

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Definisi Kasus

*Ruptur* adalah robeknya jaringan yang disebabkan oleh karna trauma. Robekan pada *ACL* disebabkan oleh trauma langsung yaitu terjadi karena benturan langsung pada lutut saat pergerakan lutut ke *lateral* atau ke *anterior* sehingga menyebabkan robeknya ligamen dan trauma tidak langsung disebabkan karena pendaratan dalam keadaan *hiperekstensi* setelah melakukan lompatan bersamaan gerakan rotasi pada tekanan *valgus* (Indriastuti and Pristianto, 2021). *Ruptur ACL* merupakan robeknya *ligament Anterior Cruciate* yang menyebabkan sendi lutut menjadi instabil. Ligamen *ACL* berfungsi sebagai stabilisator yang mencegah pergeseran ke *anterior* yang berlebih dari tulang *tibia* terhadap tulang *femur* yang stabil dan mencegah pergeseran ke *posterior* yang berlebih tulang *femur* terhadap tulang *tibia* yang stabil (Amin, Amanati and Novalanda, 2018).

Cedera pada *ACL* dapat terjadi karena kontak langsung maupun tidak langsung pada lutut. Kontak langsung terjadi karena adanya gaya dari samping atau luar seperti benturan langsung ke lutut, sedangkan kontak tidak langsung terjadi saat gerakkan mendarat setelah melakukan lompatan yang menyebabkan *hiperekstensi* lutut dengan panggul dan kaki terjadi rotasi berlebihan. Selanjutnya pada gerakkan jongkok, memutar dan menghentikan gerakkan secara tiba-tiba akan mangakibatkan robek hingga putus ligamen (*rupture*). Hal ini mengakibatkan ketidakstabilan sendi lutut. Indikasi utama seseorang mengalami rekontruksi *ACL* adalah apabila terjadi instabil fungsional lutut (Suharsono *et al.*, 2022).

Rekontruksi *ACL* adalah operasi penggantian ligamen *anterior cruciate* dengan cangkok jaringan untuk mengembalikan fungsi seperti sebelumnya. Operasi ini biasa dilakukan dengan bantuan *arthroscoperasiy* yaitu alat yang digunakan untuk memeriksa bagian dalam suatu sendi untuk melakukan prosedur diagnosis atau tarapetik di dalam sendi tersebut (Maralisa *et al.*, 2020). Pengambilan *graft* dilakukan untuk mengganti ligamen yang putus dengan bagian tubuh yang lain seperti tendon *patella*, tendon *hamstring*, dan tendon *peroneus* (Herman and Komalasari, 2022).

Proses rehabilitasi diperlukan untuk kondisi paska rekontruksi *ACL*. Rehabilitasi dapat memfasilitasi dalam mengoperasikan fungsi dan mengurangi adanya faktor cedera *ACL* berulang. Pada atlet atau pelaku olahraga, rehabilitasi juga dilakukan untuk mengembalikan kemampuan serta performa di lapangan paska rekontruksi *ACL* (Mayeda, Komalasari and Rohayani, 2022).

### **2.1.1. Anatomi**

Struktur sendi lutut sangat kompleks dengan berbagai macam jaringan di sekitarnya. Sendi lutut merupakan salah satu sendi besar yang menahan *axial loading* cukup berat. Sendi lutut merupakan sendi *synovial hinge type* dengan pergerakan *fleksi*, *ekstensi*, dikombinasikan dengan pergeseran dan berputar atau rotasi (Maralisa *et al.*, 2020).

a. Tulang

1. Tulang *femur*

*Femur* adalah tulang yang terpanjang dan terberat. Panjangnya sekitar 1/4 hingga 1/3 dari panjang tubuh. Saat berdiri, tulang *femur* memindahkan berat badan dari panggul ke tulang tibia. Tulang femur terdiri dari diafisis dan dua ujung, bagian atas dan bawah. Di ujung atas terdapat kepala, leher, dan dua trokanter minor dan mayor. Di ujung bawah terdapat dua kondilus melengkung spiral, kondilus medial dan kondilus lateral (Santoso *et al.*, 2018).

2. Tulang *patella*

*Patella* atau tempurung lutut adalah tulang *sesamoid* berbentuk segitiga berdiameter sekitar 5 cm yang tertanam dalam tendon *insersi* otot *quadriceps femoris*. Bila otot lemas, *patella* dapat digerakkan kekiri dan kanan dan sedikit ke atas atau bawah. *Patella* memiliki dua permukaan yaitu *anterior* dan *artikuler* serta memiliki tiga tepi yaitu *superior*, *medial*, dan *lateral* (Santoso *et al.*, 2018)

3. Tulang *tibia*

*Tibia* merupakan tulang terberat dan terpanjang setelah *femur*. Letaknya pada bagian medial tungkai bawah. Pada sikap berdiri tulang ini menyalurkan beban dari *femur* ke tumit dan kaki. Permukaan *anterior tibia* merupakan tempat menempelnya ligamen *patella* (Santoso *et al.*, 2018).

#### 4. Tulang *fibula*

*Fibula* terletak di sebelah lateral tungkai bawah, kira-kita sejajar dengan *tibia*, dan sangat ramping. *Fibula* membentuk sendi *synovial* dengan *tibia* di atas dan dengan *talus* di bawah. Bagian tengahnya dihubungkan dengan *tibia* oleh *membrane interoseus*. Tulang *fibula* tidak menanggung berat badan, karena bagian tengahnya terbungkus otot, hanya teraba di kedua ujungnya (Santoso *et al.*, 2018).

#### b. Sendi

Lutut merupakan sendi *synovial* dengan pergerakan bebas, namun dibatasi dengan bentuk tulang dan struktur jaringan anatomi disekitar lutut. Permukaan sendi ini meliputi lapisan *hialin* yang dipisahkan oleh rongga sendi, sedangkan rongga sendi terdiri sari *membrane synovial* dari tepi permukaan sendi ke permukaan sendi lainnya. Permukaan sendi dilumasi oleh cairan *synovial (synovial fluid)* dan pergerakan sendi dibatasi oleh ligamen yang menghubungkan tulang (Danu, 2021).

#### c. Otot

Kelompok otot *fleksor* lutut adalah *hamstring* yang terdiri antara lain *biceps femoris*, *semitendinosus*, *semimembranosus*, dan juga dibantu oleh otot-otot *gracilis*, *sartorius*, *gastrocnemius*, *popliteus*, dan *plantaris*

Tabel 2. 1 Kelompok Otot Fleksor Sendi Lutut

<b>Fungsi</b>	<b>Otot</b>	<b>Origo</b>	<b>Insersio</b>
<i>Fleksi Eksorotasi, Ekstensi Hip</i>	<i>Knee, &amp; Femoris</i>	<i>Linea Femur</i>	<i>Permukaan Lateral Caput Fibula</i>
<i>Fleksi Knee &amp; Endorotasi</i>	<i>M. Semitendinosus</i>	<i>Tuberositas Ischiadicum</i>	<i>Permukaan Medial Superior Tibia</i>
<i>Fleksi Knee &amp; Endorotasi</i>	<i>M. Semi membranosus</i>	<i>Tuberositas Ischiadicum</i>	<i>Permukaan Posterior Medial Condylus Tibia</i>
<i>Adduksi Hip, Fleksi Knee &amp; Endorotasi</i>	<i>M. Gracilis</i>	<i>½ Bawah Symphysis Pubis &amp; ½ Atas Arcus Pubis</i>	<i>Peermukaan Medial &amp; Superior Tibia</i>
<i>Fleksi, Abduksi &amp; Eksternal Rotasi Hip</i>	<i>M. Sartorius</i>	<i>Spina Iliaca Anterior Superior</i>	<i>Permukaan Medial Atas Tibia</i>
<i>Plantar Fleksi &amp; Fleksi Knee</i>	<i>M. Gastronemius</i>	<i>Caput Medial &amp; Lateral Dari Permukaan Posterior Condylus Femoralis</i>	<i>Permukaan Posterior Calcaneus</i>
<i>Fleksi Knee</i>	<i>M. Poporasiliteus</i>	<i>Permukaan Lateral Condyles Lateral</i>	<i>Permukaan Proksimal Shaft Tibia</i>
<i>Plantar Fleksi &amp; Fleksi Knee</i>	<i>M. Plantaris</i>	<i>Lateral Supracondylus Femur</i>	<i>Tendon Calcaneus</i>

(Santoso *et al.*, 2018)

Kelompok otot *ekstensor* lutut adalah *quadriceps* yang terdiri dari *rectus femoris*, *vastus medialis*, *vastus intermedius*, *vastus lateralis*. Keempat otot *quadriceps* Bersatu membentuk tendon dan melekat pada tulang *tibia* (*tuberositas tibialis*) melalui ligamen *patella*

Tabel 2. 2 Kelompok Otot Ekstensor Sendi Lutut

<b>Fungsi</b>	<b>Otot</b>	<b>Origo</b>	<b>Inersio</b>
<i>Fleksi Hip &amp; Ekstensi Knee</i>	<i>M. Rectus Femoris</i>	<i>Spina Iliaca</i>	<i>Tuberositas Tibia</i>
<i>Ekstensi Knee</i>	<i>M. Vastus Medialis</i>	<i>Linea Intertrochanterica</i>	<i>Tendon Patella &amp; Tuberositas Tibia</i>
<i>Ekstensi Knee</i>	<i>M. Vastus Intermedius</i>	<i>2/3 Atas Bagian Anterior &amp; Permukaan Lateral Femur</i>	<i>Tuberositas Tibia</i>
<i>Ekstensi Knee</i>	<i>M. Vastus Lateralis</i>	<i>Trochanter Major &amp; Permukaan Lateral Atas Linea Aspera</i>	<i>Tuberositas Tibia</i>

(Santoso *et al.*, 2018)

#### d. Ligamen

Ligamen adalah jaringan ikat yang terbuat dari serabut kolagen yang menghubungkan tulang dengan tulang atau tulang rawan yang menyongkong memperkuat persendian. Fungsi utama dari ligamen untuk menjaga tulang dan mencegah gerakan abnormal sendi. Ligamen terbagi menjadi ekstrakapsuler dan intrakapsuler. Ligamen ekstrakapsuler terletak dibagian luar kapsul sedangkan ligamen intrakapsuler terletak dibagian dalam kapsul (Santoso *et al.*, 2018).

Ligamen memegang peranan penting dalam mempertahankan stabilitas sendi lutut. Ligamen ekstrakapsuler yang memperkuat kapsul sendi yaitu ligamen *patella*, ligamen *kolateral fibula*, ligamen *kolateral tibialis*, ligamen *poperasilitaea oblique*, dan ligamen *poperasilitaea arkuata*. Kemudian ligamen intrakapsuler didalam kapsul sendi lutut yaitu ligamen *cruciatum*. Ligamen *cruciatum* memiliki peranan krusial terhadap stabilitas *anteroperasiosterior* sedangkan ligamen *kolateral* berperan terhadap stabilitas *varus/valgus* (Maralisa *et al.*, 2020).

## 1. Ligamen ekstrakapsuler

Pertama *ligament patella* melekat pada ujung *distal patella (apex patella)* hingga ke *distal* pada *tubeositas tibiae*. Kedua ligamen *collateral*, terdiri atas *ligament collateral medial* atau *collateral tibia* dan *ligament collateral lateral* atau *ligament collateral fibular*. Ligamen *collateral medial/tibia* berbentuk seperti pita pipih yang memanjang dari *epicondylus medial femur*, melekat dibagian atas pada *condyles medialis femur* hingga bagian *superior* permukaan *medial tibia*. Ligamen *collateral lateral fibular* menyerupai tali dan melekat di bagian atas pada *condyles lateral femur* dan dibagian *distal* melekat pada *capitulum fibula*.

Ketiga *ligament poperasilitea obliqua* merupakan ligamen yang kuat dan berperan menguatkan kapsul sendi *posterior* lutut dan merentang pada *fossa intracondylaris*. Ligamen ini berasal dari *posterior condyles medial tibia* dan melewati *superolateral* menuju *condylus lateralis femoris*.

Keempat ligamen *poperasilitea arcuante* yang juga berperan memperkuat *capsula sendi* dan stabilisasi lutut pada bagian *posteriorolateral*. Ligamen ini berasal dari *posterior caput fibula* melewati *superomedial* pada *tendon poperasilitea* dan menyebar pada permukaan *posterior* sendi lutut (Danu, 2021).

## 2. Ligamen intrakapsuler

Ligamen *cruciatum* terbagi menjadi dua yaitu *Anterior cruciate ligament (ACL)* dan *Posterior cruciate ligamen (PCL)*. Setiap ligament *cruciate* memiliki dua buah bundle. *ACL* memiliki bundle *antromedial* dan *posteriorolateral*, sedangkan *PCL* memiliki bundle *anterolateral* dan *posterioromedial*. Ligamen *cruciatum* menghubungkan *femur* dan *tibia*, menyilang di dalam kapsul sendi tapi berada diluar

celah *articular*. Ligamen *cruciatum* melintang satu sama lain secara *oblique* seperti huruf X (Maralisa *et al.*, 2020).

*e. Bursa*

Bursa adalah kantung yang mengelilingi sendi lutut yang berisi cairan *synovial*. Mereka memfasilitasi pergerakkan dan mengurangi gesekkan ketika tendon atau otot melewati tonjolan tulang.

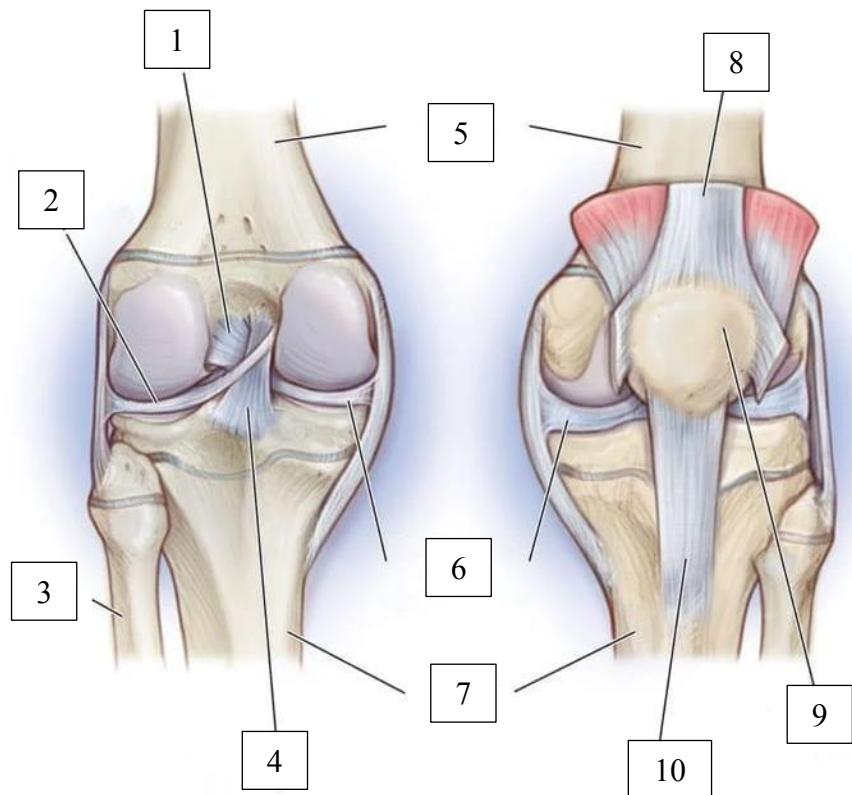
Ada 4 bursa anterior lutut. *Bursa supra patellar*, *bursa prepatellar subkutan*, *bursa infrapatellar*, dan *bursa infrapatellar*. Ada 4 bursa yang terletak di *posterior* sendi lutut yaitu antara kapsul dan kepala *medial gastrocnemius*, *bursa semimembranosus*, *bursa gastrocnemius* lateral, dan *bursa poperasiliteus* (Murphy, 2021).

*f. Meniscus*

*Meniscus* tersusun atas jaringan penyambung yang padat dari luar dan *kartilago fibrosa* dari dalam. *Meniscus* ini berbentuk seperti huruf C dengan bagian dalam berbentuk cekung dan memiliki struktur yang lebih tipis daripada bagian luarnya serta melekat pada *capsula* di pinggir luarnya. Bagian atas *meniscus* berkaitan langsung dengan *condylus femoris* sedangkan bagian bawah berkaitan langsung dengan *condylus tibiae* sehingga berfungsi sebagai bantalan di antara kedua tulang tersebut (Sholehah, 2019).

*Meniscus* pada sendi lutut terdiri atas *meniscus medialis* dan *meniscus lateralis*. *Meniscus medialis* berukuran lebih besar daripada *meniscus lateralis*. *Meniscus medialis* difiksasi oleh *ligamen meniscotibialia anterius* dan *posterior* pada area

*intercondylaris tibia. Meniscus medialis* juga melekat pada *ligamen collateral medial* sehingga *meniscus* ini relatif tidak mudah bergerak. Sedangkan, *meniscus lateralis* difiksasi oleh *ligament meniscofemoralia anterius* dan *posterior* pada *condylus medialis femoris*, namun *tendon m. poperasiliteus* memisahkan *meniscus* ini dari *ligament collateral lateralis* bertambah pada saat *fleksi* (Sholehah, 2019)



Gambar 2. 1 Anatomi Sendi Lutut

(Sumber: <https://my.clevelandclinic.org/-/scasssets/images/org/health/articles/24777-knee-joint>)

Keterangan gambar :

1. *Anterior Cruciate Ligament (ACL)*
2. *Lateral Meniscus*
3. *Fibula*
4. *Posterior Cruciate Ligament (PCL)*
5. *Femur*
6. *Medial Meniscus*
7. *Tibia*
8. *Quadriceps Tendon*
9. *Patella*
10. *Pattellar Ligament*

### **2.1.2. Etiologi**

Sebagian besar cidera *ACL* disebabkan oleh karena cidera olahraga. Oleh sebab itu *ACL* merupakan cidera yang paling sering terjadi pada atlet, umumnya terjadi sebagai akibat dari cedera olahraga seperti senam, voli, sepak bola, basket, dan masih banyak lagi. Robekan pada *ACL* menyebabkan 64% cedera lutut dalam olahraga atletik. *Ruptur* pada *ACL* disebabkan oleh karena trauma yang terjadi secara kontak langsung maupun tidak langsung pada sendi lutut. Trauma langsung terjadi akibat benturan langsung pada lutut saat pergerakan lutut ke *lateral* atau ke *anterior* sehingga menyebabkan ligamen robek sedangkan trauma tidak langsung di akibatkan oleh karena pendaratan dalam keadaan *hiperekstensi* setelah melakukan lompatan bersamaan dengan gerakan rotasi pada tekanan *valgus* (Kusuma and Fatmarizka, 2022).

Cidera *ACL* sebagian besar terjadi terutama pada atlet tetapi tidak menutup kemungkinan cidera ini terjadi pada nonatlet. Cidera *ACL* pada umumnya sering terjadi pada saat berolahraga atau bahkan dapat terjadi saat melakukan aktivitas sehari-hari (Herman and Komalasari, 2022). Penyebab utama cidera *ACL* adalah aktivitas olahraga berat seperti olahraga dengan gerakan tumpuan kaki dan badan yang berubah arah dengan cepat (Ni'mah, 2022).

### **2.1.3. Patofisiologi**

Cidera *ACL* dapat terjadi karena adanya mekanisme trauma, dimana posisi lutut *rotasi*, dan *hiperekstensi* atau disebabkan adanya kontraksi tiba-tiba dari otot *quadriceps femoris* (Mayeda, Komalasari and Rohayani, 2022). Cidera *ACL* dapat

terjadi melalui mekanisme kontak seperti pukulan langsung pada lutut sehingga memberikan gaya *valgus* pada lutut ataupun mekanisme non kontak yang salah satunya di akibatkan karena gerakan *rotasional* pada lutut sehingga *tibia* berputar secara eksternal dan posisi lutut berakhir dalam keadaan rotasi eksternal dan *valgus* (Zavitri and Purnaning, 2022).

Mekanisme non kontak lainnya adalah akibat adanya *deselarasi* cepat atau gerakan tiba-tiba yang memberikan gaya pada bagian *anterior tibia* dan menyebabkan otot *quadriceps* berkontraksi secara mendadak seperti pada pemain sepak bola atau bola basket yang berhenti dan merubah arah tubuhnya secara tiba-tiba (Zavitri and Purnaning, 2022).

#### **2.1.4. Tanda dan Gejala**

Tanda dan gejala yang biasanya ditemukan pada cidera *ACL* yaitu berupa adanya bunyi “*pooperasiing*” pada lututnya saat lututnya terhentak dan merasakan lututnya “keluar” pada saat terjadi cidera. Gejala lainnya yaitu adanya nyeri tekan sepanjang garis sendi, *Oedem*, dan adanya keterbatasan *Range of motion* pada sendi lutut serta kesulitan berjalan. Tanda gejala dapat beraneka ragam tergantung seberapa besar bagian yang mengalami kerusakan. Robekan komplit mungkin tidak menimbulkan nyeri sama sekali sedangkan robekan *partial* justru menimbulkan nyeri yang luar biasa (Zavitri and Purnaning, 2022).

#### **2.1.5. Faktor Resiko**

Faktor resiko cidera *ACL* dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik mencakup faktor yang bersifat bawaan pada individu dan

biasanya tidak dapat diubah yaitu meliputi anatomi (parameter taktik, kemiringan tibialis posterior, kesejajaran ekstremitas bawah, dll), faktor neuromuscular, faktor genetik, lingkungan hormonal, jenis kelamin, dan fungsi kognitif. Faktor ekstrinsik adalah faktor yang ada di sekitar mencakup tingkat dan intensitas permainan olahraga atau aktivitas, kondisi permulaan dan lingkungan bermain, serta peralatan yang digunakan (Jagadeesh *et al.*, 2022).

#### **2.1.6. Klasifikasi**

Menurut William E. Pretince, 2016 yang dikutip oleh (Santoso *et al.*, 2018) menyebutkan bahwa *rupture ACL* dapat digolongkan menjadi :

- a) Derajat I. Serat dari ligamen merenggang tetapi tidak robek, ada pembengkakan sedikit dan nyeri ringan. Tidak meningkatkan kelemahan dan ada *end feel*
- b) Derajat II. Serat ligamen robek sebagian atau robek lengkap dengan pendarahan. Ada pembengkakan yang moderat dengan beberapa hilangnya fungsi. Sendi merasa tidak stabil saat aktivitas.
- c) Derajat III. Serat-serat ligamen benar-benar robek. Ligamen robek sepenuhnya menjadi dua bagian. Ada kelembutan tetapi tidak banyak rasa sakit bila dibandingkan keseriusas cidera. Ligamen tidak dapat mengendalikan Gerakkan lutut dan menjadi tidak stabil.

#### **2.1.7. Tindakkan Rekontruksi *ACL***

Rekontruksi *ACL* merupakan tindakkan penggantian *ACL* dengan cangkok jaringan guna mengembalikan fungsi tubuh seperti sebelumnya. Operasi ini biasa dilakukan dengan *arthroscoperasiy* yaitu alat yang digunakan untuk memeriksa

bagian dalam suatu sendi untuk melakukan suatu prosedur diagnosis atau tarapetik didalam sendi tersebut (Maralisa *et al.*, 2020). Pengambilan *graft* dilakukan untuk mengganti ligamen yang mengalami *rupture* dengan bagian tubuh yang lain seperti tendon *patella*, tendon *hamstring*, dan tendon *peroneus* (Herman and Komalasari, 2022)

Dalam melakukan tindakan rekontruksi *ACL*, dokter bedah dan dokter anastesi melakukan pembiusan dan pemeriksaan lutut pasien apakah sudah dalam keadaan rileks dan memeriksa kelonggaran ligamen pada lutut. Setelah pemeriksaan fisik dilakukan pemilihan tendon untuk menjadi *graft*. Setelah cangkok disiapkan, *arthroscoperasiy* ditempatkan kedalam sendi. Dilakukan sayata kecil pada bagian depan lutut guna memasukkan *arthroscoperasiy* (Santoso *et al.*, 2018)

#### **2.1.8. Problematika Paska Rekontruksi *ACL***

Problematika yang sering muncul pada pasien pasca operasi rekontruksi *ACL* adalah *odema*, nyeri, keterbatasan *ROM*, serta penurunan kekuatan otot. Disamping problematik tersebut, ketidaksempurnaan selama proses penyembuhan dan integritas rendah dari jaringan ligamen sehingga dapat menyebabkan adanya komplikasi lebih lanjut. Maka dari itu diperlukan adanya terapi rehabilitasi untuk perawatan paska rekontruksi tersebut (Suharsono *et al.*, 2022).

## 2.2 Modalitas Fisioterapi

### 2.2.1. Ultrasound Therapy (UST)

Ultrasound therapy (UST) merupakan jenis *thermotherapy* atau terapi panas yang dapat mengurangi nyeri akut maupun kronis. UST bertujuan untuk mengurangi rasa nyeri mengatasi cidera *muskuloskeletal* injury, *arthritis* dan *fibromyalgia*. UST juga memiliki efek anti *inflamasi* yang dapat mengurangi nyeri dan *joint stiffness*. Terapi ini dapat digunakan untuk memperbaiki *impingement* (penjepitan) akar syaraf dan beberapa jenis *neuritis* (peradangan saraf) dan juga bermanfaat untuk penyembuhan paska cidera.

UST dapat diterapkan dalam dua mode berbeda yaitu *Continous* dan *Pulsed*. UST menunjukkan aksi biologisnya melalui mekanisme *termal* dan *nonthermal*. Energi UST menyebabkan molekul jaringan lunak bergetar dari paparan gelombang akustik yang menghasilkan panas gesekkan dan meningkatkan suhu jaringan. Peningkatan suhu jaringan ini disebut efek *termal* yang dapat menyebabkan perubahan dalam kecepatan konduksi saraf, peningkatan aktivitas *enzimatik*, perubahan aktivitas kontraktile otot rangka yang meningkat dalam *ekstensibilitas* jaringan kolagen, peningkatan aliran darah lokal, peningkatan ambang nyeri dan pengurangan *spasme* otot (Indriastuti and Pristianto, 2021).

Penentuan dosis waktu, frekuensi, dan intensitas pada UST dapat berbeda-beda setiap individu, penentuan lamanya waktu dapat ditentukan dengan seberapa besar jaringan yang terkena dan penentuan besaran frekuensi MHz dapat di tentukan

dengan seberapa dalam jaringan, semakin kecil besaran Mhz maka semakin dalam penetrasi yang diberikan *UST*.

*Ultrasound therapy* adalah terapi menggunakan gelombang suara tinggi dengan penggunaan tranduser yang bergerak secara dinamis (sirkular dan paralel) serta menggunakan media sebagai penghantar arus *Ultrasound therapy*. *Ultrasound therapy* mempunyai gelombang suara dengan frekuensi 1 untuk struktur jaringan yang lebih dalam dan 3MHz untuk struktur jaringan *superfisial, dulty cycle* (20%, 25%) untuk akut, (25%, 33%) untuk sub akut, dan (33%, 50%, 100%) untuk kronik sedangkan intesitasnya (0,1-0,25) untuk fase akut, (0,25-0,50) untuk sub akut dan untuk kronik (>0,5), kemudian untuk waktu dapat ditentukan menggunakan *Effective Radiating Area (ERA)* yaitu dengan membagi luas area terapi dan luas tranduser (Hendrawan, 2024).



Gambar 2. 2 *Ultrasound Therapy*

(Sumber: <http://www.physiocaredevice.com/btl-4625-premium-2-channel-electrotherapy-3543062.html>)

### **2.2.2. Straight Leg Raising (SLR) Exercise**

Ketika mengalami *rupture* pada *ACL*, maka otot yang berkaitan dengan sendi lutut akan melemah karena akibat daripada operasi terutama pada otot *quadriceps*. Otot *quadriceps* sangat penting dalam mengontrol anggota tubuh selama aktivitas dinamis dan kelemahan pada otot *quadriceps* dapat mengubah gerakan. Untuk mempersiapkan pasien kembali secara operasitimal ke kegiatan penuh maka dari itu fungsi otot *quadriceps* harus dipulihkan. Otot *quadriceps* dan *atrooperasi* terjadi mengikuti imobilisasi lutut. Aktivasi otot *quadriceps* adalah konsekuensi umum dari cidera dan rekontruksi pada *rupture ACL*. Otot *quadriceps* dan *hamstring* juga mengalami kelemahan setelah cidera dan rekontruksi *ACL* (Syafa'at and Rosyida, 2020)

*Straight leg raising exercise (SLR)* merupakan suatu bentuk latihan penguatan konvensional terhadap peningkatan kekuatan otot *quadriceps* dengan gerakan meinggikan satu posisi lebih tinggi dari kaki satunya dengan derajad ketinggian berbeda-beda yaitu sekitar 45 derajad dan *knee* di arahkan ke lateral. *SLR* merupakan latihan penguatan otot *quadriceps* dengan berfokus pada otot *rectus femoris*, latihan ini juga melibatkan kontraksi dinamis otot *fleksor hip*. Latihan ini menggunakan bentuk dinamika *hip fleksi* dan *static knee ekstensi* guna menstabilkan *pelvic* dan punggung bawah, pada latihan ini posisi kaki yang berlawanan semi *fleksi hip* dan *knee* dengan posisi pasien terlentang (Suharsono *et al.*, 2022)

Pengaruh dari latihan *SLR* yaitu relaksasi terhadap otot ketika dilakukan secara intermiten. Peregangan yang terjadi akan merangsang tendon sehingga terjadi efek

relaksasi, kontraksi, dan peregangan akan memperbaiki gangguan fleksibilitas yang menyebabkan kelemahan otot. Theknik ini menyebabkan efek biologis yang penting untuk mengembalikan *ROM* secara normal dan dalam waktu yang cepat akan memperbaiki fleksibilitas otot dan kekuatan otot (Suharsono *et al.*, 2022)

Menurut (Bucknill, 2020) dosis yang akan diberikan pada SLR exercise yaitu sebanyak 3 kali 10 repetisi pada setiap gerakkan. Pada setiap latihan dapat dilakukan modifikasi dengan penambahan beban menggunakan *sand bag* dan *resistence band* secara berkala. Penentuan beban latihan dapat di tentukan dengan mengetahui terlebih dahulu 1 *RM* atau 1 *Repetition Maximum* yaitu beban maksimal yang dapat diangkat seseorang untuk satu kali repetisi. Gerakkan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1) *Lying straight leg flexion*

Latihan *lying straight leg* dengan cara posisi *supine lying*, beban di lingkarkan pada bagian atas *ankle*, salah satu kaki yang sehat dalam posisi semi *fleksi hip* dan *knee* dengan kaki menapak kemudian pasien di instruksikan untuk mengangkat kaki yang sakit ke atas setinggi 45 derajat di tahan selama 3 detik dan di turunkan perlahan, dilakukan berulang 3 set 10 kali repetisi, setelah itu lakukan dalam posisi internal dan eksternal rotasi pada *hip* dan lakukan kembali gerakkan yang sama dengan set dan repetisi yang sama.

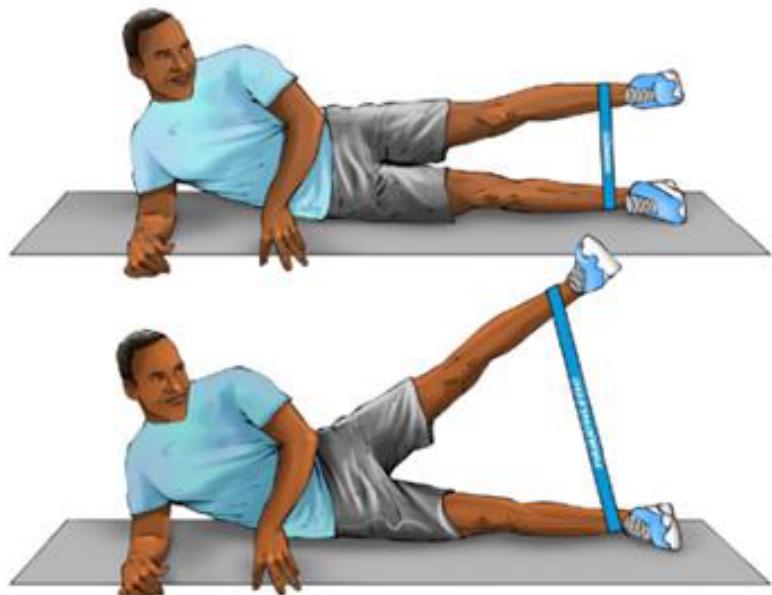


Gambar 2. 3 *Lying Straight Leg Flexion*

(Sumber: <https://www.verywellhealth.com/straight-leg-raising-exercises-after-knee-surgery-2696517> )

2) *Lying straight leg abductions*

Latihan *lying straight leg abduction* dengan posisi pasien *side lying* menggunakan beban yang dilingkarkan pada *ankle* dan pasien di intruksikan untuk mengangkat kaki yang sakit ke atas secara perlahan tahan 3 detik dan menurunkannya, dilakukan berulang 3 set 10 repetisi

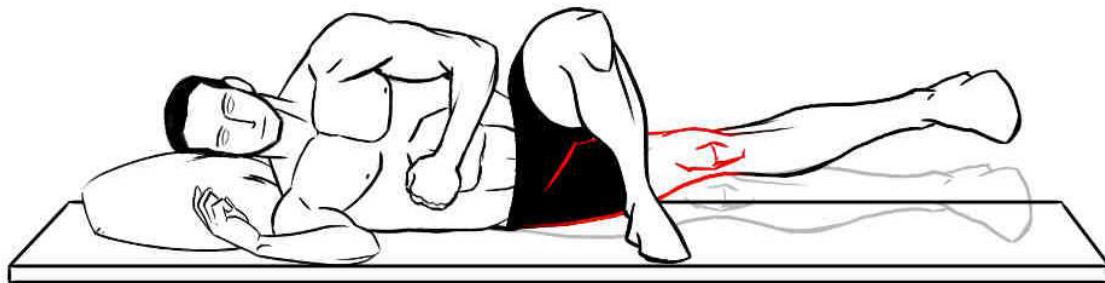


Gambar 2. 4 *Lying Straight Leg Abductions*

(Panathletic, 2017)

### 3) *Lying straight leg adduction*

Latihan *straight leg adduction* dengan posisi pasien *side lying* kemudian posisi kaki yang sehat *semi fleksi hip* dan *knee* dengan beban yang dilingkarkan pada *ankle* dan di kunci oleh telapak kaki yang sehat, instruksikan pasien untuk mengangkat kaki ke atas tahan selama 3 detik dan di turunkan, lakukan berulang 3 set 10 repetisi.



Gambar 2. 5 *Lying Straight Leg Adduction*

(Sumber : <https://www.pt-helper.com/a-pt-home-exercise-program-for-a-hip-injury-from-the-american-academy-of-orthoperasiaedic-surgeons/>)

#### 4) *Lying straight leg extension*

Latihan *straight leg extension* dengan posisi *prone lying* dan beban yang dilingkarkan pada kedua ankle, instruksikan pasien untuk mengangkat kaki ke atas dengan posisi tetap lurus tahan selama 3 detik dan turunkan perlahan, lakukan berulang 3 set 10 repetisi.

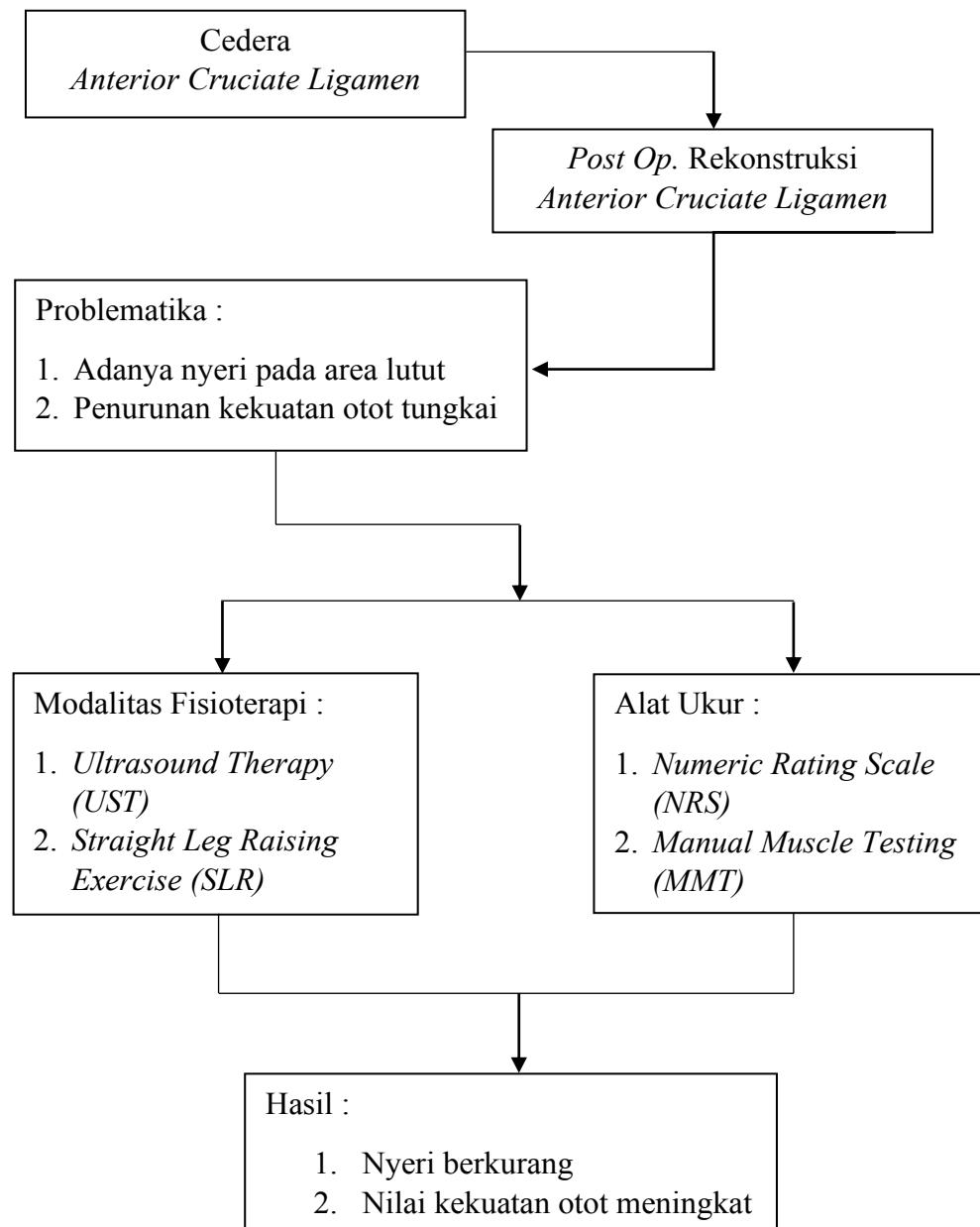


© Healthwise, Incorporated

Gambar 2. 6 *Lying Straight Leg Extension*

(Sumber: <https://content.ca.healthwise.net>)

### 2.3. Kerangka Berfikir



Gambar 2. 7 Kerangka Berfikir