

**PERBANDINGAN HASIL FUNGSIONAL PASIEN PASCA
REKONSTRUKSI ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT YANG
DILAKUKAN SEGERA DAN TERLAMBAT**

**(COMPARISON OF PATIENT FUNCTIONAL OUTCOME
BETWEEN EARLY AND DELAYED RECONSTRUCTION OF
ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT)**



OLEH :

CLARA INRI PALUMEAN

C011181548

Pembimbing

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

**DIBAWAKAN SEBAGAI SALAH SATU PERSYARATAN
PENYELESAIAN PENDIDIKAN SARJANA (S1) KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

**PERBANDINGAN HASIL FUNGSIONAL PASIEN PASCA
REKONSTRUKSI ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT
YANG DILAKUKAN SEGERA DAN TERLAMBAT**

Diajukan kepada Universitas Hasanuddin
Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran
Clara Inri Palumean
C011181548

PEMBIMBING :
Dr. dr. Muhammad Sakti, Sp.OT(K)

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR 2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Telah disetujui untuk dibacakan pada seminar akhir di Bagian Ilmu Ortopedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dengan Judul :

“PERBANDINGAN HASIL FUNGSIONAL PASIEN PASCA REKONSTRUKSI ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT YANG DILAKUKAN SEGERA DAN TERLAMBAT”

Hari/Tanggal : Sabtu, 20 November 2021

Waktu : 13.00 WITA

Tempat : Zoom Meeting

Makassar, November 2021

Mengetahui,

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

NIP. 19761001 200801 1 013

BAGIAN ILMU ORTOPEDI DAN TRAUMATOLOGI KEDOKTERAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

TELAH DISETUJUI UNTUK DICETAK DAN DIPERBANYAK

Skripsi dengan Judul :

**“PERBANDINGAN HASIL FUNGSIONAL PASIEN PASCA REKONSTRUKSI
ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT YANG DILAKUKAN SEGERA DAN
TERLAMBAT”**

Makassar, November 2021

Pembimbing,

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

NIP. 19761001 200801 1 013

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

“Perbandingan Hasil Fungsional Pasien Pasca Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament yang Dilakukan Segera dan Terlambat”

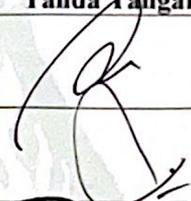
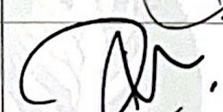
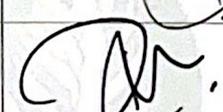
Disusun dan Diajukan Oleh :

Clara Inri Palumean

C011181548

Menyetujui

Panitia Penguji

No.	Nmaa Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1	Dr. dr. Muhammad Sakti, Sp.OT(K)	Pembimbing	
2	dr. Muh Phetrus Johan, M.kes, Ph.D, Sp.OT (K)	Penguji 1	
3	dr. Dewi Kurniati, M.kes, Sp.OT	Penguji 2	

Mengetahui,

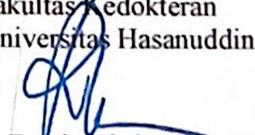
Wakil Dekan
Bidang Akademik, Riset & Inovasi
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin


Dr. dr. Injar Hiris, M.Kes

NIP. 19671103 199802 1 0001



Ketua Program Studi
Sarjana Kedokteran
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin


Dr. dr. Sitti Rafiah, M.Si

NIP. 19680530 199703 2 0001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Clara Inri Palumean
NIM : C011181548
Fakultas/Program Studi : Kedokteran / Pendidikan Kedokteran
Judul Skripsi : Perbandingan Hasil Fungsional Pasien Pasca Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament yang Dilakukan Segera dan Terlambat

Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji dan diterima sebagai bahan persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran pada Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

DEWAN PENGUJI

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

Penguji 1 : dr. Muh Phetrus Johan, M.kes, Ph.D, Sp.OT (K) (.....)

Penguji 2 : dr. Dewi Kurniati, M.kes, Sp.OT (.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : November 2021

HALAMAN PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Clara Inri Palumean

NIM : C011181548

Program Studi : Pendidikan Dokter Umum

Dengan ini menyatakan bahwa seluruh skripsi ini adalah hasil karya saya. Apabila ada kutipan atau pemakaian dari hasil karya orang lain berupa tulisan, data, gambar, atau ilustrasi baik yang telah dipublikasi atau belum dipublikasi, telah direferensi sesuai dengan ketentuan akademis.

Saya menyadari plagiarisme adalah kejahatan akademik, dan melakukannya akan menyebabkan sanksi yang berat berupa pembatalan skripsi dan sanksi akademik yang lain.

Makassar, 30 Desember 2021
Yang Menyatakan



Clara Inri Palumean
NIM : C011181548

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan berkat-Nya sehingga skripsi saya dengan judul **“Perbandingan Hasil Fungsional Pasien Pasca Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament yang Dilakukan Segera dan Terlambat”** dapat terselesaikan.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada orang tua, saudara, keluarga besar, Dr. dr. Muhammad Sakti, Sp.OT (K) selaku dokter pembimbing, dr. Muh Phetrus Johan, M.kes, Ph.D, Sp.OT (K) dan dr. Dewi Kurniati, M.kes, Sp.OT selaku dokter penguji, teman-teman (Hannan Alkatiri, Evelyn, Posmed dll) serta semua pihak yang telah membantu hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak serta merta hadir tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak. Semoga segala sesuatu yang telah diberikan dapat bermanfaat dan diberkati oleh Tuhan Yang Maha Esa.

Meskipun penulis telah berusaha menyelesaikan skripsi ini sebaik mungkin, penulis memahami sepenuhnya bahwa skripsi ini masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dari penyusunan skripsi ini demi perbaikan di masa mendatang.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat menjadi inspirasi bagi para pembaca untuk melakukan hal yang lebih baik lagi dan semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa dan keperluan rumah sakit.

Makassar,



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
ABSTRAK	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Bagi Teoritis.....	3
1.4.2 Bagi Praktisi	3
1.5 Hipotesis.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Landasan Teori	4
2.1.1 Anatomi dan Fisiologi Ligament di Lutut	4
2.1.2 Anterior Cruciate Ligament	6
2.1.3 Tulang dan Sendi	7
2.1.4 Otot.....	8
2.1.5 Saraf dan Pembuluh Darah	9
2.1.6 Epidemiologi.....	10
2.1.7 Cedera ACL	11
2.1.8 Mekanisme Cedera ACL.....	12
2.1.9 Manifestasi Klinis dan Evaluasi Ruptur Anterior Cruciate Ligament	13

2.1.10	<i>Diagnosis Cedera ACL</i>	14
2.1.11	<i>Penatalaksanaan ACL</i>	19
2.1.11.1	<i>Penatalaksanaan Non-operatif Ruptur ACL</i>	20
2.1.11.2	<i>Penatalaksanaan Operatif-Arthroskopi</i>	20
2.1.12	<i>Graft</i>	21
2.1.13	<i>Rehabilitasi Pasca Rekonstruksi ACL</i>	23
2.1.14	<i>Review terhadap outcome pasien pasca rekonstruksi ACL</i>	25
2.1.14.1	<i>Jenis Kelamin</i>	25
2.1.14.2	<i>Usia</i>	26
2.1.14.3	<i>Waktu Rekonstruksi</i>	26
2.1.14.4	<i>Tindakan Rehabilitasi</i>	27
2.1.14	<i>Lysholm Knee Score Scale</i>	28
BAB III	29
3.1	Kerangka Teori	29
	Tabel 3.1 Kerangka Teori	29
3.2	Kerangka konsep	29
3.3	Klasifikasi Variabel	30
3.4	Definisi Operasional	30
4.1	Ruang Lingkup Penelitian	33
4.1.1	<i>Lokasi Penelitian</i>	33
4.1.2	<i>Waktu Penelitian</i>	33
4.1.3	<i>Disiplin Ilmu Terkait</i>	33
4.2	Desain Penelitian	33
4.3	Populasi dan Subjek Penelitian	33
4.3.1	<i>Populasi</i>	33
4.3.2	<i>Sampel</i>	34
4.4	Kriteria Sampel	34
4.4.1	<i>Kriteria Inklusi</i>	34
4.4.2	<i>Kriteria Eklusi</i>	34
4.5	Instrumen Penelitian	34
4.6	Alur Penelitian	34
4.6.2	<i>Pengolahan Data</i>	37
4.6.3	<i>Penyajian Data</i>	37
4.7	Etika Penelitian	38

4.8 Anggaran Dana	38
BAB V	40
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	40
5.1 Hasil Penelitian	40
5.2 Pembahasan	46
BAB VI	48
KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kerangka Teori	29
Tabel 3. 2 Kerangka konsep	29
Tabel 4. 1 Lysholm knee score scale	37
Tabel 4. 2 Anggaran Dana	38
Tabel 4. 3 Jadwal Kegiatan.....	39
Tabel 5. 1 Distribusi Sampel Insidensi Cedera Anterior Cruciate Ligament Berdasarkan Beberapa Variabel	40
Tabel 5. 2 Distribusi Sampel Beberapa Variabel Menurut Kelompok Cedera ACL Berdasarkan Waktu	41
Tabel 5. 3 Distribusi sampel dengan Skor fungsional Klinis Berdasarkan Jenis Kelamin.....	43
Tabel 5. 4 Distribusi Sampel Skor Fungsional Klinis Berdasarkan Kelompok Usia.....	43
Tabel 5. 5 Distribusi Sampel Skor Fungsional Klinis Berdasarkan Sisi Cedera.....	44
Tabel 5. 6 Distribusi Sampel Skor Fungsional Klinis Berdasarkan Waktu Rekonstruksi.....	45
Tabel 5. 7 Perbandingan Skor Fungsional Pasien Cedera ACL	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anatomi lutut.....	5
Gambar 2. 2 bundle AM dan bundle PM.....	7
Gambar 2. 3 Mekanisme Cedera ACL	13
Gambar 2. 4 Anterior drawer test	15
Gambar 2. 5 Lachman test.....	16
Gambar 2. 6 Pivot shift test	17
Gambar 2. 7 MRI robeknya ACL.....	18
Gambar 2. 8 MRI ACL normal dan ACL yang mengalami cedera	19

Clara Inri Palumean C011181548
**“Perbandingan Hasil Fungsional Pasien Pasca Rekonstruksi Anterior
Cruciate Ligament yang Dilakukan Segera dan Terlambat”.**

ABSTRAK

Latar Belakang : Cedera ACL (Anterior Cruciate Ligament) merupakan cedera ligament yang sering terjadi, umumnya terjadi pada cedera olahraga. Cedera ACL dapat menyebabkan ketidakstabilan lutut, nyeri, kerusakan struktur sendi sehingga dapat mengganggu aktivitas sehari-hari. Rekonstruksi ACL adalah salah satu teknik ortopedi yang paling umum dilakukan di seluruh dunia. Pembedahan merupakan lini pertama untuk penanganan cedera ACL pada pasien aktif. Prevelensi cedera ACL cukup banyak dilaporkan, namun data untuk Indonesia belum tersedia serta masih diperlukannya penelitian lebih lanjut tentang hubungan antara waktu rekonstruksi dengan hasil fungsional pada pasien dengan ruptur ACL.

Tujuan : Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil fungsional klinis pada operasi rekonstruksi anterior cruciate ligament yang dilakukan segera dan dilakukan terlambat.

Metode : Penelitian ini dilakukan pada 13 pasien yang telah menjalani operasi rekonstruksi ACL dan menjalani program rehabilitasi pascaoperasi. Pasien dibagi menjadi dua kelompok, early reconstruction (Penanganan \leq 6 bulan pasca cedera) dan delayed reconstruction (Penanganan $>$ 6 bulan pasca cedera). Jenis penelitian ini adalah *Analytic cross sectional study* yang dilakukan setelah minimal 6 bulan pascaoperasi dengan menilai hasil fungsional klinis menggunakan *Lysholm Knee Score Scale*. Sampel penelitian ini meliputi pasien di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo, RSP Universitas Hasanuddin dan Primaya Hospital. Data yang digunakan merupakan data primer, yang diperoleh dari kuesioner dengan teknik wawancara dan data sekunder yaitu rekam medik.

Hasil penelitian : Pasien *early* rekonstruksi menunjukkan nilai minimum 64, maximum 100, median 85, mean 83.50 ± 16.90 sedangkan *delayed* rekonstruksi menunjukkan nilai minimum 74, maximum 100, median 90, mean 88.44 ± 6.67 . Hasil penelitian ini menunjukkan *delayed* rekonstruksi menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan *early* rekonstruksi.

Kata Kunci: *Anterior Cruciate Ligament, Arthroscopy, early reconstruction, delayed reconstruction*

Clara Inri Palumean C011181548

“Comparison of Patient Functional Outcome between Early and Delayed Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament”

ABSTRACT

Background: An anterior cruciate ligament injury (ACL injury) is a ligament injuries that often occurs, especially in sports injuries. ACL injury can cause knee instability, pain, damage to joint structures that can interfere with daily activities. ACL reconstruction is one of the most common orthopedic techniques performed worldwide. Surgery is the first line and gold standard of treatment for ACL injury in active patients. The prevalence of ACL injury has been widely reported, but the prevalence data for Indonesia are not available and further research is needed to know the relationship between surgical timing and patients functional outcome with ACL rupture.

Objective: This study aims to compare the clinical functional outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction surgery performed early and delayed.

Methods: This study was conducted on 13 patients who had ACL reconstruction surgery and underwent a postoperative rehabilitation program. Patients were divided into two groups, early reconstruction (treatment \leq 6 months after injury) and delayed reconstruction (treatment $>$ 6 months after injury). This type of research is an analytic cross sectional study conducted after a minimum of 6 months postoperatively by assessing clinical functional outcomes using the Lysholm Knee Score Scale. The sample of this study included patients at RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo, RSP Universitas Hasanuddin and Primaya Hospital. The data used are primary data, obtained from questionnaires with interview techniques and secondary data from medical record.

Result: Early reconstruction patients showed a minimum score of 64, maximum 100, median 85, mean 83.50 ± 16.90 while delayed reconstruction showed a minimum score of 74, maximum 100, median 90, mean 88.44 ± 6.67 . The results of this study showed that delayed reconstruction have better result than early reconstruction.

Keywords: Anterior cruciate ligament, arthroscopy, early reconstruction, delayed reconstruction

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu masalah muskuloskeletal yang banyak dilaporkan di layanan primer adalah cedera pada lutut, 9% dari kasus cedera lutut adalah cedera ACL yang merupakan cedera ligament paling sering dan dapat menyebabkan ketidakstabilan lutut, nyeri, kerusakan struktur sendi sehingga dapat mengganggu aktivitas sehari-hari (Wibowo, 2013).

Sebagian besar robekan ACL terjadi pada atlet dengan mekanisme kontak langsung maupun kontak tidak langsung pada lutut (Evans J & Nielson J L, 2020). Kontak langsung seperti benturan langsung ke aspek lateral lutut misalnya terbentur dengan orang lain atau objek dan aspek tidak langsung seperti perubahan tiba-tiba dalam arah gerakan seperti gerakan *zig-zag*, perubahan arah gerak dan perubahan kecepatan yang mendadak (akselerasi-deselerasi). Cedera ACL dan *re-injury* ACL di Amerika Serikat tergolong tinggi yakni mencapai 350.000 kasus rekonstruksi setiap tahunnya (Setyaningrum, 2019).

Rekonstruksi ACL adalah salah satu teknik ortopedi yang paling umum dilakukan di seluruh dunia. Pembedahan merupakan lini pertama untuk penanganan cedera ACL pada pasien aktif. Autograft yang paling umum digunakan untuk rekonstruksi ACL adalah tendon patella dan tendon hamstring (Paschos N K & Howel, 2017).

Komplikasi jangka pendek setelah rekonstruksi ACL diantaranya infeksi dan defisit pada gerakan dan kekuatan lutut. Sedangkan komplikasi jangka panjang diantaranya adalah cedera ACL sekunder dan menurunnya kemampuan untuk kembali berolahraga (Eckenrode B J et al, 2017). Jika terjadi defisit aktivasi akan berlanjut menjadi atrofi otot sehingga memengaruhi kekuatan otot dan berdampak kepada outcome pasca rekonstruksi (Williams G N, 2013).

Chang-Ik Hur et al pada penelitiannya mengatakan bahwa rekonstruksi yang dilakukan lebih awal (3 minggu pertama) memiliki hasil klinis dan stabilitas yang sangat baik, dibandingkan dengan rekonstruksi yang dilakukan terlambat (>3 bulan). selain itu pasien yang dilakukan rekonstruksi lebih awal juga memiliki masalah yang minimal terkait gerakan lutut, kekuatan otot dan kontrol postural dan menunjukkan kemungkinan perbaikan meniskus yg rusak lebih baik dibandingkan dengan rekonstruksi yang terlambat (Hur et al, 2017). Penelitian lain melaporkan bahwa operasi rekonstruksi ACL yang dilakukan kurang dari 10 minggu mendapatkan stabilitas lutut yang baik (Frobell et al, 2011) tetapi penelitian lain melaporkan bahwa tidak terdapat perbedaan waktu rekonstruksi segera maupun terlambat terhadap gerakan dan stabilisasi pasca rekonstruksi ACL, dari 185 pasien tidak ditemukan perbedaan statistik dalam pemulihan ekstensi ataupun fleksi pada kelompok manapun (Hunter et al,1996).

Dikarenakan prevelensi cedera ACL yang cukup banyak dilaporkan, namun data untuk Indonesia belum tersedia serta masih diperlukannya penelitian lebih lanjut tentang hubungan antara waktu rekonstruksi dengan hasil fungsional pada pasien dengan ruptur ACL. Maka peneliti ingin meneliti perbandingan hasil fungsional pasien pasca rekonstruksi anterior cruciate ligament yang dilakukan segera dan terlambat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka timbul pertanyaan, apakah rekonstruksi ACL yang dilakukan segera memiliki hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan rekonstruksi yang dilakukan terlambat?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk membandingkan hasil fungsional klinis pada pasien ruptur ACL yang mendapatkan penanganan rekonstruksi segera dibandingkan dengan rekonstruksi terlambat.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengevaluasi hasil fungsional klinis pada pasien ruptur ACL dengan penanganan operasi rekonstruksi segera, dengan menggunakan *Lysholm Knee Score Scale*.
- b. Mengevaluasi hasil fungsional klinis pada pasien ruptur ACL dengan penanganan operasi rekonstruksi terlambat, dengan menggunakan *Lysholm Knee Score Scale*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Teoritis

Memberikan informasi ilmiah tentang perbedaan hasil fungsional klinis antara penanganan operasi rekonstruksi yang dilakukan segera dan yang dilakukan terlambat pada pasien-pasien dengan ruptur ACL.

1.4.2 Bagi Praktisi

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk penentuan waktu rekonstruksi yang idel bagi pasien-pasien dengan ruptur ACL.

1.5 Hipotesis

Penanganan rekonstruksi ACL yang dilakukan segera memiliki hasil fungsional klinis yang lebih baik dibandingkan dengan penanganan yang dilakukan terlambat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Anatomi dan Fisiologi Ligament di Lutut

Ligament adalah pita jaringan fibrosa yang menghubungkan tulang ke tulang dan juga untuk membatasi derajat gerak pada sendi (Abulhasan J & Grey M, 2017). Ligament terdiri atas pita-pita padat yang tersusun dari serat kolagen yang menjangkau sendi dan menempel pada tulang (Cereatti A et al, 2011). Serat kolagen adalah protein fibrosa tebal, kuat dan tidak bercabang yang tersusun dari serat kolagen tipe I. (Eroschenko, 2010)

Ligamentum pada lutut terdiri atas ligamentum kolateral meliputi ligamentum kolateral medial (MCL) dan ligamentum kolateral lateral (LCL), ligamentum cruciatum meliputi ligamentum cruciatum anterior (ACL) dan ligamentum cruciatum posterior (PCL), ligamentum transversus dan ligamentum patella (Boro et al, 2016).

Ligamentum kolateral medial (MCL) adalah pita datar jaringan ikat yang membentang dari epikondilus medial femur ke kondilus medial tibia (Naqvi U & Sherman Al, 2020) yang berfungsi sebagai stabilisator utama sisi medial lutut sehingga dapat melindungi dari tekanan valgus dan gaya rotasi (Andrew et al, 2017).

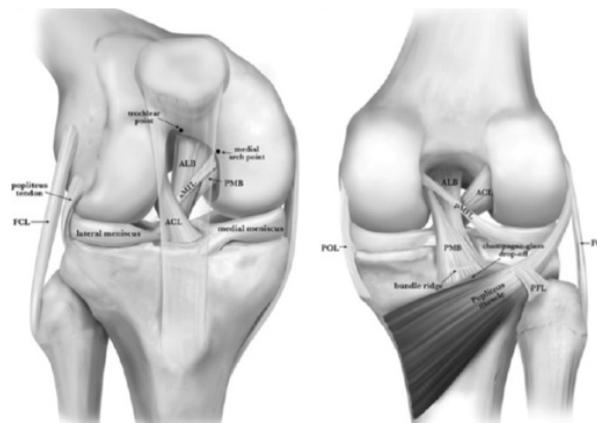
Ligamentum kolateral lateral (LCL) atau disebut juga ligamentum fibula karena membentang dari epikondilus lateral femur ke kaput fibula (Boro et al, 2016) yang berfungsi sebagai stabilisator utama untuk aspek lateral lutut sehingga dapat menahan kekuatan varus kearah lateral lutut (Haddad et al, 2016).

Ligamentum cruciate anterior (ACL) adalah ligament yang membentang antara kondilus lateral femur dan area interkondilus anterior pada tibia (Boro et al, 2016) dan berfungsi untuk menahan gerakan tibia ke anterior yang berlebihan dan membantu menahan hiperekstensi berlebihan (O'connor J & Zavatsky A, 1995).

Ligamentum cruciate posterior (PCL) membentang antara permukaan kondilus medial femur dan area interkondilus posterior tibia (Boro et al, 2016) dan berfungsi untuk menahan gerakan tibia ke posterior yang berlebihan dan juga menahan gerakan lateral tibia (O'connor J & Zavatsky A, 1995).

Ligamentum transversus atau transverse geniculate ligament (Szopinski K T & Adamczyk P, 2018) adalah ligamentum yang berjalan di sisi anterior meniskus dan menghubungkan meniskus medial dan lateral (Boro et al, 2016).

Ligamentum patella atau sering disebut juga dengan tendon patella karena penampakannya yang tidak terlihat terpisah dengan tendon quadriceps femoris. Ligament ini menghubungkan bagian inferior patella dengan tuberositas tibia yang berfungsi dalam memberi kekuatan mekanis pada keseluruhan sendi lutut (Boro et al, 2016).



Gambar 2. 1 Anatomi lutut
(Sumber: Pache S et al, 2018)

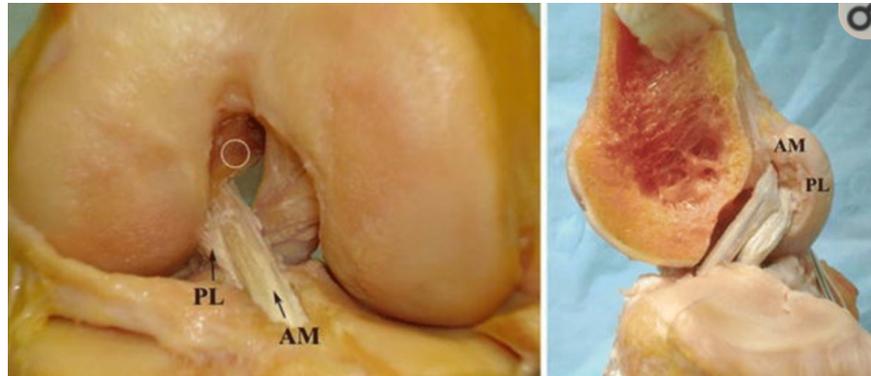
2.1.2 Anterior Cruciate Ligament

Anterior cruciate ligament (ACL) adalah salah satu dari 2 ligament cruciate yang membantu dalam stabilisasi sendi lutut. Ligament ini tersusun dari pita yang kuat yang terbuat dari jaringan ikat dan serat kolagen yang berasal dari aspek anteromedial interkondilus tibialis dan memanjang ke posteromedial untuk melekat pada kondilus femoralis lateral. ACL dan PCL (posterior cruciate ligament) menyilang membentuk salib (berbentuk 'x') didalam lutut (Evans J & Nielson J L, 2020).

ACL yang terdiri dari kolagen tipe I (Siegel L et al, 2012) berfungsi untuk mencegah gerakan tibia yang berlebihan ke arah anterior dan menstabilkan lutut dalam gerakan seperti cutting, twisting dan melompat (Gill D, 2004). ACL juga berfungsi dalam mencegah rotasi eksternal dan gerakan vagus yang berlebihan dari tibia (Ombregt, L, 2013).

ACL terdiri dari 2 *bundle* utama yaitu, *bundle* anteromedial (AM) dan *bundle* posteromedial (PL) yang dinamakan berdasarkan letak insersinya pada tibia (Siegel L et al, 2012). *Bundle* AM berasal dari proksimal femur dan menyisip pada aspek medial dari tibia, sementara *bundle* PL berasal dari bagian paling distal femoral dan menyisip pada aspek posterolateral tibialis. *Bundle* AM akan mencapai ketegangan maksimal saat lutut *flexi* 90° sementara *bundle* PM akan mencapai ketegangan maksimal saat lutut ekstensi penuh (Zantop T et al, 2007). *Bundle* AM berfungsi untuk menahan translasi anterior sedangkan fungsi utama *bundle* PM yaitu bertanggung jawab mengontrol stabilisasi rotasi (Vaudreuil N J, 2019). Panjang rata- rata *bundle* AM 33 mm dan *bundle* PM 18 mm. Lebar keseluruhan ACL berkisar 7-17

mm dengan rata-rata 11 mm. Rata-rata luas penampang ACL pada laki-laki dan perempuan adalah 36 mm dan 47 mm (Siegel L et al, 2012).



Gambar 2. 2 bundle AM dan bundle PM.

(Sumber: Vaudreuil N J, 2019)

2.1.3 Tulang dan Sendi

Lutut merupakan sendi yang paling kompleks yang terdiri dari 2 sendi yaitu sendi tibiofemoral dan sendi patellofemoral (Abulhasan J & Grey M, 2017). Lutut terdiri dari empat tulang yaitu femur (tulang paha), tibia (tulang kering), patella (tempurung lutut) dan fibula. Permukaan tulang femur, tibia dan patella ditutupi dengan tipis oleh tulang rawan artikular. Femur adalah tulang terbesar, terpanjang dan terkuat di bagian lutut. Bagian proksimal femur membentuk bola dan soket yang akan menyatu dengan panggul, sedangkan bagian distal femur memiliki dua kondilus yang terdiri dari kondilus medial dan kondilus lateral (Rachmat H et al, 2014).

Tulang terbesar setelah femur adalah tibia. Tibia juga dikenal sebagai tulang kering. Tibia berhubungan langsung dari lutut ke sendi pergelangan kaki. Tiga ligament lutut melekat pada bagian ini diantaranya anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament dan ligamentum kolateral medial (Rachmat H et al, 2014).

Tulang terbesar ketiga dilutut adalah fibula. Fibula membentang disepanjang sisi lateral tibia. Ligament kolateral lateral (LCL) adalah ligament yang menghubungkan fibulla dengan sisi lateral femur. Tulang keempat di lutut adalah patella. Patella juga dikenal sebagai tempurung lutut yang memiliki bentuk datar dan segitiga. Selain melindungi bagian anterior sendi lutut, fungsi utama patella adalah untuk meningkatkan kekuatan otot quadriceps femoris (Rachmat H et al, 2014).

Bagian distal femur dan bagian proksimal tibia ditutupi oleh tulang rawan yang memberi lapisan tipis untuk artikulasi sendi dan berperan penting sebagai pelumas (Mow et al, 1992 ; Kumar et al, 2001). Antara permukaan tulang rawan artikular femur dan tibia terdapat struktur meniskus medial dan meniskus lateral yang berfungsi sebagai pengontrol syok dan distributor beban. Meniskus juga berperan dalam menstabilkan sendi lutut (Rachmat H et al, 2014).

2.1.4 Otot

Otot adalah stabilisator sekunder dari sendi lutut. Otot-otot yang termasuk didalamnya adalah otot yang mengelilingi lutut sampai di pinggul dan otot gastrocnemius. Meskipun fungsi utama otot adalah menghasilkan gerak, otot juga berhubungan dengan neuromuscular yang berfungsi untuk mengontrol gerakan otot sehingga otot juga berperan penting dalam propriosepsi lutut. Mayoritas otot pada lutut adalah *monoarticular* yang berfungsi hanya pada lutut untuk menggerakkan dan menstabilkan lutut, sedangkan *biarticular* memiliki aksi ganda di kedua lutut dan juga pinggul (Abulhasan J & Grey M, 2017).

Otot pada lutut terbagi menjadi 2 aspek yaitu aspek anterior dan aspek posterior. Aspek anterior lutut terdiri dari otot-otot quadriceps

femoris yang terdiri dari rectus femoris (biarticular), vatus lateralis (monoarticular), vatus medialis dan vatus intermedius. Otot-otot ini berfungsi dalam gerakan ekstensi lutut. Aspek posterior lutut terdiri atas otot-otot hamstring yang terdiri atas biceps femoris (biarticular), semimembranosus (monoarticular) dan semitendinosus (monoarticular). Otot-otot ini berfungsi dalam Gerakan fleksi (Abulhasan J & Grey M, 2017).

2.1.5 Saraf dan Pembuluh Darah

Persarafan pada sendi lutut sangat kompleks karena saraf genikular bercabang dari 3 saraf utama yaitu saraf ischiadicus, saraf femoral dan saraf obturatorius. Ketiga saraf ini berasal dari pleksus lumbalis (Jamison D E & Cohen S P, 2018).

Saraf ischiadicus atau saraf sciatic adalah saraf terbesar dalam tubuh manusia, berasal dari medulla spinalis L4-S3 yang mempersarafi kulit dan otot regio cruris dan pedis, otot-otot bagian dorsal regio femoris, serta persendian pada ekstremitas inferior. Saraf ischiadicus mempercabangkan saraf tibialis dan saraf peroneus communis pada fossa popliteal. Saraf tibialis berada pada aspek posterior tungkai bawah yang akan bercabang menjadi saraf superomedial (SM) dan inferomedial (IM) yang akan berjalan ke aspek posterior sendi lutut. Saraf peroneus communis berjalan melewati aspek anterior tungkai bawah (Jamison D E & Cohen S P, 2018).

Saraf femoralis merupakan cabang dari plexus lumbalis yang dibentuk oleh saraf spinalis L2-L4. Saraf femoralis akan mempercabangkan saraf saphenous yang merupakan cabang sensorik kulit (Jamison D E & Cohen S P, 2018). Saraf saphenous merupakan

cabang terbesar dan terpanjang dari saraf femoralis yang mempersarafi regio cruris bagian medial sampai di 1/3 bagian distal cruris.

Saraf obturatorius dibentuk oleh saraf saraf spinalis L2-L4. Saraf obturatorius bersifat motorik untuk musculus adductors.

Ada beberapa pembuluh darah yang memperdarahi sendi lutut. Cabang utama arteri pada sendi lutut adalah arteri femoralis dan arteri poplitea yang akan membentuk suatu jaringan (articular rate). Cabang-cabang yang membentuk articular rate diantaranya arteri genikularis medial superior, arteri genikularis medial superior, arteri genikularis lateral superior, arteri genikularis medial inferior, arteri geninkularis lateral inferior, arteri genikularis desendens dan arteri tibialis anterior cabang rekuren (Boro et al, 2016)

2.1.6 Epidemiologi

ACL merupakan salah satu ligament yang paling sering mengalami cedera pada lutut. Dengan prevelensi 1:3.000 di Amerika Serikat (lebih dari 120.000 kasus pertahun). Cedera ACL erat kaitannya dengan individu yang bergerak aktif. Perempuan dilaporkan 2 kali lebih beresiko daripada laki-laki pada permainan olahraga yang sama. Cedera ACL dapat mengakibatkan peningkatan risiko onset awal osteoarthritis 15 tahun pasca cedera sebesar 80%. Selain rasa sakit dan ketidakstailan jangka panjang, ACL juga dapat memengaruhi kualitas hidup seseorang baik dari sisi ekonomi maupun sosial. Pasien yang mengalami cedera ACL memiliki konsekuensi jangka panjang terhadap penurunan aktivitas sehari-hari, risiko cedera berulang dan cacat jangka panjang karena osteoarthritis pasca-trauma jika tidak mendapatkan penanganan yang tepat (Kiapour A & Murray M, 2014).

2.1.7 Cedera ACL

Cedera ACL adalah salah satu cedera pada lutut yang paling sering terjadi terutama pada atlet. Prevelensi insiden cedera ACL meningkat dari ± 33 kasus dalam 100.000 ditahun 1994 dan mengalami peningkatan di tahun 2014 yaitu $\pm 40-60$ kasus dalam 100.000 (Paschos N & Howell S, 2016). Cedera ACL umumnya terjadi pada atlet yang melibatkan gerakan-gerakan *zig-zag*, perubahan arah gerak dan perubahan kecepatan mendadak (akselerasi-deselerasi) seperti pada olahraga sepak bola, basket, bola voli dan futsal. Cedera ACL yang mayoritas terjadi adalah non-kontak dengan mekanisme valgus lutut dan *twisting* (terpuntir). Gerakan seperti ini sering terjadi ketika atlet menggiring bola atau perubahan posisi dari melompat ke mendarat (Ikhwan Zein M, 2015).

Beberapa faktor risiko seperti faktor anatomi dan neuromuscular erat dikaitkan dengan peningkatan risiko cedera ACL, seperti jenis kelamin wanita dan pengukuran spesifik geometri tulang pada sendi lutut tetapi penelitian lebih lanjut perlu dilakukan berkaitan dengan efek geometri lutut pada risiko cedera ACL (Smith H C et al, 2012). Mayoritas cedera ACL pada pria hampir 67% sedangkan pada wanita meningkat menjadi hampir 90%. Dalam penelitian lain, tingkat cedera pada atlet wanita 2-6 kali lipat lebih besar daripada atlet pria tergantung pada jenis olahraga yang dilakukan. Peningkatan cedera ACL pada wanita belum dapat dipastikan tetapi erat dikaitkan dengan beberapa faktor seperti *mechanical axis* (kesejajaran tungkai, lutut pada wanita lebih valgus), *notch width* (wanita memiliki ruang yang lebih sedikit untuk ACL), faktor hormonal dan *control* neuromuscular (Spindler K P & Wright R W, 2008).

Ruptur adalah robek atau putusnya jaringan lunak yang disebabkan karena cedera persial maupun komplit. Ruptur anterior

cruciate ligament digolongkan menjadi beberapa derajat diantaranya (William E. Pretince, 2016):

- Derajat I: serat ligament tidak robek hanya meregang, ada pembengkakan dan nyeri ringan.
- Derajat II: Serat ligament mengalami robekan parsial atau komplrit dan menimbulkan gejala pembengkakan *moderate* dan ketidakstabilan.
- Derajat III: Robekan penuh yang membuat liagement terbagi menjadi 2 bagian dan mengakibatkan ketidakstabilan.

2.1.8 Mekanisme Cedera ACL

Sebagian besar cedera ACL yang dilaporkan terjadi dengan mekanisme non-kontak seperti gerakan dari melompat ke mendarat. Mekanisme ini terjadi ketika telapak kaki menjauhi sumbu tubuh dan lutut merapat/mendekati sumbu tubuh (posisi valgus) dan diikuti dengan internal atau eksternal rotasi yang menyebabkan ligament meregang melampaui batas keelastisannya. Penelitian juga menyebutkan bahwa pembebanan ACL lebih tinggi ketika lutut dalam posisi valgus dan diikuti dengan gerakan rotasi internal dibandingkan dengan rotasi eksternal (Shimokochi Y & Shultz S, 2008). Mekanisme kontak juga dapat terjadi hanya sangat jarang, mekanisme kontak terjadi karena cedera dari luar faktor tubuh contohnya kontak fisik/ trauma langsung dengan orang atau objek (Kobayashi H et al, 2010).

Dynamic alignment pada saat cedera ACL diklasifikasikan menjadi 6 kategori (Kawano,1998):

- *Knee-in* dan *Toe-out*: Lutut valgus dan kaki posisi abduksi
- *Knee-out* dan *Toe-in*: Lutut mengarah keluar dan kaki posisi adduksi

- Hiperekstensi lutut
- Mekanisme cedera tidak diekspresikan dengan jelas oleh pasien
- Rekam medis mekanisme cedera hilang
- Lainnya



Gambar 2. 3 Mekanisme Cedera ACL

(Sumber: Kobayashi H et al, 2010)

2.1.9 Manifestasi Klinis dan Evaluasi Ruptur Anterior Cruciate Ligament

Pasien akan mendengar bunyi “pop” dilutut saat mengalami cedera terutama saat mengubah posisi, terjadi benturan langsung atau pendaratan dari melompat (biasanya kombinasi dengan gerakan hiperekstensi). Lutut tidak stabil/terasa goyang. Ketidakstabilan ini dapat terjadi setelah lompatan, perubahan arah atau benturan langsung ke aspek lutut dan diikuti dengan nyeri sekitar lutut (Darmawan A, 2017).

Pembengkakan lutut dalam beberapa jam pertama setelah cedera merupakan salah satu tanda perdarahan sendi. Pembengkakan tiba-tiba biasanya merupakan tanda cedera lutut yang serius. Gerakan lutut akan

terbatas dan pasien akan merasakan nyeri jika terjadi pembengkakan (Darmawan A, 2017).

Biasanya cedera ACL dapat didiagnosis melalui anamnesis yang baik. Hal utama adalah mencari informasi tentang mekanisme kejadian cedera dan dilanjutkan dengan pemeriksaan fisik yang sesuai. Pastikan saat melakukan anamnesis kejadian cedera sekarang dan sebelumnya harus diketahui secara detail (Darmawan A, 2017).

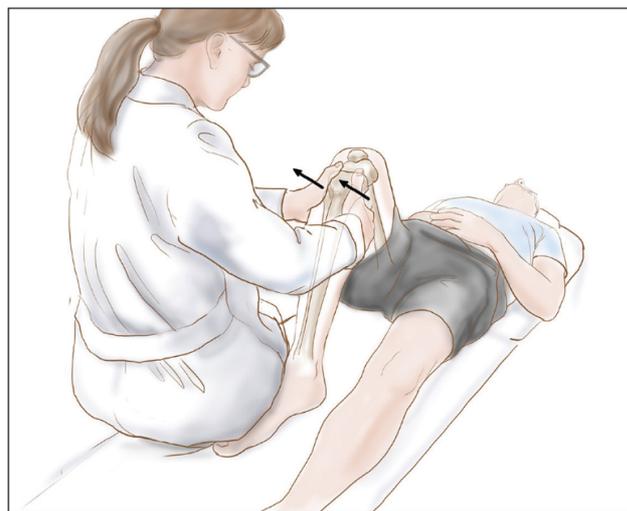
2.1.10 Diagnosis Cedera ACL

Indikator diagnosis potensial yang diperlukan adalah mekanisme cedera, riwayat klinis dan pemeriksaan lutut secara klinis. Mekanisme cedera adalah hal yang penting ditanyakan sebagai salah satu komponen mendignosis. Mengetahui riwayat cedera pada pasien sangat membantu untuk menegakkan diagnosis. Riwayat klinis seseorang yang terkena ACL diantaranya penderita dapat mendengarkan atau merasakan “*pooping sound*”, swelling (biasanya terjadi dalam 4 jam pertama), lutut yang tidak stabil, susah untuk beraktivitas dan menahan beban, dan juga nyeri. (Whittaker J L et al, 2020)

Selain riwayat cedera, pemeriksaaan fisik juga penting untuk dilakukan terutama 3 pokok penilaian diagnostik diantaranya anterior drawer tets, lachman tets dan pivot shift test (Nkanta C & JVS V, 2012). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa pemeriksaan klinik yang dilakukan dokter spesialis orthopedi terlatih memiliki nilai akurasi yang dapat dibandingkan dengan MRI dan wajib digunakan sebagai alat skrining utama dimana fasilitas MRI terbatas dan pasien dengan ekonomi rendah. Tes ini dilakukan sebanyak 2 kali pada setiap pasien, pertama dilakukan pada kunjungan awal dan kedua dilakukan di meja operasi sesudah di anastesi untuk rekonstruksi ACL. Berdasarkan

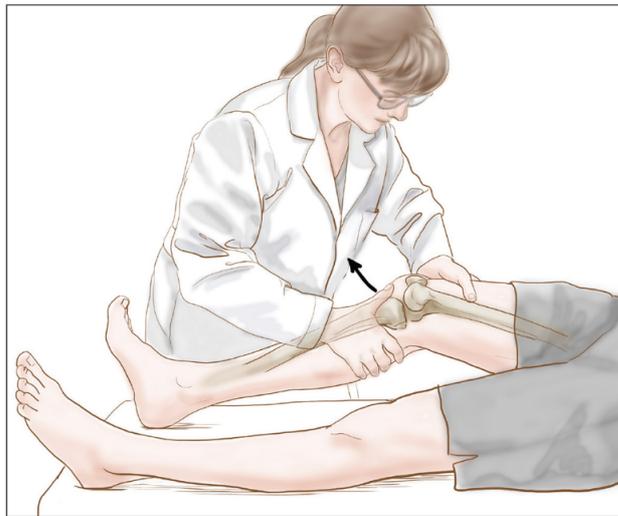
penelitian untuk menilai efektivitas “pemeriksaan diagnosis cedera ACL” dilakukan pengujian terhadap 40 pasien didapatkan hasil bahwa pemeriksaan fisik lachman test memiliki sensitivitas dan spesifisitas paling baik yaitu 96,67 % dan 90% dibandingkan anterior drawer tests (sensitivitas 86,67% dan spesifisitas 80%) dan MRI (sensitivitas 83,33% dan spesifisitas 60%) (Robby A & Magetsari R, 2019).

Anterior drawer test dilakukan pada pasien dengan posisi tidur terlentang/supine, kemudian pinggul dan lutut difleksikan masing-masing 45° dan 90°. Sementara kaki distabilkan kemudian dokter melakukan gaya antero-posterior manual (Makhmalbaf H et al, 2013) dengan cara dokter menggunakan kedua tangan untuk memegang daerah tibial plateau dan melakukan tarikan tegak lurus kearah anterior secara perlahan-lahan (Décary S et al, 2018). Perpindahan antero-posterior tibia dapat diukur dan dibandingkan dengan sisi yang normal. Perpindahan lebih dari 6 mm atau gerakan berlebihan adalah suatu indikasi ACL robek (Makhmalbaf H et al, 2013).



Gambar 2. 4 Anterior drawer test
(Sumber: Koster C et al, 2018)

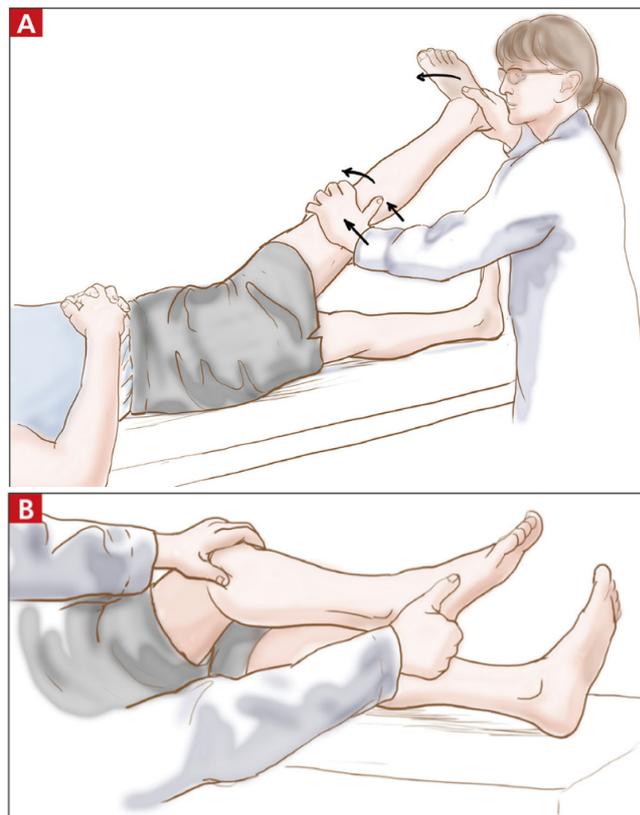
Lachman test adalah manuver pemeriksaan fisik yang digunakan untuk menilai cedera ACL. Lachman test pada umumnya lebih unggul dibandingkan uji anterior drawer test dan pivot shift test (Coffey R & Bordoni B, 2020). Menurut Arnheim dan Brukner lachman tests lebih disukai banyak orang karena lachman test tidak memaksa lutut ke posisi yang menyakitkan (sangat nyeri) pada sudut 90°. Tes ini dilakukan pada pasien dengan posisi tidur terlentang/supine dengan lutut difleksikan 20° hingga 30° diikuti rotasi eksternal pada tibia kemudian dokter memfiksasi tulang paha bagian distal sementara tangan lainnya memegang tibia proksimal dan dilakukan tarikan ke anterior pada tibia proksimal. Tes ini dianggap positif jika translasi anterior yang berlebihan dari tibia proksimal yang dicurigai cedera dibandingkan dengan sisi yang normal (Coffey R & Bordoni B, 2020).



Gambar 2. 5 Lachman test
(Sumber: Koster C et al, 2018)

Pivot shift test adalah salah satu pemeriksaan fisik untuk menilai kestabilan lutut dan juga salah satu pemeriksaan untuk pasien dengan

suspect cedera ACL. Untuk melakukan pivot shift test pasien dalam posisi tidur terlentang/supine, dokter memegang calcaneus dilanjutkan rotasi internal tibia dan tangan lainnya memegang distal femur dan berikan gaya valgus (Gambar 2.6 bagian A) kemudian ubah posisi kaki dari ekstensi ke fleksi (Gambar 2.6 bagian B). Tes positif jika tibia tertarik ke posterior, hal ini terjadi Karena ACL telah robek (Priyonoadi B, 2019).



Gambar 2. 6 Pivot shift test
(Koster C et al, 2018)

Robekan ligamentum dapat dilihat secara akurat menggunakan MRI tetapi sulit untuk menentukan robekan parsial terutama untuk menentukan luas dari robekan parsial. Kostu H et al melaporkan MRI memiliki sensitivitas 83%, spesifisitas 88,37% dan akurasi 82,5% dalam

mendeteksi ACL (Ahmed A, 2017). Laporan lain dari Lawrance et al, 1996 berpendapat bahwa MRI memiliki sensitivitas yang rendah untuk mendeteksi robekan parsial, namun MRI tetap bermanfaat dalam penegakan diagnosis kasus-kasus robekan ACL (Ikhwan Zein M, 2015).

Magnetic resonance imaging (MRI) adalah metode-invasif dengan kontras jaringan lunak yang baik, resolusi spasial yang tinggi dan pencitraan multi-parameter untuk evaluasi lesi pada lutut. MRI dapat menampilkan bagian cedera pada ligamentum di lutut seperti ACL dan tingkat kerusakan pada struktur terkait, tetapi potensi diagnostiknya dalam kasus cedera ACL masih terbatas dan masih dapat menimbulkan kekeliruan (Li K et al, 2017)



KET:

1. Tulang femur
2. Tulang tibia
3. Lempeng pertumbuhan tulang femur
4. Lempeng pertumbuhan tulang tibia
5. Patella

Tanda panah: Robekan ACL

Gambar 2. 7 MRI robeknya ACL

Sumber: Frank J B et al, 2007

Relawan, pria 24 tahun tanpa riwayat cedera ACL dan ketidakstabilan lutut dilakukan pemeriksaan MRI sagital lutut. Hasil menunjukkan ACL yang normal ditandai dengan serat yang padat, kencang dan *continue*/tidak terputus yang membentang dari plateau tibia

anterior ke aspek medial dari kondilus femoralis lateral. Bagian yang lebih anterior dari ACL adalah *bundle* anteromedial (AM) ditunjukkan dengan panah hitam sedangkan bagian yang lebih posterior adalah *bundle* posterolateral (PM) ditunjukkan dengan panah putih (Gambar 2.8 bagian A) sedangkan tanda utama robekan pada ACL adalah diskontinuitas serat (mata panah), sisa stumps di femoral (tanda bintang) dan tibialis (tanda panah) menjadi kendur, menebal dan meningkatnya signal intensity (Gambar 2.8 bagian B).



Gambar 2. 8 MRI ACL normal dan ACL yang mengalami cedera
(Sumber: Ng W H et all, 2011)

2.1.11 Penatalaksanaan ACL

Penanganan untuk ACL yang robek tergantung pada keperluan pasien. Pada atlet muda dengan aktivitas olahraga diperlukan tindakan operasi agar fungsi dapat kembali. Bagi individu yang lebih tua dengan aktivitas yang lebih ringan biasanya tidak perlu dioperasi untuk kembali ke kehidupan dengan aktivitas ringan.

Namun sering, setelah 1-2 hari pasca cedera, pasien dapat jalan seperti biasa. Keadaan ini bukan berarti ACL sudah sembuh. Pada perkembangannya pasien akan merasakan bahwa lututnya tidak stabil,

mudah goyang dan sering timbul nyeri. Dengan cedera ACL pasien akan sulit sekali untuk dapat melakukan aktivitas *high-impact sports*, seperti bermain bola, futsal, basket atau badminton. Sebagian besar cedera ACL memerlukan tindakan operasi arthroscopy agar pasien dapat pulih seperti dahulu.

2.1.11.1 Penatalaksanaan Non-operatif Ruptur ACL

Protokol penanganan non-operative dari cedera akut terdiri dari:

- Splint ekstensi dan crutch
- Cryotherapy
- Physiotherapy
- Nautilus atau program gym
- Functional brace
- Konseling mengenai penggunaan lutut untuk berolahraga dan beraktivitas.

Jika range of motion (ROM) dan kekuatan otot kaki mulai membaik, berolahraga secara bertahap dapat dilakukan. Brace dapat melindungi lutut dari ketidakstabilan. Selain itu, dapat dilanjutkan dengan penggunaan tongkat sehingga beban pada kaki dapat berkurang. Jika bengkak sudah mulai berkurang, Tindakan rehabilitasi dapat sesegera mungkin dimulai. Olahraga tertentu dapat mempercepat pengembalian fungsi pada lutut dan memperkuat otot kaki (Darmawan A, 2017).

2.1.11.2 Penatalaksanaan Operatif-Arthroskopi

Tindakan operatif adalah “gold standart” pada pasien dengan cedera ACL. Tindakan non-operatif hanya sebagai alternatif karena dikaitkan dengan fungsional yang buruk dan meningkatkan insiden cedera ACL sekunder. Tindakan

operatif memberikan hasil yang lebih baik setelah pasien menjalani rekonstruksi ACL sebagai perawatan lini pertama terlebih pada pasien aktif (Paschos N K & Howel, 2017).

Rekonstruksi ACL adalah teknik pembedahan untuk menggantikan ACL yang cedera dengan menggunakan prosedur arthroscopi. Teknik pembedahan ini telah dikembangkan terus menerus sehingga menjadi kurang invasif. Sayatan yang lebih sedikit dan lebih kecil akan dilakukan oleh spesialis ortopedi dengan bantuan arthroscopi (Phillips B B, 2013).

Arthroscopi adalah teknik memasukkan arthroscop dengan teknologi fiberoptik, lensa pembesar dan monitor digital. Fiberoptik akan mentransmisikan cahaya dimana hal yang perlu diperhatikan adalah sudut kemiringan, yaitu sudut antara sumbu arthroscop yang harus tegak lurus dengan permukaan lensa. Sudut kemiringan arthroscop yang paling sering digunakan adalah 25° - 30° (Phillips B B, 2013).

2.1.12 Graft

Salah satu hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan rekonstruksi ACL adalah pemilihan graft yang sesuai. Dua kelompok graft utama adalah allograft dan autograft. Keuntungan allograft adalah mengurangi morbiditas lokasi donor, mengurangi nyeri dan waktu operasi, rehabilitasi yang lebih singkat dan kosmetik yang lebih baik karena allograft adalah pergantian ligamentum yang rusak dari donor graft orang lain. Tetapi beberapa penelitian membuat kesimpulan bahwa stabilisasi relatif setara menggunakan allograft atau autograft. Graft

dapat diperoleh dari tendon patella, tendon hamstring dan tendon quadriceps (Macaulay A A et al, 2012).

Tendon patella atau graft BPTP telah banyak digunakan dalam rekonstruksi beda primer ACL karena alasan kekuatan, angka cedera berulang yang rendah, recovery yang lebih cepat dan stabilisasi yang lebih baik. Noyes et al menunjukkan bahwa graft BPTP memiliki kekuatan tarikan 4x lebih besar dari ACL asli. Freedman et al melakukan tinjauan literatur yang membandingkan autograft BPTP dan tendon hamstring (HT) dan menemukan kelemahan lutut anterior yang lebih banyak menggunakan graft BPTP. Penelitian terbaru dari Li et al mengamati bahwa rekonstruksi ACL yang dilakukan dengan graft BPTP secara signifikan lebih stabil dari graft HT, tetapi graft HT memiliki insiden komplikasi yang lebih rendah (Cerulli G et al, 2013).

Graft BPTP sering dikaitkan dengan insiden komplikasi yang lebih tinggi dari jenis graft yang lainnya. Komplikasi pasca operasi terkait dengan morbiditas lokasi donor seperti melemahnya otot paha depan, nyeri lutut anterior, infeksi dan perubahan biomekanik mekanisme ekstensor yang mengarah kepada ketidakstabilan patella (Cerulli G et al, 2013).

Untuk mengatasi masalah yang terkait dengan morbiditas menggunakan graft BPTP, para ahli juga menggunakan tendon pada otot gracilis dan semitendinosus. Keuntungan dari tendon hamstring (HT) adalah luas penampang yang lebih besar sehingga menjaga biomekanik mekanisme ekstensor. Graft hamstring 3-4 kali lebih besar dari ACL asli. Tingkat komplikasi seperti gangguan mekanisme ekstensi, nyeri lutut anterior dan infeksi lebih rendah insidennya dari graft BPTP. Kerugian dari graft hamstring adalah waktu penyembuhan yang lebih lama dan kurangnya *supporting system* dari paha belakang yang mengakibatkan ketidakstabilan otot-otot paha belakang. Pada pasien

dengan graft hamstring memiliki gaya tekuk yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan graft BPTP. Gaya tekuk yang berkurang dapat diatasi dengan melatih biceps femoris dan otot-otot fleksor paha (Cerulli G et al, 2013).

Penggunaan tendon quadriceps (QT) dimulai sejak tahun 1979, namun kekuatan biomekaniknya yang buruk dan hasil klinik yang kurang memuaskan sehingga sampai tahun 1980-an penggunaan graft QT kurang banyak digunakan. Keuntungan graft QT adalah tidak memengaruhi tendon patella sehingga mengurangi risiko jaringan parut intra-patella. Han et al melakukan studi jangka pendek dan melaporkan hasil graft QT sebanding dengan BPTP dalam hal komplikasi pasca operasi, kepuasan pasien dan memiliki insiden nyeri lutut yang lebih rendah, namun studi jangka panjang masih dibutuhkan (Cerulli G et al, 2013).

2.1.13 Rehabilitasi Pasca Rekonstruksi ACL

Tujuan utama rehabilitasi pasca rekonstruksi ACL adalah untuk mengembalikan range of motion (ROM) dan mengembalikan kekuatan otot di sekitar lutut dengan tetap melindungi graft. Tindakan rehabilitasi untuk mobilisasi dini pasca rekonstruksi harus segera dilakukan agar asupan nutrisi pada kartilago sendi tetap dipertahankan, retensi mineralisasi tulang serta mencegah kejadian athrofibrosis. Brace dapat digunakan untuk mengembalikan ekstensi penuh. Latihan pemberian weight bearing yang dilakukan secara terkontrol dan bertahap dapat menstimulasi penyembuhan dan regenerasi kolagen. Weight bearing dapat diberikan secepat mungkin dan ditingkatkan intensitasnya setelah nyeri yang dirasakan pasien berkurang.

Program rehabilitasi pasca rekonstruksi ACL terdiri dari (Darmawan A, 2017):

- Fase 1

Periode 1-14 hari, tujuan dari fase ini adalah untuk meredakan nyeri pasca operasi, penyembuhan luka, melepas kruk, dan melatih pasien untuk berjalan normal. Pencapaian yang diperlukan pada tahap ini adalah penyembuhan luka, mengontrol morbiditas lokasi tempat donor graft, memfiksasi menggunakan brace dan mengembalikan graft ke posisi yang rata.

Pada tahap ini saat nyeri dan bengkak mulai berkurang dapat dimulai pemberian *partial* hingga *full weight bearing*. Peregangan hamstring secara *gentle* harus dimulai sesegera mungkin. Robekan hamstring biasanya terjadi dalam 14 hari hingga 6 minggu pertama sehingga pemberian tahanan ke hamstring harus dihindari setidaknya 4-6 minggu.

- Fase 2

Periode 2-6 minggu, tujuan dari fase ini adalah mengembalikan fungsional pasien ke normal dan mempersiapkan pasien ke tahap selanjutnya. Pada fase ini pencapaian yang diperlukan adalah range of motion (ROM) penuh tanpa batasan, peningkatan *control* otot dan keterampilan proprioseptif dini, mengembalikan normal gait, kemampuan menaiki tangga dan mengurangi efusi yang persisten. Masalah yang mungkin terjadi adalah kekakuan sendi, ketegangan hamstring, peningkatan laxity graft dan kerusakan graft.

- Fase 3 (proprioseptif)

Periode 6-12 minggu, tujuan dari fase ini adalah untuk memperbaiki *control* neuromuscular dan proprioseptif. Capaian yang diinginkan pada fase ini adalah mengembalikan kapasitas *endurance* otot dan kepercayaan diri pasien. Masalah yang mungkin terjadi pada fase ini adalah athrofibrosis, iritabilitas patellofemoral, peradangan kronis dan ruptur *laxity* graft. Pada fase ini masih belum dianjurkan untuk melakukan latihan quadriceps *open chain* tetapi olahraga tunggal seperti bersepeda, jogging dan berenang dapat dilakukan dengan retriksi ringan atau tanpa retriksi.

- Fase 4

Periode 3-5 bulan, tujuan dari fase ini adalah untuk mempersiapkan pasien kembali ke aktivitas sehari-hari dan olahraga. Pencapaian yang diperlukan pada fase ini adalah memperkenalkan pelatihan ketangkasan dan waktu reaksi dalam latihan proprioseptif serta meningkatkan kepercayaan diri pasien. Masalah yang mungkin terjadi pada fase ini adalah iritabilitas patellofemoral.

- Fase 5

Periode waktu 5-6 bulan, bertujuan untuk mengembalikan kepercayaan diri pasien sehingga pasien dapat kembali ke aktivitas olahraga secara aman.

2.1.14 Review terhadap *outcome* pasien pasca rekonstruksi ACL

2.1.14.1 Jenis Kelamin

Swedish National Knee Ligament Register (SNKLR) melaporkan perbedaan hasil terkait dengan jenis kelamin. Wanita dilaporkan memiliki poin lebih rendah daripada pria. Jenis kelamin laki-laki memiliki peluang pemulihan

fungsional lebih tinggi dari pada wanita (Hamrin Senorski et al, 2019).

2.1.14.2 Usia

Secara khusus tiga penelitian mempelajari pengaruh usia pasien yang telah dilakukan rekonstruksi ACL dan melaporkan bahwa pasien dengan usia muda dari segi kualitas lebih baik dibandingkan dengan pasien dengan usia lanjut atau >40 tahun (Hamrin Senorski et al, 2019).

2.1.14.3 Waktu Rekonstruksi

Empat penelitian melaporkan hasil dari pasien setelah menjalani rekonstruksi ACL dan bagaimana faktor-faktor yang akan memengaruhi hasil pasca rekonstruksi. Pasien yang menjalani rekonstruksi ACL dini memiliki kualitas yang lebih baik. Terlepas dari faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin dan morbiditas, pasien yang menunggu <3 bulan dari cedera awal ACL hingga rekonstruksi memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan pasien yang menunggu >3 bulan hingga dilakukan rekonstruksi (Hamrin Senorski et al, 2019).

Penelitian lain melaporkan waktu rekonstruksi ACL merupakan subjek perdebatan yang luas. Asumsi bahwa rekonstruksi yang dilakukan segera akan menyebabkan peningkatan insiden artrofibrosis berdasarkan jurnal yang diterbitkan oleh Shelbourne et al. dari 169 pasien ditemukan peningkatan signifikan artrofibrosis pada pasien yang menjalani rekonstruksi segera. Shelbourne et al juga melaporkan bahwa program rehabilitasi yang dilakukan segera akan menurunkan peluang terjadinya artrofibrosis (Shelbourne et al, 1991).

Hunter et al melaporkan studi prospektif untuk menentukan dampak waktu rekonstruksi terhadap gerakan dan stabilisasi pasca rekonstruksi ACL, dari 185 pasien tidak ditemukan perbedaan statistik dalam pemulihan ekstensi ataupun fleksi pada kelompok manapun. Hunter et al menyimpulkan bahwa dengan menggunakan teknik bedah atroskopi modern dan program rehabilitasi yang agresif gerakan dan stabilisasi dapat dipulihkan pada sebagian besar pasien dan keberhasilan pembedahan tidak bergantung pada waktu rekonstruksi (Hunter et al,1996).

Manandhar et al melaporkan bahwa pasien yang menjalani rekonstruksi ACL segera (<1 bulan sejak cedera) memiliki keterbatasan dalam rentang gerak lutut di awal rehabilitasi, namun setelah satu tahun tidak ada perbedaan gerak antara pasien yang mendapatkan rekonstruksi segera maupun terlambat. Manandhar et al juga melaporkan bahwa ditemukan peningkatan cedera meniscus dan chondral pada kelompok yang mendapatkan rekonstruksi terlambat (Manandhar, 2018).

2.1.14.4 Tindakan Rehabilitasi

Studi membandingkan 84 pasien yang mendapatkan tindakan rehabilitasi pra operasi dan pasca operasi di klinik spesialis. Rehabilitasi terdiri atas beberapa latihan khusus yang diberikan oleh terapis, yang meliputi latihan kekuatan tahanan berat, plyometrics dan latihan neuromuscular. Pasien yang mendapatkan latihan pra operasi dan pasca operasi memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan mereka yang

tidak mendapatkan tindakan rehabilitasi (Hamrin Senorski et al, 2019).

2.1.14 Lysholm Knee Score Scale

Lysholm knee score scale pertama kali dikemukakan pada tahun 1982 dan di revisi pada tahun 1985. *Lysholm knee score scale* adalah kuisioner yang memuat beberapa pertanyaan seputar kondisi pasien yang dibagi ke dalam 8 domain diantaranya cara berjalan, penggunaan tongkat/alat bantu, nyeri, istabilitas lutut, gejala terkunci dan terjepit pada lutut, bengkak, fungsional saat menaiki tangga dan *squatting* (Briggs et al, 2006).

Skor keseluruhan *lysholm knee score scale* adalah 0-100 poin, 95-100 poin menunjukkan *outcome* yang sangat baik, 84-94 poin menunjukkan *outcome* yang baik, 65-83 poin menunjukkan *outcome* yang sedang dan <65 poin menunjukkan *outcome* yang buruk (Briggs et al, 2006).

Intervensi penggunaan *lysholm knee score scale* pada pasien yang mengalami cedera pada lutut seperti pasien pasca rekonstruksi (ACL, PCL, MCL, LCL), menisektomi, mikrofraktur, osteotomi tibialis, operasi realignment dan stabilisasi patella, injeksi asam hyaluronic pada intraarticular dan Latihan terapeutik (Collins et al, 2011).

Secara keseluruhan penggunaan *lysholm knee score scale* sebagai “alat” untuk mengukur fuctional outcome menunjukkan hasil reliabilitas yang dapat diterima (Briggs et al, 2006).