**PENGARUH LATIHAN PENGUATAN OTOT KONSENTRIK DAN EKSENTRIK TERHADAP NYERI DAN KEMAMPUAN FUNGSIONAL PADA OSTEOARTHRITIS LUTUT**

**1** Friskiani Yulis Esra

2Joudy Gessal, 2Elfrida Marpaung

1PPDS-1 Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

2Spesialis Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado

Email : friskiani87@gmail.com

***ABSTRACT***

**Background**: Osteoarthritis (OA) is a degenerative joint disease that can involve all joint tissues. OA is the most common type of arthritis and it is a major cause of chronic musculoskeletal pain, especially in elderly individuals. Muscle strength is strongly suspected to play a role in the pathogenesis of the knee. Research shows muscle imbalance and muscle weakness around the knee joint with decreased functional ability and pain and the risk of falling.

**Objective**: Analyzing the effect of concentric and eccentric muscle strengthening exercises on pain and functional ability in knee osteoarthritis. Knowing the decrease in pain after being given concentric and eccentric muscle strengthening exercises in knee osteoarthritis

**Methods**: This research is an experimental study with a pretest-posttest group design. The research was conducted at the Medical Rehabilitation Installation of Prof. RSUP. Dr. R. D. Kandou Manado.. The study was conducted in February 2021 – April 2021. The research subjects were new knee OA patients who met the inclusion criteria. The method of selecting subjects was by consecutive sampling, ie all subjects who came and met the inclusion criteria were included in the study until the required number of subjects was met.

**Results**: The results of the Wilcoxon Signed Ranks test in Table 10 show that there is a very significant difference between the median values ​​before and after concentric and eccentric muscle strengthening exercises on functional ability (Z = -4.137 with p value < 0.001). If at the beginning (before given the exercise) the median value of functional ability = 9.50 then after exercise the median value of functional ability = 17.00. So there was a very significant increase in post-exercise functional ability. Graphically the increase in functional ability before and after exercise can be seen

**Conclusion**: Concentric and eccentric muscle strengthening exercises can reduce pain in patients with knee osteoarthritis and improve functional abilities in patients with knee osteoarthritis.

**Keywords**: osteoarthritis, pain, exercise, degenerative

**ABSTRAK**

**Latar Belakang**: Osteoartritis (OA) adalah penyakit degeneratif sendi yang dapat melibatkan semua jaringan sendi. OA merupakan tipe penyakit paling umum dari artritis dan ini adalah penyebab utama nyeri muskuloskeletal kronis terutama pada individu lanjut usia. Kekuatan otot diduga kuat berperan dalam patogenesis lutut. Penelitian menunjukkan adanya ketidakseimbangan otot dan kelemahan otot sekitar sendi lutut dengan penurunan kemampuan fungsional dan rasa nyeri dan risiko jatuh.

**Tujuan**: Menganalisis pengaruh latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik terhadap nyeri dan kemampuan fungsional pada osteoartritis lutut. Mengetahui penurunan nyeri sesudah diberikan latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik pada osteoartritis lutut.

**Metode**: Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental dengan *pretest-posttest group design*. Penelitian dilakukan di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado.. Penelitian dilakukan bulan Februari 2021 – April 2021. Subjek penelitian adalah penderita OA lutut yang baru yang memenuhi kriteria inklusi. Cara pemilihan subjek adalah dengan *consecutive sampling*, yaitu semua subjek yang datang dan memenuhi kriteria inklusi dimasukkan dalam penelitian sampai jumlah subjek yang diperlukan terpenuhi.

**Hasil**: Hasil uji Wilcoxon Signed Ranks pada Tabel 10 menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat bermakna antara nilai median sebelum dan sesudah latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik terhadap kemampuan fungsional (Z = -4,137 dengan nilai p < 0,001). Jika pada awal (sebelum diberi latihan) nilai median kemampuan fungsional = 9,50 maka sesudah latihan nilai median kemampuan fungsional = 17,00. Jadi terjadi peningkatan yang sangat bermakna kemampuan fungsional pascalatihan. Secara grafik peningkatan kemampuan fungsional sebelum dan sesudah latihan dapat dilihat

**Kesimpulan**: Latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik dapat menurunkan nyeri pada penderita osteoartritis lutut dan meningkatkan kemampuan fungsional penderita osteoartritis lutut.

**Kata kunci:** osteoarthritis, nyeri, latihan, degeneratif

**PENDAHULUAN**

Osteoartritis (OA) adalah penyakit degeneratif sendi yang dapat melibatkan semua jaringan sendi. OA merupakan tipe penyakit paling umum dari artritis dan menjadi penyebab utama nyeri muskuloskeletal kronis terutama pada individu lanjut usia. Osteoartritis lutut menyebabkan penurunan fungsi individu karena nyeri artikular, kekakuan, dan pembatasan gerakan.1 Osteoartritis lutut merupakan suatu penyakit sendi degeneratif kronis non-erosif, yang diawali dengan kerusakan kartilago tulang yang menyusun sendi lutut; yang ditandai dengan adanya degradasi dan hilangnya tulang rawan artikular, perubahan tulang hipertrofik dengan pembentukan osteofit, sklerosis, dan inflamasi dari membran sinovial.2,3

Penyakit OA meningkat seiring dengan meningkatnya populasi usia (> 65 tahun) dimana sekitar 50% didiagnosis menderita artritis dan 44% memiliki keterbatasan dalam aktivitas kehidupan sehari hari dan sekitar 13% wanita dan 10% pria mengalami OA lutut simtomatik. Pada populasi di negara berkembang, disabilitas sedang hingga berat akibat OA mencapai 10% dan pada populasi dunia disabilitas akibat OA mencapai 43.4%.1,2

Di Indonesia prevalensi OA lutut adalah 5% pada usia < 40 tahun, 30% pada usia 40-60 tahun dan 65% pada usia > 60 tahun.4,5 Di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado kunjungan baru pasien OA selama 2 tahun terakhir menempati peringkat ketiga dari 10 penyakit terbanyak. Selama tahun 2017, OA menduduki peringkat pertama dari sepuluh penyakit terbanyak sebanyak 3.162 kasus, tahun 2018 menduduki peringkat ketiga yaitu 1.397 kasus dan tahun 2019 OA masih menempati urutan ketiga dengan 1.773 kasus.6

Kekuatan otot diduga kuat berperan dalam patogenesis lutut. Penelitian menunjukkan adanya ketidakseimbangan otot dan kelemahan otot sekitar sendi lutut dengan penurunan kemampuan fungsional dan rasa nyeri dan risiko jatuh.7,8 Studi yang dilakukan Slemenda dkk membuktikan bahwa penderita OA memiliki kekuatan otot 25% lebih lemah dibanding individu normal.9 Studi oleh Peterson dkk menyebutkan salah satu mekanisme kelemahan otot kuadriseps pada OA lutut adalah penurunan output neuromotor dikarenakan adanya cedera sendi kronis sehingga berefek pada penurunan aktivitas otot kuadriseps.10 Hal ini didukung oleh Pietrosimone dkk yang membuktikan bahwa terdapat penurunan aktivitas volunter otot kuadriseps pada penderita OA lutut dibandingkan dengan subjek tanpa OA lutut.11

Nyeri merupakan keluhan yang paling sering ditemukan pada individu dengan OA dan merupakan penyebab utama terjadinya disabilitas. Penilaian nyeri umumnya menggunakan Numeric Pain Rating Scale karena memiliki sifat psikometri yang baik, valid pada OA lutut dan memiliki respon sedang hingga besar pada pengobatan.3,12,13 Kesulitan dalam melakukan aktivitas sehari-hari, keterbatasan fungsional, penurunan kualitas hidup merupakan dampak yang paling sering ditimbulkan akibat OA. Penilaian kemampuan fungsional dapat menggunakan uji 30 *Second Sit to Stand* yang memiliki validitas kuat dan reliabilitas yang baik pada individu dengan OA lutut. *Osteoarthritis Research Society International* (OARSI) merekomendasikan 30 Second Sit to Stand sebagai set inti minimal untuk menilai kemampuan fungsional pada OA lutut.2,12

Tujuan utama penatalaksanaan penderita OA adalah mengurangi nyeri, mempertahankan atau meningkatkan status fungsional dan mengurangi kemungkinan terjadinya deformitas dan instabilitas lutut.2,12 Meta-analisis menunjukkan bahwa latihan penguatan secara umum dapat berpengaruh positif sebagai pereda nyeri dan perbaikan kemampuan fungsional dan hal ini cenderung dikaitkan dengan tingkat fungsional yang lebih tinggi. Latihan penguatan akan meningkatkan pula jumlah rekrutmen motor unit sehingga terjadi peningkatan kekuatan otot.14,15,16

Dari perspektif mekanistik, latihan penguatan melibatkan gerakan otot konsentrik dan eksentrik. Otot kuadriseps femoris dan hamstring harus berkontraksi secara bersamaan dengan berkontraksi secara konsentrik dan eksentrik selama aktivitas fungsional. Penguatan otot hamstring selain penguatan otot kuadriseps femoris terbukti bermanfaat untuk penurunan nyeri lutut dan penurunan keterbatasan kemampuan fungsional individu dengan OA lutut. 14,17

Kombinasi gerakan otot konsentrik dan eksentrik terbukti dalam tugas kehidupan sehari-hari. Karenanya, disarankan untuk memasukkan jenis latihan penguatan konsentrik dan eksentrik untuk meningkatkan kekuatan otot, tenaga, atau daya tahan dan untuk memenuhi kebutuhan fungsional.14,17

Penelitian yang dilakukan oleh Vincent dkk menunjukkan bahwa latihan penguatan yang terfokus secara konsentrik lebih efektif mengurangi keparahan nyeri saat berjalan.14 Menurut Hakan dkk latihan konsentrik dan eksentrik dapat mengurangi gejala pada individu dengan OA lutut yang berusia lanjut.18 Penelitian yang dilakukan oleh Min dkk mengatakan gabungan konsentrik dan eksentrik meminimalkan hilangnya kekuatan otot kuadriseps.19 Menurut Yoshihiro dkk latihan eksentrik lebih efektif meningkatkan kekuatan otot tungkai bawah.20 Penelitian yang dilakukan Paul dkk menunjukkan latihan konsentrik eksentrik memiliki efek dalam mengurangi risiko jatuh.21

Berdasarkan hasil penelitian seperti yang diuraikan di atas, peneliti tertarik untuk mengetahui pengaruh latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik terhadap nyeri dan kemampuan fungsional pada OA lutut di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado yang di ukur dengan *Numeric Pain Rating Scale* (NPRS) dan 30 *Second Sit to Stand.*

**METODE PENELITIAN**

**Rancangan Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian experimental dengan *pretest-posttest group design* untuk mengevaluasi penguatan otot konsentrik dan eksentrik pralatihan dan pascalatihan. Penelitian dilakukan di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado selama bulan Februari – April 2021.

Pemilihan subjek dilakukan dengan *consecutive sampling* dengan kriteria inklusi sebagai berikut : laki-laki / perempuan berusia 45-65 tahun, terdiagnosis OA lutut berdasarkan kriteria klasifikasi *American College of Rheumatology*, OA unilateral derajat II-II berdasarkan kriteria *Kellgren Lawrence*, skala nyeri ≥ 4 dan ≤ 6 berdasarkan NPRS, dapat memahami dan mengikuti petunjuk pemeriksaan yang diberikan, tidak sedang mendapat tindakan rehabilitasi medik pada saat penelitian dilakukan, dan bersedia mengikuti penelitian serta menandatangani *informed consent*. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah pasien dengan penyakit sendi lutut lainnya selain OA, gangguan musculoskeletal, memiliki riwayat *total knee arthroplasty,* memiliki penyakit sistemik penyerta berat (gagal jantung kongestif, hipertensi stadium II, hipertensi tidak terkontrol, diabetes melitus tidak terkontrol), memiliki kelainan neuromuskular, pengobatan terapi farmakologis atau nonfarmakologis lainnya selama 2 minggu terakhir (kecuali paracetamol untuk terapi nyeri lain selain nyeri lutut), dan menolak berpartisipasi dalam penelitian. Kriteria *drop-out* apabila penderita tidak mengikuti program penelitian secara lengkap dan tidak mematuhi jadwal latihan dua kali berturut-turut, nyeri lutut bertambah berat (NPRS bertambah ≥ 2) atau tidak dapat ditolerir selama sesi latihan, memutuskan tidak ingin melanjutkan partisipasinya dalam penelitian, dan tidak datang saat penilaian awal dan akhir penelitian.

**Definisi Operasional**

Beberapa definisi operasional yang perlu diketahui, yaitu :

1. Osteoartritis lutut adalah penderita yang sesuai dengan kriteria OA lutut ACR berdasarkan klinis dan radiologis yaitu : nyeri lutut, umur > 50 tahun, kaku sendi < 30 menit di pagi hari, krepitasi pada pemeriksaan fisik, dan osteofit pada gambaran radiologi, atau cairan sendi yang khas OA dari pemeriksaan laboratorium.
2. Derajat OA lutut adalah derajat beratnya OA yang didasarkan pada Kriteria Kellgren Lawrence, yaitu :
3. Derajat 0 : tidak didapatkan gambaran OA.
4. Derajat 1 : penyempitan celah sendi yang meragukan dan kemungkinan adanya osteofit.
5. Derajat 2 : adanya osteofit dan kemungkinan terjadi penyempitan celah sendi.
6. Derajat 3 : osteofit multipel, penyempitan celah sendi dan kemungkinan adanya proses sklerosis tulang dan kemungkinan adanya deformitas.
7. Derajat 4 : osteofit besar, penyempitan celah sendi, proses sklerosis berat dan adanya deformitas sendi yang pasti.
8. Radiografi OA lutut diperoleh dari radiografi polos dengan posisi berdiri anteroposterior (weight bearing) dan lateral. Radiografi baru atau hasil radiografi 6 bulan terakhir.
9. OA lutut unilateral adalah OA pada salah satu lutut.
10. Skala nyeri diukur dengan NPRS, yaitu garis lurus yang ditandai dengan 11 angka dengan jarak yang sama, dengan angka dari 0 – 10, dimana 0 adalah tidak nyeri sama sekali dan 10 adalah nyeri yang paling berat yang dapat dibayangkan pasien. Pasien diminta untuk menunjuk angka berapa yang menggambarkan nyeri yang dirasakan.

Nilai 1 – 3 = nyeri ringan

Nilai 4 – 6 = nyeri sedang

Nilai 7 – 10 = nyeri berat

1. Latihan penguatan konsentrik adalah latihan penguatan dengan gerakan otot yang memendek pada luas gerak sendi dengan melawan beban atau tahanan.
2. Latihan penguatan eksentrik adalah latihan penguatan dengan gerakan otot yang memanjang pada luas gerak sendi dengan melawan beban atau tahanan.
3. Kemampuan fungsional diukur dengan menggunakan uji *30 Second Sit to Stand* : tes yang bertujuan untuk menilai kekuatan anggota gerak tubuh bagian bawah. Jumlah maksimum pengulangan berdiri dari kursi yang dapat dilakukan dalam periode 30 detik dinilai dalam tes ini. Dari posisi duduk, peserta berdiri sepenuhnya sehingga pinggul dan lutut ekstensi sepenuhnya, kemudian sepenuhnya kembali ke bawah, sehingga bagian bawah menyentuh kursi sepenuhnya.
4. Berat badan diukur dengan timbangan badan dan dicatat dalam satuan kilogram (kg). Pasien menggunakan pakaian tipis saat pengukuran berat badan dan melepaskan alas kaki yang digunakan; tinggi badan diukur dengan menggunakan meteran dan dicatat dalam satuan sentimeter (cm).
5. Indeks Massa Tubuh ( IMT ) dihitung dengan rumus berat badan dalam kg dibagi kuadrat tinggi badan dalam meter. Interpretasi IMT adalah :

< 18.5 = berat badan kurang

18.5 – 24.9 = berat badan normal

25.0 – 29.9 = berat badan lebih

> 30.0 = obesitas

1. Tekanan darah diukur dengan menggunakan tensimeter air raksa merk One Med dan dicatat dalam milimeter air raksa ( mmHg ).
2. OA pada sendi lain selain lutut adalah OA yang terjadi pada tempat-tempat lain selain sendi lutut, antara lain di tulang belakang, jari-jari tangan, pergelangan tangan, bahu, panggul, dan pergelangan kaki.
3. Terapi farmakologis adalah terapi obat – obatan yang dapat mempengaruhi derajat nyeri dalam 2 minggu terakhir, termasuk, OAINS oral/parenteral, opioid, injeksi asam hialuronat, injeksi kortikosteroid atau penggunaan kortikosteroid oral (paracetamol dapat dikecualikan untuk terapi nyeri selain nyeri karena OA lutut).
4. Terapi nonfarmakologis adalah terapi lain selain obat – obatan yang diberikan dalam 2 minggu terakhir, termasuk terapi diatermi, stimulasi listrik.
5. Gangguan muskuloskeletal adalah kondisi-kondisi yang melibatkan gangguan pada tendon, otot, dan struktur pendukung tubuh lainnya (amputasi ekstremitas bawah, kontraktur sendi ekstremitas bawah, radang sendi akut ekstremitas bawah) yang diketahui berdasarkan anamnesis dan pemeriksaan fisik.
6. Total knee arthroplasty adalah prosedur bedah untuk mengganti permukaan yang menahan beban pada sendi lutut untuk mengurangi rasa nyeri dan kecacatan yang diketahui berdasarkan anamnesis dan pemeriksaan fisik dan penunjang.
7. Gagal jantung kongestif yang termasuk dalam kategori New York Heart Association (NYHA) III pasien dengan penyakit jantung yang terdapat pembatasan aktivitas fisik, merasa nyaman saat istirahat, aktivitas fisik ringan menyebabkan kelelahan, palpitasi, dispnea atau nyeri angina, dan pasien dengan penyakit jantung yang mengakibatkan ketidakmampuan untuk melakukan aktivitas fisik apapun tanpa ketidaknyamanan. Gagal jantung kongestif NYHA IV adalah gejala gagal jantung dapat muncul bahkan pada saat istirahat dan keluhan meningkat saat melakukan aktivitas. Penyakit sistemik penyerta ini didapatkan dari anamnesis, pemeriksaan fisik dan jika hasil meragukan akan dikonsulkan ke bagian SMF di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado, yang sesuai dengan kasus yang dialami penderita.
8. Hipertensi stadium II didapat pada pengukuran tekanan darah dengan alat tensimeter dengan sistolik ≥160 mmHg dan diastolik ≥100 mmHg. Hipertensi tidak terkontrol didefinisikan sebagai keadaan ukuran tekanan darah sistolik ≥140 mmHg dan tekanan darah diastolik ≥90 mmHg berdasarkan rata-rata tiga kali pengukuran pada penderita hipertensi dan dengan atau tanpa pengobatan antihipertensi. Penyakit sistemik penyerta ini didapatkan dari anamnesis, pemeriksaan fisik dan jika hasil meragukan akan dikonsulkan ke bagian SMF di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado, yang sesuai dengan kasus yang dialami penderita.
9. Kelainan neuromuskular adalah gangguan sistem motorik dan sensorik yang ditimbulkan oleh gangguan pada sistem saraf pusat (otak dan medula spinalis) atau saraf perifer atau penyakit otot yang diketahui berdasarkan anamnesis dan pemeriksaan fisik.
10. 1RM adalah beban terbesar yang dapat digerakkan oleh otot atau sekumpulan otot melalui lingkup gerak sendi penuh yang diukur dalam satuan kilogram (kg).

**Protokol Penelitian**

1. Semua pasien datang ke Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado dengan nyeri lutut.

2. Dilakukan anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang, pasien yang memenuhi kriteria diagnosis OA lutut unilateral akan diseleksi.

3. Pasien yang memenuhi kriteria inklusi diberikan penjelasan penelitian serta cara melakukan latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik sampai subjek mengerti. Bila bersedia, pasien diminta untuk menandatangani lembar persetujuan penelitian dan diikutsertakan dalam penelitian.

4. Sebelum dan sesudah latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik dilakukan pemeriksaan tekanan darah dengan menggunakan tensimeter serta pengukuran denyut jantung menggunakan pulse oximeter.

5. Dilakukan pengisian skala nyeri NPRS, dan dilakukan uji 30 *Second Sit to Stand* pada setiap subjek penelitian untuk memperoleh data awal.

6. Untuk pengukuran uji 30 *Second Sit to Stand* :

1. Dari posisi duduk, peserta berdiri sepenuhnya sehingga pinggul dan lutut ekstensu sepenuhnya, kemudian sepenuhnya kembali ke bawah, sehingga bagian bawah menyentuh kursi sepenuhnya. Hal ini diulang selama 30 detik.
2. Kursi yang sama harus digunakan untuk pengujian ulang pada lokasi.
3. Pada sinyal untuk memulai, mulai stop watch. Hitung jumlah total duduk ke kursi (atas dan bawah sama dengan satu dudukan) yang diselesaikan dalam 30 detik. Jika duduk ke berdiri penuh telah diselesaikan pada 30 detik (yaitu berdiri tegak penuh atau dalam perjalanan ke posisi duduk), maka stand terakhir ini dihitung secara total.
4. Peserta dapat berhenti dan beristirahat jika lelah. Waktu terus berjalan.

7. Penilaian kekuatan otot subjek pada hari pertama untuk menentukan kekuatan 1RM dan dilakukan perhitungan dosis latihan dengan ketentuan 60% dari 1RM.

8. Program latihan mencakup :

- Pemanasan, dilakukan dengan berjalan selama 5 menit dan peregangan otot ekstensor dan fleksor sendi lutut selama 30 detik sebanyak dua kali repetisi untuk setiap kelompok otot.

- Latihan inti terdiri dari :

• Posisi subjek duduk di kursi dengan kedua tangan berpegangan pada sisi kursi sebagai penyangga dan posisi fleksi hip dan lutut masing-masing 90°, beban sebesar 60% dari 1RM dipasangkan di pergelangan kaki. Saat diberikan instruksi “angkat”, dilakukan gerakan konsentrik (ekstensi lutut) dari posisi fleksi lutut 90° hingga 0° tanpa menggerakan paha, diberikan instruksi “turun” dilanjutkan gerakan eksentrik (fleksi lutut) kembali hingga 90°.

• Posisi berdiri tegak di belakang kursi dengan kedua tangan memegang sandaran kursi pada posisi ekstensi hip dan lutut masing-masing 0°, beban sebesar 60% dari 1RM dipasangkan di pergelangan kaki. Saat diberikan instruksi “angkat”, dilakukan gerakan konsentrik (fleksi lutut) dari posisi ekstensi lutut 0° hingga fleksi sedapat mungkin mendekati bokong dengan tetap menjaga tungkai atas tegak lurus dengan lantai, diberikan instruksi “turun” dilanjutkan eksentrik (ekstensi lutut) kembali hingga 0°.

• Posisi berdiri tegak di depan dinding pada posisi ekstensi hip dan lutut masing-masing 0°, pindahkan kedua kaki ke depan dari dinding dan jarak antar kedua kaki selebar panggul, beban dipasangkan di pergelangan kaki. Dari posisi ekstensi hip dan lutut 0° dilakukan gerakan konsentrik (fleksi lutut) perlahan hingga 30° dilanjutkan gerakan eksentrik (ekstensi lutut) kembali masing-masing hingga 0°.

- Pendinginan, dilakukan dengan berjalan selama 5 menit dan peregangan otot ekstensor dan fleksor sendi lutut selama 30 detik sebanyak dua kali repetisi untuk setiap kelompok otot.

9. Subjek diberikan latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik dengan frekuensi 2x/minggu, intensitas 60% dari 1RM, 12 kali repetisi, 1 set latihan.

10. Latihan penguatan otot dilakukan secara bergantian dimulai dari tungkai yang sehat terlebih dahulu dan istirahat 2 menit sebelum dilanjutkan dengan tungkai yang sakit.

11. Latihan pada setiap subjek dipandu oleh peneliti.

12. Latihan dihentikan bila subjek kelelahan dan nyeri yang tidak dapat ditolerir.

13. Subjek penelitian diberikan penjelasan agar tidak mengkonsumsi obat-obat penghilang rasa nyeri/anti inflamasi dan/atau terapi alternatif lain selama masa penelitian.

14. Perlakuan dilakukan selama 4 minggu, dua kali dalam 1 minggu (total 8 kali)

15. Setelah 8 kali perlakuan dilakukan evaluasi pascalatihan 1 hari setelah program latihan terakhir dengan bahan evaluasi yang sama seperti evaluasi pralatihan.

16. Dilakukan analisis data.

**Analisis Data**

Analisis data berupa analisis deskriptif untuk karakteristik pasien (rerata, simpangan baku minimum dan maksimum), analisis inferensial dengan uji komparatif, uji t berpasangan untuk data berdistribusi normal dan uji Wilcoxon Signed Rank Test untuk data berdistribusi tidak normal, dengan nilai p<0.05 dianggap bermakna secara statistik. Seluruh data diolah menggunakan program SPSS Versi 26.

**HASIL PENELITIAN**

Subjek penelitian adalah penderita OA lutut yang datang berobat ke Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado selama periode Februari – April 2021. Sebanyak 22 orang penderita yang memenuhi kriteria inklusi yang turut berpartisipasi dalam penelitian ini. Karakteristik umum dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 2, rerata usia subjek penelitian adalah 59,14 tahun. Rerata berat subjek penelitian adalah 67,14 kg. Rerata tinggi subjek penelitian 15,95 cm. Rerata Indeks Massa Tubuh subjek penelitian yaitu 39,18.

Tabel 1. Karakteristik Umum Subjek

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Karakteristik | Frekuensi (N=22) | Persen (%) |
| Jenis kelamin |  |  |
| L | 3 | 13,6 |
| P | 19 | 86,4 |
| Klasifikasi IMT |  |  |
| Normal | 3 | 13,6 |
| Obesitas gr I | 9 | 40,9 |
| Obesitas gr II | 7 | 31,8 |
| *Overweight* | 3 | 13,6 |
| Radiologi |  |  |
| Kellgren II D | 5 | 22,7 |
| Kellgren II S | 8 | 36,4 |
| Kellgren III D | 5 | 22,7 |
| Kellgren III S | 4 | 18,2 |

Tabel 2. Sebaran Data Deskriptif Usia, Berat, Tinggi, dan IMT Subjek

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Hasil sebaran data | Usia | Berat | Tinggi | IMT |
| N | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Minimum | 46 | 51 | 140 | 21,8 |
| Maksimum | 65 | 90 | 166 | 38,2 |
| Rerata | 59,14 | 67,18 | 155,95 | 27,841 |
| Simpangan Baku | 6,221 | 9,369 | 6,230 | 4,1692 |

**Pengaruh Latihan Penguatan Otot Konsentrik Dan Eksentrik Terhadap Nyeri Osteoartritis Lutut**

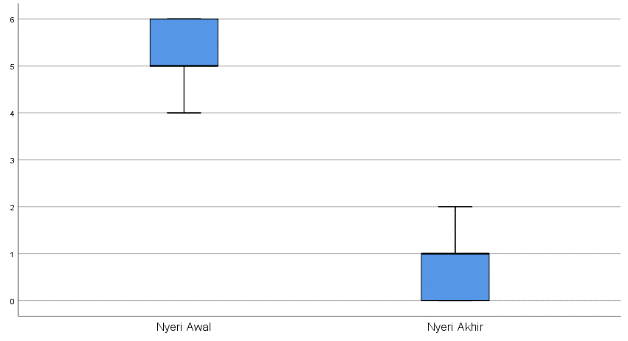
Dari hasil pengujian kenormalan data nyeri, menunjukkan data nyeri ternyata tidak menyebar normal, sebab memiliki nilai p = 0,010 < 0,05. Oleh sebab itu, pengujian perbedaan data nyeri sebelum dan sesudah latihan atau untuk mengetahui pengaruh latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik terhadap nyeri OA lutut, diuji dengan uji Wilcoxon Signed Ranks (Tabel 3). Hasilnya menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat bermakna antara nilai median sebelum dan sesudah latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik terhadap nyeri osteoartritis lutut (Z = -4,164 dengan nilai p < 0,001). Jika pada awal (sebelum diberi latihan) nilai median nyeri = 5,00, maka sesudah latihan nilai median nyeri = 1,00. Jadi terjadi penurun yang sangat bermakna nyeri pascalatihan. Secara grafik penurunan nyeri sebelum dan sesudah latihan dapat dilihat pada Gambar 1.

**Pengaruh Latihan Penguatan Otot Konsentrik Dan Eksentrik Terhadap Kemampuan Fungsional Osteoartritis Lutut**

Dari hasil pengujian kenormalan data kemampuan fungsional, menunjukkan data kemampuan fungsional ternyata tidak menyebar normal, sebab memiliki nilai p = 0,006 < 0,05. Oleh sebab itu, pengujian perbedaan data sebelum dan sesudah latihan atau untuk mengetahui pengaruh latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik terhadap kemampuan fungsional, diuji dengan uji Wilcoxon Signed Ranks. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 4. Terdapat perbedaan yang sangat bermakna antara nilai median sebelum dan sesudah latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik terhadap kemampuan fungsional (Z = -4,137 dengan nilai p < 0,001). Jika pada awal (sebelum diberi latihan) nilai median kemampuan fungsional = 9,50 maka sesudah latihan nilai median kemampuan fungsional = 17,00. Jadi terjadi peningkatan yang sangat bermakna kemampuan fungsional pascalatihan. Peningkatan kemampuan fungsional sebelum dan sesudah latihan dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 3. Hasil Statistik Data Nyeri Sebelum dan Sesudah Latihan

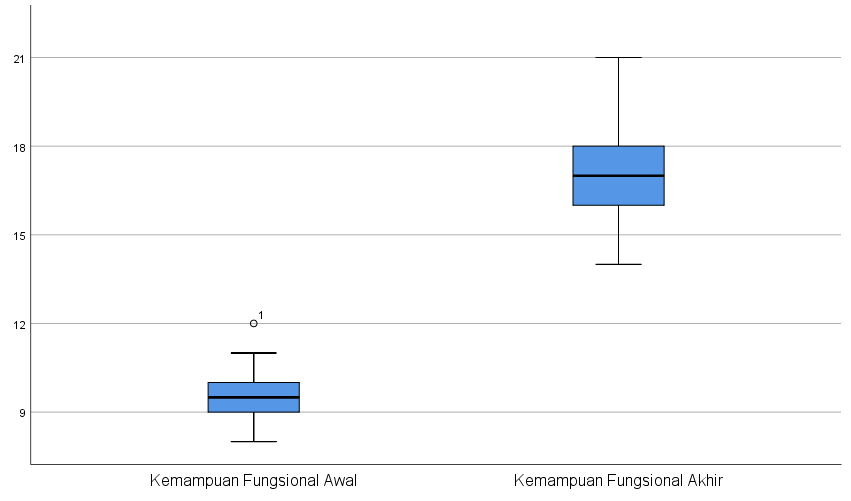
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Statistik | Nyeri sebelum | Nyeri sesudah | Hasil Uji |
| N | 22 | 22 | Z = -4,164  (p < 0,001) |
| Minimun | 4 | 0 |
| Maksimum | 6 | 2 |
| Rerata | 5,32 | 0,73 |
| Simpangan Baku | 0,646 | 0,703 |
| Median | 5,00 | 1,00 |



Gambar 1. Sebaran Data Nyeri Sebelum dan Sesudah Latihan Penguatan Otot Konsentrik dan Eksentrik

Tabel 4. Hasil Statistik Data Kemampuan Fungsional Sebelum dan Sesudah Latihan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Statistik | Kemampuan Fungsional Sebelum | Kemampuan Fungsional Sesudah | Hasil Uji |
| N | 22 | 22 | Z = -4,137  (p < 0,001) |
| Minimun | 8 | 14 |
| Maksimum | 12 | 21 |
| Rerata | 9,59 | 17,05 |
| Simpangan Baku | 1,054 | 1,647 |
| Median | 9,50 | 17,00 |



Gambar 2. Sebaran Data Kemampuan Fungsional Sebelum dan Sesudah Latihan Penguatan Otot Konsentrik dan Eksentrik

**DISKUSI**

**Karakteristik Subjek Penelitian**

Subjek penelitian merupakan pasien OA lutut yang datang ke Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado dari bulan Februari – April 2021. Jumlah Subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan bersedia mengikuti penelitian adalah 22 subjek dan semuanya mampu menyelesaikan keseluruhan program latihan yang diberikan.

Subjek penelitian sebagian besar terdiri dari subjek berjenis kelamin wanita, yaitu sebanyak 19 subjek (86.4%). Jenis kelamin wanita merupakan salah satu faktor resiko OA lutut. Sesuai dengan hasil Riset Kesehatan Dasar (Rikesdas) tahun 2013 yaitu sebesar 27,5 % responden yang menderita arthritis adalah perempuan.4 Dalam penelitian Kelly dan Yvonne jenis kelamin perempuan merupakan faktor resiko terjadinya osteoartritis.22 Insiden terjadinya OA pada laki laki sebagian besar terjadi pada usia sebelum 50 tahun, sedangkan setelah 50 tahun lebih banyak terjadi pada wanita, karena diperkirakan adanya defisiensi estrogen setelah menopause.2,3 Kondrosit memiliki reseptor estrogen fungsional, yang menunjukkan bahwa sel ini dipengaruhi oleh estrogen.2 Studi lain menyebutkan bahwa wanita lebih sering terkena OA lutut karena laki laki umumnya memiliki kekuatan otot yang lebih kuat dari wanita, dimana kekuatan otot ini dapat mengkompensasi stress mekanik pada sendi sehingga mengurangi resiko terjadinya OA lutut pada pria.23

Usia minimum subjek yang mengikuti penelitian adalah 46 tahun dan usia maksimum adalah 65 tahun, dengan nilai rata rata usia 59 tahun. Usia merupakan faktor resiko terpenting untuk terjadinya OA, dimana prevalensi meningkat dengan meningkatnya usia.24,25,26 OA lutut didapatkan sekitar 5% pada usia < 40 thn, 30 % pada usia 40 – 60 tahun dan sekitar 65% pada usia lebih dari 60 tahun.27 Proses penuaan dianggap sebagai penyebab peningkatan kelemahan otot disekitar sendi, kalsifikasi tulang rawan dan menurunkan fungsi kondrosit, yang semuanya mendukung terjadinya OA. Dengan bertambahnya usia menyebabkan perubahan biologis pada sendi lutut seperti penipisan kartilago sehingga tekanan lebih besar pada lapisan basal sehingga meningkatkan resiko kerusakan kartilago yang lebih parah.28,29

Dari seluruh subjek yang menyelesaikan penelitian, subjek obesitas grade 1 sebanyak 9 subjek (40.9%), Obesitas grade 2 sebanyak 7 subjek (31.8%), dan *overweight* sebanyak 3 subjek (13.6%). Obesitas merupakan faktor resiko OA lutut karena menyebabkan peningkatan beban mekanis pada sendi lutut yang menyebabkan kerusakan sendi sinovial dan struktur lainnya.26,29 Orang dengan kelebihan berat badan beresiko 3 kali lebih besar menderita OA lutut dan pada obesitas (IMT > 30) berisiko tujuh kali lebih besar menderita OA lutut.22,25,26 Dengan mengurangi IMT dari >30 sampai <25 ,akan mencegah 29% resiko OA lutut.62 Menurut studi Framingham, wanita yang mengalami penurunan berat badan sebanyak 5 kg akan mengurangi resiko OA lutut sebesar 50%.29

Berdasarkan klasifikasi radiologi, subjek terbanyak masuk dalam klasifikasi Kelgren Lawrence 2 yaitu sebanyak 13 subjek (59,1%), dan yang masuk dalam klasifikasi Kelgren Lawrence 3 sebanyak 9 subjek (40,9%). Walaupun pemeriksaan radiologis sangat membantu dalam menentukan derajat dari OA, banyak studi meneliti tentang hubungan derajat OA menurut klasifikasi Kelgren Lawrence secara radiologis menyebutkan bahwa tidak ada korelasi yang signifikan dengan derajat nyeri, gangguan mobilitas dan kemampuan fungsional pasien OA lutut.30,31

**Pengaruh Latihan Penguatan Otot Konsentrik dan Eksentrik Terhadap Nyeri pada Osteoartritis Lutut**

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini untuk menilai nyeri adalah NPRS, dimana pasien ditanyakan tentang derajat nyeri yang dirasakan dengan menunjukkan angka 0 – 10 dimana angka 0 menunjukkan tidak ada nyeri, angka 5 nyeri sedang dan angka 10 nyeri hebat.13,32 Alasan digunakan NPRS dalam penelitian ini karena dalam beberapa penelitian menunjukkan NPRS memiliki kevalidan dari uji validitas dan reabilitas yang menujukkan konsistensi penilaian nyeri pada OA lutut.33,34 Setelah dilakukan latihan sebanyak 8 kali dalam 4 minggu latihan ternyata ditemukan perubahan berupa perbaikan yang signifikan pada nyeri. Perbaikan nyeri pada lutut subjek tampak dari adanya penurunan NPRS pada lutut kiri dan kanan dari nilai rata rata nyeri sebelum perlakuan dan pada akhir perlakuan.

Pengukuran pengaruh latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik dalam studi ini terutama diukur dengan menilai derajat perubahan nyeri lutut subjek OA sebelum dan sesudah program latihan dengan menggunakan NPRS, oleh karena nyeri merupakan gejala utama dari suatu OA, evaluasi nyeri juga penting oleh karena akan memandu klinisi untuk menangani gejala nyeri tersebut. Manajemen nyeri merupakan hal yang sangat penting pada OA lutut karena adanya nyeri akan membatasi sesorang dengan OA untuk beraktifitas oleh karena takut menambah nyerinya dan takut untuk mengalami kerusakan sendi berlanjut.30

Pada penelitian ini, evaluasi nyeri dengan NPRS dilakukan pada awal (sebelum perlakuan) dan pada minggu keempat (pada hari setelah perlakuan terakhir kali). Hasil yang didapatkan dari dua puluh dua subjek yang mengeluhkan nyeri pada lutut terdapat penurunan nyeri yang sangat bermakna dimana nilai median nyeri sebelum latihan sebesar 5,00 menjadi 0,73 sesudah latihan. Secara statistik hasil uji kenormalan data dengan uji Saphiro Wilk menyatakan data perubahan NPRS tidak menyebar normal, oleh sebab itu uji perbedaan NPRS awal dan akhir di uji dengan uji Wilcoxon Signed Ranks. Hasil uji ini diperoleh Z = - 4.164 dengan nilai p < 0,001. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik dapat menurunkan nyeri pada pasien osteoartritis lutut. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis H1 diterima dan H0 ditolak, yang berarti latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik efektif mengurangi nyeri pada osteoartritis lutut.

Menurut Vincent dkk, terdapat dua penelitian yang menjanjikan telah menunjukkan pengurangan nyeri fungsional osteoartritis lutut dan peningkatan yang ditekankan dalam kemampuan fungsional ketika tindakan otot konsentrik eksentrik ditambahkan ke latihan penguatan manual.14 Kelompok pelatihan konsentrik eksentrik menunjukkan pengurangan nyeri secara bermakna pada penelitian yang dilakukan Hakan dkk. Penelitian tersebut juga melaporkan latihan yang melibatkan kedua otot kuadriseps dan hamstring dapat lebih baik dalam menurunkan nyeri pada pasien.35 Topp dkk melakukan studi latihan penguatan konsentrik dan eksentrik selama 4 bulan, dan melaporkan bahwa nyeri fungsional berkurang 42%–58.5% dibandingkan dengan kontrol.36 Bon dkk melakukan studi gabungan latihan penguatan eksentrik-konsentrik pada pasien pasca artroplasti lutut total menunjukkan peningkatan yang signifikan pada pengurangan nyeri.37 Menurut Oladapo dkk, latihan penguatan kosentrik dan eksentrik yang terdiri dari gabungan latihan rantai kinetik terbuka dan tertutup pada pasien dengan OA lutut, menghasilkan pengurangan rasa nyeri yang jauh lebih besar daripada latihan rantai kinetic terbuka atau tertutup saja.38

Pada sendi osteoartritis, IL-1B menginduksi pelepasan prostaglandin dan nitrous oxide, yang pada akhirnya menghasilkan penurunan sintesis proteoglikan dan penurunan matriks tulang rawan ekstraseluler. Chowdhury dkk menunjukkan bahwa kompresi dinamis kondrosit sebenarnya melawan pelepasan prostaglandin dan nitrous oxide. Dengan demikian, disarankan bahwa kompresi mekanis dinamis dari sendi lutut osteoartritis dapat menghambat proses inflamasi. Kompresi ini didapatkan selama latihan terapeutik dengan melakukan latihan penguatan yang menerapkan beban fisiologis yang dinamis pada sendi lutut. Secara keseluruhan, penelitian menunjukkan bahwa mekanisme perifer memainkan peran besar dalam timbulnya nyeri OA lutut dan bahwa latihan penguatan dapat menghambat mekanisme ini untuk mengurangi rasa nyeri.39

Telah diusulkan bahwa aktivitas fisik secara umum menghasilkan penurunan eksitabilitas korteks motorik dan mengurangi rasa nyeri dengan menciptakan penurunan potensial yang ditimbulkan oleh motorik yang tampaknya menunjukkan bahwa penghilang rasa nyeri merupakan hal yang mungkin terlepas dari mode latihan yang dilakukan. Secara keseluruhan, penelitian pada manusia yang menyelidiki mekanisme penghilang rasa nyeri yang diberikan dari latihan untuk individu dengan OA lutut masih dalam perkembangan.39 Terdapat juga jalur potensial yang menyimpulkan efek utama dari latihan penguatan pada mekanisme muskuloskeletal yang mendasari osteoartritis lutut dimana intervensi latihan penguatan dapat meningkatkan kekuatan otot, memperbaiki loading pada permukaan artikular, menyeimbangkan pola aktivasi otot tungkai bawah yang pada akhirnya dapat mengurangi gejala terkait osteoartritis lutut.40

**Pengaruh Latihan Penguatan Otot Konsentrik dan Eksentrik Terhadap Kemampuan Fungsional pada Osteoartritis Lutut**

Tes 30 *Second Sit to Stand* yang merupakan tes berbasis kinerja direkomendasikan OARSI untuk menilai kemampuan fungsional pada individu dengan OA lutut. Tes ini direkomendasikan untuk digunakan secara prospektif sebagai ukuran hasil dalam penelitian, dan juga dalam praktik klinis untuk membuat keputusan pengobatan berdasarkan hasil dan untuk memantau kemampuan fungsional individu pasien dari waktu ke waktu. Tes ini telah didokumentasikan memiliki bukti validitas kuat untuk mengukur kemampuan fungsional pada individu dengan OA dan memiliki reliabilitas yang baik yang dapat diterima pada pasien dengan osteoartritis.41,42,43

Pada penelitian ini, perbandingan tes 30 *Second Sit to Stand* sebelum dan sesudah latihan penguatan konsentrik dan eksentrik diperlihatkan pada Tabel 4 dan Gambar 2, didapatkan adanya perbaikan kemampuan fungsional dari nilai median 9,50 (sebelum latihan) menjadi 17,00 (setelah latihan). Secara statistik hasil uji kenormalan data dengan uji Saphiro Wilk menyatakan data perubahan NPRS tidak menyebar normal, oleh sebab itu uji perbedaan NPRS sebelum dan sesudah di uji dengan uji Wilcoxon Signed Ranks. Hasil uji ini diperoleh Z = - 4.137 dengan nilai p < 0,001. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik dapat meningkatkan kemampuan fungsional pada pasien osteoartritis lutut. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis H1 diterima dan H0 ditolak, yang berarti latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik efektif memperbaiki kemampuan fungsional pada pasien osteoartritis lutut.

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Hakan dkk kelompok yang menjalani latihan penguatan konsentrik eksentrik dapat meningkatkan kapasitas fungsional.35 Peningkatan kemampuan fungsional ini merupakan efek dari adanya penurunan nyeri. Menurut studi Seagal dkk, pada OA lutut sering ditemukan kelemahan otot otot kuadriseps femoris yang akan menyebabkan penurunan kemampuan fungsional dimana kelemahan otot kuadriceps ini berkorelasi dengan intensitas nyeri lutut.30 Kelemahan otot, terutama pada kuadriseps femoris dikaitkan dengan peningkatan tingkat nyeri dan kemampuan fungsional yang lebih buruk. Otot yang kuat tidak akan mudah lelah dan menunjukkan kontrol motorik yang lebih besar, sehingga menghindari peningkatan kerusakan pada gaya gesek dan kekuatan sendi puncak yang telah ditemukan selama aktivitas pada individu yang memiliki otot lemah.39

Temuan peningkatan kemampuan fungsional ini terkait dengan adanya perbaikan nyeri sebagaimana ditunjukkan dengan adanya penurunan nilai nyeri yang sangat signifikan pada subjek sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan, yang sesuai dengan penelitian. Allyn dkk melaporkan bahwa tingkat nyeri yang lebih tinggi dari OA lutut terkait dengan kemampuan fungsional yang lebih rendah dan kualitas hidup yang lebih rendah.39 McAlindon dkk yang menunjukkan bahwa nyeri lutut lebih utama dalam menentukan gangguan kemampuan fungsional dibandingkan dengan beratnya OA itu sendiri, dan dengan adanya perbaikan nyeri tentu akan turut menyebabkan perbaikan kemampuan fungsional. Penelitian lain juga melaporkan bahwa indeks disabilitas berhubungan dengan beratnya nyeri lutut.31 Intervensi latihan penguatan dapat meningkatkan kekuatan otot, memperbaiki loading pada permukaan artikular, menyeimbangkan pola aktivasi otot tungkai bawah dimana ketiga hal tersebut dapat mengurangi gejala terkait osteoartritis lutut yang akan dapat meningkatkan kemampuan fungsional, kepercayaan diri, penghargaan diri yang pada akhirnya dapat hidup secara mandiri.40 Creamer dkk juga menyimpulkan bahwa fungsi pada OA lutut lebih ditentukan oleh nyeri dan obesitas dibandingkan faktor perubahan struktural lutut.31

**Kelebihan dan Keterbatasan Penelitian**

Kelebihan penelitian ini adalah tidak ada subjek penelitian yang *loss to follow up* serta dapat memberikan alternatif latihan yang dapat digunakan untuk program rehabilitasi nyeri dan kemampuan fungsional baik di rumah sakit maupun sebagai program rumahan karena intervensi yang diberikan mudah dilakukan dan sederhana.

Keterbatasan yang ditemukan yaitu penelitian ini tidak melakukan pemantauan atau *follow up* mengenai nyeri dan kemampuan fungsional untuk jangka waktu panjang setelah latihan dihentikan sehingga pada penelitian ini tidak dapat ditentukan berapa lama efek terapeutik setelah dilakukannya latihan 8 kali.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada penelitian ini, dapat disimpulkan latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik dapat menurunkan nyeri pada penderita osteoartritis lutut dan meningkatkan kemampuan fungsional penderita osteoartritis lutut.

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, peneliti dapat memberikan saran yaitu :

1. Latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik dapat menjadi salah satu pilihan latihan dalam penanganan osteoartritis lutut di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado.
2. Penelitian lanjut perlu dilakukan untuk mengevaluasi efek jangka panjang setelah dilakukan latihan penguatan otot konsentrik dan eksentrik dalam hal nyeri dan kemampuan fungsional.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Hussain SM, Neilly DW. Baliga, S. Knee Osteoarthritis : A Review of Management Options. Scottish Medical Journal. 2016; 61(1): 7-16.
2. Delisa, J. Osteoartritis. In : Delisa’s Physical Medicine & Rehabilitation Principles and Practice, 5th edition. Philadelphia : Lippincott williams & wilkins, 2010; 781-801 p.
3. Cucurullo SJ. Osteoarthritis. In : Physical Medicine and Rehabilitation Board Review, 3rd edition. New Jersey : Demos medical, 2015; 113-14 p.
4. Kemenkes RI. Riset kesehatan dasar - Riskesdas 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI Tahun 2013; 120-24 p.
5. Ayling S, Gessal J. Gambaran Faktor Risiko Penderita Osteoartritis Lutut di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado Periode Januari –Juni 2017. Manado : Universitas Samratulangi; 2017.
6. Data Kunjungan Pasien di Instalasi Rehabilitasi Medik Prof. Dr. R.D. Kandou Manado Periode Tahun 2016-2019.
7. Hafez AR, Al-Johani AH, Zakaria AR, Al-Ahaideb A, Buragadda S, Melam GR, et al. Treatment of Knee Osteoarthritis in Relation to Hamstring and Quadriceps Strength. Journal of Physical Therapy Science. 2013 Nov;25(11):1401-5.
8. Brandt KD, Dieppe P, Radien E. Etiopathogenesis of Osteoarthritis. The Medical Clinics of North America. 2009 Jan;93(1):1-24,xv.
9. Slemenda C, Brandt K, Heilman DK. Quadriceps Weakness and Osteoarthritis of the Knee. Ann Intern Med. 2007;127:97-104.
10. Petterson S, Barrance P, Buchanan T, Binder-Macleod S, Snyder-Mackler L. Mechanism Underlying Quadriceps Weakness in Knee Osteoarthritis. Med Sci Sports Exerc 2008;40:4222-7.
11. Pietrosimone B, Hertel J, Ingersoll C, Hart J, Saliba S. Voluntary Quadriceps Activation Deficits in Patients with Tibiofemoral Osteoarthritis: a meta-analysis. PMR.2011;3:153-62.
12. Yusuf MA, Hossain MS. Updated Management of Osteoarthritis : A Review Article. Journal of Science Foundation. 2015; 11 : 49-53.
13. Kurniawan L. Osteoartritis Genu. Dalam : Panduan Layanan Klinis Rehab Medik. Jakarta : Perdosri. 2012.
14. Kevin R. Vincent, MD, PhD, and Heather K. Vincent, PhD, FACSM. Concentric and Eccentric Resistance Training Comparison on Physical Function and Functional Pain Outcomes in Knee Osteoarthritis. Am J Phys Med Rehabil 2020;99:932–940.
15. Valizadeh A, Azmoon H, Meamarbarshi. The Effect of Sequence Order in Combined Trainings on Maximal Strength and Aerobic Capacity. World applied Science J 2010;10(7):797-802.
16. Hunter G, McCharty, Bamman M. Effects of Resistance Training on Older Adults. Sports Medicine 2004;34(5):329-48.
17. Aslan O, Batur BE, Meray J. The Importance of Functional Hamstring/Quadriceps Ratios in Knee Osteoarthritis. Journal of Sport Rehabilitation 2019 Oct 7;1-5.
18. Gur HC¸ Cakfın N, Akova B, Okay E, Kucukoglu S. Concentric versus combined concentriceccentric isokinetic training: effects on functional capacity and symptoms in patients with osteoarthrosis of the knee. Arch Phys Med Rehabil 2002;83:308-16.
19. Min JS, Bo RK, Sang RK et al. Effects of Early Combined Eccentric-Concentric Versus Concentric Resistance Training Following Total Knee Arthroplasty. Ann Rehabil Med 2017;41(5):816-827.
20. Katsura, Y., Takeda, N., Hara, T., Takahashi, S., & Nosaka, K. Comparison between eccentric and concentric resistance exercise training without equipment for changes in muscle strength and functional fitness of older adults. European Journal of Applied Physiology. 2019:119(7), 1581–1590.
21. LaStayo, P., Marcus, R., Dibble, L., Wong, B., & Pepper, G. Eccentric versus traditional resistance exercise for older adult fallers in the community: a randomized trial within a multi-component fall reduction program. BMC Geriatrics. 2017:17(1).
22. Hansen PA, Henrie AM, Deimel GW, Willick SE. Musculoskeletal disorder of the lower limb. In : Cifu DX. Braddom’s Physical Medicine and Rehabilitation. 5th ed. Elsevier Saunders;2016
23. Brandt DK, Doherty M, Lohmander SL. Osteoarthritis, Second edition. Oxford : Oxford Medical Publications. 2013; 1-21 p.
24. Ashkavand Z, Malekinejad H, Vishwanath BS. The Pathophysiology of Osteoarthritis. Journal of Pharm Research. 2013 : 132 – 8.
25. Allen KD, Golightly YM. Epidemiology of Osteoarthtritis : state of evidence. Wolters Kluwer Health, Inc. 2015 : 1 – 8.
26. Yin AX, Wilkins AN, Philips EM. Osteoarthritis. In Frontera WR, Silver JK, Rizzo TD, editors. Essential Physical Medicine and Rehabilitation Musculoskeletal Disorder, Pain and Rehabilitation. 3rd ed. Elsevier Saunders;2015.
27. Rekomendasi IRA untuk diagnosis dan penatalaksaan Osteoartritis. 2014 : 1 – 42.
28. Thomas H, Jeroen G, Corina N, Magdalena MG, Victor V. Aging and Osteoarthritis : An Inevitable Encounter. J of Aging Research. 2012 : 1 -7.
29. Ziad MH, Jihad MA. The Clinical of Knee Osteoarthritis. In Jordan : A Hospital Based study. Inter J of med Science. 2003;10(6);790 – 5.
30. Angela A. Determinants of Physical Performance in people with knee osteoarthritis (MSc Thesis).McMaster University Hamilton, Ontario;2012
31. Cubukcu D, Sarsan A, Alkan H. Relationship between pain, function and Radiographic findings in Osteoarthritis of the knee : A cross sectional study. Arthritis;2012:1-5.
32. Santoso B. Pain in Management of Pain is Probably One of the Commonest and yet Most Difficult Aspect of Medical Practice. Surabaya : Perdosri. 2009; 10-67 p.
33. Caliet R. Knee Pain and Disability 3th Edition. Philadelphia. 2002; 1-59 p.
34. Billy W, Sarabon N, Lofler S, et al. Relationship Between Strength Parameters and Functional Performance Test in Patients with Severe Knee Osteoarthritis. Journal Physical Medicine and Rehabilitation. PMR 11(2019).834-842
35. Gür H, Çakın N, Akova B, Okay E, Küçükoğlu S. Concentric Versus Combined Concentric-Eccentric Isokinetic Training: Effects on Functional Capacity and Symptoms in Patients with Osteoarthrosis of the Knee. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2002. 83(3), 308–316.
36. Topp R, Woolley S, Hornyak J III, Khuder S, Kahaleh B. The effect of dynamic versus isometric resistance training on pain and functioning among adults with osteoarthritis of the knee. Arch Phys Med Rehabil 2002;83:1187-95.
37. Bo RK, Sang RK, et al. Effects of Early Combined Eccentric-Concentric Versus Concentric Resistance Training Following Total Knee Arthroplasty. Ann Rehabil Med 2017;41(5):816-827.
38. Olagbegi, O. M., Adegoke, B. O., & Odole, A. C. Effectiveness of three modes of kinetic-chain exercises on quadriceps muscle strength and thigh girth among individuals with knee osteoarthritis. Archives of Physiotherapy, 2017:7(1).
39. Fitzgerald, K., & Susko, A. The pain-relieving qualities of exercise in knee osteoarthritis. Open Access Rheumatology: Research and Reviews. 2013:5 81–91.
40. Vincent, K. R., & Vincent, H. K. Resistance Exercise for Knee Osteoarthritis. PM&R, 2012: (5), S45–S52.
41. Dobson F, Hinman RS, Roos EM, Abbott JH, Stratford P et al. OARSI Recommended Performance-based Tests to Assess Physical Function in People Diagnosed with Hip or Knee Osteoarthritis. Osteoarthritis and Cartilage. 2013; 21(8), 1042–1052.
42. Gill, S., Natalie, M., McBurney, H. Reliability of performance-based measures in people awaiting joint replacement surgery of the hip or knee. Clinical Rehabilitation 2011;26(10) 945–951.
43. Ferreira, V., Machado, L., Vilaça, A., Leite, F. X., & Roriz, P. Biomechanics performance in 30-s chair stand test in patients with medial knee osteoarthritis. International Journal of Human Factors and Ergonomics. 2019; 6(4), 319.