

**PHYSIOTHERAPY MANAGEMENT OF PHASE II REHABILITATION POST ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT (ACL) RECONSTRUCTION: OPTIMIZATION OF MUSCLE STRENGTH AND RANGE OF MOTION OF THE KNEE JOINT**

**Khoirunnisa<sup>1\*</sup>, Wijianto<sup>2</sup>, Halim Mardianto<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Profesi Fisioterapi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Rumah Sakit Umum Daerah KRMT Wongsonegoro, Semarang, Indonesia

*chachakhoirunnisa145@gmail.com*<sup>1\*</sup>, *wij165@ums.ac.id*<sup>2</sup>,

*halimmardianto43@gmail.com*<sup>3</sup>

\*Corresponding author

Received January 19, 2026; Revised February 16, 2026; Accepted February 18, 2026; Published February 20, 2026

**ABSTRACT**

*Anterior cruciate ligament (ACL) injury is one of the most common knee ligament injuries among physically active adolescents, particularly in sports requiring frequent pivoting and landing such as basketball. Functional outcomes following ACL reconstruction are strongly influenced by the quality of postoperative physiotherapy, especially during Phase II rehabilitation, which serves as a transition toward higher functional activities. This study aimed to evaluate the outcomes of Phase II physiotherapy management incorporating progressive weight-bearing exercises on muscle strength, knee range of motion, pain, and functional performance in an adolescent patient after ACL reconstruction. A case report design was applied to a 17-year-old female patient following anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). The intervention program consisted of progressive strengthening exercises (mini squats and lunges), balance and stability training, range of motion exercises, and functional task-oriented training. Outcome measures included muscle strength assessed using a sphygmomanometer; knee range of motion measured with a goniometer; pain intensity evaluated using the Visual Analogue Scale (VAS), and functional performance assessed using the Lysholm Knee Scoring Scale (LKSS). The results demonstrated improvements in quadriceps strength (145–210 mmHg) and hamstring strength (130–155 mmHg), restoration of full knee extension (–5° to 0°), increased knee flexion to 145°, decreased pain intensity (VAS 4 to VAS 1), and improved functional performance (LKSS 79 to 92). Phase II physiotherapy incorporating progressive weight-bearing exercises resulted in clinically meaningful improvements in knee function and prepared the patient for advanced rehabilitation phases.*

**Keywords:** ACL reconstruction, phase II rehabilitation, weight-bearing exercise, knee function

**ABSTRAK**

*Cedera anterior cruciate ligament (ACL) merupakan salah satu cedera ligamen lutut yang paling sering terjadi pada remaja yang aktif secara fisik, terutama pada olahraga dengan tuntutan pivoting dan pendaratan berulang seperti basket. Hasil fungsional pasca rekonstruksi ACL sangat dipengaruhi oleh kualitas rehabilitasi fisioterapi, khususnya pada fase II yang berperan sebagai fase transisi menuju aktivitas fungsional yang lebih kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil manajemen fisioterapi fase II berbasis latihan weight bearing progresif terhadap*

kekuatan otot, lingkup gerak sendi lutut, nyeri, dan kemampuan fungsional pada pasien remaja pasca rekonstruksi ACL. Penelitian ini menggunakan desain case report pada seorang pasien perempuan berusia 17 tahun pasca anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). Program intervensi meliputi latihan penguatan progresif (mini squat dan lunges), latihan stabilitas dan keseimbangan, latihan range of motion, serta latihan pembiasaan fungsional. Evaluasi dilakukan menggunakan sphygmomanometer untuk kekuatan otot, goniometer untuk lingkup gerak sendi lutut, Visual Analogue Scale (VAS) untuk nyeri, dan Lysholm Knee Scoring Scale (LKSS) untuk kemampuan fungsional. Terjadi peningkatan kekuatan m. quadriceps dari 145 mmHg menjadi 210 mmHg dan m. hamstring dari 130 mmHg menjadi 155 mmHg, perbaikan defisit ekstensi lutut dari  $-5^{\circ}$  menjadi  $0^{\circ}$ , peningkatan fleksi hingga  $145^{\circ}$ , penurunan nyeri dari VAS 4 menjadi VAS 1, serta peningkatan skor LKSS dari 79 menjadi 92. Manajemen fisioterapi fase II berbasis latihan weight bearing progresif memberikan perbaikan klinis yang bermakna terhadap fungsi lutut dan mempersiapkan pasien untuk memasuki fase rehabilitasi lanjutan.

**Kata kunci:** Rekonstruksi ACL, rehabilitasi fase II, latihan weight bearing, fungsi lutut

## PENDAHULUAN

Sendi lutut merupakan salah satu struktur biomekanik paling kompleks dalam tubuh manusia yang berperan penting sebagai penopang beban dan pengendali mobilitas fungsional. Kompleksitas ini melibatkan integrasi tulang femur, tibia, dan patella yang distabilisasi oleh ligamen utama, yaitu medial collateral ligament (MCL), lateral collateral ligament (LCL), posterior cruciate ligament (PCL), dan anterior cruciate ligament (ACL). Di antara keempat ligamen tersebut, ACL berfungsi sebagai stabilisator primer yang mengontrol translasi anterior tibia serta rotasi internal lutut, sehingga berperan krusial dalam aktivitas dinamis seperti berlari, melompat, dan perubahan arah Gerak (Willinger *et al.*, 2023). Cedera pada ACL terbukti menimbulkan gangguan stabilitas sendi yang signifikan dan berdampak langsung pada penurunan fungsi lutut.

Insiden cedera Anterior Cruciate Ligament (ACL) secara global menunjukkan tren peningkatan yang konsisten, khususnya pada kelompok remaja dan dewasa muda yang aktif secara fisik. Peningkatan ini berkaitan erat dengan intensitas partisipasi olahraga kompetitif, latihan spesifik cabang olahraga berbasis pivoting, serta tuntutan performa yang semakin tinggi pada usia dini. Secara epidemiologis, cedera ACL termasuk salah satu cedera ligamen lutut yang paling sering dilaporkan pada populasi atlet dan individu aktif. Mekanisme cedera paling dominan bersifat non-kontak, meliputi pendaratan yang tidak tepat, deselerasi mendadak, serta gerakan rotasi dan perubahan arah secara cepat. Mekanisme tersebut umum terjadi pada olahraga seperti basket, sepak bola, dan bola voli, yang menuntut kontrol neuromuskular ekstremitas bawah yang tinggi (Sundberg *et al.*, 2025).

Secara global, angka kejadian cedera ACL dilaporkan bervariasi antar negara, namun menunjukkan kecenderungan meningkat dalam dua dekade terakhir. Data epidemiologi di Amerika Serikat melaporkan sekitar 200.000–250.000 kasus cedera ACL per tahun, dengan insiden mencapai  $\pm 68$  per 100.000 orang-tahun, dan puncak kejadian pada usia remaja hingga dewasa awal. Studi populasi besar menunjukkan bahwa remaja dan dewasa muda merupakan

kelompok dengan risiko tertinggi, seiring meningkatnya eksposur terhadap aktivitas olahraga berintensitas tinggi. Selain itu, peningkatan angka *Anterior Cruciate Ligament Reconstruction* (ACLR) juga dilaporkan secara konsisten, mencerminkan meningkatnya kebutuhan fungsional dan tuntutan return to sport pada populasi usia produktif. Tren ini menegaskan bahwa cedera ACL bukan hanya masalah individual, tetapi juga isu kesehatan muskuloskeletal global (Palmieri-Smith & Lepley, 2016).

Pada kelompok usia remaja, cedera ACL memiliki implikasi klinis yang lebih kompleks dibandingkan populasi dewasa. Cedera pada usia muda berpotensi mengganggu partisipasi aktivitas fisik jangka panjang, performa olahraga, serta perkembangan fungsi biomekanik lutut secara optimal. Selain itu, bukti ilmiah menunjukkan bahwa cedera ACL pada usia remaja berkaitan dengan peningkatan risiko terjadinya osteoarthritis lutut dini, bahkan setelah dilakukan tindakan rekonstruksi ligamentum. Kondisi ini diperburuk apabila rehabilitasi pasca-operasi tidak dilaksanakan secara optimal dan progresif. Oleh karena itu, manajemen rehabilitasi ACL pada remaja memerlukan pendekatan yang terstruktur dan berbasis bukti ilmiah (Filbay *et al.*, 2021).

Cedera ACL yang berhubungan dengan olahraga pivoting, seperti basket, dilaporkan memiliki proporsi mekanisme non-kontak yang sangat tinggi, mencapai sekitar 70–80% dari seluruh kasus cedera ACL. Gerakan lompat–mendarat, perubahan arah mendadak, serta ketidakseimbangan neuromuskular ekstremitas bawah menjadi faktor risiko utama terjadinya cedera. Atlet basket remaja secara khusus menghadapi risiko tinggi karena kombinasi tuntutan biomekanik, kelelahan neuromuskular, dan kontrol postural yang belum sepenuhnya matang. Kondisi ini menegaskan pentingnya rehabilitasi pasca-ACLR yang tidak hanya berfokus pada pemulihan struktural, tetapi juga pada penguatan neuromuskular dan fungsi dinamis. Pendekatan rehabilitasi yang tidak adekuat dapat meningkatkan risiko cedera ulang dan kegagalan return to sport (Greenberg *et al.*, 2025).

Rekonstruksi ACL (*Anterior Cruciate Ligament Reconstruction/ACLR*) menggunakan graft merupakan intervensi bedah yang umum dilakukan untuk mengembalikan stabilitas mekanis lutut. Namun demikian, berbagai studi menunjukkan bahwa keberhasilan fungsional pasca-ACLR tidak hanya ditentukan oleh prosedur pembedahan, melainkan sangat dipengaruhi oleh kualitas dan progresivitas program rehabilitasi fisioterapi (Ardern *et al.*, 2018). Temuan klinis yang sering dijumpai pasca-operasi meliputi inhibisi otot artrogenik, penurunan aktivasi neuromuskular, serta atrofi otot quadriceps dan hamstring yang dapat menetap bila tidak ditangani secara adekuat (Palmieri-Smith & Lepley, 2016). Selain itu, keterbatasan Lingkup Gerak Sendi (LGS), khususnya defisit ekstensi lutut, masih menjadi permasalahan utama yang berdampak langsung terhadap pola jalan dan fungsi aktivitas sehari-hari (Wu *et al.*, 2022).

Isu *return to sport* (RTS) menjadi perhatian utama dalam rehabilitasi pasca-ACLR, terutama pada atlet basket yang memiliki tuntutan biomekanik tinggi terhadap sendi lutut. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa kegagalan memenuhi kriteria fungsional sebelum kembali

berolahraga berhubungan erat dengan meningkatnya risiko cedera ACL sekunder, baik pada lutut yang sama maupun kontralateral. Meta-analisis terbaru menegaskan bahwa kepatuhan terhadap pengujian RTS yang komprehensif berasosiasi dengan penurunan signifikan risiko re-injury, sehingga menekankan pentingnya fase rehabilitasi menengah sebagai fondasi kesiapan fungsional (Zhou *et al.*, 2024).

Masalah penelitian yang masih ditemukan hingga saat ini adalah belum optimalnya transisi rehabilitasi dari fase protektif menuju fase penguatan fungsional, khususnya pada fase II pasca-ACLR. Beberapa penelitian melaporkan bahwa latihan penguatan sering diberikan secara konservatif karena kekhawatiran terhadap keamanan graft, sehingga menyebabkan keterlambatan pemulihan kekuatan otot dan kontrol neuromuskular (Buckthorpe, 2019). Kondisi ini menunjukkan adanya *research gap*, yaitu kurangnya laporan klinis yang mendokumentasikan penerapan latihan *weight bearing* progresif yang terstruktur, aman, dan terukur pada fase rehabilitasi menengah, terutama pada pasien usia remaja.

Rehabilitasi Fase II (moderate protection phase) merupakan fase kritis dalam proses pemulihan pasca-ACLR, di mana fokus fisioterapi mulai bergeser dari proteksi graft menuju peningkatan stabilitas aktif dan kekuatan dinamis sendi lutut. Latihan seperti *mini squat* dan *lunges* terbukti efektif dalam meningkatkan aktivasi otot quadriceps dan gluteal secara fungsional, sekaligus memperbaiki kontrol gerak selama aktivitas menumpu beban (Buckthorpe, 2019; Haidar *et al.*, 2025). Selain itu, latihan keseimbangan seperti *one leg stand* yang dikombinasikan dengan beban eksternal dapat meningkatkan tantangan proprioseptif dan mempercepat adaptasi neuromuskular yang dibutuhkan untuk aktivitas fungsional tingkat lanjut (Gokeler *et al.*, 2019).

Kebaruan dari laporan kasus ini terletak pada dokumentasi penerapan program fisioterapi Fase II yang menitikberatkan pada latihan penguatan progresif berbasis *weight bearing* dan keseimbangan dinamis pada pasien remaja pasca-ACLR. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih banyak berfokus pada fase awal atau fase *return to sport*, laporan ini memberikan gambaran klinis rinci mengenai fase transisi rehabilitasi menengah yang masih relatif kurang dilaporkan secara sistematis (Ardern *et al.*, 2018). Selain itu, penggunaan pengukuran kekuatan otot quadriceps dengan sphygmomanometer sebagai alat objektif serta evaluasi fungsi menggunakan *Lysholm Knee Scoring Scale* (LKSS) memberikan nilai tambah metodologis dalam memantau perubahan klinis pasien secara kuantitatif.

Tujuan utama laporan kasus ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas manajemen fisioterapi Fase II yang berfokus pada penguatan progresif dan stabilitas aktif sendi lutut pada pasien perempuan usia 17 tahun pasca rekonstruksi ACL. Secara khusus, laporan ini bertujuan menunjukkan bahwa latihan *mini squat*, *lunges*, dan latihan keseimbangan satu kaki dengan beban tambahan dapat meningkatkan kekuatan otot, kontrol neuromuskular, dan fungsi lutut secara bermakna (Hayati *et al.*, 2024; Mashreghi *et al.*, 2024).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *Case Report*, yang bertujuan mendeskripsikan secara sistematis proses asesmen, intervensi, dan evaluasi hasil fisioterapi pada satu kasus klinis tertentu. Desain case report sesuai digunakan untuk memberikan gambaran mendalam mengenai penerapan intervensi klinis dan hasil fungsional pada kondisi spesifik, serta direkomendasikan dalam penelitian klinis berbasis praktik dengan mengikuti pedoman CARE (Riley *et al.*, 2017).

Kasus diambil dari RSUD KRMT Wongsonegoro dengan periode pengambilan data dari 19 September 2025 hingga 26 September 2025. Subjek penelitian adalah seorang pasien perempuan berinisial An. Z, usia 17 tahun, dengan diagnosis medis Post-Operative ACL Reconstruction (ACLR) Dextra, yang telah memasuki fase rehabilitasi II sesuai protokol rehabilitasi pasca-ACLR (Buckthorpe, 2019).

Pada fase ini, pasien mampu berjalan tanpa alat bantu dan melakukan aktivitas sehari-hari tanpa nyeri bermakna saat berjalan jauh. Namun, pasien masih mengeluhkan nyeri lutut kanan (VAS 4/10) saat menumpu berat badan, jongkok, dan mempertahankan posisi duduk simpuh selama  $\pm 7$  menit. Pemeriksaan fisik menunjukkan bekas insisi operasi, atrofi otot quadriceps dan hamstring, serta defisit ekstensi lutut sebesar  $5^\circ$  (LGS S:  $0^\circ-5^\circ-135^\circ$ ). Defisit ekstensi diketahui dapat menghambat pemulihan fungsi dan meningkatkan risiko gangguan biomekanik pasca-ACLR (Wu *et al.*, 2022).

### 1. Prosedur Intervensi

Fisioterapis melakukan pemeriksaan fisik yang meliputi inspeksi, palpasi, perkusi, dan auskultasi (IPPA). Pada inspeksi statis ditemukan adanya bekas insisi pada lutut kanan serta atrofi otot yang menyebabkan lingkaran tungkai kanan lebih kecil dibandingkan tungkai kiri. Inspeksi dinamis menunjukkan pasien mengalami keterbatasan dalam melakukan fleksi lutut secara penuh saat posisi bersimpuh. Hasil palpasi menunjukkan adanya kelemahan pada otot *m. quadriceps* dan *m. hamstring* tungkai kanan tanpa disertai nyeri tekan. Pada pemeriksaan auskultasi teridentifikasi bunyi klik pada sendi lutut, sedangkan pemeriksaan perkusi tidak dilakukan. Selain itu, dilakukan pemeriksaan khusus yang meliputi penilaian nyeri menggunakan *Visual Analogue Scale* (VAS), pengukuran lingkup gerak sendi dengan goniometer, serta evaluasi kekuatan otot menggunakan *Manual Muscle Testing* (MMT) (Vitaloka *et al.*, 2023).

Intervensi fisioterapi diberikan berdasarkan prinsip rehabilitasi fase II pasca-Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (ACLR), yang berfokus pada peningkatan kekuatan otot secara progresif, stabilitas aktif sendi lutut, serta kontrol neuromuskular untuk menunjang pemulihan fungsi. Fase ini bertujuan menjembatani transisi dari pemulihan struktural menuju kesiapan fungsional melalui pendekatan berbasis weight bearing dan aktivitas tertutup. Pendekatan tersebut direkomendasikan karena mampu meningkatkan adaptasi

neuromuskular tanpa memberikan stres berlebih pada graft ACL yang masih dalam fase maturasi. Buckthorpe (2019) dan Gokeler *et al.* (2019) menegaskan bahwa intervensi fase II harus terstruktur, progresif, dan berorientasi pada kontrol gerak aktif. Oleh karena itu, intervensi difokuskan pada latihan penguatan, stabilitas, dan mobilisasi sendi yang saling terintegrasi. Setiap komponen intervensi disesuaikan dengan toleransi pasien dan respons klinis yang muncul selama proses rehabilitasi.

#### **a. Latihan Penguatan Progresif**

Latihan penguatan progresif diberikan dalam bentuk mini squat pada sudut fleksi 0–45° dan lunges dengan langkah ke depan, dengan dosis 3 set × 15 repetisi dan frekuensi 1–2 kali per hari. Latihan ini dirancang untuk meningkatkan kekuatan serta aktivasi otot quadriceps, yang berperan penting dalam stabilisasi anterior lutut pasca-ACLR. Penggunaan latihan closed kinetic chain memungkinkan distribusi beban yang lebih fisiologis pada sendi lutut serta meningkatkan ko-kontraksi otot sekitar sendi. Selain itu, latihan ini membantu memperbaiki stabilitas dinamis lutut melalui peningkatan kontrol neuromuskular selama aktivitas weight bearing. Buckthorpe (2019) melaporkan bahwa latihan weight bearing pada sudut fleksi terbatas efektif meningkatkan beban mekanis jaringan tanpa meningkatkan risiko elongasi graft ACL. Dengan demikian, latihan penguatan progresif ini menjadi komponen esensial dalam mempersiapkan lutut untuk tuntutan fungsional yang lebih kompleks pada fase rehabilitasi selanjutnya.

#### **b. Latihan Stabilitas dan Keseimbangan**

Latihan stabilitas dan keseimbangan dilakukan melalui one leg stand dengan tambahan beban dumbbell untuk meningkatkan tantangan proprioseptif dan kontrol postural unilateral. Latihan ini bertujuan meningkatkan kemampuan sistem neuromuskular dalam mempertahankan stabilitas lutut saat menerima beban pada satu ekstremitas. Pemberian beban eksternal secara bertahap berfungsi untuk meningkatkan respons adaptif otot-otot stabilisator lutut dan pinggul. Latihan dilakukan sebanyak 3 set dan dipertahankan sesuai toleransi pasien, dengan frekuensi 1–2 kali per hari. Gokeler *et al.* (2019) menyatakan bahwa latihan keseimbangan satu kaki berperan penting dalam meningkatkan kesiapan fungsional sebelum memasuki fase rehabilitasi lanjutan atau return to sport. Dengan peningkatan kontrol sensorimotor, risiko ketidakstabilan dinamis dan cedera ulang dapat diminimalkan secara signifikan.

#### **c. Mobilisasi Sendi (ROM Exercise)**

Mobilisasi sendi dilakukan melalui latihan Range of Motion (ROM) menggunakan rubber band untuk mengoreksi defisit ekstensi lutut, disertai hamstring stretching ringan guna meningkatkan fleksibilitas jaringan lunak posterior. Intervensi ini bertujuan mencapai ekstensi lutut penuh (0°), yang merupakan prasyarat penting untuk pola berjalan normal dan

distribusi beban yang optimal pada sendi lutut. Defisit ekstensi lutut pasca-ACLR diketahui dapat menyebabkan perubahan biomekanik yang berdampak pada peningkatan stres sendi dan penurunan fungsi jangka panjang. Penggunaan rubber band memungkinkan pemberian resistensi terkontrol sehingga aman dilakukan pada fase rehabilitasi menengah. Wu *et al.* (2022) melaporkan bahwa keterlambatan koreksi defisit ekstensi berhubungan dengan gangguan fungsi lutut dan keterbatasan aktivitas fungsional. Oleh karena itu, latihan mobilisasi sendi menjadi komponen krusial dalam mendukung pemulihan fungsi lutut secara optimal dan berkelanjutan.

#### **d. Latihan Pembiasaan Fungsional**

Latihan pembiasaan fungsional dirancang untuk memfasilitasi transfer kemampuan fisik yang diperoleh selama latihan terapeutik ke dalam aktivitas sehari-hari pasien. Program ini meliputi adaptasi posisi duduk simpuh dan jongkok yang dilakukan secara bertahap dengan durasi toleransi hingga  $\pm 7$  menit, sesuai kemampuan dan respons pasien. Selain itu, diberikan *gait training* dengan progresi jarak tempuh dan kecepatan berjalan guna menormalkan pola gait dan meningkatkan efisiensi biomekanik ekstremitas bawah. Latihan dilakukan dengan pengawasan untuk memastikan kualitas gerak, simetri beban, serta kontrol postural yang adekuat. Pendekatan latihan fungsional progresif ini berperan penting dalam meningkatkan toleransi beban, kepercayaan diri pasien terhadap lutut yang direhabilitasi, serta kesiapan untuk melakukan aktivitas sehari-hari dan transisi menuju fase rehabilitasi lanjutan (Arden *et al.*, 2018).

## **2. Evaluasi dan Alat Ukur**

Evaluasi hasil intervensi fisioterapi dilakukan secara berkala pada awal (T1), pertengahan (T2), dan akhir program (T3) untuk memantau perubahan klinis pasien secara objektif dan subjektif. Instrumen evaluasi yang digunakan dipilih berdasarkan validitas, reliabilitas, dan sensitivitasnya dalam mendeteksi perubahan selama proses rehabilitasi pasca-ACLR. Parameter yang dievaluasi meliputi kekuatan otot, lingkup gerak sendi, tingkat nyeri, dan kemampuan fungsional lutut. Pendekatan evaluasi multidimensi ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif mengenai respons pasien terhadap intervensi yang diberikan. Seluruh pengukuran dilakukan oleh fisioterapis dengan prosedur yang konsisten untuk meminimalkan bias pengukuran.

## **3. Kekuatan Otot**

Kekuatan otot quadriceps dan hamstring diukur menggunakan sphygmomanometer sebagai alat ukur kekuatan isometrik dalam satuan mmHg. Pengukuran dilakukan dengan posisi standar dan kontraksi maksimal yang dipertahankan selama beberapa detik untuk memperoleh nilai puncak tekanan. Penggunaan sphygmomanometer dipilih karena praktis, ekonomis, dan mudah diaplikasikan dalam setting klinis. Alat ini dilaporkan memiliki

reliabilitas yang baik serta sensitivitas yang memadai dalam mendeteksi perubahan kekuatan otot ekstremitas bawah selama rehabilitasi (Silva *et al.*, 2019). Dengan demikian, sphygmomanometer dapat digunakan sebagai alternatif objektif pengukuran kekuatan otot pada fasilitas layanan kesehatan dengan keterbatasan alat isokinetik.

#### **4. Lingkup Gerak Sendi (LGS)**

Lingkup gerak sendi lutut diukur menggunakan goniometer untuk menilai derajat fleksi dan ekstensi lutut. Pengukuran dilakukan secara pasif dan aktif dengan posisi anatomis standar untuk memastikan akurasi dan konsistensi hasil. Evaluasi LGS difokuskan pada pemantauan peningkatan fleksi serta koreksi defisit ekstensi lutut yang sering ditemukan pasca-rekonstruksi ACL. Goniometer merupakan alat ukur yang banyak digunakan dalam praktik klinis muskuloskeletal karena memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi (Norkin & White, 2016). Hasil pengukuran LGS digunakan sebagai dasar evaluasi efektivitas intervensi mobilisasi sendi dan latihan fungsional yang diberikan.

#### **5. Tingkat Nyeri**

Tingkat nyeri pasien dievaluasi menggunakan Visual Analogue Scale (VAS), yang memungkinkan pasien menilai intensitas nyeri secara subjektif pada skala 0–10. Instrumen ini dipilih karena sederhana, mudah dipahami oleh pasien, dan sensitif terhadap perubahan nyeri selama proses rehabilitasi. Pengukuran nyeri dilakukan pada kondisi istirahat dan saat aktivitas fungsional tertentu yang memicu keluhan. VAS telah banyak digunakan dalam penelitian klinis muskuloskeletal dan terbukti mampu mendeteksi perubahan nyeri secara responsif (Hawker *et al.*, 2011). Data nyeri digunakan untuk mengevaluasi toleransi latihan serta keamanan progresi intervensi.

#### **6. Kemampuan Fungsional**

Kemampuan fungsional lutut dinilai menggunakan Lysholm Knee Scoring Scale (LKSS), yang mengevaluasi aspek nyeri, instabilitas, pembengkakan, dan kemampuan melakukan aktivitas fungsional. Instrumen ini memberikan skor kuantitatif yang mencerminkan tingkat pemulihan fungsi lutut secara keseluruhan. LKSS dipilih karena valid, reliabel, dan responsif dalam menilai outcome pasca-rekonstruksi ACL. Skor LKSS juga banyak digunakan sebagai indikator kesiapan pasien untuk melanjutkan ke fase rehabilitasi lanjutan atau persiapan *return to sport* (Briggs *et al.*, 2009). Dengan demikian, penggunaan LKSS dalam studi ini memberikan dasar evaluasi fungsional yang kuat dan relevan secara klinis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Intervensi fisioterapi pada pasien perempuan berusia 17 tahun pasca rekonstruksi ACL lutut kanan bulan ke-3 difokuskan pada fase II rehabilitasi, yaitu fase perlindungan moderat dan penguatan awal. Fase ini secara konseptual dirancang untuk menjawab pertanyaan utama yang diajukan pada bagian pendahuluan, yaitu apakah latihan penguatan progresif berbasis weight bearing dan stabilitas aktif mampu memperbaiki kekuatan otot, lingkup gerak sendi, nyeri, dan fungsi lutut pada pasien remaja pasca ACL Reconstruction.

Hasil evaluasi serial (T1–T3) menunjukkan perbaikan klinis yang konsisten pada seluruh parameter utama, meliputi kekuatan otot, LGS, nyeri, dan fungsi lutut. Temuan ini mengindikasikan bahwa strategi rehabilitasi fase II yang diterapkan telah berkontribusi secara langsung terhadap pencapaian stabilitas aktif sendi lutut, sebagaimana ditargetkan dalam rehabilitasi ACL modern (Ardern *et al.*, 2018).

### Hasil Evaluasi

Berdasarkan pemeriksaan objektif yang dilakukan, didapatkan data awal (Baseline) sebagai berikut:

Tabel 1. Evaluasi Kekuatan Otot (Menggunakan Sphygmomanometer)

Grup Otot (Dextra)	T1 (Awal)	T2	T3	Nilai Normal
M. Quadriceps	145 mmHg	175 mmHg	210 mmHg	200 – 300 mmHg
M. Hamstring	130 mmHg	140 mmHg	155 mmHg	100 – 150 mmHg

Hasil evaluasi kekuatan otot pada tabel 1 menunjukkan peningkatan kekuatan otot quadriceps dari 145 mmHg pada T1 menjadi 210 mmHg pada T3. Peningkatan ini menunjukkan bahwa ambang batas kekuatan fungsional minimal telah tercapai, sehingga sendi lutut mampu menerima beban aksial saat aktivitas berjalan dan tumpuan satu kaki. Ardern *et al.* (2018, p. 145) menegaskan bahwa pencapaian kekuatan quadriceps  $\geq 90\%$  sisi kontralateral merupakan indikator utama keberhasilan rehabilitasi fase menengah pasca rekonstruksi ACL.

Peningkatan kekuatan hamstring dari 130 mmHg menjadi 155 mmHg juga berperan penting dalam melindungi graft ACL dari translasi anterior tibia. Menurut Gokeler *et al.* (2019), hamstring berfungsi sebagai agonis fungsional ACL yang mengurangi stres mekanik pada graft selama aktivitas dinamis. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Arora *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa keseimbangan kekuatan quadriceps–hamstring berkontribusi signifikan terhadap stabilitas lutut dan pencegahan re-injury.

Kebaruan dari studi kasus ini terletak pada penggunaan sphygmomanometer sebagai alat ukur objektif kekuatan otot dalam rehabilitasi ACL fase II. Pendekatan ini memberikan alternatif yang lebih terjangkau dibandingkan isokinetik dynamometer, namun tetap mampu

mendeteksi perubahan kekuatan otot secara klinis bermakna, terutama pada fasilitas layanan kesehatan dengan keterbatasan alat.

Tabel 2. Evaluasi Lingkup Gerak Sendi (LGS) dengan Goniometer

Gerakan Sendi	T1 (Awal)	T2	T3	Nilai Normal
<b>Fleksi</b>	135 <sup>0</sup>	140 <sup>0</sup>	145 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup> - 150 <sup>0</sup>
<b>Ekstensi</b>	-5 <sup>0</sup>	-2 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>

Hasil evaluasi lingkup gerak sendi pada tabel 2 menunjukkan adanya perbaikan signifikan pada ekstensi lutut dari defisit  $-5^{\circ}$  menjadi  $0^{\circ}$ . Pencapaian ekstensi penuh merupakan target utama rehabilitasi fase II karena berkaitan langsung dengan pola gait normal dan efisiensi biomekanik lutut. Wu *et al.* (2022) melaporkan bahwa defisit ekstensi sekecil  $3-5^{\circ}$  dapat meningkatkan tekanan patellofemoral dan memicu nyeri lutut kronis pasca ACL reconstruction.

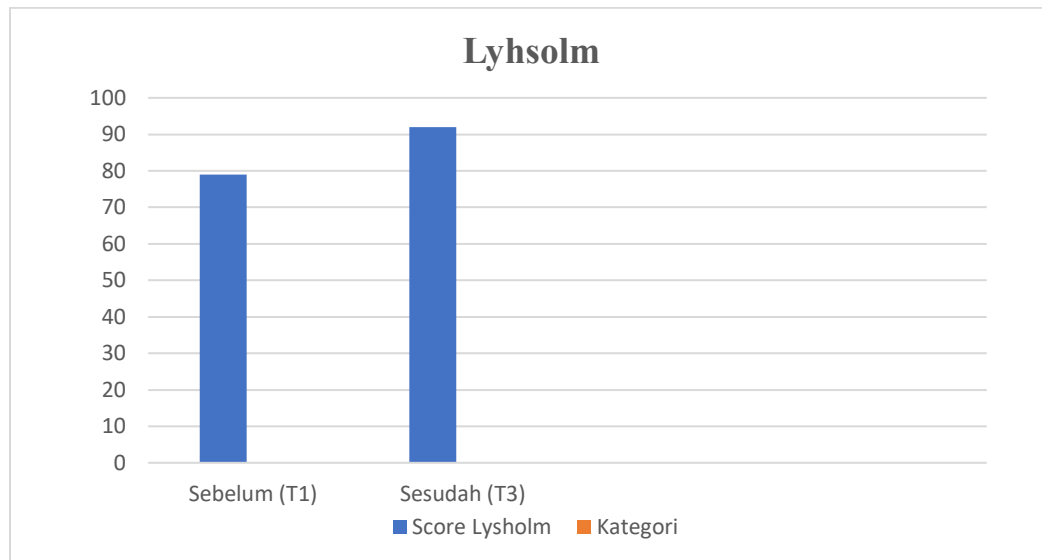
Peningkatan fleksi hingga  $145^{\circ}$  memungkinkan pasien kembali melakukan aktivitas fungsional seperti duduk simpuh dan jongkok. Buckthorpe (2019) menyatakan bahwa latihan ROM aktif dan mobilisasi progresif pada fase menengah ACL efektif meningkatkan fleksibilitas tanpa meningkatkan risiko kegagalan graft.

Kesesuaian hasil studi ini dengan literatur menunjukkan bahwa intervensi mobilisasi sendi yang dikombinasikan dengan latihan penguatan memberikan efek sinergis terhadap pemulihan fungsi lutut. Namun, sebagai studi kasus tunggal, hasil ini belum dapat digeneralisasi secara luas tanpa penelitian dengan desain eksperimental dan jumlah sampel yang lebih besar.

Tabel 3. Evaluasi Nyeri dan LKSS

Parameter	T1	T2	T3	Interpretasi Akhir
<b>Nyeri (VAS)</b>	4/10	2/10	1/10	Nyeri Ringan
<b>LKSS (Fungsional)</b>	79	84	92	Sangat Baik

Pada tabel 3 menunjukkan evaluasi penurunan nyeri dari VAS 4 menjadi VAS 1 menunjukkan respons positif terhadap program latihan. Palmieri-Smith & Lepley (2016) menjelaskan bahwa peningkatan aktivasi neuromuskular quadriceps berkontribusi pada penurunan nyeri melalui peningkatan kontrol sendi dan distribusi beban yang lebih merata. Peningkatan skor Lysholm dari 79 menjadi 92 menunjukkan peningkatan kemampuan fungsional dari kategori “Cukup” menjadi “Sangat Baik”.



Gambar 1. Grafik Score Lysholm

Grafik pada gambar 1 yakni peningkatan skor Lysholm menunjukkan perbaikan fungsi yang konsisten seiring dengan peningkatan kekuatan otot, perbaikan LGS, dan penurunan nyeri. Pasien melaporkan berkurangnya sensasi lutut “melonggar” serta meningkatnya kepercayaan diri saat melakukan aktivitas berat seperti jongkok dan menumpu beban. Persepsi stabilitas subjektif ini merupakan faktor penting dalam keberhasilan rehabilitasi ACL dan berhubungan erat dengan kesiapan psikologis pasien untuk melanjutkan fase rehabilitasi berikutnya (Haidar *et al.*, 2025).

### Pembahasan Kekuatan Otot

Latihan penguatan mengaktifkan kerja otot dan memperlancar metabolisme sehingga dapat memperlancar aliran darah dengan membawa nutrisi ke seluruh tubuh. Tentunya hal ini termasuk ke otot sehingga beregenerasi dengan sempurna (Herman & Komalasari, 2022). Peningkatan kekuatan otot quadriceps dan hamstring yang ditemukan pada kasus ini mencerminkan adaptasi neuromuskular awal yang penting pada fase rehabilitasi menengah pasca-ACLR. Adaptasi ini berperan dalam meningkatkan stabilitas aktif sendi lutut serta mengoptimalkan kontrol gerak selama aktivitas menumpu beban. Riley *et al.* (2017) menegaskan bahwa peningkatan kekuatan otot periartikular pada fase menengah rehabilitasi berkontribusi signifikan terhadap perbaikan kontrol neuromuskular dan penurunan beban mekanik pada graft ACL, khususnya selama aktivitas *closed kinetic chain*. Temuan tersebut sejalan dengan hasil laporan kasus ini, di mana latihan penguatan progresif berbasis *weight bearing* mampu meningkatkan stabilitas dinamis lutut secara aman.

Selain itu, peningkatan kekuatan hamstring memiliki implikasi klinis yang penting dalam konteks perlindungan graft ACL. Hamstring berfungsi sebagai agonis fungsional ACL

dengan membantu membatasi translasi anterior tibia selama aktivitas dinamis. Högberg *et al.* (2024) melaporkan bahwa ketidakseimbangan rasio kekuatan quadriceps–hamstring merupakan salah satu faktor risiko utama terjadinya cedera ACL primer maupun sekunder, terutama pada atlet olahraga pivoting seperti basket. Dengan meningkatnya kekuatan kedua kelompok otot tersebut secara bersamaan, pasien pada laporan kasus ini menunjukkan perbaikan kontrol neuromuskular yang lebih seimbang, yang berpotensi menurunkan risiko cedera ulang. Asimetri ini perlu menjadi perhatian karena ketidakseimbangan kekuatan antar tungkai merupakan salah satu faktor risiko cedera ACL sekunder (Hagen *et al.*, 2025). Oleh karena itu, progresi beban lanjutan tetap diperlukan untuk mencapai simetri optimal.

Selain quadriceps, peningkatan kekuatan m. hamstring dari 130 mmHg menjadi 155 mmHg memiliki implikasi klinis yang signifikan. Hamstring berfungsi sebagai agonis fungsional ACL dengan membantu membatasi translasi anterior tibia selama aktivitas dinamis. Peningkatan kekuatan hamstring diketahui dapat menurunkan stres mekanis pada graft ACL dan meningkatkan stabilitas dinamis sendi lutut (Gokeler *et al.*, 2019). Literatur terbaru juga menekankan pentingnya keseimbangan rasio kekuatan quadriceps–hamstring dalam pencegahan cedera ulang pasca-ACLR (Högberg *et al.*, 2024). Dengan meningkatnya kekuatan kedua kelompok otot tersebut, pasien menunjukkan perbaikan kontrol neuromuskular yang lebih komprehensif. Temuan ini mengindikasikan bahwa program penguatan progresif yang diterapkan telah sesuai dengan rekomendasi rehabilitasi ACL modern.

### **Pembahasan Lingkup Gerak Sendi (LGS)**

Perbaikan defisit ekstensi lutut dari  $-5^{\circ}$  menjadi  $0^{\circ}$  merupakan temuan klinis yang sangat signifikan pada fase II rehabilitasi pasca-ACLR. Defisit ekstensi lutut pasca-operasi diketahui berhubungan dengan gangguan pola jalan, peningkatan tekanan patellofemoral, serta nyeri residual jangka panjang yang dapat menghambat pemulihan fungsi (Wu *et al.*, 2022). Pencapaian ekstensi penuh menunjukkan bahwa intervensi mobilisasi ROM dan latihan fungsional yang diberikan telah berjalan efektif. Secara biomekanik, ekstensi penuh lutut diperlukan untuk efisiensi fase stance dan distribusi beban yang optimal selama berjalan. Kegagalan mencapai ekstensi penuh pada fase menengah rehabilitasi dapat berdampak negatif terhadap kualitas gerak jangka panjang. Oleh karena itu, temuan ini memiliki makna klinis yang penting dalam konteks rehabilitasi ACL.

Selain perbaikan ekstensi, peningkatan fleksi lutut hingga  $145^{\circ}$  memungkinkan pasien kembali melakukan aktivitas fungsional seperti jongkok dan duduk simpuh. Hal ini menunjukkan bahwa rehabilitasi tidak hanya berorientasi pada pencapaian nilai ROM normatif, tetapi juga pada pemenuhan kebutuhan aktivitas sehari-hari pasien. Pendekatan rehabilitasi berbasis fungsi menekankan bahwa ROM yang adekuat harus relevan dengan tuntutan aktivitas individu, terutama pada pasien usia muda yang aktif (Ardern *et al.*, 2018). Filbay *et al.* (2021) juga menegaskan bahwa keterbatasan ROM residual dapat berdampak

negatif terhadap kualitas hidup jangka panjang pasca-ACLR. Dengan demikian, peningkatan fleksi lutut pada kasus ini memiliki implikasi fungsional yang signifikan. Hal ini memperkuat pentingnya integrasi latihan ROM dengan latihan fungsional selama rehabilitasi.

Latihan ROM menggunakan rubber band serta stretching hamstring yang diberikan pada kasus ini berperan penting dalam mengoreksi keterbatasan jaringan lunak dan mengembalikan mekanika sendi yang optimal. Mobilisasi dini namun terkontrol pada fase menengah rehabilitasi terbukti aman dan efektif dalam mencegah kekakuan sendi pasca-ACLR (Buckthorpe, 2019). Selain itu, latihan fungsional seperti jongkok bertahap dan pembiasaan posisi duduk simpuh membantu pasien mengintegrasikan ROM yang telah dicapai ke dalam aktivitas nyata. Integrasi ini penting untuk mencegah terjadinya ROM fungsional semu, yaitu ROM yang baik secara pasif tetapi tidak optimal saat aktivitas. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip rehabilitasi modern yang menekankan transfer kemampuan dari latihan ke aktivitas fungsional. Oleh karena itu, perbaikan LGS pada kasus ini mencerminkan keberhasilan intervensi yang tidak hanya bersifat struktural, tetapi juga fungsional.

### **Pembahasan Nyeri dan Fungsi (VAS & LKSS)**

Penurunan tingkat nyeri dari VAS 4 menjadi VAS 1 menunjukkan adanya perbaikan kondisi sendi lutut yang bermakna secara klinis selama fase II rehabilitasi pasca-ACLR. Penurunan nyeri ini sejalan dengan peningkatan stabilitas aktif sendi lutut yang diperoleh melalui penguatan otot dan peningkatan kontrol neuromuskular. Secara fisiologis, peningkatan kekuatan otot periartikular akan mengurangi ketergantungan pada stabilitas pasif sendi seperti ligamen dan kapsul. Kondisi tersebut menurunkan beban mekanik pada struktur intraartikular dan jaringan lunak sekitar lutut. Akibatnya, persepsi nyeri pasien berkurang secara signifikan (Palmieri-Smith & Lepley, 2016).

Latihan penguatan progresif berbasis weight bearing yang diberikan pada kasus ini berkontribusi langsung terhadap modulasi nyeri. Aktivasi otot secara fungsional mampu meningkatkan aliran darah lokal, memperbaiki metabolisme jaringan, dan menurunkan mediator inflamasi. Selain itu, peningkatan kontrol neuromuskular berperan dalam menstabilkan sendi selama aktivitas dinamis sehingga mengurangi mikroinstabilitas yang sering memicu nyeri pasca-ACLR. Beberapa penelitian menyatakan bahwa nyeri persisten pasca-operasi sering kali berhubungan dengan defisit kekuatan dan kontrol otot, bukan semata-mata kerusakan struktural (Filbay *et al.*, 2021). Oleh karena itu, pendekatan aktif melalui latihan terapeutik menjadi strategi utama dalam manajemen nyeri rehabilitasi ACL modern.

Penurunan nyeri juga berperan penting dalam meningkatkan partisipasi pasien terhadap latihan dan aktivitas fungsional. Pasien yang mengalami nyeri minimal cenderung lebih percaya diri dalam melakukan gerakan menumpu beban dan latihan fungsional. Hal ini menciptakan siklus positif antara peningkatan fungsi dan penurunan nyeri. Studi prospektif

menunjukkan bahwa pasien dengan kontrol nyeri yang baik pada fase menengah rehabilitasi memiliki outcome fungsional jangka panjang yang lebih baik (Ardern *et al.*, 2018). Dengan demikian, penurunan nyeri pada kasus ini menjadi indikator penting keberhasilan intervensi fisioterapi fase II.

Peningkatan skor *Lysholm Knee Scoring Scale* (LKSS) dari 79 menjadi 92 menunjukkan perbaikan fungsi lutut yang signifikan. Skor awal 79 berada pada kategori “cukup”, yang mengindikasikan masih adanya keterbatasan fungsi dalam aktivitas tertentu. Setelah intervensi, skor meningkat ke kategori “sangat baik”, yang mencerminkan kemampuan pasien dalam melakukan aktivitas sehari-hari tanpa keluhan berarti. LKSS merupakan instrumen yang banyak digunakan untuk menilai outcome fungsional pasca-ACLR secara komprehensif, mencakup nyeri, instabilitas, dan kemampuan aktivitas (Briggs *et al.*, 2009). Oleh karena itu, peningkatan skor LKSS pada kasus ini memiliki validitas klinis yang kuat.

Secara keseluruhan, kombinasi penurunan nyeri dan peningkatan skor fungsi menunjukkan bahwa intervensi fisioterapi fase II telah mencapai target terapeutik yang diharapkan. Hasil ini menegaskan pentingnya pendekatan rehabilitasi yang terintegrasi antara penguatan, kontrol neuromuskular, dan latihan fungsional. Temuan ini juga mendukung literatur yang menyatakan bahwa outcome nyeri dan fungsi saling berkaitan erat dalam pemulihan pasca-ACLR (Palmieri-Smith & Lepley, 2016). Dengan nyeri yang minimal dan fungsi yang meningkat, pasien berada pada kondisi optimal untuk melanjutkan ke fase rehabilitasi berikutnya. Hal ini memperkuat relevansi klinis dari laporan kasus ini.

### **Pembahasan Kemampuan Fungsional**

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan *Lysholm Knee Scoring Scale* (LKSS), pasien menunjukkan peningkatan skor dari 79 pada T1 menjadi 92 pada T3. Skor 79 mengindikasikan fungsi lutut yang masih terbatas, terutama pada aktivitas yang membutuhkan stabilitas dinamis. Peningkatan sebesar 13 poin menunjukkan perubahan klinis yang bermakna dan mencerminkan keberhasilan rehabilitasi fase II. Skor 92 menempatkan pasien dalam kategori “sangat baik”, yang menandakan fungsi lutut mendekati normal. Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa tujuan utama fase rehabilitasi menengah telah tercapai.

Peningkatan kemampuan fungsional ini tidak terlepas dari perbaikan kekuatan otot, lingkup gerak sendi, dan kontrol neuromuskular yang telah dicapai sebelumnya. Fungsi lutut yang baik memerlukan integrasi antara stabilitas aktif, mobilitas sendi, dan koordinasi gerak. LKSS menangkap aspek-aspek tersebut melalui penilaian nyeri, instabilitas, pembengkakan, dan kemampuan aktivitas. Penelitian menunjukkan bahwa skor LKSS yang tinggi berkorelasi dengan performa fungsional yang lebih baik dalam aktivitas sehari-hari dan olahraga (Briggs *et al.*, 2009). Oleh karena itu, peningkatan skor LKSS pada kasus ini mencerminkan pemulihan fungsi yang komprehensif.

Pasien dalam laporan kasus ini juga melaporkan berkurangnya sensasi instabilitas lutut saat berjalan jauh dan melakukan aktivitas menumpu beban. Persepsi subjektif terhadap stabilitas sendi merupakan komponen penting dalam kemampuan fungsional pasca-ACLR. Studi terbaru menegaskan bahwa kepercayaan diri terhadap lutut yang direhabilitasi berperan besar dalam kesiapan pasien untuk melanjutkan latihan lanjutan dan return to sport (Longo *et al.*, 2023). Dengan meningkatnya stabilitas subjektif dan objektif, pasien menunjukkan kesiapan fungsional yang lebih baik. Hal ini mendukung hasil pengukuran LKSS yang meningkat secara signifikan.

Mashreghi *et al.*, (2024) menyatakan bahwa skor LKSS  $\geq 90$  merupakan indikator keberhasilan rehabilitasi yang memungkinkan pasien kembali melakukan aktivitas harian tanpa hambatan bermakna. Skor tersebut juga sering digunakan sebagai salah satu kriteria transisi dari fase rehabilitasi menengah ke fase lanjutan. Dalam konteks kasus ini, skor 92 menunjukkan bahwa pasien telah memenuhi kriteria fungsional untuk memulai latihan kelincahan dan persiapan return to sport. Pencapaian ini menunjukkan bahwa fase II rehabilitasi telah dilaksanakan secara efektif dan aman. Dengan demikian, hasil laporan kasus ini sejalan dengan temuan penelitian terdahulu.

Secara keseluruhan, peningkatan kemampuan fungsional pada pasien ini menegaskan pentingnya rehabilitasi fase II yang terstruktur dan berbasis bukti. Pendekatan latihan progresif, keseimbangan, dan pembiasaan fungsional terbukti mampu meningkatkan outcome fungsional secara bermakna. Temuan ini memberikan implikasi klinis bahwa fase menengah rehabilitasi tidak boleh diperlakukan secara konservatif berlebihan. Sebaliknya, progresi latihan yang terkontrol justru dapat mempercepat pemulihan fungsi tanpa meningkatkan risiko cedera ulang (Yahya & Alpiyah, 2026). Oleh karena itu, laporan kasus ini berkontribusi dalam memperkuat dasar ilmiah praktik fisioterapi pasca-ACLR.

Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis komprehensif perubahan parameter objektif dan subjektif selama fase II rehabilitasi pasca-rekonstruksi ACL, dengan menekankan fase rehabilitasi menengah sebagai periode transisi kritis menuju pemulihan fungsi lutut. Studi ini menyoroti respons adaptif awal sistem neuromuskular terhadap latihan progresif berbasis weight bearing yang dikombinasikan dengan latihan stabilitas dan pembiasaan fungsional, serta mengevaluasinya secara terintegrasi melalui pengukuran kekuatan otot, lingkup gerak sendi, tingkat nyeri, dan kemampuan fungsional. Selain itu, pemanfaatan sphygmomanometer sebagai alat ukur kekuatan isometrik quadriceps dan hamstring memberikan alternatif penilaian yang objektif, praktis, dan aplikatif dalam rehabilitasi pasca-ACLR. Penempatan skor Lysholm Knee Scoring Scale (LKSS) sebagai indikator kesiapan transisi fase rehabilitasi, bukan sekadar outcome akhir, memperkaya dasar pengambilan keputusan klinis. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam memperkuat pendekatan rehabilitasi fase II yang berbasis bukti dan relevan secara klinis.

Secara global, temuan penelitian ini memiliki relevansi khusus bagi rehabilitasi atlet basket, baik pada level kompetitif maupun rekreasional, mengingat tingginya tuntutan biomekanik olahraga basket yang melibatkan gerakan pivoting, pendaratan satu kaki, dan perubahan arah cepat. Atlet basket kompetitif umumnya memiliki tuntutan return to sport (RTS) yang lebih agresif, sementara atlet rekreasional cenderung kembali beraktivitas dengan kesiapan fisik yang belum optimal, keduanya berkontribusi terhadap tingginya angka cedera ACL sekunder yang dilaporkan secara global. Peningkatan kekuatan quadriceps dan hamstring yang lebih seimbang, disertai perbaikan lingkup gerak sendi dan penurunan nyeri pada fase rehabilitasi menengah, menunjukkan bahwa fase II memiliki peran krusial sebagai fondasi transisi menuju aktivitas dinamis berisiko tinggi. Dengan menekankan pentingnya stabilitas dinamis dan simetri kekuatan sebelum progresi ke latihan kelincahan dan sport-specific training, penelitian ini mendukung pendekatan rehabilitasi yang lebih aman untuk menekan angka re-injury pasca-ACLR. Selain itu, penggunaan instrumen evaluasi klinis yang sederhana namun valid memungkinkan temuan ini diadopsi secara luas pada berbagai sistem pelayanan kesehatan olahraga, sehingga berkontribusi terhadap upaya global dalam meningkatkan kualitas RTS dan menurunkan risiko cedera ulang pada atlet basket di berbagai tingkat partisipasi.

## KESIMPULAN

Manajemen fisioterapi Fase II pasca rekonstruksi *Anterior Cruciate Ligament* (ACLR) pada pasien perempuan usia 17 tahun dalam laporan kasus ini menunjukkan hasil klinis yang bermakna melalui intervensi progresif berbasis weight bearing, latihan stabilitas dan keseimbangan, mobilisasi lingkup gerak sendi, serta pembiasaan aktivitas fungsional yang selaras dengan prinsip rehabilitasi ACL modern berbasis stabilitas aktif dan kontrol neuromuskular. Evaluasi serial memperlihatkan peningkatan kekuatan otot quadriceps dari 145 mmHg menjadi 210 mmHg dan hamstring dari 130 mmHg menjadi 155 mmHg, disertai perbaikan lingkup gerak sendi dengan koreksi defisit ekstensi dari  $-5^{\circ}$  menjadi  $0^{\circ}$  serta peningkatan fleksi hingga  $145^{\circ}$ , yang berkontribusi terhadap normalisasi pola gait dan kemampuan aktivitas fungsional seperti jongkok dan duduk simpuh. Penurunan nyeri dari VAS 4 menjadi VAS 1 turut mendukung peningkatan partisipasi latihan dan aktivitas sehari-hari, tercermin pada kenaikan skor Lysholm Knee Scoring Scale (LKSS) dari 79 (kategori cukup) menjadi 92 (sangat baik). Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa rehabilitasi fase menengah yang terstruktur, progresif, dan berbasis fungsi merupakan fase transisi krusial dalam mempersiapkan pasien menuju rehabilitasi lanjutan dan return to sport yang aman, sekaligus berkontribusi dalam menurunkan risiko re-injury melalui optimalisasi stabilitas dinamis dan simetri kekuatan otot, sehingga relevan untuk diterapkan secara luas pada populasi remaja maupun atlet di berbagai setting klinis.

## REFERENSI

Ardern, C. L., Ekås, G. R., Grindem, H., Moksnes, H., Anderson, A. F., Chotel, F., Cohen,

- M., Forssblad, M., Ganley, T. J., Feller, J. A., Karlsson, J., Kocher, M. S., Laprade, R. F., McNamee, M., Mandelbaum, B., Micheli, L., Mohtadi, N., Reider, B., Roe, J., ... Engebretsen, L. (2018). 2018 International Olympic Committee consensus statement on prevention, diagnosis and management of paediatric anterior cruciate ligament (ACL) injuries. *British Journal of Sports Medicine*, *52*(7), 422–438. <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099060>
- Arora, H., Kalra, S., & Sharma, M. (2025). The Influence of Quadriceps-to-Hamstring Strength Ratio on ACL Stability. *International Journal of Advanced Research (IJAR)*, *13*(02), 1441–1448. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/20512>
- Briggs, K. K., Lysholm, J., Tegner, Y., Rodkey, W. G., Kocher, M. S., & Steadman, J. R. (2009). The Reliability, Validity, and Responsiveness of the Lysholm Score and Tegner Activity Scale for Anterior Cruciate Ligament Injuries of the Knee: 25 Years Later. *The American Journal of Sports Medicine*, *37*(5), 890–897. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0363546508330143>
- Buckthorpe, M. (2019). Optimising the Late-Stage Rehabilitation and Return-to-Sport Training and Testing Process After ACL Reconstruction. *Sports Medicine*, *49*(7), 1043–1058. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40279-019-01102-z>
- Filbay, S., Andersson, C., Gauffin, H., & Kvist, J. (2021). Prognostic Factors for Patient-Reported Outcomes at 32 to 37 Years After Surgical or Nonsurgical Management of Anterior Cruciate Ligament Injury. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, *9*(8), 23259671211021590. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/23259671211021592>
- Gokeler, A., Neuhaus, D., Benjaminse, A., Grooms, D. R., & Baumeister, J. (2019). Principles of Motor Learning to Support Neuroplasticity After ACL Injury: Implications for Optimizing Performance and Reducing Risk of Second ACL Injury. *Sports Medicine*, *49*(6), 853–865. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40279-019-01058-0>
- Greenberg, E. M., Watson, A., Helm, K., Landrum, K., Lawrence, J. T. R., & Ganley, T. J. (2025). Precision Rehabilitation After Youth Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Individualized Reinjury Risk Stratification and Modifiable Risk Factor Identification to Guide Late-Phase Rehabilitation. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, *13*(4), 1–9. <https://doi.org/10.1177/23259671251329355>
- Hagen, M., Vanrenterghem, J., Borne, Y. Van Den, Diaz, M. A., Verschueren, S., & Robinson, M. A. (2025). Hamstrings and Quadriceps Weaknesses Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Persist Up to 6 Months After Return-to-Sport: An Angle-specific Strength Analysis. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *20*(2), 176–188. <https://doi.org/10.26603/001c.128505>
- Haidar, M. D., Mulyawan, R., Dewantara, J., & Jurek, J. M. (2025). Rehabilitation of the knee following ACL repair and reconstruction: A review of clinical best practices. *Tanjungpura Journal of Coaching Research*, *3*(1), 41–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/tajor.v3i1.88592>
- Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T., & French, M. (2011). Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain),

McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF. *Arthritis Care & Research*, 63(Suppl 11), S240–S252. <https://doi.org/10.1002/acr.20543>

- Hayati, N., Rahayu, U. B., & Mardianto, H. (2024). Exercise For Rehabilitation After ACL Recontruction To Improve Neuromuscular & Strenght And Return To Sport. *Jurnal Medika Nusantara*, 2(1), 133–139. <https://doi.org/https://doi.org/10.59680/medika.v2i1.905>
- Herman, M., & Komalasari, D. R. (2022). Penatalaksanaan Fisioterapi Post Operative Anterior Cruciate Ligament: Studi Kasus. *Physiotherapy Health Science (PhysioHS)*, 4(1), 31–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/physiohs.v4i1.21862>
- Högberg, J., Piussi, R., Lövgren, J., Wernbom, M., Simonsson, R., Samuelsson, K., & Senorski, E. H. (2024). Restoring knee flexor strength symmetry requires 2 years after ACL reconstruction, but does it matter for second ACL injuries? A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine-Open*, 10(2), 1–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40798-023-00666-5>
- Longo, U. G., Salvatore, S. De, Orrico, F. D., Bella, M., Corradini, A., Rizzello, G., Marinis, M. G. De, & Denaro, V. (2023). The Impact of Psychological Factors on Return to Sports after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *Osteology*, 3(3), 78–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/osteology3030009>
- Mashreghi, D., Fakoor, M., Arti, H., Mohammadhoseini, P., Goharpey, S., & Farhadi, E. (2024). Investigating the effective factors on rehabilitation in anterior cruciate ligament reconstruction based on Lysholm knee score. *Journal of Advanced Pharmacy Education and Research*, 14(3), 43–48. <https://doi.org/https://doi.org/10.51847/W4m2xHgTH7>
- Norkin, C. C., & White, D. J. (2016). *Measurement of joint motion: a guide to goniometry* (5th ed.). FA Davis.
- Palmieri-Smith, R., & Lepley, L. (2016). Quadriceps strength asymmetry following ACL reconstruction alters knee joint biomechanics and functional performance at time of return to activity. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(7), 1662–1669. <https://doi.org/10.1177/0363546515578252.Quadriceps>
- Riley, D. S., Barber, M. S., Kienle, G. S., Aronson, J. K., Schoen-Angerer, T. von, Tugwell, P., Kiene, H., Helfand, M., Altman, D. G., Sox, H., Werthmann, P. G., Moher, D., Rison, R. A., Shamseer, L., Sun, C. A. K. G. H., Hanaway, P., Sudak, N. L., Kaszkin-Bettag, M., Carpenter, J. E., & Gagnier, J. J. (2017). CARE guidelines for case reports: explanation and elaboration document. *Journal of Clinical Epidemiology*, 89, 218–235. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.04.026>
- Silva, B. B. C., Venturato, A. C. T., Aguiar, L. T., Filho, L. F. R. M., Faria, C. D. C. M., & Polese, J. C. (2019). Validity and reliability of the Modified Sphygmomanometer Test with fixed stabilization for clinical measurement of muscle strength. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(4), 844–849. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.008>

- Sundberg, A., Högberg, J., Tosarelli, F., Buckthorpe, M., & Villa, F. Della. (2025). Sport-Specific Injury Mechanisms and Situational Patterns of ACL Injuries: A Comprehensive Systematic Review. *Sports Medicine*, 55(10), 2489–2527. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02271-w>
- Vitaloka, D. A., Wijianto, & Mardianto, H. (2023). Manajemen fisioterapi dalam meningkatkan keterbatasan LGS dan kekuatan otot pada kasus post OP fase 2 di RSUD KMRT Wongsonegoro Semarang: Studi kasus. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(11), 4265–4272. <https://doi.org/https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i11.6124>
- Willinger, L., Athwal, K. K., Holthof, S., Imhoff, A. B., Williams, A., & Amis, A. A. (2023). Role of the Anterior Cruciate Ligament, Anterolateral Complex, and Lateral Meniscus Posterior Root in Anterolateral Rotatory Knee Instability A Biomechanical Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 51(5), 1136–1145. <https://doi.org/10.1177/03635465231161071>
- Wu, J., Kator, J. L., Zarro, M., & Leong, N. L. (2022). Rehabilitation Principles to Consider for Anterior Cruciate Ligament Repair. *Sports Health*, 14(3), 424–432. <https://doi.org/10.1177/19417381211032949>
- Yahya, A. M., & Alpiyah, D. N. (2026). Efektivitas Terapi Latihan Pada Pasien Post-Op Rekontruksi ACL: Literatur Review. *Jurnal Ilmiah Nusantara*, 3(2), 169–176. <https://doi.org/https://doi.org/10.61722/jinu.v3i2.8585>
- Zhou, W., Liu, X., Hong, Q., Wang, J., & Luo, X. (2024). Association between passing return-to-sport testing and re-injury risk in patients after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 12, e17279. <https://doi.org/https://doi.org/10.7717/peerj.17279>