang. Hal ini dapat mengakibatkan remodelling tulang yang akhirnya mengarah pada pelebaran terowongan..³⁷

g. Interference Screws

Penggunaan *interference screw* dianggap sebagai standar fiksasi *rigid* pada *graft* dan *bone plug* untuk dimasukkan ke dalam terowongan, serta mampu memberi kekuatan fiksasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan perangkat lain seperti *staples* atau *buttons*.¹⁶

- **Non Absorbable Titanium screws**

Fiksasi *graft* ACL pertama menggunakan *interference screws*, dimulai pada awal tahun 1983, dicapai dengan menggunakan perangkat logam dan menunjukkan hasil yang baik. Saat ini, titanium adalah bahan yang paling umum digunakan untuk perangkat ini. Titanium *screw* memberikan kekuatan fiksasi awal yang tinggi dan mendorong integrasi awal ke dalam tulang, namun dalam kasus operasi revisi, pelepasan perangkat tersebut mungkin secara teknis cukup sulit.³⁸ Titanium *screw* meskipun biokompatibel dapat menyebabkan peningkatan risiko infeksi jika dipertahankan; sehingga operasi kedua diperlukan untuk mengangkat *screw*. Selain itu, implan ini mengganggu pencitraan diagnostik dan membuat operasi revisi sulit serta dapat menginduksi tekanan pada tulang di sekitarnya yang menyebabkan penurunan kepadatan tulang. Oleh karena itu bahan *bioabsorbable* dikembangkan untuk mengatasi kelemahan dari titanium *screw*.¹⁶

- **Bioabsorbable Screw**

Bioabsorbable atau *biodegradable screw* secara otomatis terserap atau ter-disintegrasi dalam tubuh kita, tidak seperti titanium metalik *screw*. Berbagai kombinasi bahan sintetis yang berbeda telah digunakan sebagai bahan baku, seperti: PGA (asam poliglukolat), kopolimer PGA / PLA (asam poliglukolat / asam laktat polip), poliparadioksion dan berbagai stereoisomer asam laktat, asam poli-L-laktat dan asam poli-D-laktat . Penelitian mengenai bahan biokomposit yang tersusun dari campuran polimer yang tercantum di atas, kalsium fosfat dan brusit mulai meningkat beberapa tahun terakhir.¹⁸

Keuntungan dari sekrup yang dapat diserap (*absorbable screws*), yaitu minimnya artefak saat pemeriksaan MRI sehingga pasien tidak perlu melepas implan, menjadi salah satu alasan penggunaannya yang sekarang semakin luas.¹⁶ Implan ini sangat memungkinkan untuk terjadinya patah pada saat operasi dan potensi revisi lebih mudah jika diperlukan. Screws jenis ini juga memiliki keuntungan dapat mempertahankan fiksasi selama proses penyembuhan, dan secara bertahap menurunkan serta perlahan mentransfer stress ke jaringan penyembuhan sehingga tidak ada perisai proses *stress shielding*.³⁸

Walaupun demikian, penggunaan sekrup jenis ini memang memiliki beberapa kerugian, seperti kemungkinan patah yang lebih besar selama operasi dan kemungkinan respons inflamasi yang menyebabkan efusi lutut. Pelebaran *tunnel*, yang dianggap sebagai reaksi inflamasi

terhadap sekrup yang ditanamkan, yang dimediasi oleh mediator radang sitokin, banyak ditemui pada beberapa kasus yang diteliti. Tiga investigasi menyimpulkan bahwa fenomena ini jauh lebih jelas dan signifikan tampak melalui pencitraan pada terdeteksi pada sisi tibialis atau femoralis pasien yang menjalani rekonstruksi ACL dengan *bioabsorbable screws* daripada mereka yang menerima implantasi sekrup logam.¹⁶

Komplikasi dibagi menjadi menjadi intraoperatif (kerusakan *screw*, kerusakan *graft*, dan lainnya) dan pasca operasi (efusi lutut, infeksi, dan kegagalan *graft*). Komplikasi intraoperatif dan pasca operasi keseluruhan sedikit lebih umum ketika menggunakan *bioabsorbable screw*. Kerusakan sekrup lebih sering terjadi pada fase-fase awal, dan hanya ketika sekrup dengan diameter > 7 mm yang digunakan.¹⁶

Dalam hal ini, Mcguire et al. melalui studinya menunjukkan bahwa tambahan 0,125 mm ke diameter inti screw berukuran 7 mm akan secara nyata meningkatkan kekuatan keseluruhan kerusakan graft. Moisalet al. melaporkan bahwa kegagalan cangkok lebih sering terjadi setelah prosedur menggunakan *bioabsorbable screw* dibandingkan dengan *metallic screw*. Penyebab hal ini mungkin terkait dengan sifat mekanik yang berbeda dari dua kelas bahan, yang mempengaruhi penyembuhan graft secara negatif oleh *bioabsorbable screw*.¹⁶

Total biaya operasi bervariasi tergantung pada jenis screw yang dipilih. *Biodegradable screw* menimbulkan biaya lebih tinggi daripada

screw berbahan titanium. Biaya operasi rekonstruksi ACL berkisar antara 75.000 hingga 1,5 lac rupee di India (atau dikonversi menjadi sekitar 15juta Rupiah hingga 30juta Rupiah). Kadang-kadang, pasien juga memilih *metallic screw* dikarenakan keterbatasan anggaran.³⁹ Selain lebih mahal, implan yang dapat terurai secara biologis memiliki kelemahan utama lainnya seperti reaksi benda asing, pembentukan tulang yang tidak lengkap (setelah implan/screw diresorpsi), dan laju menyatunya graft dengan jaringan yang lebih lambat.

Di bawah ini adalah ringkasan keuntungan dan kerugian dari *biodegradable* dan *metallic screw* yang digunakan dalam operasi rekonstruksi ACL.

Tabel 2.1. Keuntungan implan absorbable (*bioabsorbable screw*) dibanding implan nonabsorbable logam (*titanium screw*)^{40,41}

Implan absorbable	Implan nonabsorbable logam
Memungkinkan untuk dilakukan MRI pasca operasi	Tidak ada reaksi benda asing
Tidak ada interferensi jangka lama dengan jaringan sekitar	Tidak terjadi pelebaran <i>tunnel</i> pada tulang sekitar
Tidak diperlukan operasi kedua untuk pencabutan screw	Regenerasi jaringan biologis lebih cepat (ligament baru)
Risiko infeksi menurun	Penempatan lebih mudah
Tidak terjadi osteoporosis (<i>brittle bone disease</i>) atau tekanan di jaringan sekitar pemasangan <i>screw</i>	Tidak ada efusi cairan
	Tidak terjadi osteolysis (depleksi)

	tulang) atau pembentukan kista
--	--------------------------------

Tabel 2.2. Kerugian implan absorbable (*bioabsorbable screw*) dibanding implan nonabsorbable logam (*titanium screw*)^{40,41}

Implan absorbable	Implan nonabsorbable logam
Tidak terserap pada kecepatan tertentu dan waktu degradasinya bervariasi	Tidak terserap seiring waktu, sehingga menyebabkan distorsi dari gambaran <i>imaging</i> diagnostik di sekitar jaringan
Regenerasi jaringan lambat (ligamen baru)	<i>MRI imaging</i> tidak bisa dilakukan pasca operasi
Bisa menimbulkan inflamasi atau reaksi benda asing yang akan membentuk osteolisis atau pembentukan kista	Mengganggu operasi revisi karena mereka sulit untuk dilepas
Mebutuhkan teknik yang khas oleh karena kekakuan yang tidak adekuat dan risiko kerusakan yang besar	Diperlukan operasi kedua untuk mengangkat <i>screw</i>
Bisa menimbulkan osifikasi yang tidak sempurna (pembentukan tulang) dan pelebaran <i>tunnel</i> di sekitar tulang	Bisa menimbulkan sensitivitas logam atau iritasi lokal yang bisa menyebabkan infeksi
Kehilangan kekuatan implan yang cepat akan mengakibatkan risiko fraktur yang lebih cepat	Menyebabkan timbulnya <i>stress shielding</i> atau reduksi dari densitas tulang di sekitarnya
Menyebabkan terbentuk efusi cairan di sekitar sendi	

2.6. Penyembuhan Graft

Segera setelah implantasi graft maka respons inflamasi terjadi. Neutrofil dan makrofag muncul pada area tendon-tulang sejak 4 hari pasca operasi, dan setelah

10 hari makrofag residen mulai dapat teridentifikasi pada area tersebut.⁴² Sel-sel ini secara progresif mengisi kembali *graft* tendon, dan sitokin yang diproduksi oleh sel infiltrasi ini, termasuk *transforming growth factor-b* (TGF-b) akan berkontribusi pada pembentukan jaringan parut fibrosa antara *graft* dan tulang inang.⁴² Setelah 6 minggu, *graft* tersebut sepenuhnya ditutupi oleh amplop sinovial bervaskular, dan pada 20 minggu, vaskulatur intrinsik pada *graft* sudah lengkap.⁴³ Revaskularisasi *graft* utamanya berasal dari bantalan lemak infrapatellar, jaringan sinovial posterior, dan pembuluh endosteal di dalam femoral *tunnel* dan tibialis *tunnel*.⁴³⁻⁴⁵

Meskipun nekrosis *graft* jelas tampak pada bagian osseus dari *bone-plug graft* (misalnya pada autograft BTB) pada beberapa model hewan,^{43,46,47} bagian intra-artikular *graft* tampak mampu bertahan dan menjalani proses revaskularisasi awal. Rougraff dan Shelbourne melakukan biopsi di wilayah pusat autograft BTB pada subjek manusia, menunjukkan tidak adanya nekrosis dan vaskularisasi *graft* pada 3 minggu setelah rekonstruksi.⁴⁸

Fenomena nekrosis parsial *graft* ini tidak terjadi dengan jelas pada *graft* jaringan lunak. Pada model anjing dan domba, Rodeo et al. dan Goradia et al. tidak menemukan bukti nekrosis pada jaringan lunak autograft seperti *extensor digitorum longus* dan tendon hamstring.^{49,50} Model hewan coba kelinci yang menggunakan autograft tendon *flexor digitorum longus* menunjukkan bahwa tidak ada proliferasi sel tendon intrinsik. Meskipun tidak ada nekrosis yang dilaporkan, sel-sel ini mungkin tidak berkontribusi pada proses awal penyembuhan.⁴²

Fase remodelling intra-artikular dari jaringan graft ditandai dengan penggantian kolagen fibril besar dengan kolagen fibril kecil.^{51,52} Amiel et al.⁴⁶ mengusulkan istilah "ligamentisasi" untuk menjelaskan perubahan histologis tendon graft ketika ditanamkan untuk penggantian ACL. Pada model kelinci, Amiel et al. menunjukkan bahwa autograft tendon patella secara bertahap berperan menggantikan sifat histologis ACL asli. Sebagai contoh, pada minggu ke-30, terjadi peningkatan persentase kolagen tipe III menjadi 10% pada graft. Ini merupakan tingkat yang sebanding dengan ACL normal.

Konten glikosaminoglikan dan kolagen cross-link juga serupa dengan yang ditemukan pada ACL asli. Penelitian terkini menunjukkan bahwa bahkan dalam lingkungan asli dari tendon tikus, ekspresi kolagen tipe III tinggi pada tendon patela yang menjalani proses beku-cair in-situ.⁵⁴ Baik repopulasi sel dalam graft yang dihancurkan maupun dalam kondisi biomekanis lingkungan yang berubah, keduanya bertanggung jawab atas perubahan histologis tersebut.

Sampel yang dipelajari dari manusia menunjukkan bahwa pada minggu keempat, jumlah serat Sharpey's fiber hanyalah sedikit sekali, dan pada minggu kedelapan Sharpey's fiber dapat ditemukan dengan mudah. Ferretti berspekulasi bahwa Sharpey's fiber berkontribusi secara nyata kepada stabilitas daripada implan.⁵⁵ Selama proses penyembuhan, jaringan graft secara bertahap melemah seiring dengan penurunan protein struktural, termasuk kekakuan (*stiffness*) dan *ultimate failure load* nya. Pada model intraartikular di primata,⁵⁶ *the ultimate failure load* serta *stiffness graft* pada minggu ketujuh mengalami penurunan berturut turut sebanyak 16% dan 24% dibanding ACL kontrol. Pada *follow up* 1

tahun, properti struktural graft intra-artikular mengalami kemajuan, yaitu 39% (*failure*) dan 57% (*stiffness*) namun tidak kembali ke keadaan ACL normal (kontrol).

Berbagai peneliti mencoba mengadopsi berbagai teori fase-fase pada ligamentisasi. Fase awal pada waktu pasca rekonstruksi ACL hingga minggu ke-4 postoperatif dikenal dengan fase awal penyembuhan graft (*early graft healing phase*). Fase ini ditandai dengan peningkatan nekrosis jaringan, serta terjadi kondisi hiposelular, terutama pada area sentral graft.⁵³ Antara minggu ke-2 dan minggu ke-4 fase awal penyembuhan, merupakan tahapan rawan dari rekonstruksi akibat rendahnya tingkat pepaduan antara graft, menjadikan tingginya tingkat kegagalan akibat graft yang lepas.¹⁵ Fase berikutnya adalah fase proliferasi graft yang terjadi antara 4-12 minggu pasca rekonstruksi ACL. Fase ini ditandai dengan tingginya aktivitas selular dan perubahan pada matriks ekstraselular. Aktivitas selular akan meningkat drastis pada fase ini hingga melebihi kondisi pada ACL normal.⁵³ Revaskularisasi dari jaringan graft juga meningkat pada bersamaan, yaitu sejak minggu ke-4 pasca operasi.^{43,45} Fase ketiga yaitu fase ligamentisasi graft yang merupakan proses berkelanjutan dari *remodeling* penyembuhan graft agar bentuk dan kekuatan mekanis graft setara dengan ACL normal. Pada studi di binatang coba, selularitas graft perlahan kembali hingga setara ACL normal antara bulan ke-3 hingga bulan ke-6⁵³ dan kondisi graft berangsur menjadi semakin serupa dengan ACL normal pada bulan ke-6 hingga bulan ke-12. Pada saat yang bersamaan ini juga terjadi perbaikan integritas graft serta gambaran histologis pada graft.

2.1.7. Komplikasi

Komplikasi utama yang terlihat setelah rekonstruksi ACL dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan gejala klinis: yaitu penurunan rentang gerak sendi, serta *laxity*. Komplikasi utama yang ditemukan pada pasien dengan rentang gerak menurun adalah *impingement* dan artrofibrosis (bentuk fokal dan difus).

Penyebab yang kurang umum dari penurunan rentang gerak meliputi kista *intraarticular bodies* dan ganglion. Komplikasi utama pada pasien dengan peningkatan *laxity* adalah gangguan *graft* dan peregangan *graft*.²⁷ Komplikasi lainnya yang dapat terjadi yaitu kerusakan articular kartilago iatrogenik, *hemarthrosis*, dan cedera saraf : saraf saphenous dan saraf *common peroneal*.³⁴

2.1.8. Evaluasi Fungsi lutut

Terdapat beberapa metode untuk evaluasi fungsi lutut pada pasien yang mengalami cedera lutut atau kondisi patologis lainnya. Beberapa sistem skoring ini juga dapat diterapkan pada pasien yang telah menjalani prosedur operasi lainnya.

Evaluasi fungsi lutut ini juga penting sebagai asesmen komprehensif pada konteks klinis maupun konteks penelitian, pada pasien dengan masalah rheumatologis. Beberapa dimensi penting pada pasien antara lain nyeri, fungsi, kualitas hidup dan level aktifitas. Skor penilaian fungsi lutut yang telah dikenal luas. antara lain:⁵⁷

2.1.8.1. Activity Rating Scale (ARS)

ARS merupakan suatu kuesioner pendek, sederhana dan spesifik untuk lutut, yang berguna untuk mengevaluasi level aktifitas pada pasien dengan berbagai gangguan lutut yang berpartisipasi pada berbagai macam kegiatan olahraga. Sistem skoring ini ditujukan untuk menyediakan data bagi atlet dengan level aktifitas tertinggi pada kurun waktu tahun terakhir (yaitu pada waktu ketika mereka paling aktif)

2.1.8.2. International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form

Untuk mendeteksi perbaikan ataupun perburukan gejala, fungsi dan aktifitas olahraga karena gangguan lutut

2.1.8.3. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score digunakan untuk mengukur opini pasien mengenai lutut dan masalah terkait dalam kurun waktu singkat hingga waktu Panjang (1 minggu hingga puluhan tahun)

2.1.8.4. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS)

Sistem skoring ini mengukur opini pasien perihal kesulitan dalam aktifitas dikarenakan masalah pada sendi lutut

2.1.8.5. Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOOS-ADL)

Berguna untuk menentukan gejala dan limitasi fungsional pada aktifitas harian yang disebabkan karena berbagai patologi sendi lutut

2.1.8.6. Lysholm Knee Scoring Scale

Lysholm Knee Scoring Scale berguna untuk mengevaluasi keluaran pasca operasi ligament sendi lutut, terutama gejala instabilitas. Sistem skoring ini terutama menjadi alat evaluasi personal fungsi sendi pasien, serta tanda-tanda secara objektif, misalnya instabilitas ligament dan rentang gerak, yang mana harus dievaluasi terpisah.⁵⁸

Tabel 2.3. Sistem skoring menurut *Lysholm Knee Score*

1. <u>Jalan Pincang</u>	
Tidak pincang saat berjalan	5
Sedikit pincang saat berjalan	3
Pincang saat berjalan	0
2. <u>Penggunaan Tongkat atau Alat Bantu Jalan</u>	
Tidak menggunakan tongkat saat berjalan	5
Menggunakan tongkat untuk beberapa kesempatan	2
Manapakkan kaki yang sakit terasa tidak mungkin	0
3. <u>Sensasi “Terkunci” pada lutut</u>	
Tidak pernah merasakan sensasi terkunci pada lutut	15
Mengganjal pada lutut namun tidak merasakan sensasi terkunci	10
Lutut kadang-kadang terkunci	6
Lutut sering terkunci	2
Saat ini lutut terkunci	0
4. <u>Sensasi “Tidak Stabil” pada lutut</u>	
Lutut terasa stabil	25
Lutut kadang tidak stabil selama melakukan kegiatan atletik dan kegiatan berat	20
Lutut hampir selalu tidak stabil selama melakukan kegiatan atletik dan kegiatan berat	15
Lutut sering tidak stabil saat melakukan kegiatan rutin harian	10

Lutut hampir selalu tidak stabil saat melakukan kegiatan rutin harian	5
Lutut tidak stabil pada setiap langkah yang dibuat	0
5. <u>Nyeri</u>	
Tidak merasakan nyeri pada lutut	25
Sakit pada lutut saat melakukan kegiatan berat	20
Sakit yang hebat pada lutut saat melakukan kegiatan berat	15
Sakit yang hebat pada lutut setelah berjalan lebih dari 1,6 km	10
Sakit yang hebat pada lutut setelah berjalan kurang dari 1,6 km	5
Sakit yang terus menerus pada lutut	0
6. <u>Bengkak</u>	
Tidak bengkak pada lutut	10
Lutut bengkak setelah melakukan kegiatan berat	6
Lutut bengkak setelah melakukan kegiatan rutin harian	2
Lutut selalu bengkak	0
7. <u>Menaiki tangga</u>	
Tidak memiliki masalah saat menaiki tangga	10
Memiliki sedikit masalah saat menaiki tangga	6
Dapat menaiki tangga hanya sekali	2
Menaiki tangga sangat tidak mungkin	0
8. <u>Berjongkok</u>	
Tidak memiliki masalah saat berjongkok	5
Memiliki sedikit masalah saat berjongkok	4
Tidak dapat berjongkok dengan lutut terlipat 90 derajat	1
Tidak dapat berjongkok karena masalah lutut	0

2.1.8.7. Tegner Activity Scale (TAS)

Sistem penilaian ini dikembangkan atas dasar teori bahwa kegiatan yang berbeda memberikan tuntutan yang berbeda pada lutut, dan pasien yang berbeda berusaha untuk melakukan kegiatan yang berbeda. Dengan demikian, dianggap perlu untuk menilai kegiatan dengan cara standar. Keuntungan utama dari skala aktivitas adalah tidak untuk membandingkan pasien yang berbeda, tetapi untuk mencatat perubahan tingkat aktivitas pada orang yang sama pada waktu yang berbeda. Dengan skala ini, level pra-cedera dan level aktivitas saat ini dan yang diinginkan dapat ditentukan.^{59,60}

Tabel 2.4. Tabel *Tegner Activity Score*

Olahraga Kompetitif Atlet Sepakbola Nasional dan Internasional	10
Olahraga Kompetitif Sepakbola Divisi Bawah Hoky Es Gulat <i>Gymnastic</i>	9
Olahraga Kompetitif Squash atau Bulutangkis Atletik (Jumping) <i>Downhill Skiing</i>	8
Olahraga Kompetitif Tennis Atletik (Lari) Motorcross Bola tangan Bola Basket Olahraga Rekreasional Sepakbola	7

Ice Hockey Squash Atletik (Jumping)	7
Olahraga Rekreasional Tennis dan Bulutangkis Handball Bola Basket Downhill skiing Jogging (5 kali dalam 1 minggu)	6
Pekerjaan Kerja berat (pembangunan gedung, perhutanan) Olahraga Kompetitif Bersepeda Olahraga Rekreasional Jogging pada permukaan yang tidak datar minimal 2 kali seminggu	5
Pekerjaan Kerja sedang (mengemudikan truk) Olahraga Rekreasional Bersepeda Jogging pada permukaan yang datar minimal 2 kali seminggu	4
Pekerjaan Kerja ringan (nursing) Olahraga Kompetitif dan Rekreasional Berenang Berjalan di hutan/kebun	3
Pekerjaan Kerja ringan Berjalan di permukaan yang tidak rata	2
Pekerjaan Kerja <i>sedentary</i> Berjalan di permukaan yang rata	1
Ketidakmampuan berjalan akibat masalah di lutut	0

2.1.8.8. Oxford Knee Score (OKS)

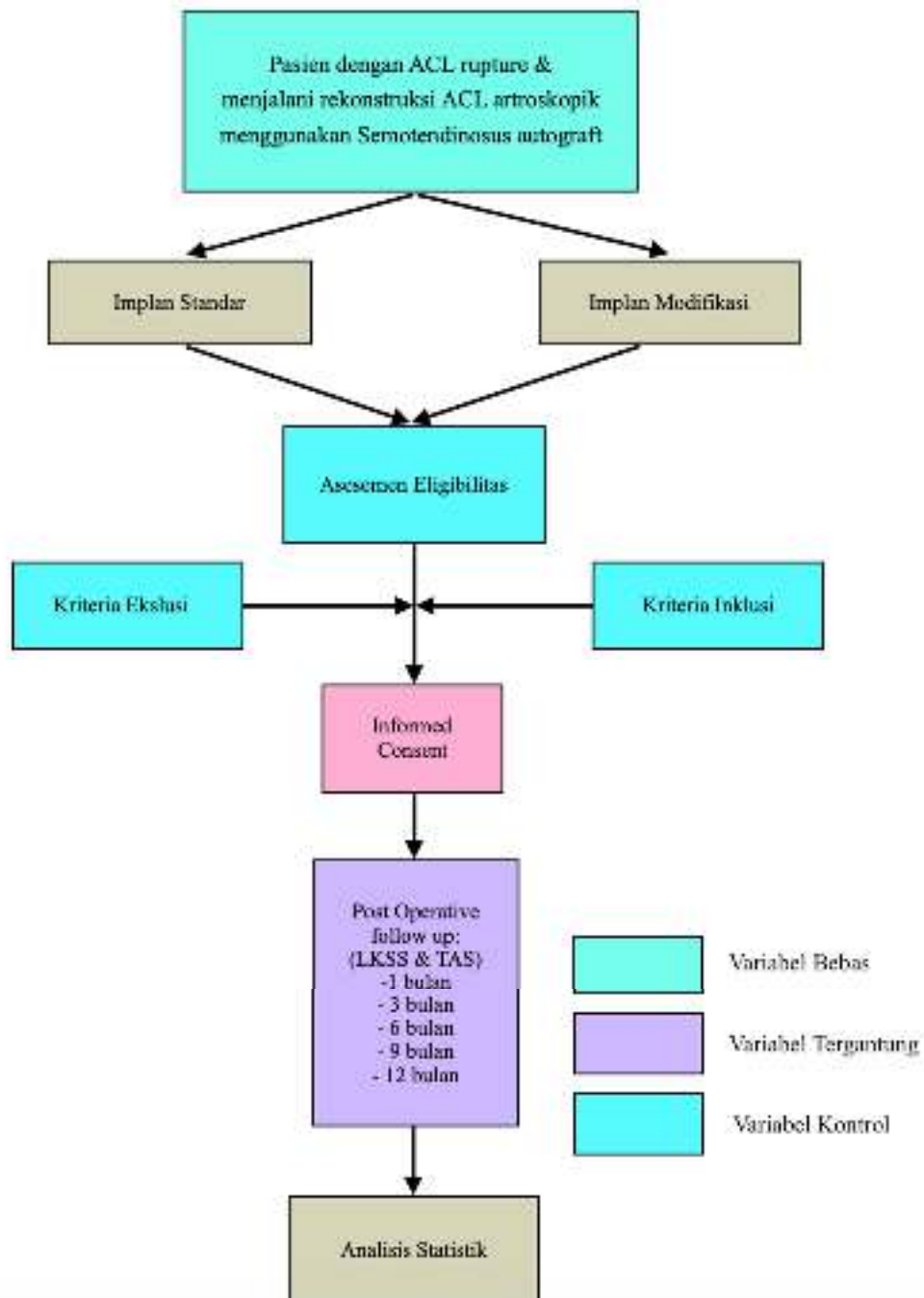
Ini adalah kuesioner singkat untuk pasien yang menjalani penggantian sendi lutut total (TKR) yang mencerminkan penilaian pasien tentang status kesehatan terkait lutut mereka dan manfaat perawatan.

2.1.8.9. Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

(WOMAC) (dapat diaplikasikan pada panggul dan lutut)

Skor WOMAC sering digunakan untuk menilai perjalanan penyakit atau respons terhadap pengobatan pada pasien dengan osteoarthritis lutut atau pinggul (OA).

2.2. KERANGKA PENELITIAN



2.3. HIPOTESIS PENELITIAN

- Tidak ada perbedaan hasil fungsional implan modifikasi dengan implan standar pada artroskopi rekonstruksi ACL dengan fiksasi tendon semitendinosus autograft di Makassar