

## TINJAUAN PUSTAKA — LITERATURE REVIEW

# Rehabilitasi Pasca Operasi Cedera Anterior Cruciate Ligament (ACL)

Luthfiah Kamila Zavitri<sup>1\*</sup>, Dyah Purnaning<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Mataram  
<sup>2</sup>Departemen Orthopedi, Fakultas Kedokteran Universitas Mataram, Indonesia

\*Korespondensi:  
luthfiahkamila@gmail.com

### Abstrak

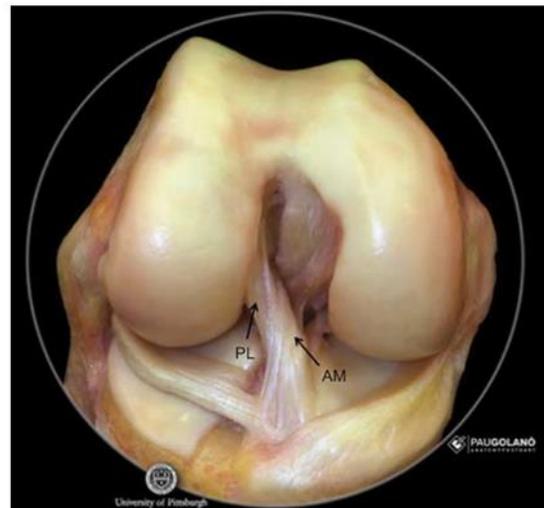
Anterior Cruciate Ligament (ACL) merupakan salah satu komponen penyusun sendi lutut yang paling penting dan juga merupakan bagian yang paling sering mengalami cedera. Individu yang berisiko mengalami cedera ACL adalah atlet, seperti atlet pemain sepak bola, bola basket, dan pemain ski. Manifestasi klinis dari pasien dengan ACL dapat berbeda tergantung dari keparahannya namun umumnya pasien akan mengeluhkan adanya bunyi “pop” pada lututnya terhentak. Penatalaksanaan ACL terbagi menjadi dua yaitu secara non-operatif dan operatif. Terapi konvensional memiliki beberapa keterbatasan sehingga terapi operatif tetap menjadi pilihan utama pada pasien dengan cedera ACL. Setelah dilakukan terapi operatif, maka perlu dilakukan rehabilitasi untuk dapat mengembalikan fungsi lutut secara penuh. Dalam rehabilitasi pasca operasi ACL, terdapat beberapa fase dengan fokus yang berbeda di dalamnya serta jenis latihan yang bervariasi. Studi ini dilakukan dengan metode telaah literatur ilmiah dari beberapa pusat data daring yang valid seperti Pubmed, Google Scholar dan Researchgate dengan menggunakan kata kunci yang relevan.

**Kata kunci :** ACL, rekonstruksi ACL, pasca-operasi, rehabilitasi

## PENDAHULUAN

Sendi lutut merupakan salah satu sendi yang memiliki struktur kompleks. Hal ini disebabkan sendi lutut berfungsi untuk memberikan stabilitas pada beban atau perannya sebagai penumpu beban (weight bearing). Selain itu, sendi lutut juga berfungsi dalam mobilitas pergerakan atau lokomosi Bersama dengan sendi panggul dan sendi pergelangan kaki. Sendi lutut pada dasarnya dapat menopang tubuh saat berdiri dan saat beraktivitas dalam kehidupan sehari-hari seperti berjalan, berlari, dan duduk.1

Secara strukturnya, sendi lutut tersusun dari 4 jenis ligamen utama yang mana salah satunya adalah ligamen krusiatum anterior atau anterior cruciate ligament (ACL). ACL memiliki dua fungsi utama yaitu mencegah translasi anterior tibia terhadap dan mempertahankan biomekanik lutut untuk mencegah kerusakan meniscus. Dua bundel yang membentuk ACL, bundel anteromedial dan posterolateral (Gambar 1),

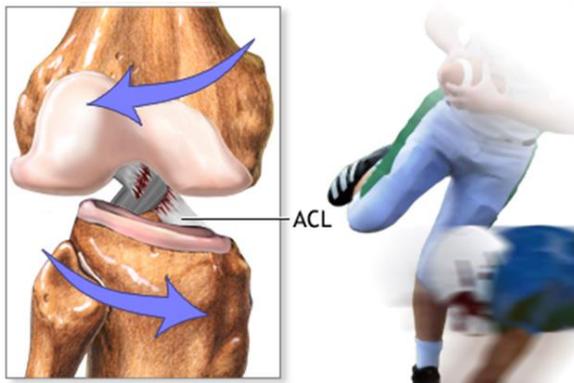


Gambar 1. Tampak depan dari ligamen krusiatum lutut kanan yang menggambarkan kedua bundel ACL, bundel anteromedial (AM) dan posteromedial (PL).<sup>3</sup>

memiliki fungsi untuk menjalankan biomekanik normal ACL. ACL juga berperan penting dalam mencegah rotasi internal tibia yang berlebihan.<sup>2</sup> ACL mendapatkan suplai darah dari arteri genikularis media dan dipersarafi oleh nervus tibialis namun ACL memiliki serabut saraf nyeri yang minimal sehingga jarang diketahui adanya kerusakan pada bagian tersebut sampai akhirnya terjadi perburukan seperti hemarthrosis.<sup>3</sup>

## Cedera ACL

ACL merupakan salah satu jenis ligamen yang paling sering mengalami cedera di lutut. Beberapa individu yang beresiko mengalami cedera ACL di antaranya adalah pemain sepak bola, pemain bola basket dan pemain ski. Kejadian cedera ACL juga diketahui lebih rentan terjadi pada individu berjenis kelamin perempuan dengan frekuensi 2-8 kali lebih banyak daripada laki-laki.<sup>1,4</sup> Cedera ACL dapat terjadi melalui mekanisme kontak, seperti pukulan langsung pada lutut sehingga memberikan gaya valgus pada lutut, dan mekanisme non-kontak yang salah satunya diakibatkan adanya gerakan rotasional pada lutut sehingga tibia berputar secara eksternal dan posisi lutut berakhir dalam keadaan rotasi eksterna dan valgus seperti pada pemain ski (Gambar 2).



Gambar 2. Cedera ACL akibat tulang kaki berputar ke arah yang berlawanan dengan beban badan yang berat.<sup>5</sup>

Mekanisme non-kontak lainnya adalah akibat deselerasi cepat atau gerakan tiba-tiba yang

memberikan gaya pada bagian anterior tibia dan menyebabkan otot kuadriseps berkontraksi secara mendadak seperti pada pemain sepak bola atau pemain bola basket yang berhenti dan merubah arah tubuhnya secara tiba-tiba.<sup>1</sup>

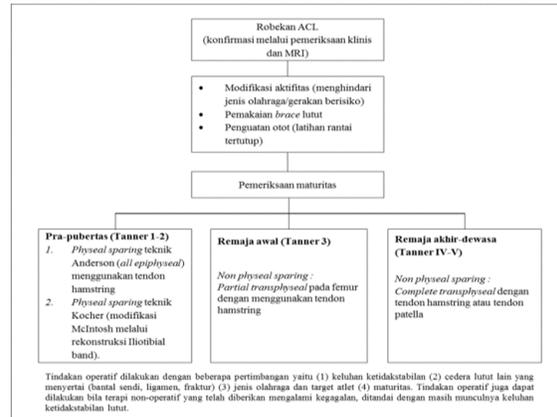
Pasien dengan cedera ACL biasanya mengeluhkan adanya bunyi “pop” pada lututnya saat lututnya terhentak dan merasakan lututnya “keluar” pada saat cedera. Gejala lain yang mungkin dikeluhkan di antaranya nyeri tekan sepanjang garis sendi, bengkak, dan adanya keterbatasan gerak dari sendi lutut serta kesulitan berjalan.<sup>4</sup> Manifestasi yang ditunjukkan dapat bervariasi tergantung seberapa banyak bagian yang mengalami kerusakan atau robekan. Robekan komplis mungkin tidak memberikan rasa nyeri sama sekali sedangkan robekan sebagian justru memberikan rasa nyeri yang luar biasa. Pembengkakan juga akan lebih buruk pada robekan sebagian karena adanya perdarahan yang tertahan di dalam kapsul sendi sedangkan pada robekan komplis darah dapat berdifusi melalui celah robekan.<sup>2</sup> Pemeriksaan fisik pada pasien cedera ACL juga harus mempertimbangkan waktu dan mekanisme cedera serta stabilitas dan mobilitas sendi. Beberapa manuver dapat digunakan untuk membantu penegakan diagnosis ACL seperti anterior drawer test, pivot shift test dan Lachman test.<sup>4</sup>

## Tatalaksana Cedera ACL

Tujuan dari penatalaksanaan seseorang yang mengalami cedera ACL adalah untuk (1) mengembalikan fungsi lutut seperti sebelumnya, (2) mengatasi hambatan psikologis agar dapat kembali melanjutkan aktivitas sehari-hari, (3) mencegah cedera lutut yang lebih parah dan mengurangi resiko osteoarthritis pada lutut serta (4) mengoptimalkan kualitas hidup dalam jangka waktu yang panjang.<sup>6</sup> Dalam penatalaksanaannya, ACL dapat ditangani dengan pendekatan secara non-bedah atau secara konservatif dan jika penatalaksanaan non-bedah tidak berhasil maka dapat dilakukan tindakan operasi.

Pada penatalaksanaan secara konservatif, dibutuhkan terapi fisik pada pasien yang dapat dibantu oleh terapis yang berpengalaman atau bisa juga dibantu oleh pelatih atletik yang berfokus pada latihan memperkuat otot disekitar lutut khususnya otot quadriceps dan hamstring. Pendekatan secara konservatif ini biasanya ditujukan pada pasien dengan cedera ACL yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pembedahan karena adanya kondisi medis komorbid yang serius seperti gangguan pada jantung, ginjal, hati atau dari keputusan dari pasien sendiri yang menolak untuk dilakukannya operasi. Secara umum, 1 dari 3 pasien dapat menjalani terapi konservatif tanpa harus ada intervensi bedah. Namun, pada pasien dengan aktivitas olahraga yang cukup tinggi tetap diperlukan pendekatan secara bedah. Selain itu, tanpa dilakukan perbaikan secara bedah, kondisi lutut akan cenderung dalam keadaan tidak stabil dan rentan terhadap cedera lainnya.<sup>7</sup>

Kegagalan pada pendekatan secara konservatif cenderung terjadi lebih sering sehingga operasi tetap menjadi terapi pilihan utama khususnya pada atlet yang masih memiliki keinginan beraktivitas secara aktif.<sup>7</sup> Pemilihan terapi opeartif juga pada dasarnya dilakukan atas beberapa pertimbangan seperti pasien mengeluhakan ketidakstabilan yang menetap, cedera lutut lain yang menyertai ACL, seperti robekan bantal sendi, robekan ligamen lutut lain, dan fraktur. Selain itu, pertimbangan lainnya adalah usia tulang khususnya pada atlet atau pasien usia muda serta target dan harapan pasien untuk kembali berolahraga. Jika pertimbangan sudah dilakukan dan pada akhirnya ditetapkan tindakan rekonstruksi untuk tatalaksana ACL pada pasien, maka dapat dilakukan beberapa teknik yaitu teknik physeal sparing dan non-physeal sparing (Gambar 3).<sup>8</sup>



Gambar 3. Alur penatalaksanaan cedera ACL pada atlet usia muda.<sup>8</sup>

## Rehabilitasi Pasca Operasi ACL

Protokol dan interpretasi dalam rehabilitasi pasca operasi rekonstruksi ACL mungkin dapat berbeda namun hasil atau tujuan yang ingin dicapai oleh terapis, dokter dan juga pasien tetaplah sama. Tujuan dari protokol rehabilitasi adalah sebelum pasien kembali beraktivitas seperti semula, pasien dapat mengontrol rasa nyeri dan pembengkakan, mendapatkan fleksibilitas dan ROM yang utuh, mengeliminasi atrofi otot, mengembalikan cara berjalan yang normal, mengembalikan kekuatan otot, mempertahankan kekuatan kardiovaskular, dan mengembalikan kepercayaan diri serta mengatasi kinesiophobia. Secara khusus pada atlet yang mengalami cedera ACL, maka rehabilitasi ini bertujuan agar atlet dapat return to play atau dapat kembali melakukan aktivitas olahraga dan bahkan mengikuti kompetisi olahraga kembali seperti sebelumnya.<sup>9–12</sup>

Menurut Adams et al. (2012), fase rehabilitasi pasca operasi ACL dapat dibagi menjadi beberapa bagian (Tabel 1).

Tabel 1. Pedoman orisinil rehabilitasi pasca rekonstruksi ACL.<sup>12</sup>

Waktu	Pencapaian secara klinis	Aktivitas
Hari 1	• ROM pasif/aktif	• Wall slides



- 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>dari 0° menjadi 90°</li> <li>Kontraksi otot quadriceps</li> <li>Berjalan tanpa penopang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobilisasi patella</li> <li>Glide superior aktif</li> <li>Neuromuscular electrical stimulation (NMES)</li> <li>Latihan gaya berjalan</li> </ul>
<b>Minggu 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ekstensi lutut secara penuh</li> <li>Fleksi lutut lebih dari 110°</li> <li>Menggunakan sepeda atau stair climber tanpa kesulitan</li> <li>Berjalan dengan ekstensi lutut secara penuh</li> <li>Menggunakan tangga <i>foot-over-foot</i></li> <li>KOS-ADL lebih dari 85%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sepeda/<i>stair climber</i></li> <li>Latihan melangkah</li> <li>Interval kinetron</li> <li>Mobilisasi bagian insisi</li> <li><i>Prone hangs</i> jika diperlukan</li> </ul>
<b>Minggu 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fleksi lutut dalam 10° dari sisi yang tidak terlibat</li> <li>Kekuatan otot quadriceps lebih dari 50%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobilisasi tibiofemoral dengan rotasi</li> <li>Mobilisasi patellofemoral dengan fleksi</li> </ul>
<b>Minggu 6-8</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gaya berjalan normal</li> <li>ROM lutut penuh</li> <li>Kekuatan otot quadriceps lebih dari 85%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intensitas dan durasi latihan berkembang</li> <li>Mulai progress berlari</li> <li>Transfer ke fasilitas kebugaran</li> </ul>
<b>Minggu 12</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mempertahankan atau menambah kekuatan otot quadriceps</li> <li>Tes hop lebih dari 85%</li> <li>KOS <i>sports subscale</i> lebih dari 70%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Latihan kelincahan</li> <li>Latihan olahraga khusus</li> </ul>

**Singkatan:** KOS, *Knee Outcome Survey*; KOS-ADL, *Knee Outcome Survey activities of daily living subscale*; ROM, *range of motion*

Selain dari fase rehabilitasi pasca operasi, fungsi lutut sebelum operasi atau disebut juga sebagai preoperative phase merupakan komponen penting dalam hasil yang diharapkan setelah rekonstruksi ACL. Pasien dengan ROM ekstensi lutut penuh, efusi minimal atau tidak ada efusi, dan tidak ada jeda saat ekstensi lutut ketika melakukan gerakan pengangkatan kaki lurus sebelum operasi memiliki hasil pascaoperasi yang lebih baik. Defisit kekuatan otot quadriceps juga merupakan hal yang signifikan setelah cedera ACL di mana kekuatannya berkisar sekitar 15%-40%. Kekuatan otot quadriceps merupakan prediktor yang signifikan dari fungsi lutut setelah dilakukannya rekonstruksi ACL. Oleh karena hal tersebut, rehabilitasi pre-operasi yang meliputi pelatihan penguatan otot quadriceps juga harus dilakukan agak dapat mengurangi perbedaan antar tungkai yang mengalami cedera dan yang tidak mengalami cedera, dengan fokus untuk meningkatkan indeks quadriceps, yaitu rasio kekuatan quadriceps bagian yang cedera dibandingkan dengan bagian yang tidak cedera, lebih besar dari 90% sebelum operasi.<sup>12</sup> Pencapaian secara klinis pada fase segera setelah operasi atau immediate postoperative phase (minggu 1) salah satunya adalah ROM aktif/pasif mencapai 90° dan otot quadriceps dapat melakukan gerakan secara aktif disertai dengan superior patellar glide. Hilangnya ROM ekstensi lutut walaupun hanya sedikit saja (30 – 50) dapat mempengaruhi penilaian subjektif dan objektif rekonstruksi pasca ACL, dengan kehilangannya ekstensi dan fleksi normal dapat dikaitkan dengan adanya kelemahan otot quadriceps. Pencapaian ekstensi lutut di awal fase dapat menurunkan risiko komplikasi postoperasi seperti arthrofibrosis. Jika ekstensi penuh tidak dapat dicapai di minggu ke 2, maka Teknik peregangan beban-ringan durasi-panjang, seperti prone hangs atau bag hangs, diperlukan untuk dapat mengembalikan fungsi ekstensi lutut secara utuh.<sup>12</sup>



Selanjutnya adalah fase pasca-operasi awal atau early postoperative phase yaitu pada minggu ke-2 setelah operasi. Tujuan yang perlu dicapai adalah lutut dapat fleksi lebih dari 110°, berjalan tanpa penopang, dapat menggunakan sepeda atau stair climber tanpa kesulitan, berjalan dengan ekstensi lutut penuh, dapat melakukan gerakan di stair climber secara resiprokal, dapat melakukan gerakan angkat kaki secara lurus tanpa hambatan saat ekstensi dan skor Knee Outcome Survey activities of daily living subscale (KOS-ADL) lebih besar dari 65%. Pada fase ini juga dapat digunakan penopang dan immobilizer. Penopang dapat dilepas ketika pasien dapat berjalan tanpa nyeri dan immobilizer juga dapat dilepas ketika pasien dapat melakukan gerakan angkat kaki lurus tanpa hambatan saat ekstensi.<sup>12</sup>

Fase ketiga adalah fase pasca-operasi menengah atau intermediate postoperative phase di mana tujuan yang perlu dicapai dalam fase ini adalah fleksi lutut dalam 100° dari sisi yang tidak terlibat dan indeks quadriceps mencapai 60%. Latihan keseimbangan dan neuromuskular juga dapat dimulai pada fase ini. Perubahan neuromuskular, seperti inhibisi gerak otot dan kerusakan fungsi senosikmotorik, disekitar area lutut yang dilakukan rekonstruksi ACL dapat berkontribusi terhadap gangguan klinis di antaranya adalah hilangnya kekuatan otot, atrofi otot, dan perubahan fungsi otot. Latihan keseimbangan dan neuromuskular menunjukkan tidak ada efek samping terhadap peningkatan kelemahan sendi atau penurunan kekuatan otot. Selain itu, fungsi lutut pasca rekonstruksi ACL dapat meningkat dengan program rehabilitasi neuromuskular.<sup>12</sup>

Fase terakhir merupakan fase akhir pasca-operasi atau late postoperative phase dengan frekuensi pengobatannya berdasarkan pada gangguan-gangguan yang tersisa. Tujuan dari fase ini adalah mencapai indeks quadriceps lebih dari 80%, cara berjalan normal, ROM lutut penuh dan efusi sendi lutut berkurang. Indeks quadriceps 80% merepresentasikan defisit minimal pada kekuatan sendi lutut dan dapat digunakan juga untuk membedakan kekuatan quadriceps yang baik dan buruk. Selain itu, indeks quadriceps 80% juga

dijadikan sebagai batas untuk penggunaan NMES sebagai metode rehabilitasi tambahan untuk penguatan otot quadriceps.<sup>12</sup>

Setelah pasien mencapai minggu ke-8 pasca operasi atau sudah memasuki fase transisi/transitional phase dan sudah memenuhi kriteria indeks quadriceps 80%, berkurangnya efusi dan dapat memahami serta mendemonstrasikan aturan rasa sakit, maka selanjutnya pasien dapat melakukan progress untuk latihan berlari. Seluruh pasien rehabilitasi pasca rekonstruksi ACL, termasuk yang bukan pelari, didorong untuk dapat memulai progres lari agar dapat memperkuat bagian unilateral tungkai ketika berlari dan meningkatkan tenaga yang dihasilkan dari sifat dinamis berlari. Progres berlari ini dapat dimulai sepanjang 3,2 km dengan pergantian lari jogging dan berjalan. Pada fase transisi juga terdapat tes hop lebih dari 85% sebagai salah satu indikator yang perlu dicapai oleh pasien. Tes hop merupakan penilaian fungsional stabilitas dinamis lutut. Pasien dapat menjalani tes hop paling cepat pada minggu ke 12 setelah rekonstruksi ACL. Jenis hop tes yang biasa digunakan pada pasien pasca rekonstruksi ACL adalah single hop for distance, crossover hop for distance, dan 6 meter timed hop.<sup>12</sup>

Secara umum, tujuan dari rehabilitasi pasca operasi adalah untuk mengembalikan gerakan normal sendi lutut dan untuk memperkuat lutut yang telah dilakukan rekonstruksi dengan tujuan dan fokus yang berbeda di setiap fasenya.<sup>9</sup> Di mana fase awal lebih berfokus untuk mengatasi defisit ROM ekstensi dan fleksi serta memulai pengembalian kekuatan otot. Lalu di fase selanjutnya, rehabilitasi difokuskan pada pengontrolan fungsi neuromuskular serta keseimbangan. Dan di fase terakhir rehabilitasi bertujuan untuk dapat mengembangkan penguatan fungsional pasien seperti pliometrik dan kelincahan, lari dan pelatihan awal olahraga spesifik. Tujuan yang ingin dicapai pada fase akhir adalah pasien dapat memulai prgres berlari, melakukan gerakan aerobic/anaerobic khusus, memiliki kekuatan quadriceps dan hamstring setidaknya 85% dari sebelumnya dan secara psikologis juga pasien

sudah dapat menjalankan aktivitasnya seperti semula. 9,10

Seperti yang sudah dijelaskan, dalam rehabilitasi pasca rekontruksi ACL terdapat beberapa fokus latihan yang perlu diperhatikan oleh dokter, terapis dan pasien salah satunya adalah mencapai ROM sendi lutut yang berbeda-beda setiap fasenya. Setelah dilakukannya rekonstruksi ACL, tujuan utama yang harus dicapai dalam waktu dekat adalah pasien dapat mencapai ROM lutut baik itu gerakan ekstensi maupun fleksi. Strategi pengobatan yang dapat dilakukan untuk mencapai ekstensi lutut secara penuh tersebut adalah dengan peregangan beban rendah yang berkepanjangan, peregangan betis, mobilisasi sendi patellofemoral dari arah superior, dan tidur dalam keadaan brace yang terkunci pada 0o. Di sisi lain, strategi pengobatan untuk mencapai ROM fleksi, yaitu 120o dalam 4 minggu, adalah dengan cara latihan ROM aktif berbantu di samping tempat tidur, wall slides, ROM aktif berbantu di tangga dan half moon movement pada sepeda stasioner (Gambar 4).11



Gambar 4. [A] Peregangan beban rendah yang berkepanjangan dengan menggunakan gulungan handuk yang diletakan di bawah pergelangan kaki; [B] ROM aktif berbantu di samping tempat tidur; [C] half moon movement pada sepeda stasioner.11

Selain itu, angkat beban, latihan neuromuskular dan propioseptif juga merupakan komponen penting dalam rehabilitasi pasca rekonstruksi ACL. Latihan angkat beban di awal fase rehabilitasi aman dilakukan dan dapat bermanfaat bagi pasien kedepannya. Latihan angkat

beban diketahui dapat menurunkan nyeri secara signifikan pada bagian patellofemoral dari 35% menjadi 8%.13 Latihan neuromuskular dan keseimbangan juga dapat meningkatkan fungsi lutut, meningkatkan keseimbangan pada lutut, melatih kekuatan otot dan persepsi fungsi lutut.14 Studi lain yang dilakukan oleh Hauger et al. (2018) membahas terkait penerapan neuromuskular electrical stimulation (NMES) yang dapat dilakukan sebagai jenis rehabilitasi tambahan pasca operasi ACL.15

Penambahan NMES dalam rehabilitasi diketahui secara signifikan dapat meningkatkan kekuatan otot paha depan dibandingkan dengan prosedur rehabilitasi konvensional saja. NMES dapat bekerja secara langsung merekrut neuron motorik untuk menghasilkan kekuatan quadriceps yang lebih baik. Dengan adanya peningkatan kekuatan otot quadriceps lebih awal dalam masa rehabilitasi akan memberikan keuntungan serta manfaat bagi pasien salah satunya menghindari atrofi dan penghambatan fungsi otot paha depan serta memberikan pasien rehabilitasi yang paling efektif. Namun, NMES yang dilakukan tanpa diiringi rehabilitasi konvensional dilaporkan tidak mempengaruhi fungsi lutut secara signifikan.12,15

## KESIMPULAN

Rehabilitasi pasca-operasi ACL merupakan bagian dari penatalaksanaan ACL yang penting bagi pasien untuk dapat kembali beraktivitas seperti sebelumnya. Secara umum, tujuan dari rehabilitasi tersebut adalah untuk mengembalikan gerakan normal sendi lutut, memperkuat lutut yang telah dilakukan rekonstruksi, mendapatkan fleksibilitas dan ROM yang utuh, mengeliminasi atrofi otot dan mengembalikan cara berjalan yang normal. Khususnya pada atlet, rehabilitasi ini diperlukan agar para atlet dapat return to play dengan kekuatan sendi lutut yang utuh. Dalam rehabilitasi pasca-operasi ACL, terdapat beberapa fase mulai dari immediate postoperative phase, early postoperative phase, intermediate postoperative phase, late postoperative phase dan transitional phase. Strategi pengobatan dan fokus pencapaian



di setiap fasenya bervariasi disertai dengan latihan gerakan yang berbeda. Salah satu latihan yang menjadi fokus utama dalam rehabilitasi ini adalah ROM. Pasien diharapkan dapat mencapai ROM lutut secara maksimal baik itu dengan gerakan ekstensi maupun fleksi. Latihan lainnya yang terdapat dalam rehabilitasi ini adalah angkat beban, latihan neuromuskular dan propioseptif serta intervensi rehabilitasi tambahan seperti NMES.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Wijayasurya S, Setiadi TH. Cedera Ligamen Krusiatum Anterior. *J Muara Med dan Psikol Klin*. 2021;1(1):98.
2. Maralisa AD, Lesmana SI, Fisioterapi D, Fisioterapi F, Unggul UE, Graft H, et al. Penatalaksanaan Fisioterapi Rekonstruksi Acl Knee Dextra Hamstring. *Indones J Physiother Res Educ*. 2020;1(1):4–17.
3. Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asphey WL, Makovicka JL, Chhabra A. Knee ligament anatomy and biomechanics. *Sports Med Arthrosc*. 2020;28(3):80–6.
4. Evans J, Nielson JI. Anterior Cruciate Ligament Knee Injuries [Internet]. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls; 2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499848/>
5. A.D.A.M. Medical Encyclopedia. Anterior cruciate ligament (ACL) injury [Internet]. 2020 [cited 2022 Jun 30]. Available from: <https://medlineplus.gov/ency/article/001074.htm>
6. Filbay SR, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol* [Internet]. 2019;33(1):33–47. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.01.018>
7. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: Anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clin J Sport Med* [Internet]. 2012;22(4):349–55. Available from: [http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L365313385%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1097/JSM.0b013e3182580cd0%5Cnhttp://sfx.ub.rug.nl:9003/sfx\\_local?sid=EMBASE&issn=1050642X&id=doi:10.1097/JSM.0b013e3182580cd0&atitle=Anterior+cruci](http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L365313385%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1097/JSM.0b013e3182580cd0%5Cnhttp://sfx.ub.rug.nl:9003/sfx_local?sid=EMBASE&issn=1050642X&id=doi:10.1097/JSM.0b013e3182580cd0&atitle=Anterior+cruci)
8. Zein MI. Cedera Anterior Cruciate Ligament (Acl) Pada Atlet Berusia Muda. *Medikora*. 2013;XI(2):111–21.
9. Eckenrode BJ, Carey JL, Sennett BJ, Zgonis MH. Prevention and Management of Post-operative Complications Following ACL Reconstruction. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017;10(3):315–21.
10. Saka T. Principles of postoperative anterior cruciate ligament rehabilitation. *World J Orthop*. 2014;5(4):450–9.
11. Cavanaugh JT, Powers M. ACL Rehabilitation Progression: Where Are We Now? *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017;10(3):289–96.
12. Adams D, Logerstedt D, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: A criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(7):601–14.
13. Wright RW, Haas AK, Anderson J, Calabrese G, Cavanaugh J, Hewett TE, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Rehabilitation: MOON Guidelines. *Sports Health*. 2015;7(3):239–43.
14. Anderson MJ, Browning WM, Urband CE, Kluczynski MA, Bisson LJ. A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthop J Sport Med*. 2016;4(3):1–23.
15. Hauger A V., Reiman MP, Bjordal JM, Sheets C, Ledbetter L, Goode AP. Neuromuscular electrical stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2018;26(2):399–410.