HUBUNGAN RUPTUR *ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT* DENGAN CEDERA MENISKUS PADA CEDERA LUTUT NON-FRAKTUR

PROPOSAL SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Mencapai Derajat Sarjana Kedokteran

NOORINDYA FAISYA KHANZA HANAFI

NIM : 030002300167

PROGRAM STUDI KEDOKTERAN

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS TRISAKTI

JAKARTA, JUNI 2026

Bidang Ilmu : Klinik

PROPOSAL SKRIPSI

HUBUNGAN RUPTUR *ANTERIOR CRUCIATE LIGAMEN*T DENGAN CEDERA MENISKUS PADA CEDERA LUTUT NON-FRAKTUR

UNIVERSITAS TRISAKTI

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Mencapai Derajat Sarjana Kedokteran

Noorindya Faisya Khanza Hanafi

NIM 030002300167

PROGRAM STUDI KEDOKTERAN

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS TRISAKTI

JAKARTA, JUNI 2026

PERSETUJUAN
Proposal Skripsi

Judul :

HUBUNGAN RUPTUR *ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT*
DENGAN CEDERA MENISKUS PADA
CEDERA LUTUT NON-FRAKTUR

Noorindya Faisya Khanza Hanafi

NIM 030002300167

Telah disetujui untuk diuji di hadapan

Tim Penguji Proposal Skripsi

Fakultas kedokteran Universitas Trisakti

Pada Rabu, Tanggal 30 Juni 2026

Pembimbing



dr. Donna Adriani Kusumadewi M,M Biomed AIFO

NIK : 3247/USAKTI

PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI

Judul:

HUBUNGAN RUPTUR *ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT*
DENGAN CEDERA MENISKUS PADA
CEDERA LUTUT NON-FRAKTUR

Noorindya Faisya Khanza Hanafi

030002300167

Telah diuji dan disahkan di hadapan **Dewan Penguji Proposal Skripsi**

Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

Pada Hari, Tanggal

Ketua Penguji

Nama : ……

NIK :

Anggota Penguji I

Nama : ……

NIK :

Anggota Penguji II

Nama : ……

NIK :

Jakarta, ……..…20……

Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

Dr.dr. Yenny, Sp.FK

NIK: 2613/USAKTI

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Noorindya Faisya Khanza Hanafi
NIM	: 030002300167
Program Studi	: Pendidikan Dokter
Alamat Korespondensi	: Jl. Kolatu No.19 Komplek Dwikora
Telepon / Mobile	: 089601647088
Email	: 030002300167@std.trisakti.ac.id
Judul skripsi	: Hubungan ruptur *Anterior Cruciate Ligament* dengan cedera meniskus pada cedera lutut Non-Fraktur

Dengan ini menyatakan bahwa proposal skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri. Proposal skripsi ini belum pernah di ajukan sebagai suatu karya ilmiah untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan proposal skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan SK Permendiknas No.17 tahun 2010 tentang pencegahan dan penanggulangan plagiat di perguruan tinggi

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 18 Juni 2026



Noorindya Faisya Khanza H

030002300167

DAFTAR ISI

HALAMAN

PROPOSAL SKRIPSI i
HALAMAN PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR TABEL viii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar belakang 1
1.2 Perumusan masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.3.1 Tujuan umum 3
1.3.2 Tujuan khusus 3
1.4 Hipotesis 3
1.5 Manfaat 3

BAB II TINJAUAN, RINGKASAN PUSTAKA, KERANGKA TEORI 5

2.1 Tinjauan Pustaka 5
2.1.1 Cedera lutut non-fraktur 5
2.1.2 Cedera meniskus 5
2.1.2.1 Anatomi dan fungsi meniskus 6
2.1.2.2 Prevalensi cedera meniskus 7
2.1.2.3 Faktor yang memengaruhi cedera meniskus 8
2.1.3 Ruptur ACL 9
2.1.3.1 Anatomi dan fungsi ACL 9
2.1.3.2 Biomekanik ruptur Anterior Cruciate Ligament (ACL) 11
2.1.3.3 Epidemiologi ruptur Anterior Cruciate Ligament (ACL) 12
2.1.3.4 Faktor Risiko terjadinya ruptur Anterior Cruciate Ligament (ACL) 12
2.1.3.5 Grade Ruptur ACL 13
2.1.3.6 Perbedaan fase akut dan fase kronis 14
2.1.4 Hubungan ruptur ACL dan cedera meniskus 15
2.1.4.1 Prevalensi cedera meniskus pada pasien ACL 15

2.1.4.2 Biomekanik cedera meniskus pada pasien dengan Ruptur ACL 16
2.1.4.3 Hubungan derajat ruptur ACL dengan cedera meniskus 17
2.2 Ringkasan Pustaka 19
2.3 Kerangka teori 20
BAB III KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL 21
3.1 Kerangka konsep 21
3.2 Variabel 21
3.2.1 Variabel bebas 21
3.2.2 Variabel tergantung 21
3.3 Definisi operasional 22
BAB IV METODE 23
4.1 Desain 23
4.2 Lokasi dan waktu 23
4.3 Populasi dan subjek 23
4.3.1 Populasi 23
4.3.2 Subjek 23
4.4 Bahan dan instrumen 25
4.5 Analisis statistik 26
4.6 Alur kerja penelitian 26
4.7 Etika penelitian 27
4.8 Penjadwalan penelitian 27
DAFTAR PUSTAKA 28
LAMPIRAN 32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Anatomi meniskus 7
Gambar 2. Anatomi ligamen 11
Gambar 3. Kerangka teori 20
Gambar 4. Kerangka konsep 21
Gambar 5. Alur kerja 26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ringkasan pustaka..... 19
Tabel 2. Definisi operasional 22
Tabel 3. Penjadwalan penelitian 27

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Cedera meniskus merupakan salah satu cedera intraartikular lutut yang cukup sering ditemukan pada pasien dengan trauma lutut, khususnya pada kasus yang berkaitan dengan cedera ligamen seperti ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Meniskus memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas sendi lutut, membantu mendistribusikan beban aksial, serta melindungi kartilago artikular dari tekanan berlebih selama aktivitas fungsional.[1] Apabila struktur meniskus mengalami kerusakan, kondisi tersebut dapat menyebabkan gangguan stabilitas lutut, keterbatasan mobilitas sendi, serta berkontribusi terhadap perkembangan osteoartritis dini.[2]

Berdasarkan penelitian oleh Dewi et al (2024), pada komunitas ACL Indonesia dengan jumlah sampel 116 pasien yang menjalani rekonstruksi ACL, sebanyak 50% pasien mengalami cedera ACL yang disertai dengan cedera meniskus.[3] Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) merupakan salah satu cedera ligamen lutut yang paling sering ditemukan pada kasus cedera lutut non-fraktur, terutama pada individu usia muda yang memiliki tingkat aktivitas fisik tinggi.[4] Beberapa penelitian di Indonesia, melaporkan bahwa cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) berkaitan dengan sekitar 9% kasus cedera lutut, dengan angka kejadian sekitar 48 kasus per 1000 pasien cedera lutut.[5]

ACL berperan penting dalam mempertahankan stabilitas anteroposterior serta kontrol rotasional sendi lutut selama aktivitas dinamis seperti berlari, melompat, dan perubahan arah gerak. Kerusakan pada ligamen ini dapat menyebabkan instabilitas lutut yang ditandai dengan gangguan kontrol gerak dan ketidakmampuan mempertahankan stabilitas saat berjalan maupun melakukan aktivitas berat[4]. Hubungan antara ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dan cedera meniskus merupakan aspek yang penting dalam cedera lutut karena perubahan biomekanik yang terjadi setelah defisiensi ACL dapat meningkatkan risiko robekan meniskus.[6]

ACL berperan sebagai stabilisator utama sendi lutut, sedangkan meniskus berfungsi sebagai stabilisator sekunder, terutama ketika terjadi defisiensi pada

ACL. Pada kondisi ACL kronis, meniskus, khususnya meniskus medial, menerima beban yang lebih besar akibat peningkatan translasi anterior dan rotasi tibia, sehingga risiko robekan meningkat.[2] Selain faktor biomekanik, waktu dari cedera hingga tindakan rekonstruksi (*injury-to-surgery time*) juga berpengaruh, di mana keterlambatan tindakan dikaitkan dengan peningkatan kejadian dan kompleksitas cedera meniskus.[7]

Cedera meniskus sering ditemukan bersamaan dengan ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) karena kerusakan ACL dapat menyebabkan berkurangnya stabilitas lutut sehingga meningkatkan tekanan pada meniskus[8]. Beberapa penelitian melaporkan bahwa robekan meniskus lebih banyak terjadi pada pasien ruptur ACL.[9] Namun, penelitian lain menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara ruptur ACL parsial dan komplit terhadap kejadian meniskus[10] Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara derajat ruptur ACL dan cedera meniskus masih belum konsisten sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.[7]

Pada fase akut, cedera lebih sering melibatkan meniskus lateral yang umumnya berkaitan dengan gaya rotasional awal saat terjadinya trauma.[11] Sebaliknya, pada fase kronis, keterlibatan meniskus medial menjadi lebih dominan. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat hubungan yang jelas antara ruptur ACL dan cedera meniskus, faktor kronisitas cedera serta mekanisme trauma turut memengaruhi distribusi dan pola kerusakan meniskus.[12]

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian mengenai hubungan ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dan cedera meniskus umumnya berfokus pada pasien yang menjalani rekonstruksi atau pada populasi atlet. Penelitian ini memiliki nilai kebaruan karena mengkaji hubungan tersebut pada pasien dengan cedera non-fraktur secara umum. Selain itu, penelitian ini menggunakan data rekam medis untuk melihat proporsi serta kekuatan hubungan antara ruptur ACL dengan cedera meniskus pada populasi lokal. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih representatif dalam membantu evaluasi klinis pada kasus cedera lutut.

1.2 Perumusan masalah

Apakah terdapat hubungan antara Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* dengan cedera meniskus pada pasien cedera lutut Non-Fraktur?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan umum

Untuk meningkatkan pemahaman mengenai kejadian cedera meniskus pada pasien cedera lutut Non-Fraktur dengan menentukan hubungan Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* dengan kejadian cedera meniskus.

1.3.2 Tujuan khusus

- Untuk menentukan proporsi ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) pada cedera lutut Non-Fraktur
- Untuk menentukan distribusi lokasi cedera meniskus (*medial* atau *lateral*) pada pasien dengan ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL).
- Untuk menentukan hubungan ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dengan cedera meniskus pada cedera lutut Non-Fraktur

1.4 Hipotesis

- Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) berhubungan dengan cedera meniskus pada pasien cedera lutut Non-Fraktur

1.5 Manfaat

- Bagi pengembangan ilmu pengetahuan

  Penelitian ini diharapkan dapat menambah bukti ilmiah mengenai hubungan antara ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dan kejadian cedera meniskus pada pasien cedera lutut Non-Fraktur.

- Bagi profesi/institusi

  Penelitian ini dapat meningkatkan kewaspadaan terhadap kemungkinan cedera meniskus pada pasien dengan ruptur ACL, serta membantu dalam

pengambilan keputusan klinis terkait evaluasi diagnostik, terutama dalam indikasi pemeriksaan MRI atau artroskopi.

- Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman bahwa cedera ACL tidak hanya menyebabkan instabilitas lutut, tetapi juga berpotensi menimbulkan cedera meniskus yang memperburuk fungsi sendi.

BAB II
TINJAUAN, RINGKASAN PUSTAKA, KERANGKA TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Cedera lutut non-fraktur

Cedera lutut adalah salah satu cedera muskuloskeletal yang paling umum terjadi, terutama pada aktivitas olahraga maupun aktivitas sehari-hari. Sendi lutut terdiri dari banyak struktur anatomi yang bekerja sama untuk memastikan stabilitas dan pergerakan yang optimal.[13] Struktur tersebut terdiri dari kapsul sendi, ligamen, meniskus, dan tulang, bersama dengan jaringan lunak disekitarnya. Kerusakan pada salah satu bagian tersebut dapat menyebabkan gangguan fungsi sendi lutut secara keseluruhan.[14]

Cedera lutut dapat dibedakan menjadi cedera yang melibatkan fraktur dan cedera tanpa fraktur. Dalam kebanyakan kasus, fraktur di sekitar sendi lutut umumnya melibatkan distal femur, patella, atau proximal tibia.[15] Sebaliknya, cedera lutut tanpa fraktur merupakan cedera yang tidak menyebabkan patah tulang. Biasanya melibatkan robekan meniskus atau kerusakan pada kartilago articular, yang biasanya terjadi bersamaan dengan cedera pada ligamen.[16] Cedera ini dapat terjadi akibat berbagai mekanisme trauma, seperti perubahan arah secara mendadak, pendaratan setelah melompat, maupun trauma langsung pada sendi lutut yang menyebabkan tekanan berlebih pada struktur intraartikular lutut.[17]

Pada cedera lutut non-fraktur, struktur yang paling sering mengalami kerusakan adalah meniskus dan ligamen krusiatum anterior atau *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Kedua struktur ini sangat penting untuk menjaga stabilitas sendi lutut, sehingga kerusakan pada salah satu struktur ini dapat menyebabkan instabilitas lutut.[4]

2.1.2 Cedera meniskus

Cedera meniskus adalah kerusakan atau robekan pada jaringan fibrokartilago meniskus sendi lutut yang berfungsi sebagai penyerap beban, pendistribusi tekanan, dan stabilisator sendi lutut. Beberapa faktor yang dapat

menyebabkan cedera meniskus seperti trauma rotasi, kompresi berlebihan pada lutut ataupun instabilitasi sendi. Umumnya didiagnosis melalui pemeriksaan klinis serta pencitraan seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI).[9]

2.1.2.1 Anatomi dan fungsi meniskus

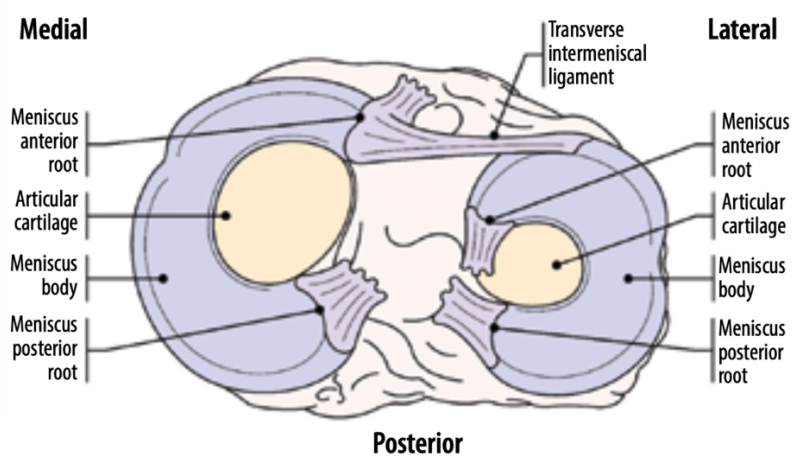
Meniskus merupakan jaringan fibrokartilago berbentuk semilunar yang terletak di antara kondilus femur dan plateau tibia. Meniskus membantu meningkatkan kongruensi antara permukaan artikular femur dan tibia, serta membantu mendistribusikan tekanan yang diterima oleh kartilago artikular secara lebih merata, yang membantu menjaga stabilitas sendi.[14]

Pada setiap sendi lutut terdapat dua meniskus, yaitu meniskus medial dan meniskus lateral. Meniskus medial dan meniskus lateral terletak pada kompartemen medial dan lateral dari sendi *tibiofemoral*. Meniskus medial memiliki bentuk seperti huruf C dan berukuran lebih besar dibandingkan meniskus lateral. Struktur ini sangat terikat pada kapsul sendi dan terhubung ke ligamen kolateral medial. Akibatnya, mobilitasnya sangat terbatas. Ketika terjadi gerakan pada rotasi atau instabilitas pada sendi lutut, meniskus medial lebih rentan mengalami cedera karena perlekatan yang kuat.[14]

Sebaliknya, meniskus lateral, yang memiliki bentuk lebih menyerupai lingkaran, dan memiliki mobilitas yang lebih tinggi dibandingkan meniskus medial. Mobilitas yang tinggi ini disebabkan oleh tidak adanya perlekatan langsung dengan ligamen kolateral lateral (LCL). Sebaliknya, meniskus medial melekat erat pada kapsul sendi dan ligamen kolateral medial (MCL), sehingga pergerakannya lebih terbatas. Oleh karena itu, meniskus medial lebih rentan mengalami cedera dibandingkan meniskus lateral.[13][14]

Secara anatomis, meniskus terdiri dari tiga bagian utama secara anatomis, yaitu *anterior horn, body, dan posterior horn.*[18] Ketiga bagian ini bertanggung jawab untuk menjaga fungsi biomekanik lutut. Terdapat hubungan antara *anterior horn* dan *posterior horn* dari meniskus medial maupun lateral dengan ligamen

krusiatum. *Horn posterior* meniskus medial berfungsi sebagai stabilisator sekunder yang membantu mencegah translasi anterior tibia ke femur, terutama dalam kasus defisiensi *Anterior Cruciate Ligament* (ACL)[19]. Selain meningkatkan stabilitas sendi, meniskus berfungsi sebagai penyerapan tekanan yang membantu mengurangi gaya kompresi pada kartilago artikular.[14]



Gambar 1. Anatomi meniskus[18]

2.1.2.2 Prevalensi cedera meniskus

Prevalensi cedera meniskus pada cedera lutut dilaporkan cukup tinggi dan sering ditemukan sebagai cedera penyerta. Salah satu penelitian menunjukkan bahwa robekan meniskus dapat terjadi pada sekitar 40-60% kasus cedera lutut, khususnya pada pasien dengan cedera lutut.[20] Penelitian lain juga melaporkan bahwa sekitar 44,4% pasien dengan cedera ACL mengalami robekan meniskus, dengan keterlibatan meniskus medial lebih sering ditemukan pada kasus ACL kronis.[20] Selain itu, berdasarkan penelitian oleh Dewi et al (2024), pada komunitas ACL di Indonesia dengan jumlah sampel 116 pasien yang menjalani rekonstruksi ACL, sebanyak 50% pasien mengalami cedera ACL yang disertai dengan cedera meniskus.[3]

Pada cedera ACL akut, robekan meniskus ditemukan pada 74,8% pasien, dengan keterlibatan meniskus lateral yang lebih dominan pada fase awal trauma.[21] Selain itu, penelitian pada pasien cedera lutut menunjukkan bahwa meniskus medial

merupakan jenis cedera yang paling sering ditemukan dengan proporsi sekitar 59% dari seluruh robekan meniskus.[7]

Temuan serupa juga dilaporkan pada beberapa penelitian di Indonesia. Meskipun data epidemiologi mengenai cedera meniskus di Indonesia masih terbatas, beberapa studi menunjukkan bahwa robekan meniskus merupakan salah satu cedera yang cukup sering ditemukan pada pasien dengan trauma lutut.[22]

2.1.2.3 Faktor yang memengaruhi cedera meniskus

Pada pasien dengan cedera lutut non-fraktur, cedera meniskus tidak terjadi secara tiba-tiba atau tanpa sebab, melainkan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan. Salah satu faktor yang paling penting adalah adanya ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Ketika ACL mengalami robekan, baik parsial maupun komplit, stabilitas lutut menurun sehingga terjadi peningkatan pergerakan abnormal antara femur dan tibia. Dalam situasi seperti ini, meniskus harus bekerja lebih keras untuk menstabilkan. Akibatnya, beban yang diterima meniskus meningkat dan kemungkinan robekan meningkat.[1]

Derajat kerusakan ACL berkaitan erat dengan tingkat instabilitas lutut yang terjadi. semakin berat ruptur ligamen, semakin besar gangguan biomekanik sendi lutut. Pada kondisi kronis, ketika instabilitas berlangsung dalam jangka waktu lama, tekanan berulang pada meniskus dapat menyebabkan robekan sekunder. Hal ini menjelaskan mengapa pada cedera meniskus lebih sering ditemukan pada ruptur ACL.[8]

Waktu penanganan juga memegang peran penting dalam progresivitas cedera intraartikular. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penundaan rekonstruksi ruptur ACL lebih dari 6 bulan setelah terjadinya cedera dapat meningkatkan tingkat instabilitas pada sendi lutut.[23] Penundaan yang lebih lama, terutama lebih dari 12 bulan, juga dikaitkan dengan meningkatnya risiko robekan meniskus serta kerusakan pada kartilago artikular.[24]

Selain faktor ligamen, mekanisme trauma menentukan terjadinya cedera meniskus. Gerakan rotasi atau *pivot* mendadak saat kaki dalam posisi menapak tanah dapat menimbulkan gaya geser dan kompresi yang signifikan pada meniskus.[25] Mekanisme ini sering terjadi pada aktivitas olahraga dengan perubahan arah cepat. Namun, trauma non-olahraga seperti kecelakaan lalu lintas, jatuh, atau benturan langsung pada lutut juga dapat menjadi penyebab cedera meniskus.[8]

Kronisitas cedera juga memengaruhi pola dan lokasi robekan. Pada fase akut, robekan meniskus lateral lebih sering terjadi akibat mekanisme trauma awal yang bersifat rotasional.[4] Sebaliknya, pada kondisi kronis dengan instabilitas yang menetap, robekan meniskus medial lebih dominan karena secara berulang menahan translasi anterior tibia dalam keadaan lutut yang tidak stabil. Dalam keadaan ini, beban mekanik yang terjadi secara berulang meningkatkan risiko robekan meniskus seiring waktu.[26]

Selain itu, usia dan tingkat aktivitas fisik juga berpengaruh. Pada kelompok usia muda, khususnya 15-35 tahun, cedera meniskus lebih sering berkaitan dengan trauma akut akibat aktivitas intensitas tinggi yang melibatkan rotasi dan perubahan arah mendadak.[25] Sementara itu, pada usia lebih lanjut, perubahan degeneratif jaringan meniskus menyebabkan penurunan elastisitas dan daya tahan terhadap beban, sehingga robekan dapat terjadi, bahkan akibat trauma ringan.[1]

Selain faktor-faktor tersebut, riwayat operasi lutut sebelumnya perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi kondisi anatomis dan biomekanis sendi lutut. Tindakan operasi seperti rekonstruksi *Anterior Cruciate Ligament* (ACL), reparasi meniskus, atau menisektomi dapat mengubah stabilitas sendi, distribusi beban, serta proses penyembuhan jaringan[27].

2.1.3 Ruptur ACL

2.1.3.1 Anatomi dan fungsi ACL

*Anterior Cruciate Ligamen*t (ACL) merupakan salah satu ligamen intraartikular utama pada sendi lutut yang berperan dalam menjaga stabilitas sendi selama aktivitas fungsional dan mengontrol translasi anterior tibia terhadap femur. Ligamen juga berfungsi dalam mengontrol pergerakan antara kedua tulang saat berjalan, berlari, melompat, atau perubahan arah gerakan secara cepat. Secara anatomis, ACL melekat pada area interkondiler anterior tibia dan bagian posterior permukaan medial kondilus lateral femur.[28] Struktur ligamen ini terdiri dari serabut kolagen yang kuat sehingga mampu menahan gaya tarik yang terjadi selama pergerakan lutut. Posisi ACL di dalam sendi lutut membuat ligamen ini sangat penting untuk menjaga koordinasi pergerakan antara femur dan tibia.[1]

ACL terdiri dari dua bundel utama, yaitu *anteromedial bundle* (AMB) dan *posterolateral bundle* (PLB). Bundel anteromedial berfungsi untuk membatasi pergerakan anterior tibia terhadap femur ketika lutut berada pada posisi fleksi. Sedangkan bundel posterolateral, di sisi lain, berfungsi untuk menjaga stabilitas rotasional lutut terutama ketika lutut berada pada posisi ekstensi.[8]

Fungsi dari ACL sendiri dipengaruhi oleh interaksinya dengan jaringan lunak lain di sekitar sendi lutut, terutama struktur pada kompleks anterolateral. Beberapa struktur seperti *kaplan fibers*, kapsul anterolateral, serta akar dari posterior meniskus lateral turut berperan dalam mengontrol stabilitas rotasional sendi lutut.[29]

Selain itu, ACL juga merupakan sebagai stabilisator primer untuk translasi anterior tibia ke femur dan membantu mengontrol gerakan rotasi tibia saat bekerja. Struktur ini memungkinkan gaya yang terjadi pada sendi lutut didistribusikan secara lebih seimbang sehingga mencegah terjadinya gerakan abnormal yang dapat berisiko merusak struktur intraartikular lainnya.[29]

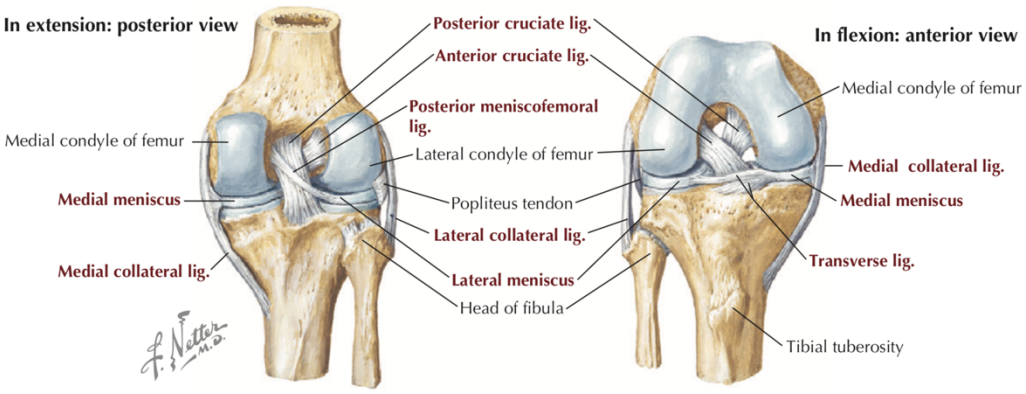


FIGURE 6-17 Ligaments of the Right Knee. (From *Atlas of human anatomy,* ed 6, Plates 494 and 496.)

Gambar 2. Anatomi ligamen[30]

2.1.3.2 Biomekanik ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL)

Struktur ligamen utama pada sendi lutut, *Anterior Cruciate Ligament* (ACL), bertanggung jawab untuk membatasi translasi anterior tibia terhadap femur dan mengontrol stabilitas rotasional lutut. Secara biomekanik, ACL juga membantu menjaga stabilitas sendi lutut, terutama saat melakukan aktivitas seperti berjalan, berlari, dan melakukan perubahan arah cepat.[31][32]

Ruptur ACL umumnya terjadi ketika sendi lutut menerima gaya mekanik yang melebihi kapasitas elastisitas ligamen. Mekanisme non-kontak, seperti perubahan arah tiba-tiba, pendaratan setelah melompat, atau deselerasi mendadak dengan kaki menapak di tanah, adalah jenis cedera yang paling umum. Pada kondisi ini, lutut biasanya berada dalam posisi fleksi ringan dengan gaya valgus dan rotasi internal bersamaan. Akibatnya, tegangan pada ACL meningkat dan menyebabkan robekan pada ligamen.[32]

Mekanisme ruptur ACL bersifat multiplanar, yaitu melibatkan kombinasi gerakan pada bidang sagittal, frontal, dan transversal. Cedera biasanya terjadi saat lutut berada di posisi fleksi, sekitar 20-30°, yang kemudian diikuti oleh peningkatan posisi valgus dan rotasi tibia. Kombinasi gerakan ini dapat meningkatkan tekanan pada ACL dan berpotensi menyebabkan ligament tidak dapat mempertahankan stabilitas sendi luut dan menyebabkan terjadinya ruptur pada ligamen.[33]

Kerusakan pada ACL menyebabkan perubahan signifikan pada biomekanika sendi lutut. Lutut tidak dapat mengontrol translasi anterior tibia dan gerakan rotasional yang terjadi selama aktivitas karena hilangnya fungsi ligamen ini. Kondisi ini menyebabkan instabilitas sendi yang dapat mengganggu fungsi lutut yang meningkatkan kemungkinan cedera pada struktur intraartikular lainnya.[29]

2.1.3.3 Epidemiologi ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL)

Penelitian menunjukkan bahwa cedera ACL lebih sering terjadi pada kelompok usia muda yang aktif secara fisik. Distribusi usia pada pasien dengan cedera ACL Sebagian besar berada pada rentang 17-39 tahun, dengan puncak kejadian pada kelompok usia 17-29 tahun yang mencakup sekitar 38% dari keseluruhan kasus. Kelompok usia 30-39 tahun menyumbang 34%, sedangkan kejadian pada usia di atas 50 tahun relatif lebih jarang ditemukan.[4]

Dalam beberapa penelitian yang melibatkan populasi olahraga, laki-laki dilaporkan lebih rentan terhadap cedera ACL, meskipun pada beberapa cabang olahraga tertentu, wanita juga lebih rentan karena perbedaan anatomik, biomekanik, dan hormonal. Cedera ACL lebih sering terjadi pada orang yang melakukan aktivitas fisik berat atau olahraga kompetitif, yang menempatkan tekanan lutut yang signifikan pada sendi lutut.[4]

2.1.3.4 Faktor Risiko terjadinya ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL)

Terjadinya ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko yang bersifat multifaktorial, meliputi faktor anatomi, faktor neuromuskular, faktor yang berkaitan dengan aktivitas fisik individu, faktor ekstrinsik dan faktor instrinstik. Beberapa variasi anatomi lutut seperti ukuran *intercondylar notch* femur yang lebih sempit, peningkatan kemiringan *tibial plateau*, serta adanya kelonggaran sendi lutut.[34]

Selain faktor anatomi, faktor neuromuskular juga dapat menyebabkan terjadinya ruptur ACL. Ketidakseimbangan kekuatan antara otot quadriceps dan hamstring, serta kontrol neuromuskular yang buruk dapat menyebabkan gaya

valgus lutut yang lebih tinggi dan rotasi internal tibia saat melakukan aktivitas seperti melompat atau mendarat.[35]

Faktor olahraga yang dilakukan oleh individu tersebut juga berkontribusi. Dalam olahraga yang melibatkan gerakan pivot, perubahan arah tiba-tiba, dan deselerasi mendadak saat kaki menapak di atas tanah, cedera ACL sering terjadi. Dalam kondisi seperti itu, gaya yang digunakan pada sendi lutut dapat menyebabkan regangan pada ACL dan menyebabkan ruptur ligament.[36] Selain itu, kelelahan otot saat berolahraga juga dapat meningkatkan risiko cedera ACL.[37]

Penelitian menurut Cicchella et al (2024) juga menemukan adanya faktor ekstrinstik yang berkontribusi terhadap terjadinya ruptur ACL meliputi jenis permukaan lapangan, karakteristik alas kaki, serta interaksi antara sepatu dan permukaan lapangan. Faktor ini memengaruhi besarnya gaya geser dan torsi rotasional yang diterima oleh sendi lutut saat melakukan gerakan pivot dan perubahan arah mendadak sehingga meningkatkan risiko terjadinya ruptur pada ACL.[38]

Selain faktor anatomi, faktor neuromuskular, faktor aktivitas dan faktor ekstrinsik, Indeks Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index* (BMI) yang meningkat merupakan salah satu faktor intrinsik yang dapat memengaruhi risiko ruptur ACL. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa individu dengan *overweight* (BMI 25-29,9 kg/m^2) dan obesitas (BMI >30 kg/m^2) memiliki risiko lebih tinggi mengalami cedera ACL. [39]

Jenis kelamin juga merupakan faktor intrinsik yang berperan dalam risiko ruptur ACL. Penelitian menunjukan bahwa perempuan memiliki risiko cedera ACL yang lebih tinggi dibandingkan laki-laki. Peningkatan Risiko tersebut diduga berkaitan dengan perbedaan anatomi lutut, pengaruh hormonal serta faktor neuromuskular dan biomekanik yang menyebabkan beban pada ACL menjadi lebih besar selama aktivitas.[40]

2.1.3.5 Grade Ruptur ACL

Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dapat diklasifikasikan menjadi tiga derajat, yaitu *grade I, grade II, dan grade III,* berdasarkan tingkat kerusakan serat ligamen dan tingkat instabilitas sendi lutut yang ditimbulkan. Klasifikasi ini digunakan untuk menilai tingkat keparahan cedera ligamen serta membantu menentukan pendekatan penatalaksanaan yang tepat.(41)

Grade I merupakan cedera ringan yang ditandai dengan peregangan ligamen tanpa adanya kerusakan struktur signifikan. Pada kondisi ini kontinuitas serat ligamen masih utuh sehingga stabilitas sendi lutut umumnya masih terjaga, meskipun pasien dapat mengalami nyeri dan pembengkakan ringan pada lutut.(41)

Robekan parsial *grade II* pada ligamen, di mana Sebagian serat ligamen mengalami kerusakan, namun, sebagian lainnnya masih utuh. Kondisi ini menyebabkan ligamen menjadi lebih longgar sehingga stabilitas lutut mulai menurun dan dapat ditemukan instabilitas ringan hingga sedang pada sendi lutut.(42)

Sedangkan *grade III*, merupakan cedera paling berat yang ditandai robekan total atau ruptur lengkap pada ligamen. Pada kondisi ini, kontinuitas ligamen hilang sepenuhnya sehingga lutut mengalami instabilitas yang signifikan, terutama pada gerakan translasi anterior tibia terhadap femur dan gerakan rotasi lutut.(42)

2.1.3.6 Perbedaan fase akut dan fase kronis

Cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dapat dibedakan menjadi fase akut dan kronis berdasarkan waktu sejak terjadinya trauma serta perubahan klinis dan biomekanik yang terjadi pada sendi lutut. Perbedaan kedua fase ini penting karena berkaitan dengan pola kerusakan pada struktur intraartikular, termasuk meniskus.(2)

Fase akut merupakan periode awal setelah terjadinya cedera ACL, biasanya dalam beberapa hari hingga beberapa minggu pertama setelah trauma. Pada tahap ini, pasien biasanya mengalami gejala seperti nyeri disertai pembengkakan pada lutut akibat *hemarthrosis* yang terjadi setelah robekan ligamen. Pembengkakan ini biasanya muncul dalam waktu singkat setelah cedera karena perdarahan dari jaringan ligamen yang robek ke dalam rongga sendi(43). Selain pembengkakan,

pasien juga sering mengalami keterbatasan gerakan lutut serta kesulitan menumpu berat badan pada ekstremitas yang mengalami cedera.[16]

Fase kronis terjadi ketika ruptur ACL tidak ditangani secara adekuat dalam jangka waktu yang lebih lama setelah cedera awal. Dalam banyak penelitian orthopedi, fase kronis biasanya didefinisikan sebagai kondisi di mana cedera ACL telah terlangsung lebih dari tiga bulan, terutama pada pasien yang belum melakukan tindakan rekonstruksi.[20] Pada fase ini, gejala akut seperti nyeri hebat dan pembengkakan biasanya telah berkurang. Namun, pasien mulai mengalami episode instabilitas lutut yang berulang, terutama saat melakukan aktivitas yang melibatkan perubahan arah gerakan, seperti berjalan cepat, berlari, atau aktivitas olahraga.[44]

2.1.4 Hubungan ACL dan cedera meniskus

2.1.4.1 Prevalensi cedera meniskus pada pasien ACL

Studi menunjukkan bahwa salah satu kelainan intraartikular yang paling umum pada pasien dengan ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) adalah robekan meniskus. Ligamen yang rusak mengurangi stabilitas sendi lutut, mengurangi kontrol translasi anterior tibia dan gerakan rotasional. Perubahan biomekanik ini menyebabkan peningkatan tekanan pada meniskus dan struktur penopang lainnya, termasuk meniskus.[37]

Beberapa penelitian klinis melaporkan bahwa kelainan pada meniskus ditemukan pada lebih dari setengah pasien dengan ruptur ACL. Studi yang mengevaluasi pasien dengan trauma lutut menemukan bahwa robekan meniskus pada kasus ruptur ACL berkisar antara 51,9% hingga 63%, menunjukkan bahwa kedua kondisi ini sering terjadi bersamaan.[20] Dalam penelitian lain yang menilai pasien yang menjalani rekonstruksi ACL, kerusakan meniskus ditemukan pada tingkat yang cukup tinggi dengan distribusi yang berbeda antara meniskus medial dan lateral. Ini menunjukkan bahwa ketidakstabilan yang terjadi setelah ruptur ACL dapat meningkatkan tekanan mekanik pada meniskus sehingga meningkatkan kemungkinan robekan jaringan.[8]

Studi artroskopi yang menilai karakteristik robekan pada pasien dengan cedera ACL akut juga melaporkan bahwa robekan meniskus ditemukan pada sekitar 74,8% pasien, dengan keterlibatan meniskus medial sebesar 45,3%, meniskus lateral 56,1%, serta robekan pada kedua meniskus pada sekitar 26,6% kasus. Bagian *posterior horn* mengalami distribusi robekan paling sering.(21)

2.1.4.2 Biomekanik cedera meniskus pada pasien dengan Ruptur ACL

Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) menyebabkan perubahan biomekanik pada sendi lutut karena hilangnya fungsi ACL sebagai penahan utama translasi anterior tibia terhadap femur dan pengontrol stabilitas rotasional lutut. Ketika ACL mengalami kerusakan, tibia cenderung bergerak lebih anterior terhadap femur dan terjadi peningkatan rotasi internal tibia. Perubahan ini menyebabkan terjadinya peningkatan pergerakan abnormal antara femur dan tibia hingga terjadi instabilitas pada sendi lutut.(29)

Pada kondisi lutut yang mengalami defisiensi ACL, meniskus medial berperan sebagai stabilisator sekunder untuk membatasi translasi anterior tibia. Peran kompensasi tersebut menyebabkan meniskus menerima beban mekanik yang lebih besar dibandingkan kondisi lutut pada kondisi normal, sehingga meningkatkan tekanan pada jaringan meniskus.(19)

Penelitian biomekanik menunjukkan bahwa lutut dengan defisiensi ACL dapat meningkatkan translasi anterior tibia serta peningkatan rotasi internal selama pergerakan lutut. Perubahan ini menyebabkan pergeseran area kontak pada kartilago sendi serta meningkatkan pergerakan dan deformasi meniskus selama aktivitas, seperti fleksi lutut. Akibatnya, meniskus mengalami peningkatan stress mekanik yang dapat memperbesar risiko terjadinya robekan.(29)

Selain itu, translasi anterior tibia yang berulang pada lutut yang tidak memiliki ACL dapat menyebabkan *posterior horn* meniskus medial terjepit antara kondilus femur dan plateau tibia. Kondisi ini meningkatkan gaya kompresi dan geser meniskus yang meningkatkan kemungkinan robekan meniskus medial, terutama pada pasien yang mengalami instabilitas lutut yang berlangsung lama.(45)

Secara biomekanik, meniskus lateral lebih fleksibel dibandingkan meniskus medial, sehingga lebih mampu beradaptasi terhadap perubahan gerakan lutut. Sebaliknya, meniskus medial melekat pada tibia dan ligamen kolateral medial dengan lebih kuat, sehingga lebih sering mengalami cedera pada lutut dengan instabilitas akibat ruptur ACL.[14]

2.1.4.3 Hubungan derajat ruptur ACL dengan cedera meniskus

Risiko mengalami cedera meniskus dipengaruhi oleh tingkat kerusakan *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Ligamen ini berfungsi untuk menjaga stabilitas lutut, terutama mengontrol pergerakan translasi anterior dan rotasi tibia saat lutut bergerak.[46]

Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) diklasifikasikan menjadi *grade I, grade II dan grade III*, masing-masing berdasarkan tingkat kerusakan serabut ligamen yang akan memengaruhi stabilitas sendi lutut dan kemungkinan cedera meniskus. Pada *grade* I, ligament hanya mengalami peregangan tanpa adanya robekan yang signifikan. Pada kondisi ini risiko terjadinya cedera meniskus biasanya rendah karena pergerakan antara femur dan tibia masih relatif normal.[47]

Pada *grade* II, terjadi robekan sebagian (*partial tear*) sehingga ligamen tidak mampu mempertahankan stabilitas lutut. Stabilitas lutut mulai menurun karena sebagian penahan translasi anterior tibia dan pengontrol rotasi lutut telah terganggu. Ketidakstabilan ini menyebabkan peningkatan tekanan, sehingga risiko cedera meniskus mulai meningkat.[47]

Pada *grade* III, terjadi robekan total (*complete tear*) pada ACL sehingga ligamen tidak lagi mampu mempertahankan stabilitas lutut. Instabilitas yang berat membuat meniskus berfungsi sebagai stabilisator sekunder untuk membantu pergerakan sendi. Akibatnya meniskus lebih rentan mengalami robekan karena menerima beban yang lebih besar.[47] Oleh karena itu, semakin tinggi derajat ruptur ACL, maka stabilitas lutut semakin menurun. Sehingga risiko terjadinya cedera meniskus juga meningkat.[1]

Beberapa penelitian menemukan bahwa cedera meniskus lebih sering terjadi pada pasien dengan ruptur ACL total dibandingkan ruptur parsial. Berdasarkan penelitian oleh Venkataraman et al. (2019) juga menunjukkan tingginya angka robekan meniskus pada pasien dengan cedera ACL, terutama pada kasus yang berlangsung kronis. [14] Kondisi ini dapat dijelaskan karena kerusakan ACL menyebabkan berkurangnya stabilitas sendi lutut, sehingga meniskus harus bekerja lebih keras sebagai penstabil sekunder.[19]

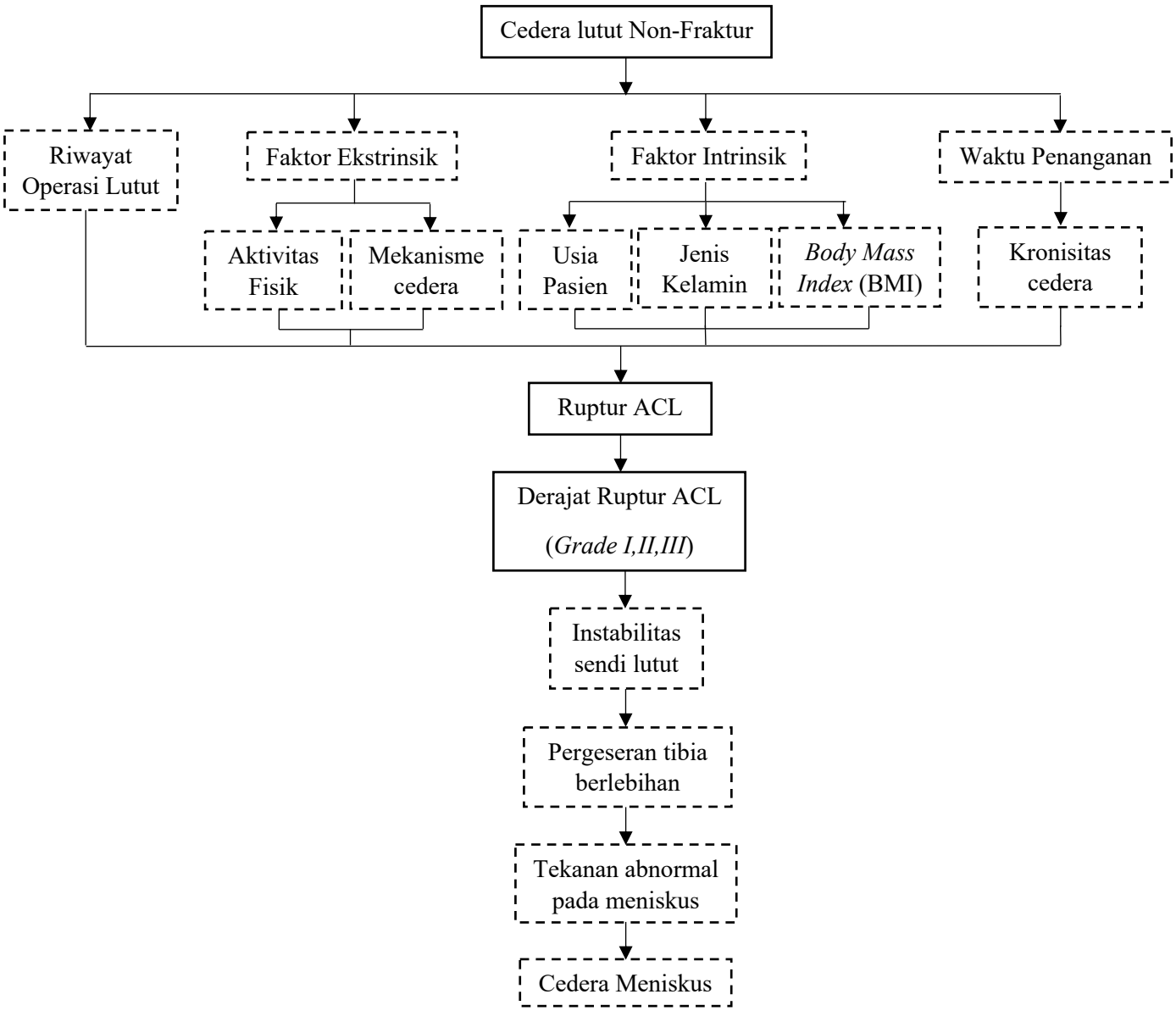
Namun, hubungan tersebut tidak selalu ditemukan secara konsisten pada semua penelitian. Alshoabi et,al (2022) menunjukkan bahwa pola robekan meniskus tidak berbeda secara bermakna antara pasien yang menjalani rekonstruksi ACL dini maupun tertunda. Temuan ini menunjukkan bahwa kejadian cedera meniskus tidak hanya dipengaruhi oleh derajat ruptur ACL, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti kronisitas cedera, lama waktu sejak cedera, serta karakteristik lainnya. [7]

2.2 Ringkasan Pustaka

Tabel 1. Ringkasan pustaka

Peneliti	Lokasi & waktu	Desain	Subjek	Variabel yang diteliti	Lama	Hasil
Alshoaibi Y, *et al.*[7]	Prancis 2012-2022	Retrospektif Komparatif	1.317 pasien rekonstruksi ACL	Waktu rekonstruksi & kejadian robekan meniskus	Dua belas bulan	Sebanyak 55% pasien ACLR memiliki robekan meniskus. Tidak terdapat perbedaan signifikan pola robekan antara operasi dini dan tertunda ($p>0,05$)
Jaevan MP, *et al.*[48]	India, 2020	Observasional	Pasien ACL kronis	ACL neglected & cedera meniskus medial/lateral	Delapan belas bulan	Cedera meniskus medial lebih sering pada ACL kronis. Risiko meningkat seiring lamanya instabilitas lutut ($p<0,05$)
Venkataraman S, *et al.*[8]	India, 2012-2019	Retrospektif	48 pasien ACL Kronis	Insidensi & Lokasi robekan meniskus pada ACL kronis	Delapan belas bulan	77,1% pasien ACL kronis mengalami robekan meniskus. Medial meniskus lebih sering disbanding lateral (70,45% vs 29,55). *Posterior horn* medial paling sering terkena (71%). Tidak ada perbedaan signifikan berdasarkan usia, gender atau sisi ($p>0,05$)
Gayam DR, *et al.*[4]	India, 2022-2023	Cross-sectional	50 pasien cedera lutut yang menjalani MRI	Hubungan robekan ACL dan meniskus	Delapan belas bulan	ACL merupakan cedera ligamen paling sering (58%). Robekan meniskus medial paling banyak (53,6%), diikuti lateral (31,7%) dan kombinasi keduanya (14,6%). Robekan paling sering terjadi pada *posterior horn* meniskus. Studi ini menunjukkan hubungan yang signifikan antara cedera ACL dan robekan meniskus ($p<0,05$)
Gupta R, *et al.*[9]	India, 2017-2019	Retrospektif	262 pasien ACL (43 parsial) (219 komplit)	Hubungan derajat ruptur ACL dengan cedera meniskus	Dua puluh empat bulan	Cedera meniskus lebih sering pada ACL komplit dibanding parsial. Robekan meniskus medial dan lateral lebih sering ditemukan pada ACL komplit ($p=0,04$), sedangkan robekan kombinasi tidak menunjukkan perbedaan bermakna ($p>0,05$).

2.3 Kerangka teori



Gambar 3. Kerangka teori

BAB III
KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka konsep



Gambar 4. Kerangka konsep

3.2 Variabel

3.2.1 Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah *Ruptur Anterior Cruciate Ligament* (ACL).

3.2.2 Variabel tergantung

Variabel tergantung pada penelitian ini adalah cedera meniskus

3.2. Definisi operasional

Tabel 2. Definisi operasional

Variabel	Definisi	Alat ukur	Cara mengukur	Hasil	Skala	Referensi
Ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL)	Kerusakan pada *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) yang menghubungkan femur dan tibia, menyebabkan instabilitas sendi lutut. Ruptur ACL dapat bersifat parsial (sebagian serat ligamen robek) atau komplit (seluruh ligamen terputus)	Rekam medis pasien (hasil pemeriksaan MRI/*arthroscopy*/klinis)	Data diambil dari rekam medis berupa hasil diagnosis dokter orthopedi yang mencatat derajat ruptur ACL berdasarkan pemeriksaan MRI atau *arthroscopy.*	1 = *Grade I* 2 = *Grade II* 3 = *Grade III*	Ordinal	Luvsannyam *et al*
Cedera meniskus	Robekan pada fibrokartilago meniskus medial atau lateral yang berfungsi sebagai penyerap beban (*shock absorber*) dan stabilisator sekunder sendi lutut	Rekam medis pasien (hasil pemeriksaan MRI/*arthroscopy*/klinis)	Data diambil dari rekam medis berupa hasil diagnosis dokter orthopedi yang mencatat distribusi lokasi cedera meniskus berdasarkan pemeriksaan MRI atau *arthroscopy.*	0 = Tidak ada cedera meniskus 1 = Meniskus medial 2 = Meniskus lateral 3 = Keduanya	Nominal	Nukuto *et al*

BAB IV
METODE

4.1 Desain

Penelitian ini merupakan penelitian menggunakan data sekunder dan observasional analitik dengan menggunakan desain *cross-sectional*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) sebagai variable bebas dengan cedera meniskus sebagai variabel tergantung pada pasien cedera lutut Non-fraktur.

4.2 Lokasi dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Sakit Mitra Keluarga Cibubur sebagai fasilitas pelayanan Kesehatan yang memiliki data rekam medis dan pemeriksaan radiologis. Penelitian ini dilaksanakan pada periode bulan Juli sampai Desember 2026 yang meliputi tahap pengumpulan data, pengolahan data, analisis data serta penyusunan laporan penelitian.

4.3 Populasi dan subjek

4.3.1 Populasi

4.3.1.1 Populasi target

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh pasien dengan cedera lutut non-fraktur yang menjalani pemeriksaan MRI lutut di Rumah Sakit Mitra Keluarga Cibubur.

4.1.3.2 Populasi terjangkau

Populasi terjangkau adalah seluruh pasien dengan cedera lutut Non-fraktur yang tercatat dalam rekam medis di Rumah Sakit Mitra Keluarga Cibubur pada periode bulan Januari sampai Juni 2026.

4.3.2 Subjek

Subjek pada penelitian ini adalah pasien dengan cedera lutut Non-fraktur yang memenuhi kriteria inklus dan ekslusi berdasarkan data rekam medis.

4.3.2.1 Kriteria pemilihan subjek

Kriteria inklusi :

- Pasien dengan usia 17-39 tahun

- Pasien yang memiliki hasil data rekam medis lengkap mencangkup data tinggi badan dan berat badan, melakukan pemeriksaan MRI dan menunjukkan adanya ruptur ACL.

Kriteria ekslusi :

- Pasien dengan riwayat operasi lutut sebelumnya
- Pasien dengan *Body Mass Index* (BMI) >25 kg/m²

4.3.2.2 Perhitungan jumlah subjek

Besar sample penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus populasi infinit dan populasi finit.

Rumus populasi infinit :

$$n = \frac{\mathrm{Za}^2 \times \mathrm{p} \times \mathrm{q}}{d^2}$$

n = Besar sampel optimal yang dibutuhkan

Z = Nilai Z pada tingkat kepercayaan 95% yaitu 1,96

p = Prevalensi cedera meniskus pada ruptur ACL di Indonesia (50% atau 0,5)

q = 1 – p

d = Tingkat ketelitian yang diinginkan (0,05)

$$\mathrm{N_0} = \frac{\mathrm{Z}\alpha^2 \times \mathrm{p} \times \mathrm{q}}{\mathrm{d}^2}$$

$$\mathrm{N_0} = \frac{1{,}96^2 \times 0{,}5 \times 0{,}5}{0{,}05^2}$$

$$\mathrm{N_0} = \frac{3{,}8416 \times 0{,}25}{0{,}0025}$$

$$\mathrm{N_0} = \frac{0{,}9604}{0{,}0025}$$

$$\mathrm{N_0} = 384{,}16$$

Dari keterangan diatas maka dapat dibuat rumus besar populasi infinit dari penelitian ini adalah 385 subjek.

Rumus populasi finit :

$$n = \frac{n0}{(1 + \frac{n0}{N})}$$

Keterangan:

n : Besar sampel yang dibutuhkan untuk populasi finit

N0 : Besar sampel dari populasi infinit

N : Besar sampel populasi finit

$$n = \frac{384}{1+\frac{384}{100}}$$
$$n = \frac{384}{4.84}$$
$$n = 79.33$$

Jumlah sampel yang diperlukan setelah perhitungan rumus finit sekitar 80 pasien, dengan ditambahkan *drop out* sebesar 15%, maka :

$$80 \times 15\% = 12 \qquad 80 + 12 = 92$$

Sehingga besar sampel minimal yang digunakan dalam penelitian ini adalah 92 subjek.

4.4 Bahan dan instrumen

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari rekam medis pasien dengan cedera meniskus pada cedera lutut Non-fraktur di Rumah Sakit Mitra Keluarga Cibubur selama periode penelitian. Instrument penelitian yang digunakan dalam penelitan ini adalah lembar pengumpulan data (*data collection sheet*) yang disusun oleh penelitian untuk mencatat informasi yang diperoleh dari rekam medis pesien.

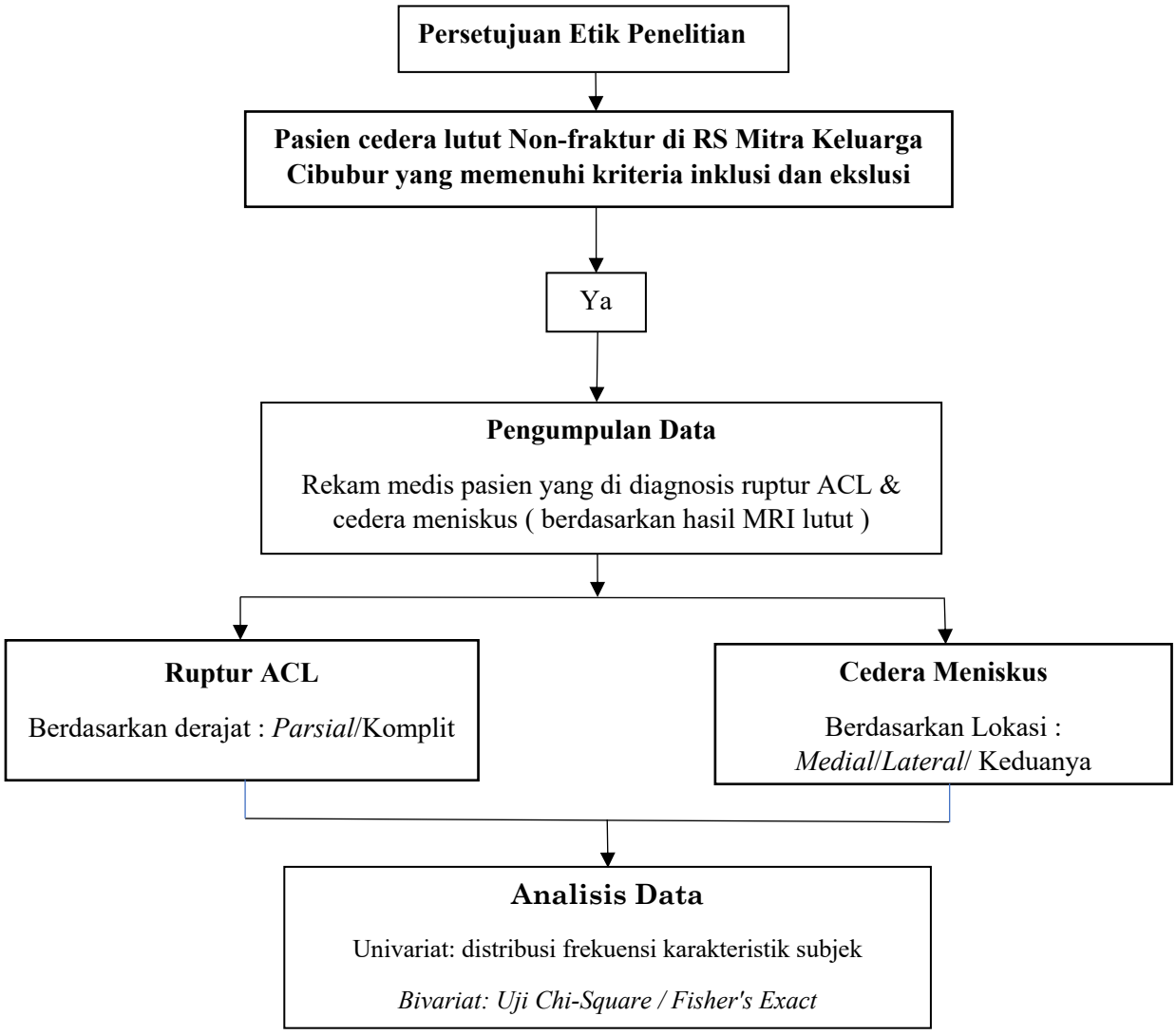
Lembar ini digunakan untuk mencatat data dari rekam medis, meliputi usia, jenis kelamin, diagnosis ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL), derajat ruptur ACL, dan diagnosis cedera meniskus. Data mengenai ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dan cedera meniskus diperoleh berdasarkan hasil pemeriksaan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) lutut atau diagnosis dokter spesialis orthopedi yang tercatat dalam rekam medis pasien.

4.5 Analisis statistik

Data yang diperoleh dari rekam medis pasien akan dianalisis menggunakan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 29.0. Analisis data pada penelitian ini dilakukan melalui dua tahap, yaitu analisis *univariat* dan analisis *bivariat.* Data selanjutnya disajikan dalam bentuk table yang terdapat frekuensi dan persentase.

Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan karakteristik subjek penelitian berdasarkan variable yang diteliti. Selanjutnya, analisis bivariat digunakan untuk menilai hubungan antara derajat ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dengan kejadian meniskus. Hubungan antarvariable dianalisis menggunakan uji Chi-Square (χ^2). Hubungan antara kedua variable dinyatakan bermakna secara statistic apabila diperoleh nilai $p<0,05$.

4.6 Alur kerja penelitian



Gambar 5. Alur kerja

4.7 Etika penelitian

Penelitian ini akan dilakukan setelah lolos kaji etik Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

4.8 Penjadwalan penelitian

Tabel 3. Penjadwalan penelitian

Kegiatan	WAKTU											
	Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli	
	Tgl 1	Tgl 28	Tgl 1	Tgl 31	Tgl 1	Tgl 30	Tgl 1	Tgl 31	Tgl 1	Tgl 30	Tgl 1	Tgl 31
Pemilihan judul												
Penyusunan dan penyelesaian BAB I **(Pendahuluan)**												
Penyusunan dan penyelesaian BAB II (**Tinjauan Pustaka)**												
Penyusunan dan penyelesaian BAB III **(Kerangka konsep & definisi operasional)**												
Penyusunan dan penyelesaian BAB IV **(Metode)**												
Persiapan ujian												

DAFTAR PUSTAKA

1. Nukuto K, Konstantinou E, Wackerle AM, et al. Meniscus tears in the setting of anterior cruciate ligament injury. Journal of Joint Surgery and Research 2024;2 (4):180–8. DOI:10.1016/j.jjoisr.2024.10.003

2. Venkataraman S, Ethiraj P, Shanthappa AH, et al. Association of meniscus injuries in patients with anterior cruciate ligament injuries. Cureus 2022. DOI:10.7759/cureus.25878

3. Sintia Dewi LPS, Adhitya IPGS, Septian Utama AAGE, et al. Faktor risiko operasi berulang pasca anterior cruciate ligamen reconstruction. Masker Medika 2024;12 (1):166–73. DOI:10.52523/maskermedika.v12i1.617

4. Gayam DR, Sanjay S C, Srinivas S. International journal of medicine 2025;9 (1):1–7

5. Farizka Siregar D, Shahreza M, Surbakti HG, et al. Overview of sports-related knee injuries managed operatively at rsu haji medan in 2023 2025;7 (1):64–70

6. Petersen W, Guenther D, Imhoff AB, et al. Management after acute rupture of the anterior cruciate ligament (ACL). part 1: ACL reconstruction has a protective effect on secondary meniscus and cartilage lesions. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2023;31 (5):1665–74. DOI:10.1007/s00167-022-06960-1

7. Alshoaibi Y, Erard J, Abumukh A, et al. Meniscal tear analysis in anterior cruciate ligament rupture: a retrospective comparison of early versus delayed intervention. Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research 2025;111 (6). DOI:10.1016/j.otsr.2024.104120

8. Venkataraman S, Ethiraj P, Shanthappa AH, et al. Association of meniscus injuries in patients with anterior cruciate ligament injuries. Cureus 2022;14 (6):2–6. DOI:10.7759/cureus.25878

9. Gupta R, Singhal A, Sharma AR, et al. Strong association of meniscus tears with complete anterior cruciate ligament (acl) injuries relative to partial acl injuries. J Clin Orthop Trauma 2021;23. DOI:10.1016/j.jcot.2021.101671

10. Şeyma Torgutalp Ş, Dönmez G, Korkusuz F. Incidence rates of injuries associated with anterior cruciate ligament tear diagnosed by magnetic resonance imaging: a retrospective cohort study. Turkish Journal of Sports Medicine 2020;56 (1):33–7. DOI:10.47447/tjsm.0475

11. Krych AJ, LaPrade MD, Cook CS, et al. Lateral meniscal oblique radial tears are common with acl injury: a classification system based on arthroscopic tear patterns in 600 consecutive patients. Orthop J Sports Med 2020;8 (5). DOI:10.1177/2325967120921737

12. Tanaka Y, Kita K, Takao R, et al. Chronicity of anterior cruciate ligament deficiency, part 2: radiographic predictors of early graft failure. Orthop J Sports Med 2018;6 (2):2–10. DOI:10.1177/2325967117751915

13. Kuczyński N, Boś J, Białoskórska K, et al. The Meniscus: basic science and therapeutic approaches. J Clin Med 2025;14 (6):2–29. DOI:10.3390/jcm14062020

14. Mameri ES, Dasari SP, Fortier LM, et al. Review of meniscus anatomy and biomechanics. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine 2022;15 (5):323–35. DOI:10.1007/s12178-022-09768-1

15. Hu J, Peng Y, Li J, et al. Spatial bridge locking fixator versus traditional locking plates in treating ao/ota 32-A3.2 fracture: finite element analysis and biomechanical evaluation. Orthop Surg 2022;14 (8):1638–48. DOI:10.1111/os.13308

16. Jenkins SM, Guzman A, Gardner BB, et al. Rehabilitation after anterior cruciate ligament injury: review of current literature and recommendations 2022:171–9. DOI:10.1007/s12178-022-09752-9/Published

17. Sundberg A, Högberg J, Tosarelli F, et al. Sport-specific injury mechanisms and situational patterns of acl injuries: a comprehensive systematic review. Sports Medicine 2025;55 (10):2489–527. DOI:10.1007/s40279-025-02271-w

18. Chien A, Weaver JS, Kinne E, et al. Magnetic resonance imaging of the knee. Pol J Radiol 2020;85 (1):e509–31. DOI:10.5114/pjr.2020.99415

19. Grassi A, Dal Fabbro G, Di Paolo S, et al. Medial and lateral meniscus have a different role in kinematics of the acl-deficient knee: a systematic review. Journal of ISAKOS 2019;4 (5):233–41. DOI:10.1136/jisakos-2019-000293

20. Keyhani S, Esmailiejah AA, Mirhoseini MS, et al. The prevalence, zone, and type of the meniscus tear in patients with anterior cruciate ligament (acl) injury; does delayed acl reconstruction affects the meniscal injury? Archives of Bone and Joint Surgery 2020;8 (3):432–8. DOI:10.22038/abjs.2019.39084.2076

21. Kim DH, Lee DK. Incidence and geographic mapping of meniscal tears in acute acl injuries with meticulous posterior arthroscopic evaluation: longitudinal tears at the posterior menisco-capsular junction are the most common tear pattern in acute acl injuries. Knee Surg Relat Res 2026;38 (1):3–11. DOI:10.1186/s43019-026-00301-z

22. Surakarta ' Aisyiyah, Maranti ZR, Saputra Perdana S, et al. Physio journal penatalaksanaan fisioterapi pada kasus meniscus medial tear dextra di klinik sport life injury: a case report artikel info abstrak 2023;3 (1):23–33

23. Utoyo GA, Fachri D, Calvin. Delayed anterior cruciate ligament reconstruction and risk of meniscus injury: exploring the safest delay interval. J Exp Orthop 2024;11 (3):1–8. DOI:10.1002/jeo2.70006

24. Cristiani R, Janarv PM, Engström B, et al. Delayed anterior cruciate ligament reconstruction increases the risk of abnormal prereconstruction laxity, cartilage, and medial meniscus injuries. Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery 2021;37 (4):1214–20. DOI:10.1016/j.arthro.2020.11.030

25. Luvsannyam E, Jain MS, Leitao AR, et al. Meniscus tear: pathology, incidence, and management. Cureus 2022;5 (5). DOI:10.7759/cureus.25121

26. Tomihara T, Hashimoto Y, Takahashi S, et al. Risk factors related to the presence of meniscal injury and irreparable meniscal tear at primary anterior cruciate ligament reconstruction. Orthop J Sports Med 2021;9 (3):2–8. DOI:10.1177/2325967121989036

27. Kim SH, Han SJ, Park YB, et al. A systematic review comparing the results of early vs delayed ligament surgeries in single anterior cruciate ligament and multiligament knee injuries. Knee Surg Relat Res 2021;33 (1). DOI:10.1186/s43019-020-00086-9

28. Moretti L, Bizzoca D, Cassano GD, et al. Graft intra-articular remodeling and bone incorporation in acl reconstruction: the state of the art and clinical implications. J Clin Med 2022;11 (22):2–8. DOI:10.3390/jcm11226704

29. Willinger L, Athwal KK, Holthof S, et al. Role of the anterior cruciate ligament, anterolateral complex, and lateral meniscus posterior root in anterolateral rotatory knee instability. American Journal of Sports Medicine 2023;51 (5):1136–45. DOI:10.1177/03635465231161071

30. Hansen JT. Netter's clinical anatomy, third edition- john t. jansen. 3rd ed. Philadelphia, PA: Saunders, an imprint of Elsevier Inc.; 2014

31. Marieswaran M, Jain I, Garg B, et al. A review on biomechanics of anterior cruciate ligament and materials for reconstruction. Appl Bionics Biomech 2018;2018:2–11. DOI:10.1155/2018/4657824

32. Camanho GL. Newsweek. Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition) 2010;45 (5):IFC1. DOI:10.1016/s2255-4971(15)30423-7

33. Santos CF, Bastos R, Andrade R, et al. Revisiting the role of knee external rotation in non-contact ACL mechanism of injury. Applied Sciences (Switzerland) 2023;13 (6):2–16. DOI:10.3390/app13063802

34. Gültekin MZ, Dinçel YM, Keskin Z, et al. Morphometric risk factors effects on anterior cruciate ligament injury. Jt Dis Relat Surg 2022;34 (1):130–7. DOI:10.52312/JDRS.2023.910

35. Dauty M, Crenn V, Louguet B, et al. Anatomical and neuromuscular factors associated to non-contact anterior cruciate ligament injury. J Clin Med 2022;11 (5):2–10. DOI:10.3390/jcm11051402

36. Boden BP, Sheehan FT. Mechanism of non-contact acl injury. Journal of Orthopaedic Research 2022;40 (3):531–40. DOI:10.1002/jor.25257

37. Kacprzak B, Stańczak M, Surmacz J, et al. Biophysics of acl injuries. Orthop Rev (Pavia) 2024;16:1–65. DOI:10.52965/001c.126041

38. Cicchella A, He J. A systematic review of effects on acl injury of soccer shoe outsoles, soccer playing field surfaces, and outsole–surface interface. Encyclopedia 2024;4 (2):888–99. DOI:10.3390/encyclopedia4020057

39. Alsayed HN, Alkhateeb MA, Aldossary AA, et al. Risk of anterior cruciate ligament injury in population with elevated body mass index. Med Glas 2023;20 (1):83–7. DOI:10.17392/1517-22

40. Montalvo AM, Schneider DK, Webster KE, et al. Anterior cruciate ligament injury risk in sport: A systematic review and meta-analysis of injury incidence by sex and sport classification. J Athl Train 2019;54 (5):472–82. DOI:10.4085/1062-6050-407-16

41. Dar AJ, John A, Ashraf S, et al. MRI diagnosis and grading of anterior cruciate ligament injuries. Pakistan BioMedical Journal 2022;5 (1). DOI:10.54393/pbmj.v5i1.128

42. Papaleontiou A, Poupard AM, Mahajan UD, et al. Conservative vs surgical treatment of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review. Cureus 2024;16 (3):2–9. DOI:10.7759/cureus.56532

43. M. P. J, John JT. Effects of neglected anterior cruciate ligament tears on medial and lateral meniscus. Int J Res Orthop 2020;6 (4):687. DOI:10.18203/issn.2455-4510.intjresorthop20202568

44. Bulski J, Wesołowski M, Walus P, et al. Anterior cruciate ligament injury: from biomechanism to complications of reconstruction – an overview. Medical Studies 2025;41 (4):330–6. DOI:10.5114/ms.2025.154433

45. Gan G, Toon DH, Teo WWT, et al. The wave sign correlates with the posterior horn medial meniscus (phmm) tear in the anterior cruciate ligament (acl) deficient knee. Malays Orthop J 2023;17 (1):111–6. DOI:10.5704/MOJ.2303.013

46. Fatima E, Tarim Usmani D. Assessment of association of the lateral meniscus tear with high grade anterior cruciate ligament. International Journal of Life Sciences 2023;12 (4):1641–4

47. Arpit K, Aditi G, Viplav G. Association of meniscal and cruciate ligament tears using magnetic res-onance imaging of knee. International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research 2024;16 (8):570–5

48. M. P. J, John JT. Effects of neglected anterior cruciate ligament tears on medial and lateral meniscus. Int J Res Orthop 2020;6 (4):687. DOI:10.18203/issn.2455-4510.intjresorthop20202568

Lampiran

Dummy table

Tabel 1. Distribusi karakteristik pada cedera lutut Non-Fraktur

Variabel	Rerata ± SD/ median (min-mak)	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Usia (tahun)			
17-39 tahun			
Jenis kelamin			
Laki-laki			
Perempuan			
Body Mass Index			
Underweight			
Normal			
Ruptur ACL			
Grade I			
Grade II			
Grade III			
Cedera meniskus			
Tidak ada cedera meniskus			
Meniskus medial			
Meniskus lateral			
Meniskus medial dan lateral			

Tabel 2. Hubungan ruptur *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dengan cedera meniskus pada pasien Non-Fraktur di Rumah Sakit Mitra Keluarga Cibubur Tahun 2026

Ruptur ACL	Tidak ada Cedera meniskus n (%)	Meniskus medial n (%)	Meniskus lateral n (%)	Meniskus Medial + lateral n (%)	Nilai p
Grade I					
Grade II					
Grade III					

Analisis data menggunakan uji chi-Square Batas kemaknaan statistik yang digunakan p<0,05