



CRYOTHERAPY DAN TERAPI LATIHAN PADA PASCA REKONSTRUKSI ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT DEXTRA FASE I

Afrina Imelia Napitupulu*, Zainal Abidin

Program Studi Diploma Tiga Fisioterapi, Universitas Widya Husada Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

*Email: afrinaimelia07@gmail.com

Abstract

Background: Anterior Cruciate Ligament (ACL) injury is a common knee injury that may occur due to sudden changes in direction, improper landing, or high-load sports activities. ACL reconstruction is performed to restore knee stability; however, pain, edema, limited Range of Motion (ROM), and decreased functional ability may still occur during the early postoperative phase. These conditions require physiotherapy intervention that is adjusted to the rehabilitation phase. **Objective:** To determine changes in the patient's clinical condition following phase one right ACL reconstruction after physiotherapy intervention using cryotherapy and exercise therapy. **Methods:** This study used a case study involving one patient following right ACL reconstruction during phase one rehabilitation. Pain was assessed using the Visual Analog Scale (VAS), ROM was measured using a goniometer, muscle strength was assessed using Manual Muscle Testing (MMT), and knee functional ability was evaluated using the Lysholm Knee Scoring Scale. Physiotherapy interventions consisted of cryotherapy and therapeutic exercise according to the patient's condition during the first postoperative phase. **Results:** After four physiotherapy sessions, movement pain and tenderness decreased from 5/10 to 2/10. Knee flexion ROM increased from 90° to 110°. Muscle strength remained at grade 4, while the Lysholm Knee Scoring Scale score increased from 19 to 29. **Conclusion:** Cryotherapy and therapeutic exercise administered over four sessions during phase one following right ACL reconstruction were accompanied by reduced pain, increased knee ROM, and improved functional ability, while muscle strength remained maintained.

Keywords: anterior cruciate ligament, cryotherapy, physiotherapy, acl reconstruction, therapeutic exercise

Abstrak

Latar Belakang: Cedera Anterior Cruciate Ligament (ACL) merupakan cedera pada lutut yang sering terjadi akibat gerakan perubahan arah secara tiba-tiba, pendaratan yang tidak tepat, atau aktivitas olahraga dengan beban tinggi. Rekonstruksi ACL dilakukan untuk mengembalikan stabilitas lutut, tetapi pada fase awal pascaoperasi masih dapat ditemukan nyeri, edema, keterbatasan Lingkup Gerak Sendi (LGS), serta penurunan kemampuan fungsional. Kondisi tersebut memerlukan intervensi fisioterapi secara bertahap sesuai dengan fase rehabilitasi. **Tujuan:** Mengetahui perubahan kondisi klinis pasien pasca-rekonstruksi ACL *dextra* fase satu setelah dilakukan intervensi fisioterapi menggunakan cryotherapy dan terapi latihan. **Metode:** Penelitian menggunakan metode studi kasus pada satu pasien pasca-rekonstruksi ACL *dextra* fase satu. Pemeriksaan dilakukan menggunakan *Visual Analog Scale* (VAS) untuk menilai nyeri, goniometer untuk mengukur LGS, *Manual Muscle Testing* (MMT) untuk menilai kekuatan otot, dan *Lysholm Knee Scoring Scale* untuk mengetahui kemampuan fungsional lutut. Intervensi fisioterapi berupa cryotherapy dan terapi latihan diberikan sesuai dengan kondisi pasien pada fase satu pascaoperasi. **Hasil:** Setelah empat kali pertemuan fisioterapi, nyeri gerak dan nyeri tekan mengalami penurunan dari skor 5/10 menjadi 2/10. LGS *fleksi* lutut meningkat dari 90° menjadi 110°. Kekuatan otot tetap pada nilai 4, sedangkan skor *Lysholm Knee Scoring Scale* meningkat dari 19 menjadi 29. **Kesimpulan:** *Cryotherapy* dan terapi latihan selama empat kali pertemuan pada fase satu pasca-rekonstruksi ACL *dextra* disertai dengan penurunan nyeri, peningkatan LGS, dan peningkatan kemampuan fungsional lutut, sementara kekuatan otot tetap terjaga.

Kata kunci: anterior cruciate ligament, cryotherapy, fisioterapi, rekonstruksi acl, terapi latihan

PENDAHULUAN

Anterior Cruciate Ligament (ACL) merupakan salah satu dari empat ligamen utama pada sendi lutut yang berperan dalam mempertahankan stabilitas sendi selama pergerakan. ACL membantu mengontrol translasi anterior tibia terhadap femur serta membatasi gerakan rotasi berlebihan pada lutut. Fungsi tersebut menjadikan ACL memiliki peran penting ketika lutut menerima beban pada aktivitas yang membutuhkan perubahan arah, *akselerasi*, *deselerasi*, dan pendaratan. Gangguan pada struktur ACL dapat menyebabkan ketidakstabilan lutut yang selanjutnya memengaruhi kemampuan seseorang dalam melakukan aktivitas fisik dan fungsional (Mayeda et al., 2022).

Cedera ACL merupakan salah satu cedera yang banyak ditemukan pada aktivitas olahraga dengan gerakan cepat dan dinamis. Sepak bola, bola basket, bola voli, dan futsal merupakan beberapa cabang olahraga yang memiliki karakteristik gerakan berupa perubahan arah, lompatan, pendaratan, dan perubahan kecepatan secara berulang. Tuntutan gerak tersebut menyebabkan lutut menerima beban mekanis yang tinggi sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya cedera ACL pada atlet (Herman & Komalasari, 2022).

Cedera ACL dapat terjadi melalui mekanisme kontak maupun non-kontak. Cedera non-kontak sering terjadi ketika atlet melakukan *deselerasi*, *pivoting*, perubahan arah, atau pendaratan setelah melompat. Pada saat kaki berada dalam posisi menumpu, perubahan arah tubuh secara tiba-tiba dapat menghasilkan kombinasi gaya yang besar pada sendi lutut. Kondisi tersebut dapat meningkatkan *translasi* anterior tibia dan internal rotasi sehingga memberikan tekanan yang tinggi pada ACL (Boden & Sheehan, 2022).

Mekanisme cedera juga berkaitan dengan posisi lutut ketika menerima beban. Gerakan *valgus* yang disertai rotasi pada saat kaki dalam posisi menumpu dapat meningkatkan beban pada struktur ACL. Kondisi tersebut dapat terjadi ketika atlet melakukan *cutting*, *pivoting*, perubahan arah,

atau pendaratan dengan kontrol gerak yang kurang optimal. Mekanisme non-kontak tersebut menjadi salah satu pola cedera yang banyak ditemukan pada aktivitas olahraga dengan tuntutan gerakan cepat dan perubahan arah secara tiba-tiba (Zavitri & Purnaning, 2022).

Cedera ACL merupakan salah satu cedera lutut yang memiliki angka kejadian cukup tinggi pada olahraga yang melibatkan gerakan cepat dan perubahan arah. Insiden cedera ACL non-kontak pada olahraga beregu menunjukkan variasi berdasarkan jenis kelamin, usia, jenis olahraga, tingkat partisipasi, dan jenis aktivitas olahraga. Atlet perempuan dilaporkan memiliki risiko cedera ACL non-kontak yang lebih tinggi dibandingkan atlet laki-laki pada beberapa olahraga beregu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa cedera ACL masih menjadi salah satu permasalahan yang perlu mendapatkan perhatian dalam bidang olahraga, khususnya pada aktivitas yang melibatkan perubahan arah, pendaratan, dan gerakan *pivotin* (Chia et al., 2022).

Cedera ACL tidak hanya menyebabkan kerusakan pada struktur ligament, tetapi juga dapat menimbulkan gangguan pada fungsi lutut. Nyeri, *edema*, keterbatasan Lingkup Gerak Sendi (LGS), serta penurunan kekuatan otot dapat ditemukan pada pasien setelah mengalami cedera maupun setelah menjalani rekonstruksi ACL. Kondisi tersebut dapat membatasi kemampuan pasien dalam melakukan aktivitas fungsional yang membutuhkan kontrol dan pergerakan lutut, seperti berjalan, berdiri, jongkok, serta berpindah dari posisi jongkok ke berdiri (Mayeda et al., 2022).

Pada kondisi ruptur ACL yang menyebabkan ketidakstabilan lutut, rekonstruksi ACL dapat dilakukan untuk menggantikan struktur ligament yang mengalami kerusakan dan membantu mengembalikan stabilitas sendi. Rekonstruksi ACL tidak secara langsung mengembalikan seluruh kemampuan fungsional lutut, sehingga proses rehabilitasi setelah operasi menjadi bagian penting dalam pemulihan

pasien. Program rehabilitasi perlu dilakukan secara bertahap dengan mempertimbangkan kondisi jaringan dan kemampuan pasien pada setiap fase pemulihan (Indriastuti & Pristianto, 2022).

Fase awal setelah rekonstruksi ACL memiliki beberapa sasaran utama, antara lain mengurangi nyeri dan *edema*, mempertahankan atau meningkatkan LGS, serta mempertahankan aktivasi otot di sekitar lutut. Keterbatasan gerak yang disebabkan oleh nyeri dan pembengkakan dapat menghambat aktivitas otot sehingga latihan pada fase awal perlu dilakukan dengan intensitas yang sesuai. Program latihan juga perlu memperhatikan kondisi struktur yang baru direkonstruksi agar proses pemulihan tetap berlangsung secara aman (Keumala et al., 2024).

Pengendalian nyeri dan *edema* menjadi salah satu bagian penting pada fase awal rehabilitasi. *Cryotherapy* dapat digunakan untuk membantu menurunkan sensasi nyeri dan memberikan efek fisiologis pada jaringan melalui penurunan suhu lokal. Pengurangan nyeri dapat membantu meningkatkan toleransi pasien terhadap gerakan dan latihan yang dilakukan selama proses rehabilitasi (Maharani & Abidin, 2024).

Penggunaan *cryotherapy* sebagai bagian dari rehabilitasi pascarekonstruksi ACL juga perlu ditempatkan sebagai terapi tambahan, bukan sebagai pengganti latihan. Pedoman rehabilitasi ACL menempatkan pengendalian nyeri dan *edema* sebagai salah satu tujuan pada fase awal, sedangkan latihan tetap menjadi bagian utama dalam proses pemulihan fungsi lutut (Kotsifaki et al., 2023).

Terapi latihan diberikan secara bertahap untuk mempertahankan LGS, meningkatkan aktivasi otot, mempertahankan kekuatan otot, serta mempersiapkan pasien menuju aktivitas fungsional. Bentuk dan intensitas latihan disesuaikan dengan kondisi pasien sehingga latihan tidak memberikan beban berlebihan terhadap struktur yang sedang mengalami proses penyembuhan. Latihan yang terarah juga dapat membantu pasien memperoleh kembali kontrol gerak pada ekstremitas bawah (Djawas, 2022).

Latihan pada fase awal dapat mencakup latihan untuk mempertahankan mobilitas sendi dan mengaktifkan otot di sekitar lutut. Aktivasi otot menjadi penting karena setelah rekonstruksi ACL pasien dapat mengalami penurunan penggunaan ekstremitas akibat nyeri dan keterbatasan gerak. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kemampuan otot dalam mempertahankan fungsi ekstremitas bawah sehingga latihan perlu dilakukan secara progresif sesuai kemampuan pasien (Indriastuti & Pristianto, 2022).

Rehabilitasi pascarekonstruksi ACL tidak hanya diarahkan pada perubahan struktur dan kemampuan gerak, tetapi juga pada kemampuan pasien melakukan aktivitas fungsional. Peningkatan kemampuan fungsional menjadi salah satu indikator penting dalam menilai proses pemulihan karena pasien pada akhirnya perlu kembali melakukan aktivitas sehari-hari secara mandiri. Terapi latihan yang dilakukan secara terstruktur dapat memberikan perubahan pada kemampuan fungsional pasien setelah rekonstruksi ACL (Djawas, 2022).

Evaluasi kondisi pasien juga diperlukan untuk mengetahui perubahan yang terjadi selama program fisioterapi. Nyeri dapat dinilai menggunakan *Visual Analog Scale* (VAS), sedangkan LGS dapat diukur menggunakan goniometer. Kekuatan otot dapat dinilai melalui *Manual Muscle Testing* (MMT), sementara kemampuan fungsional lutut dievaluasi menggunakan *Lysholm Knee Scoring Scale*, yang telah melalui proses penerjemahan dan pengujian psikometrik dalam versi Bahasa Indonesia pada pasien dengan cedera ACL (Deviandri et al., 2022).

Problematika yang ditemukan pada pasien *anterior cruciate ligament injury dextra* dalam kasus ini meliputi nyeri, keterbatasan LGS, serta gangguan aktivitas fungsional seperti berdiri dari posisi jongkok dan berpindah dari jongkok ke berdiri. Kondisi tersebut menunjukkan adanya keterbatasan kemampuan pasien dalam melakukan aktivitas yang membutuhkan gerakan dan kontrol lutut. Oleh karena itu, intervensi

fisioterapi berupa *cryotherapy* dan terapi latihan dipilih untuk menangani permasalahan pada fase satu pascarekonstruksi ACL *dextra*.

Penelitian mengenai rehabilitasi pascarekonstruksi ACL telah membahas penggunaan terapi latihan dan program rehabilitasi pada berbagai fase pemulihan. Studi pada fase rehabilitasi olahraga menunjukkan bahwa program latihan dilakukan secara progresif sesuai dengan kemampuan pasien dan tujuan pemulihan (Crissa et al., 2023). Meskipun demikian, gambaran perubahan nyeri, LGS, kekuatan otot, dan kemampuan fungsional pada pasien pascarekonstruksi ACL *dextra* fase satu yang mendapatkan kombinasi *cryotherapy* dan terapi latihan selama beberapa kali pertemuan masih perlu dideskripsikan secara lebih spesifik. Hal tersebut menjadi dasar dilakukannya studi kasus ini untuk menggambarkan perubahan kondisi klinis pasien setelah empat kali pertemuan fisioterapi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain studi kasus untuk menggambarkan perubahan kondisi klinis pada An. I, pasien laki-laki berusia 16 tahun dengan kondisi pascarekonstruksi *Anterior Cruciate Ligament Dextra* Fase Satu. Pasien menjalani rekonstruksi ACL pada 10 Februari 2026 di RS Kariadi dan selanjutnya menjalani program rehabilitasi fisioterapi di RSD KRMT Wongsonegoro. Program fisioterapi dilaksanakan sebanyak empat kali pertemuan pada tanggal 9, 16, 27 dan 30 Maret 2026.

Data diperoleh melalui *autoanamnesis* dan pemeriksaan fisik. Parameter pemeriksaan meliputi intensitas nyeri menggunakan *Visual Analog Scale* (VAS), Lingkup Gerak Sendi (LGS) menggunakan goniometer, kekuatan otot menggunakan *Manual Muscle Testing* (MMT), serta kemampuan fungsional lutut menggunakan *Lysholm Knee Scoring Scale*. Pemeriksaan dilakukan pada awal program dan evaluasi kembali setelah empat kali pertemuan.

Tabel 1. Program Intervensi Fisioterapi

Intervensi	Pelaksanaan dan Dosis
<i>Cryotherapy</i>	Pasien dalam posisi terlentang, alat diarahkan pada <i>knee dextra</i> dengan jarak ± 15 cm dari permukaan kulit selama 8 menit.
<i>Quadriceps set</i>	Dilakukan dalam posisi duduk dengan kontraksi isometrik selama 10 detik, 10 repetisi $\times$ 3 set, istirahat 30 detik antarset.
<i>Straight Leg Raise (SLR)</i>	Dilakukan dalam posisi duduk dengan mempertahankan elevasi tungkai selama 10 detik, 10 repetisi $\times$ 3 set, istirahat 30 detik antarset.
<i>Resisted ankle exercise with theraband</i>	Dilakukan dalam posisi duduk melalui <i>dorsifleksi</i> , <i>plantarfleksi</i> , <i>inversi</i> , dan <i>eversi</i> , masing-masing 10 repetisi $\times$ 3 set dengan istirahat 30 detik antarset.
<i>Hamstring set</i>	Dilakukan dalam posisi duduk dengan kontraksi isometrik selama 10 detik, 10 repetisi $\times$ 3 set, istirahat 30 detik antarset.

Program intervensi diberikan selama empat kali pertemuan dengan intensitas latihan disesuaikan terhadap kondisi dan toleransi An. I. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil pemeriksaan awal dan akhir program. Data dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan perubahan nyeri, LGS, kekuatan otot, dan kemampuan fungsional pasien.

Seluruh pemeriksaan dan intervensi dilakukan setelah pasien An.I memperoleh penjelasan mengenai prosedur dan memberikan *informed consent*. Identitas pasien ditampilkan menggunakan inisial untuk menjaga kerahasiaan informasi selama penyusunan artikel.

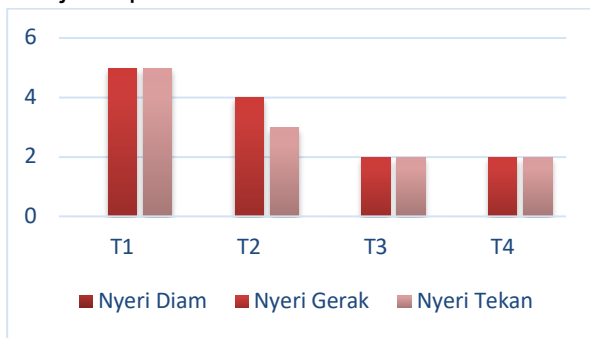
HASIL

Pelaksanaan fisioterapi pada An. I, pasien pascarekonstruksi *Anterior Cruciate Ligament Dextra* fase satu, dilakukan selama empat kali pertemuan. Intervensi yang diberikan berupa *cryotherapy* dan terapi latihan. Perubahan kondisi pasien diamati melalui intensitas nyeri, antropometri lutut, lingkup gerak sendi, kekuatan otot, dan kemampuan fungsional.

Perubahan Intensitas Nyeri

Intensitas nyeri dinilai menggunakan *Visual Analog Scale* (VAS) yang mencakup

nyeri diam, nyeri gerak, dan nyeri tekan. Hasil pengukuran selama empat kali pertemuan disajikan pada Gambar 1.

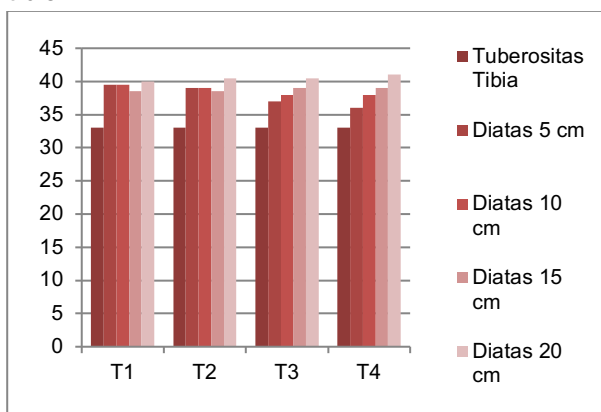


Gambar 1. Perubahan Intensitas Nyeri Berdasarkan VAS

Selama empat kali pertemuan, nyeri diam tidak ditemukan dengan skor 0 pada seluruh pemeriksaan. Keluhan nyeri gerak yang semula berada pada skor 5 berkurang menjadi 4 pada T2, kemudian 2 pada T3 dan tetap pada skor tersebut hingga T4. Pola yang serupa terlihat pada nyeri tekan, yaitu dari 5 pada T1 menjadi 3 pada T2, kemudian 2 pada T3 dan T4.

Perubahan Antropometri *Knee Dextra*

Pengukuran antropometri dilakukan menggunakan midline pada regio *knee dextra*. Titik pengukuran meliputi tuberositas tibia serta 5, 10, 15, dan 20 cm di atas tuberositas tibia.



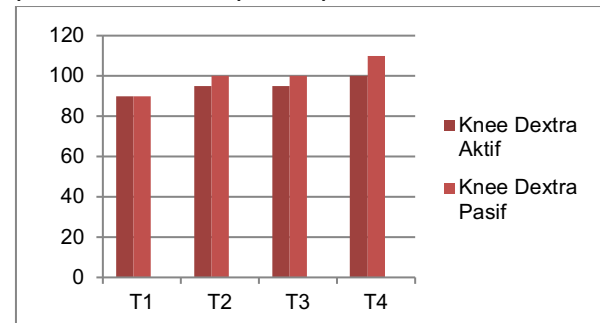
Gambar 2. Perubahan Lingkar Segmen *Knee Dextra* Berdasarkan Midline

Ukuran lingkar pada tuberositas tibia tetap 33 cm selama empat kali pemeriksaan. Penurunan ukuran paling terlihat pada titik 5 cm di atas tuberositas tibia, dari 39,5 cm pada T1 menjadi 36 cm pada T4. Pada titik 10 cm, ukuran berkurang dari 39,5 cm menjadi 38 cm.

Sebaliknya, pengukuran pada titik 15 cm dan 20 cm menunjukkan perubahan masing-masing dari 38,5 cm menjadi 39 cm dan 40 cm menjadi 41 cm.

Perubahan Lingkup Gerak Sendi *Knee Dextra*

LGS *knee dextra* diukur menggunakan goniometer pada gerakan *fleksi* secara aktif dan pasif. Hasil pemeriksaan pada setiap pertemuan ditampilkan pada Gambar 3.

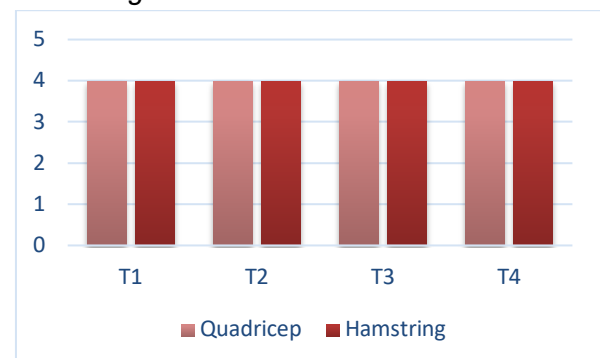


Gambar 3. Perubahan LGS *Knee Dextra* Berdasarkan Goniometer

Gerakan *fleksi* aktif menunjukkan capaian 90° pada T1, kemudian menjadi 95° pada T2 dan T3, sebelum mencapai 100° pada T4. Pada pemeriksaan pasif, *fleksi* meningkat dari 90° pada T1 menjadi 100° pada T2, bertahan pada T3, dan mencapai 110° pada T4.

Kondisi Kekuatan Otot *Knee Dextra*

Kekuatan otot pada ekstremitas bawah dinilai menggunakan *Manual Muscle Testing* (MMT), khususnya pada *m. quadriceps* dan *m. hamstring knee dextra*.



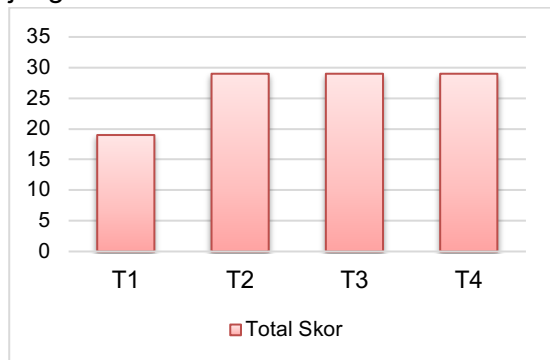
Gambar 4. Kondisi Kekuatan Otot *Knee Dextra* Berdasarkan MMT

Pemeriksaan kekuatan otot selama empat sesi terapi menunjukkan *m. quadriceps* dan *m. hamstring* berada pada nilai 4. Nilai

tersebut menunjukkan kemampuan otot dalam menghasilkan gerakan melawan gravitasi dan tahanan, meskipun kekuatannya belum maksimal.

Perubahan Kemampuan Fungsional *Knee Dextra*

Kemampuan fungsional lutut dinilai menggunakan *Lysholm Knee Scoring Scale*, yang mencakup pincang, penggunaan alat bantu, rasa mengunci, instabilitas, nyeri, bengkak, kemampuan menaiki tangga, dan jongkok.



Gambar 5. Perubahan Skor *Lysholm Knee Scoring Scale*

Hasil pengukuran menunjukkan skor *Lysholm Knee Scoring Scale* meningkat dari 19 pada T1 menjadi 29 pada T2. Skor tersebut kemudian tetap berada pada 29 hingga T4. Peningkatan skor terutama terlihat pada komponen rasa mengunci, bengkak, dan kemampuan menaiki tangga. Kondisi ini menunjukkan adanya perubahan kemampuan fungsional lutut setelah rangkaian intervensi fisioterapi, meskipun skor pada T2 hingga T4 belum menunjukkan perubahan lebih lanjut.

PEMBAHASAN

Pasien Sdr. I berusia 16 tahun dengan diagnosis post reconstruction Anterior *Cruciate Ligament Dextra* Fase 1 di RSUD KRMT Wongsonegoro Semarang. Problematika fisioterapi yang ditemukan meliputi nyeri, edema, keterbatasan lingkup gerak sendi, penurunan kekuatan otot, dan gangguan kemampuan fungsional. Program fisioterapi dilakukan sebanyak empat kali terapi menggunakan cryotherapy dan terapi latihan. Evaluasi dilakukan terhadap nyeri menggunakan *Visual Analogue Scale* (VAS),

edema melalui pengukuran antropometri, LGS menggunakan goniometer, kekuatan otot menggunakan *Manual Muscle Testing* (MMT), dan kemampuan fungsional menggunakan *Lysholm Knee Scoring Scale*.

Penurunan Nyeri dengan *Cryotherapy*

Hasil evaluasi menggunakan VAS menunjukkan bahwa nyeri diam pada Sdr. I berada pada nilai 0/10 sejak T1 hingga T4. Nyeri gerak mengalami penurunan dari 5/10 pada T1 menjadi 2/10 pada T4, sedangkan nyeri tekan mengalami penurunan dari 5/10 menjadi 2/10. Penurunan tersebut menunjukkan adanya perubahan intensitas nyeri selama empat kali terapi, terutama pada nyeri yang muncul ketika *knee* digerakkan dan diberikan tekanan.

Cryotherapy bekerja dengan menurunkan temperatur jaringan sehingga menyebabkan *vasokonstriksi* pembuluh darah, penurunan aktivitas seluler, dan peningkatan ambang nyeri. Penurunan temperatur juga memengaruhi penghantaran impuls saraf sensorik sehingga rangsangan *nosiseptif* yang diteruskan ke sistem saraf pusat dapat berkurang dan menghasilkan efek analgesik pada area yang diterapi (Mendes et al., 2022).

Pada kondisi pasca rekonstruksi ACL, proses pembedahan dapat menimbulkan respons *inflamasi* dan iritasi jaringan yang berkontribusi terhadap munculnya nyeri. Penurunan temperatur jaringan melalui *cryotherapy* dapat membantu mengendalikan respons tersebut sehingga intensitas nyeri pada fase awal pascaoperasi dapat berkurang (Miranda et al., 2026).

Penurunan nyeri pada Sdr. I juga dapat berkaitan dengan berkurangnya edema. Pembengkakan di sekitar *knee* dapat meningkatkan tekanan jaringan dan memberikan rangsangan mekanis terhadap struktur sensorik. Ketika *edema* berkurang, tekanan jaringan ikut menurun sehingga toleransi pasien terhadap gerakan *knee* menjadi lebih baik.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Kharisma Maharani dan Zainal Abidin (2024) berjudul "*Studi Kasus:*

Penatalaksanaan Fisioterapi pada Post Op Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament Knee Sinistra dengan Cryotherapy dan Terapi Latihan”, yang dilakukan pada pasien laki-laki berusia 17 tahun pasca rekonstruksi ACL. Penelitian tersebut melaporkan adanya penurunan nyeri diam, nyeri tekan, dan nyeri gerak setelah lima sesi fisioterapi menggunakan *cryotherapy* dan terapi latihan (Maharani & Abidin, 2024).

Temuan tersebut juga memiliki kesesuaian dengan penelitian Daszkiewicz et al. (2026) berjudul *“Effectiveness of cryotherapy in reducing swelling, pain and blood loss, and improving range of motion during the early phase of rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review”*, yang menunjukkan bahwa *cryotherapy* berpotensi memberikan manfaat terhadap nyeri dan ROM pada fase awal rehabilitasi setelah ACL reconstruction (Daszkiewicz et al., 2026).

Penurunan nyeri pada Sdr. I tidak dapat dikaitkan hanya dengan *cryotherapy* karena program fisioterapi juga melibatkan terapi latihan. Latihan yang dilakukan secara bertahap dapat meningkatkan toleransi terhadap gerakan knee sehingga pasien mampu melakukan aktivitas dengan rasa nyeri yang lebih rendah. Dengan demikian, perubahan VAS dari 5/10 menjadi 2/10 pada nyeri gerak dan dari 5/10 menjadi 2/10 pada nyeri tekan menunjukkan adanya perbaikan kondisi klinis selama program fisioterapi.

Penurunan Edema dengan Cryotherapy dan Terapi Latihan

Hasil pengukuran antropometri menggunakan *midline* menunjukkan adanya penurunan ukuran lingkaran segmen knee dextra selama periode terapi. Pada T1 masih ditemukan perbedaan ukuran antara *knee dextra* dan sisi kontralateral, sedangkan pada T4 perbedaan tersebut mengalami penurunan. Perubahan ukuran lingkaran segmen menunjukkan adanya pengurangan edema pada area knee selama program fisioterapi.

Edema setelah rekonstruksi ACL dapat muncul sebagai bagian dari respons

jaringan terhadap trauma pembedahan. Pada fase awal setelah operasi, pembengkakan menjadi salah satu permasalahan yang dapat membatasi gerakan *knee*, menghambat aktivitas latihan, serta berhubungan dengan penurunan fungsi otot *quadriceps*. Kondisi edema tersebut menjadi salah satu aspek yang perlu dikendalikan dalam program rehabilitasi awal pasca rekonstruksi ACL (Kochman et al., 2022).

Cryotherapy dapat membantu mengontrol respons jaringan melalui penurunan temperatur pada area yang diterapi. Pendinginan jaringan menyebabkan *vasokonstriksi* dan menurunkan aktivitas metabolik lokal sehingga dapat membantu mengendalikan respons *inflamasi* pada fase awal setelah operasi (Mendes et al., 2022).

Selain *cryotherapy*, *ankle pumping* dapat membantu memperbaiki sirkulasi vena pada ekstremitas bawah. Gerakan *dorsifleksi* dan *plantarfleksi* menghasilkan kontraksi berulang pada otot sekitar tungkai yang berfungsi sebagai *muscle pump*. Kontraksi tersebut memberikan tekanan terhadap pembuluh vena sehingga membantu mendorong darah menuju sirkulasi sentral (Liu et al., 2025).

Pada Sdr. I, kombinasi *cryotherapy* dan latihan *ankle pumping* memberikan kondisi yang mendukung pengurangan pembengkakan. *Cryotherapy* berperan melalui mekanisme vaskular, sedangkan *ankle pumping* membantu mempertahankan aliran balik vena. Kedua mekanisme tersebut dapat saling melengkapi dalam mengurangi stasis cairan pada ekstremitas bawah.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Wong et al. (2024) berjudul *“Use Of Cryotherapy In The Postoperative Management Of Paediatric Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Randomised Controlled Trial”*, yang melibatkan pasien pediatrik setelah rekonstruksi ACL. Penelitian tersebut mengevaluasi penggunaan *cryotherapy* bersama rehabilitasi pascaoperasi dan menunjukkan manfaat terhadap pemulihan kondisi *knee*, terutama dalam pengendalian

nyeri dan pemulihan lingkup gerak sendi (Wong et al., 2024).

Temuan tersebut juga didukung oleh penelitian Butt et al. (2024) berjudul “*A Comparison Of Continuous Cold Flow And Compression Device And Traditional Icing Regimen And No Icing Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Pilot Study*”. Penelitian tersebut membandingkan *continuous cold flow and compression device*, *ice bag*, dan tanpa *icing* setelah rekonstruksi ACL. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pada ukuran lingkup tungkai antara kelompok intervensi, sehingga penggunaan *cold therapy* dengan kompresi dapat membantu mengurangi pembengkakan setelah rekonstruksi ACL (Butt et al., 2024).

Pada sumber nasional, Janahti (2023) berjudul “*Penatalaksanaan Fisioterapi Dengan Terapi Latihan Dan Cryotherapy Pada Post Op Rekontruksi Anterior Cruciate Ligament Dextra*” melaporkan adanya penurunan *edema* setelah empat kali intervensi fisioterapi menggunakan *cryotherapy* dan terapi latihan pada pasien pasca rekonstruksi ACL. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi modalitas *cryotherapy* dan terapi latihan dapat mendukung pengurangan *edema* sekaligus perbaikan ROM dan kekuatan otot pada fase awal rehabilitasi (Janahti, 2023).

Dengan demikian, penurunan ukuran lingkup segmen pada Sdr. I selama T1–T4 dapat dipengaruhi oleh kombinasi *cryotherapy*, *ankle pumping*, terapi latihan lainnya, serta proses penyembuhan jaringan pascaoperasi. Berkurangnya *edema* dapat menciptakan kondisi yang lebih mendukung untuk melakukan latihan LGS dan aktivitas fungsional selama fase awal rehabilitasi.

Peningkatan Lingkup Gerak Sendi

Hasil pemeriksaan LGS menggunakan goniometer menunjukkan adanya peningkatan LGS *knee dextra*. LGS aktif mengalami peningkatan dari S: 0°–0°–90° pada T1 menjadi S: 0°–0°–100° pada T4, sedangkan LGS pasif meningkat dari S: 0°–0°–90° pada T1 menjadi S: 0°–0°–110° pada

T4. Peningkatan tersebut terutama terlihat pada gerakan *fleksi knee*.

Keterbatasan LGS pada fase awal setelah rekonstruksi ACL dapat dipengaruhi oleh nyeri, *edema*, kekakuan jaringan, dan keterbatasan mobilitas *patellofemoral*. Nyeri dapat menyebabkan pasien membatasi amplitudo gerakan, sedangkan *edema* dapat meningkatkan tekanan jaringan di sekitar sendi sehingga gerakan menjadi kurang nyaman (Shelbourne et al., 2022).

Penurunan nyeri dan *edema* melalui *cryotherapy* dapat menciptakan kondisi yang lebih nyaman untuk melakukan latihan ROM. Ketika nyeri berkurang, pasien dapat melakukan gerakan dengan amplitudo yang lebih besar sehingga latihan mobilitas dapat dilakukan secara lebih optimal.

Patella mobility diberikan untuk mempertahankan mobilitas patella terhadap femur. Mobilitas patella diperlukan selama *fleksi* dan *ekstensi knee* karena perubahan posisi patella mengikuti pergerakan sendi. Mobilitas patella yang terbatas dapat memengaruhi mekanika *patellofemoral* dan membatasi ROM *knee*, sehingga mobilisasi patella dapat digunakan untuk mempertahankan mobilitas sendi pada fase awal rehabilitasi ACL (Larson et al., 2022).

Heel slide memberikan gerakan *fleksi knee* secara bertahap dengan menggeser tumit mendekati bokong. Latihan tersebut digunakan untuk meningkatkan ROM *fleksi* secara progresif sesuai toleransi pasien. Sementara itu, sepeda statis memberikan gerakan siklik pada *knee* yang dapat digunakan untuk mempertahankan dan meningkatkan ROM selama proses rehabilitasi (Larson et al., 2022).

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Wurgani dan Wibisono (2023) berjudul “*Exercise Therapy in Phase One Post-Operative Reconstruction of Left Anterior Cruciate Ligament Ruptur*”, yang menggunakan berbagai bentuk terapi latihan pada fase awal pascaoperasi ACL dan melaporkan adanya peningkatan LGS setelah program latihan (Wurgani & Wibisono, 2024).

Penelitian Fuadi et al. (2024) berjudul “*Penatalaksanaan Fisioterapi pada Post-op*

Rekonstruksi ACL Dextra dengan Patellar Mobilization dan Terapi Latihan di Persija Jakarta” juga menunjukkan adanya peningkatan ROM *knee* setelah kombinasi *patellar mobilization* dan terapi latihan. Penelitian tersebut melaporkan peningkatan ROM dari 100° pada T1 menjadi 130° pada T12 (Fuadi et al., 2024).

Peningkatan LGS aktif sebesar 10° dan pasif sebesar 20° pada Sdr. I dapat dikaitkan dengan berkurangnya nyeri dan *edema* serta latihan mobilitas yang dilakukan secara bertahap. *Cryotherapy* berperan dalam mengurangi faktor yang menghambat gerakan, sedangkan terapi latihan memberikan stimulus langsung terhadap pemulihan mobilitas *knee*.

Hasil Evaluasi Kekuatan Otot

Hasil pemeriksaan Manual Muscle Testing (MMT) menunjukkan bahwa kekuatan otot penggerak *knee dextra* berada pada nilai 4/5 selama T1 hingga T4. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa belum terdapat perubahan nilai kekuatan otot berdasarkan pemeriksaan MMT selama periode terapi. Pada fase awal setelah rekonstruksi ACL, kemampuan kontraksi otot masih dapat mengalami keterbatasan akibat proses pascaoperasi, nyeri, *edema*, serta penurunan aktivasi *neuromuskular*.

Penurunan kekuatan otot setelah rekonstruksi ACL terutama berkaitan dengan gangguan aktivasi *quadriceps*. *Edema* dan perubahan rangsangan sensorik pada sendi dapat menghambat aktivasi motorik otot melalui mekanisme *Arthrogenic Muscle Inhibition* (AMI). Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan pasien dalam mengaktifkan *quadriceps* secara maksimal menjadi berkurang meskipun struktur otot secara anatomis masih tersedia (Tsai et al., 2022).

Selain faktor *inhibisi neuromuskular*, periode awal pascaoperasi juga menyebabkan pasien mengalami keterbatasan dalam melakukan aktivitas pembebanan dan latihan dengan intensitas tinggi. Pembatasan tersebut diperlukan untuk melindungi struktur *graft* selama proses

penyembuhan, tetapi pada sisi lain dapat menyebabkan stimulus terhadap otot menjadi lebih rendah. Penurunan aktivitas otot dalam periode tersebut dapat mempertahankan kondisi kelemahan *quadriceps* pada fase awal rehabilitasi (Zhang et al., 2022).

Pada fase awal pasca rekonstruksi ACL, latihan kontraksi otot, khususnya *quadriceps*, diperlukan untuk mempertahankan aktivasi otot dan mencegah penurunan kekuatan akibat keterbatasan aktivitas setelah operasi. Latihan dilakukan secara progresif dengan mempertimbangkan penyembuhan *graft* sehingga stimulus terhadap otot dapat ditingkatkan secara bertahap tanpa memberikan beban yang berlebihan pada sendi (Zhang et al., 2022).

Pada Sdr. I, nilai MMT yang tetap berada pada 4/5 dari T1 hingga T4 menunjukkan bahwa kemampuan kontraksi otot dapat dipertahankan selama periode terapi. Tidak adanya peningkatan nilai MMT bukan berarti tidak terjadi respons terhadap latihan, karena MMT merupakan pemeriksaan dengan kategori ordinal sehingga perubahan kekuatan yang kecil belum tentu menyebabkan perubahan nilai satu tingkat. Selain itu, periode empat kali terapi relatif singkat untuk menghasilkan peningkatan kekuatan yang dapat terdeteksi melalui pemeriksaan MMT.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Tsai et al. (2022) berjudul “*Time, graft, sex, geographic location, and isokinetic speed influence the degree of quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis*”, yang menunjukkan bahwa kelemahan *quadriceps* masih dapat ditemukan setelah rekonstruksi ACL dan tingkat kelemahan tersebut dipengaruhi oleh waktu sejak operasi serta beberapa faktor klinis lainnya (Tsai et al., 2022).

Penelitian Potts et al. (2022) berjudul “*The effectiveness of preoperative exercise programmes on quadriceps strength prior to and following anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: A systematic review*” juga menunjukkan bahwa latihan dapat meningkatkan kekuatan *quadriceps*, tetapi

respons terhadap latihan tidak selalu langsung terlihat setelah operasi dan dipengaruhi oleh durasi serta karakteristik program latihan (Potts et al., 2022).

Dengan demikian, nilai MMT *knee dextra* yang tetap 4/5 pada Sdr. I selama T1–T4 lebih tepat diinterpretasikan sebagai pemeliharaan kemampuan kekuatan otot selama fase awal rehabilitasi, bukan sebagai peningkatan kekuatan. Terapi latihan tetap diperlukan untuk mempertahankan aktivasi neuromuskular dan menjadi dasar sebelum pasien memasuki tahap penguatan yang lebih progresif pada fase rehabilitasi berikutnya.

Peningkatan Kemampuan Fungsional dengan Lysholm Knee Scoring Scale

Hasil pengukuran antropometri menggunakan midline menunjukkan adanya perubahan ukuran lingkaran segmen *knee dextra* selama T1–T4. Perubahan ukuran lingkaran pada beberapa titik pengukuran menunjukkan berkurangnya pembengkakan pada ekstremitas yang mengalami tindakan rekonstruksi ACL.

Pengukuran lingkaran segmen dapat digunakan sebagai pemeriksaan sederhana untuk memantau perubahan ukuran ekstremitas selama rehabilitasi. Perubahan lingkaran ekstremitas setelah rekonstruksi ACL dapat dipengaruhi oleh edema maupun perubahan morfologi otot, sehingga hasilnya perlu diinterpretasikan bersama pemeriksaan lainnya (Hébert et al., 2024).

Penurunan ukuran lingkaran pada Sdr. I lebih memungkinkan berkaitan dengan berkurangnya edema karena periode terapi yang relatif singkat belum cukup untuk menunjukkan peningkatan massa otot secara bermakna. Perubahan morfologi *quadriceps* sendiri merupakan proses yang berlangsung secara bertahap selama beberapa bulan setelah rekonstruksi ACL (Johnston et al., 2024).

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Hébert et al. (2024) berjudul “*Comparison of Lower Limb Mass, Thigh Circumference, and Balance Ability after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and in Control Participants*”, yang

menggunakan pengukuran lingkaran paha sebagai salah satu parameter untuk mengevaluasi kondisi ekstremitas bawah setelah rekonstruksi ACL (Hébert et al., 2024).

Dengan demikian, perubahan ukuran lingkaran segmen pada Sdr. I selama T1–T4 lebih tepat diinterpretasikan sebagai perubahan pembengkakan jaringan selama proses pemulihan pascaoperasi. Hasil antropometri dapat digunakan sebagai data pendukung bersama pemeriksaan edema, LGS, dan kekuatan otot untuk memantau kondisi ekstremitas selama rehabilitasi.

KESIMPULAN

Sdr. I, berusia 16 tahun dengan kondisi *post* rekonstruksi *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) *dextra* di RSUD KRMT Wongsonegoro Semarang, menjalani fisioterapi sebanyak empat kali terapi menggunakan *cryotherapy* dan terapi latihan. Keluhan nyeri mengalami penurunan, ditunjukkan oleh nyeri gerak dari 5/10 menjadi 2/10 dan nyeri tekan dari 5/10 menjadi 2/10, sedangkan nyeri diam tetap pada nilai 0/10. Penurunan nyeri tersebut diikuti perubahan ukuran lingkaran segmen *knee dextra* yang menunjukkan berkurangnya edema selama periode terapi.

Kemampuan gerak *knee dextra* mengalami peningkatan setelah program fisioterapi. LGS aktif meningkat dari S: 0°–0°–90° menjadi S: 0°–0°–100°, sedangkan LGS pasif meningkat dari S: 0°–0°–90° menjadi S: 0°–0°–110°. Peningkatan tersebut terutama terjadi pada gerakan fleksi *knee* setelah dilakukan *patella mobility*, *heel slide*, dan latihan sepeda statis secara bertahap sesuai toleransi pasien.

Kekuatan otot penggerak *knee dextra* berdasarkan pemeriksaan MMT berada pada nilai 4/5 selama T1–T4. Nilai tersebut belum menunjukkan peningkatan secara kuantitatif, tetapi kemampuan kontraksi otot tetap dapat dipertahankan selama fase awal rehabilitasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa program latihan yang dilakukan selama periode terapi dapat mempertahankan kemampuan otot tanpa memberikan beban berlebihan pada *knee* yang masih berada dalam tahap pemulihan pascaoperasi.

Kemampuan fungsional berdasarkan *Lysholm Knee Scoring Scale* meningkat dari skor 19 pada T1 menjadi 29 pada T4. Peningkatan skor tersebut menunjukkan adanya perubahan kemampuan fungsional pasien dalam melakukan aktivitas yang berkaitan dengan fungsi *knee*, meskipun hasil akhir masih berada dalam kategori kurang. Perubahan fungsi tersebut berkaitan dengan berkurangnya nyeri dan edema serta meningkatnya LGS selama periode terapi.

Sdr. I mengalami penurunan nyeri dan edema, peningkatan LGS serta kemampuan fungsional, dengan kekuatan otot yang tetap terpelihara selama empat kali terapi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *cryotherapy* dan terapi latihan dapat digunakan sebagai bagian dari program fisioterapi fase awal setelah rekonstruksi ACL dengan pelaksanaan latihan yang tetap disesuaikan dengan kondisi dan toleransi pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Boden, B. P., & Sheehan, F. T. (2022). Mechanism of Non-Contact ACL Injury. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, 40(3), 531. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jor.25257>
- Butt, U., Iqbal, J., Shah, I. A., Khan, Z. A., Vuletic, F., & Mohsin, A. (2024). A comparison of continuous cold flow and compression device and traditional icing regimen and no icing following anterior cruciate ligament reconstruction: A pilot study. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 74(1), 114–117. <https://doi.org/https://doi.org/10.47391/JPMA.7664>
- Chia, L., De Oliveira Silva, D., Whalan, M., McKay, M. J., Sullivan, J., Fuller, C. W., & Pappas, E. (2022). Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology in Team-Ball Sports: A Systematic Review with Meta-analysis by Sex, Age, Sport, Participation Level, and Exposure Type. *Sports Medicine*, 52(10), 2447–2467. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40279-022-01697-w>
- Crissa, Y., Rahmansyah, B., & Anggiat, L. (2023). Phase Two of Sports Rehabilitation Program for Postoperative Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Case Study. *International Journal of Medical and Exercise Science*, 9(4), 1629–1636. <https://doi.org/https://doi.org/10.36678/IJMAES.2023.V09I04.001>
- Daszkiewicz, M., Lettner, J., Lewandowski, Ł., Reichert, P., Senorski, E. H., Prill, R., Urban, N. E., Andrzejczak, K., & Królikowska, A. (2026). Effectiveness of cryotherapy in reducing swelling, pain and blood loss, and improving range of motion during the early phase of rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 35(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.17219/acem/222279>
- Deviandri, R., van der Veen, H. C., Lubis, A. M. T., Postma, M. J., & van den Akker-Scheek, I. (2022). Translation and Psychometric Analysis of the Indonesian Versions of the Lysholm and Tegner Scores for Patients With Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/23259671211066506>
- Djawas, F. A. (2022). Efektivitas Terapi Latihan terhadap Kemampuan Fungsional Post Rekonstruksi ACL Grade 2. *Jurnal Fisioterapi Terapan Indonesia*, 1(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.7454/jfti.v1i1.1027>
- Fuadi, D. F., Anggriyany, H. Y., Saputra, A. W., & Lubis, M. Y. (2024). Penatalaksanaan Fisioterapi pada Pasien Post-operasi Rekonstruksi ACL fase I. *Indonesian Journal of Health Science*, 4(5), 535–545. <https://doi.org/https://doi.org/10.54957>

- /ijhs.v4i5.1025
- Hébert, M. B., Dill, L. L., Stuhr, P. T., & Schmidt, D. J. (2024). Comparison of Lower Limb Mass, Thigh Circumference, and Balance Ability after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and in Control Participants. *International Journal of Exercise Science*, 17(1), 1306–1317. <https://doi.org/https://doi.org/10.70252/ONAL9517>
- Herman, M., & Komalasari, D. R. (2022). Penatalaksanaan Fisioterapi Post Operative Anterior Cruciate Ligament: Studi Kasus. *Physiotherapy Health Science (PhysioHS)*, 4(1), 31–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/physiohs.v4i1.21862>
- Indriastuti, I., & Pristianto, A. (2022). Program Fisioterapi pada Kondisi Pasca Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament (ACL) Fase I: A Case Report. *Physio Journal*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.30787/phyjou.v1i2.795>
- Janahti, M. B. (2023). *Penatalaksanaan Fisioterapi Dengan Terapi Latihan Dan Cryotherapy Pada Post Op Rekontruksi Anterior Cruciate Ligament Dextra* [Universitas Widya Husada Semarang]. <https://eprints.uwhs.ac.id/1952/1/MeliBaitiJanahti.pdf>
- Johnston, C. D., Dewig, D. R., Pietrosimone, B., Padua, D., Ryan, E. D., Hart, J., Spang, J., & Blackburn, T. (2024). Longitudinal Changes in Quadriceps Morphology over the First 3 Months after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 56(5), 933–941. <https://doi.org/https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003359>
- Keumala, M. U., Widodo, A., & Mardianto, H. (2024). Open Kinetic Chain Program Pada Fase 1 Post Antero Cruciate Ligament Untuk Penambahan Lgs Dan Maintenance Otot Hamstring – Home Based Program: Case Report. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 3(9), 1927–1934. <https://doi.org/https://doi.org/10.53625/jirk.v3i9.7489>
- Kochman, M., Kasprzak, M., & Kielar, A. (2022). ACL Reconstruction: Which Additional Physiotherapy Interventions Improve Early-Stage Rehabilitation? A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph192315893>
- Kotsifaki, R., Korakakis, V., King, E., Barbosa, O., Maree, D., Pantouveris, M., Bjerregaard, A., Luomajoki, J., Wilhelmsen, J., & Whiteley, R. (2023). Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 57(9), 500–514. <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106158>
- Larson, D., Vu, V., Ness, B. M., Wellsandt, E., & Morrison, S. (2022). A Multi-Systems Approach to Human Movement after ACL Reconstruction: The Musculoskeletal System. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(1), 27–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.26603/001c.29456>
- Liu, X., Hu, H., Jin, L., Lin, Q., Liu, P., Li, N., & Chen, Z. (2025). Effect of postoperative ankle pump exercises on the prevention of deep vein thrombosis and venous hemodynamics following lower limb orthopedic surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 20(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13018-025-06236-7>
- Maharani, K., & Abidin, Z. (2024). Studi Kasus: Penatalaksanaan Fisioterapi Pada Post Op Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament Knee Sinistra Dengan Cryotherapy Dan Terapi Latihan. *Indonesian Journal of Health*

- Research Innovation*, 1(3), 161–174.
<https://doi.org/https://doi.org/10.64094/yhpsz342>
- Mayeda, N. L., Komalasari, D. R., & lin Rohayani. (2022). Penatalaksanaan Fisioterapi Paska Rekontruksi Anterior Cruciate Ligament Pattelar Autograft: Studi Kasus. *Physiotherapy Health Science (PhysioHS)*, 4(1), 11–17.
<https://doi.org/https://doi.org/10.22219/physiohs.v4i1.21863>
- Mendes, I. E., Ribeiro Filho, J. C., Lourini, L. C., Salvador, M. D., de Carvalho, A. R., Buzanello, M. R., & Bertolini, G. R. F. (2022). Cryotherapy in Anterior Cruciate Ligamentoplasty Pain: A Scoping Review. *Therapeutic Hypothermia and Temperature Managemen*, 12(4), 183–190.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1089/ther.2021.0032>
- Miranda, J. P. de, Figueiredo, R. C. C., Saragiotto, B., & Oliveira, V. C. (2026). Effectiveness of cryotherapy on pain intensity, range of motion, swelling and function in the postoperative care of musculoskeletal disorders: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 60(6), 440–449.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-109497>
- Potts, G., Reid, D., & Larmer, P. (2022). The effectiveness of preoperative exercise programmes on quadriceps strength prior to and following anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: A systematic review. *Physiical Therapy In Sport*, 54, 16–28.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.12.004>
- Shelbourne, K. D., Benner, R., Gray, T., & Bauman, S. (2022). Range of Motion, Strength, and Function After ACL Reconstruction Using a Contralateral Patellar Tendon Graft. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 10(11), 1–11.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/23259671221138103>
- Tsai, Y. S., Kuo, L. T., Wu, C. H., & Chen, Y. C. (2022). Time, graft, sex, geographic location, and isokinetic speed influence the degree of quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 30(10), 3367–3376.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00167-022-06906-7>
- Wong, J. Y. S., Ashik, M. B. Z., Mishra, N., Lee, N. K. L., Mahadev, A., & Lam, K. Y. (2024). Use of cryotherapy in the postoperative management of paediatric anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomised controlled trial. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 33(3), 214–222.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000001120>
- Wurgani, A. A., & Wibisono, I. (2024). Terapi Latihan pada Fase Satu Pasca Operasi Rekonstruksi Ruptur Anterior Cruciate Ligamentum Sinistra. *Jurnal Fisioterapi Terapan Indonesia*, 3(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.7454/jfti.v3i1.1096>
- Zavitri, L. K., & Purnaning, D. (2022). Rehabilitasi Pasca Operasi Cedera Anterior Cruciate Ligament (ACL). *Unram Medical Journal*, 11(3), 1100–1106.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jk.v11i3.4717>
- Zhang, K., Beshay, T., Murphy, B., Sheean, A., & de Sa, D. (2022). Quadriceps Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Postoperative Rehabilitation and Complication Profiles. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 38(6), 2062–2072.e1.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arthro.2021.12.020>