

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Ligamentum cruciatum anterior (ACL) adalah salah satu cedera olahraga yang paling umum, merupakan struktur intra-artikular yang penting untuk pergerakan normal sendi lutut. Angka kejadian cedera ACL mencapai hingga 200.000 kasus setiap tahunnya bahkan diprediksi akan terus bertambah. Sekitar 70% kasus cedera ACL disebabkan oleh aktivitas olahraga.¹

Pasien dengan dugaan cedera ACL perlu diidentifikasi dan didiagnosis sedini mungkin, dan tindakan pengobatan tepat waktu harus dilakukan untuk mengurangi derajat cedera ACL dan mempercepat pemulihan ligamen yang rusak.

Seiring dengan kemajuan alat dan teknik bedah, banyak sekali tindakan operatif yang dapat dilakukan untuk Rekonstruksi Ligamen Cruciatum Anterior, dimana semua teknik tersebut akan mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Ada empat jenis cangkok yang dapat digunakan dalam rekonstruksi ACL, yaitu tendon patella (PT), hamstring 4-strand (HS, terbentuk dari tendon gracilis dan semitendinosus), tendon quadriceps, dan tendon peroneus longus (PL). Kedua cangkok jaringan yang berasal dari pasien (autograft) memiliki tingkat keberhasilan lebih dari 95% dalam prosedur rekonstruksi yang menghasilkan sendi lutut yang stabil.^{1,3}

Tendon Hamstring akhir-akhir ini dikenal sebagai penstabil sekunder sendi lutut dan ketika otot hamstring lebih lemah dibandingkan otot paha depan, maka akan mbangan pergerakan otot fleksor dan ekstensor yang mengakibatkan pada otot. ligamen cruciatum anterior.^{1,3}



Penelitian yang dilakukan oleh Hardy dkk menyebutkan adanya kelemahan pada fleksi dan rotasi internal lutut yang diambil oleh otot hamstring. Penelitian yang dilakukan oleh Sheila McRae, dkk. menyatakan adanya kelemahan pada fleksi konsentris sendi lutut. Penelitian Yasuda dan rekan menyatakan tidak ada perbedaan morbiditas pada lutut yang diambil tendon hamstringnya sebagai cangkok dibandingkan dengan lutut yang tidak diambil tendon hamstringnya.

Karena banyaknya komplikasi sendi lutut yang melibatkan cangkok tendon patela dan hamstring dalam rekonstruksi ACL, solusi baru yang diusulkan adalah penggunaan Rekonstruksi Ligamen Anterior Cruciate menggunakan Peroneous Longus Tendon.⁵

Para ahli memperkirakan tendon peroneus longus (PLT) mempunyai kekuatan cangkok otot yang hampir sama dengan kekuatan ACL sehingga dapat digunakan sebagai pengganti

ACL.^{5,6}

Untuk fiksasinya sendiri, fiksasi cangkok ACL yang pertama menggunakan sekrup interferensi, dimulai pada awal tahun 1983, dilakukan dengan menggunakan perangkat logam, dan memberikan hasil yang baik. Saat ini, titanium adalah bahan yang paling umum digunakan untuk perangkat kelas ini. Sekrup titanium memberikan kekuatan fiksasi awal yang tinggi dan mendorong integrasi awal ke dalam tulang, namun dalam kasus operasi revisi, pelepasan perangkat keras mungkin secara teknis lebih menantang, dan keuntungan dari sekrup yang dapat diserap terdiri dari berkurangnya artefak MRI dan tidak memerlukan operasi pengangkatan lebih lanjut. implan.

Penggunaan sekrup interferensi dianggap sebagai standar untuk memberikan fiksasi



dan sumbat tulang untuk dimasukkan ke dalam terowongan, memberikan ang lebih tinggi dibandingkan perangkat lain seperti staples atau kancing.

Meskipun terdapat kelebihan yang diberikan oleh implan standar (misalnya sekrup bio-absorbable), implan ini mempunyai beberapa kelemahan. Salah satu kelemahan utamanya adalah biaya pengobatan yang dikeluarkan seringkali di luar jangkauan sebagian besar pasien, sehingga pasien yang memerlukan operasi rekonstruksi ACL harus mencari alternatif lain yang terjangkau secara finansial.

Konsultan Ortopedi Olahraga kami telah mencoba beberapa opsi untuk terus memberikan praktik medis yang baik dalam rekonstruksi ACL arthroscopic, dan menemukan penggunaan implan logam bias menjadi solusi alternatif yang tepat untuk kondisi ini.

Solusi baru yang diusulkan adalah penggunaan implan modifikasi berupa pelat rekonstruksi 4,5 mm yang dipotong sepanjang 2 lubang sebagai fiksasi cangkuk tendon pada tulang paha, serta penggunaan sekrup kortikal 4,5 mm dan sekrup kortikal 4,5 mm. mesin cuci, yang berfungsi sebagai fiksasi cangkuk tendon di tibia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi hasil fungsional Rekonstruksi Ligamen Anterior Cruciate pasca arthroscopic menggunakan teknik implan modifikasi antara Hamstring dan Peroneous Longus Tendon Autograft yang sesuai untuk penduduk Indonesia, khususnya di Makassar (Sulawesi Selatan, Indonesia). Hasil utamanya adalah fungsi lutut dan tingkat aktivitas pasien yang menjalani rekonstruksi ACL artroskopi.

1.2 PERNYATAAN MASALAH

Bagaimana hasil fungsional Rekonstruksi Ligamen Anterior Cruciate Pasca Artroskopi dengan Implan Modifikasi dibandingkan menggunakan Autograft Hamstring dan Peroneous Longus Tendon?



1.3 TUJUAN PENELITIAN

1.3.1 TUJUAN UMUM

Untuk mengetahui perbandingan hasil fungsional Rekonstruksi Ligamen Anterior Cruciate Pasca Artroskopi dengan Implan Modifikasi menggunakan Hamstring dan Peroneous Longus Tendon Autograft.

1.3.2 TUJUAN KHUSUS

1. Untuk mengevaluasi fungsi lutut dan tingkat aktivitas rekonstruksi arthroscopic ligamen anterior menggunakan autograft tendon Hamstring pada implan yang dimodifikasi.
2. Untuk mengevaluasi fungsi lutut dan tingkat aktivitas rekonstruksi arthroscopic ligamen anterior menggunakan Peroneous Longus Tendon Autograft pada implan yang dimodifikasi.

1.4 KEGUNAAN PENELITIAN

1.4.1 KEGUNAAN TEORITIS

Memberikan konfirmasi ilmiah tentang perbandingan hasil fungsional Rekonstruksi Ligamen Anterior Cruciate Pasca Artroskopi dengan Modifikasi Implan menggunakan Hamstring dan Peroneous Longus Tendon Autograft.

1.4.2 KEGUNAAN PRAKTIS

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan oleh dokter dalam skema penggunaan autograft tendon Hamstring versus autograft tendon Peroneous Longus pada rekonstruksi artroskopi ligamen anterior cruciatum dengan teknik



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

2.1. TINJAUAN LITERATUR

2.1.1. Anatomi Cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL).

Anterior Cruciate Ligament (ACL) adalah ligamen yang membentang dari eminensia interkondilus anterior tibia hingga kondilus posteromedial femur lateral (Gambar 1). ACL divaskularisasi oleh arteri genikulatum tengah. Fungsi utama ACL adalah mencegah tulang tibialis bergeser ke anterior dan mendukung pergerakan helikoid sendi lutut, sehingga mencegah kerusakan pada permukaan sendi lutut dan meniskus .¹²

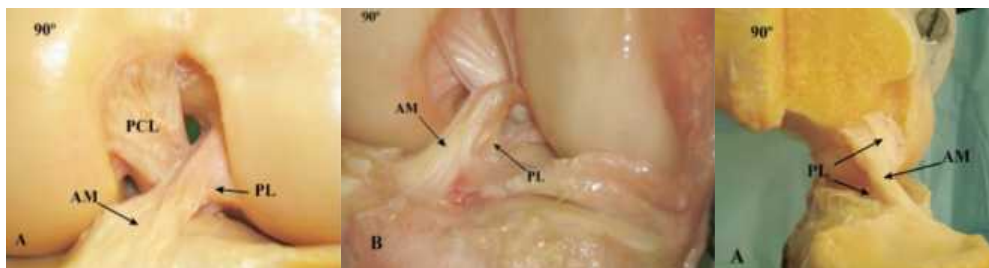


Figure 1 Anatomy The Anterior Cruciate Ligament is an extensive series of helical complexes

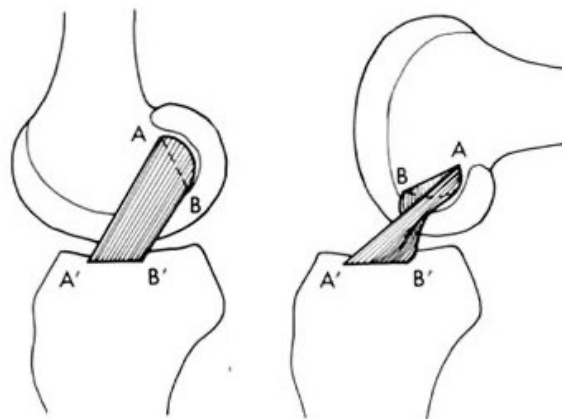
Saat ini terdapat dua teori mengenai anatomi ACL yang berkembang. Teori pertama menyatakan bahwa ACL terdiri dari dua berkas terpisah, yaitu berkas anteromedial dan posterolateral. Teori kedua menyatakan bahwa ACL hanya terdiri dari satu bundel yang berbentuk seperti pita yang akan terlihat seperti dua bundel tergantung posisi lutut. Bentuk band digambarkan mempunyai dua sisi, dimana sisi depan akan tegang pada saat lutut dalam posisi fleksi dan sisi belakang akan tegang pada posisi ekstensi. Komposisi ACL terdiri dari



I dan 10% kolagen tipe III.

CL

ACL terdiri dari dua rangkaian berkas yang diberi nama sesuai dengan tempat melekatnya pada tulang paha dan tibia, berkas anteromedial (AM) yang diregangkan saat fleksi dan berkas posterolateral (PL) yang lebih cembung dan diregangkan saat posisi diperpanjang. (Gambar 2).² Sekitar 26% sendi lutut hanya memiliki satu berkas ACL dan beberapa terdiri dari tiga berkas, ditambah berkas perantara.³ Namun secara umum ACL mempunyai dua set bundel yang berbeda.⁴ Studi anatomi menunjukkan bahwa ACL memiliki panjang antara 31-88 mm dan lebar 10-12 mm.⁵ Bundel AM lebarnya 6-7 mm sedangkan bundel posterolateralnya 5-6 mm.^{12,13}



Gambar 2 Terdapat dua bundel ACL, AM (A'A) dan PL (B'B)

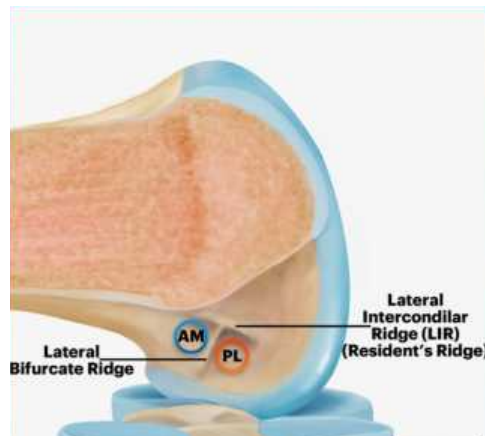
Di sisi dalam kondilus lateral femur, ridge intercondylar lateral (Resident's Ridge) dan ridge bifurkasi lateral (cruciate ridge) digunakan untuk mengidentifikasi titik perlekatan berbeda dari rangkaian bundel AM dan PL ACL..¹²

Konsep Pita ACL



miegelski, ACL merupakan suatu bundel yang berbentuk seperti pita, bukan ini berdasarkan penelitiannya dengan menggunakan 111 kadaver yang wa struktur ACL berbentuk seperti pita tunggal pipih tanpa batas yang jelas

antara berkas AM dan PL (Gambar 2). Bentuk pita ini bersambung persis dengan bagian posterior korteks femur. Memahami anatomi ACL sangat penting dalam mempertimbangkan pilihan cangkok dan proses rekonstruksi ACL. ¹³



Gambar 3 Sisi dalam kondilus femoralis lateral.

Bundel AM dan PL ditampilkan di bawah Resident's Ridge dan dipisahkan oleh Lateral Bifurcate Ridge. ⁸

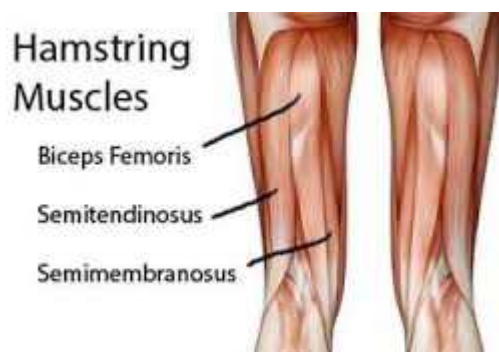
ACL merupakan struktur yang bersifat intrakapsular namun ekstrasinovial . Vaskularisasi ACL berasal dari arteri genikulatum tengah dan juga melalui difusi dari membran sinovial. ⁹ Persarafan ACL terdiri dari beberapa mekanoreseptor yang berasal dari saraf tibialis dan berkontribusi terhadap sensasi proprioseptif pada lutut. ^{10,11} ACL hampir tidak memiliki serabut sensorik nyeri , hal ini menyebabkan nyeri minimal selama robekan ACL akut, sedangkan hemarthrosis yang berkembang kemudian terasa nyeri. ¹⁴



string

string merupakan salah satu kelompok otot besar yang terdiri dari 3 kelompok otot semitendinosus, otot semimembranosus, dan otot biceps femoris (Gambar

6). Letaknya di bagian posterior superfisial pinggul dan lutut yang melewati 2 sendi (biartikular), yaitu sendi panggul dan sendi lutut (Luque -Suarez dkk., 2012). Otot hamstring berasal dari bawah otot gluteus maximus pada tulang panggul (tuberositas ischiadicus) dan masuk ke dalam tulang tibia, persarafannya dilakukan oleh ischiadicus (Netter, 2011). Otot hamstring pada dasarnya merupakan jenis gerakan yang cepat dan bertenaga, sehingga otot hamstring dapat menahan beban yang berlebihan namun cepat lelah saat melakukan pengulangan yang berlebihan. Otot ini berfungsi sebagai penggerak utama fleksi dan ekstensi lutut sendi panggul, sehingga membantu kerja otot gluteus maximus. Pada saat fungsi otot hamstring berada pada fase deselerasi pada bidang sagital. Otot hamstring disebut sebagai otot mobilisasi yang berfungsi sebagai otot penyeimbang sehingga mudah memendek (Luque - Suarez dkk., 2012). Otot semitendinosus berasal dari tuberositas iskia dan masuk ke tibia medial proksimal, dipersarafi oleh saraf skiatik, dan berfungsi untuk ekstensi paha dan fleksi lutut. Otot semimembranosus berasal dari tuberositas iskia dan masuk ke tibia medial proksimal, dipersarafi oleh saraf skiatik, dan berfungsi untuk ekstensi paha dan fleksi lutut. Otot Biceps Femoris terdiri dari Kepala Panjang dan Kepala Pendek. Otot Kepala Panjang Biceps Femoris berasal dari tuberositas iskia, masuk ke kepala fibula, dipersarafi oleh saraf skiatik, dan berfungsi untuk ekstensi paha dan fleksi lutut. Otot Kepala Pendek Biceps Femoris berasal dari linea aspera, dan garis supracondylar, masuk ke fibula dan tibia lateral, dipersarafi oleh saraf sciatic, dan berfungsi untuk ekstensi paha dan fleksi lutut.



Gambar 4 Otot Harstring



2.1.1.3. Otot Peroneus Longus

Peroneus longus disebut juga fibularis longus berasal dari bagian proksimal permukaan lateral batang fibula, bagian penyisipan peroneus longus adalah plantar medial cuneiform, dan metatarsal pertama, dan sistem saraf yang menyusunnya adalah superfisial. peroneal, fungsi otot peroneus longus adalah plantarfleksi kaki.



Gambar 5 Otot Peroneus Longus

2.1.2. Fisiologi Ligamen *Cruciate Anterior* (ACL)

ACL juga merupakan penyeimbang sekunder terhadap rotasi internal dan angulasi valgus pada sendi lutut.¹³ Selama ekstensi maksimal pada sendi lutut, terdapat perbedaan panjang yang signifikan antara kedua berkas ACL. Bundel anteromedial lebih panjang dari bundel posterolateral.¹⁴ Perlu juga dicatat bahwa ketika lutut difleksikan, kedua berkas ACL berorientasi lebih horizontal. Ketika sendi lutut difleksikan, berkas anteromedial berputar sedikit ke luar pada sumbu longitudinal, dan tampak mengelilingi berkas posterolateral. Panjang kedua berkas ACL bervariasi sesuai dengan derajat fleksi sendi lutut, sehingga kedua struktur tersebut tidak isometrik. Bundel anterolateral memanjang saat fleksi, sedangkan bundel posterolateral memendek dan berelaksasi saat lutut yang diperpanjang, ikatan anteromedial berelaksasi dan ikatan



posterolateral menjadi kaku. Jadi bundel anteromedial adalah struktur utama yang mencegah pergerakan translasi anterior tibia. ^{15,16,17} Bundel anteromedial dan posterolateral disusun secara horizontal ketika sendi lutut difleksikan lebih dari 90°. ^{18,19}

2.1.3. Biomekanik *Ligamen Cruciate Anterior* (ACL)

Pada posisi sendi lutut terentang maksimal, ACL menyerap 75% beban gerakan translasi anterior dan 85% beban saat sendi lutut fleksi antara 30° dan 90°. ²⁰ Kerusakan pada ACL menyebabkan sendi lutut menjadi kaku, tidak stabil dan sendi lutut mengalami penurunan kemampuan dalam melakukan gerakan. gerakan biasa. Meskipun sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui biomekanik ACL, masih belum ada tes khusus untuk menilai derajat regangan dan orientasinya. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bundel anterior memiliki tingkat stres dan regangan yang lebih kuat dibandingkan bundel posterior. ²⁰ Kekuatan tarik ACL adalah sekitar 2.200N namun dapat berubah seiring bertambahnya usia dan dukungan beban yang berulang. ^{21,22} Ketika besarnya gaya translasi anterior pada tibia meningkat, gaya ACL in situ juga meningkat. ²²

2.1.4. Patomekanisme Cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL)

Ada banyak kontroversi mengenai pecahnya ACL dibandingkan cedera ligamen pada lutut. Cedera ACL dengan gangguan pada ligamen lutut lainnya sering terjadi pada atlet. Mekanisme cedera seringkali non-kontak, deselerasi valgus, dan cedera rotasi eksternal. Mekanisme umum untuk “isolasi” gangguan ACL adalah deselerasi, gaya rotasi internal, dan hiperekstensi berlebihan. (GR Scuderi, 2008).



besar cedera ligamen lutut terjadi ketika lutut dalam posisi tertekuk, di mana ligamen dalam keadaan rileks dan tulang paha dapat berputar bebas pada tibia. tulang paha dapat menyebabkan tulang tibia terjepit dan menghasilkan tekanan

yang dapat menyebabkan cedera pada ligamen di sendi lutut. Salah satu contoh mekanisme tersebut adalah ketika seorang pemain sepak bola melakukan tekel dimana terjadi kombinasi kompresi femoral dan rotasi tulang femur pada tibia. Cedera ligamen krusiatum dapat terjadi sendiri atau bersamaan dengan cedera pada bagian tubuh lainnya. Ligamentum cruciatum anterior (ACL) adalah yang paling sering cedera (Solomon, 2010).

Patomekanisme yang terjadi:

1. Cedera Poros Non-Kontak (Tibia mengarah ke anterior saat lutut fleksi dan valgus)
2. Benturan pada aspek lateral lutut
3. Kegiatan umum seperti sepak bola, bola basket dan ski
4. Proses pada wanita karena pola aktivasi biomekanik dan neuromuskular (paha depan dominan) memainkan peran terbesar.

2.1.5. Tingkat Cedera pada *Ligamentum Cruciatum Anterior* (ACL)

Derajat Cedera pada Anterior Cruciate Ligament Cedera ACL diklasifikasikan menjadi grade I, II, III

- Derajat I: Ligamen teregang dengan gangguan minimal pada ligamen.
- Derajat II: Robek hingga 50% ligamen, sedikit hematoma. Kemungkinan Hemarthrosis
- Derajat III: Robekan ligamen total, hematoma, dan hemarthrosis.²³

2.1.6 Penyelidikan dari itu *Ligamentum Cruciatum Anterior* (ACL)

Pemeriksaan Suportif Ligamen Cruciate Anterior

Pemeriksaan penunjang yang dapat dilakukan untuk memastikan diagnosis pecahnya ACL adalah rontgen genu, USG (USG), dan magnetic resonance imaging (MRI). Pemeriksaan



posisi anteroposterior (AP) dan lateral sangat berguna untuk mendeteksi patah pada usia muda. Pada beberapa kondisi dapat ditemukan fraktur Segond (sul lateral) pada posisi AP yang mengindikasikan kemungkinan terjadinya

ruptur ACL walaupun secara tidak langsung. X-ray pada posisi lateral biasanya dapat memberikan gambaran fraktur eminensia intercondylar tibialis dibandingkan dengan x-ray pada posisi AP.^{21,22}



Gambar 6 Fraktur Kedua , gambar AP menunjukkan avulsi kecil pada tibia lateral proksimal (panah putih).

Sumber : Norman Scott, dkk . Bedah Lutut Insall & Scott. Elsevier. 2018.

Pemeriksaan USG dapat dijadikan pilihan lain untuk melihat adanya ACL yang pecah. Pemeriksaan USG sendiri memiliki kelebihan dimana pemeriksaan penunjang lain seperti MRI hanya dapat melihat struktur ligamen yang tidak berkorelasi sepenuhnya dengan stabilitas lutut. Keunggulan yang dimiliki oleh USG adalah biaya yang lebih rendah dan mampu menilai rentang gerak dinamis secara kuantitatif. Namun sensitivitas dan spesifisitas USG masih sangat bervariasi, sehingga MRI tetap menjadi pilihan utama..²⁴





Gambar 7 Tanda Terminal Sulkus Dalam

Magnetic Resonance Imaging (MRI) dapat memberikan gambaran yang jelas untuk mengidentifikasi cedera jaringan lunak (ligamen, tendon dan meniskus) seperti cedera tulang subchondral yang biasa dikenal dengan bone marar dimana hampir 80% gambaran tersebut terdapat pada ruptur ACL.²⁴

MRI mempunyai sensitivitas 95% dan spesifisitas 88% dalam diagnosis robekan ACL pada atlet muda. Meskipun Lawrence dkk. (1996) pernah berpendapat bahwa MRI mempunyai sensitivitas yang rendah untuk memeriksa robekan parsial ACL, namun pemeriksaan ini tetap bermanfaat dalam membantu diagnosis kasus robekan total dan fraktur eminensia interkondilar tibialis.^{24, 25}

MRI mempunyai sensitivitas 95% dan spesifisitas 88% dalam diagnosis robekan ACL pada atlet muda. Meskipun Lawrence dkk. (1996) pernah berpendapat bahwa MRI mempunyai sensitivitas yang rendah untuk memeriksa robekan parsial ACL, namun pemeriksaan ini tetap membantu diagnosis kasus robekan total dan fraktur eminensia interkondilar



2.1.7. Histologi *Ligamentum Cruciate Anterior* (ACL)

ACL terdiri dari 90% kolagen tipe I dan 10% kolagen tipe III. Komposisi histologis normal ACL terdiri dari 99% Dense Regular Connective Tissue (DRCT), 0,9% Loose Connective Tissue, dan 0,1% pembuluh darah tanpa saraf dan jaringan adiposa.

ACL adalah dikelilingi oleh sinovial membran di mana pori-pori dari itu subynovial pembuluh Bisa menjadi diidentifikasi di antara itu kasar areolar jaringan . Beberapa serat yang dikelompokkan ke dalam fasikula dari bervariasi ukuran Bisa menjadi terlihat Dan bergerak dalam berbagai petunjuk arah . 2 fungsional bundel : Anteromedial Dan Posterolateral Bisa menjadi diidentifikasi dalam ACL . Fasikula dipisahkan oleh ikat jaringan itu Bisa menjadi terlihat di semua bagian dari ACL . Intrafasikular pembuluh Bisa menjadi diidentifikasi sebagai dikelilingi oleh sebuah lapisan memanjang sel . Ada yang terpisah bulat sel berserakan di antara itu ikat jaringan Dan darah pembuluh . Bagian anterior dari ACL terpasang ke itu interkondilar Bisa menjadi terlihat di bawah mikroskop . Secara keseluruhan ACL , mekanoreseptor ditemukan yang terlihat secara subsinovial dan di dangkal lapisan dari itu ligamen .

2.1.8. Diagnosis Cedera Ligamen Cruciate Anterior (ACL)

2.1.8.1 Anamnesis

Berdasarkan riwayatnya, mekanisme cedera yang paling sering ditemukan pada cedera ACL adalah cedera non kontak yang terjadi pada gerakan deselerasi, gerakan melompat, atau memotong disertai gerakan memutar yang berubah arah dengan sendi lutut dalam posisi valgus. (Gambar 15).



Cedera ACL yang disebabkan oleh kontak langsung, terjadi pada sepertiga dari seluruh ini mekanisme cederanya antara lain posisi hiperekstensi dengan tekanan li lutut kemudian pukulan pada posisi sendi lutut yang hiperfleksi atau dapat menyebabkan cedera ACL. (Gambar 15).

Keluhan utama pada pasien cedera ACL akut adalah nyeri. Rasa sakitnya bisa dirasakan dalam skala yang parah dan terus-menerus, tetapi bisa juga bersifat sedang dan terputus-putus. Sebagai keluhan tambahan, pasien mungkin menyatakan bahwa sendi lutut terasa kendur pada saat kejadian dan terdengar bunyi “POP” atau perasaan seperti tungkai bawah bergerak ke arah yang berbeda dari badan. Kemudian lutut bengkak akan muncul sekitar empat jam setelah cedera. Pembengkakan yang terjadi tidak terlalu besar karena ACL ini adalah struktur intra-artikular sehingga pembengkakan ditahan oleh kapsul sendi lutut. Jika pembengkakan diaspirasi maka akan menandakan adanya hemarthrosis.

Pada kasus kronis, keluhan utama pasien adalah nyeri yang justru muncul akibat kerusakan sekunder pada struktur sendi lutut termasuk meniskus atau tulang rawan sendi. Keluhan ketidakstabilan biasanya hanya dirasakan pada gerakan berputar.

2.1.8.2 Pemeriksaan fisik

Kecurigaan adanya cedera ACL dapat ditegakkan melalui anamnesis dan pemeriksaan fisik yang cermat, terutama jika pemeriksaan dilakukan segera setelah cedera dan sebelum muncul pembengkakan, nyeri, dan kontraksi otot. Dalam memeriksa stabilitas anteroposterior sendi lutut, beberapa tes provokatif dapat digunakan.

Dalam melakukan pemeriksaan ini sebaiknya dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu pada kaki yang normal dan hasilnya dibandingkan dengan kaki yang cedera. Tes provokatif yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

I. Lachman Test

Tes ini dilakukan dengan sendi lutut difleksikan 20° - 30° sambil menstabilkan tulang paha distal dengan satu tangan. Tekanan manual diterapkan pada bagian proksimal



yang lain (Gbr. 16). Kekenduran anterior dinilai dengan melihat derajat translasi anterior tibia terhadap tulang paha. Pemeriksaan ini merupakan

tes fisik yang paling sensitif untuk kasus cedera ACL. .²⁴

II. *Pivot Shift Test*

Bertujuan untuk menilai subluksasi tulang tibia anterolateral terhadap kondilus femur. Pemeriksaan ini dilakukan dengan pasien terlentang dengan pinggul abduksi 30° dan sendi lutut dalam posisi ekstensi. Pada keadaan ekstensi, sendi lutut mengalami rotasi internal sehingga menyebabkan tibia mengalami subluksasi ke anterolateral jika terjadi robekan ACL. Kemudian dari posisi memanjang sendi lutut dipindahkan ke posisi fleksi (Gbr. 17). Hasil diinterpretasikan positif apabila terdengar bunyi “CLUNK” yang menandakan tibia tereduksi ketika sendi lutut difleksikan 30° - 40°²³

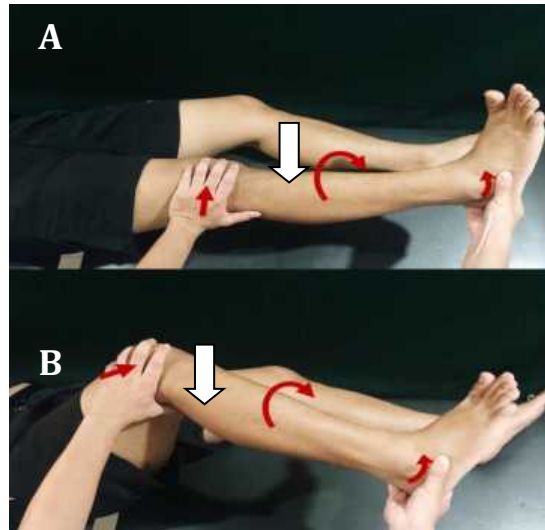
III. *Anterior Drawer Test*

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menilai pergerakan translasi tulang tibia ke arah anterior. Dilakukan dengan posisi pasien terlentang dan sendi lutut fleksi 90°. Telapak kaki pasien difiksasi dan tibia proksimal ditarik ke anterior (Gbr. 18). Hasil positif bila terjadi pergerakan tulang tibialis ke anterior.²⁴



Gambar 8 Tes Lachman. Panah merah menunjukkan arah gaya yang diberikan. Tanda panah putih merupakan bagian sendi lutut yang diperhatikan dan dinilai.





Gambar 9 Uji Pergeseran Pivot. Panah merah menunjukkan rotasi internal tibia. Panah putih menunjukkan pergerakan bagian proksimal tibia yang diperiksa. (A) Tampilan posisi awal, (B) Tampilan posisi akhir



Gambar 10 Tes Laci Anterior (anterior drawer test).

IV. Tes Leli

Pemeriksaan ini dilakukan dengan pasien dalam posisi terlentang. Salah satu tangan pemeriksa diletakkan di belakang tibia setinggi sepertiga proksimal dan tangan lainnya

ian distal paha pasien. Hasilnya positif ketika tumit pasien terjatuh. pemeriksaan ini adalah tidak ada manipulasi yang dilakukan langsung pada



sendi lutut sehingga kerusakan pada struktur lain atau robekan ACL akibat pemeriksaan provokatif lebih lanjut dapat dihindari .²⁵

V. Artrometer KT-1000

KT-1000 merupakan instrumen untuk mengukur pergeseran anterior-posterior dan fleksibilitas sendi lutut sisi ke sisi yang dapat digunakan sebelum dan sesudah operasi .⁶ Hasil side-to-side >4 mm dengan nilai absolut 10 menunjukkan cedera ACL total.

2.1.9. Manajemen Cedera ACL

Penatalaksanaan ruptur ACL terbagi menjadi dua, yaitu non operatif dan operatif. Sejauh ini, belum ada pedoman yang pasti mengenai pemilihan pengobatan non-operatif versus operatif, beberapa hanya berupa penelitian prospektif yang membandingkan pengobatan non-operatif dan non-operatif (atau operasi tertunda).

a. Non- Operatif (konservatif)

Dalam beberapa kasus cedera ACL, pasien mungkin bukan kandidat yang tepat untuk menjalani operasi. Pasien dengan penyakit jantung, ginjal, atau hati yang serius atau yang tidak ingin lagi melakukan aktivitas fisik berat dapat ditangani secara konservatif. Bagi pasien yang memilih menjalani penatalaksanaan konservatif, fisioterapi dengan terapis berpengalaman atau latihan atletik yang bertujuan untuk memperkuat otot-otot sekitar sendi lutut, terutama otot quadriceps femoris dan hamstring sangat bermanfaat. Namun tanpa operasi rekonstruksi, sendi lutut akan tetap tidak stabil dan rentan mengalami cedera lebih lanjut.²⁵



Penelitian jangka panjang menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan kerusakan meniskus dan kerusakan permukaan artikular sendi yang terkait ambatan rekonstruksi .^{24,25} Robekan meniskus yang dioperasi bersamaan akan memiliki kecepatan penyembuhan yang lebih baik dibandingkan yang

dilakukan secara terpisah. . ²⁵ Secara umum, sekitar sepertiga pasien yang cocok untuk terapi konservatif mampu menyelesaikan menu terapi tanpa memerlukan pembedahan . ²⁵ Namun, pasien dengan aktivitas olahraga yang lebih tinggi memiliki kinerja yang lebih buruk hanya dengan penatalaksanaan konservatif . ^{24,25}

b. Operatif

Penatalaksanaan operatif pada kasus cedera ACL berupa rekonstruksi ACL, yaitu dengan mengganti ACL dengan cangkok jaringan untuk mengembalikan fungsinya seperti semula. Operasi ini biasanya dilakukan dengan bantuan artroskopi . ²⁴ *Artroskopi* adalah alat yang digunakan untuk memeriksa bagian dalam suatu sendi untuk melakukan prosedur diagnostik atau terapeutik pada sendi tersebut . ^{24,25} Indikasi pembedahan berupa rekonstruksi ACL adalah sebagai berikut:

1. Pasien dewasa muda atau individu aktif, untuk mengurangi kerusakan sekunder seperti cedera meniskus dan tulang rawan sendi.
2. Pasien anak sangat disarankan untuk ditangani dengan pembedahan, karena pembatasan gerak pada anak sangat sulit dilakukan.
3. Pasien lanjut usia atau geriatri berusia di atas 40 tahun bila tidak terdapat kontraindikasi penatalaksanaan operatif.
4. Kegagalan dalam manajemen operasi rekonstruksi ACL sebelumnya.

Karena banyaknya kegagalan terapi konservatif pada kasus cedera ACL, pembedahan tetap menjadi pengobatan pilihan bagi hampir semua atlet yang masih ingin tetap aktif berolahraga.



1 sayangnya, operasi pun tidak selalu berhasil. Beberapa kendala yang dapat kegagalan ini antara lain (1) terjepitnya cangkakan pada permukaan atap femoralis , (2) posisi cangkakan yang terlalu tegang, (3) penempatan

cangkakan femoralis dan tibialis. terowongan yang terlalu sempit. non-anatomi sehingga tidak menciptakan karakter biomekanik dari ACL utuh asli, khususnya pada rekonstruksi yang mengabaikan rekonstruksi bundel posterolateral .^{22,23} Terlepas dari semua upaya yang dilakukan, 15-25% pasien yang menjalani rekonstruksi ACL mengalami nyeri dan ketidakstabilan pada sendi lutut yang cedera.\ .²³

Ada empat jenis cangkok yang dapat digunakan dalam rekonstruksi ACL, yaitu tendon patella (PT), hamstring 4-strand (HS, terbentuk dari tendon gralis dan semintendinosus), tendon quadriceps, dan tendon peroneus longus (PL). Kedua cangkok jaringan milik pasien (autograft) memiliki tingkat keberhasilan lebih dari 95% dalam prosedur rekonstruksi yang menghasilkan sendi lutut yang stabil .²²

a. Cangkok tendon patela

Autograft tulang-patela tendon-tulang (BPTB) pernah menjadi pilihan cangkok yang paling populer. Hal ini karena fragmen tulang pada kedua ujung cangkakan memberikan fiksasi langsung yang solid dengan penyembuhan yang sangat cepat dan mempunyai potensi penyatuan tendon-ke-tulang yang baik. Namun, perangkat fiksasi modern cukup kuat sehingga pasien dapat melakukan mobilisasi beban penuh tanpa penyangga segera setelah operasi .²⁴

Sedangkan kelemahan penggunaan cangkok PT antara lain nyeri pada lutut anterior, hilangnya sensasi sensorik, kelemahan otot ekstensor paha depan, risiko patah patela, meninggalkan banyak jaringan parut di anterior, dan kontraktur patela inferior. Selain itu, nyeri lutut anterior juga dikaitkan dengan metode rehabilitasi yang kurang agresif dan penggunaan latihan ekstensi rantai kinetik terbuka .²⁴



tendon hamstring

Cangkok tendon hamstring Cangkok tendon HS dengan empat helai secara keseluruhan mempunyai kekuatan tarik yang lebih kuat dibandingkan cangkok PT dengan panjang 10 mm .⁴⁶ Namun, pengangkatan tendon untuk cangkok HS akan sangat mengurangi kekuatan dan daya tahan otot hamstring hingga sembilan bulan setelah operasi .²⁵

Cangkok dibuat dari tendon gracilis dan semitendinosus melalui sayatan anteromedial tibialis proksimal .²⁵ Kesulitan yang dihadapi dalam proses pembuatan cangkok HS adalah akses bahan yang sulit karena diameter dan panjang cangkok yang dibutuhkan berbeda-beda. Diameter dan panjang cangkok HS berkaitan dengan tinggi badan seseorang, bukan indeks massa tubuh .^{24,25} Studi Tuman dkk. menunjukkan bahwa pasien dengan tinggi badan di bawah 147cm lebih cenderung memiliki cangkakan HS yang berukuran di bawah 7 mm, ukuran cangkakan penting karena berkaitan dengan kekuatan cangkakan itu sendiri .²⁵

Selain itu, perlu adanya pengalaman yang lebih dalam mengenai teknik pengambilan cangkok dan edukasi yang baik kepada pasien mengenai risiko nyeri pasca operasi pada hamstring sehingga perlu dipertimbangkan rehabilitasi otot-otot tersebut. Pengangkatan tendon gracilis dan semitendinosus akan menyebabkan otot tidak berfungsi dan tidak dapat tumbuh kembali, hal ini dapat menyebabkan hamstring pasien mengalami atrofi dan berfungsi pada sisi tersebut.²⁵

c. Cangkok tendon paha depan

Tendon ini mengandung matriks kolagen yang lebih padat dibandingkan cangkok tendon patela dengan ketebalan yang sama. Selain itu, diameter cangkakan yang diperoleh lebih besar dan seragam sehingga dapat direvisi, risiko morbiditas pada ekstraksi tendon



ibandingkan pada tendon patela. Namun pemilihan cangkok ini juga eberapa kelemahan yaitu biaya yang mahal karena tekniknya yang cukup

makan waktu, menimbulkan bekas luka yang lebih besar dibandingkan

cangkakan hamstring, serta risiko pecahnya tendon paha depan (jarang terjadi), sinovitis, atau terbentuknya cyclop. pembentukan di sekitar graft. yang menghambat ekstensi lutut .

24, 25

d. Cangkok tendon Peroneus Longus

Tendon peroneus longus (PLT) sekuat ACL dan dapat digunakan untuk menggantikan ACL. Dalam beberapa penelitian dimana potensi regenerasi pada tendon yang dipanen telah diamati. Karena banyaknya komplikasi sendi lutut yang melibatkan cangkok tendon patela dan hamstring dalam rekonstruksi ACL , cangkok PLT lebih disukai. Potensi regenerasi tendon PLT untuk transplantasi telah dibuktikan secara klinis dan MRI. Pasien tidak mengeluh tentang pergelangan kaki mereka. Evaluasi MRI yang dilakukan menghasilkan pengukuran biomekanik PLT sama kuatnya dengan ACL sehingga PLT lebih disukai. ^{25,25}

2.1.10. Penyembuhan Cangkok

Segera setelah implantasi cangkok, terjadi respons inflamasi. Neutrofil dan makrofag muncul di area tulang tendon paling cepat 4 hari pasca operasi, dan setelah 10 hari, makrofag yang menetap mulai teridentifikasi di area tersebut. Sel-sel ini secara progresif mengisi kembali cangkok tendon, dan sitokin yang dihasilkan oleh sel-sel infiltrasi ini, termasuk transformasi faktor pertumbuhan- β (TGF- β) akan berkontribusi pada pembentukan jaringan parut fibrosa antara cangkok dan tulang inang . ⁴² Setelah 6 minggu, cangkakan telah tertutup seluruhnya oleh selubung sinovial vaskular, dan pada minggu ke-20, pembuluh darah intrinsik cangkok telah selesai . ⁴³ Revaskularisasi cangkok terutama dilakukan dari bantalan lemak infrapatellar, jaringan sinovial posterior, dan pembuluh darah endosteal di dalam terowongan femoral dan



ekrosis graft terlihat jelas pada bagian tulang dari bone-plug graft (misalnya

B) pada beberapa model hewan , ^{43,46,47} bagian intra-artikular dari cangkok

tampaknya bertahan dan menjalani revaskularisasi dini. Rougraff dan Shelbourne melakukan biopsi pada wilayah tengah autograft BTB pada subjek manusia, tidak menunjukkan nekrosis dan vaskularisasi cangkakan pada 3 minggu setelah rekonstruksi .⁴⁸

Kandungan ikatan silang glikosaminoglikan dan kolagen juga serupa dengan yang ditemukan pada ACL asli. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa bahkan di lingkungan asli tendon tikus, ekspresi kolagen tipe III tinggi pada tendon patela yang menjalani pembekuan-pencairan in situ .⁵⁴ Baik repopulasi sel pada cangkok yang rusak maupun perubahan lingkungan biomekanik, keduanya bertanggung jawab atas perubahan histologis.

Sampel yang dipelajari dari manusia menunjukkan bahwa pada minggu keempat, jumlah serat Sharpey sangat sedikit, dan pada minggu kedelapan serat Sharpey sudah dapat ditemukan dengan mudah. Ferretti berspekulasi bahwa serat Sharpey berkontribusi signifikan terhadap stabilitas implan .⁵⁵ Selama proses penyembuhan, jaringan cangkok secara bertahap melemah seiring dengan penurunan protein struktural, termasuk kekakuan dan beban kegagalan akhir. Dalam model intra-artikular pada primata⁵⁶ beban kegagalan pamungkas serta cangkok kekakuan pada minggu ketujuh mengalami penurunan masing-masing sebesar 16% dan 24% dibandingkan dengan kontrol ACL. Pada follow up 1 tahun, sifat struktur cangkok intraartikular membaik yaitu 39% (kegagalan) dan 57% (kekakuan) namun tidak kembali ke keadaan ACL normal (kontrol).

Berbagai peneliti telah mencoba mengadopsi berbagai teori fase ligamen . Fase awal setelah rekonstruksi ACL hingga minggu ke-4 pasca operasi dikenal sebagai fase penyembuhan cangkok dini. Fase ini ditandai dengan peningkatan nekrosis jaringan dan kondisi hiposeluler, terutama di area sentral cangkok.⁵³ Antara minggu ke-2 dan ke-4 dari fase



al, merupakan tahap rekonstruksi yang rentan karena rendahnya tingkat cangkakan, sehingga menyebabkan tingginya tingkat kegagalan cangkakan .¹⁵ adalah Fase Proliferasi Cangkok yang terjadi antara 4-12 minggu setelah

rekonstruksi ACL. Fase ini ditandai dengan aktivitas seluler yang tinggi dan perubahan matriks ekstraseluler. Aktivitas seluler akan meningkat drastis pada fase ini hingga melebihi kondisi pada ACL normal.⁵³ Revaskularisasi jaringan cangkok juga meningkat pada waktu yang sama, yaitu sejak minggu ke-4 pasca operasi.^{43,45} Fase ketiga adalah fase ligamen graft, yaitu proses remodeling penyembuhan graft secara berkesinambungan sehingga bentuk dan kekuatan mekanik graft setara dengan ACL normal. Dalam penelitian pada hewan, selularitas cangkok perlahan kembali ke tingkat ACL normal antara 3 bulan dan 6 bulan⁵³ dan kondisi cangkakan secara bertahap menjadi semakin mirip dengan ACL normal pada usia 6 hingga 12 bulan. Pada saat yang sama, terjadi peningkatan pada integritas cangkakan serta tampilan histologis cangkakan.

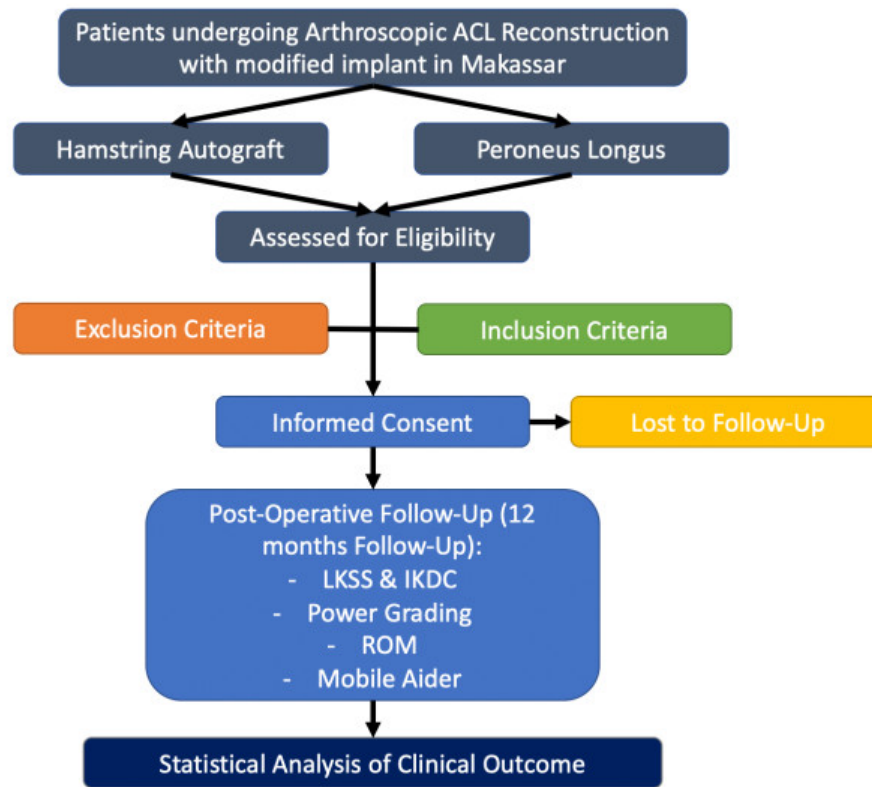
2.1.11. Komplikasi

Komplikasi utama yang terlihat setelah rekonstruksi ACL dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan gejala klinisnya: yaitu penurunan rentang gerak sendi, dan kelemahan. Komplikasi utama yang ditemukan pada pasien dengan penurunan rentang gerak adalah pelampiasan dan artrofibrosis (bentuk fokal dan difus).

Penyebab penurunan rentang gerak yang kurang umum termasuk badan intraartikular dan kista ganglion. Komplikasi utama pada pasien dengan peningkatan kelemahan adalah gangguan graft dan peregangan graft.²⁷ Komplikasi lain yang dapat terjadi adalah kerusakan tulang rawan artikular iatrogenik, hemarthrosis, dan cedera saraf: saraf safena dan saraf peroneal komunis³⁴



2.2. KERANGKA PENELITIAN



2.3. HIPOTESIS PENELITIAN

Terdapat perbedaan hasil fungsional antara ACL Reconstructed Hamstring Autograft dan ACL Reconstructed Peroneous Longus Autograft menggunakan teknik implan Modifikasi.

