

EFEKTIVITAS NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION (NMES) DAN TERAPI LATIHAN PADA REHABILITASI FISIOTERAPI POST PCL RECONSTRUCTION FASE SATU: CASE REPORT

Yeni Tri Nurhayati^{1*}, Nabila Zulfah Nur Mazidah², Rizka Asna Rahmawati³

¹⁻³Program Studi Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Lamongan

Email Korespondensi: yenitrinurhayati@umla.ac.id

Disubmit: 28 Agustus 2025 Diterima: 28 Februari 2026 Diterbitkan: 01 Maret 2026
Doi: <https://doi.org/10.33024/mnj.v8i3.22342>

ABSTRACT

Sports often involve a lot of physical movement and can lead to issues with the human musculoskeletal system, one of which is PCL (posterior cruciate ligament) injury. This is a type of knee ligament injury that typically occurs due to extreme force applied to the posterior aspect of the tibia when the knee is in a flexed position, characterized by stiffness and pain in the back of the knee, which can result in significant functional impairment. PCL Reconstruction (PCLR) is a surgical procedure aimed at restoring knee joint function. The first phase of post-PCLR rehabilitation lasts from 0-6 weeks, focusing on reducing pain, improving joint range of motion, reducing edema, enhancing muscle strength, and restoring functional activity. This study aims to determine the effectiveness of combined physical therapy management, consisting of exercise therapy and Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES), in the first phase of post-PCLR rehabilitation. The results of six physical therapy sessions showed a reduction in pain and edema, an increase in LGS and muscle strength, and improved functional activity. Therefore, it can be concluded that the combination of exercise therapy and NMES is more effective as an early intervention following PCLR.

Keywords: PCL Reconstruction, Physiotherapy, NMES, Exercise Therapy, Rehabilitation.

ABSTRAK

Olahraga banyak melibatkan gerak tubuh dan seringkali timbul masalah sistem gerak manusia salah satunya cedera PCL (posterior cruciatum ligament), yang merupakan salah satu cedera pada ligament sendi lutut dan biasanya terjadi akibat dorongan ekstrim ke arah posterior pada tulang tibia ketika lutut dalam posisi fleksi serta ditandai dengan kekakuan dan nyeri bagian belakang lutut sehingga dapat menimbulkan gangguan fungsional yang signifikan. PCL Rekonstruksi (PCLR) menjadi solusi prosedur bedah untuk memulihkan fungsi sendi lutut. Fase pertama rehabilitasi pasca PCLR berlangsung dari 0-6 minggu dengan fokus mengurangi nyeri, meningkatkan lingkup gerak sendi, mengurangi oedema, meningkatkan kekuatan otot dan mengembalikan aktivitas fungsional. Studi ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penatalaksanaan fisioterapi

kombinasi berupa terapi latihan dan Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) pada rehabilitasi post PCLR fase satu. Hasil pelaksanaan fisioterapi selama 6 kali menunjukkan penurunan nyeri dan edema, peningkatan LGS dan kekuatan otot, serta kemampuan aktivitas fungsional. Jadi, dapat ditarik kesimpulan bahwa kombinasi terapi latihan dan NMES lebih efektif sebagai intervensi fase awal pasca PCLR.

Kata Kunci: PCL Reconstruction, Fisioterapi, NMES, Terapi Latihan, Rehabilitasi.

PENDAHULUAN

Aktivitas fisik seperti olahraga kini merupakan kebutuhan esensial bagi manusia untuk mempertahankan kesehatan tubuh serta sebagai sarana hiburan atau rekreasi yang menyenangkan. Olahraga banyak melibatkan pergerakan tubuh, seringkali timbul masalah pada sistem gerak manusia, salah satunya adalah cedera olahraga yang merujuk pada kehilangan fungsi atau struktur tubuh menjadi fokus dalam pemeriksaan klinis (Hanifa et al., 2024). Cedera *Posterior Cruciate Ligament* (PCL) merupakan salah satu cedera ligamen penting pada sendi lutut. Dibandingkan dengan cedera ligamen lain, cedera PCL relatif jarang terjadi. Di Amerika Serikat, prevalensi cedera PCL dilaporkan sekitar 3% dari pasien rawat jalan dengan cedera lutut, dan mencapai 38% pada kasus hemartrosis traumatik akut lutut (Pache et al., 2018). Sementara di Indonesia, prevalensi cedera lutut akibat olahraga berkisar antara 3% hingga 37% (Hanifa et.al., 2024). Walaupun jumlah kasus ini relatif sedikit, cedera PCL tetap membutuhkan perhatian khusus dalam proses rehabilitasi agar pemulihan dapat berlangsung secara optimal.

PCL merupakan ligament pada sendi lutut yang berawal dari bagian anterolateral kondilus medial femur dan berakhir pada bagian posterior tibial plateau. PCL berfungsi mencegah pergeseran tibia ke arah

posterior serta memberikan stabilisasi tambahan terhadap rotasi tibia (Yuda et al., 2023). Cedera PCL biasanya disebabkan oleh pergeseran tibia yang tiba-tiba ke arah posterior, misalnya akibat benturan dengan dasbor, jatuh dengan posisi lutut fleksi berlebihan, maupun trauma langsung karena hiperekstensi. Gejala yang sering dirasakan pasien adalah lutut terasa nyeri dan tidak stabil serta tidak nyaman. (Vaquero-Picado & Rodríguez-Merchán, 2017). *PCL Reconstruction* adalah prosedur bedah yang dilakukan untuk menggantikan PCL yang mengalami cedera dengan menggunakan jaringan cangkok, dengan tujuan memulihkan kembali fungsi normal sendi lutut (Hanifa et.al., 2024).

Dalam kasus *post PCL Reconstruction* (PCLR) fase satu, rehabilitasi fisioterapi berperan untuk mengurangi rasa nyeri dan edema, meningkatkan lingkup gerak sendi dan kekuatan otot serta meningkatkan kemampuan aktivitas fungsionalnya (Yuda et al., 2023). Pendekatan fisioterapi dilakukan melalui penanganan secara konservatif seperti pemberian modalitas *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) dan terapi latihan (Hanifa et.al., 2024). Beberapa terapi latihan yang dapat diaplikasikan seperti *patella mobilitation, ankle pump, passive knee extension, passive active knee flexion, quadriceps set, 4-point straight leg Raise, ankle theraband,*

glute set, leg curl) (Kew et al., 2022).

KAJIAN PUSTAKA

Posterior Cruciate Ligament (PCL) adalah salah satu dari empat *ligament* lutut yang berperan dalam menstabilkan sendi lutut dan menghubungkan tulang *femur* dengan tulang *tibia*. *Ligament* ini berfungsi untuk mencegah pergeseran tulang *tibia* ke arah posterior tulang *femur*. Cedera PCL ini biasanya terjadi akibat dorongan ekstrem ke arah *anterior* pada tulang *tibia* ketika lutut dalam posisi *fleksi* (Hanifa et.al., 2024). Menurut Pache et al., (2018) etiologi cedera PCL terjadi karena beberapa mekanisme baik traumatis maupun non-traumatis, seperti karena trauma eksternal (*dashboard injury*), benturan langsung dan *hiperfleksi* atau *hiperekstensi* lutut:

Gejala PCL yang muncul bervariasi tergantung pada mekanisme cedera. Gejala yang sering dirasakan adalah kekakuan, edema, nyeri pada bagian belakang lutut, sementara nyeri pada bagian depan lutut dan ketidakstabilan saat menuruni tangga lebih sering terkait dengan robekan terisolasi kronis (Pache et al., 2018). Cedera dasbor merupakan jenis cedera yang umum terjadi akibat kecelakaan lalu lintas, di mana pengemudi atau penumpang bagian depan mengalami benturan keras pada lutut yang mengenai dasbor kendaraan (Yanagawa et al., 2025).

Menurut Wang et al., (2018) tingkat keparahan cedera PCL dibagi menjadi 3 grade, diantaranya adalah: Grade I ditandai dengan pergeseran tibia ke arah posterior 0-5. Grade II menunjukkan adanya pergeseran posterior tibia 6-10 mm. iii. Grade III terjadi bila tibia mengalami pergeseran ke arah posterior lebih dari 10 mm.

PCL Reconstruction (PCLR) merupakan prosedur bedah yang dilakukan untuk menggantikan PCL yang cedera dengan menggunakan jaringan cangkok, dengan tujuan memulihkan kembali fungsi normal sendi lutut. Saat ini, tendon Achilles menjadi salah satu pilihan cangkok yang paling umum digunakan pada rekonstruksi cedera PCL (Hanifa et.al., 2024). Prosedur rekonstruksi PCLR umumnya dilakukan untuk mengurangi kelemahan pada bagian posterior lutut dengan harapan dapat memperbaiki aktivitas fungsional. Namun, hingga kini pemulihan stabilitas PCL secara normal masih belum dapat dicapai secara konsisten (Yuda et al., 2023).

Rehabilitasi cedera *post* PCLR pada fase 1 selama 0-6 minggu (Pache et al., 2018). Peran fisioterapi dalam kasus ini untuk mengurangi rasa nyeri dan edema, meningkatkan lingkup gerak sendi, kekuatan otot dan meningkatkan kemampuan fungsional (Yuda et al., 2023). Pendekatan fisioterapi berupa modalitas *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) dan terapi latihan.

NMES adalah suatu teknik yang dapat memicu kontraksi otot dengan cara menghasilkan kedutan melalui stimulasi listrik. Metode ini bekerja dengan mendepolarisasi neuron motorik pada terminal aksonnya. Kontraksi otot yang terjadi secara volunter ini, jika dipicu oleh NMES, cenderung lebih kuat dibandingkan dengan kontraksi volunter yang dihasilkan secara alami oleh otot. Akibatnya, jumlah unit motorik yang diaktifkan oleh otot menjadi lebih banyak (Bustam, 2023). Indikasi penggunaan NMES untuk membantu meningkatkan kekuatan otot dan kontraksi otot serta mengurangi terjadinya atrofi otot. Kontraindikasi NMES antara lain kejang yang tidak terkontrol, risiko pendarahan tinggi, alat pacu jantung, stimulator otak

dalam atau saraf vagal (Metzler et al., 2024).

Terapi latihan adalah gerakan tubuh, postur, dan aktivitas fisik yang dilakukan secara sistematis dan terencana untuk memperbaiki atau mencegah kelemahan fisik, meningkatkan dan memperbaiki aktivitas fungsional (Milenia & Rahman, 2021). Rehabilitasi post PCLR fase I (0-6 minggu) ditandai dengan latihan rentang gerak (ROM) baik aktif maupun pasif mulai gerakan fleksi dan ekstensi knee secara progresif. Pada fase ini, pencegahan terhadap hiperekstensi dan translasi posterior tibia sangat penting untuk melindungi jaringan cangkuk PCL yang sedang dalam proses penyembuhan agar tidak mengalami perenggangan (Pache et al., 2018). Terapi latihan post ACLR fase satu meliputi *patella mobilization, ankle pump, passive knee extension, passive active knee flexion, quadriceps set, 4-point straight leg raise, leg curl, ankle theraband, glute set*.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya oleh (Hanifa et al., 2024) yang berjudul "penatalaksanaan fisioterapi pada kasus pasca operasi PCL *sinistra*" menunjukkan hasil bahwa terapi latihan dapat mengurangi rasa nyeri, meningkatkan lingkup gerak sendi, dan mengurangi edema. Penelitian lain oleh (Kew et al., 2022) yang berjudul "*return to play after PCL injuries*" hasilnya menunjukkan bahwa terapi latihan efektif terhadap pemulihan stabilitas sendi lutut, fungsi sendi lutut, meningkatkan kekuatan otot dan keberhasilan kembali ke aktivitas olahraga, baik setelah penanganan konservatif maupun pasca operasi.

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dibahas, rumusan masalah pada laporan kasus ini adalah: bagaimana efektivitas kombinasi antara NMES dan terapi

latihan pada rehabilitasi fisioterapi kondisi post ACLR fase satu.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan *case report* yang dilakukan pada seorang pasien laki-laki berusia 28 tahun yang menjalani rehabilitasi fisioterapi pasca operasi *Posterior Cruciate Ligament Reconstruction* (PCLR) fase satu. Pasien operasi PCLR pada 2 Januari 2025 di RSUD Sosodoro Djatikusumo. Seminggu setelah post PCLR pada tanggal 9 Januari 2025 pasien mendapatkan rekomendasi dari dokter orthopedi untuk fisioterapi disalah satu klinik. Fokus rehabilitasi fisioterapi pada fase satu (minggu 0-6) pasca PCLR tujuan utamanya adalah mengurangi nyeri dan edema, mempertahankan dan meningkatkan lingkup gerak sendi dan kekuatan otot, mencegah atrofi otot serta mengembalikan aktivitas fungsionalnya.

Penelitian dimulai pada tanggal 9 Januari 2025 dan dilakukan sebanyak enam kali sesi dengan frekuensi dua kali per minggu. Pada saat datang pertama kali ke klinik, pasien terlihat menggunakan *kruk, knee brace, dan ankle foot orthosis*. Keluhan utama yang dirasakan adalah nyeri pada area lutut kiri, keterbatasan dalam menekuk lutut, serta adanya edema di sekitar sendi lutut. Nyeri berat dirasakan saat pasien beraktivitas yang melibatkan banyak menekuk lututnya dan nyeri berkurang ketika istirahat. Sebelum melakukan operasi PCLR, pasien juga melakukan rehabilitasi rutin di klinik fisioterapi untuk memelihara fungsi gerak tubuhnya.

Pemeriksaan fisioterapi dilakukan menggunakan beberapa instrumen untuk menilai kondisi objektif pasien, antara lain *Numeric Rating Scale* (NRS) untuk mengukur nyeri, pengukuran lingkaran segmen

lutut untuk menilai edema dengan *midline*, menilai *Range of Motion* (ROM) dengan *goniometer*, pemeriksaan kekuatan otot dengan *Manual Muscle Testing* (MMT), dan penilaian kemampuan fungsional ekstremitas bawah menggunakan *Lower Extremity Functional Scale* (LEFS). Beberapa instrument pengukuran diatas juga digunakan untuk mengevaluasi hasil intervensi dari awal hingga akhir pertemuan.

Rehabilitasi fisioterapi post PCLR fase satu yang diaplikasikan pada kasus ini terdiri dari dua jenis intervensi utama, yaitu pemberian modalitas berupa *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) dan terapi latihan aktif maupun pasif. NMES diberikan untuk merangsang kontraksi otot, terutama otot *quadriceps*, dengan parameter arus simetris 400 μ s dan frekuensi 50 Hz, yang diaplikasikan menggunakan elektroda permukaan di atas otot target. Tujuannya adalah untuk mempertahankan kekuatan otot tanpa memberi beban mekanis pada sendi.

Selain NMES, pemberian serangkaian latihan fungsional yang disesuaikan dengan kondisi pasca operasi sangat diperlukan. Terapi latihan tersebut meliputi *patella mobilization*, *ankle pump*, *passive knee extension*, *passive active knee flexion*, *quadriceps set*, *4-point straight leg raise*, *leg curl*, *ankle theraband*, *glute set*. Latihan dilakukan secara progresif dan dipantau ketat oleh fisioterapis untuk menghindari gerakan yang bisa menimbulkan stress berlebih pada ligamen yang baru direkonstruksi. Program latihan harus disesuaikan dengan toleransi nyeri dan kemampuan pasien secara bertahap untuk mencegah overuse

Sesi terapi dilakukan sebanyak enam kali yaitu pertemuan pertama (T1) sampai dengan pertemuan akhir (T6) dengan durasi terapi per sesi

sekitar 45-60 menit. Selama terapi berlangsung, sebagai fisioterapis melaksanakan manajemen fisioterapi dari awal *assessment*, intervensi, dan evaluasi diakhir. Penyesuaian terhadap respons pasien selama terapi sangat penting. Setiap perubahan yang positif terjadi selama terapi dicatat secara sistematis untuk dianalisis. Pentingnya pendekatan individual dan mencatat hasil terapi setiap pertemuan ini sangat membantu mengoptimalkan adanya efektivitas rehabilitasi fisioterapi yang diberikan dan memastikan keamanan selama proses pemulihan.

Data dari hasil instrument pengukuran dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai awal dan akhir dari setiap parameter. Penurunan nilai nyeri, peningkatan lingkup gerak, penguatan otot, serta perbaikan skor LEFS menjadi indikator keberhasilan intervensi. Seluruh prosedur terapi dilakukan sesuai standar praktik fisioterapi dan mengacu pada protokol latihan yang telah digunakan dalam penelitian terdahulu. Sebelum terapi dimulai, pasien diberikan penjelasan menyeluruh dan menandatangani *informed consent* sebagai bentuk persetujuan mengikuti program rehabilitasi.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian berupa *case report* dilakukan pada bulan Januari 2025 pada seorang laki-laki berusia 28 tahun dengan diagnosa *post PCL Reconstruction* (PCLR) fase satu. Rehabilitasi fisioterapi post PCLR fase satu yang diberikan berupa modalitas *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) dan terapi latihan berupa *patella mobilization*, *ankle pump*, *passive knee extension*, *passive active knee flexion*, *quadriceps set*, *4-point straight leg*

raise, ankle theraband, glute set, leg curl yang dilakukan selama 6 kali sesi fisioterapi. Evaluasi dilakukan sebelum dan sesudah terapi meliputi pengukuran intensitas nyeri, pengukuran oedema, lingkup gerak

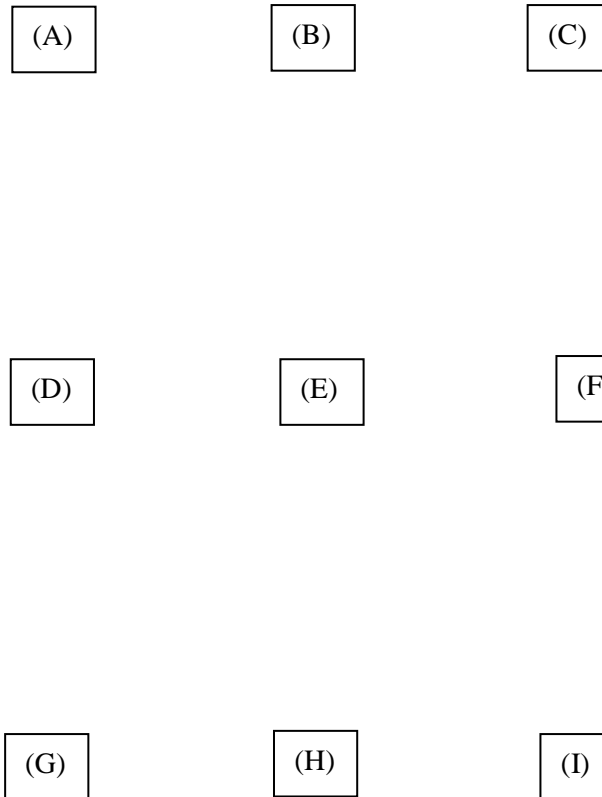
sendi, kekuatan otot, dan aktifitas fungsional menggunakan LEFS (*Lower Extremity Functional Scale*). Berikut ini beberapa contoh penatalaksanaan fisioterapi berupa NMES dan terapi latihan:



Gambar 1. Pelaksanaan NMES

Pengaplikasian modalitas berupa NMES menggunakan parameter arus simetris *symmetrical biphasic pulse* 400 μ s dan frekuensi

50 Hz, yang menggunakan elektroda dibagian otot target (*muscle quadriceps*) selama 20 menit.



Gambar 2. Pelaksanaan Terapi Latihan
(A) *Patella Mobilitation* (B) *Ankle Pump* (C) *Passive Knee Extension* (D)
Passive Active Knee Flexion (E) *Quadriceps Set* (F) *4-Point Straight Leg
Raise* (G) *Ankle Theraband* (H) *Glute Set* (I) *Leg Curl*

Pelaksanaan terapi latihan berupa *patella mobilitation* dilakukan kesegala arah (*medial, lateral, distal, proximal*) masing-masing 10 detik/arah diulang 3-5 set, *ankle pump* (*dorsofleksi dan plantarfleksi*) diulang 10x/set selama 5 set, *passive knee extension, passive active knee flexion, quadriceps set, glute set* ditahan 10 detik diulang 10x/set selama 3-5 set, *4-point straight leg raise* kearah (*fleksi, ekstensi, abduksi, adduksi hip*) ditahan 10

detik diulang 10x/arah selama 5 set, *ankle theraband* kearah (*dorsofleksi, plantarfleksi, inversi, dan eversion*) dan *leg curl* diulang 10x/set selama 3-5 set.

Setelah dilakukan 6 sesi fisioterapi dengan frekuensi dua kali per minggu pada pasien post PCLR fase satu dengan pendekatan rehabilitasi fisioterapi berupa kombinasi NMES dan terapi latihan, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Nyeri dengan NRS

Pemeriksaan	Nilai						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Nyeri Diam	5/10	4/10	3/10	3/10	2/10	2/10	1/10
Nyeri Gerak	8/10	7/10	6/10	6/10	4/10	4/10	3/10
Nyeri Tekan	6/10	5/10	4/10	4/10	3/10	3/10	2/10

Berdasarkan tabel 1 hasil pemeriksaan nyeri dengan NRS menunjukkan bahwa ada penurunan nyeri diam T1: 5/10 menjadi

1/10, nyeri gerak T1: 8/10 menjadi T6: 3/10, nyeri tekan T1: 6/10 menjadi T6: 2/10.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Lingkar Segmen

Posisi	T1	T2	T3	T4	T5	T6
15cm	42,5cm	42cm	42cm	42cm	44cm	43,5cm
10cm	48,5cm	46cm	45,2cm	44cm	43,5cm	42cm
5cm	45cm	45cm	43,5cm	43cm	44,9cm	45cm
Mid patella	44cm	44cm	43,5cm	42,5cm	42cm	41,5cm
5cm	39cm	38cm	34cm	35,7cm	36cm	36cm
10cm	35,5cm	35cm	32cm	33cm	32,9cm	33cm
15cm	34,5cm	33cm	31cm	31,8cm	31,3cm	31,5cm

Berdasarkan tabel 2 hasil pemeriksaan lingkaran segmen untuk mengetahui ada atau tidaknya edema pada lutut dari T1 sampai T6

mengalami penurunan edema yang diukur dari mid patella keatas dan kebawah dengan jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Lingkup Gerak Sendi (LGS) dengan *Goniometer*

Temu	Bidang sagittal		Bidang rotasi	
	Knee	Ankle	Knee	Ankle
T1	S. 5°-0°-10°	NT	NT	NT
T2	S. 0°-0°-30°	NT	NT	NT
T3	S. 0°-0°-60°	NT	NT	NT
T4	S. 0°-0°-70°	NT	NT	NT
T5	S. 0°-0°-80°	NT	NT	NT
T6	S. 0-0°-80°	NT	NT	NT

Berdasarkan tabel 3 hasil pemeriksaan lingkup gerak sendi dengan *goniometer* didapatkan adanya peningkatan LGS pada regio

knee bidang sagital gerakan fleksi dan ekstensi dilihat dari pertemuan pertama (T1) hingga pertemuan akhir (T6).

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Kekuatan Otot dengan *Manual Muscle Testing (MMT)*

Regio	Musle Group	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Knee	Fleksor	3-	3-	3	3+	4	4
	Ekstensor	3-	3+	3+	3+	3+	3+
Ankle	Dorso fllleksor	1	1	1	1	1	1
	Plantar fleksor	1	1	1	1	1	1
	Invertor	1	1	1	1	1	1
	Evertor	1	1	1	1	1	1

Dari hasil yang tertera pada tabel 4 hasil pemeriksaan kekuatan otot dengan MMT menunjukkan bahwa adanya peningkatan kekuatan

otot *fleksor knee sinisitra* dari T1: 3- menjadi T6: 4, sedangkan *ekstensor knee sinisitra* dari T1: 3- menjadi T6: 3+.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Aktifitas Fungsional dengan *Lower Extremity Functional Scale (LEFS)*

Parameter	Pre-Test (%)	Post-Test (%)	Pre-Test Category	Post-Test Category
LEFS Subscale	26,3%	43,8%	Sedang	Ringan

Menurut tabel 5 hasil pemeriksaan aktivitas fungsional dengan LEFS menunjukkan adanya

perubahan T1: 26,3% (kategori sedang) hingga T6: 43,8% (kategori ringan).

PEMBAHASAN

Rehabilitasi fisioterapi post PCLR fase satu dengan keluhan adanya nyeri dan edema, penurunan kekuatan otot dan lingkup gerak sendi, serta penurunan aktivitas fungsional lebih efektif dengan kombinasi intervensi *Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES)* dan terapi latihan. Intervensi dilaksanakan selama 6 sesi fisioterapi dengan frekuensi dua kali per minggu yang dinilai dari pertemuan pertama (T1) sampai dengan pertemuan akhir (T6) dengan durasi terapi per sesi sekitar 45-60 menit.

Hasil evaluasi adanya penurunan nyeri diam, tekan dan gerak dapat dilihat dari skor NRS pada tabel 1, hal ini menunjukkan bahwa intervensi yang diberikan

mampu mengurangi sensasi nyeri secara efektif. Hal ini dapat dikaitkan dengan penggunaan NMES yang membantu merangsang sistem saraf perifer untuk menghambat transmisi impuls nyeri dan menstimulasi kontraksi otot melalui getaran atau kedutan akibat impuls listrik. Stimulasi ini bekerja dengan cara mendepolarisasi neuron motorik dari ujung akson, sehingga mengirimkan impuls ke saraf yang memicu kontraksi otot. Proses ini juga menghasilkan relaksasi otot dan menyebabkan vasodilatasi pembuluh darah. Efek tersebut berkontribusi pada peningkatan daya tahan serta fleksibilitas otot, sehingga membantu memperbaiki pola gerakan tungkai dan meningkatkan performa fungsional. Dengan begitu,

persepsi nyeri pada pasien dapat berkurang (Bustam, 2023). Selain NMES, *patella mobilitation* juga mampu mengurangi nyeri lutut dan meningkatkan lingkup gerak sendi. Menurut Fuadi et al., (2024) mekanisme kerja dari *patella mobilitation* dalam mengurangi nyeri dengan cara menggerakkan patella sehingga dapat menurunkan rangsangan pada reseptor nosiseptif yang terdapat pada jaringan parut. Selain itu, nyeri menurun dengan cara meningkatkan pergerakan sendi *patelofemoral* dan memperbaiki distribusi tekanan pada sendi lutut. Gerakan pasif pada patela dapat menstimulasi mekanoreseptor yang menghambat sinyal nyeri melalui mekanisme *gate control*, serta meningkatkan aliran darah dan mengurangi ketegangan jaringan lunak. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Yuda et al., (2023) menunjukkan bahwa pemberian *patella mobilitation* pada pasien post *PCLR* dapat membantu menurunkan intensitas nyeri selama empat kali pertemuan. Hasil ini menunjukkan bahwa *patella mobilitation* berkontribusi dalam mengurangi nyeri, peningkatan pergerakan sendi, memperbaiki sirkulasi, serta mengurangi tekanan pada jaringan sekitar patella yang kaku.

Evaluasi adanya penurunan edema dilihat dari pengukuran lingkup segmen pada tabel 2. Hal ini yang menunjukkan bahwa penerapan latihan berupa *ankle pump* secara terstruktur terbukti efektif menurunkan edema pada lutut karena dapat menstimulasi kerja otot sebagai pompa. Menurut Armila Damayanti et al., (2024) gerakan *ankle pump* membantu mendorong kelebihan cairan dari jaringan seluler masuk ke dalam pembuluh darah, kemudian dialirkan kembali ke jantung, sehingga dapat memperlancar sirkulasi darah dan

mengurangi akumulasi cairan di tungkai bawah. Hal tersebut dibuktikan oleh penelitian Syafira et al., (2024) menunjukkan bahwa pemberian latihan *ankle pump* dalam program fisioterapi fase satu post *PCLR* berkontribusi terhadap penurunan edema area lutut yang mengalami rekonstruksi. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengukuran lingkup segmen lutut menggunakan antropometri yang menunjukkan penurunan ukuran lingkup pada beberapa titik di sekitar lutut kiri.

Hasil evaluasi peningkatan Lingkup Gerak Sendi (LGS) dilihat dari penilaian *goniometer* pada tabel 3 bidang sagital regio knee setelah 6 kali sesi fisioterapi. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian latihan berupa *passive knee extension*, *passive-active knee flexion* dan *patellar mobilization* dapat meningkatkan lingkup gerak sendi. Menurut Rahayu&Ismanda, (2021) *patellar mobilization* merupakan teknik terapi manual yang digunakan untuk mengurangi nyeri dan mengatasi keterbatasan lingkup gerak sendi akibat hambatan mekanis pada lutut. Dengan memfasilitasi pergerakan *gliding* patela ke arah distal pada femur ketika lutut melakukan *fleksi*, serta ke arah *proksimal* pada saat *ekstensi*. Dengan adanya mobilitas patela yang baik, pergerakan sendi *tibiofemoral* dapat berlangsung normal sehingga dapat meningkatkan lingkup gerak sendi serta membantu mengurangi nyeri. Selain itu pemberian *active* dan *passive exercise* dapat membantu meregangkan atau mengulur struktur yang mengalami pemendekan sehingga menjadi lebih relaks. Gerakan *active* berperan dalam meningkatkan lingkup gerak sendi melalui rangsangan *proprioseptif* yang terjadi akibat perubahan panjang otot saat kontraksi. Proses kontraksi tersebut juga mendorong

aliran darah ke jaringan, sehingga meningkatkan suplai nutrisi pada sendi, dengan demikian perlekatan jaringan dapat dicegah dan lingkup gerak sendi dapat mengalami peningkatan (Wahyono&Utomo, 2016). Temuan ini diperkuat oleh penelitian dari Lee et al., (2023) menunjukkan bahwa program terapi latihan rehabilitasi yang dipercepat selama 12 minggu secara terstruktur dan progresif mampu memberikan peningkatan yang signifikan pada LGS dan kekuatan otot setelah PCLR fase awal.

Evaluasi adanya peningkatan kekuatan otot *fleksor* dan *extensor knee sinistra* diukur dari *Manual Muscle Testing* (MMT) sesuai pada tabel 4 selama 6 kali sesi fisioterapi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian kombinasi NMES dan terapi latihan berupa *quadriceps sets*, *4-point straight leg raise*, *ankle theraband*, *glute set*, *leg curl* dapat meningkatkan kekuatan otot. Menurut Pratama&Williati, (2023) NMES adalah teknik stimulasi listrik yang menimbulkan kontraksi otot dengan menghantarkan impuls listrik melalui elektroda hingga mencapai otot. Impuls yang dihasilkan NMES meniru potensial aksi dari sistem saraf pusat (CNS), sehingga mampu memicu kontraksi otot. Penjelasan tersebut sejalan dengan penelitian oleh Li et al., (2025) menyimpulkan bahwa penggunaan NMES mampu meningkatkan kekuatan otot quadriceps secara lebih cepat dan lebih baik dibandingkan hanya latihan saja pada pasien post PCLR fase satu.

Peningkatan kekuatan otot dengan terapi latihan dalam hal ini sesuai dengan penjelasan Nugraha et al., (2004) pemberian terapi latihan memiliki prinsip mengaktifkan dan mengontraksikan otot sehingga dapat meningkatkan kekuatan otot ekstremitas bawah, terutama pada

area sekitar cedera. Aktivasi ini secara khusus berperan penting pada kelompok otot quadriceps yang sering menjadi penyebab ketidakstabilan fungsional pada sendi lutut. Latihan yang dilakukan secara teratur akan merangsang kerja otot dan meningkatkan proses metabolisme, sehingga aliran darah menjadi lebih lancar dan distribusi nutrisi ke jaringan tubuh, termasuk otot, menjadi optimal. Pemenuhan kebutuhan energi ini akan mendukung pemulihan dan meningkatkan kekuatan otot di sekitar sendi lutut. Sejalan dengan penelitian oleh (Kew et al., 2022) yang menyimpulkan bahwa latihan penguatan otot *quadriceps* secara bertahap dan ditingkatkan toleransi pasien sangat penting dalam fase awal rehabilitasi pasca cedera atau PCLR karena berperan besar dalam menjaga stabilitas sendi lutut, mencegah kelemahan otot, dan membantu pasien kembali ke aktivitas fungsional dan olahraga.

Hasil evaluasi peningkatan aktivitas fungsional dengan *Lower Extremity Functional Scale* (LEFS) menunjukkan adanya perubahan dari ketergantungan sedang ke ringan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengaplikasian terapi latihan selama 6 kali sesi fisioterapi mampu memberikan perubahan positif pada aktivitas fungsionalnya. Berdasarkan penelitian oleh Wurgani & Wibisono (2024) pemberian latihan latihan seperti *quadriceps setting*, *hamstring setting*, *SLR*, *heel slide*, *ankle pumping*, dan *bridging exercise* mampu meningkatkan skor LEFS dari 41 menjadi 47 hanya dalam empat sesi terapi. Penelitian lain oleh Nisa et al. (2024) menyimpulkan bahwa peningkatan skor LEFS dari 0 menjadi 57 menunjukkan adanya kemajuan signifikan kemampuan fungsional setelah diberikan latihan *passive-active knee flexion*, *knee extension*,

quadriceps set, dan *ankle pump* mendukung peningkatan stabilitas lutut dan kemandirian fungsional. Peningkatan aktivitas fungsional dapat terjadi karena berkurangnya nyeri dan edema, peningkatan LGS dan kekuatan otot.

Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa pendekatan kombinasi antara NMES dan terapi latihan aktif maupun pasif mampu memberikan hasil yang optimal pada rehabilitasi post PCLR. Pelaksanaan intervensi fisioterapi dilakukan dengan beberapa pertimbangan prinsip-prinsip keamanan dan progresivitas yang disesuaikan dengan kondisi pasien. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan NMES selama fase awal rehabilitasi dapat membantu mempertahankan kekuatan otot dan mengurangi atrofi otot selama imobilisasi. Selain itu, latihan yang terstruktur mampu mempertahankan fungsi sendi dan mempercepat pemulihan ROM.

Kombinasi intervensi ini juga memperlihatkan bahwa pentingnya keterlibatan fisioterapis dalam melakukan modifikasi program latihan sesuai kondisi klinis pasien. Pendekatan secara individual memungkinkan penyesuaian terapi yang lebih tepat, sehingga mengurangi risiko komplikasi pasca operasi. Namun demikian, keterbatasan studi ini adalah fokus hanya pada satu pasien, sehingga hasil belum dapat digeneralisasi. Penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel yang lebih besar diperlukan untuk menguatkan temuan ini. Keseluruhan proses terapi menunjukkan bahwa kombinasi NMES dan latihan terapi dapat dijadikan protokol awal yang efektif dalam penanganan pasien post operasi PCL, terutama pada fase satu rehabilitasi.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan setelah dilakukan sesi fisioterapi sebanyak enam kali pada pasien atas nama Tn. A usia 28 tahun dengan diagnosa *Post PCL Recontruction* fase satu dengan menggunakan modalitas NMES dan terapi latihan (*patella mobilitation, ankle pump, passive knee extension, passive active knee flexion, quadriceps set, 4-point straight leg Raise, ankle theraband, glute set, leg curl*) didapatkan hasil berupa adanya penurunan nyeri yang diukur menggunakan skor NRS, edema berkurang diukur dengan pengukuran lingkaran segmen, peningkatan lingkup gerak sendi dengan *goniometer*, kekuatan otot meningkat dengan pengukuran MMT serta peningkatan aktifitas fungsional menggunakan pengukuran LEFS.

DAFTAR PUSTAKA

- Armila Damayanti, Resti Yulianti Sutrisno, & Purnomo Widiyanto. (2024). Pengaruh Penerapan Terapi Ankle Pump Exercise Dengan Elevasi Kaki 30° Terhadap Edema Kaki Pada Pasien Gagal Ginjal Kronik Yang Menjalani Hemodialisa. *Corona: Jurnal Ilmu Kesehatan Umum, Psikolog, Keperawatan Dan Kebidanan*, 2(2), 171-179. <https://doi.org/10.61132/Corona.V2i2.413>
- Arum, A., & Wurgani, M. (2024). Terapi Latihan Pada Fase Satu Pasca Operasi Rekonstruksi Ruptur Anterior Cruciate Ligamentum Sinistra. *Jurnal Fisioterapi Terapan Indonesia*, 3(1). <https://doi.org/10.7454/Jfti.V3i1.1096>
- Bustam, I. G. (2023). Pengaruh Nmes Dan Treadmill Exercise Terhadap Lower Extremity

- Functional Pada Kondisi Post Operasi Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament. *Fisio Mu: Physiotherapy Evidences*, 4(1), 51-56.
<https://doi.org/10.23917/fisio.mu.v4i1.21024>
- Fuadi, D.F., Anggriany, H.Y., Saputra, A.W., & Lubis, M.Y. (2024). Penatalaksanaan Fisioterapi Pada Post-Op Rekonstruksi Acl Dextra Dengan Patellar Mobilization Dan Terapi Latihan Di Persija Jakarta. *Indonesian Journal Of Health Science*, 4(5), 535-545
- Hanifa, M. F., Herawati, I., & Mardianto, H. (2024). Penatalaksanaan Fisioterapi Pada Kasus Pasca Operasi Pcl Sinistra. *Journal Of Innovation Research And Knowledge*, 3(9), 1945-1950.
- Kew, M. E., Cavanaugh, J. T., Elnemer, W. G., & Marx, R. G. (2022). Return To Play After Posterior Cruciate Ligament Injuries. *Current Reviews In Musculoskeletal Medicine*, 15(6), 606-615.
<https://doi.org/10.1007/s12178-022-09794-z>
- Lee, S. J., Kim, J. Y., & Sim, Y. J. (2023). Effects Of Accelerated Rehabilitation Exercise On Quadriceps Femoris And Postural Stability After Anterior Versus Posterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal Of Exercise Rehabilitation*, 19(5), 293-298.
<https://doi.org/10.12965/jer.2346378.189>
- Li, Z., Jin, L., Chen, Z., Shang, Z., Geng, Y., Tian, S., & Dong, J. (2025). Effects Of Neuromuscular Electrical Stimulation On Quadriceps Femoris Muscle Strength And Knee Joint Function In Patients After Acl Surgery: A Systematic Review And Meta-Analysis Of Randomized Controlled Trials. *Orthopaedic Journal Of Sports Medicine*, 13(1), 1-11.
<https://doi.org/10.1177/23259671241275071>
- Metzler, M. J., Blaufuss, M., Dean, S., Levy, T. J., & Duff, S. V. (2024). Neuromuscular Electrical Stimulation For Children With Stroke. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 105(1), 191-195.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.01.029>
- Milenia, S., & Rahman, I. (2021). Penatalaksanaan Fisioterapi Pada Kasus Osteoarthritis Genu Bilateral Dengan Menggunakan Modalitas Tens, Swd Dan Quadriceps Setting Di Rsu Pindad Kota Bandung. *Journal Of Health Science And Physiotherapy*, 3(3), 125-131.
- Nugraha, R., Nurhalim, L. I., & Ramli, R. W. (2024). Pemanfaatan Virtual Reality Exergaming Dalam Meningkatkan Kekuatan Otot Pasca Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament. *Jurnal Penelitian Kesehatan" Suara Forikes"(Journal Of Health Research" Forikes Voice")*, 15(3), 556-561.
- Pache, S., Aman, Z. S., Kennedy, M., Nakama, G. Y., Moatshe, G., Ziegler, C., & Laprade, R. F. (2018). Posterior Cruciate Ligament: Current Concepts Review. *Archives Of Bone And Joint Surgery*, 6(1), 8
- Pratama, A. D., & Williati, E. (2023). Efektivitas Neuromuscular Electrical Stimulation Pada Penderita Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Untuk Meningkatkan Kekuatan Otot: Studi Literatur. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 5(2).

- <https://doi.org/10.7454/jsht.v5i2.1097>
- Rahayu, S. N. I., & Ismanda, S. N. (2021). Penatalaksanaan Fisioterapi Pada Meniskus Knee Dekstra Dengan Modalitas Ultrasound Dan Terapi Latihan. *Program Diii Fisioterapi, Politeknik Piksi Ganesha*, 2(4), 361-367.
- Syafira, K., Fatmarizka, T., & Mardianto, H. (2024). *Manajemen Fisioterapi Pada Post Rekonstruksi Pcl Fase 1 : Case Report*. 552-556.
- Vaquero-Picado, A., & Rodríguez-Merchán, E. C. (2017). Isolated Posterior Cruciate Ligament Tears: An Update Of Management. *Efort Open Reviews*, 2(4), 89-96. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.2.160009>
- Wahyono, Y., & Utomo, B. (2016). Efek Pemberian Latihan Hold Relax Dan Penguluran Pasif Otot Kuadrisep Terhadap Peningkatan Lingkup Gerak Fleksi Sendi Lutut Dan Penurunan Nyeri Pada Pasien Pasca Orif Karena Fraktur Femur 1/3 Bawah Dan Tibia 1/3 Atas. *Interest: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 5(1).
- Wang, D., Graziano, J., Williams, R. J., & Jones, K. J. (2018). Nonoperative Treatment Of Pcl Injuries: Goals Of Rehabilitation And The Natural History Of Conservative Care. *Current Reviews In Musculoskeletal Medicine*, 11(2), 290-297. <https://doi.org/10.1007/s12178-018-9487-y>
- Wurgani, A. A. M., & Wibisono, I. (2024). Terapi Latihan Pada Fase Satu Pasca Operasi Rekonstruksi Ruptur Anterior Cruciate Ligamentum Sinistra. *Jurnal Fisioterapi Terapan Indonesia*, 3(1), 2.
- Yanagawa, Y., Nagasawa, H., Taniguchi, H., & Mogami, A. (2025). Gluteal Degloving Injury: A Form Of Dashboard Injury. *Journal Of Emergencies, Trauma And Shock*, 18(1), 43-44. https://doi.org/10.4103/jets.jets_119_24
- Yuda, W. K., Widodo, A., & Zhena, D. (2023, April). Menejemen Fisioterapi Dengan Terapi Latihan Pada Kasus Pasca Operasi Posterior Crutiate Ligamen Setelah Immobilisasi Selama 1 Bulan. In *Seminar Nasional Lppm Ummat* (Vol. 2, Pp. 725-735).