

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS *ACTIVE ROM EXERCISE* DAN
*STRETCHING PNF (PROPRIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR
FACILITATION)* TERHADAP NYERI DAN ROM LUTUT
PADA PELARI REKREASIONAL JARAK JAUH**

TESIS



Ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mendapatkan gelar
Magister Olahraga
Program Studi Ilmu Keolahragaan

Oleh:
MUHAMMAD DAFFA HAIDAR
NIM 23060540015

**FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN DAN KESEHATAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
TAHUN 2024**

ABSTRAK

Muhammad Daffa Haidar: Perbandingan Efektivitas *Active ROM Exercise* dan *Stretching* PNF terhadap Nyeri dan ROM Lutut pada Pelari Rekreasional Jarak Jauh. Tesis, Yogyakarta. Program Magister, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Yogyakarta. 2024.

Pentingnya menjaga kesehatan lutut bagi pelari rekreasi jarak jauh dikarenakan aktivitas berlari yang *intens* dapat menyebabkan nyeri dan gangguan rentang gerak pada sendi lutut. Berbagai penelitian telah memberikan informasi terkait terapi latihan untuk mengatasi masalah ini, namun perbandingan efektivitas antar metode latihan masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas *active ROM exercise* dan *stretching* PNF (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*) dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasi jarak jauh, serta membandingkan efektivitas kedua metode tersebut.

Desain penelitian ini menggunakan *Quasi-Experimental* dengan *two group eksperimental design* yang menggunakan dua kelompok sampel berbeda dengan perlakuan yang berbeda pula. Sampel penelitian merupakan pelari rekreasi jarak jauh yang mengalami ketidaknyamanan pada lutut berjumlah 40 orang yang dibagi menjadi dua kelompok dan masing-masing berjumlah 20 orang. Kelompok perlakuan pertama ($n=20$) menerima *active ROM exercise* selama satu bulan, empat kali seminggu dengan durasi 30 menit per sesi. Kelompok perlakuan kedua ($n=20$) menerima *stretching* PNF dengan frekuensi yang sama. Pengukuran dilakukan dua kali, yaitu sebelum (*pretest*) dan sesudah perlakuan (*posttest*), dengan mengukur nyeri menggunakan VAS dan ROM lutut (*fleksi* dan *ekstensi*) menggunakan goniometer. Teknik analisis data menggunakan analisis *Paired t-test*, *Wilcoxon*, *Independent t-test*, dan *Mann-Whitney* dengan taraf signifikansi ($p<0,05$) yang dibantu menggunakan aplikasi SPSS 25.

Hasil penelitian menunjukkan nilai signifikansi ($p<0,05$) yang berarti bahwa (1) *active ROM exercise* efektif dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut. (2) *Stretching* PNF efektif dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut. (3) *Active ROM exercise* dan *stretching* PNF terdapat perbedaan efektivitas pada indikator nyeri, ROM fleksi, dan ROM ekstensi. (4) *Active ROM exercise* lebih efektif dari perlakuan *stretching* PNF untuk menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM. Penelitian ini memberikan kontribusi bagi bidang rehabilitasi dan terapi olahraga dengan menunjukkan bahwa *active ROM exercise* dapat menjadi metode yang lebih efektif untuk mengatasi nyeri dan meningkatkan ROM lutut. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa *active ROM exercise* merupakan metode yang lebih efektif untuk mengatasi nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasi jarak jauh.

Kata Kunci: *Active ROM Exercise*, *Stretching* PNF, Nyeri Lutut, ROM Lutut, Pelari Rekreasional Jarak Jauh.

ABSTRACT

Muhammad Daffa Haidar: Comparison between the Effectiveness of Active ROM Exercise and PNF Stretching towards the Pain and Knee ROM of the Recreational Long Distance Runners. **Thesis, Yogyakarta. Master Program, Faculty of Sport and Health Sciences, Universitas Negeri Yogyakarta. 2024.**

The importance of maintaining knee health for recreational long-distance runners is because intense running activities can cause pain and impaired range of motion in the knee joints. Various studies have provided information related to exercise therapy to overcome this problem, but the comparison of effectiveness between training methods is still limited. Therefore, this research aims to test the effectiveness of active ROM exercise and PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) stretching in reducing pain and increasing knee ROM of the recreational long-distance runners, and to compare the effectiveness of the two methods.

This research design used a Quasi-Experimental with a two-group experimental design using two different sample groups with different treatments. The research sample was 40 recreational long-distance runners who suffered knee discomfort, divided into two groups, each consisted of 20 people. The first treatment group ($n = 20$) received active ROM exercise for one month, four times a week with a duration of 30 minutes per session. The second treatment group ($n = 20$) received PNF stretching with the same frequency. Measurements were taken twice, before (pretest) and after treatment (posttest), by measuring pain using VAS and knee ROM (flexion and extension) using a goniometer. The data analysis techniques used Paired t-test, Wilcoxon, Independent t-test, and Mann-Whitney analysis with a significance level ($p < 0.05$) assisted by the SPSS 25 application.

The research findings show a significance value ($p < 0.05$) which means that (1) active ROM exercise is effective in reducing pain and increasing knee ROM. (2) PNF stretching is effective in reducing pain and increasing knee ROM. (3) Active ROM exercise and PNF stretching have different effectiveness in the indicators of pain, flexion ROM, and extension ROM. (4) Active ROM exercise is more effective than PNF stretching treatment in reducing pain and increasing ROM. This research contributes to the field of rehabilitation and sports therapy by showing that active ROM exercise can be a more effective method for dealing with pain and increasing knee ROM. Based on these results, it can be concluded that active ROM exercise is a more effective method to overcome pain and increase knee ROM for the recreational long-distance runners.

Keywords: Active ROM Exercise, PNF Stretching, Knee Pain, Knee ROM, Recreational Long-Distance Runners.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Muhammad Daffa Haidar

Nomor Mahasiswa : 23060540015

Program Studi : Ilmu Keolahragaan

Fakultas : Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan

Dengan ini menyatakan bahwa tesis ini benar-benar karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya dalam tesis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 25 Oktober 2024

Yang menyatakan,



Muhammad Daffa Haidar
NIM. 23060540015

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS *ACTIVE ROM EXERCISE* DAN
*STRETCHING PNF (PROPRIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR
FACILITATION)* TERHADAP NYERI DAN ROM LUTUT
PADA PELARI REKREASIONAL JARAK JAUH**

TESIS

MUHAMMAD DAFFA HAIDAR

NIM 23060540015

Telah disetujui untuk dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tesis
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal : 21 November 2024



Koordinator Progam Studi

Dr. Sulistiyono, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197612122008121001

Dosen Pembimbing

Dr. Rizki Mulyawan, S.Pd., M.Or.
NIP. 199202262019031008




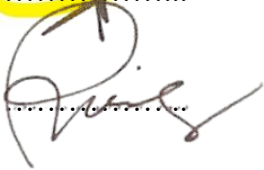
LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS *ACTIVE ROM EXERCISE* DAN *STRETCHING PNF (PROPRIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR FACILITATION)* TERHADAP NYERI DAN ROM LUTUT PADA PELARI REKREASIONAL JARAK JAUH

TESIS

MUHAMMAD DAFFA HAIDAR
NIM 23060540015

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Hasil Tesis
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal: 2 Desember 2024

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Prof. Dr. Cerika Rismayanthi, M.Or. (Ketua Penguji)		11-12-2024
Dr. Rina Yuniana, M.Or. (Sekretaris Penguji)		11-12-2024
Prof. Dr. Dra. Sumaryanti, MS (Penguji I)		11-12-2024
Dr. Rizki Mulyawan, M.Or. (Penguji II/ Pembimbing)		11-12-2024

Yogyakarta, 12 Desember 2024
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan
Universitas Negeri Yogyakarta
Dean


Dr. Hedi Ariyanti Hermawan, S.Pd., M.Or.
NIP. 19770218200801100

LEMBAR PERSEMBAHAN

Tesis ini dipersembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran, rahmat, dan hidayah sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir tesis ini.
2. Keluarga peneliti yaitu bapak Nur Hidayatulchaq, ibu Kasiyem Nugraheni Hidayah, dan kakak Hening Mahardika yang telah memberikan doa dan motivasi untuk selalu bersungguh-sungguh dalam menimba ilmu.
3. Dr. Rizki Mulyawan, M.Or. Selaku pembimbing Tugas Akhir Tesis yang telah sabar membimbing hingga selesai.
4. Shafira Aisa Fadilla yang telah setia menemani, mendukung, sabar, dan memberikan semangat selama perkuliahan, penulisan tugas akhir, dan sampai menggapai kesuksesan.
5. Teman-teman yang tidak henti-hentinya memberi dorongan motivasi dan memberikan membantu dalam proses penelitian yaitu Didi Suryadi, Julian Dewantara, dan Dina Agustina

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjarkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad serta hidayah-Nya sehingga tesis yang berjudul “Perbandingan Efektivitas *Active ROM Exercise* dan *Stretching* PNF terhadap Nyeri dan ROM Lutut pada Pelari Rekreasional Jarak Jauh” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih Penulis sampaikan kepada Dr. Rizki Mulyawan, M.Or. selaku pembimbing atas bimbingan serta arahan yang telah diberikan. Selain itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sumaryanto, M. Kes. selaku Rektor Universitas Negeri Yogyakarta (UNY).
2. Bapak Dr. Hedi Ardiyanto Hermawan, S.Pd., M.Or. selaku Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan (FIKK) UNY yang telah memberikan persetujuan atas penulisan tugas akhir tesis ini.
3. Bapak Dr. Sigit Nugroho, M. Or. selaku Ketua Jurusan Ilmu Keolahragaan.
4. Bapak Dr. Sulistiyono, S.Pd., M.Pd. selaku Koordinator Program Studi (Prodi) S2 Ilmu Keolahragaan yang telah memberikan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian.
5. Seluruh dosen penguji atas saran dan masukan bagi penulisan tugas akhir tesis ini.
6. Seluruh Bapak Ibu Dosen dan Staff Karyawan FIKK UNY.

Semoga seluruh bantuan yang telah diberikan menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Harapannya tugas akhir tesis ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, 25 Oktober 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping loops and strokes, representing the name Muhammad Daffa Haidar.

Muhammad Daffa Haidar
NIM. 23060540015

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Batasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah.....	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Manfaat Penelitian	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
A. Kajian Teori	10
1. Pelari.....	10
2. Sendi Lutut	15
3. <i>Active ROM Exercise</i>	30
4. <i>Stretching PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation)</i>	35
5. Nyeri	43
6. Rentang Gerak Sendi (ROM)	47
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	49
C. Kerangka Pikir	54
D. Hipotesis Penelitian	58
BAB III METODE PENELITIAN	59

A. Jenis Penelitian	59
B. Definisi Operasional Variabel Penelitian	60
C. Tempat dan Waktu Penelitian.....	64
D. Populasi dan Sampel Penelitian.....	64
E. Instrumen Penelitian	66
F. Teknik Pengambilan Data.....	68
G. Teknik Analisis Data	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	71
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	71
B. Hasil Uji Prasyarat.....	79
C. Hasil Uji Hipotesis.....	81
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	84
E. Keterbatasan Penelitian	90
BAB V KESIMPULAN	91
A. Kesimpulan	91
B. Implikasi	91
C. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kajian Penelitian Relevan	49
Tabel 2. Rancangan Penelitian	59
Tabel 3. Jenis <i>Active ROM Exercise</i>	60
Tabel 4. Tabel Pengukuran <i>Range of Motion</i> Sendi Lutut.....	63
Tabel 5. Sampel Dikelompokkan Berdasarkan Usia.....	71
Tabel 6. Sampel Dikelompokkan Berdasar Tinggi badan	72
Tabel 7. Sampel Dikelompokkan Berdasar Berat Badan.....	74
Tabel 8. Tabel Indeks Massa Tubuh atau <i>Body Mass Index</i> (BMI).....	75
Tabel 9. Sampel Penelitian yang Dikelompokkan Berdasar Pada Lama Durasi Cedera	76
Tabel 10. Data <i>Pretest</i> Perlakuan <i>Active ROM Exercise</i> dan <i>Stretching</i> PNF	77
Tabel 11. Data <i>Posttest</i> Perlakuan <i>Active ROM Exercise</i> dan <i>Stretching</i> PNF	78
Tabel 12. Hasil Uji Normalitas Data <i>Active ROM Exercise</i>	79
Tabel 13. Hasil Uji Normalitas Data <i>Stretching</i> PNF	80
Tabel 14. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Active ROM Exercise</i>	81
Tabel 15. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Stretching</i> PNF	81
Tabel 16. Hasil Uji Hipotesis Perlakuan <i>Active ROM Exercise</i> dan <i>Stretching</i> PNF	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Stance Phase</i> dan <i>Swing Phase</i>	12
Gambar 2. <i>Running Gait Cycle</i>	12
Gambar 3. Subfase dalam <i>Running Gait Cycle</i>	13
Gambar 4. Anatomi Sendi Lutut	15
Gambar 5. Tulang Penyusun Genu	17
Gambar 6. Ligamen Pada Sendi Lutut (<i>Anterior</i> dan <i>Posterior</i>)	18
Gambar 7. Anatomi Lutut Sisi Lateral	20
Gambar 8. Otot (<i>Anterior</i> dan <i>Posterior</i>).....	22
Gambar 9. Otot <i>Spindle</i> Mamalia.....	42
Gambar 10. Kerangka Pikir.....	57
Gambar 11. Tampilan VAS	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian.....	102
Lampiran 2. Surat Validasi Perlakuan	103
Lampiran 3. Permohonan Menjadi Responden.....	105
Lampiran 4. Persetujuan Responden.....	106
Lampiran 5. Lembar Anamnesis	107
Lampiran 6. SOP Perlakuan <i>Active ROM Exercise</i>	108
Lampiran 7. SOP Perlakuan <i>Stretching</i> PNF	114
Lampiran 8. SOP Pengukuran Nyeri.....	118
Lampiran 9. SOP Pengukuran ROM Lutut	119
Lampiran 10. Data Penelitian.....	120
Lampiran 11. Hasil Perhitungan SPSS	121
Lampiran 12. Foto Dokumentasi Penelitian.....	126

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Olahraga saat ini telah menjadi bagian dari gaya hidup sehat masyarakat, berkat manfaat yang dirasakan oleh banyak orang yang melakukannya. Salah satu jenis olahraga yang paling populer adalah lari. Lari memberikan keuntungan bagi tubuh, baik dari segi fisik maupun mental (Subekti et al., 2021). Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah pelari rekreasi semakin meningkat. Pelari rekreasi tidak berpartisipasi dalam lomba lari dengan tujuan untuk mengalahkan waktu peserta lain atau berusaha keras untuk mencapai garis *finish* terlebih dahulu (Mulvad et al., 2018). Mereka berbeda dari pelari yang hanya berlari untuk mengejar hadiah.

Lari merupakan olahraga dengan pertumbuhan global yang sangat cepat (Fokkema et al., 2023). Sebanyak 10,5 juta pelari berlari 100 hari dalam setahun dari sekitar 36,7 juta pelari yang ada setiap tahunnya (Peterson et al., 2022). Lari adalah aktivitas yang sangat mudah dilakukan oleh semua usia, baik pria maupun wanita, dan tidak membutuhkan banyak biaya (Correia et al., 2024). Sebagai latihan fisik yang murah dan sederhana, lari merupakan pilihan populer bagi mereka yang mencari gaya hidup sehat (Pedisic et al., 2020).

Kompetisi lari jarak jauh kini semakin sering diadakan, baik oleh pemerintah maupun oleh komunitas dan merek yang menggelar acara untuk tujuan tertentu. Misalnya, merek yang mengadakan lomba sebagai bentuk promosi, pemerintah daerah atau lembaga tertentu yang ingin mendorong gaya hidup sehat di masyarakat, serta komunitas yang memanfaatkan acara tersebut untuk menjalin

silaturahmi. Berbagai perubahan dalam peraturan yang mengatur lomba lari telah mendorong peningkatan dukungan dan partisipasi masyarakat dalam acara ini.

Secara positif, olahraga lari semakin diminati oleh masyarakat umum, yang menunjukkan bahwa mereka mulai menghargai pentingnya gaya hidup sehat melalui aktivitas fisik yang rutin. Namun, seperti aktivitas lainnya, lari juga memiliki risiko cedera (Brukner & Khan, 2017). Berdasarkan analisis data penelitian, pelari elit mengalami 2,5 cedera per 1000 jam, sedangkan pelari pemula mengalami 33 cedera per 1000 jam (Videbæk et al., 2015). Untuk memastikan frekuensi cedera pada berbagai kategori pelari, penelitian tersebut menggunakan 1000 jam sebagai salah satu variabel dalam metodologinya.

Pengaruh internal dan eksternal pada seorang pelari tampaknya berdampak pada latihan dan kompetisi (Costa et al., 2020). Salah satu efeknya adalah meningkatnya risiko cedera. Pelari rekreasi yang mengikuti kompetisi olahraga atau acara lari sering kali mengalami cedera (Sari & Suropto, 2021). Pelari yang kurang berpengalaman dianggap memiliki risiko cedera yang lebih tinggi (Videbæk et al. 2015), terutama akibat intensitas dan volume latihan yang tinggi dalam persiapan untuk kompetisi. Selain itu, pelari yang mendaftar untuk maraton berusaha keras untuk mencapai tujuan mereka, yaitu menyelesaikan maraton (Jonge et al., 2020).

Pelari sering kali memilih untuk mengabaikan rasa sakit saat berlari demi mencapai tujuan mereka. Penelitian oleh Jonge et al., (2020) mendukung hal ini dengan menunjukkan bahwa pelari cenderung menunjukkan antusiasme berlebihan dalam aktivitas mereka. Validitas asumsi ini diperkuat oleh Fokkema et al., (2023), yang menemukan adanya hubungan univariat antara penerapan jadwal latihan dan

risiko cedera. Untuk meraih tujuan mereka, pelari mungkin terus berlari dengan kecepatan berlebih, yang dapat meningkatkan kemungkinan cedera berulang (Fokkema et al., 2017)

Pelari rekreasi jarak jauh memiliki risiko cedera pada tungkai bawah dengan persentase antara 37% hingga 79% (Dempster et al., 2021). Meskipun beberapa cedera akibat penggunaan berlebihan memiliki penyebab yang jelas, lebih dari 80% cedera yang terkait dengan lari terjadi pada lutut atau area di bawahnya, yang menunjukkan bahwa ada kemungkinan mekanisme umum yang berkontribusi (Francis et al., 2019). Penelitian lain juga menemukan bahwa cedera yang sering dialami pelari meliputi cedera lutut, pergelangan kaki, tulang kering, otot kaki bagian dalam, serta berbagai masalah pada ekstremitas bawah lainnya (Wardati & Kusuma, 2020). Hal ini disebabkan oleh kebutuhan berlari yang mengharuskan penggunaan kaki secara dominan.

Kaki merupakan bagian yang paling sering dilatih dan digunakan, sehingga meningkatkan risiko cedera (Borel et al., 2019). Selain itu, saat berlari, kaki perlu beradaptasi dengan peralatan pendukung yang digunakan, seperti lintasan dan sepatu. Faktor lain yang dapat meningkatkan kemungkinan cedera termasuk usia, jenis kelamin, dan anatomi tubuh (Peterson et al., 2022). Jenis permukaan lintasan juga mempengaruhi kaki saat berlari, sehingga kaki harus menyesuaikan diri dengan kondisi lintasan tersebut.

Kakouris et al., (2021) menyatakan bahwa hampir semua pelari yang berlatih lebih dari enam kali dalam seminggu mengalami cedera, sementara sebagian besar pelari yang berlatih antara dua hingga lima kali seminggu juga

mengalami cedera. Peningkatan 100% pada gaya reaksi tanah ketika kecepatan meningkat dari 2 m/s menjadi 6 m/s, serta peningkatan 250% pada gaya *anterior-posterior* selama fase *propulsi* dengan kecepatan yang sama, menunjukkan bahwa intensitas latihan akan meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan, yang pada gilirannya meningkatkan risiko cedera (Nilsson & Thorstensson, 1989). Kecepatan yang berlebihan juga telah dikaitkan dengan cedera dalam tiga studi lainnya (Tschopp & Brunner 2017). Menurut Yang et al., (2022), perubahan latihan yang mendadak dapat meningkatkan risiko cedera lutut, termasuk *patella tendinopathy* dan masalah *patellofemoral*.

Ketidaknyamanan muskuloskeletal yang terkait dengan lari paling sering dilaporkan terjadi pada lutut (Dempster et al., 2021). Nyeri di area ini biasanya disebabkan oleh cedera akibat penggunaan berlebihan saat berlari, seperti *tendinopathy* atau sindrom nyeri *patellofemoral* (Yang et al., 2022). Rata-rata tingkat keparahan nyeri dilaporkan sekitar 3 poin pada skala numerik dari 0 hingga 10, yang menunjukkan adanya ketidaknyamanan ringan (Peterson et al., 2022). Temuan ini mencerminkan adanya masalah muskuloskeletal kronis dengan intensitas nyeri yang sedang, yang umum terjadi pada cedera akibat penggunaan berlebihan atau berulang.

Sebagian besar pelari rekreasi sepakat bahwa memiliki cedera sebelumnya meningkatkan kemungkinan terjadinya cedera baru dan cedera yang berulang (Mulvad et al., 2018). Selain itu, riwayat cedera dalam satu tahun terakhir dapat menjadi faktor yang memicu cedera kembali (Saragiotto et al., 2014). Hal ini disebabkan oleh proses pemulihan yang tidak optimal dan fakta bahwa cedera

sebelumnya belum sepenuhnya sembuh, sehingga menyebabkan kebingungan antara cedera yang baru saja terjadi dan cedera yang lama (Desai et al., 2021).

Salah satu hal terpenting yang perlu dilakukan setelah aktivitas fisik adalah pemulihan. Tujuan dari pemulihan adalah mengembalikan tubuh ke kondisi semula sebelum latihan (Koesherawati et al., 2022). Setelah melakukan aktivitas maksimal, pemulihan energi, denyut nadi, dan kadar asam laktat dapat dicapai melalui pemulihan aktif dan pasif (Muhajirin, 2016). Terdapat beberapa jenis pemulihan yang dapat dilakukan, dan pada penelitian ini menggunakan *active ROM exercise* serta *stretching* PNF.

Active ROM exercise merujuk pada latihan di mana otot bergerak secara aktif. Indikasi untuk menggunakan latihan ini adalah ketika seseorang dapat mengontraksikan otot-ototnya dengan aktif. Jenis latihan ini sangat efektif untuk meningkatkan sirkulasi darah, mengurangi risiko pembentukan gumpalan darah (*trombus*), memperkuat otot-otot yang lemah, memperluas rentang gerak sendi, serta meningkatkan koordinasi gerakan (Arovah, 2021). Penelitian oleh Onwunzo et al., (2022) menunjukkan bahwa latihan penguatan isometrik dapat membantu mengurangi nyeri pada lutut dan meningkatkan kemampuan fungsional.

Teknik mobilitas pada sendi lutut sering kali terfokus pada artikulasi *tibiofemoral* dan *patellofemoral*, yang keduanya terbukti dipengaruhi oleh keterbatasan jaringan lunak (Prakash et al., 2016). Dempster et al., (2021) menunjukkan bahwa penerapan berbagai metode mobilisasi sendi lutut dapat mengurangi ketidaknyamanan dan meningkatkan rentang gerak. Dalam penelitian ini, pendekatan pertama yang diterapkan adalah *active ROM exercise* pada lutut

dari fleksi 90° ke ekstensi dengan rasa nyeri yang seminimal mungkin, diiringi dengan pemberian *glide patella inferior* secara terus-menerus ke kutub *superior patella*. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi kecenderungan *patella* meluncur ke arah atas dan mengurangi tekanan kompresi pada *patella* di *trokanter femoralis*. Pendekatan kedua adalah mobilisasi *tibialis posterior*, yang dikombinasikan dengan pemberian gaya menuju ekstensi penuh.

Selain melakukan *active ROM exercise*, peregangan juga merupakan strategi penting untuk menjaga fleksibilitas tubuh. Terdapat beberapa teknik peregangan, salah satunya adalah *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF). Peregangan PNF merangsang proprioseptif sendi, yang mendukung sistem neuromuskuler. Dengan teknik menahan, rileks, dan kontraksi isometrik (*hold relax contract*), peregangan PNF dapat membantu mengurangi nyeri serta meningkatkan jangkauan mobilitas sendi (Behm et al., 2021). Selain itu, penelitian oleh Candra et al., (2022) menunjukkan bahwa metode peregangan PNF efektif dalam mempercepat pemulihan setelah berolahraga, memperlancar sirkulasi darah, dan membantu menjaga fleksibilitas.

Secara historis, penghambatan autogenik telah dihubungkan dengan efektivitas PNF yang lebih tinggi dalam meningkatkan rentang gerak, karena fase kontraksi isometrik yang kuat diharapkan dapat meningkatkan aktivitas aferen otot Ib (Hindle et al. 2012). Aktivitas ini dapat menyebabkan hiperpolarisasi pada terminal dendritik *α-motoneuron* tulang belakang di otot yang diregangkan, sehingga mengurangi atau menghilangkan efek dari aktivitas refleksif yang

dimediasi oleh tipe Ia yang dipicu oleh peregangan, yang pada gilirannya meningkatkan rentang gerak sendi (Victoria et al. 2013).

Penelitian mengenai perbandingan *active ROM exercise* dan *stretching* PNF dengan sampel pelari rekreasional jarak jauh belum banyak yang meneliti. Oleh karena itu, perlu dilakukannya penelitian tersebut. Berdasarkan uraian di atas, peneliti ingin meneliti lebih dalam mengenai “Perbandingan Efektivitas *Active ROM Exercise* dan *Stretching* PNF terhadap Nyeri dan ROM Lutut pada Pelari Rekreasional Jarak Jauh”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Hubungan metode latihan terhadap cedera *musculoskeletal*, salah satunya yaitu cedera pada lutut atau dibawahnya dengan persentase sebesar 80%.
2. Cedera di masa lalu meningkatkan kemungkinan terjadinya cedera baru dan cedera berulang.
3. Setelah melakukan aktifitas fisik jarang melakukan *recovery*.
4. Belum diketahui perbandingan efektivitas *active ROM exercise* dan *stretching* PNF terhadap nyeri dan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka penelitian ini membatasi pada perbandingan efektivitas *active ROM exercise* dan *stretching* PNF terhadap nyeri dan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan batasan masalah dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah *active ROM exercise* efektif untuk menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh?
2. Apakah *stretching* PNF efektif untuk menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh?
3. Apakah ada perbedaan efektivitas *active ROM exercise* dan *stretching* PNF untuk menurunkan nyeri dan meningkatkan lutut pada pelari rekreasional jarak jauh?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini memiliki tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut:

1. Menguji efektivitas *active ROM exercise* untuk menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.
2. Menguji efektivitas *stretching* PNF untuk menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.
3. Menguji perbedaan efektivitas *active ROM exercise* dan *stretching* PNF untuk menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan di atas, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat baik secara teoritis maupun secara praktis, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat memperlihatkan hasil penelitian secara ilmiah mengenai perbandingan efektivitas *active ROM exercise* dan *stretching* PNF terhadap nyeri dan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini memiliki manfaat bagi masyarakat luas pada umumnya, khususnya bagi masyarakat yang menyukai olahraga lari sebagai bentuk pemulihan atau *recovery* setelah melakukan aktifitas fisik seperti berlari.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pelari

a. Definisi Pelari

Olahraga merupakan aktivitas fisik yang bertujuan untuk meningkatkan kebugaran, daya tahan, dan prestasi (Nurchayani et al., 2019). Selain itu, banyak individu dan komunitas yang telah menjadikan atletik sebagai bagian dari gaya hidup mereka. Aktivitas olahraga sehari-hari dapat meningkatkan kesehatan dan kebugaran (Alfan, 2019). Artikel tersebut menguraikan beberapa alasan mengapa orang berolahraga, termasuk untuk bersenang-senang, menjaga kesehatan, mendapatkan status sosial, dan mencapai kesuksesan profesional.

Lari adalah salah satu olahraga tertua di dunia (Alfan, 2019). Aktivitas ini sering digunakan sebagai latihan fisik untuk meningkatkan daya tahan dalam berbagai cabang olahraga (Hidayat 2020). Baker & Fredericson, (2016) menyebutkan bahwa popularitas lari semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Laporan tersebut menyatakan bahwa lari adalah latihan fisik yang terjangkau dan memiliki intensitas tinggi yang dapat dilakukan kapan saja. Selain itu, lari sangat populer di berbagai kalangan. Aktivitas ini merupakan elemen penting dalam olahraga rekreasi maupun profesional.

Berlari dapat menyebabkan cedera, terutama pada kaki. Menurut Arnold et al., (2018), cedera umum terjadi pada pelari pemula (27%), pelari jarak jauh (32%), dan pelari maraton (52%), dengan pelari pemula mengalami

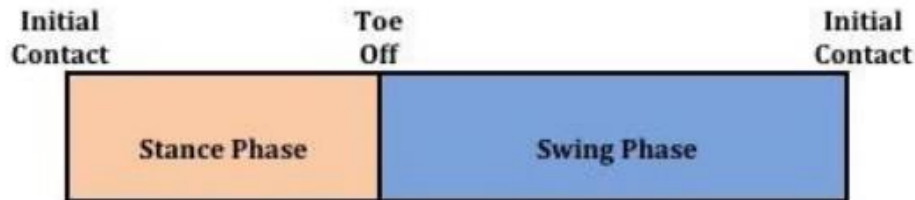
frekuensi cedera yang lebih rendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh durasi lari yang lebih singkat pada pelari pemula. Penelitian oleh Linton & Valentin, (2018) mengategorikan pelari rekreasional atau pemula sebagai mereka yang memiliki pengalaman berlari kurang dari tiga bulan atau lebih dari itu.

Dalam penelitian Alfian, (2019) mengenai hubungan antara motivasi olahraga dan ketahanan mental di komunitas *Run Malang*, frekuensi lari diidentifikasi sebagai salah satu dari tiga variabel yang memengaruhi kinerja puncak. Variabel lainnya termasuk jadwal harian, target, serta pengalaman latihan, seperti durasi dan intensitas lari. Videbæk et al., (2015) menekankan pentingnya berolahraga secara teratur. Melakukan berbagai bentuk olahraga setiap hari diperlukan untuk meningkatkan kesehatan secara keseluruhan.

Dalam penelitian oleh Wardati & Kusuma, (2020) yang berjudul "Analisis Opini: Pelari Rekreasional Mengenai Faktor Penyebab Cedera pada Olahraga Lari," ditemukan bahwa atlet profesional mengalami sekitar 2,5 cedera per 1.000 jam, sementara pelari pemula mengalami 33 cedera dalam jumlah waktu yang sama. Charles & Rodgers, (2020) mencatat bahwa lari rekreasi telah menjadi olahraga yang populer sejak tahun 1970-an berkat manfaat kesehatan dan kenyamanannya, meskipun risiko cedera terkait lari berkisar antara 24% hingga 85%. Cedera umum pelari mencakup masalah dari lutut hingga pergelangan kaki, seperti sindrom nyeri *patellofemoral*, sindrom pita *iliotibial*, sindrom *stress tibial*, *plantar fasciitis*, *tendonitis Achilles*, dan cedera meniskus (Baker & Fredericson, 2016).

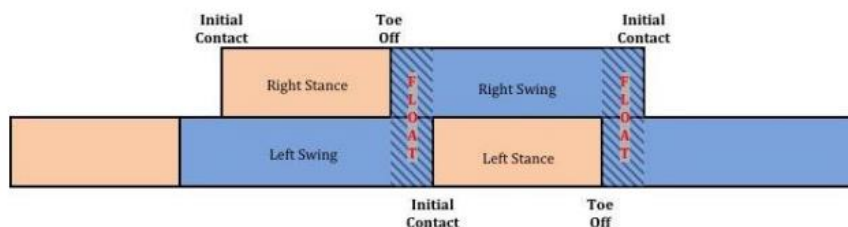
b. Biomekanika Lari

Gambar 1. *Stance Phase* dan *Swing Phase*
(Peterson et al., 2022)



Berjalan dan berlari merupakan aktivitas yang mirip, meskipun siklus gerak keduanya berbeda. Perbedaan utama antara siklus gaya berjalan dan berlari terletak pada persentase waktu yang dihabiskan dalam setiap fase, di mana berjalan melibatkan lebih dari setengah waktu dalam posisi berdiri. Distribusi waktu ini menciptakan periode di mana kedua kaki bersentuhan dengan tanah secara bersamaan. Transisi dari berjalan ke berlari terjadi ketika fase ayunan melebihi setengah siklus gaya berjalan. Karena perbedaan ini, berlari tidak memiliki periode penopang ganda, melainkan menciptakan periode singkat di mana kedua kaki melayang di atas tanah. Gambar di bawah ini menunjukkan bagaimana siklus gerakan kaki kanan dan kiri saling tumpang tindih, yang memungkinkan terjadinya fase melayang.

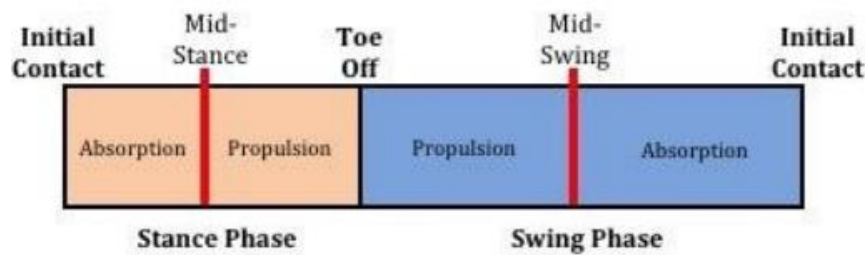
Gambar 2. *Running Gait Cycle*
(Peterson et al., 2022)



Fase kuda-kuda dan ayunan dapat dibagi menjadi dua bagian: periode penyerapan dan dorongan. Interval ini mencakup kontak awal, kuda-kuda

tengah, ujung kaki, pertengahan ayunan, dan kontak awal dari siklus berjalan berikutnya. Setiap bagian dari siklus berjalan ini melibatkan serangkaian aktivitas yang berbeda yang terjadi pada berbagai tingkat persendian.

Gambar 3. *Subfase dalam Running Gait Cycle*
(Peterson et al., 2022)



1) Subfase Sikap

a) Penyerapan (*Absorption*)

Tahap penyerapan menandai awal fase kuda-kuda, yang juga disebut kuda-kuda awal, dan berlangsung antara titik kontak pertama dan posisi kuda-kuda tengah. Sebagian besar pelari biasanya melakukan kontak pertama dengan tumit atau bagian belakang kaki, meskipun mereka juga dapat menggunakan kaki tengah atau depan. Posisi pertengahan adalah saat kaki rata dan sepenuhnya menyentuh tanah. Pada titik ini, lutut membengkok sekitar 45 derajat (Buschbacher et al., 2009) untuk menyerap tekanan dari kontak awal.

b) Dorongan (*Propulsion*)

Pembagian daya dorong dalam fase kuda-kuda berlangsung antara posisi kuda-kuda tengah dan ujung kaki. *Toe-off* menandakan transisi dari fase kuda-kuda ke fase ayunan, saat kaki beralih dari kontak dengan tanah menjadi tidak bersentuhan. Selama fase kuda-

kuda ini, ujung lutut hampir sepenuhnya diluruskan (Buschbacher et al., 2009), yang menghasilkan tenaga dan mendorong pelari ke depan..

2) Subfase Ayunan

a) Penyerapan (*Arbsorption*)

Kaki terus menghasilkan tenaga selama awal fase ayunan. Dorongan dalam fase ayunan terjadi antara titik ujung kaki dan pertengahan ayunan. Selama subfase dorongan ini, lutut bergerak dari hampir sepenuhnya lurus hingga sekitar 90 derajat membengkok (Buschbacher et al., 2009). Angka pasti untuk fleksi maksimum lutut selama subfase ini dapat bervariasi, karena fleksi lutut biasanya meningkat dengan bertambahnya kecepatan. Pertengahan ayunan terjadi ketika fleksi lutut mulai beralih menjadi ekstensi, menandakan akhir dari produksi tenaga.

b) Dorongan (*Propulsion*)

Fase penyerapan ayunan adalah tahap akhir dari siklus gaya berjalan. Hal ini terjadi antara titik pertengahan ayunan dan titik kontak awal untuk siklus gaya berjalan berikutnya. Selama subfase ini, lutut memanjang untuk menyerap sebagian tenaga yang dihasilkan selama fase pendorongan, memperlambat ayunan kaki dan mempersiapkan tubuh untuk benturan dengan tanah.

2. Sendi Lutut

a. Anatomi Sendi Lutut

Sendi lutut merupakan salah satu sendi terbesar dalam tubuh. Sendi ini memiliki struktur yang kompleks dan memungkinkan gerakan seperti menekuk (fleksi) dan meluruskan (ekstensi), serta mendukung berbagai aktivitas seperti berjalan, berlari, dan jongkok (Anggoro & Wul&ari, 2019).

Gambar 4. Anatomi Sendi Lutut
(Yang et al., 2022)



1) Tulang Sendi Lutut

Menurut Pratama, (2019), tulang-tulang yang menyusun sendi lutut adalah sendi *tibiofemoral*, sendi *patellofemoral*, dan sendi proksimal *tibiofibular*. Sendi ini terdiri dari tulang *femur*, *tibia*, *patella*, dan *fibula*.

a) Tulang *Femur*

Tulang *femur* adalah tulang terpanjang dan terbesar dalam kerangka, dengan *caput femoris* yang terletak di bagian paling tinggi dari tulang *femur*. Tulang femur memiliki dua tonjolan yaitu *condylus*

medialis dan *condylus lateralis*, yang dipisahkan oleh cekungan tempat tulang *patella* yang disebut *fossa condylus*.

b) Tulang *Tibia*

Tulang *tibia* bentuknya lebih kecil, terhubung ke tulang *fibula*, dan berakhir di persimpangan dengan tulang pangkal kaki.

c) Tulang *Fibula*

Tulang *fibula* adalah tulang pipa terbesar setelah tulang paha. Tulang ini menghubungkan persendian *genu* dan tulang *femur* di bagian ujungnya.

d) Tulang *Patella*

Selama gerakan fleksi dan ekstensi, *patella* bergerak di atas tulang paha, namun jarak antara *patella* dan *tibia* tetap konstan, sedangkan jarak antara *patella* dan tulang *femur* bervariasi. *Patella*, bersama dengan otot dan tendon yang melekat, berfungsi sebagai tuas untuk sendi lutut. Pada posisi fleksi, *patella* berada di antara dua *condylus femur*, sedangkan pada posisi ekstensi, *patella* terletak di permukaan *anterior femur*.

Gambar 5. Tulang Penyusun Genu
(Yang et al., 2022)



2) Ligamen

Ligamen dan otot berperan dalam menghubungkan tulang, bukan hanya tulang itu sendiri. Ligamen kolateral dan ligamen *cruciatum* berfungsi penting dalam stabilitas sendi. Ligamen *cruciatum* terletak di dalam kapsul sendi, yang dikenal sebagai ligamen intrakapsular. Ligamen ini berada di antara *condilus medial* dan *lateral* serta saling bersilangan.

a) Ligamen *Anterior Cruciatum*

Ligamentum Anterior cruciatum menghubungkan bagian *intercondylaris anterior tibia* dan berjalan ke atas, ke belakang, ke samping, dan ke sisi *posterior condylus lateralis femoris*.

b) Ligamen *Posterior Cruciatum*

Ligamentum Posterior cruciatum menghubungkan daerah *intercondylaris posterior tibia* ke sisi lateral *anterior condylus medialis femoris*.

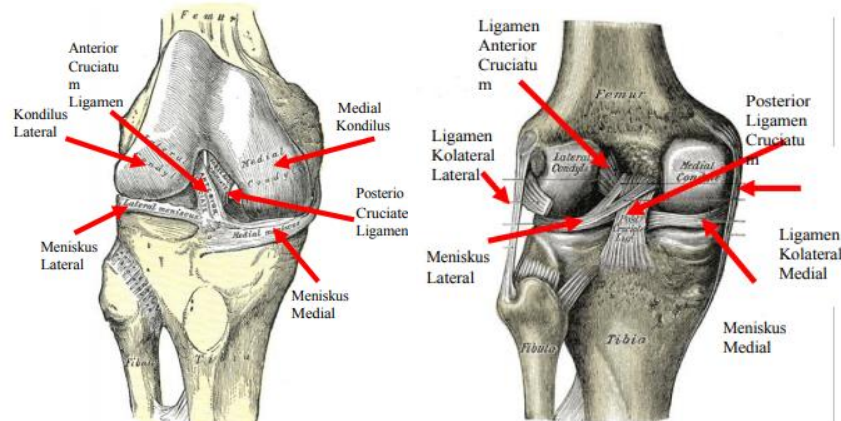
c) Ligamen *Medial Collateral*

Ligamentum medial collateral menghubungkan *condilus medial femur* dengan *tibia*. Serat dari *meniscus medial* terikat pada ligamen ini, yang membuatnya rentan mengalami robekan akibat benturan keras dan tekanan berlebihan.

d) Ligamen *Lateral Collateral*

Ligamentum lateral collateral menghubungkan *condilus femur lateral* ke *caput fibula*, menciptakan sendi yang kuat yang menyerap tekanan dari sisi *medial genu*.

Gambar 6. Ligamen Pada Sendi Lutut (*Anterior dan Posterior*)
(Yang et al., 2022)



3) Kapsul

Han *et al.*, (2019) menyatakan bahwa kapsul pada sendi lutut memiliki dua lapisan:

a) Lapisan Luar

Lapisan luar yang dikenal sebagai kapsul *fibrosus*, terdiri dari jaringan ikat yang tidak rata namun kuat. Jaringan ikat tidak rata dan kuat, dengan lapisan *fibrosus* dari *periosteum* yang menutupi tulang.

b) Lapisan Dalam

Lapisan dalam ini, yang dikenal sebagai membran sinovial, terbuat dari jaringan ikat dan memiliki ketebalan yang relatif tipis. Membran ini memproduksi cairan sinovial, yang mencakup serum darah dan cairan sekresi. Cairan sinovial terdiri dari polisakarida protein, lemak, dan sel. Salah satu polisakarida yang terdapat di dalamnya adalah asam hialuronat, yang berfungsi sebagai pelumas pada sendi, sehingga memudahkan gerakan.

4) Jaringan Lunak Lutut

a) Meniskus

Meniskus adalah jaringan lunak yang berfungsi sebagai peredam, memfasilitasi gerakan rotasi, dan menstabilkan sendi dengan menyerap tekanan. Meniskus berbentuk bulan sabit dan terletak di ujung *proksimal tibia*. Fungsinya adalah mengurangi ketegangan pada sendi lutut dan mendistribusikan berat badan secara merata antara tulang *tibia* dan *femur*. Terdapat dua jenis meniskus, yaitu meniskus medial (tulang rawan *semilunar internal*) dan meniskus lateral (tulang rawan *semilunar eksternal*).

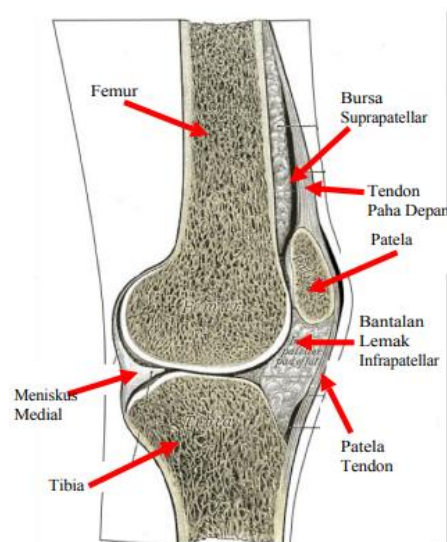
Meniskus medial terikat pada sisi *anterior fossa interkondilaris tibia* dan berada di depan *ligamentum cruciatum*. Di bagian *posterior*, meniskus ini melekat pada sisi *posterior fossa interkondilaris tibia*, berada di antara meniskus lateral dan *ligamentum cruciatum posterior*. Meniskus lateral memiliki bentuk

seperti lingkaran dan memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan meniskus medial. Meniskus medial menempel di bagian *anterior epikondilus tibia* di sisi *lateral-posterior* ligamen *cruciatum anterior*. Sukamti, (2016) menjelaskan bahwa ligamen ini terhubung ke bagian belakang *intercondylus tibia* dan di depan ujung *posterior meniscus medial*.

b) Bursa

Bursa adalah kantong berisi cairan yang membantu mobilitas. Bursa berdinding tipis dan dikelilingi oleh membran *sinovial*. Thompson *et al.*, (2010) mengidentifikasi bahwa terdapat lima bursa pada sendi lutut yaitu *popliteus*, *supra patellaris*, *infra patellaris*, *prapatellaris subkutan*, dan bursa *sub patellaris*.

Gambar 7. Anatomi Lutut Sisi Lateral
(Yang et al., 2022)

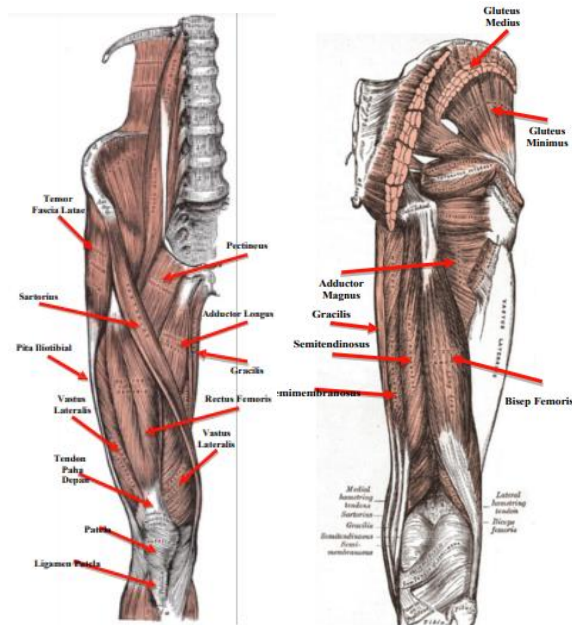


5) Otot

Sendi lutut memiliki dua kelompok otot, yaitu otot paha depan dan paha belakang. Otot paha depan, yang dikenal sebagai *quadriceps femoris*, memberikan kekuatan untuk gerakan ekstremitas bawah. Otot-otot dalam kelompok *quadriceps femoris* terdiri dari *rectus femoris*, *vastus intermedius*, *vastus lateralis*, dan *vastus medialis*. Kelompok otot ini berfungsi sebagai ekstensor lutut ketika kaki tidak bersentuhan dengan lantai dan membantu menahan lutut saat kaki menyentuh lantai.

Tendon dari kelompok otot ini bergabung dan melekat pada bagian *anterior patella*. Otot *hamstring* terletak di *tuberositas ischiadik* dan mencakup *m. semitendinosus* (yang terhubung dengan *tibia medial*), *m. semimembranosus* (yang terhubung dengan *kondilus medial tibia*), dan *m. biceps femoris* (yang terhubung pada *caput fibula lateral*). Kelompok otot ini berperan dalam gerakan fleksi pada sendi lutut (Sukamti 2016).

Gambar 8. Otot (*Anterior dan Posterior*)
(Yang et al., 2022)



b. Fisiologi Sendi Lutut

Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari proses yang terjadi dalam tubuh manusia. Di bagian punggung bawah, berbagai jaringan berkolaborasi untuk memberikan gerakan yang terkoordinasi. Sendi lutut terdiri dari ligamen, otot, tulang, dan saraf. Sendi ini juga dikategorikan sebagai sendi engsel karena strukturnya dan rentang geraknya mirip dengan engsel. Beberapa fungsi sendi lutut meliputi stabilisasi berat badan, mobilitas kaki, dan transmisi beban dari bagian atas tungkai ke bawah.

Sendi lutut memiliki empat gerakan utama, yaitu fleksi, ekstensi, rotasi eksternal, dan rotasi internal. Rotasi pada sendi lutut terjadi saat sendi sedikit tertekuk, khususnya di antara tibia dan meniskus. Ketika dalam posisi istirahat, lutut berada dalam keadaan sedikit menekuk. Otot yang berfungsi sebagai ekstensor sendi lutut meliputi *m. rectus femoris*,

vastus lateralis, *vastus medialis*, dan *vastus intermedius* (*m. anterior femur*). Sementara itu, otot fleksor mencakup *hamstring*, *gracilis*, *gastrocnemius*, dan *sartorius*. Otot yang bertanggung jawab atas rotasi medial adalah *m. popliteai* (Muthii'ah 2017).

Saat berdiri, sendi lutut cenderung lebih kaku karena *kondilus medial tibia* yang lebih besar, yang berada di depan *kondilus femoralis medial* dan berfungsi untuk mengunci sendi. Dalam posisi tegak, berat badan didukung oleh garis vertikal yang melewati sendi lutut. Stabilitas ini dapat dipertahankan dengan mengencangkan ligamen *cruciatum anterior*, ligamen *popliteal*, dan ligamen *cruciatum posterior*.

Patella berfungsi sebagai pelindung sendi dan mengurangi gesekan antara tulang dan otot yang membentuk sendi lutut. Selain itu, patela dapat meningkatkan dukungan mekanis untuk otot paha depan. Meniskus berfungsi sebagai peredam dan bantalan bagi sendi lutut. Di samping itu, terdapat cairan sinovial yang berperan dalam mengurangi gesekan di sendi (Muthii'ah 2017).

c. Cedera Lutut pada Pelari

Pelari rekreasional saat berlari mungkin merasakan berbagai gejala, seperti ketidaknyamanan dan sensasi berdenyut di lutut. Gejala ini bisa jadi merupakan tanda awal dari salah satu kondisi yang menyebabkan ketidaknyamanan pada lutut. Berikut adalah beberapa jenis cedera yang sering dialami oleh pelari. (Johnson, 2015) :

1) *Patellofemoral Pain Syndrome* (PFPS)

Penyebab paling umum ketidaknyamanan lutut pada pelari adalah PFPS (*Patellofemoral Pain Syndrome*). Cedera ini lebih sering terjadi pada pelari wanita dibandingkan pria. Ketidaknyamanan biasanya terasa di area *anterior* lutut, dekat *patella*, dan banyak orang melaporkan rasa sakit yang menyebar atau berdenyut, yang semakin parah saat bergerak. Aktivitas seperti jongkok, naik dan turun tangga, serta duduk dalam waktu lama dengan lutut ditekuk juga dapat memicu gejala. Selain itu, ketidaknyamanan PFPS sering disertai dengan kekakuan, sensasi menggesek pada *patella*, atau perasaan seolah ada sesuatu yang terjebak.

Meskipun penyebab spesifik PFPS belum diketahui, penelitian Cabello et al., (2021) menunjukkan ada beberapa faktor yang berkontribusi. Umumnya, kelemahan otot dianggap sebagai penyebab utama, terutama ketidakseimbangan antara otot *vastus medialis* (VM) dan *vastus lateralis* (VL) pada paha depan. Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan *maltracking patella*, di mana otot VL yang lebih kuat menarik *patella* lebih ke arah *lateral*. Selain itu, kelemahan otot *abduktor* pinggul juga terbukti berkontribusi, karena kekuatan otot *abduktor* yang tidak memadai menyebabkan adduksi berlebihan pada pinggul. Hal ini menghasilkan posisi valgus pada sendi lutut, yang dapat memperburuk *maltracking patella*. Risiko sakit terkait PFPS juga dapat berasal dari degenerasi tulang rawan di bagian bawah *patella*.

Pronasi yang berlebihan, yaitu penggulangan kaki ke dalam, merupakan komponen biomekanik. Meskipun sejumlah pronasi normal, pronasi yang berlebihan dapat menyebabkan tekanan valgus dan rotasi internal tibialis, yang berkaitan dengan *maltracking patella*. Selain faktor-faktor yang menyebabkan *maltracking*, PFPS juga berhubungan dengan peningkatan kekuatan pada sendi *patella*. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kekuatan respons sendi *patella* dan ketidaknyamanan yang dirasakan selama aktivitas berlari dapat dipengaruhi oleh gaya berlari individu. Faktor-faktor seperti panjang langkah yang bertambah, kecepatan langkah yang melambat, hentakan kaki belakang yang kuat, dan postur tubuh dapat berkontribusi pada kondisi ini. Tubuh yang terlalu tegak adalah beberapa variabel yang meningkatkan gaya reaksi sendi.

2) *Iliotibial Band Syndrome* (ITBS):

Setelah sindrom nyeri *patellofemoral*, ITBS (*Iliotibial Band Syndrome*) adalah penyakit lutut yang paling umum di kalangan pelari. Penyebab utama dari peradangan pada pita IT ini adalah penggunaan berlebihan, yang menyebabkan ketidaknyamanan di sisi lutut. Nyeri yang dirasakan biasanya terletak di bagian luar lutut dan dapat terasa panas atau tajam. Selain itu, pinggul dan paha juga bisa mengalami rasa sakit ini. Secara umum, ketidaknyamanan akibat ITBS cenderung memburuk saat berolahraga dan membaik saat beristirahat. Area lateral

lutut di mana pita IT bertemu dengan *condilus femoralis lateral* juga dapat mengalami nyeri atau sedikit bengkak akibat cedera ini.

Penggunaan berlebihan merupakan penyebab utama ITBS pada pelari. Peningkatan jarak atau intensitas lari yang signifikan dalam waktu singkat dapat menyebabkan gesekan berlebihan dan memperburuk kondisi pita IT, mengingat lokasinya yang berada di atas *condilus femoralis lateral*. Penelitian lebih lanjut menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara ITBS dan kelemahan otot, khususnya pada otot abduktor pinggul. Selain itu, faktor lain yang mungkin berkontribusi pada perkembangan ITBS termasuk variasi anatomis dalam panjang tungkai dan kondisi lingkungan, seperti berlari di medan yang tidak rata. ITBS juga dapat disebabkan oleh kekakuan pada jaringan ikat yang membentuk IT *band* dan kaku pada pinggul.

3) *Tendinitis Patella*

Tendinitis patella, yang sering disebut sebagai "*Jumper's Knee*," disebabkan oleh peradangan pada tendon *patellla* yang terletak di belakang *patella*. Gejala utamanya adalah nyeri yang dirasakan di sepanjang tendon *patella*, tepat di bawah puncaknya. Ketidaknyamanan ini dapat bervariasi dari ringan hingga parah, meskipun biasanya tidak disertai dengan pembengkakan atau keterbatasan dalam aktivitas sehari-hari.

Penyebab utama *tendinitis patella* adalah peradangan atau robekan pada tendon tersebut. Gerakan berulang yang berkepanjangan,

seperti *jogging* atau melompat, adalah penyebab paling umum dari peradangan ini. Selain itu, peningkatan volume latihan yang signifikan dalam waktu singkat dapat menyebabkan penggunaan berlebihan dan peradangan pada tendon. Berlari di medan berbukit juga merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat memberikan tekanan pada tendon *patella*, yang dapat berkontribusi pada perkembangan *tendinitis patella* seiring waktu.

4) *Bursitis*

Peradangan pada bursa dikenal sebagai *bursitis*. Meskipun dapat memengaruhi bursa di seluruh tubuh, *bursitis suprapatellar* dan *bursitis pes anserine* merupakan jenis yang paling umum, terutama di kalangan pelari dan pada sendi lutut. Kondisi ini biasanya ditandai dengan pembengkakan yang menyakitkan dan iritasi pada bursa. *Bursitis suprapatellar* ditandai oleh ketidaknyamanan dan pembengkakan lokal yang menjalar ke dalam tendon paha depan. Kelembutan dan pembengkakan di sisi medial lutut, sekitar 2 inci di bawah garis sendi, merupakan gejala tambahan dari *bursitis pes anserin*. Saat meraba area tersebut, seseorang mungkin merasakan suara berderak yang dikenal sebagai *krepitasi*. *Bursa pes anserine* terletak di antara MCL dan tendon *gracilis*, *sartorius*, serta *semitendinosus*, sehingga kontraksi otot-otot ini selama fleksi atau rotasi lutut dapat memperburuk ketidaknyamanan.

Bursitis dapat disebabkan oleh kerusakan langsung pada bursa, tetapi penyebab paling umum di antara pelari adalah penggunaan berlebihan. Meskipun bursa berfungsi untuk mengurangi gesekan selama gerakan antara tendon, ligamen, dan struktur tulang, gesekan berlebihan yang berkepanjangan dapat mengakibatkan kerusakan. Iritasi atau kerusakan akibat penggunaan yang berlebihan ini menyebabkan bursa membengkak dan meradang. Secara khusus, karena letak bursa yang dekat dengan tendon *semitendinosus*, bursitis *pes anserine* sering kali berkaitan dengan keketatan otot hamstring. Selain itu, tekanan valgus, atau tekanan berlebih ke arah dalam, dapat mengiritasi bursa *pes anserine* dan memberikan tekanan tambahan pada ligamen serta tendon di sekitar lutut medial.

5) Plica Syndrome

Plika adalah lipatan dari membran sinovial pada kapsul sendi yang mungkin bertahan sejak perkembangan embrio. Diperkirakan bahwa plika sisa ini dapat ditemukan pada sekitar 50% populasi. Penggunaan berlebihan umumnya menyebabkan penebalan atau iritasi pada plika, yang menjadi penyebab sindrom plika. Plika medial, yang membentang dari area *suprapatellar* hingga bantalan lemak *infrapatellar* di sepanjang dinding medial kapsul sendi dalam bidang frontal, adalah struktur yang paling sering terkena sindrom ini. Gejala sindrom plika meliputi nyeri dan ketidaknyamanan di tepi medial sendi

lutut. Saat lutut ditekuk, plika medial yang meradang dapat menggores tulang paha, dan mungkin terasa seperti retakan.

Peradangan pada plika medial biasanya disebabkan oleh gerakan meregangkan dan meluruskan yang berulang. Penggunaan lutut yang berlebihan dapat menyebabkan gesekan antara tulang paha dan plika medial, yang seiring waktu dapat mengakibatkan iritasi, peradangan, dan penebalan jaringan.

6) *Infrapatellar Fat Pad Impingement*

Penyakit ini, yang juga dikenal sebagai penyakit *Hoffa*, terkait dengan struktur arteri darah dan saraf yang dikelilingi oleh bantalan lemak *infrapatellar*. Terdapat beberapa perbedaan antara gejala *tendinitis patella* dan penumpukan bantalan lemak *infrapatellar*. Pembengkakan yang terlihat di sekitar tendon *patella* dapat disebabkan oleh tekanan pada bantalan lemak *infrapatellar*. Selain itu, meskipun nyeri akibat *tendinitis patella* biasanya terfokus pada tendon *patella*, ketidaknyamanan akibat pecahnya bantalan lemak *infrapatellar* bisa menjalar ke arah medial dan lateral tendon *patella* di sepanjang garis persendian. Aktivitas seperti berlari, melompat, berdiri dalam waktu lama, dan gerakan lain yang membuat lutut rentan terhadap hiperekstensi dapat memperburuk rasa sakit akibat tekanan pada bantalan ini lemak.

3. Active ROM Exercise

a. Definisi Active ROM Exercise

Menurut Potter & Perry, (2007), latihan rentang gerak melibatkan gerakan sendi yang memungkinkan kontraksi atau peregangan otot. Seseorang dapat melakukan gerakan aktif atau pasif pada setiap sendi sesuai dengan pola gerakan normal. Rentang gerak merujuk pada jumlah maksimum gerakan yang dapat dilakukan dalam tiga bidang tubuh: sagital, frontal, dan transversal. Bidang sagital membagi tubuh menjadi sisi kiri dan kanan, membentang dari depan ke belakang, sementara bidang frontal memisahkan tubuh menjadi bagian atas dan bawah.

Rentang gerak (*Range of Motion*/ROM) adalah alat penting untuk mengevaluasi mobilitas dan memulai intervensi terapeutik. Gerakan terjadi saat tulang bergerak melalui sendi karena tekanan eksternal atau aktivitas otot, yang mempengaruhi semua jaringan sendi, termasuk otot, permukaan sendi, kapsul, fasia, pembuluh darah, dan saraf. ROM mencakup keseluruhan rentang gerak, dan untuk menjaga rentang gerak yang normal, setiap segmen tubuh harus digerakkan dalam ruang yang telah ditentukan. berkala.

b. Tujuan dan Manfaat

Latihan rentang gerak (ROM) bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas dan kekuatan, menjaga kesehatan jantung dan paru-paru, serta mencegah kontraktur dan kekakuan sendi. ROM awal merangsang unit motorik, yang berkontribusi pada peningkatan kekuatan otot. Peningkatan

jumlah unit motorik akan berujung pada peningkatan kekuatan otot. Penanganan yang cepat sangat penting bagi pasien *hemiparese* untuk menghindari kerusakan permanen (Potter & Perry, 2007). Manfaat dari latihan ini meliputi peningkatan mobilitas, kekencangan otot, toleransi terhadap latihan, pencegahan kekakuan sendi, dan peningkatan sirkulasi darah.

c. Klasifikasi ROM

- 1) Rentang gerak aktif (A-ROM) Latihan ini dilakukan oleh pasien dengan melakukan setiap gerakan tanpa bantuan. Rentang gerak aktif disarankan untuk mereka yang mampu melakukannya secara mandiri atau secara kooperatif setelah menjalani perawatan
- 2) Latihan rentang gerak pasif (P-ROM) diberikan kepada pasien yang memiliki kelemahan pada otot lengan dan tungkai. Latihan ini menargetkan tulang dan sendi dan membutuhkan bantuan dari tenaga medis atau anggota keluarga.

d. Indikasi ROM Aktif

Potter & Perry, (2007) mendefinisikan indikasi ROM aktif sebagai berikut:

- 1) Pasien dapat melakukan kontraksi otot dan menggerakkan sendi mereka sendiri atau dengan bantuan.
- 2) AAROM (*Active-Assistive Range of Motion*) Teknik ini diterapkan saat otot pasien lemah dan mereka tidak mampu menggerakkan sendi sepenuhnya. Metode ini melibatkan penggunaan kekuatan eksternal,

baik secara manual maupun dengan alat, untuk membantu otot utama menyelesaikan gerakan.

- 3) ROM aktif dapat digunakan dalam program latihan aerobik.
- 4) Rentang gerak aktif dapat membantu memobilisasi tulang baik di atas maupun di bawah lokasi yang tidak bergerak.

e. *Jenis Active ROM Exercise*

Secara khusus, jenis-jenis latihan rentang gerak aktif mencakup latihan *loosening* dan *stretching* untuk meningkatkan kemampuan gerak sendi, serta latihan *strengthening* untuk meningkatkan fungsi gerak. Latihan fleksibilitas adalah teknik dasar yang dapat digunakan untuk memperluas jangkauan gerak sendi (Arovah, 2021). Rentang gerak (*Range of Motion*) adalah kemampuan sendi untuk melakukan spektrum gerakan secara penuh. Rentang gerak dan fleksibilitas adalah persyaratan dasar untuk mobilitas, yang merupakan langkah awal dalam menjalani program terapi rehabilitasi.

Latihan fleksibilitas sebaiknya dilakukan secara perlahan dengan peningkatan bertahap untuk mencapai jangkauan sendi yang lebih luas. Latihan mobilitas merupakan elemen dasar dalam rehabilitasi, karena dapat mempercepat penyembuhan jaringan yang mendukung fungsi gerak. Selain itu, latihan mobilitas berguna untuk menjaga dan meningkatkan jangkauan gerak (Arovah, 2021). Kinerja otot dapat dinilai berdasarkan kekuatan, daya, dan ketahanan. Latihan kekuatan melibatkan pengaturan jumlah repetisi, set, tempo, dan intensitas untuk mencapai perubahan yang

diinginkan. Disarankan untuk melakukan latihan kekuatan 2 hingga 3 kali seminggu. Latihan ini terdiri dari kontraksi isotonik, isometrik, isokinetik, serta latihan terbuka dan tertutup *chain*.

1) Pelatihan Fleksibilitas

Latihan peregangan disarankan dilakukan minimal dua hingga tiga kali seminggu, sesuai dengan pedoman dari *American College of Sports Medicine* (Thompson et al., 2010). Peregangan ini sebaiknya berlangsung antara 15 hingga 60 detik, dengan empat kali pengulangan atau lebih untuk setiap jenis peregangan, dan total durasi minimal sepuluh menit. Saat melakukan peregangan, sebaiknya sampai pada tingkat yang menimbulkan sedikit ketidaknyamanan, tetapi tidak menyebabkan rasa sakit yang berlebihan sakit.

2) Pelatihan Kekuatan

a) *Hip Abductor Strengthening*

Penelitian menunjukkan bahwa individu yang mengalami ketidaknyamanan lutut, terutama PFPS, memiliki sudut *adduksi* pinggul yang lebih besar saat *jogging* dibandingkan dengan individu sehat (Noehren et al., 2013). *Adduksi* pinggul yang lebih tinggi ini mungkin disebabkan oleh kelemahan otot abduktor pinggul yang tidak sebanding dengan kekuatan otot adduktor pinggul yang lebih kuat. Akibatnya, *patella* dapat bergerak lebih jauh ke lateral dalam alur *patella*. Gesekan yang tidak normal ini dapat merusak dan meradang jaringan, yang mengakibatkan

ketidaknyamanan. Penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan kekuatan otot *abduktor* pinggul dapat membantu mengurangi ketidaknyamanan lutut. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ferber et al., (2011), kekuatan otot penculik pinggul dievaluasi pada pasien dengan PFPS dan kelompok kontrol yang tidak mengalami nyeri. Sebelum latihan penguatan otot penculik pinggul, para peneliti menemukan perbedaan signifikan dalam kekuatan antara kedua kelompok PFPS.

b) Quadriceps Strengthening

Ketidaknyamanan pada lutut sering kali berhubungan dengan kelemahan atau ketidakseimbangan pada otot paha depan. Dalam penelitian oleh Khayambashi et al., (2014), manfaat dari latihan penguatan paha depan yang terfokus bersamaan dengan penguatan otot *abduktor* pinggul dieksplorasi pada individu dengan ketidaknyamanan lutut *anterior*. Latihan tersebut meliputi ekstensi lutut melawan resistensi *band* dan setengah jongkok dengan bola yang dipegang di antara lutut untuk menargetkan otot paha depan. Hasil dari kedua kelompok latihan menunjukkan peningkatan signifikan dalam kekakuan dan kapasitas fungsional, serta pengurangan ketidaknyamanan ketidaknyamanan.

c) Proximal Stability Strengthening

Penelitian yang dilakukan oleh Earl & Hoch, (2011) mengeksplorasi manfaat program penguatan stabilitas proksimal

dalam mengatasi nyeri lutut, khususnya PFPS, di samping latihan terfokus pada otot *abduktor* pinggul. Tujuan dari program ini adalah untuk memperkuat serta meningkatkan kontrol atas otot *abduktor* pinggul dan otot inti. Hasil tes pasca rehabilitasi menunjukkan peningkatan signifikan dalam kekuatan abduksi pinggul dan kekuatan inti. Setelah menyelesaikan program, para peneliti juga mencatat adanya peningkatan yang substansial dalam kapasitas fungsional dan penurunan tingkat nyeri pasien. Temuan ini mengindikasikan bahwa latihan dalam program stabilitas proksimal dapat membantu mengurangi rasa nyeri pada lutut.

4. *Stretching* PNF (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*)

a. Definisi PNF

PNF (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*) adalah metode peregangan yang mendukung sistem neuromuskuler dengan mengaktifkan saraf proprioseptif. Fasilitasi dalam konteks ini berarti mempermudah. Dengan demikian, pendekatan PNF dapat meningkatkan efisiensi gerakan dengan menilai ketepatan dan fungsi gerakan individu. Menurut Juliantene, (2011), proprioseptif merujuk pada informasi yang diterima oleh individu dari otak dan otot mengenai posisi serta gerakan tubuh. Sistem proprioseptif secara terus-menerus mengirimkan informasi ke sistem saraf pusat. Otot, tendon, kapsul, membran, dan labirin di telinga bagian dalam semuanya memiliki fungsi proprioseptif. Proprioseptif dibagi menjadi tiga kategori: proprioseptif otot (seperti *spindle* otot dan

golgi tendon), proprioseptif sendi dan kulit (labirin), serta proprioseptif leher. Proprioseptif otot merupakan jenis proprioseptif yang berfungsi untuk meregangkan otot (Juliantene 2011).

Peregangan PNF adalah teknik yang sering digunakan untuk mendukung kinerja dan pemulihan. Menurut Hindle et al., (2012), PNF *stretching* adalah metode peregangan yang bertujuan meningkatkan fleksibilitas otot, di mana kombinasi peregangan aktif dan pasif telah terbukti bermanfaat bagi tubuh. Dalam sebuah publikasi internasional, Hindle et al., (2012) mengungkapkan bahwa PNF *stretching* sangat efektif dalam meningkatkan rentang gerak (ROM), kekuatan otot, daya ledak, dan performa setelah latihan. Jika dilakukan dengan tepat dan secara konsisten, teknik peregangan PNF dapat meningkatkan rentang gerak dan performa atlet (Hindle *et al.*, 2012).

b. Metode Latihan PNF

Pola gerakan dalam peregangan PNF berasal dari gerakan manusia yang terkoordinasi, terutama dalam pola diagonal dan tulang belakang. Metode ini meningkatkan kontraksi otot sinergis di seluruh pola gerakan melalui proses kontraksi dan peregangan (Juliantene, 2011).

1) Pola untuk Teknik Respon yang Efektif

Teknik peregangan PNF mencakup pola-pola tertentu dalam setiap gerakan. Gerakan diagonal dan tulang belakang yang diterapkan dalam PNF terkait dengan gerakan yang berkesinambungan dan umumnya terkoordinasi.

2) *Optimal Resistance*

Optimal Resistance adalah resistensi yang diberikan pada otot yang berkontraksi menggunakan kekuatan tangan, dan durasinya ditentukan berdasarkan kondisi pasien. Gerakan ini berkontribusi pada pengembangan kekuatan otot.

3) *Manual Contact*

Pendekatan ini memanfaatkan kontak tangan untuk memberikan fasilitas pada eksoreseptor.

4) *Traction & Approximation* (tarikan dan penekanan)

Pendekatan ini merangsang proprioepsi dengan menggunakan struktur sendi.

5) Verba Stimulatif (aba-aba)

Verba Stimulatif (Isyarat) bunyi isyarat berfungsi sebagai pemicu bagi pasien untuk melakukan gerakan tertentu (Wahyuddin 2008). Peregangan *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF) biasanya dilakukan secara berpasangan dan mencakup gerakan aktif serta pasif, termasuk kontraksi otot konsentrik dan isometrik. Meskipun awalnya dirancang sebagai terapi fisik untuk rehabilitasi, metode ini kini telah banyak digunakan dalam bidang olahraga.

c. Jenis Latihan PNF

Menurut Sukadiyanto, (2011) ada beberapa bentuk pengobatan latihan *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF). Hal ini meliputi:

1) *Rhythmical Initiation*

Metode ini menggunakan gerakan resistensi, aktif, dan pasif untuk otot agonis. Pendekatan ini dimulai dengan terapis melakukan gerakan pasif terlebih dahulu, diikuti oleh pasien yang melaksanakan gerakan aktif, mirip dengan yang dilakukan oleh terapis. Gerakan resistensi dapat dilakukan secara bersamaan oleh otot agonis dan antagonis. Nyeri dapat muncul akibat kekakuan, spasme, atau ataksia yang parah, yang ditandai dengan ritme gerakan yang lambat dan keterbatasan dalam mobilisasi indikasi.

2) *Repeated Contraction*

Pendekatan gerakan isotonik untuk otot agonis melibatkan penguatan melalui terapi peregangan kontraksi setelah satu segmen gerakan selesai. Dalam teknik ini, pasien bergerak ke arah diagonal. Terapis akan memberikan peregangan saat kekuatan pasien mulai menurun. Pasien merespons dengan mengencangkan otot-otot mereka, sementara terapis memberikan perlawanan pada otot tersebut. Terapis dapat memberikan peregangan hingga empat kali dalam satu gerakan diagonal.

3) *Stretch Reflex*

Jenis latihan ini membantu otot untuk meregang dengan lebih mudah. Tekniknya melibatkan pemanjangan tubuh (yang hanya dapat dilakukan dalam bentuk pola), dengan cara menarik perlahan pada awalnya, kemudian lebih cepat (dalam tiga arah gerakan) untuk memicu

refleks peregangan. Setelah refleksi tersebut muncul, segera berikan perlawanan, dan lanjutkan gerakan berikutnya dengan perlawanan maksimal, sesuai dengan sinyal yang diterima tepat.

4) Combination of Isotonics

Kombinasi gerakan lambat dan kontraksi isotonik antara gerakan konsentrik dan eksentrik patron agonis (tanpa penghentian kontraksi).

5) Timing for Emphasis

Fokus pada jenis gerakan di mana bagian yang lebih kuat memberikan rangsangan tambahan kepada bagian yang lebih lemah. Konsepnya adalah menahan bagian yang kuat sementara bagian yang lemah dibiarkan bergerak dalam suatu pola gerakan.

6) Hold Relax

Metode di mana otot antagonis yang memendek dipengaruhi oleh kontraksi isometrik, dan menyebabkan ketegangan otot-otot ini Menghilang atau berkurang. Pasien harus tetap diam saat terapis secara bertahap meningkatkan resistensi terhadap pola antagonis. Pasien dapat bergerak dalam pola aktif atau pasif dari kelompok agonis hingga mencapai titik ketidaknyamanan. Sinyal: "Tahan di sini!" Setelah jeda sejenak pada pola antagonis, tunggu hingga kelompok agonis rileks, lalu lakukan gerakan pasif atau aktif pada pola agonis. Ulangi proses ini, dengan menambahkan gerakan pola agonis untuk meningkatkan rentang gerak sendi.

7) *Contract Relax*

Metode ini mengoptimalkan kontraksi isotonik pada otot-otot antagonis yang memendek. Gerakkan otot agonis hingga batas mobilitas dengan gerakan pasif dan kuat. Pasien diminta untuk mengontraksikan otot isotonik dari otot antagonis yang memendek. Mereka juga diinstruksikan untuk rileks pada pola antagonis hingga relaksasi yang nyata terjadi. Pola agonis dapat digerakkan secara pasif atau aktif. Ulangi prosedur ini, dengan meningkatkan gerakan pola agonis untuk memperluas rentang gerak sendi. Sinyal seperti "tarik!" atau "dorong!" digunakan untuk meningkatkan cakupan gerak sendi dalam tiga arah, tetap diam di dekat posisi batas gerakan.

8) *Slow Reversal*

Metode ini mencakup kontraksi isotonik bergantian antara otot agonis dan antagonis tanpa merelaksasi otot. Langkah pertama adalah memastikan adanya penyangga gerakan yang kuat. Tanpa adanya relaksasi otot, gerakan cenderung beralih ke pola yang lebih lemah. Saat berpindah ke pola gerakan yang baru, area sendi atau resistensi akan meningkat kuat.

Sukadiyanto, (2011) memberikan saran untuk melakukan latihan peregangan dengan PNF sebagai berikut:

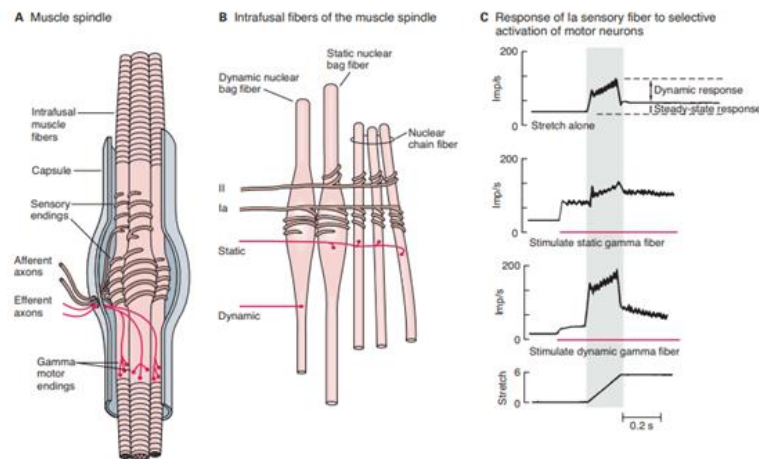
- a) Otot agonis dirangsang oleh pasangannya selama kurang lebih lima detik, setelah itu dilepaskan selama lima detik.

- b) Otot yang sama dikontraksikan secara isometrik dengan beban (ditekan) setelah rileks.
- c) Ulangi proses tersebut secara bergantian antara otot antagonis dengan otot agonis yang berlawanan.
- d) Otot antagonis diulur hingga mencapai jangkauan gerak maksimal pada persendian. Otot antagonis diregangkan hingga batas absolutnya dalam rentang gerak sendi.

d. Mekanisme Kerja Saraf Proprioseptif

Menurut Ganong, (2010), Impuls proprioseptif muncul ketika rangsangan seperti tekanan, tarikan, dan regangan diterapkan pada alat sensor proprioseptif yang ada di otot, tendon, dan persendian. Alat Pacini juga dikenal sebagai sensor proprioseptif. *Akson ganglion* tulang belakang, yang disebut *funiculus grasilis* dan *funiculus kuneatus*, bertanggung jawab untuk mengalirkan impuls proprioseptif ke *ganglion* tulang belakang, serta meneruskannya ke nukleus *goll*, *budach*, dan *nukleus kuneatus lateralis*. Sistem proprioseptif merespons rangsangan internal seperti posisi bagian tubuh, gerakan otot, sendi, tendon, keseimbangan, dan suhu. Lokasi dan gerakan kaki di otot dan sendi mengirimkan informasi ke otak mengenai gerakan yang kita lakukan.

Gambar 9. Otot *Spindle* Mamalia
(Zhan and Yang 2019)



Menurut Ganong, (2010), *Muscle spindle* terdiri dari kurang dari sepuluh serabut otot yang dikelilingi oleh selubung jaringan ikat. Serabut otot dalam *muscle spindle* kurang jelas dibandingkan dengan serabut otot konvensional, karena memiliki karakteristik embrionik dan penampang yang kurang terlihat. Serat-serat dalam kumpulan ini dikenal sebagai serat intrafusal. Ujung kumpulan otot terletak pada tendon di ujung otot, dan serat-serat ini berjalan sejajar dengan serat ektrafusal. Setiap kumpulan otot memiliki dua jenis ujung serat sensorik: utama (*annulospiral*) dan sekunder (*flowerspray*). Ujung utama, yaitu ujung *annulospiral*, adalah ujung serat aferen Ia yang mengirimkan impuls dengan sangat cepat. Serabut aferen ini memiliki dua cabang; cabang pertama menginervasi serabut kantong inti 1, sedangkan cabang kedua menginervasi serabut kantong inti 2. Ujung sekunder (*flowerspray ending*) adalah serabut

sensorik kelas II yang berakhir pada serabut rantai inti di ujung serabut intrafusal.

5. Nyeri

Menurut Bahrudin, (2017), Nyeri adalah pengalaman sensorik dan emosional yang disebabkan oleh cedera jaringan, baik yang nyata maupun yang diperkirakan. Nyeri dapat muncul akibat input yang diterima oleh reseptor nyeri (*nociceptor*). *Nociceptor* adalah terminal saraf bebas yang terdapat di otot, kulit, sendi, jaringan visceral, dan pembuluh darah. Menurut Kurniawan, (2017), *nociceptor* merespons perubahan suhu, kimia, dan mekanis, yang menyebabkan rangsangan nosiseptif. Ketika sel mengalami nekrosis, mereka menghasilkan K⁺ intraseluler dan protein, yang dapat merangsang reseptor nyeri (Kurniawan, 2017). Pelepasan K⁺ dan protein intraseluler ini menyebabkan depolarisasi pada reseptor nyeri. Peradangan juga memicu produksi mediator nyeri, seperti *prostaglandin E2*, *leukotrien*, dan *histamin*, yang mengaktifkan reseptor nyeri. Nyeri terjadi ketika reseptor nyeri terstimulasi (Bahrudin, 2017).

Nyeri merupakan sensasi yang melibatkan berbagai indera. Fenomena ini bervariasi dalam tingkat keparahan (ringan, sedang, berat), kualitas (tumpul, terbakar, tajam), durasi (sementara, terputus-putus, terus-menerus), dan penyebarannya (dangkal, dalam, terlokalisasi, atau menyebar). Nyeri bukan hanya sekadar perasaan; ia juga melibatkan komponen kognitif dan emosional yang berkontribusi pada ketidaknyamanan. Menurut Bahrudin, (2017), nyeri dapat memicu refleks dan perubahan *output otonom*.

a. Klasifikasi Nyeri

Nyeri dapat dibedakan menjadi nyeri akut dan kronis, tergantung pada lamanya waktu terjadinya. Nyeri akut adalah nyeri yang berlangsung singkat dan berfungsi sebagai sinyal untuk melindungi jaringan yang terluka serta mencegah cedera lebih lanjut. Proses penyembuhan jaringan yang terluka akan mengurangi sensitisasi akut dan mengembalikan ambang batas sensorik ke tingkat normal. Sementara itu, nyeri kronis didefinisikan sebagai nyeri yang tetap ada setelah jaringan sembuh dan berlangsung lebih lama dari yang diharapkan. Menurut Janasuta & Putra, (2017), hal ini disebabkan oleh reseptor nyeri yang tetap aktif. Kurniawan, (2015) juga menyebutkan berbagai jenis nyeri, antara lain:

1) Neuropatik

Nyeri neuropatik disebabkan oleh kerusakan pada saraf perifer atau sistem saraf pusat, yang meliputi saraf aferen baik pusat maupun perifer. Nyeri ini didefinisikan sebagai nyeri yang menghasilkan sensasi seperti terbakar atau tertusuk.

2) Nosiseptif

Nyeri nosiseptif didefinisikan sebagai nyeri yang diakibatkan oleh rangsangan kimia, mekanis, dan suhu. Rangsangan ini mengaktifkan atau meningkatkan sensitivitas nosiseptor perifer, yang bertanggung jawab dalam mendeteksi rangsangan nyeri.

3) Visceral

Nyeri visceral menjalar ke permukaan tubuh dan berasal dari dermatom yang sama dengan sumber nyerinya. Nyeri ini disebabkan oleh kontraksi otot polos. Sebagai contoh, ketidaknyamanan visceral sering terjadi pada kondisi seperti gastroenteritis, penyakit kantung empedu, dan penyumbatan saluran kemih. Pada tahap awal persalinan, gejalanya dapat mirip dengan penyakit kantung empedu, penyumbatan ureter, menstruasi, dan distensi uterus. Ketidaknyamanan visceral dapat disebabkan oleh iskemia, peregangan ligamen, kontraksi otot polos, atau distensi pada struktur lunak seperti kantung empedu dan saluran empedu ureter.

4) Somatik

Nyeri somatik ditandai oleh sensasi yang akut, menusuk, terlokalisasi, dan terbakar, yang dapat dirasakan pada kulit, jaringan subkutan, selaput lendir, otot rangka, tendon, tulang, dan peritoneum. Contoh nyeri somatik meliputi nyeri stadium 2, persalinan, dan iritasi *peritoneum*.

b. Fisiologi Nyeri

Seseorang dapat merasakan nyeri jika sistem saraf pusat mempersepsikan rangsangan seperti itu. Kurniasih dalam Nurcahya, (2017) mengemukakan berbagai prosedur terjadinya nyeri, antara lain:

- 1) Transduksi adalah proses penerjemahan input nyeri menjadi aktivitas listrik yang diterima oleh saraf. Aktivitas listrik akan dikirim ke saraf. Rangsangan yang diubah dapat berupa sensasi nosiseptif.
- 2) Transmisi adalah proses penyampaian impuls melalui saraf sensorik. Serabut yang terlibat dalam proses ini adalah A δ dan C (neuron pertama). *Impuls* bergerak dari tepi ke sumsum tulang belakang, di mana *impuls* tersebut diatur oleh *traktus spinalis*, kemudian diteruskan oleh traktus *spinothalamicus*, dan akhirnya sampai ke *thalamus*. Dari *thalamus*, *impuls* bergerak ke daerah *somatosensorik* di *korteks serebri* melalui *neuron* ketiga.
- 3) Modulasi, analgesik endogen seperti *enkephalin*, endorfin, dan serotonin berinteraksi dengan sinyal nyeri di sumsum tulang belakang. Kornu posterior sumsum tulang belakang berfungsi sebagai pintu gerbang yang dapat dibuka dan ditutup. Sistem analgesik endogen berperan dalam membuka dan menutup gerbang ini. Pembukaan gerbang bertujuan untuk mengalihkan *impuls* nyeri.
- 4) Persepsi nyeri adalah proses kompleks yang melibatkan transduksi, transmisi, dan modifikasi, yang menghasilkan pengalaman emosional subjektif yang berbeda untuk setiap individu. Ini merupakan suatu prosedur kesatuan yang sangat canggih.

c. Penyebab Nyeri Pelari

Pelari rekreasional saat berlari mungkin mengalami berbagai gejala, termasuk rasa tidak nyaman dan sensasi berdenyut di lutut. Ini bisa jadi

merupakan tanda awal dari salah satu kondisi yang menyebabkan ketidaknyamanan pada lutut.

Risiko utama cedera lutut terkait dengan beban yang signifikan pada sendi. Benturan besar yang terjadi saat langkah lari didistribusikan ke seluruh tubuh, menciptakan tekanan tinggi yang membebani sendi lutut dan jaringan sekitarnya. Paparan tekanan benturan yang terus-menerus dapat mengakibatkan cedera pada tulang, otot, jaringan ikat, dan komponen lain di lutut seiring waktu. Selain itu, kelemahan pada otot-otot tubuh bagian bawah juga dapat berkontribusi terhadap ketidaknyamanan lutut secara umum dan memicu berbagai masalah kesehatan lain.

6. Rentang Gerak Sendi (ROM)

Arovah, (2010) Istilah Rentang Gerak (*Range of Motion* atau ROM) merujuk pada jarak dan arah gerakan sendi dalam tubuh. Suratun, et al., (2008) mendefinisikan ROM sebagai mobilitas khas suatu sendi. ROM mencerminkan fleksibilitas sendi pada manusia. Untuk mengukur ROM, jumlah derajat diukur dari posisi awal hingga posisi akhir dengan mobilitas sendi yang maksimal. Clarkson, (2000) menjelaskan ROM sebagai metode dasar untuk mengevaluasi gerakan awal dan akhir dalam perawatan. Tulang bergerak melalui sendi sebagai respons terhadap rangsangan eksternal, seperti dari otot. Gerakan ini memengaruhi semua jaringan sendi, termasuk otot, permukaan sendi, kapsul, fasia, dan pembuluh darah saraf.

Range of Motion (ROM) Istilah ini digunakan untuk menggambarkan jumlah atau jangkauan gerakan. Rentang gerak suatu sendi dapat dipengaruhi

oleh berbagai faktor, seperti bentuk tulang, ligamen, panjang otot, cedera, dan pembentukan jaringan baru. Aspek lain yang perlu diperhatikan termasuk usia dan jenis kelamin. Rentang gerak sendi dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori: aktif, pasif, dan resisten.

a. *Active Range of Motion*

Rentang gerak aktif, yang juga dikenal sebagai ruang gerak sendi aktif, merujuk pada jangkauan mobilitas sendi yang dapat dilakukan secara mandiri tanpa bantuan eksternal. Gerakan sendi ini dilakukan tanpa dukungan dari luar, yaitu dengan menggerakkan sendi sendiri. Rentang gerak aktif biasanya lebih terbatas dibandingkan dengan rentang gerak pasif, karena sistem saraf membatasi mobilitas untuk melindungi otot dan *ligament* sekitarnya.

b. *Passive Range of Motion*

Ruang gerak pasif, atau ruang gerak sendi pasif, adalah jangkauan gerak sendi yang dilakukan dengan bantuan terapis tanpa adanya usaha dari individu. Saat menggerakkan sendi, seorang terapis akan memindahkan sendi sesuai dengan rentang gerak yang memungkinkan dilakukan.

c. *Resisted Range of Motion*

Rentang gerak resisted merujuk pada penggerakan sendi melawan resistensi atau beban yang diberikan oleh terapis ke arah yang berlawanan, untuk mengevaluasi kesehatan dan fungsi otot. Kontraksi otot merupakan hasil kerjasama antara sistem saraf, serat otot, dan tendon untuk mengatasi

resistensi dan beban. Latihan ROM bertujuan untuk meningkatkan mobilitas sendi dan tonus otot, serta mencegah terjadinya deformitas, kekakuan, dan kontraktur (Nurhidayah *et al.*, 2014).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Tabel 1. Kajian Penelitian Relevan

Penulis dan Tahun	Metode dan Jenis Penelitian	Isi (Konten)	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Rangkuman	Perbedaan dan Kelebihan Penelitian Saya
(Capin & Snyder, 2018)	Tinjauan sistematis .	Manajemen nyeri <i>patellofemoral</i> .	Tujuan dari tinjauan ini adalah untuk memberikan gambaran umum tentang penanganan terapis fisik, termasuk evaluasi dan pengobatan, pada pasien dengan PFP (<i>Patellofemoral pain</i>)	Perawatan PFP mencakup pendekatan komprehensif seperti latihan penguatan, mobilisasi sendi, dan pelatihan neuromuskular, yang efektif karena etiologi PFP berkaitan dengan gerakan. Meski perubahan gerakan jangka pendek sering diperlukan, perubahan yang berkelanjutan dapat memicu nyeri kronis.	Pendekatan perawatan komprehensif berbasis gerakan efektif untuk PFP, tetapi perlu perhatian agar perubahan gerakan tidak berlanjut dan menyebabkan nyeri kronis.	Penelitian saya terfokus pada metode spesifik (<i>active ROM exercise</i> dan <i>stretching</i> PNF) dengan pengukuran langsung terhadap nyeri dan ROM lutut pada pelari rekreasi.
(Kunene, Taubon g, & Ramklass, 2020)	Tinjauan sistematis .	Pendekatan rehabilitasi untuk nyeri lutut <i>Anterior</i> pada pelari.	Tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan berbagai pendekatan rehabilitasi <i>non-bedah</i> dan <i>non-farmasi</i> untuk AKP (<i>Anterior Knee Pain</i>) di kalangan pelari.	Penguatan otot-otot proksimal tungkai bawah sangat penting untuk meningkatkan kontrol pinggul. Program penguatan proksimal merupakan salah satu metode yang lebih efektif untuk memperkuat otot-otot yang lemah, seperti <i>gluteus medius</i> , <i>gluteus maximus</i> , dan <i>vastus medialis obliques</i> , yang sering kali lemah pada pelari.	Penguatan otot proksimal, seperti <i>gluteus medius</i> , <i>gluteus maximus</i> , dan <i>vastus medialis obliques</i> , penting untuk meningkatkan kontrol pinggul. Latihan ini efektif mengurangi nyeri dan disfungsi pada pelari dengan AKP.	Penelitian saya menekankan pada metode intervensi spesifik dengan membandingkan <i>active ROM exercise</i> dan <i>stretching</i> PNF untuk nyeri dan ROM lutut, bukan hanya penguatan otot proksimal.

				Latihan ini terbukti efektif dalam mengatasi rasa sakit dan disfungsi pada pelari dengan AKP.		
(Ndayisen ga 2020)	Penelitian kuasi eksperimen dengan metode campuran : pendekatan kuantitatif dan kualitatif.	<i>Massage</i> dan latihan dalam penyembuhan cedera pinggul, lutut, dan pergelangan kaki kronis.	Tujuan penelitian ini adalah untuk membuktikan bahwa pijat dan terapi latihan dapat membantu pemulihan dari cedera kronis, meningkatkan kekuatan dan fleksibilitas tungkai bawah, mengurangi nyeri kronis akibat penyakit degeneratif, serta meningkatkan kesehatan fisik dan mental. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan fungsi motorik atau sensorik, serta meningkatkan kinerja atletik..	Pijat dan terapi latihan menunjukkan hubungan yang signifikan dalam menangani kondisi pinggul, lutut, dan pergelangan kaki. Keduanya merupakan metode yang efektif untuk memulihkan dan meningkatkan kesehatan, serta memberikan manfaat bagi semua orang.	Metode pijat dan terapi latihan efektif dalam menangani kondisi pinggul, lutut, dan pergelangan kaki, serta membantu pemulihan dan peningkatan kesehatan secara umum.	Penelitian saya lebih terfokus pada jenis latihan (<i>active ROM exercise</i> dan <i>stretching</i> PNF) untuk cedera lutut pelari rekreasi, dengan hasil perbandingan spesifik antar metode.
(Rahayu, Ali, Kongchulagul, Silaban, Nugroho, Sadhali, Sugiarto, & Anggita, 2020)	Tinjauan sistematis .	Latihan fisik menyebabkan kerusakan otot dan perawatan potensial untuk meningkatkan rentang gerak.	Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk mengidentifikasi bentuk-bentuk aktivitas fisik yang menyebabkan cedera otot, menilai perubahan fleksibilitas (ROM), dan menentukan kemungkinan untuk latihan fleksibilitas.	Aktivitas yang berkepanjangan dapat menjadi faktor risiko untuk kerusakan otot. Cedera otot dapat menyebabkan penurunan rentang gerak (ROM), dan penurunan ini cenderung berlangsung lebih lama pada pria yang tidak terlatih. Latihan fleksibilitas seperti peregangan, foam rolling, pijat olahraga, dan PNF efektif meningkatkan ROM dan	Cedera otot akibat aktivitas berkepanjangan dapat menurunkan ROM, terutama pada pria tidak terlatih. Latihan fleksibilitas, termasuk peregangan dan PNF, membantu meningkatkan ROM dan mempercepat pemulihan.	Penelitian saya menggunakan desain eksperimental yang lebih terarah dan membandingkan metode latihan spesifik (ROM aktif vs PNF) pada pelari dengan cedera lutut.

				mempercepat pemulihan.		
(Behm, Kay, Trajano, Alizadeh, & Blazeovich 2021)	Tinjauan sistematis .	Peregangan pada pengurangan risiko cedera dan keseimbangan	Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk meninjau peregangan sebelum latihan dan peregangan kronis telah terbukti mengurangi kejadian cedera <i>muskulotendinous</i> , terutama dalam olahraga berbasis lari. Hal ini mungkin disebabkan oleh peningkatan kekuatan yang tersedia pada panjang otot yang lebih panjang (perubahan hubungan kekuatan-panjang) atau berkurangnya kekakuan <i>muskulotendinous</i> aktif.	Aktivitas peregangan yang dilakukan secara rutin dapat meningkatkan keseimbangan, sehingga mengurangi frekuensi jatuh dan cedera terkait. Dengan demikian, baik peregangan akut maupun kronis tampaknya dapat mengurangi risiko cedera dan meningkatkan keseimbangan, meskipun rencana latihan yang paling efektif belum ditentukan.	Peregangan rutin, baik akut maupun kronis, dapat meningkatkan keseimbangan dan mengurangi risiko jatuh serta cedera pada pelari.	Penelitian saya membandingkan efektivitas langsung dua metode latihan (ROM aktif dan PNF) terhadap nyeri dan ROM, bukan hanya melihat manfaat peregangan secara umum.
(Nindawi, Susilawati, & Iszakiyah, 2021)	Penelitian kuantitatif, dengan desain pre eksperimen pre dan post test design group.	Latihan ROM aktif terhadap tonus otot dan gerakan sendi.	Tujuan dari Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh latihan ROM aktif terhadap peningkatan rentang gerak sendi dan kekuatan otot kaki pada lansia di area kerja Puskesmas Kowel Pamekasan.	Latihan ROM aktif berpengaruh positif pada peningkatan rentang gerak sendi kaki dan kekuatan otot pada lansia. Latihan ini membantu menjaga mobilitas dan fungsi otot, sehingga mendukung aktivitas sehari-hari lansia	Terdapat pengaruh latihan ROM aktif terhadap rentang gerak sendi kaki dan kekuatan otot pada Lansia.	Penelitian saya menargetkan populasi berbeda (pelari rekreasi) dengan desain quasi eksperimen, serta menambahkan analisis perbandingan antar metode latihan.
(Rony, Rodriguez, & Hugo, 2021)	Tinjauan sistematis .	Pemulihan aktif terhadap pengelolaan gejala terkait kerusakan	Tujuan dari penelitian tersebut yaitu Mengidentifikasi dan membandingkan	Pemulihan aktif dapat membantu meredakan nyeri, mempertahankan kekuatan otot, meningkatkan	Pemulihan aktif, melalui aktivitas seperti kontraksi otot terisolasi, senam air, yoga, dan <i>jogging</i> , efektif	Penelitian saya menambahkan analisis spesifik terkait <i>active</i> ROM <i>exercise</i> dan <i>stretching</i>

		otot akibat latihan.	beberapa strategi pemulihan aktif untuk cedera otot yang disebabkan oleh olahraga.	fleksibilitas, dan mengurangi peradangan setelah satu atau beberapa jenis perawatan, seperti kontraksi otot yang terisolasi, senam air, yoga, serta jogging dan lari.	meredakan nyeri, mempertahankan kekuatan otot, meningkatkan fleksibilitas, dan mengurangi peradangan pasca perawatan. Metode ini mendukung pemulihan fisik secara menyeluruh.	PNF, serta memberikan hasil kuantitatif untuk pelari rekreasional.
(Sohail, Tahir, Maqbool, Hanif, & Saeed, 2022)	Penelitian kuantitatif , eksperimen.	Peregangan statis dan peregangan PNF dalam mengobati DOMS pada otot betis pelari.	Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk membandingkan efektivitas fasilitasi neuromuskuler proprioseptif (PNF) dan peregangan statis dalam mengurangi rasa sakit, meningkatkan rentang gerak, dan memperbaiki gangguan fungsional pada pelari yang menderita nyeri otot yang tertunda (DOMS) pada otot betis.	Penelitian ini membandingkan efektivitas PNF dan peregangan statis dalam mengurangi nyeri, meningkatkan rentang gerak, dan memperbaiki gangguan fungsional pada pelari dengan DOMS pada otot betis. Setelah 5 hari terapi, semua kelompok menunjukkan peningkatan signifikan, dengan kelompok PNF mengalami peningkatan yang paling besar..	PNF lebih efektif dibandingkan peregangan statis dalam mengurangi nyeri, meningkatkan rentang gerak, dan memperbaiki fungsi pada pelari dengan DOMS, setelah 5 hari terapi. Semua kelompok mengalami peningkatan signifikan, tetapi peningkatan terbesar terjadi pada kelompok PNF.	Penelitian saya fokus pada lutut sebagai area cedera spesifik, serta membandingkan metode latihan dengan desain eksperimental berbasis pelari rekreasional.
(Yuniana, Tomoliyus, Kushartanti, Arovah, & Nasrulloh, 2022)	Penelitian pra-eksperimental dengan desain multiple group <i>Pretest & Posttest</i> .	Terapi <i>massage</i> dilanjutkan terapi olahraga terhadap penyembuhan nyeri, ROM, dan fungsi panggul pada penderita cedera panggul kronis.	Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk mengevaluasi dan membandingkan efektivitas <i>massage</i> yang diikuti dengan terapi olahraga untuk menghilangkan rasa sakit, rentang gerak (ROM), dan fungsi panggul pada individu dengan cedera panggul kronis.	<i>Massage</i> yang dikombinasikan dengan terapi olahraga dapat secara signifikan mengurangi ketidaknyamanan, meningkatkan rentang gerak, dan meningkatkan fungsi panggul.	Kombinasi <i>massage</i> dan terapi olahraga efektif mengurangi ketidaknyamanan, meningkatkan rentang gerak, dan memperbaiki fungsi panggul.	Penelitian saya berfokus pada latihan spesifik (<i>active ROM exercise</i>) pada lutut, dengan hasil perbandingan antara dua metode latihan tersebut.
(Afshari, Kajbafval	Penelitian kuantitatif	Pengaruh langsung	Tujuan dari penelitian tersebut	Rata-rata rentang gerak <i>adduksi</i>	Teknik peregangan aktif dan <i>self</i>	Penelitian saya memberikan data

a, Mohsenifar, & Abbasi, 2023)	, eksperimen.	teknik peregangan aktif dan <i>self-myofascial release</i> terhadap fleksibilitas pita iliotibial dan aktivitas fungsional pada atlet semi- <i>elite</i>	yaitu untuk mengetahui perbandingan dari teknik peregangan aktif dan <i>self myofascial release</i> terhadap fleksibilitas iliotibial band dan aktivitas fungsional pada atlet semi <i>elite</i> .	pinggul aktif (ROM), tes lompatan satu kaki, tes lompatan lateral, dan lompatan vertikal meningkat pesat pada ketiga kelompok. Ketiga kelompok yang diteliti memiliki perubahan yang sebanding sepanjang waktu, dan tidak ada yang lebih unggul dari yang lain.	<i>myofascial release</i> keduanya efektif meningkatkan fleksibilitas <i>iliotibial band</i> dan aktivitas fungsional pada atlet semi <i>elite</i> , dengan perubahan yang serupa di antara ketiga kelompok.	spesifik untuk pelari rekreasi dan membandingkan dua metode latihan terhadap nyeri dan ROM lutut, bukan hanya fleksibilitas.
(Patra, Arovah, & Graha, 2023)	Penelitian kuantitatif, eksperimen.	<i>Massage</i> olahraga dan pemulihan aktif terhadap parameter kelelahan pada atlet karate	Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk mengetahui efek dari <i>massage</i> olahraga dan pemulihan aktif terhadap indeks kelelahan (HR, RPE, dan TQR) pada 32 atlet Karate.	Kedua terapi tersebut menurunkan HR dan RPE, meskipun <i>massage</i> olahraga menurunkan RPE secara lebih efektif.	<i>Massage</i> olahraga dan pemulihan aktif efektif menurunkan indeks kelelahan (HR, RPE, dan TQR) pada atlet karate. Meskipun kedua terapi menurunkan HR dan RPE, <i>massage</i> olahraga terbukti lebih efektif dalam mengurangi RPE.	Penelitian saya memberikan fokus pada rehabilitasi cedera lutut pelari, bukan sekadar manajemen kelelahan.
(Antohe, Alshana, Uysal, Rață, Lacob, & Panaet, 2024)	Tinjauan sistematis.	Teknik pelepasan <i>myofascial</i> terhadap rentang gerak sendi atlet	Tujuan dari penelitian tersebut yaitu studi sistematis dan meta-analisis ini bertujuan untuk menguji pengaruh teknik pelepasan <i>myofascial</i> terhadap performa gerak atlet.	Hasil intervensi pelepasan <i>myofascial</i> menunjukkan efek moderat pada kinerja ROM atlet jika dibandingkan dengan kelompok kontrol aktif dan pasif. Teknik alternatif seperti <i>trigger point myofascial</i> dapat meningkatkan kinerja rentang gerak atlet.	Intervensi pelepasan <i>myofascial</i> menunjukkan efek moderat dalam meningkatkan kinerja rentang gerak (ROM) atlet dibandingkan dengan kelompok kontrol aktif dan pasif. Teknik seperti <i>trigger point myofascial</i> efektif meningkatkan kinerja rentang gerak atlet.	Penelitian saya lebih spesifik pada cedera lutut dan memberikan perbandingan langsung antara dua metode latihan (ROM aktif dan PNF).

C. Kerangka Pikir

Olahraga telah menjadi bagian penting dari gaya hidup sehat di era modern. Lari merupakan salah satu bentuk olahraga yang paling populer dan memberikan berbagai manfaat fisiologis dan psikologis bagi tubuh. Peningkatan jumlah pelari rekreasi menunjukkan bahwa lari tidak hanya berfokus pada kompetisi, tetapi juga pada kesehatan dan kesejahteraan pribadi. Pelari rekreasi berlari untuk bersenang-senang dan menjaga kesehatan, berbeda dengan pelari kompetitif yang berlari untuk meraih kemenangan dan mengalahkan waktu lawan.

Lari adalah olahraga yang berkembang pesat di seluruh dunia. Di Indonesia, misalnya, banyak orang yang berlari secara teratur setiap tahun. Lari menarik karena mudah diakses oleh semua usia dan tidak memerlukan biaya yang besar. Sebagai olahraga yang murah dan sederhana, lari menjadi pilihan utama bagi mereka yang ingin menjaga kesehatan dengan cara yang praktis murah.

Namun, berlari membawa risiko cedera yang tinggi, terutama bagi pelari jarak jauh. Pelari rekreasional seringkali mengalami berbagai gejala, termasuk ketidaknyamanan dan sensasi berdenyut di lutut, yang bisa menjadi tanda awal masalah kesehatan pada lutut.

Risiko utama cedera lutut berkaitan dengan beban yang signifikan pada sendi. Benturan yang terjadi saat langkah lari tersebar ke seluruh tubuh, menciptakan tekanan besar yang membebani sendi lutut serta jaringan di sekitarnya. Tekanan benturan yang berkelanjutan dapat mengakibatkan cedera pada tulang, otot, jaringan ikat, dan bagian lain dari lutut seiring waktu. Selain itu, kelemahan pada

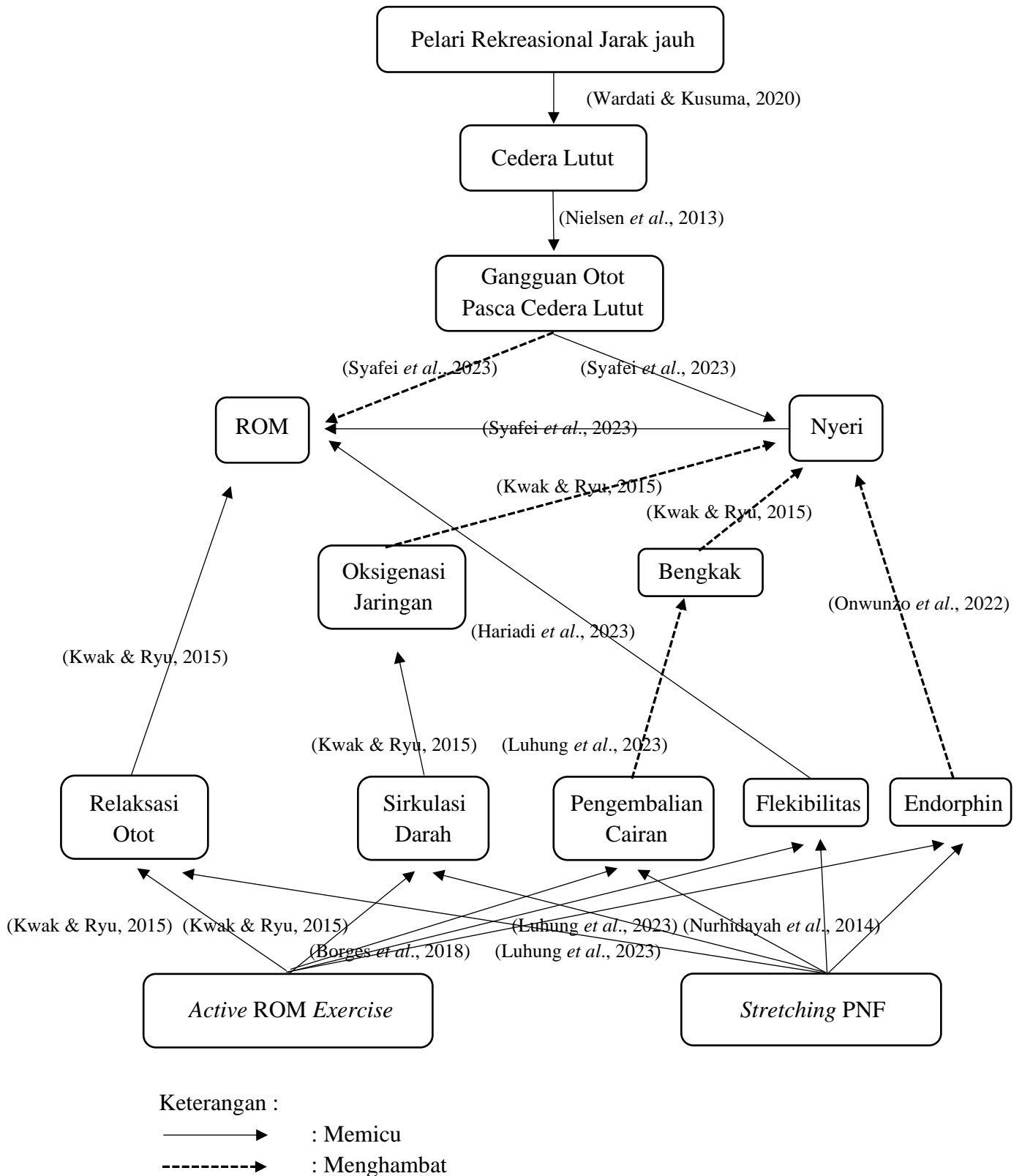
otot-otot tubuh bagian bawah dapat menyebabkan ketidaknyamanan lutut secara umum dan memicu berbagai masalah kesehatan lainnya.

Prosedur pemulihan sangat penting untuk mengurangi risiko cedera dan mempercepat proses penyembuhan. Teknik seperti *active ROM exercise* dan peregangan *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF) telah terbukti efektif. terbukti membantu rehabilitasi cedera. *Active ROM exercise* dan *stretching* PNF dapat menyebabkan relaksasi otot, sirkulasi darah, kembalinya cairan, dan lonjakan hormon endorfin dapat berperan dalam relaksasi otot, yang pada gilirannya meningkatkan fungsi gerak, rentang gerak (ROM), dan oksigenasi jaringan. Oksigenasi yang baik membantu mengurangi ketidaknyamanan akibat nyeri. Sirkulasi darah membawa nutrisi ke dalam tubuh dan merangsang fungsi sendi, serta meningkatkan oksigenasi jaringan, sehingga membantu mengurangi ketidaknyamanan. Pengembalian cairan juga penting untuk mencegah pembengkakan. Selanjutnya, pengurangan pembengkakan dan pelepasan hormon endorfin dapat mengurangi rasa sakit. Penurunan rasa sakit ini akan mendorong peningkatan ROM, dan rentang gerak yang lebih luas akan meningkatkan fungsi gerak.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi rasa nyeri dan meningkatkan rentang gerak (ROM) pada pelari rekreasi jarak jauh melalui *active ROM exercise* dan *stretching* PNF, yang menunjukkan berbagai tingkat efektivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode latihan ini efektif untuk mencapai tujuan tersebut, namun *active ROM exercise* lebih unggul dibandingkan *stretching* PNF. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa *active ROM*

exercise dapat memberikan hasil yang lebih baik, karena melibatkan kombinasi gerakan *loosening*, *stretching*, dan *strengthening*. Selain membantu pemulihan setelah berolahraga, *active ROM exercise* juga dapat meningkatkan kontrol otot, yang berkontribusi pada pengurangan nyeri lutut dan peningkatan kapasitas fungsional. Dengan demikian, pelari rekreasi dapat lebih cepat kembali ke aktivitas normal dengan rasa nyeri yang lebih rendah dan rentang gerak yang lebih baik. Kerangka pemikiran penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:

Gambar 10. Kerangka Pikir



D. Hipotesis Penelitian

Suryani & Hendryadi, (2015) berpendapat bahwa hipotesis adalah jawaban sementara yang masih berupa dugaan dan harus diuji kebenarannya. Hipotesis dalam penelitian ini antara lain:

1. *Active ROM exercise* efektif untuk menurunkan nyeri dan menaikkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.
2. *Stretching* PNF efektif untuk menurunkan nyeri dan menaikkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.
3. Terdapat perbedaan efektivitas *active ROM exercise* dan *stretching* PNF untuk menurunkan nyeri dan menaikkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh. Namun, perlakuan *active ROM exercise* lebih efektif dari perlakuan *stretching* PNF untuk menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental semu dengan desain dua kelompok eksperimen (*two group experiment design*). Model penelitian ini akan melibatkan dua kelompok sampel yang menerima perlakuan berbeda. Untuk mengumpulkan data awal (*Pretest*), sampel akan diukur sebelum perlakuan diberikan. Setelah data *Pretest* dikumpulkan, perlakuan akan diterapkan (kalau pada saat sesi lari, perlakuan dapat diterapkan setelah sesi lari selesai), dan sampel akan diukur kembali untuk mendapatkan data akhir (*Posttest*). Proses ini memudahkan identifikasi perubahan yang terjadi setelah perlakuan. Kelompok pertama akan menjalani *active ROM exercise*, sementara kelompok kedua akan menerima perlakuan *stretching* PNF. Data dari *Pretest* dan *Posttest* akan dibandingkan untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan yang telah diterapkan pada kedua kelompok.

Tabel 2. Rancangan Penelitian

Subjek	Pengukuran	Perlakuan	Pengukuran
S1	→ <i>Pretest</i>	→ <i>Active ROM Exercise</i>	→ <i>Posttest</i>
S2	→ <i>Pretest</i>	→ <i>Stretching PNF</i>	→ <i>Posttest</i>

Keterangan :

S1 : Kelompok Sampel A

S2 : Kelompok Sampel B


B. Definisi Operasional Variabel Penelitian




Penelitian ini memiliki empat variabel yaitu *active ROM exercise* dan *stretching* PNF sebagai variabel dependen, variabel independen penelitian ini meliputi nyeri dan rentang gerak (ROM). Definisi operasional untuk masing-masing variabel dalam penelitian ini adalah:

1. *Active ROM Exercise*

Active ROM exercise untuk mengurangi nyeri dan meningkatkan ROM (*Range of Motion*) pada lutut dilakukan dengan 8 pengulangan setiap sesi dan terdiri dari 2 set. Latihan ini melibatkan tahapan *loosening*, *stretching*, dan *strengthening*. Gerakan yang dilakukan meliputi: menekuk lutut sejauh yang dapat dilakukan tanpa rasa sakit, meluruskan lutut sejauh mungkin, menggerakkan kaki menjauhi tubuh, menggerakkan kaki mendekati tubuh. Intensitas gerakan ditetapkan ringan hingga sedang untuk menghindari ketidaknyamanan yang berlebihan akut. Berikut terdapat beberapa contoh *active ROM exercise*. Untuk SOP *active ROM exercise* terdapat pada halaman lampiran.

Tabel 3. Jenis *Active ROM Exercise*

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
1.	Loosening			
	Posisi berdiri	Gerakan <i>fleksi</i> (menekuk ke depan) dan langsung diteruskan <i>ekstensi</i> sendi lutut	8 x 2	

				
2.	<i>Stretching</i>			
	Posisi berdiri dengan kaki lurus ke depan	Pada posisi sendi lutut <i>ekstensi</i> , tangan berusaha meraih ujung jari kaki	8 x 2	
3.	<i>Strengthening</i>			
	Posisi berbaring terlentang	Gerakkan sendi lutut <i>ekstensi</i> tahan selama 5 detik, Kaki yang lain menyangga dalam posisi <i>fleksi</i> untuk menahan, Posisi kaki penyangga dapat sedikit demi sedikit dinetralkan sudutnya untuk menambah beban sendi lutut yang diangkat	8 x 2	

2. PNF

Terapi latihan *stretching* PNF menggunakan teknik *hold-relax contract*. Teknik ini mencakup dua jenis peregangan: tanpa hambatan dan dengan kontraksi isometrik. Setiap set latihan terdiri dari 10 gerakan, di mana setiap gerakan berlangsung selama 10 hitungan untuk peregangan pasif dan 5 hitungan untuk gerakan kontraksi isometrik.

3. Derajat Nyeri

Tingkat rasa nyeri pada subjek penelitian diukur menggunakan *Visual Analogue Scale* (VAS) dengan rentang 0-10. Selanjutnya, sukarelawan diminta untuk duduk dengan nyaman dan meletakkan jari pada otot yang akan dinilai (Sari & Lestari, 2021). Untuk menilai tingkat nyeri, individu diminta untuk menggerakkan otot yang terkena atau melakukan aktivitas sebelum perlakuan. Subjek menentukan tingkat nyeri mereka dengan menggeser panah merah pada VAS sesuai dengan persepsi nyeri yang dirasakan. Setelah itu, biarkan panah pada titik yang sudah ditentukan untuk mendapatkan skala numerik tingkat nyeri. Sampel melaporkan tingkat nyeri dalam rentang 0-3 (tanpa ketidaknyamanan), 3-7 (sedang), 7-9 (berat), hingga 9-10 (nyeri sangat parah).

Gambar 11. Tampilan VAS
(Cabello et al., 2021)

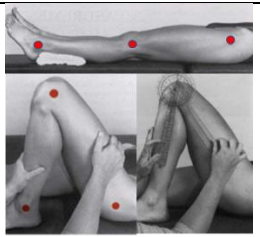
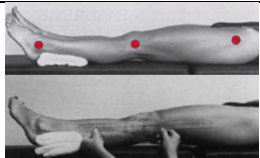


4. ROM

Kemampuan untuk menggerakkan sendi dikenal sebagai rentang gerak (ROM). Ketika sendi mengalami cedera, ruang gerak ini menjadi terbatas, sehingga ROM dapat dijadikan indikator penyembuhan dalam penelitian ini. Penelitian ini akan memanfaatkan rentang gerak (ROM) untuk menilai proses pemulihan. Perbaikan cedera secara bertahap dapat membantu

mengembalikan rentang gerak sendi. Untuk mengukur ROM sendi lutut, digunakan goniometer, dengan penilaian dilakukan pada fleksi dan ekstensi. Untuk mengukur ROM fleksi, peserta diminta berbaring tengkurap dan menekuk lutut semaksimal mungkin. Peneliti kemudian mengukur derajat yang terbentuk oleh lutut menggunakan goniometer. Sementara itu, untuk mengevaluasi ROM ekstensi, subjek diminta berbaring telentang, dan peneliti menggunakan goniometer untuk mengukur derajat yang dihasilkan oleh sendi lutut.

Tabel 4. Tabel Pengukuran *Range of Motion* Sendi Lutut

Gerakan	Axis	Moving Arm	Stationary Arm	Posisi Awal	Gambar
<i>Fleksi</i>	<i>Lateral epicondyle femur</i>	<i>Lateral midline dari fibula, segaris dengan caput fibular dan lateral malleolus</i>	<i>Lateral midline dari femur menuju trochanter</i>	Pasien dalam posisi terlentang dengan ekstremitas bawah pada posisi anatomi dan stabilitasi <i>psilateral ankle</i> menggunakan h&uk	
<i>Ekstensi</i>	<i>Lateral epicondyle femur</i>	<i>Lateral midline dari fibula, segaris dengan caput fibular dan</i>	<i>Lateral midline dari femur menuju trochanter</i>	Pasien dalam posisi terlentang dengan ekstremitas bawah pada posisi anatomi dan stabilitasi	

		<i>lateral malleolus</i>		<i>ipsilateral ankle</i> menggunakan handuk	
--	--	--------------------------	--	--	--

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Yogyakarta dengan pendekatan terapis model. Sampel penelitian terdiri dari individu yang merupakan pelari rekreasi jarak jauh yang tinggal di Yogyakarta. Penelitian ini berlangsung dari Agustus 2024 hingga September 2024. Proses penelitian mencakup empat sesi per minggu, dengan total enam belas pertemuan. Menurut Bompas et al., (2018), "dalam eksperimen ini, perlakuan diberikan sebanyak 16 kali pertemuan, karena dianggap cukup untuk menghasilkan perubahan," dan jika sudah ada peningkatan, penelitian dapat diselesaikan dan data informasi akan dikumpulkan diperoleh.

Untuk menilai efek dari suatu latihan, durasi periode eksperimen ditentukan dengan mempertimbangkan jarak waktu. Tarihoran & Banjarnahor, (2019) menyebutkan bahwa "disarankan untuk berlatih setidaknya tiga kali dalam seminggu." Dalam penelitian ini, latihan dilakukan secara rutin empat kali seminggu selama empat minggu. Dengan demikian, diharapkan sudah ada perubahan yang signifikan, terutama terkait dengan peningkatan ROM dan penurunan rasa nyeri.

D. Populasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini berfokus pada populasi di Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya ketidaknyamanan lutut yang dialami oleh pelari rekreasi jarak jauh. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, di mana

partisipan dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi tertentu. Setelah pemilihan, partisipan dibagi menjadi dua kelompok: A (*Active ROM Exercise*) dan B (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF)), dengan penentuan kelompok yang dilakukan melalui *random assignment* menggunakan teknik *ordinal pairing*. Desain penelitian ini bersifat paralel, di mana setiap partisipan hanya menerima satu jenis intervensi. Data mengenai nyeri dan rentang gerak (ROM) lutut akan diukur setelah partisipan menyelesaikan program latihan yang ditentukan untuk masing-masing kelompok. Hasil dari kedua kelompok akan dibandingkan untuk menilai efektivitas masing-masing metode. Penelitian ini menggunakan *t-test family* karena membandingkan dua kelompok, dan untuk *sample group*, digunakan *independent group* karena melibatkan dua kelompok perlakuan yang berbeda.

Dalam penelitian ini, penentuan sampel dilakukan dengan mempertimbangkan keanggotaan komunitas lari di Yogyakarta sebagai populasi target. Dari total delapan komunitas lari yang ada, diambil sekitar 10% anggota dari masing-masing komunitas yang memenuhi kriteria inklusi penelitian. Strategi ini dipilih untuk memastikan keberagaman data serta representasi yang memadai dari pelari rekreasional di wilayah tersebut.

Pendekatan ini memberikan keunggulan dalam mencerminkan kondisi nyata populasi pelari rekreasional di Yogyakarta sekaligus memastikan bahwa hasil penelitian dapat diterapkan secara lebih luas pada komunitas serupa. Total sampel yang terpilih adalah 40 peserta, yang kemudian dibagi secara merata ke dalam dua kelompok perlakuan, masing-masing berjumlah 20 orang.

Adapun kriteria inklusi dan eksklusi dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Kriteria Inklusi

- a) Pelari rekreasional laki-laki dan perempuan
- b) Usia 20-40 tahun
- c) Riwayat latihan minimal 1-3 kali/minggu
- d) Minimal akumulasi per minggu adalah 10 km (kilometer)
- e) Memiliki riwayat cedera (bukan cedera grade 2, 3)
- f) Tidak sedang mengalami cedera yang mengakibatkan sulit untuk berjalan
- g) Bersedia menjadi subjek penelitian

2. Kriteria Eksklusi

- a) Terdapat bengkak besar
- b) Fraktur dan luka terbuka
- c) Strain atau sprain (grade 2 dan 3)
- d) Obesitas

E. Instrumen Penelitian

Alat ukur diperlukan untuk pengambilan data di lapangan. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah.

1. *Visual Analogue Scale* (VAS).

Instrumen Visual Analogue Scale (VAS) digunakan untuk mengukur tingkat nyeri yang dialami oleh individu. Skala ini memiliki rentang dari 0 hingga 10. VAS menunjukkan nilai validitas sebesar $r = 0,941$ dan reliabilitas ICC sebesar 0,97, yang menunjukkan bahwa alat ukur ini valid dan dapat diandalkan untuk pengumpulan data mengenai nyeri (Alghadir et al., 2018).

Penggunaan aplikasi VAS yang intuitif memudahkan proses pengukuran. Peserta uji coba diinstruksikan untuk menjalankan program VAS dan menggeser tombol sesuai dengan tingkat nyeri yang mereka rasakan. Ketika tingkat nyeri meningkat, subjek akan menggeser tombol ke skala yang lebih tinggi. Rentang tingkat nyeri yang dilaporkan oleh sampel berkisar antara 0-1 (tidak ada nyeri), 1-3 (nyeri ringan), 3-7 (nyeri sedang), 7-9 (nyeri berat), hingga 9-10 (nyeri sangat parah berat).

2. Goniometer

Menurut Helmi (2012), goniometer adalah alat berbentuk busur derajat yang dirancang khusus untuk mengukur gerakan sendi. Terdapat tiga sistem pencatatan yang digunakan untuk menentukan rentang gerak (ROM): 0 - 180 derajat, 180 - 0 derajat, dan 360 derajat. Sistem 0 - 180 derajat memposisikan sendi ekstremitas atas dan bawah pada 0 derajat untuk gerakan fleksi, ekstensi, abduksi, dan adduksi ketika tubuh berada dalam posisi anatomis. Dalam posisi ini, sendi ekstremitas terletak di tengah tubuh, antara sisi dalam dan luar. Untuk gerakan rotasi, 0 derajat digunakan sebagai titik awal, kemudian berkembang hingga 180 derajat. Metode pencatatan ini adalah yang paling umum digunakan di seluruh dunia. Silver mengembangkan sistem ini pada tahun 1923, dengan kontribusi dari para penulis seperti Cave, Roberts, Moore, serta American Academy of Orthopaedic Surgeons dan American Medical Association.

Dua teknik pengukuran lainnya adalah sistem 180 - 0 derajat, yang digunakan untuk mengukur rentang gerak (ROM) dari 180 derajat hingga 0

derajat dalam posisi anatomis. Sementara itu, sistem 360 derajat juga diukur dalam posisi anatomis. Gerakan fleksi dan abduksi dimulai dari 180 derajat dan bergerak menuju 0 derajat, sedangkan gerakan ekstensi dan adduksi dimulai dari 180 derajat dan bergerak menuju 360 derajat. Kedua teknik ini kurang umum digunakan dan memerlukan pemahaman yang lebih mendalam dibandingkan dengan sistem 0 - 180 derajat. Menurut Gunawan & Imanudin (2019), metode ini memiliki reliabilitas sebesar 0,51 dan validitas sebesar 0,97.

F. Teknik Pengambilan Data

Data pengukuran akan dianalisis menggunakan uji-t di SPSS versi 25 untuk membandingkan hasil *pra* dan *pasca* tes. Peralatan lain yang digunakan termasuk alat tulis dan satu set tabel untuk mencatat. Hamdi & Bahrudin, (2015) mendefinisikan strategi pengumpulan data sebagai cara-cara tertentu yang berguna untuk menemukan data dan fakta pada saat penelitian. Penelitian ini membagi kelompok sampel menjadi dua kelompok yang masing-masing mendapatkan perlakuan yang berbeda.

Sebelum dilakukan perlakuan, setiap sampel diukur *pre-test*, diikuti dengan pengukuran ulang untuk memberikan hasil *pasca* diberi perlakuan. Langkah-langkah pengumpulan data dijelaskan di bawah ini:

1. Menentukan sampel yang akan dijadikan sampel yaitu pelari rekreasi yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Mengajukan permohonan menjadi responden pada sampel.
3. Responden menyetujui menjadi sampel penelitian

4. Responden akan diukur untuk mendapatkan data *pretest* dengan VAS dan Goniometer.
5. Sampel yang telah dibagi menjadi dua kelompok diberikan perlakuan yang berbeda. Kelompok A diberikan perlakuan *active ROM exercise*. Kemudian kelompok B diberikan perlakuan *stretching* PNF.
6. Setelah diberikan perlakuan responden diukur kembali untuk mendapatkan data *posttest* menggunakan VAS dan Goniometer.

G. Teknik Analisis Data

1. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah salah satu langkah dasar dalam analisis data. Tujuannya adalah untuk menilai apakah data memiliki distribusi yang normal. Uji ini sangat penting untuk menentukan langkah analisis selanjutnya. Sebelum melanjutkan ke uji lain, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui apakah data terdistribusi secara normal. Jika hasil uji normalitas menunjukkan distribusi normal, maka analisis parametrik dapat diterapkan. Sebaliknya, jika data tidak terdistribusi normal, maka analisis yang digunakan adalah non-parametrik. Distribusi normal ditandai dengan nilai $p\text{-value} > 0,05$, sedangkan nilai $p\text{-value} < 0,05$ menunjukkan adanya distribusi yang tidak normal.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengevaluasi apakah data bersifat homogen atau tidak. Jika nilai $p > 0,05$, maka variasi data dianggap homogen. Sebaliknya, jika nilai $p < 0,05$, variasi data dianggap tidak homogen.

3. Uji Beda

Paired t-test, *Wilcoxon*, *independent t-test*, dan *Mann-Whitney* diuji pada tingkat signifikansi 0,05. Uji t memberikan nilai t dan nilai probabilitas (p) yang digunakan untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan antara *Pretest* dan *Posttest* pada level 5%. Untuk menentukan taraf signifikansi, cukup melihat nilai p: jika $p < 0,05$, berarti ada perbedaan yang signifikan. Sedangkan jika $p > 0,05$, berarti tidak ada perbedaan yang signifikan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

1. Deskripsi Lokasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Daerah Istimewa Yogyakarta antara Agustus hingga September 2024. Proses penelitian akan dibantu oleh teman untuk teknik *stretching* PNF, sementara *active ROM exercise* dilakukan secara mandiri. Partisipan yang terlibat adalah pelari rekreasi jarak jauh di daerah tersebut yang mengalami ketidaknyamanan pada lutut dan berusia antara 20 hingga 40 tahun. Pemilihan sampel didasarkan pada kriteria inklusi dan eksklusi tertentu. Total 40 peserta yang akan dibagi menjadi dua kelompok, masing-masing terdiri dari 20 orang.

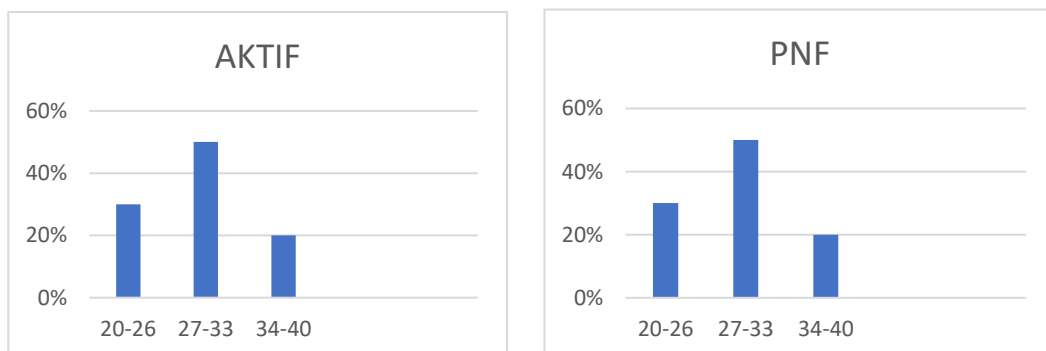
Sampel penelitian kemudian akan dideskripsikan dalam hal usia, tinggi badan, berat badan, durasi cedera, dan penyebab cedera. Berikut ini adalah penjelasan mengenai sampel penelitian berdasarkan kelompok usia.

Tabel 5. Sampel Dikelompokkan Berdasarkan Usia

Perlakuan	Kelompok Usia (Tahun)	Jumlah	Presentase
<i>Active ROM Exercise</i>	20-26	6	30%
	27-33	10	50%
	34-40	4	20%
	Jumlah	20	100
<i>Stretching PNF</i>	20-26	6	30%
	27-33	9	45%
	34-40	5	25%
	Jumlah	20	100

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa dalam kelompok sampel yang menerima perlakuan *active ROM exercise*, terdapat 6 orang (30%) berusia 20-26 tahun, 10 orang (50%) berusia 27-33 tahun, dan 4 orang (20%) berusia 34-40 tahun. Sementara itu, dalam kelompok sampel yang mendapatkan perlakuan *Stretching PNF*, terdapat 6 orang (30%) berusia 20-26 tahun, 9 orang (45%) berusia 27-33 tahun, dan 5 orang (25%) berusia 34-40 tahun. Jika data ini digambarkan dalam bentuk diagram lingkaran, dapat dilihat pada gambar berikut:

Di bawah ini merupakan diagram batang sampel penelitian yang dikelompokkan berdasarkan usia.



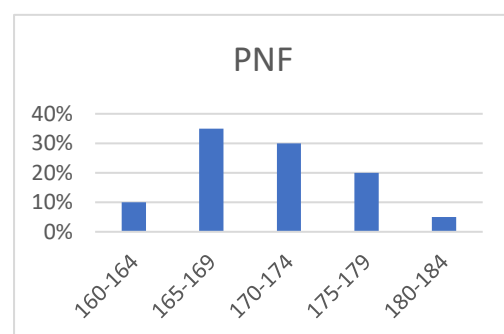
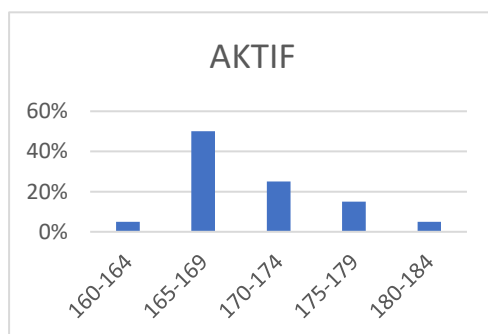
Tabel 6. Sampel Dikelompokkan Berdasar Tinggi badan

Perlakuan	Kelompok Tinggi Badan (cm)	Jumlah	Presentase
<i>Active ROM Exercise</i>	160-164	1	5%
	165-169	10	50%
	170-174	5	25%
	175-179	3	15%
	180-184	1	5%
	Jumlah	20	100
<i>Sretching PNF</i>	160-164	2	10%
	165-169	7	35%
	170-174	6	30%

	175-179	4	20%
	180-184	1	5%
	Jumlah	20	100

Berdasarkan pada tabel di atas dapat dilihat bahwa kelompok sampel dengan perlakuan *active ROM exercise* tinggi badan 160-164 cm sejumlah 1 orang (5%). Kelompok tinggi badan 165-169 cm sejumlah 10 orang (50%). Kelompok tinggi badan 170-174 cm sejumlah 5 orang (25%). Kelompok tinggi badan 175-179 cm sejumlah 3 orang (15%) dan kelompok tinggi badan 180-184 cm sejumlah 1 orang (5%). Sedangkan kelompok sampel dengan perlakuan *Stretching PNF* tinggi badan 160-164 cm sejumlah 2 orang (10%). Kelompok tinggi badan 165-169 cm sejumlah 7 orang (35%). Kelompok tinggi badan 170-174 cm sejumlah 6 orang (30%). Kelompok tinggi badan 175-179 cm sejumlah 4 orang (20%) dan kelompok tinggi badan 180-184 cm sejumlah 1 orang (5%).

Di bawah ini merupakan diagram batang sampel penelitian yang dikelompokkan berdasar pada tinggi badan.



Tabel 7. Sampel Dikelompokkan Berdasar Berat Badan

Perlakuan	Kelompok Berat Badan (kg)	Jumlah	Presentase
<i>Active ROM Exercise</i>	50-59	10	50%
	60-69	9	45%
	70-79	1	5%
	80-89	0	0%
	90-99	0	0%
	100-109	0	0%
	Jumlah	20	100
<i>Stretching PNF</i>	50-59	9	45%
	60-69	10	50%
	70-79	1	5%
	80-89	0	0%
	90-99	0	0%
	100-109	0	0%
	Jumlah	20	100

Berdasarkan pada tabel di atas dapat dilihat bahwa kelompok sampel dengan perlakuan *active ROM exercise* berat badan 50-59 kg sejumlah 10 orang (50%). Kelompok berat badan 60-69 kg sejumlah 9 orang (45%) dan berat badan 70-79 kg sejumlah 1 orang (5%). Sedangkan kelompok sampel dengan perlakuan *Stretching PNF* berat badan 50-59 kg sejumlah 9 orang (45%). Kelompok berat badan 60-69 kg sejumlah 10 orang (50%). Kelompok berat badan 70-79 kg sejumlah 1 orang (5%). Jika digambarkan dengan diagram batang maka dapat dilihat pada gambar berikut.

Di bawah ini merupakan diagram batang sampel penelitian yang dikelompokkan berdasar pada berat badan.

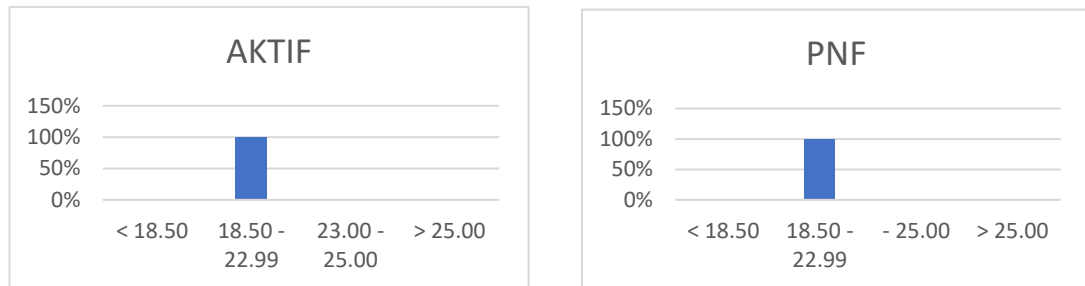


Tabel 8. Tabel Indeks Massa Tubuh atau Body Mass Index (BMI)

Perlakuan	BMI	Jumlah	Presentase	Keterangan
<i>Active ROM Exercise</i>	< 18.50	0	0%	Berat Badan Kurang
	18.50 - 22.99	20	100%	Normal
	23.00 - 25.00	0	0%	Berat Badan Lebih
	> 25.00	0	0%	Obesitas
	Jumlah	20	100	-
<i>Sretching PNF</i>	< 18.50	0	0%	Berat Badan Kurang
	18.50 - 22.99	20	100%	Normal
	- 25.00	0	0%	Berat Badan Lebih
	> 25.00	0	0%	Obesitas
	Jumlah	20	100	-

Berdasarkan pada tabel di atas dapat dilihat bahwa kelompok sampel dengan perlakuan *active ROM exercise* menunjukkan BMI 18.50 - 22.99 dengan keterangan normal sejumlah 20 orang (100%). Sedangkan kelompok sampel dengan perlakuan *Sretching PNF* menunjukkan BMI 18.50 - 22.99

dengan keterangan normal sejumlah 20 orang (100%). Jika digambarkan dengan diagram batang maka dapat dilihat pada gambar berikut.

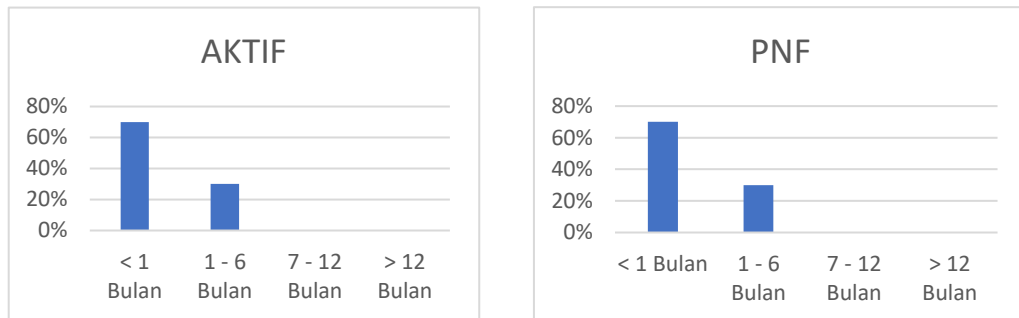


Tabel 9. Sampel Penelitian yang Dikelompokkan Berdasar Pada Lama Durasi Cedera

Perlakuan	Kelompok Durasi Cedera	Jumlah	Presentase
<i>Active ROM Exercise</i>	< 1 Bulan	14	70%
	1 - 6 Bulan	6	30%
	7 - 12 Bulan	0	0%
	> 12 Bulan	0	0%
	Jumlah	20	100
<i>Sretching PNF</i>	< 1 Bulan	14	70%
	1 - 6 Bulan	6	30%
	7 - 12 Bulan	0	0%
	> 12 Bulan	0	0%
	Jumlah	20	100

Berdasarkan pada tabel di atas dapat dilihat bahwa kelompok sampel dengan perlakuan *active ROM exercise* durasi cedera < 1 bulan sejumlah 14 orang (70%). Durasi cedera 1-6 bulan sejumlah 6 orang (30%). Sedangkan kelompok sampel dengan perlakuan *Sretching PNF* durasi cedera < 1 bulan sejumlah 14 orang (70%). Durasi cedera 1-6 bulan sejumlah 6 orang (30%).

Jika digambarkan dengan diagram batang maka dapat dilihat pada gambar berikut.



1. Deskripsi Data Penelitian

a. Data Hasil Pengukuran

Hal yang akan dibahas dalam bagian ini adalah pembahasan umum mengenai data hasil pengukuran antara lain nilai minimal, nilai maksimal, *mean*, dan standar deviasi dari nilai *pretest* dan *posttest* perlakuan *active ROM exercise* dan *Stretching PNF*. Berikut merupakan deskripsi data *pretest* perlakuan *active ROM exercise* dan *stretching PNF* yang disajikan dalam tabel.

Tabel 10. Data *Pretest* Perlakuan *Active ROM Exercise* dan *Stretching PNF*

Indikator	Perlakuan	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Mean SD</i>
Nyeri	<i>Active ROM Exercise</i>	7.50	9.80	9.09 ± 0.69
	<i>Stretching PNF</i>	7.20	9.70	8.41 ± 0.72
ROM <i>Fleksi</i>	<i>Active ROM Exercise</i>	43.00	123.00	103.50 ± 22.90
	<i>Stretching PNF</i>	43.00	123.00	103.50 ± 22.90

ROM <i>Ekstensi</i>	<i>Active</i> ROM <i>Exercise</i>	4.00	7.00	5.55 ± 1.10
	<i>Stretching</i> PNF	4.00	7.00	5.55 ± 1.10

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai minimal, maksimal, *mean*, dan standar deviasi pada data *pretest* terdapat selisih akan tetapi selisih yang terlihat tidak begitu besar.

Berikut merupakan deskripsi data *posttest* perlakuan *Active ROM Exercise* dan *Stretching PNF* yang disajikan dalam tabel.

Tabel 11. Data *Posttest* Perlakuan *Active ROM Exercise* dan *Stretching PNF*

Indikator	Perlakuan	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Mean SD</i>
Nyeri	<i>Active</i> ROM <i>Exercise</i>	2.20	3.80	2.92 ± 0.51
	<i>Stretching</i> PNF	2.10	4.70	3.38 ± 0.88
ROM <i>Fleksi</i>	<i>Active</i> ROM <i>Exercise</i>	110.00	160.00	132.90 ± 10.46
	<i>Stretching</i> PNF	110.00	160.00	132.90 ± 10.46
ROM <i>Ekstensi</i>	<i>Active</i> ROM <i>Exercise</i>	7.00	11.00	9.10 ± 1.16
	<i>Stretching</i> PNF	7.00	11.00	9.10 ± 1.16

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai *posttest* baik perlakuan *Active ROM Exercise* dan *Stretching PNF* terdapat selisih yang tidak begitu besar.

B. Hasil Uji Prasyarat

Uji prasyarat dilakukan untuk menentukan metode analisis data yang tepat untuk uji hipotesis. Salah satu uji prasyarat yang dilakukan adalah uji normalitas untuk mengevaluasi apakah data terdistribusi normal. Jika data terdistribusi normal dengan nilai $p > 0,05$, maka analisis uji hipotesis akan menggunakan metode parametrik. Namun, jika data tidak terdistribusi normal, maka analisis uji hipotesis akan menggunakan metode non-parametrik.

Uji prasyarat berikutnya adalah uji homogenitas data, yang digunakan untuk menentukan apakah data bersifat homogen. Uji ini diperlukan sebagai prasyarat untuk uji hipotesis yang melibatkan dua kelompok sampel yang berbeda, sementara untuk kelompok sampel yang sama, uji homogenitas tidak diperlukan. Data dianggap homogen jika nilai signifikansi $p > 0,05$, sedangkan jika nilai $p < 0,05$, maka data dianggap tidak homogen.

a. Uji Normalitas

Di bawah ini dijelaskan dalam tabel hasil uji normalitas data perlakuan *Active ROM Exercise* dan *Stretching PNF*.

Tabel 12. Hasil Uji Normalitas Data *Active ROM Exercise*

Nyeri	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Data	<i>Sig.</i>	Keterangan
	<i>Nyeri Pretest</i>	0,015	Tidak Normal
	<i>Nyeri Posttest</i>	0,198	Normal
ROM <i>Fleksi</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Data	<i>Sig.</i>	Keterangan
	<i>Fleksi Pretest</i>	0,000	Tidak Normal
	<i>Fleksi Posttest</i>	0,257	Normal
ROM <i>Ekstensi</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Data	<i>Sig.</i>	Keterangan

	<i>Ekstensi Pretest</i>	0,014	Tidak Normal
	<i>Ekstensi Posttest</i>	0,125	Normal

Tabel 13. Hasil Uji Normalitas Data *Stretching* PNF

Nyeri	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Data	<i>Sig.</i>	Keterangan
	<i>Nyeri Pretest</i>	0,443	Normal
	<i>Nyeri Posttest</i>	0,167	Normal
ROM <i>Fleksi</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Data	<i>Sig.</i>	Keterangan
	<i>Fleksi Pretest</i>	0,000	Tidak Normal
	<i>Fleksi Posttest</i>	0,257	Normal
ROM <i>Ekstensi</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Data	<i>Sig.</i>	Keterangan
	<i>Ekstensi Pretest</i>	0,014	Tidak Normal
	<i>Ekstensi Posttest</i>	0,125	Normal

Hasil uji normalitas untuk kelompok sampel yang menerima perlakuan *Active ROM Exercise* dan *Stretching* PNF, seperti yang ditunjukkan dalam tabel di atas, menunjukkan bahwa indikator nyeri dan ROM pada *Pretest* dan *Posttest* memiliki nilai $p > 0,05$. Hal ini berarti data tersebut terdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis yang digunakan adalah analisis parametrik..

b. Uji Homogenitas

Sebelum melakukan uji independent *t-test* pada dua kelompok sampel dengan perlakuan yang berbeda, perlu dilakukan uji homogenitas untuk menentukan apakah data tersebut homogen atau tidak. Hasil uji homogenitas untuk data *posttest* pada perlakuan *Active ROM Exercise* dan *Stretching* PNF dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 14. Hasil Uji Homogenitas Data *Active ROM Exercise*

Indikator	Levency Statistic	df 1	df 2	Sig	Keterangan
Nyeri	1.416	1	38	0.241	Homogen
ROM <i>Fleksi</i>	8.778	1	38	0.005	Tidak Homogen
ROM <i>Ekstensi</i>	2.361	1	38	0.133	Homogen

Tabel 15. Hasil Uji Homogenitas Data *Stretching PNF*

Indikator	Levency Statistic	df 1	df 2	Sig	Keterangan
Nyeri	1.400	1	38	0.244	Homogen
ROM <i>Fleksi</i>	5.433	1	38	0.025	Tidak Homogen
ROM <i>Ekstensi</i>	0.025	1	38	0.876	Homogen

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai signifikansi setiap indikator memiliki nilai $p > 0,05$. Apabila nilai $p > 0,05$ maka dapat disimpulkan data tersebut homogen.

C. Hasil Uji Hipotesis

Uji hipotesis yang dilakukan untuk menguji efektivitas masing-masing perlakuan menggunakan uji dependent. Apabila data terdistribusi normal maka menggunakan uji beda *Paired t-test* dan apabila data tidak terdistribusi normal maka menggunakan uji beda *Wilcoxon*. Uji hipotesis yang dilakukan untuk menguji perbandingan efektivitas pada kedua perlakuan dengan sampel berbeda menggunakan uji *independent*. Apabila data terdistribusi normal maka menggunakan uji beda *independent t-test* dan apabila data tidak terdistribusi normal maka menggunakan uji beda *Mann-Whitney*.

Hasil uji beda yang telah dihitung menggunakan aplikasi spss versi 25 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 16. Hasil Uji Hipotesis Perlakuan *Active ROM Exercise* dan *Stretching PNF*

Variabel		Waktu	<i>Active ROM Exercise</i>	PNF	Uji Beda
			Mean SD	Mean SD	
Nyeri		<i>Pre Test</i>	9.09 ± .69	8.410 ± .719	.011
		<i>Post Test</i>	2.920 ± .510	3.38 ± .881	.067
		<i>P</i>	0.000 **	0.000 **	
		Efektifitas	-211,47%	-148,45%	
ROM	<i>Fleksi</i>	<i>Pre Test</i>	103.5 ± 22.90	103.5 ± 22.90	.001 **
		<i>Post Test</i>	132.5 ± 10.45	132.9 ± 10.45	.000 **
		<i>P</i>	0.000 **	0.000 **	
		Efektifitas	44,90%	22,10%	
	<i>Ekstensi</i>	<i>Pre Test</i>	5.56 ± 1.099	5.56 ± 1.09	.962
		<i>Post Test</i>	11.00 ± 9.10	9.10 ± 1.165	.163
		<i>P</i>	0.000 **	0.000 **	
		Efektifitas	-130,50%	39%	

Keterangan :

** : Memiliki perbedaan yang sangat signifikan (dibawah 0,01)

Hasil analisis hipotesis menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam tingkat nyeri antara kelompok yang menjalani *Active ROM Exercise* dan kelompok *stretching PNF* pada fase *pre-test* ($p = 0.011$). Rata-rata tingkat nyeri di kelompok *Active ROM Exercise* tercatat sebesar 9.09 ± 0.69 , sedangkan pada kelompok *stretching PNF* adalah 8.410 ± 0.719 . Setelah intervensi, tingkat nyeri pada kedua kelompok mengalami penurunan yang signifikan ($p = 0.000$), di mana kelompok *Active ROM Exercise* turun menjadi 2.920 ± 0.510 , sedangkan kelompok *stretching PNF* menjadi 3.38 ± 0.881 . Namun, tidak ditemukan perbedaan signifikan antara kedua kelompok pada *post-test* ($p = 0.067$). Dari segi efektivitas, kelompok *Active ROM Exercise* menunjukkan hasil yang lebih baik dalam mengurangi nyeri, dengan pengurangan sebesar -211,47%,

dibandingkan dengan kelompok *stretching* PNF yang hanya mengalami penurunan sebesar -148,45%.

Pada variabel ROM (*Range of Motion*) untuk fleksi, hasil *pre-test* menunjukkan rata-rata yang identik untuk kedua kelompok, yaitu 103.5 ± 22.90 . Namun, terdapat perbedaan signifikan antara keduanya ($p = 0.001$). Setelah intervensi, ROM fleksi meningkat secara signifikan pada kedua kelompok ($p = 0.000$), dengan kelompok *Active ROM Exercise* mencapai 132.5 ± 10.45 dan kelompok *stretching* PNF mencapai 132.9 ± 10.45 . Meskipun demikian, peningkatan efektivitas ROM fleksi lebih tinggi pada kelompok *Active ROM Exercise* (44,90%) dibandingkan dengan kelompok PNF (22,10%), sehingga *Active ROM Exercise* terbukti lebih efektif dalam meningkatkan ROM fleksi.

Untuk ROM *ekstensi*, rata-rata *pre-test* pada kedua kelompok adalah sama, yaitu 5.550 ± 1.099 , dengan *p-value* 0.962, yang menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara kedua kelompok sebelum intervensi. Setelah intervensi, terjadi peningkatan pada kedua kelompok, di mana kelompok *Active ROM Exercise* mengalami peningkatan signifikan menjadi 11.00 ± 9.10 , sementara kelompok *stretching* PNF meningkat menjadi 9.10 ± 1.165 . Meskipun uji beda *post-test* tidak signifikan ($p = 0.163$), efektivitas peningkatan ROM *ekstensi* pada kelompok *Active ROM Exercise* (-130,50%) dan kelompok PNF yang mengalami peningkatan sebesar 39%.

Secara keseluruhan, *Active ROM Exercise* lebih efektif dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM, baik pada *fleksi* maupun *ekstensi*, dibandingkan dengan *stretching* PNF.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

1. *Active ROM Exercise*

Active ROM exercise dilakukan secara mandiri oleh individu tanpa bantuan dari luar, dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan tubuh bergerak secara optimal dalam rentang gerak tertentu (Suwito & Sary, 2019). Pada pelari rekreasional jarak jauh, nyeri pada lutut sering disebabkan oleh penggunaan berlebihan sendi lutut selama aktivitas berlari (Sintia & Dewi, 2022). Lutut memainkan peran penting dalam gerakan berlari dan menerima beban yang signifikan, terutama pada pelari jarak jauh yang melakukan gerakan yang sama secara berulang dalam waktu yang lama (Yang et al., 2022).

Penelitian ini menunjukkan bahwa *active ROM exercise* efektif dalam mengurangi tingkat nyeri pada lutut pelari. Penelitian oleh Thomas et al., (2020) juga mengindikasikan bahwa latihan ini dapat menurunkan nyeri dan meningkatkan rentang gerak (ROM). Penurunan nyeri ini dapat dijelaskan oleh peran latihan yang memperbaiki sirkulasi darah ke area yang mengalami ketegangan atau kelelahan, sehingga membantu proses penyembuhan jaringan yang rusak atau teriritasi akibat stres berulang (Yuniana et al., 2022). Gerakan aktif juga merangsang proprioceptor, yang membantu tubuh mengenali posisi sendi dan meningkatkan stabilitasnya (Cullen & Zobeiri, 2021). Dengan demikian, pelari dapat mengontrol gerakan lutut dengan lebih baik, mengurangi stres pada jaringan lunak di sekitar sendi, dan secara bertahap mengurangi rasa nyeri.

Dari segi peningkatan Rentang Gerak (ROM), *active ROM exercise* juga terbukti efektif. Melalui gerakan aktif yang terkontrol, pelari dapat melatih fleksibilitas dan mobilitas lutut, terutama dalam gerakan fleksi dan ekstensi (Thomas et al., 2020). Penelitian ini menunjukkan bahwa pelari yang secara rutin melakukan latihan rentang gerak aktif mengalami peningkatan signifikan dalam ROM lutut, yang menandakan bahwa latihan ini berkontribusi pada pemulihan fungsi sendi secara keseluruhan. Peningkatan ROM ini sangat penting bagi pelari jarak jauh, karena meningkatnya kelenturan dan kelancaran gerakan lutut dapat mengurangi risiko cedera lebih lanjut (Li et al., 2020). Kemampuan lutut untuk bergerak dalam rentang yang lebih optimal memungkinkan pelari untuk berlari dengan lebih efisien tanpa mengalami rasa sakit atau ketegangan berlebihan.

2. *Stretching PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation)*

Selain itu terdapat perlakuan lain pada penelitian ini, yaitu *Stretching PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation)*. PNF dilakukan melibatkan kontraksi isometrik dari otot yang diregangkan, diikuti oleh fase relaksasi dan peregangan pasif (Latouf et al., 2023). Metode ini dirancang untuk meningkatkan kelenturan dan kekuatan otot melalui siklus kontraksi dan peregangan yang teratur. Pada penelitian ini, PNF digunakan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap nyeri dan ROM lutut pada pelari rekreasi jarak jauh.

Penelitian menunjukkan bahwa *stretching PNF* juga efektif dalam mengurangi nyeri pada lutut pelari. Seperti penelitian yang dilakukan oleh

Sohail *et al.*, (2022) bahwa *stretching* PNF juga efektif dalam mengurangi nyeri pada lutut pelari. Efektivitas PNF dalam mengurangi nyeri dapat dijelaskan melalui mekanisme kontraksi-relaksasi yang membantu melepaskan ketegangan otot dan jaringan di sekitar sendi lutut (Pragassame *et al.*, 2019). Dengan merelaksasi otot setelah fase kontraksi, PNF membantu memperbaiki fleksibilitas jaringan dan mengurangi tekanan pada struktur sendi yang mungkin mengalami iritasi (Zhan & Yang, 2019). Pada pelari jarak jauh yang sering mengalami ketegangan otot setelah berlari dalam jarak panjang, metode PNF memberikan efek pelepasan nyeri yang signifikan. Pelari yang menjalani peregangan PNF secara konsisten merasakan penurunan ketegangan dan rasa sakit pada lutut, yang membantu mereka dalam pemulihan dan mencegah cedera lebih lanjut.

Stretching PNF juga terbukti efektif dalam meningkatkan ROM lutut, khususnya pada gerakan *ekstensi* dan *fleksi* (Hariadi *et al.*, 2023) . Metode PNF bekerja dengan memfasilitasi peningkatan panjang otot dan kelenturan jaringan ikat melalui peregangan yang terstruktur (Zhang & Liu, 2023). Proses kontraksi otot isometrik yang diikuti oleh fase peregangan pasif membantu memanjangkan serabut otot lebih dari yang bisa dicapai melalui metode peregangan statis biasa (Sohail *et al.*, 2022). Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa PNF secara signifikan meningkatkan kemampuan pelari untuk melakukan gerakan lutut dengan rentang yang lebih luas. Hasil penelitian dari Zhang & Liu., (2023) menunjukkan bahwa peningkatan ROM ini memungkinkan pelari untuk

mengoptimalkan gerakan lutut saat berlari, mengurangi ketegangan pada sendi, dan meningkatkan efisiensi biomekanis selama aktivitas lari.

3. Perbandingan *Active ROM Exercise* dan *Stretching PNF*

Active ROM exercise dan *stretching PNF* memiliki efek positif pada peningkatan ROM yang berdampak pada pengurangan risiko cedera. Lutut yang lebih fleksibel dapat menyerap beban lebih efektif saat berlari, mengurangi stres berlebih pada sendi dan jaringan lunak di sekitarnya (Yang et al., 2022). Hal tersebut dapat meningkatkan kenyamanan berlari dan performa jangka panjang, karena lutut yang bergerak lebih optimal memungkinkan pelari berlari lebih efisien tanpa rasa sakit. Dalam membandingkan efektivitas antara *active ROM exercise* dan *stretching PNF*, penelitian ini menemukan bahwa kedua metode tersebut efektif dalam mengurangi nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasi jarak jauh. Namun, terdapat beberapa perbedaan dalam tingkat efektivitasnya.

Dari segi pengurangan nyeri, baik *active ROM exercise* maupun *stretching PNF* memberikan hasil yang positif. Meskipun demikian, *active ROM exercise* terbukti lebih efektif dalam menurunkan tingkat nyeri secara lebih signifikan dibandingkan PNF. Hal ini mungkin disebabkan oleh keterlibatan aktif dari pelari dalam menggerakkan lutut mereka sendiri selama *active ROM exercise*, yang memberikan lebih banyak kontrol pada intensitas dan frekuensi gerakan, sehingga dapat disesuaikan dengan kapasitas masing-masing individu. *Active ROM exercise* membantu mempercepat proses pemulihan nyeri melalui peningkatan sirkulasi darah dan penurunan tekanan pada sendi (Thomas et al.,

2020). Di sisi lain, meskipun PNF juga efektif dalam mengurangi nyeri, efeknya mungkin sedikit lebih lambat karena fokus pada kontraksi-relaksasi otot yang membutuhkan waktu lebih lama untuk memberikan hasil yang optimal.

Dalam hal peningkatan ROM lutut, *active ROM exercise* terbukti lebih efektif dibandingkan *stretching* PNF. *Active ROM exercise* memungkinkan pelari untuk melibatkan otot dan sendi secara aktif dalam rentang gerak yang lebih luas, sehingga secara langsung meningkatkan fleksibilitas sendi (Fajri, 2021). Meskipun *stretching* PNF juga efektif, metode ini cenderung lebih fokus pada peningkatan fleksibilitas otot melalui kontraksi isometrik diikuti dengan peregangan pasif, yang mungkin tidak seintensif latihan aktif dalam meningkatkan ROM secara keseluruhan. Oleh karena itu, bagi pelari yang ingin mengoptimalkan rentang gerak lutut, latihan rentang gerak aktif dapat menjadi pilihan yang lebih baik. Menurut penelitian oleh Smriti et al., (2022), latihan rentang gerak aktif lebih efektif untuk meningkatkan fleksibilitas.

Namun kedua teknik ini memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan berdasarkan tujuan dan kondisi individu. *Active ROM exercise* mencakup kemudahan pelaksanaannya, di mana individu dapat melakukannya secara mandiri tanpa bantuan eksternal, memberikan rasa kontrol penuh atas gerakan tubuh (Nindawi et al., 2021). Latihan ini juga meningkatkan sirkulasi darah ke area yang tegang, membantu pemulihan jaringan yang rusak, serta meningkatkan stabilitas dan kontrol tubuh yang sangat penting bagi pelari dalam mencegah cedera (Yuniana et al., 2022). Efektivitas *active ROM exercise* dalam mengurangi nyeri dan meningkatkan ROM juga terbukti signifikan, terutama

pada gerakan fleksi dan ekstensi lutut (Smriti et al., 2022). Di sisi lain, *active ROM exercise* mencakup ketergantungan pada kemampuan individu untuk melakukan gerakan dengan benar, yang bisa menyebabkan risiko cedera jika tekniknya tidak tepat. *Active ROM exercise* juga tidak selalu memberikan perubahan signifikan pada kekuatan otot dan bisa terbatas dalam meningkatkan kelenturan otot lebih dalam, terutama pada individu yang lebih kaku atau tidak terlatih (Tanioka et al., 2022).

Dari sisi perlakuan *stretching* PNF yang dapat mencakup peningkatan ROM yang lebih cepat dan signifikan dibandingkan dengan latihan peregangan statis biasa (Pragassame et al., 2019). Teknik ini mengkombinasikan kontraksi otot isometrik dengan peregangan pasif yang mengoptimalkan panjang otot dan kelenturan jaringan ikat, sehingga memungkinkan gerakan yang lebih luas pada sendi (Sohail et al., 2022). PNF juga efektif dalam mengurangi nyeri dengan melepaskan ketegangan otot, yang bermanfaat bagi pelari jarak jauh yang sering mengalami ketegangan otot pasca-lari (Zhang & Liu, 2023). Namun, PNF memerlukan pengawasan atau bantuan dari instruktur berpengalaman untuk menghindari kesalahan teknik yang dapat menyebabkan cedera (Siano et al., 2021). Selain itu, PNF bisa menimbulkan ketidaknyamanan pada awalnya, terutama bagi mereka yang belum terbiasa dengan kontraksi isometrik, dan membutuhkan waktu serta konsistensi untuk mendapatkan hasil yang optimal (Gao et al., 2023).

Penting untuk diingat bahwa setiap metode memiliki keunggulan tersendiri sesuai dengan kebutuhan individu. Dalam beberapa kasus, kombinasi

antara *active ROM exercise* dan *stretching* PNF mungkin memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan salah satu metode saja. Meskipun keduanya efektif, *active ROM exercise* terbukti lebih efektif dalam mengurangi nyeri dan meningkatkan ROM. *Active ROM exercise* dapat dijadikan pilihan utama bagi pelari yang fokus pada pemulihan nyeri lutut dan peningkatan ROM. *Stretching* PNF tetap bermanfaat untuk meningkatkan fleksibilitas otot secara lebih spesifik, serta memberikan pendekatan yang komprehensif untuk mengurangi risiko cedera dan meningkatkan kinerja lari secara keseluruhan.

E. Keterbatasan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian, pasti akan ada hambatan baik dari segi teknis maupun non-teknis. Hambatan-hambatan ini menjadi keterbatasan yang tidak dapat dikendalikan oleh peneliti. Berikut adalah beberapa keterbatasan yang ada dalam penelitian lain.

1. Peneliti tidak dapat mengontrol atau memperhatikan secara detail aktivitas probandus setelah diberi perlakuan.
2. Efek pada penurunan nyeri hanya dilakukan segera sesudah diberikan perlakuan sehingga peneliti tidak mengetahui seberapa lama efek tersebut terjadi.
3. Pada efek lingkup gerak sendi yaitu fleksi dan ekstensi hanya diukur segera dan sesudah diberikan perlakuan sehingga peneliti tidak mengetahui seberapa lama efek tersebut terjadi.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Setelah dilakukannya serangkaian penelitian akhirnya dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pemberian *active ROM exercise* efektif dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.
2. Pemberian *stretching* PNF efektif dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM lutut pada pelari rekreasional jarak jauh.
3. *Active ROM exercise* dan *stretching* PNF terdapat perbedaan efektifitas pada indikator nyeri, ROM *fleksi*, dan ROM *ekstensi*. Perlakuan *active ROM exercise* lebih efektif dari perlakuan *stretching* PNF untuk menurunkan nyeri dan meningkatkan ROM.

B. Implikasi

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting bagi pelari rekreasional jarak jauh dan praktisi rehabilitasi. Pertama, *active ROM exercise* dapat direkomendasikan sebagai metode utama untuk mengurangi nyeri lutut dan meningkatkan ROM, terutama bagi pelari yang mengalami ketegangan atau cedera ringan. Kedua, *stretching* PNF juga terbukti efektif, tetapi lebih baik digunakan sebagai pelengkap untuk meningkatkan fleksibilitas otot secara khusus. Kombinasi kedua metode ini dapat diterapkan secara bergantian untuk mencapai hasil optimal dalam pemulihan dan pencegahan cedera lutut pada

pelari. Pendekatan ini dapat diintegrasikan ke dalam program latihan rutin atau rehabilitasi, dengan fokus pada gerakan aktif dan peregangan terstruktur.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disampaikan di atas maka peneliti menyarankan bahwa:

1. *Active ROM exercise* dan *stretching* PNF dapat diterapkan untuk membantu penyembuhan pasca cedera lutut.
2. *Active ROM exercise* dan *stretching* PNF memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing sehingga dapat digunakan sesuai situasi dan kondisi.
3. *Active ROM exercise* lebih nyaman dilakukan dan praktis karena tidak membutuhkan orang lain untuk membantu *stretching* dan dapat mengatur sendiri intensitas dan rasa nyeri ketika sedang *stretching*.
4. Melakukan *active ROM exercise* sebaiknya intensitasnya ditahan sedikit lama sampai batas nyeri tidak dapat ditoleran agar memiliki efek yang sama seperti *stretching* pasif.

DAFTAR PUSTAKA

- Afshari, Ehsan, Mehrnaz Kajbafvala, Holakoo Mohsenifar, and Leila Abbasi. 2023. "Comparison of the Immediate Effect of Active Stretching Techniques and Self-Myofascial Release on the Flexibility of the Iliotibial Band and Functional Activities in Semi-Elite Athletes: A Randomized Clinical Trial." *Journal of Rehabilitation and Health Studies* 10(2).
- Albornoz-Cabello, Manuel, Cristo J. Barrios-Quinta, Ana M. Barrios-Quinta, Isabel Escobio-Prieto, María de los Angeles Cardero-Durán, and Luis Espejo-Antunez. 2021. "Effectiveness of Tele-Prescription of Therapeutic Physical Exercise in Patellofemoral Pain Syndrome during the COVID-19 Pandemic." *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Alfan, H. Z. 2019. "Hubungan Antara Motivasi Olahraga Dan Ketangguhan Mental Terhadap Penampilan Puncak Pelari Di Komunitas Run Malang Run."
- Alshana, Bogdan Alexandru Antohe Osama, Hüseyin Şahin Uysal Marinela Rață, and George Sebastian Iacob Elena Adelina Panaet. 2024. "Effects of Myofascial Release Techniques on Joint Range of Motion of Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials." *National Library of Medicine* 12(5).
- Anggoro, D. A. and I. D. Wulandari. 2019. "Penatakaksanaan Fisioterapi Pada Osteoarthritis Knee Billateral Dengan Modalitas TENS, Laser, Dan Terapi Latihan Di RSUD Bendan Kota Pekalongan." 33(2):1–9.
- Arnold, M. J., Aaron L, and Moody. 2018. "Common Running Injuries: Evaluation and Management." *American Family Physician* 97.
- Arovah, N. I. 2010. *Dasar-Dasar Fisioterapi Pada Cedera Olahraga*. Yogyakarta.
- Arul Pragassame S, Mohandas Kurup VK, and Soundarya N. 2019. "A Comparative Study on the Effectiveness of PNF Stretching versus Static Stretching on Pain and Hamstring Flexibility in Osteoarthritis Knee Patients." *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*.
- Bahrudin, M. 2017. "Patofisiologi Nyeri (Pain)." *Saintika Medika* 13(1):7–13.
- Baker, R. L. and M. Fredericson. 2016. "Iliotibial Band Syndrome in Runners: Biomechanical Implications and Exercise Interventions." *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics* 27(1):53–77.
- Behm, David G., Anthony David Kay, Gabriel Trajano, Shahab Alizadeh, and Anthony J. Blazevich. 2021. "Effects of Stretching on Injury Risk Reduction and Balance." *Journal of Clinical Exercise Physiology* 10(3):106–16.

- Bompa, Tudor O., Buzzichelli, Carlo. 2018. *Periodization-6th Edition: Theory and Methodology of Training*.
- Borel, WP, J. Elias Filho, JB Diz, PF Moreira, PM Veras, and LL Catharino. 2019. "Prevalência de Lesões Em Corredores de Rua Amadores Brasileiros: Metanálise." *Rev Bras Med Esporte* 25(2).
- Borges, M. O., D. M. Medeiros, B. B. Minotto, and C. S. Lima. 2018. "Comparison between Static Stretching and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Hamstring Flexibility: Systematic Review and Meta-Analysis." *European Journal of Physiotherapy* 20(1).
- Brukner, P. and K. Khan. 2017. *Brukner & Khan's Clinical Sports Medicine: Injuries*. 5th ed.
- Buschbacher, R., N. Prahlow, and S. Dave. 2009. *Sports Medicine and Rehabilitation: A Sport-Specific Approach*. edited by 2nd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Candra, Oki, Ahmad Rahmadani, Alvi Renada, and Fitra Ramadhan. 2022. "No Title." *Jurnal Pengabdian Mandiri* 1(11).
- Capin, Jacob John and Lynn Snyder-Mackler. 2018. "The Current Management of Patients with Patellofemoral Pain from the Physical Therapist's Perspective." *Annals Of Joint* 3.
- Charles, D. and C. Rodgers. 2020. "A Literature Review and Clinical Commentary on the Development of Iliotibial Band Syndrome in Runners / The International." *Journal of Sports Physical Therapy* 15(3).
- Clarkson, H. M. 2000. "Musculoskeletal Assessment: Joint Range of Motion and Manual Muscle Strength."
- Correia, Clara Knierim, Jean Marlon Machado, Fábio Hech Dominski, Marcelo Peduzzi dari Castro, Heiliane dari Brito Fontana, and Caroline Ruschel. 2024. "Risk Factors for Running-Related Injuries: An Umbrella Systematic Review." *Journal of Sport and Health Science*.
- Costa, M. E. F., J. B. Fonseca, A. I. S. de Oliveira, K. D. de A. Cabral, De M. D. G. R. Araújo, and A. P. de L. Ferreira. 2020. "Prevalence and Factors Associated with Injuries in Recreational Runners: A Cross-Sectional Study." *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte* 26(3):215–19.
- Cullen, Kathleen E. and Omid A. Zobeiri. 2021. "Proprioception and the Predictive Sensing of Active Self-Motion." *Current Opinion in Physiology*.
- Dempster, J., F. Dutheil, and UC Ugbolue. 2021. "The Prevalence of Lower Extremity Injuries in Running and Associated Risk Factors: A Systematic

- Review.” *Phys Activ Health* 5(1):133–45.
- dr. Novita Intan Arovah, MPH, PhD. 2021. *Olahraga Terapi Pada Gangguan Musculoskeletal*. Yogyakarta: UNY Press.
- Earl, J. E. and A. Z. Hoch. 2011. “A Proximal Strengthening Program Improves Pain, Function, and Biomechanics in Women With Patellofemoral Pain Syndrome.” *American Journal of Sports Medicine* 39(1):154–63.
- Fares, Rony, Germán Vicente-Rodríguez, and Hugo Olmedillas. 2021. “Effect of Active Recovery Protocols on the Management of Symptoms Related to Exercise-Induced Muscle Damage: A Systematic Review.” *Strength & Conditioning Journal Publish Ahead of Print* 1.
- Ferber, R., K. D. Kendall, and L. Farr. 2011. “Changes in Knee Biomechanics After a Hip_Abductor Strengthening Protocol for Runners With Patellofemoral Pain Syndrome.” *Journal of Athletic Training (National Athletic Trainers’ Association)* 46(2):142–49.
- Fokkema, T., RJ de Vos, and JM van Ochten. 2017. “Preventing Running-Related Injuries Using Evidence-Based Online Advice: The Design of a Randomised-Controlled Trial.” *BMJ Open Sport Exerc Med*.
- Fokkema, Tryntsje PhD, Núria MSc; de Vos Varkevisser, Sita M. A. PhD van Middelkoop Robert-Jan MD, PhD Bierma-Zeinstra, and PhD Marienke. 2023. “Factors Associated With Running-Related Injuries in Recreational Runners With a History of Running Injuries.” *Clinical Journal of Sport Medicine* 33(1):61–66.
- Francis, P., C. Whatman, K. Sheerin, P. Hume, and MI Johnson. 2019. “The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review.” *J Sports Sci Med* 18(1):21–31.
- Ganong. 2010. *Review of Medical Physiology*. Twentythree. The Mc Graw-Hill Companies.
- Gao, Bo, Li Li, Peixin Shen, Zhipeng Zhou, Peiming Xu, Wei Sun, Cui Zhang, and Qipeng Song. 2023. “Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching in Relieving Pain and Balancing Knee Loading during Stepping over Obstacles among Older Adults with Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial.” *PLoS ONE*.
- Hamdi, A. S. and E. Bahrudin. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi Dalam Pendidikan*. Deepublish.
- Han, Y., H. Huang, J. Pan, J. Lin, L. Zeng, G. Liang, W. Yang, and J. Liu. 2019. “Meta-Analysis Comparing Platelet-Rich Plasma vs Hyaluronic Acid

- Injection in Patients with Knee Osteoarthritis.” *Pain Medicine* 20(7).
- Hariadi, Ade Surya, Y. Touvan Juni Samodra, Ghana Fisrta Yosika, Isti Dwi Puspita Wati, and Maharani Fatima Gandasari. 2023. “Pengaruh Stretching PNF Terhadap Fleksibilitas.” *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi* 9(1).
- Hidayat, T. 2020. “Upaya Peningkatan Hasil Belajar Lari Cepat 100 Meter Melalui Metode Latihan Akselerasi Pada Peserta Didik Kelas XI TITL SMKN 1 RAO SELATAN Kabupaten Kasaman.” *Indonesia Sport Journal* 3(1):49–58.
- Hindle, Kayla B., Tyler J. Whitcomb, Wyatt O. Briggs, and Junggi Hong. 2012. “Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF): Its Mechanism And Effects On Range Of Motion And Muscular Function.” *Journal of Human Kinetics* 31:105–13.
- Janasuta, P. B. R. and K. A. H. Putra. 2017. *Fisiologi Nyeri*.
- Johnson, Alexzanda. 2015. *A Recreational Runner Eational Runner’s Guide t s Guide to Knee Pain*. Honors Projects.
- de Jonge, J., YA Balk, and TW Taris. 2020. “Mental Recovery and Running-Related Injuries in Recreational Runners: The Moderating Role of Passion for Running.” *Int J Environ Res Public Health* 17.
- Juliantene, Tite. 2011. “Metode Latihan Peregangan Dinamis, Statis, Pasif, Dan Kontraksi-Relaksasi (PNF) Serta Kelentikan.” *Jurnal Universitas Pendidikan*.
- Kakouris, N., N. Yener, and DTP Fong. 2021. “A Systematic Review of Running-Related Musculoskeletal Injuries in Runners.” *J Sport Health Sci* 10(5):513–22.
- Khayambashi, K., A. Fallah, A. Movahedi, J. Bagwell, and C. Powers. 2014. “Posterolateral Hip Muscle Strengthening Versus Quadriceps Strengthening for Patellofemoral Pain: A Comparative Control Trial.” *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 95(5):900–907.
- Koesherawati, T., H. S. Rejeki, Y. Touvan, and J. Samodra. 2022. “Percepatan Recovery Dengan Indikator Denyut Nadi: Kaitannya Dengan Latihan Yang Telah Dilakukan.” *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi* 8(2):386–396.
- Kunene, Siyabonga H., Nomathemba P. Taukobong, and Serela Ramklass. 2020. “Rehabilitation Approaches to Anterior Knee Pain among Runners: A Scoping Review.” *S Afr J Physiother* 76(1).
- Kurniawan, S. N. 2015. *Nyeri Secara Umum Dalam Continuing Neurological*. Malang: UB Press.
- Kurniawan, T. B. 2017. “Perbedaan Efektivitas Deksametason Intravena Dan

- Lidokain Jeli Untuk Mengurangi Nyeri Tenggorok Paska Ekstubasi.” UNS (Sebelas Maret University).
- Kwak, D. H. and Y. U. Ryu. 2015. “Applying Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching: Optimal Contraction Intensity to Attain the Maximum Increase in Range of Motion in Young Males.” *Journal of Physical Therapy Science* 27(7).
- L. Ade Sintia, Devi and Anak Agung Istri Agung Padmi Swari Dewi. 2022. “Penanganan Fisioterapi Pada Kasus Illiotibial Band Syndrome (ITBS).” *Kinesiology and Physiotherapy Comprehensive*.
- Latouf, Ben Khaled Abboud, Jamel Halouani, Majd Eddine Mohamed Salah Khalil, and Hamdi Chtourou. 2023. “Effect of 8-Weeks PNF Stretching on Muscle Strength and Neuromuscular Activity of the Hamstring Muscles.” *International Journal of Sport Studies for Health*.
- Li, Tian Yi, Lin Xu, and Sheng Jia Xu. 2020. “Analysis of Physiological and Biomechanical Factors Affecting Running Economy.” *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*.
- Linton, L. and S. Valentin. 2018. “Running with Injury: A Study of UK Novice and Recreational Runners and Factors Associated with Running Related Injury.” *Journal of Science and Medicine in Sport* 21(12):1221–25.
- Luhung, Monika, Elizabeth Yun Yun Vinsur, and Eli Lea Widhia Purwandhani. 2023. “Pengaruh Latihan Range Of Motion (ROM) Aktif Terhadap Keaktifan Fisik Lansia Di Lembaga Kesejahteraan Sosial Lanjut Usia (LKS-LU) Pangesti Lawang.” *Malahayati Health Student Journal* 3(1).
- M, Rino and Jufri Al Fajri. 2021. “Pendidikan Kesehatan Latihan Range Of Motion Aktif Dan Pasif.” *Jurnal Abdimas Kesehatan (JAK)*.
- Muhajirin L, M. L. 2016. “Perbedaan Pengaruh Pemulihan Aktif Dan Pasif Terhadap Denyut Nadi Pada Atlet Renang Prsi.”
- Mulvad, B., R. O. Nielsen, M. Lind, and D. Ramskov. 2018. “Diagnoses and Time to Recovery among Injured Recreational Runners in the RUN CLEVER Trial.” *PLoS ONE* 13(10):1–11.
- Muthii’ah, A. 2017. “Hubungan Konsentrasi COMP Serum Terhadap Derajat Keparahan Osteoarthritis Lutut Berdasarkan Klasifikasi Kellgren Lawrance Pada Pansien Lanjut Usia Di Klinik Pelayanan Kesehatan Masyarakat (KPKM) UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Tahun 2017.”
- Ndayisenga, Japhet. 2020. “Effectiveness of Massage and Exercise Therapy in Healing Chronic Hip, Knee and Ankle Injuries.” Universitas Negeri Yogyakarta.

- Nielsen, R. O., E. A. Nohr, S. Rasmussen, and H. Sørensen. 2013. "Classifying Running-related Injuries Based upon Etiology, with Emphasis on Volume and Pace." *International Journal of Sports Physical Therapy* 8(2).
- Nilsson, J. and A. Thorstensson. 1989. "Ground Reaction Forces at Different Speeds of Human Walking and Running." *Acta Physiologica Scandinavica* 136(2).
- Nindawi, Nindawi, Endang Fauziyah Susilawati, and Nur Iszakiyah. 2021. "Efektifitas Latihan Range Of Motion (ROM) Aktif Terhadap Tonus Otot Ekstremitas Bawah Dan Rentang Gerak Sendi Pada Lansia." *Wiraraja Medika : Jurnal Kesehatan* 11(1):1–9.
- Noehren, B., J. Hamill, and I. Davis. 2013. "Prospective Evidence for a Hip Etiology in Patellofemoral Pain." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 45(6):1120–24.
- Nurchaya, D. J. 2017. "Perbedaan Kombinasi William Flexion Exercise Dengan Pemasangan Taping Pada Intervensi Infra Red Dan Massage Terhadap Penurunan Nyeri Fungsional Pada Pekerja Buruh Genteng Penderita Low Back Pain Miogenik Di Desa Pejaten Kecamatan Kediri Tabanan." *Sports and Fitness* 5:23–32.
- Nurchayani, D., S. I. Lesmana, M. R. Hilmy, and U. E. Unggul. 2019. "Hubungan Ekstensibilitas Hamstring Dan Stabilisasi Hip Pada Pemain Futsal." 19(8).
- Nurhidayah, R. E., R. Tarigan, and Nurbaiti. 2014. "Latihan Range of Motion (ROM). Fakultas Keperawatan USU."
- Onwunzo, Chinelo N., Sylvester E. Igwe, Joseph O. Umunnah, Chigozie I. Uchenwoke, and Uchechukwu A. Ezugwu. 2022. "Effects of Isometric Strengthening Exercises on Pain and Disability Among Patients With Knee Osteoarthritis." *Cureus* 13(10).
- Patra, Rajum Satria, Novita Intan Arovah, and Ali Satia Graha. 2023. "The Effect of Sports Massage and Active Recovery on Fatigue Parameters among Karate Athletes." *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis* 6(7).
- Pedisic, Z., N. Shrestha, and S. Kovalchik. 2020. "Is Running Associated with a Lower Risk of All-Cause, Cardiovascular and Cancer Mortality, and Is the More the Better? A Systematic Review and Meta-Analysis." *Br J Sports Med* 54:898–905.
- Peterson, Benjamin, Fiona Hawke, Martin Spink, Sean Sadler, Morgan Hawes, Robin Callister, and Vivienne Chuter. 2022. "Biomechanical and Musculoskeletal Measurements as Risk Factors for Running-Related Injury in

Non-Elite Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Studies.” *Sports Med Open* 8(38).

Pia Desai, PT, MSc, MSc Jonatan Jungmalm, PhD Mats Börjesson, MD, PhD Jón Karlsson, MD, and PhD Stefan Grau. 2021. “Recreational Runners With a History of Injury Are Twice as Likely to Sustain a Running-Related Injury as Runners With No History of Injury: A 1-Year Prospective Cohort Study.” *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 51(3):144–50.

Potter and Perry. 2007. “Fundamental Keperawatan Konsep Proses Dan Praktek.” 4(2).

Prakash Jayabalan, MD, PhD and Joseph Ihm. 2016. “Rehabilitation Strategies for the Athletic Individual with Early Knee Osteoarthritis.” *Curr Sports Med Rep* 15(3):177–173.

Pratama, A. D. 2019. “Intervensi Fisioterapi Pada Kasus Osteoarthritis Genu Di RSPAD Gatot Soebroto. Jurnal Sosial Humaniora Terapan.” *Jurnal Sosial Humaniora Terapan* 1(2):21–34.

Rahayu, Setya, Mohammad Arif Ali, Natsuangkorn Kongchulagul, Ebenezer Silaban, Didit Prakosa Adi Nugroho, Muchamad Sadhali, Sugiarto, and Gustiana Mega Anggita. 2020. “Physical Exercises Cause Muscle Damage and Potential Treatments to Increase Range of Motion.” *ISPHE*.

Saragiotto, B. T., T. P. Yamato, L. C. Hespanhol Junior, M. J. Rainbow, I. S. Davis, and A. D. Lopes. 2014. “What Are the Main Risk Factors for Running-Related Injuries?” *Sports Medicine* 44(8).

Sari, R. S., W, S. M. and D. E. G. Lestari. 2021. “Pengaruh Pemberian Kurkumin Dalam Meringankan Gejala Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) Setelah Aktivitas Eksentrik.” *Jurnal MensSana* 6(1):31–37.

Sari, Septiana Dita and Agus Widodo Suripto. 2021. “Profil Kondisi Fisik Atlet Lari Jarak Jauh Klub Atletik Bima Cepu Kabupaten Blor.” *Physical Education and Sport* 2(1):398 – 402.

Siano, Francesca, Matteo Aquino, and Simona Fattore. 2021. “Cognitive PNF" to Implement Adolescent Muscle-Tendon Flexibility.” *Journal of Human Sport and Exercise*.

Smriti, Jaspreet Kaur, Amandeep Singh, Abhay Kapoor, and Saloni. 2022. “Comparison of Muscle Energy Technique versus Eccentric Training on Hamstrings Extensibility among Adolescent Girls.” *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy - An International Journal*.

Sohail, M. Ammar Ahmad, Ramesha Tahir, Ayesha Maqbool, Sana Hanif, and Osama Saeed. 2022a. “Comparing the Effectiveness of Static Stretching and

Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching in Treating Delayed Onset Muscle Soreness in Calf Muscles of Runners.” *A Bimonthly, International Journal of Anesthesiology, Pain Management, Intensive Care & Resuscitation* 26(1).

Sohail, M. Ammar Ahmad, Ramesha Tahir, Ayesha Maqbool, Sana Hanif, and Osama Saeed. 2022b. “Comparing the Effectiveness of Static Stretching and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching in Treating Delayed Onset Muscle Soreness in Calf Muscles of Runners.” *Anaesthesia, Pain and Intensive Care*.

Subekti, Nuriska, H. Agus Mulyadi, Defri Mulyana, and Ari Priana. 2021. “Peningkatan Kesehatan Melalui Program Informal Sport Masa Pandemi Covid 19 Menuju New Normal Pada Masyarakat Dsn. Kalapanunggal Dan Dsn. Ancol Kec. Sindang Kasih Kab. Ciamis.” *Jurnal Pengabdian Siliwangi* 7(1).

Sukadiyanto. 2011. *Pengantar Teori Dan Metodologi Melatih Fisik*. Yogyakarta: FIK UNY.

Sukamti. 2016. “Anatomi Tubuh Manusia.” *UM Press*.

Suratun, H., S. Manurung, and E. D. Raenah. 2008. “Klien Gangguan Sistem Muskuloskeletal.” *EGC*.

Suwito, Adriani and Nurfatma Sary. 2019. “Pengaruh Latihan Range of Motion (ROM) Aktif Terhadap Peningkatan Kekuatan Otot Ekstremitas Bawah Lansia.” *REAL in Nursing Journal*.

Syafei, Ahmad, James Tangkudung, and Junaedi. 2023. “Pengaruh Kekuatan Otot Quadriceps, Range Of Motion Lutut Dan Motivasi Terhadap Keseimbangan Tubuh Statis Pada Pasien Pasca Rekonstruksi Anterior Cruciate Ligament (ACL).” *Jurnal Ilmu Keolahragaan* 22(1).

Tanioka, Ryuichi, Hirokazu Ito, Kensaku Takase, Yoshihiro Kai, Kenichi Sugawara, Tetsuya Tanioka, Rozzano Locsin, and Masahito Tomotake. 2022. “Usefulness of 2D Video Analysis for Evaluation of Shoulder Range of Motion during Upper Limb Exercise in Patients with Psychiatric Disorders.” *Journal of Medical Investigation*.

Tarihoran, Yusrial and Seriga Banjarnahor. 2019. “Pengaruh Latihan Fisik Dengan Flexibility Exercises Terhadap Kemampuan Activity Daily Living’s (ADL’s) Pasien Kanker Di Murni Teguh Memorial Hospital.” *Jurnal Ilmiah Keperawatan Imelda*.

Thomas, Anmol, Cherishma D’Silva, Leah Mohandas, Sudeep M. J. Pais, and Stephen Rajan Samuel. 2020. “Effect of Muscle Energy Techniques V/S

Active Range of Motion Exercises on Shoulder Function Post Modified Radical Neck Dissection in Patients with Head and Neck Cancer-A Randomized Clinical Trial.” *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*.

Thompson, L. R., R. Boudreau, A. B. Newman, M. J. Hannon, C. R. Chu, and M. Nevitt C. 2010. “The Association of Osteoarthritis Risk Factors with Localized, Regional and Diffuse Knee Pain.” 18(10):1244–49.

Tschopp, M. and F. Brunner. 2017. “Diseases and Overuse Injuries of the Lower Extremities in Long Distance Runners.” *Z. Rheumatol* 76:443–450.

Victoria, G. D., C. Ene-Voiculescu, A. Straton, A. Oltean, C. Florin, and D. Duta. 2013. “The PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) Stretching Technique - A Brief Review.” *Science, Movement and Health* 13(2):623–629.

Videbæk, S., A. M. Bueno, R. O. Nielsen, and S. Rasmussen. 2015. “Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of Running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Sports Medicine* 45(7).

Wahyuddin, A. W. 2008. “Pengaruh Pemberian PNF Terhadap Kekuatan Fungsi Prehension Pada Pasien Stroke Hemoragik Dan Non-Hemoragik.” *Jurnal Fisioterapi Indonesia* 8(1):88–108.

Wardati, K. Z and D. A. Kusuma. 2020. “Analisis Opini Pelari Rekreasional Terkait Faktor Penyebab Cedera Pada Olahraga Lari.”

Wardati, Kuntum Zahro and Donny Ardi Kusuma. 2020. “Analisis Opini Pelari Rekreasional Terkait Faktor Penyebab Cedera Pada Olahraga Lari.” *Unesa*.

Yang, Chen, Thomas M. Best, Hui Liu, and Bing Yu. 2022a. “Knee Biomechanical Factors Associated with Patellofemoral Pain in Recreational Runners.” *The Knee* 35:87–97.

Yang, Chen, Thomas M. Best, Hui Liu, and Bing Yu. 2022b. “Knee Biomechanical Factors Associated with Patellofemoral Pain in Recreational Runners.” *Knee*.

Yuniana, Rina, Tomoliyus, Bm Wara Kushartanti, and Novita Intan Arovah. 2022. “Effectiveness of Massage Therapy Continued Exercise Therapy against Pain Healing, ROM, and Pelvic Function in People with Chronic Pelvic Injuries.” *Journal of Physical Education and Sport* 22(6):1433–41.

Zhan, Z. G. and X. Yang. 2019. “PNF Stretching Method: An Effective Exercise Method with Flexibility and Strength.” *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology*.

Zhang, Xiaofeng and Zhewei Liu. 2023. “Relief Of Sports Fatigue After Marathon Races By PNF Stretching.” *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*.

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN DAN KESEHATAN

Alamat : Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 586168, ext. 560, 557, 0274-550826, Fax 0274-513092
Laman: fik.uny.ac.id E-mail: humas_fik@uny.ac.id

Nomor : B/1206/UN34.16/PT.01.04/2024
Lamp. : 1 Bendel Proposal
Hal : Izin Penelitian

2 Agustus 2024

Yth . Pelari Rekreasional di Yogyakarta

Kami sampaikan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Muhammad Daffa Haidar
NIM : 23060540015
Program Studi : Ilmu Keolahragaan - S2
Tujuan : Memohon izin mencari data untuk penulisan Tesis
Judul Tugas Akhir : Memohon izin mencari data untuk penelitian Tesis "Perbandingan efektifitas Latihan Rentang Gerak Aktif dan PNF terhadap Nyeri dan ROM Lutut pada Pelari Rekreasional Jarak Jauh"
Waktu Penelitian : 5 Agustus - 2 September 2024

Untuk dapat terlaksananya maksud tersebut, kami mohon dengan hormat Bapak/Ibu berkenan memberi izin dan bantuan seperlunya.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.



Tembusan :

1. Kepala Layanan Administrasi Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan;
2. Mahasiswa yang bersangkutan.

Dr. Hedi Ardiyanto Hermawan, S.Pd., M.Or.

NIP 19770218 200801 1 002

Lampiran 2. Surat Validasi Perlakuan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN DAN KESEHATAN
Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 513092, 586168 Fax. (0274) 513092
Laman: fikk.uny.ac.id Email: humas_fikk@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Enggista Hendriko Delano, S.Or., M.Or.
Jabatan/Pekerjaan : Dosen
Instansi Asal : Universitas Negeri Yogyakarta

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:

**Perbandingan Efektivitas Latihan Rentang Gerak Aktif dan PNF terhadap
Nyeri dan ROM Lutut pada Pelari Rekreasional Jarak Jauh**

dari mahasiswa:

Nama : Muhammad Daffa Haidar
NIM 23060540015
Prodi : ILMU KEOLAHRAGAAN - S2

(sudah siap/~~belum siap~~)* dipergunakan untuk penelitian dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu ditambahkan FITT di bagian awal sebagai pedoman dan jelas dalam pemberian treatment.
2. Perlu ditambhkan ketentuan terapis dan pasien.
3. Tabel perlu ditambhkan durasi atau estimasi waktu dalam setiap treatment.
4. Harus konsisten pada semua treatment perkenaan otot perlu ditambahkan.
5. Perlu ditambahkan petunjuk panah agar jelas dalam arah gerakan.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 6 Agustus 2024
Validator,

Enggista Hendriko Delano, S.Or., M.Or.
NIP 119990405202309116



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAHAAN DAN KESEHATAN
Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 513092, 586168 Fax. (0274) 513092
Laman: fikk.uny.ac.id Email: humas_fikk@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sabda Hussain As Shafi, S.Or., M.Or.
Jabatan/Pekerjaan : Dosen
Instansi Asal : Universitas Negeri Yogyakarta

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:

Perbandingan Efektivitas Latihan Rentang Gerak Aktif dan PNF terhadap Nyeri dan ROM
Lutut pada Pelari Rekreasional Jarak Jauh

dari mahasiswa:

Nama : Muhammad Daffa Haidar
NIM 23060540015
Prodi : ILMU KEOLAHRAHAAN - S2

(sudah siap/~~belum siap~~)* dipergunakan untuk penelitian dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Program latihan rentang gerak aktif: buatlah gerakan program yang efisien dan efektif, saran urutkan gerakan mulai dari posisi tidur, duduk dan berdiri
2. Tambahkan tabel frekuensi, intensitas, dan total durasi waktu
3. Samakan durasi program antara PNF dan Rentang gerak aktif

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, .12 Agustus 2024
Validator,

Sabda Hussain As Shafi, S.Or., M.Or.
NIP 1200007222023090000

Lampiran 3. Permohonan Menjadi Responden

PERMOHONAN MENJADI RESPONDEN

Kepada Yth:

Pelari Rekreasional Jarak Jauh

Dengan hormat,

Saya atas nama Muhammad Daffa Haidar NIM 23060540015 adalah mahasiswa Ilmu Keolahragaan jenjang Magister Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Yogyakarta, akan melakukan penelitian dengan judul “Perbandingan Efektivitas *Active ROM Exercise* dan *Stretching* PNF terhadap Nyeri dan ROM Lutut pada Pelari Rekreasional Jarak Jauh”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan efektivitas *Active ROM Exercise* dan *Stretching* PNF terhadap penyembuhan yeri dan peningkatan ROM lutut pada Pelari Rekreasional Jarak Jauh.

Penelitian ini tidak akan merugikan siapapun. Peneliti menjamin kerahasiaan hasil pengukuran dan identitas saudara. Partisipasi dalam penelitian ini bersifat bebas, saudara bebas menentukan untuk ikut atau tidak tanpa adanya paksaan atau sanksi apapun. Untuk itu saya mohon kesediaan saudara untuk menjadi responden dalam penelitian ini. Jika saudara bersedia menjadi peserta dalam penelitian ini, silahkan saudara menandatangani lembar persetujuan sebagai pernyataan bersedia untuk menjadi responden dalam penelitian.

Atas perhatian dan kesediaannya menjadi responden saya ucapkan terimakasih

Peneliti

Muhammad Daffa Haidar

Lampiran 4. Persetujuan Responden

PERSETUJUAN MENJADI RESPONDEN

Setelah mendapatkan penjelasan dan saya memahami bahwa penelitian dengan “Perbandingan Efektivitas *Active ROM Exercise* dan *Stretching PNF* terhadap Nyeri dan ROM Lutut pada Pelari Rekreasional Jarak Jauh” ini dilakukan berdasar pada setandar oprasional dan protokol kesehatan. Penelitian ini tidak akan merugikan saya dan telah dijelaskan secara jelas tentang tujuan penelitian dan kerahasiaan data. Saya tidak akan menuntut apabila terjadi hal-hal yang merugikan responden. Oleh karena itu saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Umur :

Alamat :

Pekerjaan :

No. Hp :

Menyatakan **bersedia / tidak bersedia** *) untuk berpartisipasi dalam penelitian tersebut yang akan dilakukan oleh Muhammad Daffa Haidar. Demikian lembar persetujuan ini saya isi dengan sebenar-benarnya agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Responden,

(.....)

Lampiran 5. Lembar Anamnesis

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS *ACTIVE ROM EXERCISE* DAN
*STRETCHING PNF (PROPIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR
FACILITATION)* TERHADAP NYERI DAN ROM LUTUT
PADA PELARI REKREASIONAL JARAK JAUH**

Lembar Anamnesis

Nama		No Hp	
Usia	Tahun	Jenis Kelamin	L / P
Pekerjaan		Berat Badan	
Alamat		Tinggi Badan	

A. Anamnesis

1. Riwayat gangguan lutut

- a. Riwayat penanganan cedera:
- b. Durasi cedera: (minggu)
- c. Penyebab cedera:

2. Keluhan

.....

B. Pemeriksaan

Pretest	Hasil	Posttest	Hasil
Skala Nyeri		Skala Nyeri	
Fleksi		Fleksi	
Ekstensi		Ekstensi	

Jenis Perlakuan:

Catatan:

Lampiran 6. SOP Perlakuan *Active ROM Exercise*

STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR *ACTIVE ROM EXERCISE*

Ketentuan terapis:



1. Membersihkan tangan menggunakan sabun atau handsanitiser sebelum dan sesudah menangani.




Ketentuan pasien:

1. Tetap mengenakan baju.




Ketentuan Frekuensi, Intensitas, Waktu, dan Tipe




No	Komponen	Keterangan
1.	Perlakuan	16 x perlakuan
2.	Manipulasi	Latihan rentang gerak aktif
3.	Waktu	30 menit

No	Kategori	Ilustrasi	Gerakan	Cara Melakukan	Repetisi	Set	Rest/ Set	Rest/ Exercise	Otot yang Terkena
1.	Loosening		Fleksi-Ekstensi Lutut	Berdiri, lutut digerakkan fleksi (ke belakang) dan ekstensi (ke depan) secara langsung.	8	2	30"	90"	Quadriceps, Hamstrings, Gastrocnemius
2.	Stretching		Stretch Betis	Berdiri, kaki diletakkan di atas kursi, tarik ujung kaki hingga terasa tarikan di otot betis sampai batas nyeri minimal.	15"	2	30"	90"	Gastrocnemius, Soleus

3.	Stretching		Stretch Paha Belakang	Berdiri, kaki di atas kursi, tekan kaki ke bawah hingga terasa tarikan di otot paha belakang sampai batas nyeri minimal.	15"	2	30"	90"	Hamstrings
4.	Stretching		Stretch Paha Depan	Berdiri, kaki ditekuk ke belakang hingga terasa tarikan di otot paha depan sampai batas nyeri minimal.	15"	2	30"	90"	Quadriceps
5.	Stretching		Stretch Paha Lateral	Berdiri, kaki disilangkan, kaki yang di-stretch berada di belakang, semakin jauh jangkauan kaki semakin terasa tarikan.	15"	2	30"	90"	Tensor Fasciae Latae (TFL), Iliotibial Band (ITB)

6.	Stretching	  	Fleksi dan Abduksi Terlentang	Berbaring terlentang, kaki difleksikan ke atas, dibuka ke samping, lalu kembali ke posisi awal.	8	2	30"	90"	Adductor Group, Abductor Group, Rectus Femoris
----	------------	--	-------------------------------	---	---	---	-----	-----	--

7.	Strengthening		Gerakan Kaki Lateral (Samping)	Berbaring miring, kaki bawah ditekuk, kaki atas digerakkan ke atas secara perlahan dengan ankle dikunci.	8	2	30"	90"	Gluteus Medius, Gluteus Minimus, Tensor Fasciae Latae
8.	Strengthening		Gerakan Kaki Abduksi (Samping)	Berbaring miring, kedua kaki ditekuk, kaki atas digerakkan membuka ke atas tanpa memisahkan ankle dari kaki lainnya.	8	2	30"	90"	Gluteus Medius, Gluteus Minimus, Abductor Group
9.	Strengthening		Leg Raise (Terlentang)	Berbaring terlentang, satu kaki ditekuk untuk menyangga, kaki lain diangkat ke atas dengan posisi ankle terkunci.	8	2	30"	90"	Iliopsoas, Quadriceps, Rectus Femoris

10.	Strengthening		Leg Raise (Telungkup)	Berbaring telungkup, salah satu kaki digerakkan ke atas.	8	2	30"	90"	Gluteus Maximus, Hamstrings
11.	Strengthening	 	Step-Up	Berdiri di belakang kotak, satu kaki di atas kotak, dorong kaki pada kotak sambil mendorong pinggul kaki sebelah ke atas.	8	2	30"	90"	Quadriceps, Gluteus Maximus, Gastrocnemius

Lampiran 7. SOP Perlakuan *Stretching* PNF

STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR *STRETCHING* PNF

Ketentuan terapis:




1. Membersihkan tangan menggunakan sabun atau handsanitiser sebelum dan sesudah menangani.

Ketentuan pasien:




1. Tetap mengenakan baju.

Ketentuan Frekuensi, Intensitas, Waktu, dan Tipe

No	Komponen	Keterangan
1.	Perlakuan	16 x perlakuan
2.	Manipulasi	Stretching PNF
3.	Waktu	30 menit

No	Ilustrasi	Gerakan	Cara Melakukan	Repetisi	Set	Rest/Set	Rest/Exercise	Otot yang Terkena
1.		Leg Raise	Berbaring terlentang, kaki lurus tanpa menekuk, angkat kaki ke atas, tahan 10 hitungan, kontraksi isometrik 5 hitungan.	10", 5"	2	30"	90"	Hamstrings
2.		Toe Press	Berbaring terlentang, kaki lurus, angkat kaki ke atas, tekan pada ujung jari kaki, tahan 10 hitungan, kontraksi 5 hitungan.	10", 5"	2	30"	90"	Gastrocnemius, Soleus
3.		Inner Pull Stretch	Berbaring terlentang, kaki lurus, tarik kaki ke arah luar, tahan 10 hitungan, kontraksi isometrik 5 hitungan.	10", 5"	2	30"	90"	Adductor magnus, Adductor longus, Adductor brevis, Pectineus, Sartorius

4.		Outer Pull Stretch	Berbaring terlentang, kaki lurus, tarik kaki ke arah dalam, tahan 10 hitungan, kontraksi isometrik 5 hitungan..	10", 5"	2	30"	90"	Tensor Fasciae Latae, Iliotibial Band, Vastus Lateralis, Biceps femoris
5.		Oblique Pull Stretch	Berbaring terlentang, kaki ditekuk agak menyerong ke dalam, angkat kaki maksimal ke tubuh, tahan 10 hitungan, kontraksi 5 hitungan.	10", 5"	2	30"	90"	Gluteus Maximus, Gluteus Medius, Lower Latissimus Dorsi
6.		Knee and Shoulder Press	Berbaring terlentang, kaki ditekuk di samping lutut, lutut dan bahu ditekan, tahan 10 hitungan, kontraksi 5 hitungan.	10", 5"	2	30"	90"	Lower Latissimus Dorsi, Quadratus Lumborum
7.		Leg Downward Push	Berbaring terlentang, kaki ditekuk di samping lutut, kaki diangkat lalu didorong ke bawah, tahan 10 hitungan, kontraksi 5 hitungan.	10", 5"	2	30"	90"	Gluteus, Piriformis, Quadratus Femoris

8.		Prone Knee Flexion Stretch	Berbaring telungkup, tangan rileks di samping badan, kaki ditekuk hingga betis bertemu paha, kaki diangkat ke atas, tahan 10 hitungan, kontraksi 5 hitungan.	10", 5"	2	30"	90"	Quadriceps
9.		Prone Toe Press	Berbaring telungkup, tangan rileks di samping badan, kaki ditekuk hingga betis bertemu paha, ujung kaki ditekan, tahan 10 hitungan, kontraksi 5 hitungan.	10", 5"	2	30"	90"	Iliopsoas, Quadriceps, Rectus Femoris
10.		Prone Inner Pull Stretch	Berbaring telungkup, kaki lurus tanpa menekuk, salah satu kaki ditarik ke arah dalam, tahan 10 hitungan, kontraksi 5 hitungan.	10", 5"	2	30"	90"	Abductor Group, Gluteus Maximus

Lampiran 8. SOP Pengukuran Nyeri

STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PENGUKURAN VAS (*VISUAL ANALOGUE SCALE*) SEBELUM DAN SESUDAH PERLAKUAN

1. Peneliti melakukan penekanan terhadap otot subjek dan subjek diminta untuk menggerakkan bagian otot tersebut atau subjek mengingat-ingat skala nyeri ketika melakukan aktivitas sebelum perlakuan.
2. Menyiapkan VAS Score berupa penggaris VAS.
3. Memberikan VAS kepada subjek.
4. Memberikan arahan kepada subjek untuk menggeser sampai pada nyeri yang dirasakan.



5. Membaca hasil yang ditunjukkan oleh VAS Score.
6. Pengukuran VAS dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan.

Adapun norma alat ukur VAS dijelaskan dalam tabel di bawah ini

Skala VAS	Interpretasi
>0 - 1	Tidak Nyeri
>1 - 3	Nyeri Ringan
>3 - 7	Nyeri Sedang
>7 - 9	Nyeri Berat
>9 - 10	Nyeri Sangat Berat

Lampiran 9. SOP Pengukuran ROM Lutut

STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PENGUKURAN RANGE OF MOTION LUTUT

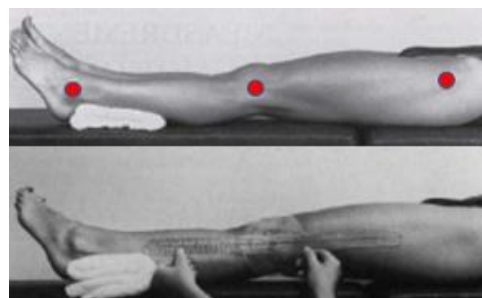
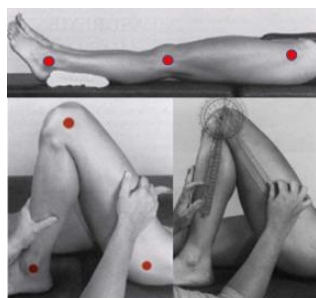
1. ROM Fleksi

- Posisikan tubuh pasien dalam posisi terlentang
- Letakkan goniometer di epicondylus lateral
- Pasien diarahkan untuk melakukan gerakan fleksi
- Catat angka yang di tunjuk oleh goniometer

2. ROM Ekstensi

- Posisikan tubuh pasien dalam posisi terlentang
- Letakkan goniometer di epicondylus lateral
- Pasien diarahkan untuk melakukan gerakan ekstensi
- Catat angka yang di tunjuk oleh goniometer

Gerakan	Derajat
Fleksi	10° - 140°
Ekstensi	0°



Lampiran 10. Data Penelitian

1. Data perlakuan *Active ROM Exercise* dan *Stretching PNF*

NO	NAMA	TB	BB	Nyeri			ROM						NAMA	TB	BB	Nyeri			ROM					
							FEKSI			EKSTENSI									FEKSI			EKSTENSI		
				PRE	POST	selisih	PRE	POST	selisih	PRE	POST	selisih				PRE	POST	selisih	PRE	POST	selisih	PRE	POST	selisih
1	AD	163	52	8	2,3	5,7	30	130	100	3	10	7	TR	168	58	8,3	2,3	6	45	110	65	4	8	4
2	MAP	165	55	9,2	3,1	6,1	60	145	85	4	9	5	EP	166	53	7,2	2,9	4,3	95	120	25	5	9	4
3	JD	170	61	9,4	2,2	7,2	80	148	68	5	11	6	FZ	171	65	8,5	3,2	5,3	100	136	36	4	8	4
4	DA	166	63	8,6	2,3	6,3	95	145	50	3	10	7	AF	172	60	8,1	3,7	4,4	95	130	35	6	10	4
5	DS	167	55	9,4	2,3	7,1	110	170	60	7	13	6	FMP	165	54	8,7	2,9	5,8	95	160	65	4	7	3
6	JDA	165	53	8,7	3,1	5,6	90	145	55	7	10	3	PAA	167	56	7,4	4,2	3,2	98	136	38	7	10	3
7	IS	171	60	9,8	3,2	6,6	67	148	81	4	9	5	LT	160	50	8,9	4,3	4,6	120	145	25	4	7	3
8	EF	175	64	9,6	3,6	6	89	135	46	6	10	4	MA	173	62	7,2	4,7	2,5	100	125	25	5	9	4
9	NH	168	55	7,8	3,4	4,4	60	150	90	4	8	4	AR	170	60	9	4,7	4,3	98	130	32	7	9	2
10	AAZ	166	54	9,8	2,9	6,9	76	169	93	5	11	6	SIS	165	52	9,1	4,6	4,5	121	135	14	6	10	4
11	FCP	168	56	9,7	3,5	6,2	98	155	57	4	8	4	HA	162	53	9,7	2,2	7,5	120	133	13	5	8	3
12	MNA	165	53	8,8	3,6	5,2	43	139	96	7	10	3	PAS	175	64	9,3	2,3	7	43	120	77	6	10	4
13	WBF	170	60	9,7	2,5	7,2	110	157	47	5	9	4	RA	178	66	8,7	3,2	5,5	123	135	12	7	11	4
14	RH	178	62	9,6	3,8	5,8	115	150	35	8	10	2	RY	165	54	8,8	2,5	6,3	120	145	25	6	10	4
15	STI	172	65	7,5	2,7	4,8	75	178	103	5	9	4	RA	166	57	8,9	3,4	5,5	110	130	20	5	9	4
16	SA	165	56	9,8	2,8	7	113	169	56	8	12	4	DH	180	70	9	2,7	6,3	117	136	19	5	8	3
17	HP	172	61	9,5	2,9	6,6	68	135	67	5	9	4	ZA	175	65	7,7	3,7	4	123	132	9	7	11	4
18	MAP	180	71	8,9	2,6	6,3	65	143	78	7	9	2	KA	176	64	7,8	2,1	5,7	115	130	15	5	9	4
19	RS	166	56	8,9	2,3	6,6	113	160	47	6	8	2	RY	170	60	8,1	3,9	4,2	120	130	10	7	10	3
20	DF	176	62	9,2	3,3	5,9	118	174	56	8	11	3	HM	172	61	7,8	4,2	3,6	112	140	28	6	9	3
				181,9	58,4	123,5	1675	3045	1370	111	196	85				168,2	67,7	100,5	2070	2658	588	111	182	71

Lampiran 11. Hasil Perhitungan SPSS

1. Analisis Deskriptif

a. *Active ROM Exercise*

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
nyeriPre	20	7.50	9.80	9.0950	.69166
nyeriPost	20	2.20	3.80	2.9200	.51052
fleksiPre	20	43.00	123.00	103.5000	22.90599
fleksiPost	20	110.00	160.00	132.9000	10.45743
ektensiPre	20	4.00	7.00	5.5500	1.09904
EkstensiPost	20	7.00	11.00	9.1000	1.16529
Valid N (listwise)	20				

b. *Stretching PNF*

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
nyeriPre	20	7.20	9.70	8.4100	.71958
nyeriPost	20	2.10	4.70	3.3850	.88155
fleksiPre	20	43.00	123.00	103.5000	22.90599
fleksiPost	20	110.00	160.00	132.9000	10.45743
ektensiPre	20	4.00	7.00	5.5500	1.09904
EkstensiPost	20	7.00	11.00	9.1000	1.16529
Valid N (listwise)	20				

2. Perhitungan Data *Active ROM Exercise*

a. Uji Normalitas Data *Active ROM Exercise*

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
nyeriPre	.170	20	.130	.876	20	.015
nyeriPost	.138	20	.200*	.936	20	.198
fleksiPre	.255	20	.001	.743	20	.000
fleksiPost	.191	20	.055	.942	20	.257
ektensiPre	.192	20	.053	.873	20	.014
EkstensiPost	.180	20	.089	.925	20	.125

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
NYERI AKTIF	Based on Mean	1.416	1	38	.241
	Based on Median	.766	1	38	.387
	Based on Median and with adjusted df	.766	1	29.461	.388
	Based on trimmed mean	1.140	1	38	.292

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
FLEKSI AKTIF	Based on Mean	8.778	1	38	.005
	Based on Median	8.727	1	38	.005
	Based on Median and with adjusted df	8.727	1	33.308	.006

	Based on trimmed mean	8.761	1	38	.005
--	-----------------------	-------	---	----	------

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
EKSTENSI AKTIF	Based on Mean	2.361	1	38	.133
	Based on Median	1.347	1	38	.253
	Based on Median and with adjusted df	1.347	1	36.682	.253
	Based on trimmed mean	2.295	1	38	.138

c. Uji Beda

Test Statistics^a

	fleksi
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	210.000
Z	-5.413
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

a. Grouping Variable: kode

b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	ekstensi
Mann-Whitney U	4.500
Wilcoxon W	214.500
Z	-5.326
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

a. Grouping Variable: kode

b. Not corrected for ties.

3. Perhitungan Data *Stretching* PNF

a. Uji Normalitas Data *Stretching* PNF

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
nyeriPre	.157	20	.200*	.955	20	.443
nyeriPost	.122	20	.200*	.932	20	.167
fleksiPre	.255	20	.001	.743	20	.000
fleksiPost	.191	20	.055	.942	20	.257
ektensiPre	.192	20	.053	.873	20	.014
EkstensiPost	.180	20	.089	.925	20	.125

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
NYERI PNF	Based on Mean	1.400	1	38	.244
	Based on Median	1.329	1	38	.256
	Based on Median and with adjusted df	1.329	1	37.982	.256
	Based on trimmed mean	1.394	1	38	.245

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
FLEKSI PNF	Based on Mean	5.433	1	38	.025
	Based on Median	3.688	1	38	.062
	Based on Median and with adjusted df	3.688	1	25.198	.066

Based on trimmed mean	4.945	1	38	.032
-----------------------	-------	---	----	------

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
EKSTENSI PNF	Based on Mean	.025	1	38	.876
	Based on Median	.064	1	38	.801
	Based on Median and with adjusted df	.064	1	34.292	.801
	Based on trimmed mean	.021	1	38	.884

c. Uji Beda

Test Statistics^a

	fleksi
Mann-Whitney U	20.500
Wilcoxon W	230.500
Z	-4.871
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

a. Grouping Variable: kode

b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	ekstensi
Mann-Whitney U	5.000
Wilcoxon W	215.000
Z	-5.325
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

a. Grouping Variable: kode

b. Not corrected for ties.

Lampiran 12. Foto Dokumentasi Penelitian

