

**PENGARUH TEKNIK STRETCHING AKTIF DAN PASIF UNTUK
OPTIMALISASI RECOVERY ATLET BOULDER PANJAT TEBING
DITINJAU DARI TINGKAT KELENTUKAN**

TESIS



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

Oleh:
EVI NUR KHASANAH
NIM 22611251058

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

ABSTRAK

Evi Nur Khasanah : Pengaruh Teknik *Stretching* Aktif Dan Pasif Untuk Optimalisasi *Recovery* Atlet *Boulder* Panjat Tebing Ditinjau Dari Tingkat Kelentukan. **Tesis. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Yogyakarta, 2024.**

Recovery adalah proses atau waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan fungsi fisiologis dan psikologis terhadap stress latihan untuk adaptasi latihan yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan membandingkan pengaruh teknik *stretching* aktif dan pasif terhadap denyut nadi dan RPE (*Rating of Perceived Exertion*) yang ditinjau dari tingkat kelentukan pada atlet *boulder* panjat tebing DIY.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain 2x2 faktorial yaitu dengan faktor teknik *recovery* dan tingkat kelentukan. Sampel penelitian 20 atlet *boulder* panjat tebing DIY yang diambil secara *purposive sampling*. Atlet dikelompokkan menjadi empat kelompok: *stretching* aktif kelentukan tinggi, *stretching* aktif kelentukan rendah, *stretching* pasif kelentukan tinggi, *stretching* pasif kelentukan rendah, masing-masing 5 atlet. Semua atlet melakukan latihan maksimal yang diikuti dengan *pretest* denyut nadi dan RPE kemudian dillakukan *recovery*, diukur kembali *posttest* denyut nadi dan RPE. Uji *two-way Anova* dilakukan pada semua kelompok.

Hasil penelitian menunjukkan: (1a) Denyut nadi menurun pada kelompok *stretching aktif dan pasif* dan ada perbedaan penurunan pada kedua kelompok dengan $p=0,00$. (1b) RPE menurun pada kelompok *stretching* aktif dan pasif dan ada perbedaan penurunan pada kedua kelompok dengan $p= 0,00$. (2a) Adanya perbedaan penurunan denyut nadi pada kelentukan tinggi dan rendah dengan $p=0,02$. (2b) Adanya perbedaan penurunan RPE pada kelentukan tinggi dan rendah dengan $p=0,00$. (3a) Tidak adanya interaksi antara *stretching* aktif dan pasif pada kelentukan tinggi dan rendah pada denyut nadi. (3b) Adanya interaksi antara *stretching* aktif dan pasif pada kelentukan tinggi dan rendah pada RPE.

Kata Kunci : *Recovery, Stretching Aktif, Stretching Pasif, Kelentukan Tinggi dan Rendah, Denyut Nadi, Rating of Perceived Exertion (RPE)*

ABSTRACT

Evi Nur Khasanah: Effect of Active and Passive Stretching Technique for Recovery Optimization of Boulder Climbing Athletes Seen from the Level of Flexibility. Thesis. Yogyakarta: Faculty of Sport and Health Sciences, Universitas Negeri Yogyakarta, 2024.

Recovery is the process or time needed to restore physiological and psychological functions to exercise stress for better exercise adaptation. This research aims to compare the effect of active and passive stretching techniques towards the heart rate and RPE (Rating of Perceived Exertion) as reviewed from the level of flexibility of boulder climbing athletes from Special Region of Yogyakarta.

This research was an experimental study with a 2x2 factorial design, namely with recovery technique and flexibility level factors. The research sample was 20 boulder climbing athletes from Special Region of Yogyakarta taken by purposive sampling. Athletes were grouped into four groups: high flexibility active stretching, low flexibility active stretching, high flexibility passive stretching, and low flexibility passive stretching, with 5 athletes for each group. All athletes performed maximum training followed by a pretest of heart rate and RPE then recovery was carried out, re-measured posttest of heart rate and RPE. Two-way Anova test was conducted on all groups.

The results reveal: (1a) heart rate getting decreased in the active and passive stretching groups and there is a difference in the decrease in the two groups with $p = 0.00$. (1b) RPE getting decreased in the active and passive stretching groups and there is a difference in the decrease in both groups with $p = 0.00$. (2a) There is a difference in the decrease in heart rate at high and low flexibility with $p = 0.02$. (2b) There is a difference in the decrease in RPE at high and low flexibility with $p = 0.00$. (3a) There is no any interaction between active and passive stretching at high and low flexibility towards heart rate. (3b) There is an interaction between active and passive stretching at high and low flexibility on RPE.

Keywords: Recovery, Active Stretching, Passive Stretching, High and Low Flexibility, Heart Rate, Rating of Perceived Exertion (RPE)

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa : Evi Nur Khasanah
Nomor mahasiswa : 22611251058
Program Studi : S2 Ilmu Keolahragaan
Fakultas : Ilmu Keolahragaan

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

Yogyakarta
Yang membuat pernyataan,



Evi Nur Khasanah
NIM 22611251058

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH TEKNIK *STRETCHING* AKTIF DAN PASIF UNTUK OPTIMALISASI *RECOVERY* ATLET *BOULDER* PANJAT TEBING DITINJAU DARI TINGKAT KELENTUKAN

TESIS

EVI NUR KHASANAH
22611251058

Telah disetujui untuk dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tesis
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal: 29 Juli 2024



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

Dr. Rina Yuniana, S.Or., M.Or.
NIP. 198506172019032011

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH TEKNIK STRETCHING AKTIF DAN PASIF UNTUK
OPTIMALISASI RECOVERY ATLET BOULDER PANJAT TEBING
DITINJAU DARI TINGKAT KELENTUKAN

TESIS

EVI NUR KHASANAH
NIM 22611251058

Telah dipertahankan di depan Dewan Pengaji Tesis
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal: 5 Agustus 2024

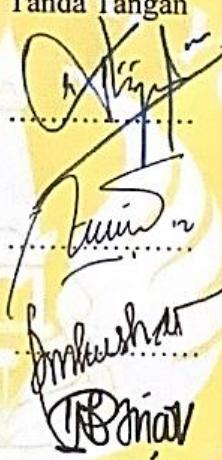
DEWAN PENGUJI

Nama/Jabatan

Tanda Tangan

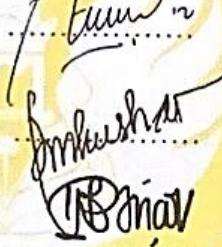
Tanggal

Dr. Sigit Nugroho, S. Or, M.Or.
(Ketua Penguji)



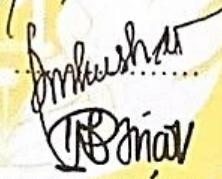
12 - 8 - 2024

Dr. Atikah Rahayu, M.P.H.
(Sekretaris Penguji)



12 - 8 - 2024

Prof. Dr. dr. BM. Wara Kushartanti, M.S.
(Penguji I)



9 - 8 - 2024

Dr. Rina Yuniana, S. Or, M.Or.
(Penguji II)



12 - 8 - 2024

Yogyakarta, Agustus 2024
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,



Dr. Hedi Ardiyanto Hermawan, S.Pd., M.Or.
NIP. 197702182008011002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Terimakasih kepada orang tua dan kakak yang telah mendukung saya dalam
memperoleh gelar magister.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad serta hidayah-Nya sehingga tesis yang berjudul “Pengaruh Teknik Stretching Aktif Dan Pasif Untuk Optimalisasi *Recovery* Atlet *Boulder* Panjat Tebing Ditinjau Dari Tingkat Kelentukan” 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. Rina Yuniana, M.Or. selaku pembimbing tesis. 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 dan HSC UNY.
7. Manager Bengkel Terapi Cedera Olahraga Mafaza.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
A. Kajian Teori	9
B. Penelitian yang Relevan.....	36
C. Kerangka Berpikir	38
D. Hipotesis Penelitian	40

BAB III METODE PENELITIAN	41
A. Jenis Penelitian	41
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	42
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	42
D. Variabel Penelitian.....	43
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	44
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen.....	46
G. Analisis Data.....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	49
A. Hasil Penelitian	49
B. Pembahasan	59
C. Keterbatasan Penelitian.....	64
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	65
A. Simpulan	65
B. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mekanisme Kelelahan Otot.....	10
Gambar 2. Sistem Transfer Energi dan <i>Exercise</i>	11
Gambar 3. Sistem Glycolysis and Gluconeogenesis.....	12
Gambar 4. Pemulihan Oksigen Selama Latihan Maksimum	17
Gambar 6. Teknik Stretching	24
Gambar 7. V Sit and Reach Test	30
Gambar 8. Teknik Diagonal Movement.....	34
Gambar 9. Teknik Pararel Movement	34
Gambar 10. Teknik Frogging	35
Gambar 11. Teknik <i>Body Tension</i>	36
Gambar 12. <i>Oxcymeter</i>	45
Gambar 13. Diagram Usia Subjek Penelitian	49
Gambar 14. Tinggi Badan Berdasarkan Jenis Kelamin	50
Gambar 15. Grafik Interaksi Program dengan Kelentukan terhadap Denyut Nadi	55
Gambar 16. Grafik Interaksi Program dengan Kelentukan terhadap RPE.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penyebab Kelelahan	9
Tabel 2. Strategi dalam <i>Recovery</i>	19
Tabel 3. Waktu Recovery Aktif dan Recovery Pasif dalam menurunkan ion H+.	20
Tabel 4. Desain Penelitian.....	41
Tabel 5. Norma Tes Sit And Reach	45
Tabel 6. Rata-Rata dan Std. Dev Karakteristik Subjek Penelitian	49
Tabel 7. Rata-Rata dan Std. Dev Hasil Pengukuran Subjek Penelitian	52
Tabel 8. Hasil Uji Normalitas Data	52
Tabel 9. Hasil Two Way Anova Denyut Nadi	53
Tabel 10. Hasil Uji Paired-Samples T Test Denyut Nadi	54
Tabel 11. Hasil Uji Two Way Anova RPE.....	55
Tabel 12. Uji Post Hoc	56
Tabel 13. Hasil Uji Paired Samples T-Test RPE	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Model Teknik <i>Stretching</i> Aktif	71
Lampiran 2. Model Teknik <i>Stretching</i> Pasif	74
Lampiran 3. <i>Rating Of Perceived Exertion</i>	77
Lampiran 4. Model Latihan Boulder.....	78
Lampiran 5. Surat Kesediaan Menjadi Subjek Penelitian.....	79
Lampiran 6. Catatan medis Subjek Penelitian	80
Lampiran 7. Surat Validasi Program	81
Lampiran 8. Surat Izin Penelitian.....	85
Lampiran 9. Hasil Perhitungan SPSS.....	86
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian	92

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Olahraga merupakan suatu bentuk aktivitas jasmani yang terukur dan dilakukan untuk meningkatkan kebugaran jasmani. Olahraga dilakukan untuk mengisi waktu luang sehingga dilakukan secara santai dan gembira. Seiring berkembangnya zaman, olahraga tidak hanya dilakukan sebagai rekreasi saja melainkan menjadi olahraga yang dipertandingkan yaitu olahraga prestasi. Banyak nomor olahraga yang dipertandingkan di level Nasional maupun Internasional salah satunya panjat tebing. Olahraga panjat tebing memiliki 3 kategori yaitu kategori *speed* (kecepatan), kategori *lead* (jalur panjang) dan kategori *boulder* (jalur pendek) (Pengurus Pusat FPTI, 2022).

Panjat tebing kategori *boulder* atau jalur pendek adalah jenis panjat tebing tanpa tali pengaman, dan dilakukan pada jalur pendek (Yahya, 2016). Tingkat kesulitan pada kategori *boulder* cukup tinggi dikarenakan diperlukan koordinasi, kekuatan, keseimbangan maupun kelenturan terutama pada anggota tubuh dominan yaitu pada tangan dan kaki. Tangan harus mempunyai kekuatan yang kuat pada genggaman. Tangan berfungsi untuk mendukung kaki dalam melakukan tumpuan beban pada saat menggantung pada setiap point-point yang diraih, sehingga pada saat memanjat atlet tidak akan mudah terjatuh.

Menurut pedoman Penyelenggaraan Kompetisi Federasi panjat Tebing Indonesia (FPTI) kompetisi *boulder* terdiri atas tiga babak yaitu babak kualifikasi, semi-final, dan babak final. Babak semi-final dan final harus dilakukan pada hari

yang sama dalam jeda waktu minimal dua jam antara akhir babak semi-final dan awal babak final (Pengurus Pusat FPTI, 2022). Atlet hanya mempunyai jeda waktu istirahat yang singkat menuju pertandingan kategori *boulder* selanjutnya, padahal pada kategori *boulder* kondisi otot cenderung mengalami ketegangan otot karena banyak menumpu dan menggantung sehingga terjadinya kelelahan maksimal. Dengan waktu istirahat yang singkat, atlet diharuskan mengembalikan kondisi fisik seperti keadaan semula. Atlet diharuskan memiliki kondisi fisik terutama kapasitas aerobik yang baik dengan proses *recovery* yang berlangsung cepat dalam satu pertandingan kepertandingan lainnya (Chaabène et al., 2012).

Teknik *recovery* pada dasarnya bertujuan untuk meningkatkan adaptasi atlet terhadap stress fisik maupun mental baik pada fase kompetisi maupun latihan (Murray, 2007; Rajan et.al, 2011). Teknik *recovery* yang baik tidak hanya akan meminimalkan ekses yang ditimbulkan oleh stress fisik namun dapat menimbulkan keadaan superkompensasi, dimana pasca *recovery* dari beban dapat menstabilkan fisiologis tubuh sehingga dapat mencapai puncak performa secara progresif (McGuigan, 2017). Secara praktis beberapa jenis *recovery* yang penting untuk dioptimalkan antara lain adalah *recovery* dalam suatu pertandingan (*intra-work out*), antar pertandingan dalam suatu kompetisi (*inter work-out*) (Roetert et.al, 2009).

Recovery yang dapat dilakukan pada suatu pertandingan diantaranya *recovery* pasif ataupun *recovery* aktif. *Recovery* aktif merupakan bentuk istirahat yang berarti atlet tidak berdiam diri dan tetap melakukan aktivitas fisik. *Recovery* aktif dapat dilakukan dengan *stretching* dengan cara meregangkan kelompok otot

utama. *Recovery* aktif ini dapat meningkatkan aliran dan sirkulasi darah, meningkatkan ruang gerak sendi, mengurangi kekakuan atau nyeri, menambah fungsi otot setelah latihan atau pada fase *cool-down* (Montgomery et al., 2008) dalam (Rey et al., 2012). *Recovery* pasif adalah jenis *recovery* yang sangat mendasar dan mungkin paling sering dilakukan oleh atlet. *Recovery* pasif dilakukan dengan mengurangi aktivitas fisik, biasanya dengan berdiam diri seperti duduk, telentang, atau menggunakan kombinasi teknik *recovery cryotherapy* (terapi dingin), *thermotherapy* (terapi panas), *contrast therapy*, *massage*, farmakologi, dan nutrisi.

Recovery aktif sangat dianjurkan pada proses *recovery* antar pertandingan dibanding *recovery* pasif (Chatterjee et al, 2014). *Recovery* aktif lebih efektif dalam mengurangi laktat yang dilakukan setelah olahraga berat dibandingkan melakukan *recovery* pasif (Menzies et al, 2010).

Salah satu teknik *recovery* aktif yang dilakukan dapat berupa *stretching*. Secara fisiologis *stretching* dapat meningkatkan aliran darah ke otot dengan merangsang sistem parasimpatik sehingga menyebabkan vasodilatasi pada pembuluh darah (Ningsih & Puspitaningrum, 2018). *Stretching* juga dapat mengurangi nyeri dan meningkatkan kelentukan pada otot dengan mengaktifkan golgi tendon otot. *Stretching* dibagi menjadi tiga yaitu *stretching statis*, *stretching dinamis*, dan *stretching pre-contraction* (Phil et al, 2014). Menurut cara melakukannya *stretching* statis terdiri atas aktif dan pasif. *Stretching* aktif dilakukan secara mandiri dan *stretching* pasif dilakukan dengan bantuan (Weppler, 2014). Pengaplikasian *stretching* aktif lebih mudah dan cepat karena

dilakukan secara mandiri, dapat meningkatkan kinerja gerakan, dan meningkatkan fungsi motorik. *Stretching* pasif tidak bisa dilakukan sendiri melainkan dengan bantuan orang lain, namun pada *Stretching* pasif jangkauan gerak yang dihasilkan dapat lebih maksimal (Kurniawan, 2023). Untuk mendukung proses *stretching* maka dibutuhkan kemampuan menekuk tubuh atau kelentukan. Sehingga dalam hal ini dapat dikatakan proses *stretching* didukung oleh komponen kelentukan.

Kelentukan adalah kemampuan tubuh untuk melakukan gerak melalui ruang gerak sendi atau ruang gerak tubuh secara maksimal (Chiu, 2022). Kemampuan menekuk sendi dan kelenturan otot akan sempurna jika gerakan dilakukan dengan maksimal. Jadi sebelum menentukan jenis *recovery* yang akan diberikan untuk melakukan *recovery* jeda pertandingan seorang atlet, maka dapat dilakukan dengan mengukur tingkat kelentukannya. Kelentukan sangat berpengaruh terhadap proses *stretching* seorang atlet, dimana kelentukan tinggi menyebabkan rentang gerak sendi semakin besar, dan kelentukan rendah menghambat rentang gerak sendi yang dihasilkan. Maka dari itu, kelentukan yang tinggi akan menyebabkan proses *recovery* menjadi lebih optimal.

Optimalisasi *recovery* dengan *stretching* penting dilakukan mengingat kualitas *recovery* yang baik dapat menurunkan indeks kelelahan pula. Kualitas *recovery* dapat dimonitor menggunakan beberapa parameter fisiologis maupun biokimiawi (Halevi et al., 2014). Beberapa parameter yang dapat digunakan dalam mengevaluasi proses *Recovery* adalah denyut nadi dan RPE (*Rating of Perceived Exertion*). Denyut nadi berkaitan dengan fungsi kardiovaskular yang berperan dalam respon latihan dan *recovery*. Kemampuan fisiologis yang baik

akan lebih cepat mengalami penurunan denyut nadi dalam proses *recovery* (pemulihan) (Daanen et al., 2012). RPE merupakan skala berdasarkan persepsi individu yang mencakup frekuensi denyut nadi, frekuensi pernafasan, peningkatan keringat dan kelelahan otot selama aktivitas fisik sehingga dapat digunakan untuk mengukur proses *Recovery* (Williams, 2017).

Pada jeda waktu istirahat di dalam pertandingan dibutuhkan teknik *Recovery* yang berdurasi singkat. Berdasarkan hasil observasi terhadap FPTI (Federasi Panjat Tebing Indonesia) Daerah Istimewa Yogyakarta pada 20 Desember 2023 diperoleh kesimpulan bahwa jenis *recovery* yang selama ini digunakan berupa *recovery* pasif berupa masase. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa masase yang dilakukan pada pre-kompetisi berdampak negatif pada kinerja otot, karena peningkatan aktivitas sistem saraf parasimpatis dan penurunan input aferen yang mengakibatkan penurunan aktivasi unit motorik (Morale, 2011).

Teknik *recovery* aktif berdurasi singkat belum banyak dilakukan dan belum diketahui perbandingannya. Belum diketahui juga apakah terdapat perbedaan pengaruh *stretching* aktif dengan *stretching* pasif. Oleh karenanya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan teknik *stretching* aktif dan teknik *stretching* pasif terhadap kelentukan untuk memaksimalkan proses *recovery* pada jeda pertandingan.

B. Identifikasi Masalah

1. Kompetisi panjat tebing kategori *boulder* pada babak semi-final dan final harus dilakukan pada hari yang sama dalam jeda waktu minimal dua jam antara akhir babak semi-final dan awal babak final.
2. Tingkat kesulitan pada kategori *boulder* cukup tinggi dikarenakan diperlukan koordinasi, kekuatan, keseimbangan maupun kelenturan terutama pada anggota tubuh dominan yaitu pada tangan dan kaki.
3. Optimalisasi *recovery* dengan *stretching* penting dilakukan agar performa atlet pada saat pertandingan dapat maksimal.
4. Teknik *recovery* aktif berdurasi singkat belum banyak dilakukan dan belum diketahui perbandingannya.
5. Belum diketahuinya pengaruh *stretching* aktif dan pasif untuk optimalisasi *recovery* terhadap kelentukan yang diukur dengan denyut nadi dan RPE.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan beberapa identifikasi masalah diatas, maka peneliti memberikan batasan permasalahan sebagai berikut :

1. Adakah perbedaan *stretching* pasif dan aktif terhadap denyut nadi dan RPE.
2. Adakah perbedaan kelentukan tinggi dan rendah terhadap denyut nadi dan RPE.
3. Adakah interaksi *stretching* pasif dan aktif serta kelentukan tinggi dan rendah pada denyut nadi dan RPE.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah yang telah dikemukakan, maka didapatkan rumusan masalah berikut: Adakah perbedaan *stretching* pasif dan aktif terhadap denyut nadi dan RPE?

1. Bagaimanakah perbedaan *stretching* pasif dan aktif terhadap denyut nadi dan RPE?
2. Bagaimanakah perbedaan kelentukan tinggi dan rendah terhadap denyut nadi dan RPE?
3. Bagaimanakah interaksi *stretching* pasif dan aktif serta kelentukan tinggi dan rendah pada denyut nadi dan RPE?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebagai berikut:

1. Mengetahui perbedaan *stretching* pasif dan aktif terhadap denyut nadi dan RPE.
2. Mengetahui perbedaan kelentukan tinggi dan rendah terhadap denyut nadi dan RPE.
3. Mengetahui interaksi *stretching* pasif dan aktif serta kelentukan tinggi dan rendah pada denyut nadi dan RPE.

F. Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini penulis berharap adanya manfaat dan kegunaan bagi penulis maupun pembaca yang membaca penelitian ini. Ada 2 manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini bermanfaat untuk menambah khasanah keilmuan dalam program pemulihan atlet pada pertandingan. Selain itu penelitian ini juga bermanfaat untuk menambah kajian teoritis *stretching* aktif dan pasif dalam optimalisasi *recovery* atlet panjat tebing.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan pelatih untuk program pemulihan agar lebih efektif dalam meningkatkan performa atlet panjat tebing.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Kelelahan

Mekanisme dari kelelahan terdiri dari beberapa faktor kombinasi yaitu: kelelahan yang disebabkan karena sistem saraf pusat tidak dapat menghantarkan impuls yang baik ke sistem saraf motorik, menurunnya ATP dan PC pada otot, banyaknya ion H^+ dalam otot, temperatur tubuh yang mengakibatkan inkonsistensi PH pada tubuh.

Tabel 1. Penyebab Kelelahan

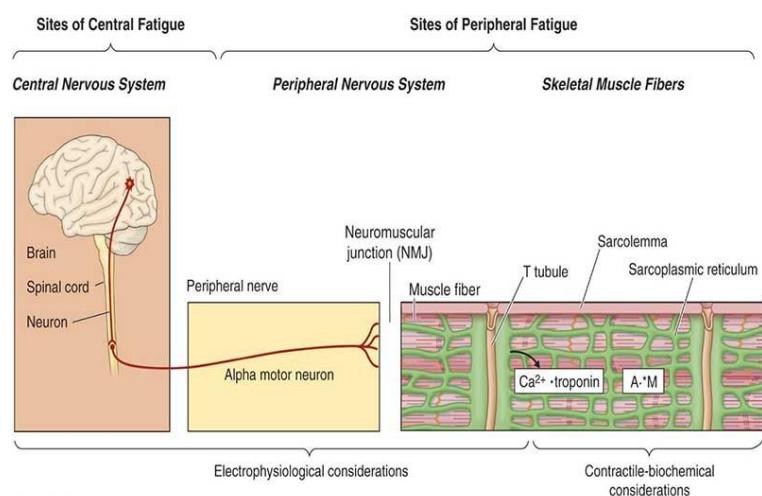
<i>Fuel Depletion</i> <ul style="list-style-type: none">– <i>Intramuscular ATP</i>– <i>Phospocreatine (PC)</i>– <i>Muscle Glycogen</i>– <i>Blood Glucose</i>	<i>Neuromuscular Events</i> <ul style="list-style-type: none">– Menurunnya impuls pada <i>Central Neurovascular System</i>
<i>Metabolic by Product</i> <ul style="list-style-type: none">– H^+ ions di dalam plasma dan otot– <i>Inorganic Phosphate (Pi)</i>– <i>Adenosine Diphosphate (ADP)</i> Ca^{2+}	<i>Elevated Body Temperature</i> <ul style="list-style-type: none">– Tingginya temperatur tubuh– Menyebabkan dehidrasi– PH yang berubah

a. Mekanisme Kelelahan Otot (*Neuromuscular Event*)

Penggunaan otot yang berulang dan intens menyebabkan penurunan kinerja yang dikenal sebagai kelelahan otot. Kelelahan sentral berasal dari sistem saraf pusat. *Neurotransmitter* pusat menurunkan dorongan saraf ke otot menghasilkan berbagai macam input rangsang melalui *spinal motoneuron* menuju pada sistem saraf tepi.

Pada kondisi kelelahan akan terjadi kegagalan *neurotransmitter* pada otak membawa impuls pada neuron motorik. Kegagalan ini menyebabkan terhambatnya impuls dari otak ke sumsum tulang belakang dan otot. Sehingga pada akhirnya unit motorik di *muscle sacrolemma* akan mengalami penurunan performa. Di dalam *muscle sacrolemma* terdapat *myocin cross bridge* yang terdapat sel actin dan myosin yang berfungsi untuk kontraksi dan relaksasi pada sebuah otot (Ament & Verkerke, 2009).

Gambar 1. Mekanisme Kelelahan Otot



Sumber: <https://simplifaster.com>

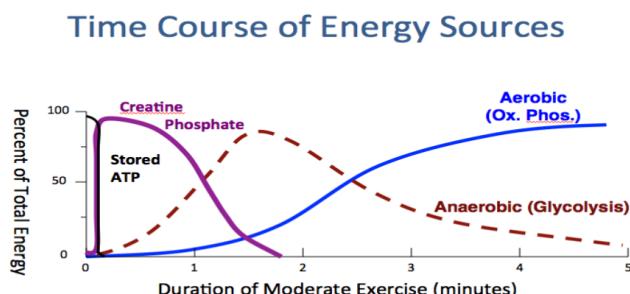
b. Mekanisme Kelelahan Otot (*Fuel Depletion*)

Penyebab kelelahan otot berasal dari metabolisme tubuh manusia berupa $\text{nutrients} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ATP} + \text{heat}$ (McMahon & Jenkins, 2002). Energi dalam tubuh berupa *adenosine triphosphate* (ATP) dapat dimanfaatkan dengan memutus satu ikatan dalam molekul ATP, melepaskan fosfat, dan membuat *Adenosin Difosfat* (ADP) (Bruce M. Koeppen, 2009).

ATP yang hilang dapat diregenerasi melalui sistem kreatin fosfat. Sistem kreatin fosfat dapat menyumbangkan satu gugus fosfat ke ADP, meregenerasi pasokan ATP. Sistem kreatin fosfat juga merupakan sistem energi jangka pendek dan hanya meregenerasi ATP selama 15 detik selama latihan intens (Silverthorn, Dee Unglaub., 2013). Produk sampingan dari sistem kreatin fosfat adalah fosfat anorganik (Pi). Peningkatan (Pi) terbukti berkorelasi dengan penurunan ketegangan otot (Cooke et al., 1988).

Selama olahraga ringan ATP yang disimpan adalah sumber energi pertama. Sistem kreatin fosfat mengembalikan ATP yang hilang. Setelah beberapa menit berolahraga, latihan anaerobik adalah sumber energi utama. Setelah 2 menit latihan sedang latihan aerobik menjadi sumber energi utama.

Gambar 2. Sistem Transfer Energi dan *Exercise*



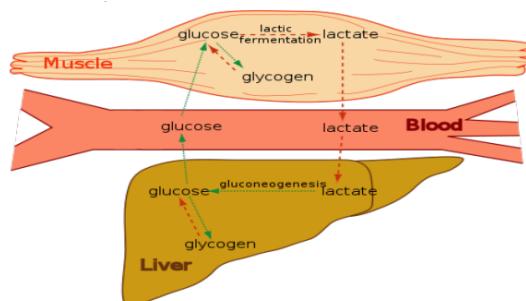
Sumber : (McCallum, 2017)

c. Mekanisme Kelelahan Otot (*Metabolic By Product*)

Setelah sistem kreatin fosfat habis, tubuh harus beralih ke sistem lain metode mengubah nutrisi menjadi ATP, seperti glikolisis anaerobik atau oksidatif aerobik fosforilasi. Glikolisis anaerobik digunakan segera setelah kreatin fosfat sistem selama latihan sedang. Asam laktat adalah produk sampingan dari glikolisis anaerobic. Asam mudah berdisosiasi, menghasilkan molekul laktat dan ion hidrogen (H^+). Peningkatan (H^+) selama glikolisis anaerobik mengganggu enzim metabolisme yang menyebabkan penurunan kekuatan otot.

Asam laktat dan ion hidrogen tidak selalu menghambat fungsi otot. Asam laktat dapat diubah kembali menjadi sumber energi (glukosa), proses ini disebut siklus cori. Selama siklus cori laktat darah yang menumpuk setelah glikolisis anaerobik dapat diubah menjadi glukosa darah dan digunakan untuk energi sel, dalam proses yang disebut glukoneogenesis (Osadjan., 2016). Glukosa baru yang dihasilkan dapat digunakan selama glikolisis oleh karena itu lebih banyak ATP dapat dibuat untuk kontraksi otot. Pemanjat Tebing kemungkinan besar memanfaatkan siklus cori ketika ada laktat dengan mengubahnya kembali ke glukosa.

Gambar 3. Sistem Glycolysis and Gluconeogenesis



Sumber : (McCallum, 2017)

d. Mekanisme Kelelahan Otot (*Temperature*)

Sel otot memiliki sistem untuk *buffer* menahan pH ataupun perubahan.

Sistem *buffer* berarti asam lemah dan basa konjugasi berada di dalam sel sehingga ketika asam kuat atau basa kuat ditambahkan ke dalam sel, *buffer* dapat menetralkannya. Sistem *buffer* sangat membantu selama glikolisis anaerobik untuk menahan perubahan pH, namun bisa juga kewalahan selama latihan intensitas tinggi (Dunford dan Doyle 2015).

e. Faktor Penyebab Kelelahan

1.) Pengosongan ATP-PC

ATP merupakan sumber energi dan PC merupakan sumber resistensi PC. Jika ATP dan PC digunakan secara terus menerus maka akan terjadi pengosongan fosfagen intraseluler sehingga mengakibatkan kelelahan. Peningkatan konsentrasi H⁺ di dalam intraselular yang diakibatkan penumpukan asam laktat.

2.) Pengosongan Simpanan Glikogen

Pengosongan glikogen terjadi karena proses latihan yang lama di waktu 30-240 menit. Karena pengosongan glikogen ini akan menyebabkan kelelahan kontraktil otot. Selain itu, simpanan glukosa yang rendah menyebabkan pengosongan glikogen hati, pengosongan cadangan glikogen otot yang menyebabkan kelelahan otot lokal, dehidrasi dan kekurangan elektrolit akan menyebabkan meningkatnya temperatur tubuh.

3.) Akumulasi Asam Laktat

Akumulasi asam laktat akan menumpuk di otot dan pembuluh darah. Penumpukan asam laktat dapat menyebabkan konsentrasi H⁺ meningkat dan PH

menurun. H^+ menghalangi proses eksitasi, yaitu menurunnya Ca^{2+} yang dikeluarkan dari reticulum sitoplasma.

f. Tempat Kelelahan

Giriwijoyo (2020) mengemukakan ada 6 tempat terjadinya kelelahan yaitu: Serabut otot, keping ujung saraf motorik (*motor nerve endplate*), serabut saraf motorik, *synaps* di ganglion syaraf dan di susunan saraf pusat, badan sel saraf, ujung saraf sensoris

2. *Recovery*

a. Pengertian *Recovery*

Recovery (pemulihan) adalah periode waktu untuk memulihkan kondisi setelah latihan yang mengacu pada kemampuan fisiologis (Romero et al., 2017). *Recovery* merupakan proses pemulihan otot dan bagian tubuh lain kembali seperti kondisi sebelum latihan. *Recovery* bertujuan untuk memberikan tubuh waktu untuk beristirahat. Otot yang kelelahan perlu dikembalikan kekuatannya, selain itu *recovery* juga bertujuan meregenerasi sel otot yang telah rusak selama latihan, sehingga terbentuk sel otot baru yang memiliki kualitas yang lebih bagus dari sebelumnya (Fox dalam Lesmana., 2018). *Recovery* sebagian besar didefinisikan sebagai kompensasi dari keadaan defisit suatu individu seperti kelelahan dan penurunan kinerja untuk mencapai keadaan homeostatis (Sands et al., 2013). Jadi dapat disimpulkan bahwa, *recovery* adalah proses yang dibutuhkan untuk mengembalikan fungsi fisiologis dan psikologis terhadap stress latihan supaya mendapatkan adaptasi latihan yang baik, sehingga mencapai kinerja latihan yang lebih baik.

b. Kategori Recovery

Menurut (Phillip, 2008) *Recovery* dapat dikategorikan menjadi 3 yaitu:

1.) *Immediate Recovery*

Immediate recovery adalah pemulihan yang dilakukan secara cepat dan waktu singkat. Dilakukan pada saat pertandingan berlangsung. Contohnya pelari marathon dalam pertandingannya mengalami kram otot, dibutuhkan *recovery* pada saat itu juga. Semakin cepat *recovery* maka semakin cepat pelari dalam menyelesaikan pertandingannya.

2.) *Short-Term Recovery*

Short-term recovery adalah pemulihan jangka pendek yang dilakukan pada saat istirahat. Contohnya adalah *recovery* antara set latihan beban. Waktu yang dibutuhkan pada *short-term recovery* yaitu bervariasi sesuai dengan beban kerja yang telah didapatkan.

3.) *Training Recovery*

Training recovery adalah pemulihan yang dilakukan pada latihan atau kompetisi yang dilakukan secara berturut-turut. Begitu pula untuk beberapa cabang olahraga kompetitif dengan penyisihan dan final pada hari yang sama, pemulihan latihan juga akan terjadi termasuk pemulihan antara kompetisi pada hari yang sama berturut-turut.

c. Fisiologi Recovery

Proses metabolic yang terjadi pada waktu istirahat adalah pembentukan kembali PC, pemulihan PH tubuh, dan pengangkutan asam laktat. Proses tersebut membutuhkan waktu yang berbeda. Resentesis apc lebih cepat yaitu 21-60 detik

sedangkan pemulihan PH dan pembuangan laktat yaitu 6-10 menit. Waktu istirahat yang diberikan pada masa *recovery* sebaiknya mencukupi kebutuhan energi agar memenuhi masa pemulihan energi untuk aktifitas berikutnya.

Selama waktu istirahat, komponen sumber energi otot ATP-PC yang telah digunakan tergantikan secara baik dengan waktu istirahat. Setiap waktu 30 detik, hanya dapat mengembalikan 50% dari ATP-PC yang telah digunakan.

d. Oksigen Pemulihan

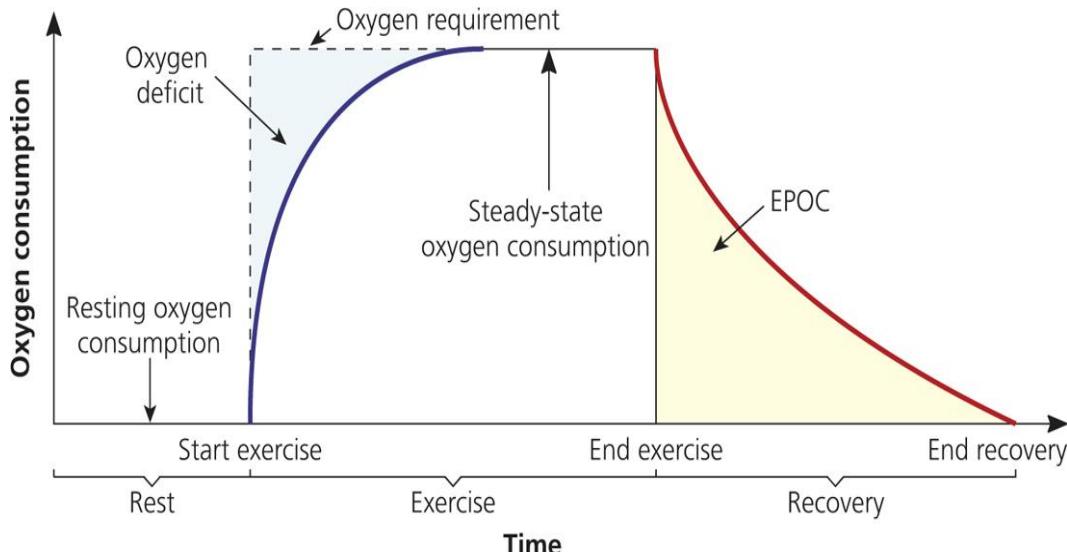
Saat olahraga dalam intensitas tinggi, jumlah oksigen yang disediakan oleh tubuh dari proses pernafasan tidak dapat mengimbangi kebutuhan tubuh sehingga terbentuk sampah metabolisme berupa asam laktat dan ion H⁺ selanjutnya akan di daur ulang oleh oksigen. Semakin banyak ion H⁺ dan asam laktat yang dihasilkan maka semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan untuk mendaur ulang atau disebut *oksigen debt*. Selama pemulihan kebutuhan energi lebih sedikit namun pasokan oksigen ke tubuh relatif tinggi sesuai intensitas latihan yang sedang dilakukan.

Banyaknya oksigen dalam masa pemulihan disebut *recovery oxygen*. Konsep *recovery oxygen* menyatakan bahwa oksigen yang dikonsumsi diatas tingkat istirahat, terutama dilakukan untuk menyediakan energi bagi pemulihan tubuh pada konsisi pra latihan (termasuk pengisian kembali simpanan energi yang terkuras dan menggusur asam laktat yang terkumpul selama latihan fisik).

Komponen pemulihan oksigen adalah pemulihan cepat (alaktasid) dan pemulihan lambat (laktasid). Kebutuhan oksigen untuk mengisi ATP dan

menghilangkan asam laktat disebut sebagai debit oksigen atau disebut dengan EPOC.

Gambar 4. Pemulihan Oksigen Selama Latihan Maksimum



Sumber: Nelson Physical Education

e. Proses *Recovery*

Pemulihan pasca latihan bertujuan untuk mengatasi efek kelelahan dan mengembalikan tubuh ke kondisi sebelum latihan. Pemulihan yang memadai dan efektif sangat penting untuk memberikan tubuh kesempatan untuk memulihkan, memperbaiki, dan membangun kembali kesiapannya untuk sesi latihan atau latihan berikutnya.

Tanpa pemulihan yang cukup, performa selanjutnya akan terganggu dan gejala *overtraining* atau kelelahan jangka panjang (kronis) dapat timbul. Pemulihan yang memadai dan tepat juga merupakan bagian penting dari pengembangan adaptasi pelatihan sebagai akibat dari partisipasi dalam program pelatihan.

Recovery harus mencakup serangkaian proses yang mencakup: pendinginan segera setelah latihan atau *recovery* aktif, *recovery* pasif, pengisian kembali simpanan energi berupa simpanan kreatin fosfat otot dan simpanan glikogen otot dan hati, pengisian cairan dan elektrolit (rehidrasi), perbaikan dan regenerasi jaringan otot yang rusak setelah latihan, terapi regeneratif fisik dan psikologis, seperti hidroterapi, massase dan tidur.

Metode *recovery* ditentukan oleh mekanisme kelelahan. Hal ini tentunya ditentukan oleh intensitas dan lamanya kegiatan, kondisi lingkungan dan tingkat keterlatihan latihan atlet. Atlet panjat tebing memiliki keterlatihan yang berbeda-beda, tingkat keterlatihan pada panjat tebing salah satunya dapat diidentifikasi dari kekuatan (genggaman tangan, pijakan kaki), kelentukan (kelenturan thorax).

Maka dari itu diperlukan strategi yang baik untuk *recovery* atlet panjat tebing dilihat dari jenis klelahan pada atlet panjat tebing.

Tabel 2. Strategi dalam *Recovery*

Sistem Energi yang Dominan	Menyebabkan Kelelahan	Tipe <i>Recovery</i>
ATP-PC	Adanya penurunan ATP dan PC	Istirahat
Asam Laktat	<ul style="list-style-type: none"> - Akumulasi metabolisme produk sampingan berupa H+ (Ion Hidrogen), Pi (Inorganic Phosphate) 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Non Dietary</i> <i>Aktif Recovery</i> Massase Hidroterapi (panas dan dingin)
Aerobik	<ul style="list-style-type: none"> - Adanya penurunan cadangan glikogen, lemak - Suhu tubuh yang menyebabkan dehidrasi dan peredaran darah ke otot terganggu 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Dietary</i> - Mengkonsumsi makanan yang mempunyai indeks glikemik tinggi, rehidrasi melalui <i>hypertonic</i> untuk mengganti glikogen, <i>hypotonic</i> untuk menambah cairan yang hilang - <i>Non Dietary</i> - <i>Aktif Recovery</i> - Massase - Hidroterapi (panas dan dingin)

Pada olahraga panjat tebing *recovery* yang dilakukan pada jeda pertandingan, jenis kelelahan yang didapatkan yaitu menurunnya cadangan glikogen, meningkatnya suhu tubuh setelah melakukan maksimal kompetisi.

Maka dari itu, jenis *recovery* yang dapat digunakan yaitu dengan *dietary* atau *nondietary*. Namun penulis akan melakukan recovery *nondietary* berupa *recovery* aktif dengan *stretching*.

Recovery aktif mempercepat ion H⁺ dikeluarkan dari otot. Dimana H⁺ menghambat pemulihan, menjaga tingkat oksigen lebih tinggi dibandingkan jika orang tersebut hanya duduk atau berbaring, menciptakan pompa otot, di mana otot menekan pembuluh darah yang akan meningkatkan laju suplai oksigen dan pembuangan limbah melalui sistem peredaran darah, mencegah pengumpulan sampah di vena. Hal ini biasanya terjadi selama pemulihan pasif setelah aktivitas intensitas tinggi di mana sejumlah besar darah disuplai ke otot-otot yang bekerja. Darah ini cenderung tertinggal di sekitar otot untuk waktu yang lebih lama dibandingkan jika otot secara aktif menekan pembuluh darah di sekitarnya untuk mendorong aliran balik vena ke jantung.

Tabel 3. Waktu *Recovery* Aktif dan *Recovery* Pasif dalam menurunkan ion H⁺

	<i>Recovery</i> Pasif	<i>Recovery</i> Aktif
Waktu Minimal	1 jam	30 menit
Waktu Maksimal	2 jam	1 jam

f. Jenis *Recovery*

Menurut (Bompa, 2009) terdapat beberapa macam teknik *Recovery* diantaranya adalah sebagai berikut: *recovery* aktif, *recovery* pasif, massase, *thermotherapy*, dan *cryotherapy*.

1.) *Recovery Aktif*

Recovery aktif mengacu pada gerakan aktif yang dilakukan oleh atlet. Gerakan aktif akan meningkatkan tension otot yang diperoleh dari otot agonis. *recovery* aktif dilakukan dengan aktivitas ringan seperti jogging atau *stretching*. *recovery* aktif membantu meningkatkan pengangkutan asam laktat, menurunkan suhu tubuh secara perlahan, peredam aktivitas sistem saraf pusat, dan mengurangi nyeri otot setelah latihan (Sands et al., 2013).

2.) *Recovery Pasif*

Recovery pasif merupakan bentuk istirahat yang berarti atlet berdiam diri tanpa adanya aktivitas fisik apa pun, seperti diam, istirahat total (duduk terlantang, tiduran). Teknik *recovery* dengan tidak melakukan aktivitas fisik sama sekali yaitu dengan duduk atau tidur. *Recovery* pasif bertujuan untuk menenangkan diri secara psikologis serta menurunkan asam laktat, Oleh karena itu di perlukan cara pengurangan asam laktat dengan memasukan oksigen (O₂) untuk mengoksidasi serta mengemelinir asam laktat yang menumpuk (Arifushalat, 2019).

3.) Massase

Massase dapat mengurangi nyeri otot, meningkatkan pembersihan creatine kinase yang dikombinasikan dengan *recovery* pasif. Massase juga meningkatkan pembersihan laktat yang dapat berkaitan dengan persepsi *recovery*. *Recovery* ini sepadan dengan *cold-water immersion* dan *recovery* aktif. *Recovery* dengan massage juga dapat menurunkan kecemasan, tekanan darah, stress, meningkatkan suasana hati, relaksasi, dan perasaan terhadap kesehatan, serta persepsi terhadap *recovery*.

4.) Terapi Panas

Terapi panas berguna untuk meningkatkan aliran darah pada jaringan subkutan dan kulit sebagai hasil peningkatan kardiak output dan resistensi perifer yang lebih rendah. Peningkatan aliran darah juga meningkatkan aliran seluler, limfa, dan permeabilitas kapiler yang dapat meningkatkan metabolisme, pengangkutan nutrisi, dan pengangkutan sisa pembakaran dari sel. Terapi panas juga dapat meningkatkan transmisi saraf, elastisitas otot, fleksibilitas sendi, menghambat nyeri, dan mengurangi spasme otot.

5.) Terapi Dingin

Terapi dingin berperan dalam proses *recovery* yaitu sebagai penghambat rasa nyeri jaringan lokal karena dapat menghambat transmisi saraf dan menurunkan persepsi nyeri pada saraf pusat. Meskipun menurunkan transmisi saraf nyeri, hal tersebut mungkin juga hasil dari penurunan jangka pendek dalam kinerja atletik melalui kecepatan kontraksi otot, atau kapasitas pembangun energi. Terapi dingin dapat berguna untuk rileksasi otot dan menurunkan level creatin sehingga dapat digunakan untuk *Recovery*.

g. *Recovery Aktif Dengan Stretching*

1.) Proses Fisiologis

Stretching dapat didefinisikan sebagai pemberian gaya pada otot atau tendon untuk mencapai perubahan panjang yang bertujuan untuk meningkatkan ruang gerak sendi, mengurangi kekakuan atau nyeri, dan mempersiapkan aktivitas (Sands et al., 2013). Respon fisiologis yang berkaitan dengan hal tersebut diantaranya adalah adanya efek mekanis dan neurologis. Efek neurologis

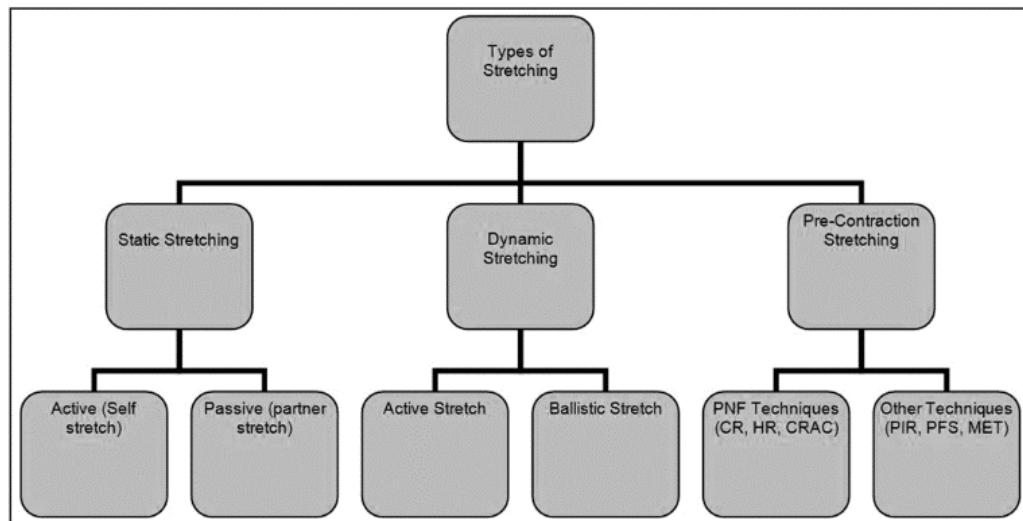
stretching disebabkan oleh adanya dua organ sensoris di dalam otot yaitu, muscle spindle dan golgi tendon organ (GTO) yang berperan penting terhadap efek neurologis. Adanya penambahan kontraksi isometrik akan menyebabkan penambahan regangan pada tendon dan GTO mendapat rangsang yang lebih keras. Hal ini menyebabkan rangsangan pada GTO mencapai ambang rangsangnya (Victoria et al., 2013).

Muscle spindle merupakan reseptor khusus yang terdiri atas serat otot dan akhiran saraf sensorik dan motorik yang terletak didalam otot. Akhiran saraf sensorik dalam *muscle spindle* berespon terhadap perubahan panjang dan kecepatan perubahan panjang otot. Bagian dalam pada *muscle spindle* terdapat serat khusus yang dinamakan serat intrafusal yang memiliki dua tipe saraf aferen yaitu tipe Ia yang merespon terhadap kecepatan dan tonus dari peregangan otot, saraf aferen tipe II mengontrol tonus otot, sedangkan serat pada otot rangka dinamakan extrafusal. Akhiran dari serat intrafusal menghubungkan dengan serat extrafusal. Peregangan otot merupakan peregangan dari bagian intrafusal serat otot, saat otot teregang saraf aferen tipe Ia dan tipe II pada serat intrafusal mengaktifkan *muscle spindle* yang menyebabkan otot yang teregang berkontraksi, dan otot sebaliknya akan menahan dari regangan melalui koneksi medulla spinalis. GTO sensitif terhadap perubahan tonus otot dan respon terhadap penambahan tonus oleh regangan pasif dan kontraksi otot aktif. Peran GTO untuk menghambat persarafan dari otot ekstrafusal. Pada saat otot teregang dengan waktu berkepanjangan atau pada saat otot berkontraksi secara isometrik, GTO akan menghambat tonus, dan memungkinkan otot untuk memanjang.

2.) Jenis *Stretching*

Menurut (Phil et al., 2014) ada tiga teknik peregangan otot yang sering dilakukan yaitu *static*, *dynamic*, and *pre-contraction stretches*.

Gambar 5. Teknik Stretching



Sumber : (Phil Page, 2014)

a.) *Stretching Statis*

Stretching statis adalah metode *Stretching* dengan meregangkan otot secara perlahan pada titik resistensi atau sampai terasa sedikit sakit, kemudian bertahan pada posisi meregang tersebut selama beberapa saat (Taylor, 2002). Carolyn & Allen (2008) menyatakan bahwa pada saat posisi memanjang, tonus otot akan sedikit meningkat dan otot akan teregang, hal tersebut menimbulkan nyeri, namun ketidaknyamanan harus dicegah. Pemanjangan secara perlahan pada otot digunakan untuk mengurangi kontraksi reflek dari muscle spindle, yaitu karena kecilnya aktivitas dari saraf aferen tipe I a, II dan I b dari GTo menghambat dan merilekskan otot. Kombinasi mekanisme neurologis saat *Stretching* statis adalah memperkecil pengaruh dari muscle spindle dan fasilitas

dari pengaruh GTo sehingga otot dapat memanjang dan meningkatkan fleksibilitas otot.

Stretching Statis menurut cara melakukannya dibagi menjadi 2 yaitu stretching aktif, dan stretching pasif. Peregangan statis aktif yaitu melakukan peregangan tanpa bantuan. Peregangan pasif-statis melibatkan melakukan peregangan secara pasif dengan bantuan gaya eksternal yang dapat berupa partner, aksesori, atau gaya gravitasi.

b.) *Stretching Balistik*

Stretching balistik adalah bentuk peregangan otot dengan memantulkan atau menyentak berulang- ulang . Gerakan memantul cepat pada saat peregangan dapat berisiko terhadap cedera karena dapat mengaktifkan muscle spindle mengirim rangsang sensorik ke saraf tulang belakang melalui saraf aferen tipe Ia yang menginformasikan saraf pusat untuk meregangkan otot. Rangsang kembali ke otot melalui saraf motorik yang menyebabkan otot berkontraksi dan menghambat untuk meregang. Aktivitas muscle spindle selama *Stretching* balistik dapat menyebabkan mikrotrauma karena adanya ketegangan saat otot teregang.

c.) *Stretching PNF*

PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) adalah metode peregangan yang mendorong dan mempercepat mekanisme respon neuromuscular melalui stimulasi propioseptor (Bodey et al., 2008). PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) diartikan sebagai sistem untuk mempromosikan respon mekanisme normal neuromuscular yang terdiri atas penggunaan teknik

stimulasi propioseptif untuk mengaktifkan dan menghambat kelompok otot utama (Escobar-Hurtado & Ramírez Vélez, 2011).

Tipe prosedur PNF meliputi; *hold-relax*, *contract-relax*, dan *hold-relax- contract*. *Hold-relax* dimulai dengan peregangan pasif dan pada keadaan yang tidak nyaman ditahan beberapa detik, kemudian berhenti mengikuti gerakan pasif yaitu gerakan mehanan dan melawan sehingga terjadi kontraksi otot secara isometrik. *Contract-relax* dimulai dengan peregangan pasif dan pada keadaan yang tidak nyaman ditahan beberapa detik, kemudian adanya perlawanan dari gerakan sehingga adanya kontraksi konsentrik otot melalui ruang gerak yang maksimal kemudian direlaksan kembali. Meningkatnya ruang gerak sendi dipengaruhi adanya autogenic inhibition. *Hold-relax with agonist contraction* teknik ini hampir sama dengan teknik *holdrelax* namun pada fase ketiga menggunakan kontraksi konsentris pada otot agonis.

3. Kelentukan

Kemampuan adaptasi *recovery* dan latihan ditentukan oleh kapasitas individu diantaranya adalah kelentukan. Kelentukan yang baik akan membantu organ tubuh untuk melakukan gerakan-gerakan yang memiliki kesulitan yang tinggi. Kelentukan sebagai salah satu komponen kesegaran jasmani. Kelentukan merupakan kemampuan menggerakkan tubuh atau bagian-bagiannya seluas mungkin tanpa terjadi ketegangan sendi dan cedera otot (Ismaryati, 2006: 101).

Menurut Davis (1989) yang di kutip oleh Ismaryati (2006: 101), kelentukan seseorang dipengaruhi oleh: tipe persendian, panjang istirahat otot, panjang istirahat ligamen dan kapsul sendi, bentuk tubuh, temperatur otot, jenis

kelamin, usia, ketahanan kulit, dan bentuk tulang. Faktor-faktor yang mempengaruhi kelentukan tersebut ditentukan oleh: keturunan, sejumlah faktor lingkungan misalnya latihan, pemanasan, dan temperatur.

Memiliki kelentukan yang memadai dapat meningkatkan kinerja atletik, mengurangi risiko cedera muskuloskeletal, dan meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan. Meskipun kelentukan sangat bervariasi dari orang ke orang, rentang minimum diperlukan untuk menjaga kesehatan sendi dan tubuh secara keseluruhan. Banyak variabel yang mempengaruhi hilangnya kelentukan sendi normal, termasuk genetika, usia, tingkat aktivitas, dan cedera sebelumnya. Rentang gerak akan dipengaruhi oleh mobilitas jaringan lunak di sekitar sendi, antara lain otot, ligamen, tendon, kapsul sendi, dan kulit. Kurangnya peregangan, terutama bila dikombinasikan dengan aktivitas, dapat menyebabkan pemendekan jaringan lunak akibat kelelahan seiring berjalannya waktu.

Dijelaskan oleh Ismaryati (2006: 101), bahwa terdapat dua macam kelentukan, yaitu:

a. Kelentukan Dinamis (Aktif)

Kelentukan dinamis adalah kemampuan menggunakan persediaan dan otot secara terus menerus dalam ruang gerak yang penuh dengan cepat, dan tanpa tahanan gerakan. Misalnya menendang bola tanpa tahanan atau beban pada otot-otot hamstring dan sendi panggul. Kelentukan ini sangat sulit diukur.

b. Kelentukan Statis (Pasif)

Kelentukan statis adalah kemampuan sendi untuk melakukan gerak dalam ruang yang besar, misalnya gerakan split. Jadi dalam kelentukan statis yang diukur adalah besarnya ruang gerak.

Kelentukan dibutuhkan oleh banyak cabang olahraga, namun demikian terdapat perbedaan kebutuhan kelentukan untuk setiap keberhasilan penampilannya. Misalnya cabang olahraga panjat tebing, senam, beberapa nomor atletik, renang, selam, dan gulat membutuhkan tingkat kelentukan yang tinggi. Sementara itu sepakbola, basket, baseball hanya membutuhkan kelentukan dengan tingkat normal (Ismaryati, 2006: 101).

Kelentukan yang tidak memadai akan berdampak negatif pada tubuh. Sendi memerlukan pergerakan melalui berbagai gerakan untuk menjaga kesehatan tulang rawan dan struktur lain di dalam sendi (misalnya Sinovium). Otot yang tidak fleksibel menjadi lebih cepat lelah, menyebabkan kelompok otot lawan bekerja lebih keras. Kelelahan otot dapat menyebabkan cedera otot dan ketidakmampuan otot melindungi sendi dari cedera yang lebih parah. misalnya paha belakang berperan dalam menstabilkan lutut dan mencegah robekan ACL. Penurunan kelentukan juga dapat menyebabkan tekanan abnormal pada struktur dan jaringan yang jauh dari titik awal ketidakfleksibelan misalnya tendonitis pada lutut dapat berhubungan dengan rasa nyeri pada betis.

c. Analisis Kelentukan Berkaitan dengan Recovery

Kelentukan adalah salah satu indikator kebugaran jasmani pada manusia. Untuk membedakan kelentukan dibagi menjadi kelentukan tinggi dan kelentukan

rendah. Kelentukan tinggi biasanya akan sejalan dengan kebugaran jasmani yang lebih baik, sedangkan kelentukan rendah akan menyebabkan kebugaran jasmani yang kurang. Seseorang yang mempunyai kelentukan rendah cenderung kurang bugar karena proses menekuk tubuh, lingkup gerak sendi yang tidak maksimal. Sehingga seseorang yang mempunyai kelentukan rendah akan memerlukan waktu yang lama untuk pemulihan atau *recovery*.

Berdasarkan uraian diatas kelentukan dapat mempengaruhi proses pemulihan, harapannya dengan diketahuinya maksimalnya proses *recovery* dapat menghasilkan temuan bahwa *recovery* yang paling efektif dari *stretching* aktif dan *stretching* pasif pada seseorang yang mempunyai kelentukan tinggi dan rendah.

d. Pengukuran Kelentukan

Kelentukan dapat diukur dengan menggunakan berbagai metode tergantung pada sendi atau kelompok otot tertentu yang dievaluasi. Laboratorium test fleksibilitas diukur menggunakan goniometer, dan *schoober test*. Sedangkan pengukuran dengan fungsional menggunakan *Apley's scratch test*, *The trunk lift, Sit and reach test*, *Knee wall test*, *Straight leg raise test* (Zhang et al. 2020).

alah satu teknik pengukuran kelentukan adalah dengan *Sit and Reach*. *Sit and Reach* adalah salah satu tes fleksibilitas linier yang membantu mengukur ekstensibilitas paha belakang dan punggung bawah.

Gambar 6. V Sit and Reach Test



Sumber : Dokumen Pribadi

4. Panjat Tebing

a. Karakteristik Panjat Tebing

Menurut Sutejo tahun (2009) pertama kali panjat tebing dikenal di kawasan Eropa, tepatnya di pegunungan Alpen. Tahun 1910, penggunaan alat dalam panjat tebing mulai diperkenalkan meskipun masih terbatas pada carabiner dan piton yang terbuat dari baja. Dan sejak itulah pendaki dari Austria dan Jerman mulai mengembangkan teknik dan alat-alat baru dalam panjat tebing. Sementara di Indonesia sendiri mulai dikenal tahun 1960 yang dirintis oleh Mapala UI dan Wanadri antaranya; Harry Sulistyarto, Agus Resmonohadi, Heri Hermanu, dan Dedi Hikmat yang mulai latihan di tebing Citatah Jawa Barat. Kantor kementerian Negara Pemuda dan Olahraga bekerja sama dengan Pusat Kebudayaan Perancis (CCP) tahun 1989 mengundang para pemanjat Perancis Bernhault, Jean Baptise Tribout dan Corriene Lebrune serta Jean Harau seorang instruktur teknis panjat tebing.

Berdirinya FPTGI diikrarkan di Tugu Monas 21 April 1988 yang dilakukan sekitar 40-an orang dari berbagai OPA dari Jakarta, Bandung, Padang, Medan, Semarang, Yogyakarta, Surabaya dan Ujung Pandang. Kemudian FPTGI berubah menjadi FPTI (Federasi Panjat Tebing Indonesia). Tahun 1992 diakui sebagai anggota *Union Internationale des Association d'Alpinisme* (UIAA) yang mewadahi organisasi panjat tebing dan gunung Internasional. Tahun 1994 FPTI diakui sebagai induk olahraga panjat tebing oleh Komite Olahraga Nasional Indonesia (KONI) dan mulai ikut even Pekan olahraga Nasional (PON) sejak 1996 dengan menggunakan dinding panjat buatan atau panjat dinding.

b. Jenis Pertandingan Panjat Tebing

Olahraga panjat dinding memiliki kategori yang telah dikembangkan menurut teknik pemanjatannya (Kunto Aji 2010: 22) Pada olahraga panjat dinding terdapat 3 kategori pemanjatan yaitu (1) kategori *lead*, (2) kategori *boulder*, dan (3) kategori *speed*.

1.) Kategori *Lead*

Kategori *lead* adalah kategori pemanjatan rintisan atau pemanjat memasang sendiri pengaman pada tiap ranner pengait dari suatu jalur pemanjatan. Tinggi papan 15 sampai 20 meter. Semua jalur kompetisi *lead* dipanjat secara on-*lead* dimana atlit dimulai dari bawah.

2.) Kategori *Boulder*

Kompetisi *boulder* terdiri dari serangkaian jalur pemanjatan pendek yang disebut *boulder*. Semua *boulder* harus dipanjat tanpa tali pengaman. Jumlah tumpuan pada tiap *boulder* harus paling banyak 12 (dua belas) dan jumlah rata-

rata tumpuan untuk semua *boulder* antara 4 (empat) sampai 8 (delapan) dalam satu babak. Seluruh *boulder* pada kompetisi *boulder* harus diamankan dengan matras landasan jatuh. Menjadi tanggung jawab pembuat jalur untuk menentukan jumlah dan karakter dari *boulder* sesuai dengan ukuran dan posisi matras, jika beberapa matras/landasan jatuh digabungkan, maka harus ditutup sedemikian rupa hingga tidak memungkinkan atlit jatuh diantaranya.

Kompetisi *Boulder* terdiri atas 3 (tiga) babak, yaitu babak kualifikasi, Semi final dan babak final. Pada babak kualifikasi dan semi final, atlit melakukan pemanjatan pada beberapa *boulder* dengan urutan yang telah ditentukan. Setelah menyelesaikan setiap *boulder*, atlit mendapat masa istirahat yang waktunya sama dengan waktu pemanjatan yang disebut waktu rotasi (*rotation period*) yaitu 5 (lima) menit untuk babak kualifikasi dan 6 (enam) menit untuk babak semi final, serta 4 (empat) menit untuk babak final. Setiap *boulder* terdiri dari suatu daerah yang ditandai dengan jelas agar atlit dapat melihat route dan termasuk matras landasan jatuh. Pada setiap akhir waktu rotasi, atlit harus segera menghentikan pemanjatan dan masuk ketempat istirahat. Tempat tersebut harus tidak memungkinkan atlit mengamati *boulder* manapun. Atlit yang telah menyelesaikan waktu istirahatnya harus segera menghadap ke *boulder* selanjutnya bersamaan dengan terdengarnya tanda waktu rotasi (Pengurus Pusat FPTI, 2022).

3.) Kategori *Speed*

Kategori *speed*/kecepatan adalah kategori yang menuntut pemanjat harus menyelesaikan suatu jalur dengan waktu yang relatif cepat, karena penilaian terhadap kategori kecepatan adalah waktu yang diperoleh pemanjat dalam

menyelesaikan suatu jalur. Tingkat kesulitan pada jalur kecepatan biasanya menggunakan jalur tangga/classic (Harry Sulistyarto 1999: 23). Kompetisi *speed* pada dasarnya terdiri atas babak kualifikasi dan babak final. Ketinggian yang direkomendasikan antara 15 – 21 meter dengan panjang overhang maksimal 5 meter. Jika dalam jalur pemanjatan terdapat roof, panjangnya tidak lebih dari 1 meter. Penghitungan waktu pemanjatan pada setiap jalur pemanjatan harus dilakukan dengan menggunakan sistem pencatat waktu elektrik (electric timer device).

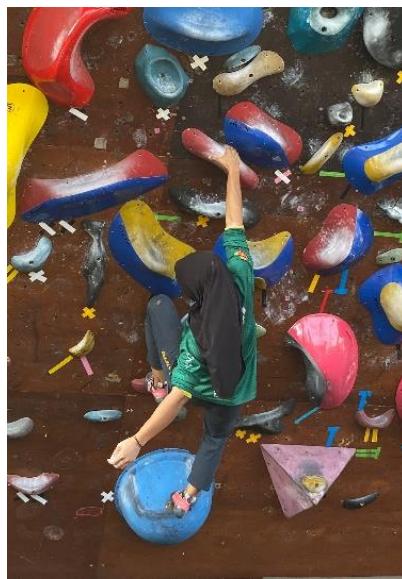
c. Teknik Pemanjatan

Menurut Yudanto (2011: 7) teknik pada olahraga panjat secara umum memiliki teknik memanjat sebagai berikut:

1.) *Diagonal Movement*

Diagonal movement adalah teknik gerakan yang paling mendasar bila tangan kanan sebagai pegangan dan kaki kiri sebagai tumpuan begitu sebaliknya sehingga secara otomatis gerakan yang ada akan seimbang dengan sendirinya dan lebih ringan untuk membawa beban badan untuk menambah ketinggian/memanjat.

Gambar 7. Teknik *Diagonal Movement*

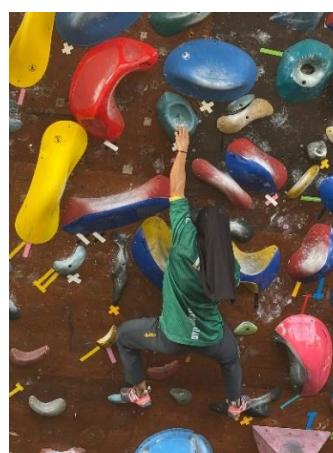


Sumber : Dokumen Pribadi

2.) *Paralel Movement*

Paralel movement adalah teknik 3 tumpuan 1 mencari, maksudnya disini salah satu dari kaki atau tangan mencari pijakan atau pegangan sehingga ketiga yang lainnya berada pada hand hold atau point, sehingga 3 tumpuan yang ada sebagai penopang berat badan.

Gambar 8. Teknik Pararel Movement

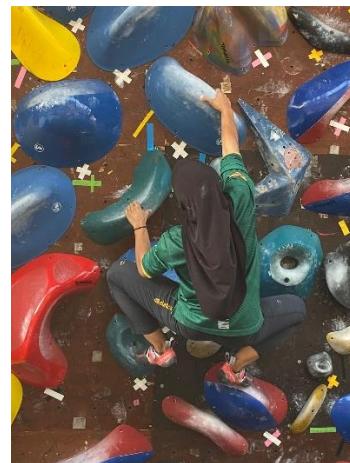


Sumber : Dokumen Pribadi

3.) *Frogging*

Frogging Pada dasarnya gerakan sama dengan paralel movement perbedaannya hanya pada pijakannya saja, pada teknik frog (katak) usahakan posisi pijakan sejajar horizontal antara kaki kiri dan kaki kanan.

Gambar 9. Teknik *Frogging*



Sumber : Dokumen Pribadi

4.) *Body Tension*

Pada teknik ini berlawanan dengan teknik diagonal movement, bila tangan kiri sebagai pegangan maka kaki kiri juga sebagai pijakannya sehingga kaki kanan harus pandai menempatkannya untuk mencari keseimbangannya agar lebih mudah untuk melakukan gerakan selanjutnya.

Gambar 10. Teknik *Body Tension*



Sumber : Dokumen Pribadi

B. Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh (Valenzuel, 2015) yang berjudul “Effect of Two Types of Active *Recovery* on Fatigue and Climbing Performance”. Penelitian tersebut merupakan penelitian eksperimen dengan subjek 14 orang, yang diberikan perlakuan *Recovery* yang berbeda yaitu recovering with easy climbing (CR) or walking (WR) untuk kelelahan dan performa melakukan panjat tebing yang diukur dengan kadar laktat dalam darah, *Rating of Perceived Exertion* (RPE), and heart rate (HR). Hasil penelitian tersebut menunjukkan *Recovery* yang efektif untuk atlet panjat tebing adalah walking *Recovery* dibandingkan easy climbing *Recovery*.
2. Penelitian yang dilakukan oleh (Putri, 2020) yang berjudul “Perbandingan Pengaruh *Recovery* Aktif Dengan Teknik *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* Dan *Recovery* Pasif Terhadap Frekuensi Denyut Nadi, Persepsi Kelelahan Dan Persepsi *Recovery* Pada Atlet Karate Forki Sleman”. Penelitian tersebut merupakan penelitian eksperimen dengan

subjek 40 orang, yang dikelompokkan ke dalam dua jenis perlakuan (*Recovery* aktif dan pasif) dengan ordinal pairing berdasarkan tingkat keterlatihan (denyut nadi istirahat) dengan jumlah masing- masing kelompok perlakuan dan kontrol 20 orang atlet yang terdiri atas laki- laki dan perempuan masing- masing 10 atlet sehingga didapatkan empat kelompok. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan penurunan denyut nadi post-test dibandingkan pre-test secara bermakna pada kelompok jenis *Recovery* dan jenis kelamin. Terjadinya penurunan RPE pada *Recovery* aktif dibandingkan *Recovery* pasif. TQR (total quality *Recovery*) lebih baik pada *Recovery* aktif dibandingkan *Recovery* pasif. Tidak ada interaksi antara jenis kelamin dan jenis *Recovery* terhadap denyut nadi, RPE, dan TQR.

3. Penelitian yang dilakukan oleh (Draper, 2006) dengan judul penelitian *Effects of Active Recovery on Lactate Concentration, Heart Rate and RPE in Climbing*. Penelitian tersebut merupakan penelitian eksperimen dengan subjek 10 orang, dengan jumlah masing- masing kelompok perlakuan dan kontrol 20 orang atlet. Subjek akan dibagi menjadi 2 kelompok menjadi subjek yang mendapat *recovery* aktif dan subjek yang mendapat *recovery* pasif yang akan dicari hasil untuk asam laktat, RPE, dan denyut nadi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan ada perbedaan antara *recovery* aktif dan pasif untuk detak jantung. *Recovery* aktif pendaki memiliki detak jantung yang lebih tinggi daripada *recovery* pasif. *Recovery* aktif juga

lebih menurunkan konsentrasi laktat ($F = 18,79$, $p = 0,002$) dan RPE ($F = 6,51$, $p = 0,031$).

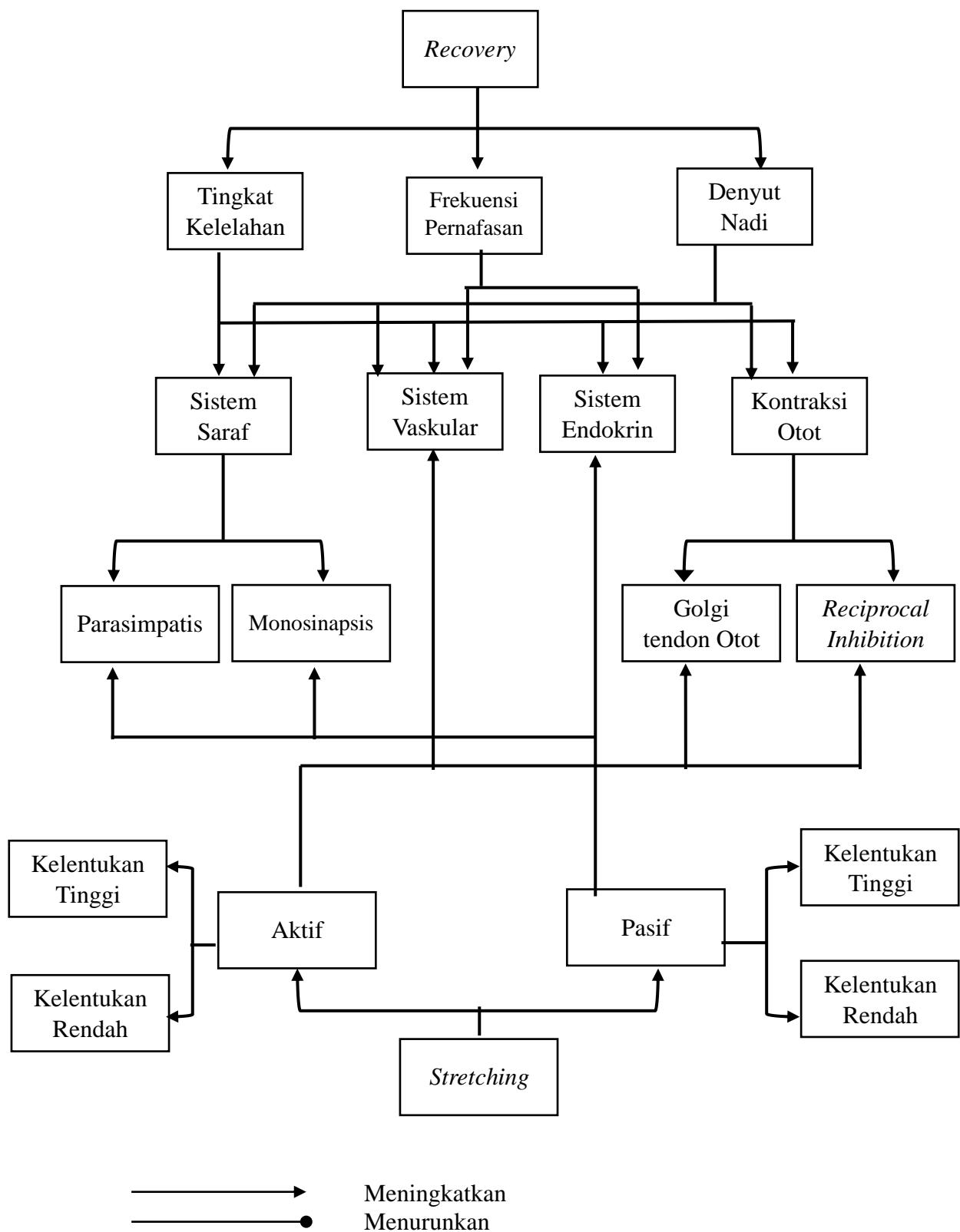
C. Kerangka Berfikir

Stretching dapat mengurangi frekuensi denyut nadi dengan cara mengurangi aktifitas sistem saraf simpatik dan meningkatkan aktifitas sistem saraf parasimpatik, stimulasi parasimpatik pada reseptor M2 menyebabkan penurunan denyut jantung dan kecepatan konduksi melalui AV node.

Stimulasi parasimpatik pada reseptor M3 akan mempengaruhi sistem vaskular. Reseptor M3 menyebabkan vasodilatasi sistemik yang berpengaruh pada relaksasi pembuluh darah. Relaksasi pembuluh darah menyebabkan peredaran darah lancar dan mengurangi tekanan darah serta denyut nadi.

Stretching meningkatkan sistem endokrin dengan memproduksi hormon adrenaline yang diproduksi oleh *adrenal gland* dan berperan dalam aktifitas detak jantung dan tekanan darah. *Stretching* juga meningkatkan hormon endorphin yang berperan sebagai penghilang rasa sakit alami dan dapat membantu mengurangi rasa sakit dan tidak nyaman yang dihasilkan oleh aktivitas fisik atau stress.

Stretching mempengaruhi kontraksi otot melalui Golgi tendon organ (GTO). GTO berperan penting dalam mengontrol fleksibilitas otot dengan mendeteksi ketegangan selama kontraksi otot. Ketika otot diregangkan dengan cepat, serabut afferent primer akan merangsang α motor neuron pada medulla spinalis dan memfasilitasi kontraksi otot dengan lambat, GTO terstimulasi dan menginhibisi ketegangan otot dan akan terjadinya pemanjangan pada komponen elastisitas otot.



D. Hipotesis Penelitian

1. Adanya perbedaan *stretching* pasif dan aktif terhadap denyut nadi dan RPE.
2. Adanya perbedaan kelentukan tinggi dan rendah terhadap denyut nadi dan RPE.
3. Adanya interaksi *stretching* pasif dan aktif serta kelentukan tinggi dan rendah pada denyut nadi dan RPE.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental dengan desain penelitian 2×2 *factorial design* yaitu dengan menggunakan dua atau lebih variabel independen (stimulus) yang dikombinasikan. Faktor yang dikombinasikan dalam penelitian ini adalah faktor atribut berupa kelentukan (tinggi dan rendah) dan faktor perlakuan berupa teknik recovery (*stretching* aktif dan pasif).

Tabel 4. Desain Penelitian

Kelentukan (B)		Tinggi (B1)	Rendah (B2)
		Jenis	Recovery (A)
Stretching Aktif (A1)		A1B1	A1B2
Stretching Pasif (A2)		A2B1	A2B2

Keterangan:

A1B1: Kelompok yang diberi perlakuan *Stretching* aktif dengan Kelentukan tinggi

A1B2: Kelompok yang diberi perlakuan *Stretching* aktif dengan Kelentukan rendah

A2B1: Kelompok yang diberi perlakuan *Stretching* pasif dengan kelentukan tinggi

A2B2: Kelompok yang diberi perlakuan *Stretching* pasif dengan kelentukan rendah

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lapangan Panjat Tebing Mandala Krida pada bulan Juni 2024.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Menurut (Arikunto, 2019) populasi ialah keseluruhan subjek penelitian. Sedangkan menurut (Sugiyono, 2019) populasi ialah wilayah generalisasi yang terdiri atas suatu objek atau subjek yang mempunyai karakteristik dan kuantitas tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian disimpulkan.

Populasi pada penelitian adalah atlet Panjat Tebing yang berjumlah 25 orang.

2. Sampel

Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang representatif atau mewakili dari populasi (Sugiyono, 2015). Besar sampel dan teknik sampel menggunakan rumus Slovin dengan margin of error ($e=0.1$) dan besar populasi/ $N= 25$. Sehingga perhitungan sampel penelitian (n) yang dibutuhkan sebagai berikut;

$$n = \frac{N}{1+N \times e^2}$$

$$n = \frac{25}{1+25 \times (0,1)^2}$$

$$n = 20$$

Keterangan:

n : jumlah sampel

N : jumlah populasi

e : margin of error (menggunakan e= 0,1)

Teknik pengambilan sampel dengan menggunakan rumus Slovin didapatkan 20 atlet. Teknik tersebut menggunakan *purposive sampling* dengan kriteria inklusi; (a) atlet panjang tebing (b) tidak melakukan aktivitas yang sangat berat dan dalam kondisi sehat serta bersedia mengikuti penelitian. Kriteria eksklusi adalah atlet yang mengalami cedera dan atlet tidak hadir dalam latihan. Atlet tersebut dikelompokkan ke dalam dua jenis perlakuan (*stretching* aktif dan pasif) dengan ordinal pairing berdasarkan tingkat kelentukan (*sit and reach test*).

D. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas (*independent*) yaitu *Stretching* aktif dan *Stretching* pasif, sedangkan variabel terikat (*dependent*) yaitu *Recovery*. Adapun variabel moderator atau atributif untuk menentukan kelompok dalam penelitian yaitu kelentukan. Untuk mengetahui penjelasan mengenai variabel-variabel tersebut dapat dilihat dalam definisi berikut:

1. *Stretching* Aktif

Stretching aktif pada otot utama yakni otot lengan dan tungkai bawah.

Model *stretching* aktif ada pada lampiran 1.

2. *Stretching* Pasif

Stretching Pasif dengan fokus pada otot utama yakni otot lengan dan tungkai bawah. Model *stretching* pasif pada lampiran 2.

3. Kelentukan

Kelentukan adalah kemampuan tubuh untuk melakukan gerak melalui ruang gerak sendi atau ruang gerak tubuh secara maksimal. Kelentukan diukur menggunakan *sit and reach*.

4. Recovery

Pemulihan yang dilakukan pada saat istirahat dari jeda antar pertandingan.

Recovery diukur dengan parameter denyut nadi dan RPE.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan tes dan pengukuran.

- a. Dilakukan pengukuran *sit and reach* yang kemudian dilakukan ordinal pairing sehingga menjadi kelompok (*stretching* aktif kelentukan tinggi, *stretching* aktif kelentukan rendah, *stretching* pasif kelentukan tinggi, *stretching* pasif kelentukan rendah).
- b. Dilakukan latihan submaksimal dengan latihan panjat tebing kategori boulder sehingga menyerupai pertandingan. Latihan tersebut seperti yang terdapat pada lampiran 4.
- c. Pengukuran pre-test denyut nadi dan rating of perceived exertion (RPE) segera setelah latihan submaksimal.
- d. Pelaksanaan teknik recovery (*stretching* aktif dan pasif) terdapat pada lampiran 1 dan 2.
- e. Post-test (denyut nadi, RPE) 15 menit setelah pre-test.

2. Instrumen Pengumpulan Data

a. Kelentukan

Instrumen yang digunakan pada tes kelentukan adalah *Sit and Reach*.

Merupakan tes yang dilakukan dengan mengukur cara mendorong kedua tangan kedepan dari posisi duduk selunjur. Tes ini merupakan modifikasi dari *V-Sit and Reach the Presidential Physical Fitness Test*. Tes ini digunakan untuk melihat Tingkat kelentukan dari atlet panjat tebing. Berikut adalah norma tes *Sit And Reach*.

Tabel 5. Norma Tes *Sit And Reach*

Kategori	Laki Laki	Perempuan
Sangat Baik	>19,5 cm	>20 cm
Baik	17,0 - 19,0 cm	18,5 – 19,5 cm
Cukup	14,5 - 16,5 cm	17,0 -18,0 cm
Kurang	12,5 - 14,0 cm	15,0 – 16,5 cm
Sangat Kurang	<12,0 cm	<14,5 cm

Sumber : (Widiastuti & Pd, 2011)

b. Denyut Nadi

Deyut nadi diukur dengan Oxymeter

Gambar 11. *Oxymeter*



Sumber : <https://www.nytimes.com/>

c. RPE

Persepsi kelelahan dengan menggunakan *Borg's RPE (Rating of Perceived Exertion)* yang telah diketahui dan diuji untuk mengetahui respon subjektif individu terhadap tingkat aktivitas yang dirasakan berupa skala yang telah ditetapkan. Skala RPE dapat dilihat pada lampiran 3.

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

1. Tes *Sit & Reach*

Tujuan Tes ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kelentukan batang tubuh/ togok dan sendi panggul. Tujuan Tes ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kelentukan batang tubuh/ togok dan sendi panggul. Nilai validitas instrumen sit and reach test sebesar 0.420 (valid), pengambilan keputusan validitas berdasarkan pada nilai r hitung $> r$ tabel dengan $\text{Alpha} = 0.05$. Nilai reliabilitas sebesar 0.723 (reliabilitas tinggi) (Sulistiyono, 2017).

2. RPE

Rating of Perceived Exertion (RPE) adalah sebuah skala yang dibuat oleh Gunnar Borg's pada tahun 1982, yang bertujuan untuk mengukur dan mengetahui intensitas atau usaha yang dikeluarkan pada saat melakukan aktifitas fisik, berdasarkan persepsi subjektif seseorang yang dikuantitatifkan (Noble dan Robertson, 1997). RPE berkorelasi tinggi dengan denyut jantung, resapan oksigen maksimal, dan kadar asam laktat pada saat melakukan aktifitas fisik (Borg, 1998). Nilai validitas instrumen RPE test sebesar ($r = 0.80-0.90$) (Valenzuela et al, 2015).

3. *Oxymeters*

Oximeter sebagai alat ukur denyut nadi memiliki validitas sebesar 0,452-0,984 dan reliabilitas sebesar 0,995 yang artinya memiliki validitas dan reliabilitas yang sangat baik (Qodriya, 2023).

G. Analisis Data

Data penelitian yang telah diperoleh, selanjutnya akan dianalisis menggunakan *Software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) Versi 25 dengan beberapa cara, antara lain sebagai berikut:

1. Uji Statistik Deskriptif

Analisis deskriptif subjek penelitian digunakan untuk mengetahui, menggambarkan dan mendeskripsikan subjek penelitian yang meliputi data umur, berat badan, dan tinggi badan dari subjek penelitian.

2. Uji Normalitas

Uji prasyarat dalam penelitian ini meliputi uji normalitas untuk frekuensi denyut nadi, RPE dilakukan pada keseluruhan sampel dan pada tiap kelompok dengan menggunakan uji Shapiro Wilk.

3. Uji Hipotesis

a. Analisis Statistik Parametrik

Uji analisis statistik parametrik digunakan apabila uji normalitas menunjukkan bahwa data tersebut terdistribusi normal dengan menggunakan Uji two-way anova atau Uji beda paired t-test.

b. Analisis Statistik Non-parametrik

Uji analisis statistik non-parametrik digunakan apabila uji normalitas menunjukkan bahwa data tersebut tidak terdistribusi normal dengan menggunakan uji Mann- Whitney dan Uji beda Wilcoxon signed rank test.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Deskripsi Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini terdiri dari 20 orang. Detail usia, berat badan, dan tinggi badan terdapat pada tabel sebagai berikut :

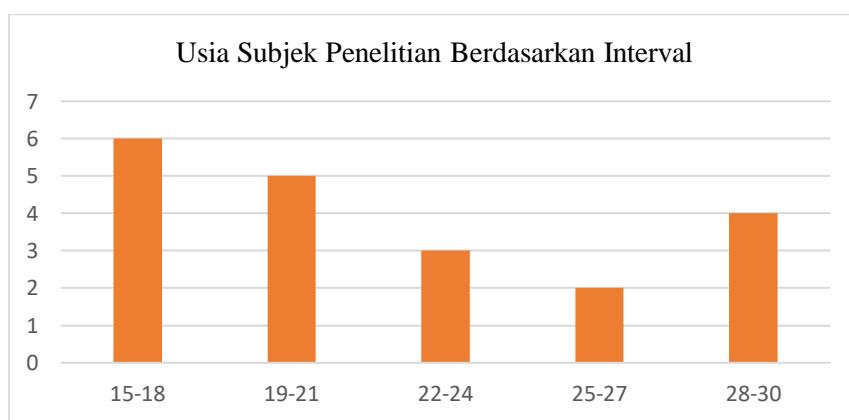
Tabel 6. Rata-Rata dan Std. Dev Karakteristik Subjek Penelitian

Data	Stretching Aktif		Stretching Pasif	
	Kelentukan Tinggi (n=5)	Kelentukan Rendah (n=5)	Kelentukan Tinggi (n=5)	Kelentukan Rendah (n=5)
Usia (th)	22.8 \pm 4.4	22.2 \pm 6.9	18.4 \pm 0.9	22.6 \pm 5
TB (kg)	162 \pm 10.8	160.8 \pm 8.1	164.4 \pm 5.6	162.6 \pm 9.6
BB (cm)	56 \pm 9.4	53.4 \pm 11	54.8 \pm 4.8	51.6 \pm 4

Keterangan : TB= Tinggi Badan, BB= Berat Badan

Gambar 13 Memperlihatkan distribusi frekuensi dari usia subjek penelitian.

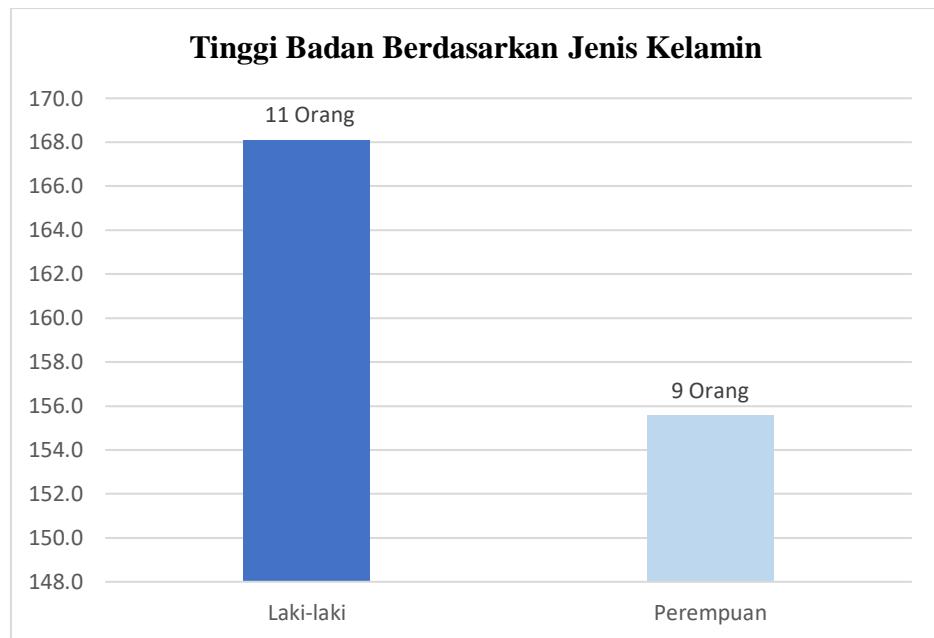
Gambar 12. Diagram Usia Subjek Penelitian



Berdasarkan gambar 13 menunjukkan interval usia responden paling banyak pada rentangan usia 15-18 tahun dengan jumlah 6 orang. Sedangkan jumlah responden paling sedikit pada rentangan usia 25-27 tahun dengan jumlah 2 orang. Selanjutnya, dari keseluruhan total partisipan yang berjumlah 20 orang memiliki rerata usia $21,5 \pm 4,8$ tahun.

Gambar 14 memperlihatkan distribusi tinggi badan berdasarkan jenis kelamin.

Gambar 13. Tinggi Badan Berdasarkan Jenis Kelamin



Berdasarkan gambar 14 menunjukkan tinggi badan laki-laki memiliki rerata $168,1 \pm 6,1$ cm dengan jumlah 11 orang. Tinggi badan perempuan memiliki rerata $155,6 \pm 3,7$ cm dengan jumlah 9 orang.

Gambar 15 memperlihatkan distribusi berat badan subjek penelitian.



Berdasarkan gambar 15 menunjukkan berat badan laki-laki memiliki rerata $58,6 \pm 7,4$ cm dengan jumlah 11 orang. Tinggi badan perempuan memiliki rerata $48,2 \pm 2,6$ cm dengan jumlah 9 orang.

2. Analisis Deskripsi Statistik Data Penelitian dan Uji Normalitas

a. Analisis Deskripsi Statistik Data Penelitian

Tabel 7 menggambarkan rata-rata dan standar deviasi hasil tes pengukuran *pre-test*, *post-test*, selisih dan persen selisih denyut nadi dan RPE pada masing-masing kelompok jenis *stretching* aktif dan pasif pada kelompok kelentukan tinggi dan rendah.

Tabel 7. Rata-Rata dan Std. Dev Hasil Pengukuran Subjek Penelitian

Data		Total	Kelompok			
			Stretching Aktif		Stretching Pasif	
			KT (n=5)	KR (n=5)	KT (n=5)	KR (n=5)
DN	<i>Pre-test</i>	98,2±10,5	89,0±14,8	97,8±2,2	98,2±7,3	108,0±4,6
	<i>Post-test</i>	88,1±9,4	84,2±15,5	89,2±3,7	87,4±9,3	91,8±6,1
	Selisih	10,1±5,6	4,8±2,2	8,6±2,6	10,8±4,0	16,2±6,0
RPE	<i>Pre-test</i>	14,9±1,6	15,2±1,3	13,4±1,5	16,0±1,0	15,2±1,5
	<i>Post-test</i>	10,3±1,5	11,8±1,3	10,8±1,1	8,8±0,8	10,0±1,4
	Selisih	4,6±1,9	3,4±0,5	2,6±0,5	7,2±0,4	5,2±0,4

Keterangan : KT=Kelentukan Tinggi, KR=Kelentukan Rendah

b. Uji Normalitas

Uji normalitas menggunakan uji Shapiro Wilk, dengan kriteria yang digunakan untuk mengetahui data bertrisdibusi normal apabila nilai sig yang diperoleh dari perhitungan >0.05 . Hasil uji normalitas data dapat dilihat pada, tabel dibawah ini.

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas Data

Data		Stretching Aktif	Stretching Pasif	Kesimpulan
DN	<i>Pre-test</i>	0,120	0,205	Normal
	<i>Post-test</i>	0,111	0,086	Normal
	Selisih	0,523	0,471	Normal
RPE	<i>Pre-test</i>	0,583	0,107	Normal
	<i>Post-test</i>	0,30	0,107	Normal
	Selisih	0,131	0,29	Normal

Keterangan : DN= Denyut Nadi, RPE= Rating Of Perceived Exertion, KT= Kelentukan Tinggi, KR= Kelentukan Rendah.

3. Analisis Statistik Inferensial

Berdasarkan uji normalitas, analisis parametrik digunakan pada denyut nadi dan RPE.

a. Denyut Nadi

1.) Uji Beda dan Uji Interaksi Denyut Nadi antara Kelompok

Stretching Aktif dan Pasif dan Kelentukan Tinggi dan Rendah

Menggunakan uji two-way anova untuk membandingkan variabel pada *stretching* aktif dan pasif dan pada kelentukan tinggi dan rendah serta mengetahui ada tidaknya interaksi antara faktor jenis kelentukan dan jenis *stretching* pada selisih frekuensi denyut nadi post-test dan pre-test seperti tabel dibawah ini:

Tabel 9. Hasil Two Way Anova Denyut Nadi

Data	Variabel	Kelompok	Pretest	Posttest	Sig	Keterangan
Denyut Nadi	Tinggi dan Rendah Kelentukan	Tinggi	93,6±12	85,8±12,2	0,021	Ada Beda
		Rendah	102,9±6,4	90,5±5		
	Jenis <i>Stretching</i>	Aktif	93,4±11	86,7±10,9	0,002	Ada Beda
		Pasif	103,1±	89,6±7,8		
	Jenis Kelentukan*				0,662	Tidak Ada Interaksi
	Jenis <i>Stretching</i>					

Berdasarkan hasil tabel 9 diatas menunjukkan bahwa. Ada perbedaan denyut nadi pada tinggi dan rendah kelentukan, jenis stretching ($p<0,005$). Tidak ada interaksi antara faktor jenis kelentukan dan jenis stretching ($p>0,005$).

2.) Uji Beda antara Pre-test dan Post-test Denyut Nadi pada Kelompok *Stretching* Aktif dan Pasif dan Kelentukan Tinggi dan Rendah

Selanjutnya untuk membandingkan variabel *pretest* dan *posttest* pada masing- masing kelompok (*stretching* aktif dan pasif dan pada kelentukan tinggi dan rendah) menggunakan paired t-test yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

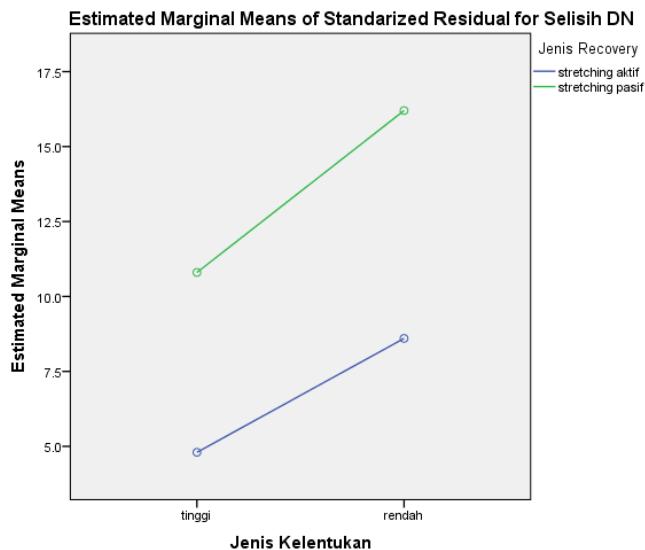
Tabel 10. Hasil Uji Paired-Samples T Test Denyut Nadi

Data	Kelompok			
	<i>Stretching</i> Aktif		<i>Stretching</i> Pasif	
	KT	KR	KT	KR
<i>Pretest</i>	89,0±14,8	97,8±2,2	98,2±7,3	108,0±4,6
<i>Posttest</i>	84,2±15,5	89,2±3,7	87,4±9,3	91,8±6,1
Sig	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 10 menunjukkan bahwa terdapat penurunan frekuensi denyut nadi yang bermakna pada *posttest* dibandingkan dengan pada *pretest* pada semua kelompok dengan nilai $p<0,05$.

Berdasarkan tabel uji post hoc didapatkan bahwa ada perbedaan di masing-masing kelompok eksperimen dalam mempengaruhi tingkat denyut nadi. Namun, dapat dilihat bahwa tidak terdapat interaksi dengan kelompok *stretching* dengan kelentukan. Grafik interaksi dapat dilihat pada gambar 15.

Gambar 14. Grafik Interaksi Program dengan Kelentukan terhadap Denyut Nadi



b. RPE

1.) Uji Beda dan Uji Interaksi RPE antara Kelompok *Stretching*

Aktif dan Pasif dan Kelentukan Tinggi dan Rendah

Menggunakan uji two-way anova untuk membandingkan variabel pada *stretching* aktif dan pasif dan pada kelentukan tinggi dan rendah serta mengetahui ada tidaknya interaksi antara faktor jenis kelentukan dan jenis *stretching* pada selisih RPE post-test dan pre-test seperti tabel dibawah ini:

Tabel 11. Hasil Uji Two Way Anova RPE

Data	Variabel	Kelompok	Pretest	Posttest	Sig	Ket
RPE	Tinggi dan Rendah Kelentukan	Tinggi	15,6±1,2	10,3±1,9	0,002	Ada Beda
		Rendah	14,3±1,7	10,4±1,3		
	Jenis <i>Stretching</i>	Aktif	14,3±1,6	11,3±1,2	0,000	Ada Beda
		Pasif	15,6±1,3	9,4±1,3		
	Jenis Kelentukan*				0,016	Ada Interaksi
	Jenis <i>Stretching</i>					

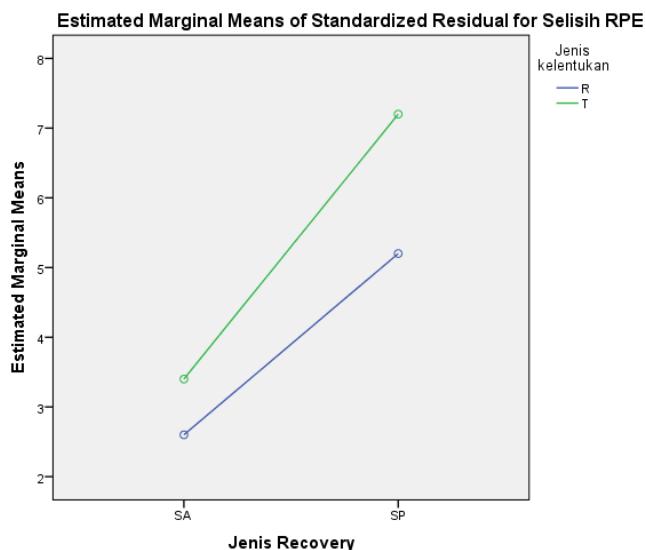
Berdasarkan hasil tabel 11 diatas menunjukkan bahwa ada perbedaan respon penurunan RPE pada tinggi dan rendah kelentukan dan jenis *stretching* ($p>0,005$). Ada interaksi antara faktor jenis kelentukan dan jenis *stretching* ($p>0,005$).

Tabel 12. Uji Post Hoc

Kelompok		Mean Difference	Sig.
Aktif-Tinggi	Aktif-Rendah	800	0,093
	Pasif-Tinggi	-3.800*	0,000
	Pasif-Rendah	-1800*	0,000
Aktif-Rendah	Aktif-Tinggi	-800	0,093
	Pasif-Tinggi	-4.600*	0,000
	Pasif-Rendah	-2.600*	0,000
Pasif-Tinggi	Aktif-Tinggi	3.800*	0,000
	Aktif-Rendah	4.600*	0,000
	Pasif-Rendah	-2.000*	0,000
Pasif-Rendah	Aktif-Tinggi	1.800*	0,000
	Aktif-Rendah	2.600*	0,000
	Pasif-Tinggi	-2.000*	0,000

Berdasarkan tabel uji post hoc didapatkan bahwa ada perbedaan di masing-masing kelompok eksperimen dalam mempengaruhi tingkat RPE. Namun, dapat dilihat bahwa kelompok *stretching* aktif dengan kelentukan tinggi tidak terdapat perbedaan dengan kelompok stretching aktif kelentukan rendah. Grafik interaksi dapat dilihat pada gambar 16.

Gambar 15. Grafik Interaksi Program dengan Kelentukan terhadap RPE



2.) Uji Beda antara Pre-test dan Post-test RPE pada Kelompok *Stretching Aktif dan Pasif* dan Kelentukan Tinggi dan Rendah

Selanjutnya untuk membandingkan variabel *pretest* dan *posttest* pada masing- masing kelompok (*stretching aktif* dan *pasif* dan pada kelentukan tinggi dan rendah) menggunakan paired t-test yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 13. Hasil Uji Paired Samples T-Test RPE

Data	Kelompok			
	<i>Stretching Aktif</i>		<i>Stretching Pasif</i>	
	KT	KR	KT	KR
<i>Pretest</i>	15,2±1,3	13,4±1,5	16,0±1,0	15,2±1,5
<i>Posttest</i>	11,8±1,3	10,8±1,1	8,8±0,8	10,0±1,4
Sig	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 12 menunjukkan bahwa terdapat penurunan frekuensi denyut nadi yang bermakna pada *posttest* dibandingkan dengan pada *pretest* pada semua kelompok dengan nilai $p < 0,05$.

4. Efektivitas

Presentase efektivitas penurunan denyut nadi dan RPE setelah dilakukan *recovery* dihitung dengan presentase berikut :

$$\frac{\text{Posttest-Pretest}}{\text{Posttest}} \times 100\%$$

a. Denyut Nadi

Melalui penghitungan efektivitas dengan mencari selisih nilai posttest dengan pretest dan dibagi dengan nilai pretest, kemudian dikalikan 100% didapatkan hasil penurunan denyut nadi dari *stretching* aktif kelentukan tinggi sebesar 6%, denyut nadi dari *stretching* aktif kelentukan rendah sebesar 10%, denyut nadi dari *stretching* pasif kelentukan tinggi sebesar 12%, denyut nadi dari *stretching* pasif kelentukan rendah sebesar 17%.

b. RPE

Melalui penghitungan efektivitas dengan mencari selisih nilai posttest dengan pretest dan dibagi dengan nilai pretest, kemudian dikalikan 100% didapatkan hasil penurunan RPE dari *stretching* aktif kelentukan tinggi sebesar 29%, RPE dari *stretching* aktif kelentukan rendah sebesar 24%, RPE dari *stretching* pasif kelentukan tinggi sebesar 81%, RPE dari *stretching* pasif kelentukan rendah sebesar 52%.

B. Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian ini memberikan penafsiran yang lebih lanjut mengenai hasil analisis data yang telah dikemukakan. Berdasarkan analisis data hasil penelitian ini menunjukkan (1a) Denyut nadi menurun pada kelompok *stretching* aktif dan pasif dan ada perbedaan penurunan pada kedua kelompok dengan $p=0,00$. (1b) RPE menurun pada kelompok *stretching* aktif dan pasif dan ada perbedaan penurunan pada kedua kelompok dengan $p= 0,00$. (2a) Adanya perbedaan penurunan denyut nadi pada kelentukan tinggi dan rendah dengan $p=0,02$. (2b) Adanya perbedaan penurunan RPE pada kelentukan tinggi dan rendah dengan $p=0,00$. (3a) Tidak adanya interaksi antara *stretching* aktif dan pasif pada kelentukan tinggi dan rendah pada denyut nadi. (3b) Adanya interaksi antara *stretching* aktif dan pasif pada kelentukan tinggi dan rendah pada RPE.

1. Pengaruh *Stretching* Aktif dan Pasif Terhadap Penurunan Denyut

Nadi dan RPE

Pada semua kelompok terjadi penurunan denyut nadi pada *posttest* dibandingkan dengan *pretest*, serta ada perbedaan penurunan denyut nadi antara kedua kelompok *stretching* dan kelentukan, hal ini sejalan dengan (Wong, 2021) *Stretching* dapat mengurangi frekuensi denyut nadi dengan cara mengurangi aktifitas sistem saraf simpatis dan meningkatkan aktifitas sistem saraf parasimpatis. Hal ini dapat meningkatkan diameter arteri dan menurunkan tekanan darah. Stimulasi parasimpatis pada reseptor M2 menyebabkan penurunan denyut jantung dan kecepatan konduksi melalui AV node. Stimulasi parasimpatis pada reseptor M3 menyebabkan vasodilatasi sistemik, yang dapat mengurangi tekanan darah. Stimulasi parasimpatis pada reseptor M3 menyebabkan relaksasi pembuluh

darah sehingga mengurangi tekanan darah dan denyut nadi, mengurangi ketegangan otot dan meningkatkan elastisitas otot melalui kontraksi golgi tendon otot dan reciprocal inhibition (Ichiyama & Haga, 2009). *Stretching* juga mengurangi aktifitas monosinaptik sehingga dapat mengurangi ketegangan otot dan meningkatkan elastisitas otot. *Stretching* Pasif dapat lebih menurunkan denyut nadi karena tekniknya membutuhkan bantuan eksternal dari orang lain, gravitasi, tali, atau alat peregangan khusus yang akan membantu mencapai peregangan secara maksimal, dengan begitu maka sirkulasi darah akan meningkat dan terciptanya relaksasi otot (Ningsih & Puspitaningrum, 2018).

Stretching meningkatkan sistem endokrin dengan memproduksi hormon adrenaline yang diproduksi oleh *adrenal gland* dan berfungsi sebagai stimulan detak jantung dan tekanan darah. *Stretching* juga meningkatkan hormon endorphin yang berperan sebagai penghilang rasa sakit alami dan dapat membantu mengurangi rasa sakit dan tidak nyaman yang dihasilkan oleh aktivitas fisik atau stress (Athanasious, 2023)

Pada kesemua kelompok terjadi penurunan RPE yang bermakna pada *posttest* dibandingkan dengan pada *pretest*, dan ada perbedaan penurunan RPE pada kelompok jenis *stretching* aktif dan pasif. Hal ini sejalan dengan hasil yang dikemukakan Draper et al., (2006) bahwa ada perbedaan jenis recovery terhadap RPE setelah aktivitas, terjadi peningkatan aliran darah sehingga dapat meningkatkan pengangkutan hasil sisa metabolisme seperti asam laktat dari sel otot yang memungkinkan redistribusi lebih cepat ke tempat- tempat metabolisme

alternatif seperti hati, jantung, dan otot- otot yang tidak berkerja sehingga akan mempengaruhi persepsi tingkat kelelahan RPE.

Stretching menyebabkan sirkulasi darah lancar sehingga meningkatkan frekuensi pernafasan, menurunkan tingkat kelelahan, dan menurunkan denyut nadi, dimana tiga faktor tersebut merupakan titik ukur dari RPE. Sirkulasi darah yang berubah dapat mempengaruhi frekuensi pernapasan. Misalnya, sirkulasi darah yang meningkat dapat meningkatkan frekuensi pernapasan untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang lebih tinggi. Sirkulasi darah yang menurun dapat menurunkan frekuensi pernapasan untuk menghemat energi (Pryonoadi, 2017). Peningkatan aliran darah dapat meningkatkan pengangkutan hasil sisa metabolisme seperti asam laktat dari sel otot yang menyebabkan tingkat kelelahan pada skala RPE akan berkurang (Green, 2006).

2. Pengaruh Kelentukan Tinggi Dan Rendah Pada Denyut Nadi Dan RPE

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan penurunan denyut nadi dan RPE pada tingkat kelentukan tinggi dan rendah. Hal ini sejalan dengan (Mueck-Weymann, 2004) bahwa massa otot yang diregangkan selama latihan fleksibilitas statis pasif mempengaruhi respons kardiovaskular akut, khususnya pada tekanan darah. Golgi tendon organ (GTO) berperan penting dalam mengontrol fleksibilitas otot. GTO berfungsi untuk mendeteksi ketegangan selama kontraksi otot atau peregangan otot. Ketika otot diregangkan dengan cepat, serabut afferent primer akan merangsang α motor neuron pada medulla spinalis dan memfasilitasi kontraksi otot dengan lambat, GTO terstimulasi dan

menginhibisi ketegangan otot dan akan terjadinya pemanjangan pada komponen elastisitas otot (Az-zahra & Ichsani, 2016). GTO berperan dalam menghambat kontraksi otot yang berlebihan, sehingga memungkinkan aliran oksigen yang lebih efektif ke dalam sel otot. Latihan yang melibatkan GTO, seperti *contract-relax stretching* dapat meningkatkan oksigenasi otot dengan mengaktifkan GTO yang peka terhadap respon overstretch (Setiadi, 2021.) Kelentukan tinggi memiliki pengangkutan oksigen yang lebih efektif, yang berarti bahwa kelentukan tinggi memiliki recovery denyut nadi yang lebih cepat dan lebih efektif. Kelentukan tulang belakang akan berdampak pada sistem vestibular, dimana tulang belakang berperan penting dalam mengatur distribusi darah dalam tubuh selama perubahan gerakan dan postur (Sobrinho, 2023).

Kelentukan rendah justru akan meningkatkan denyut nadi dan tekanan darah karena aktivasi mekanoreseptor otot dan tendon. Kontraksi yang berkelanjutan dikombinasikan dengan peregangan hingga rentang gerak maksimal juga dapat menyumbat pembuluh darah otot, yang menyebabkan peningkatan tekanan darah. Kelentukan rendah juga meningkatkan tekanan intramuskular dan juga resistensi perifer serta volume pompa darah pada jantung (Farinatti, 2011). Pada kelentukan rendah rentang gerak maksimal dicapai dan ditahan secara pasif, dan otot yang diregangkan akan berkontraksi karena adanya refleks spindel otot. Ketegangan otot yang berkelanjutan akan meningkatkan denyut nadi karena aktivasi mekanoreseptor otot dan tendon (e Silva, 2013).

RPE diukur dengan frekuensi pernafasan, tingkat kelelahan, dan denyut nadi. Kelentukan tinggi lebih meningkatkan RPE dibandingkan kelentukan rendah

karena pada kelentukan tinggi oksigenisasi pada otot lebih cepat sehingga sirkulasi darah lancar (Chien, 2020).

3. Interaksi *Stretching* Aktif dan Pasif Dengan Kelentukan Tinggi Dan Rendah Pada Denyut Nadi Dan RPE

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi pada *stretching* aktif dan pasif pada kelentukan tinggi dan rendah dalam mempengaruhi denyut nadi. Interaksi denyut nadi terhadap jenis *stretching* baik aktif maupun pasif pada kelentukan tinggi dan rendah dapat menurunkan denyut nadi namun tidak ada perbedaan interaksi dikarenakan respon fisiologis dari *stretching* aktif dan pasif sama-sama mempengaruhi vasodilatasi pada pembuluh darah yang menyebabkan aliran darah lancar sehingga denyut nadi dapat menurun pada *stretching* aktif dan pasif baik kelentukan tinggi maupun kelentukan rendah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya interaksi pada *stretching* aktif dan pasif pada kelentukan tinggi dan rendah dalam mempengaruhi RPE. Interaksi RPE terhadap jenis *stretching* baik aktif maupun pasif pada kelentukan tinggi dan rendah dapat menurunkan tingkat RPE dan ada perbedaan interaksi. Setelah dilakukan uji post hoc didapatkan bahwa ada perbedaan di masing-masing kelompok eksperimen dalam mempengaruhi tingkat RPE. Namun, kelompok *stretching* aktif dengan kelentukan tinggi tidak terdapat perbedaan dengan kelompok *stretching* aktif kelentukan rendah. *Stretching* aktif melibatkan kontraksi aktif satu otot (agonis) sebagai cara untuk meregangkan otot lawan (antagonis), tanpa kekuatan eksternal. *Stretching* aktif mengandalkan otot-otot individu untuk meregangkan kelompok otot agonis yang kurang efektif dalam

mencapai tingkat kelentukan. *Stretching* pasif mempunyai interaksi dengan kelentukan dalam menurunkan RPE. *Stretching* pasif melibatkan kontraksi antagonis, dan melibatkan kekuatan eksternal sehingga efektif mengurangi ketegangan otot dan meningkatkan elastisitas otot.

C. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini masih terdapat banyak keterbatasan dan kekurangan. Keterbatasan ini diharapkan mendapat perbaikan untuk penelitian yang akan datang. Adapun keterbatasan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Faktor atribut dalam penelitian sebenarnya dibengaruhi oleh banyak faktor selain kelentukan yang tidak dapat dikaji satu persatu dalam penelitian ini seperti tingkat keterlatihan, usia, kekuatan otot, dan sebagainya dikarenakan keterbatasan peneliti dalam kemampuan, waktu, dan biaya.
2. Variabel penelitian *stretching* memiliki jenis dan teknik yang banyak untuk mengoptimalkan program yang tidak dapat dikaji satu persatu.
3. Aktifitas atlet diluar latihan tidak dapat peneliti kontrol, sehingga peneliti tidak mengetahui aktifitas yang dapat mempengaruhi kelentukan dalam kaitannya untuk pengelompokan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Adanya perbedaan penurunan denyut nadi dan RPE *posttest* dibandingkan *pretest* secara bermakna pada kelompok *stretching*.
2. Adanya perbedaan penurunan denyut nadi dan RPE *posttest* dibandingkan *pretest* secara bermakna pada kelompok kelentukan.
3. Tidak ada interaksi antara kelentukan dan *stretching* pada denyut nadi, tetapi terdapat interaksi antara kelentukan dan *stretching* pada RPE.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian diatas, ada beberapa saran yang dapat disimpulkan yaitu :

1. Bagi pelatih, atlet dan praktisi olahraga dalam menerapkan program *stretching* aktif dan pasif keduanya dapat menurunkan denyut nadi dan RPE. Namun untuk perbandingan program yang efektif digunakan sebaiknya menggunakan *stretching* pasif sebagai *recovery* jeda pertandingan sebagai pemulihan.
2. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini perlu di uji cobakan pada subjek cabang olahraga yang melibatkan unsur fisik lain, sehingga penelitian ini memiliki implikasi yang bermakna pada cabang olahraga.

DAFTAR PUSTAKA

Ament, W., & Verkerke, G. (2009). Exercise and fatigue. *Sports Medicine*, 39(5), 389–422. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939050-00005>

Arifushalat. (2019). Pengaruh Recovery Aktif dan Pasif Terhadap Denyut Nadi Pemulihan pada Atlet Sepak Bola SMA Negeri Keberbakatan Olahraga. *Universitas Negeri Makassar*, 1–16. <http://eprints.unm.ac.id/id/eprint/13697>

Arikunto, S. (2019). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*.

Athanasiou, N., Bogdanis, G. C., & Mastorakos, G. (2023). Endocrine Responses Of The Stress System To Different Types Of Exercise. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 24(2), 251–266. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09758-1>

Az-zahra, N., & Ichsani, F. (2016). Efektivitas Antara Latihan Kontraksi Eksentrik Hydrotherapy Dengan Latihan Ballistic Stretching. *Jurnal Fisioterapi*, 16(1), 29–39.

Bruce M. Koeppen, B. A. S. (2009). *Berne & Levy Physiology*. Elsevier Health Sciences.

Chaabène, H. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(10), 829–843. <https://doi.org/10.1007/BF03262297>

Chatterjee, D. (2014). A Study To Locate The Difference Between Active And Passive Recovery After Strenuous Workout. *IOSR Journal of Sports and Physical Education*, 1(6), 45–47. <https://doi.org/10.9790/6737-0164547>

Chien, K.-Y., Kan, N.-W., Liao, Y.-H., Yang, W.-T., & Yang, Y. (2020). Land Vs. Water HIIE Effects On Muscle Oxygenation And Physiological Parameter Responses In Postmenopausal Women. *Scientific Reports*, 10(1), 13754. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70599-6>

Chiu, M. (2022). When Do Efficiency And Flexibility Determine A Firm's Performance? *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(4), 100264. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100264>

Cooke, R., Franks, K., Luciani, G. B., & Pate, E. (1988). The Inhibition Of Rabbit Skeletal Muscle Contraction By Hydrogen Ions And Phosphate. *The Journal of Physiology*, 395, 77–97. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1988.sp016909>

Draper, N., Bird, E. L., Coleman, I., & Hodgson, C. (2006). Effects Of Active Recovery On Lactate Concentration, Heart Rate And RPE In Climbing. 97–105.

e Silva, G., Di Masi, F., A, P., Bentes, C., Sá, M., Miranda, H., Simão, R., & Novaes, J. (2013). Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching and Static Stretching on Cardiovascular Responses. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16, 117.

Farinatti, P. T. V., Soares, P. P. S., Monteiro, W. D., Duarte, A. F. A., & Viveiros de Castro, L. A. (2011). Cardiovascular responses to passive static flexibility exercises are influenced by the stretched muscle mass and the Valsalva maneuver. *Clinics*, 66(3), 459–464. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322011000300017>

Fleck, S. J. (1988). Cardiovascular adaptations to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(5 Suppl), S146-51. <https://doi.org/10.1249/00005768-198810001-00010>

Giriwijoyo, Y. S. S. (2020). *Kesehatan, olahraga dan kinerja*. Bumi Medik.

Green, J., McLester, J., Crews, T., Wickwire, P., Pritchett, R., & Lomax, R. (2006). RPE Association with Lactate and Heart Rate during High-Intensity Interval Cycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 38, 167–172. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000180359.98241.a2>

Ichiyama, S., & Haga, T. (2009). *Muscarinic Acetylcholine Receptor BT - Handbook of Neurochemistry and Molecular Neurobiology: Neural Signaling Mechanisms* (A. Lajtha & K. Mikoshiba (ред-ри); с-ци 418–439). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30370-3_23

Kurniawan, A. (2023). *Perbandingan Efektivitas Stretching Aktif dan Pasif Setelah Masase Terhadap Penurunan Nyeri, Peningkatan ROM, dan Fungsi Gerak Pasca Cedera Lutut*. Universitas Negeri Yogyakarta

Lesmana, H. S. (2018). Pengaruh Recovery Aktif Dan Pasif Dalam Meringankan Gejala Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). *JOSSAE : Journal of Sport Science and Education*, 2(2), 38–41.

McCallum, S. (2017). Muscle Fatigue , Muscle Recovery And How This Knowledge Applies To Rock Climbers. *The Duluth Journal of Undergraduate Biology*, 4(Osadjan), 12–18.

McGuigan. (2017). Monitoring training and performance in athletes. *Human Kinetics*.

McMahon, S., & Jenkins, D. (2002). Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 32(12), 761–784. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232120-00002>

Menzies, P. (2010). Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 975–982. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.481721>

Morale, A. (2011). *Psychophysiological Effects Of Preperformance Massage Before Isokinetic Exercise*. 25(2), 481–488.

Mueck-Weymann, M., Janshoff, G., & Mueck, H. (2004). Retching Increases Heart Rate Variability In Healthy Athletes Complaining About Limited Muscular Flexibility. *Clinical Autonomic Research : Official Journal of the Clinical Autonomic Research Society*, 14(1), 15–18. <https://doi.org/10.1007/s10286-004-0123-0>

Ningsih, Y. F., & Puspitaningrum, D. A. (2018). Efektivitas Stretching Aktif Dan Stretching Pasif Dalam Pemulihan Asam Laktat Darah Dan Denyut Jantung Setelah Lari Cepat 400 Meter. *Prosiding Seminar Nasional IPTEK Olahraga, 1*, 50.

Page, P. (2014). Clinical Commentary Current Concepts In Muscle Stretching For Exercise And Rehabilitation. *The International Journal of Sports Physical Therapy, 7*(1), 109.

Parwata, I. M. Y. (2015). Kelelahan Dan Recovery Dalam Olahraga. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi, 1*, 10–17.

Pengurus Pusat FPTI. (2022). *Pedoman Penyelenggaraan Kompetisi Panjat Tebing*.

Phillip A. (2008). Recovery From Training: A brief Review. *Kinesiology Department, Human Performance Laboratory, University of Alabama, Tuscaloosa, Alabama, 22*(3), 1015–1024.

Pryonoadi, B., Sutopo, P., & Graha, A. S. (2017). *Perbedaan Pengaruh Masase Olahraga Masase Sirkulo dan Masase Frirage Terhadap Perubahan Tekanan darah Denyut Nadi dan Frekuensi Pernafasan*.

Putri, D. A. (2020). *Perbandingan Pengaruh Recovery Aktif Dengan Teknik Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Dan Recovery Pasif Terhadap Frekuensi Denyut Nadi, Persepsi Kelelahan Dan Persepsi Recovery Pada Atlet Karate Forki Sleman*. 53(9), 1689–1699. Universitas Negeri Yogyakarta

Qodriya, D. L. (2023). *Objective Structured Clinical Examination*. 11, 138–144.

Rey. (2012). The effect of recovery strategies on contractile properties using tensiomyography and perceived muscle soreness in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 26*(11), 3081–3088. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182470d33>

Romero. (2017). The cardiovascular system after exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985), 122*(4), 925–932. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00802.2016>

Sands, W. A., McNeal, J. R., Murray, S. R., Ramsey, M. W., Sato, K., Mizuguchi, S., & Stone, M. H. (2013). Stretching and Its Effects on Recovery: A Review. *Strength & Conditioning Journal, 35*(5). https://journals.lww.com/nsca-scj/fulltext/2013/10000/stretching_and_its_effects_on_recovery__a_review.5.aspx

Setiadi, L. D. (2021). *Pengaruh Latihan Peregangan Dan Kekuatan Otot Terhadap Fleksibilitas Pada Atlet Senam Di Kota Surakarta*.

Silverthorn, Dee Unglaub, H. O. (2013). *Fisiologi manusia: sebuah pendekatan terintegrasi (Human physiology: an integrated approach)* (6th ed).

Sobrinho, A. C. S., Benjamim, C. J. R., Luciano de Almeida, M., Rodrigues, G.

da S., Feitosa Lopes, L. G., Ribeiro de Lima, J. G., & Bueno Júnior, C. R. (2023). Fourteen Weeks Of Multicomponent Training Associated With Flexibility Training Modifies Postural Alignment, Joint Range Of Motion And Modulates Blood Pressure In Physically Inactive Older Women: A Randomized Clinical Trial. *Frontiers in Physiology*, 14, 1172780. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1172780>

Sugiyono, D. (2019). Statistika untuk Penelitian (Cetakan ke-30). B Bandung: Cv Alfabeta.

Sulistiyono. (2017). Tes Pengukuran Dan Evaluasi Olahraga. B UNY Press (Tom 6, Брой 1).

Valenzuela, P. L., de la Villa, P., & Ferragut, C. (2015). Effect of two types of active recovery on fatigue and climbing performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(4), 769–775.

Widiastuti, W., & Pd, M. (2011). Tes dan pengukuran olahraga. Jakarta: PT. Bumi Timur Jaya.

Wong, A. (2021). Effects Of Acute Stretching Exercise And Training On Heart Rate Variability. *Journal of strength and conditioning research*, 35(5).

Yahya, N. (2016). Pembinaan Cabang Olahraga Panjat Tebing Di Federasi Panjat Tebing Indonesia Kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 06(2), 535–544.

Zhang, Q., Trama, R., Fouré, A., & Hautier, C. A. (2020). The Immediate Effects of Self-Myofacial Release on Flexibility, Jump Performance and Dynamic Balance Ability. *Journal of Human Kinetics*, 75, 139–148. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0043>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Model Teknik *Stretching* Aktif

No	Gerakan	Cara Melakukan	Perkenaan otot	Repetisi
1.		Kedua tangan dikaitkan dan diregangkan keatas selama 8 hitungan. Setelah 8 hitungan kemudian tangan berusaha meregangkan dan menggerakkan keatas	<i>m. Triceps brachii</i> <i>m. Fleksor radialis dan ulnaris</i>	3 kali
2.		Tangan dijulurkan kedepan, kemudian salah meregangkan dengan menarik kedepan selama 8 hitungan.	<i>m. Fleksor radialis ulnaris</i> <i>m. Flexor digiti minimi brevis</i> <i>m. Flexor digitorum profundus</i> <i>m. Flexor digitorum superficialis</i> <i>m. Palmaris longus</i>	3 kali
3.		Salah satu kaki didepan, dan kaki lainnya dibelakang sekaligus diregangkan selama 8 hitungan.	<i>m. Vastus medialis</i> <i>m. Vastus intermedius</i> <i>m. Vastus lateralis</i> <i>m. Sartorius</i> <i>m. Rectus femoris</i> <i>m. Psoas major</i> <i>m. Iliacus</i> <i>m. Tensor fascia lata</i>	3 kali

4.		Kedua kaki ditekuk kedepan kemudian di regangkan dengan cara menahan menggunakan kedua tangan selama 8 hitungan.	<i>m. Gracilis m. Adductor magnus m. Adductor longus m. Adductor brevis m. Pectineus m. Sartorius m. Erector spinae m. Latissimus dorsi</i>	3 kali
5.		Salah satu kaki diregangkan dengan diangkat keatas dan ditahan oleh tangan yang berlawanan selama 8 hitungan.	<i>m. Semitendinosus m. Semimembranos us m. Biceps femoris m. Soleus m. Gastrocnemius</i>	3 kali
6.		Salah satu kaki ditekuk dan diangkat dibantu oleh tangan, kemudian kaki lainnya di diatas kaki yang ditekuk diregangkan selama 8 hitungan.	<i>m. Gluteus m. Piriformis m. Gemellus Superior & Inferior m. Obturator Externus & Internus m. Quadratus Femoris m. Lower Latissimus Dorsi m. Erector spinae.</i>	3 kali

7.		<p>Kedua kaki diluruskan kemudian badan membungkuk sehingga tangan menyentuh kaki dan diregangkan selama 8 hitungan.</p>	<i>m. biceps femoris</i> <i>m. rectus femoris</i> <i>m. vastus medialis</i> <i>m. vastus lateralis</i> <i>m. semitendinosus</i> <i>m. semimembranosus</i> <i>m. tensor fascia latae</i> <i>m. piriformis</i> <i>m. lattissimus dorsi</i> <i>m. trapezius</i> <i>m. infraspinatus</i>	3 kali
8.		<p>Kedua kaki dibentangkan kesamping kemudian badan membungkuk sehingga tangan menyentuh kaki dan diregangkan selama 8 hitungan.</p>	<i>m. biceps femoris</i> <i>m. rectus femoris</i> <i>m. vastus medialis</i> <i>m. vastus lateralis</i> <i>m. semitendinosus</i> <i>m. semimembranosus</i> <i>m. tensor fascia latae</i> <i>m. piriformis</i> <i>m. lattissimus dorsi</i> <i>m. trapezius</i> <i>m. infraspinatus</i>	3 kali

Lampiran 2. Model Teknik *Stretching* Pasif

No	Gerakan	Cara Melakukan	Perkenaan otot	Repetisi
1.		Kedua tangan dikaitkan dan terapis membantu untuk stretch lengan selama 8 hitungan.	<i>m. Triceps brachii</i> <i>m. Fleksor radialis dan ulnaris</i>	3 kali
2.		Salah satu tangan dijulurkan kedepan, kemudian terapis meregangkan dengan menarik kebelakang selama 8 hitungan.	<i>m. Fleksor radialis dan ulnaris</i> <i>m. Flexor digiti minimi brevis</i> <i>m. Flexor digitorum profundus</i> <i>m. Flexor digitorum superficialis</i> <i>m. Palmaris longus</i>	3 kali
3.		Gerakan fleksi kaki lalu terapis menahan kaki selama 8 hitungan. menahan dengan menurunkan posisi kaki.	<i>m. Vastus medialis</i> <i>m. Vastus intermedius</i> <i>m. Vastus lateralis</i> <i>m. Sartorius</i> <i>m. Rectus femoris</i> <i>m. Psoas major</i> <i>m. Iliacus</i> <i>m. Tensor fascia lata</i>	3 kali

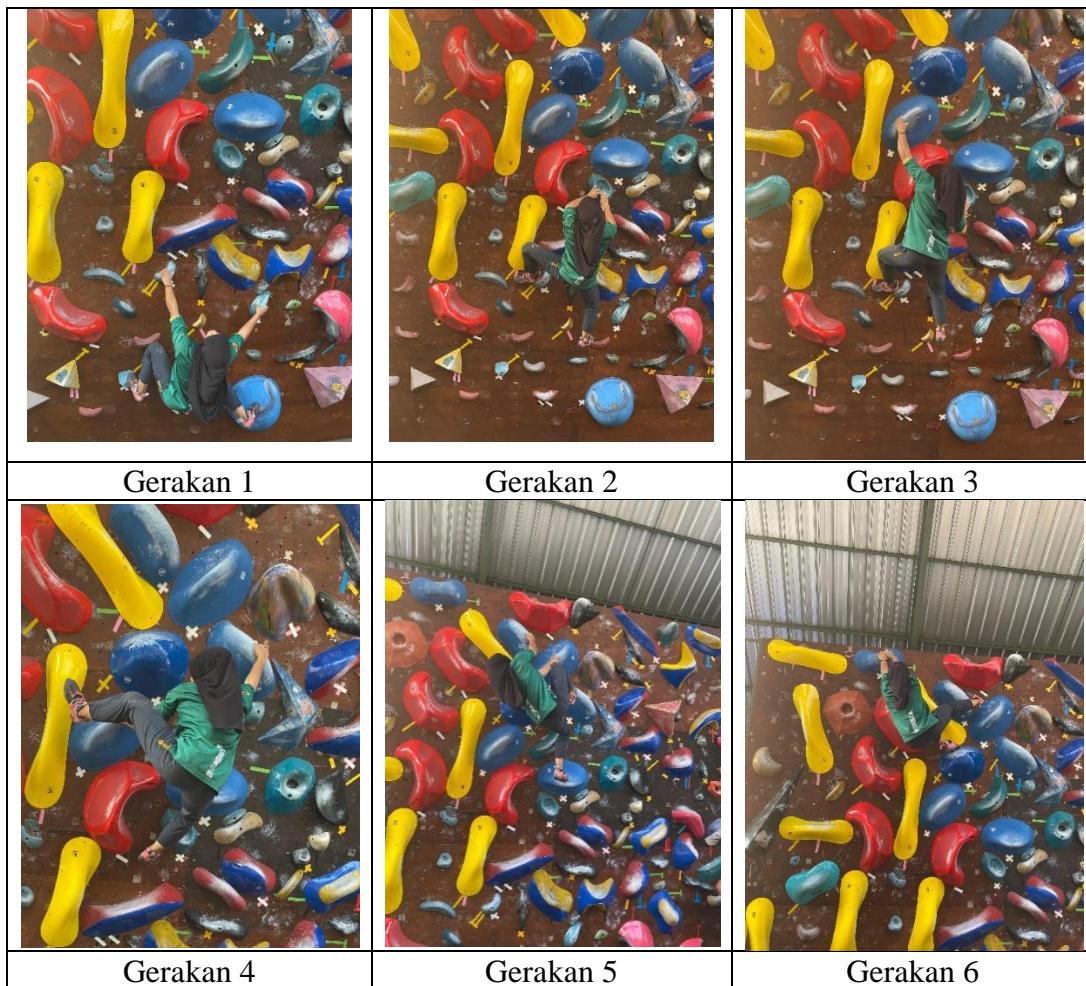
4.		Kedua kaki ditekuk kedepan kemudian di regangkan oleh terapis selama 8 hitungan.	<i>m. Gracilis</i> <i>m. Adductor magnus</i> <i>m. Adductor longus</i> <i>m. Adductor brevis</i> <i>m. Pectineus</i> <i>m. Sartorius</i> <i>m. Erector spinae m.</i> <i>Latissimus dorsi</i>	3 kali
5.		Salah satu kaki diregangkan dengan diangkat kesamping dan ditahan oleh terapis selama 8 hitungan.	<i>m. Semitendinosus</i> <i>m. Semimembranos us</i> <i>m. Biceps femoris</i> <i>m. Soleus</i> <i>m. Gastrocnemius</i>	3 kali
6.		Salah satu kaki ditekuk dan diangkat dibantu oleh terapis selama 8 hitungan.	<i>m. Gluteus</i> <i>m. Piriformis</i> <i>m. Gemellus Superior & Inferior</i> <i>m. Obturator Externus & Internus</i> <i>m. Quadratus Femoris</i> <i>m. Lower Latissimus Dorsi</i> <i>m. Erector spinae.</i>	3 kali

7.		Kedua kaki diluruskan kemudian diberikan dorongan sehingga badan membungkuk sampai tangan menyentuh kaki, diregangkan selama 8 hitungan.	<i>m. biceps femoris</i> <i>m. rectus femoris</i> <i>m. vastus medialis</i> <i>m. vastus lateralis</i> <i>m. semitendinosus</i> <i>m. semimembranos us</i> <i>m. tensor fascia latae</i> <i>m. piriformis</i> <i>m. lattisimus dorsi</i> <i>m. trapezius</i> <i>m. infraspinatus</i>	3 kali
8.		Kedua kaki dibentangkan kesamping kemudian diberikan dorongan sehingga badan membungkuk sampai tangan menyentuh kaki, diregangkan selama 8 hitungan.	<i>m. biceps femoris</i> <i>m. rectus femoris</i> <i>m. vastus medialis</i> <i>m. vastus lateralis</i> <i>m. semitendinosus</i> <i>m. semimembranos us</i> <i>m. tensor fascia latae</i> <i>m. piriformis</i> <i>m. lattisimus dorsi</i> <i>m. trapezius</i> <i>m. infraspinatus</i>	3 kali

Lampiran 3. *Rating Of Perceived Exertion*

Nama :	
PRE-TEST	
Presepsi Tingkat Kelelahan	
6	
7	Sangat Sangat Ringan
8	
9	Sangat Ringan
10	
11	Cukup Ringan
12	
13	Sedikit Berat
14	
15	Berat
16	
17	Sangat Berat
18	
19	Sangat Sangat Berat
20	

Lampiran 4. Model Latihan *Boulder*



Lampiran 5. Surat Kesediaan Menjadi Subjek Penelitian

**SURAT KESEDIAAN MENJADI SUBJEK PENELITIAN
(*INFORMED CONSENT*)**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Umur :

Alamat :

Setelah mendapat keterangan selengkapnya tentang perlakuan yang akan dilakukan dalam penelitian ini, saya bersedia menjadi subjek penelitian yang berjudul “Perbandingan Stretching Aktif Dan Stretching Pasif Terhadap Recovery Atlet Bouldering Panjat Tebing Ditinjau Dari Kelentukan”.

Yang memberi keterangan,

(.....)

Lampiran 6. Catatan medis Subjek Penelitian

**CATATAN MEDIS ATLET PENELITIAN PERBANDINGAN *STRETCHING*
AKTIF DAN PASIF TERHADAP *RECOVERY* ATLET *BOULDER* PANJAT
TEBING DITINJAU DARI TINGKAT KELENTUKAN**

IDENTITAS ATLET

Nama		Jenis Kelamin	Laki-laki / Perempuan
Umur		Berat Badan	kg
Pekerjaan		Tinggi Badan	cm

KELENTUKAN			
Kategori		Laki Laki	Perempuan
Sangat Baik		>19,5 cm	>20 cm
Baik		17,0 - 19,0 cm	18,5 – 19,5 cm
Cukup		14,5 - 16,5 cm	17,0 -18,0 cm
Kurang		12,5 - 14,0 cm	15,0 – 16,5 cm
Sangat Kurang		<12,0 cm	<14,5 cm

<i>Pre Test</i>		<i>Post Test</i>	
Denyut Nadi		Denyut Nadi	
RPE		RPE	

Lampiran 7. Surat Validasi Program



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

Nomor : 076/UN34.16/Val/2024

27 Mei 2024

Lamp. :-

Hal : Permohonan Validasi

Yth. Bapak/Ibu/Sdr:
Prof. dr. Novita Intan Arovah, MPH., Ph.D.
di tempat

Dengan hormat, kami mohon Bapak/Ibu/Sdr bersedia menjadi Validator bagi mahasiswa:

Nama : Evi Nur Khasanah

NIM : 22611251058

Prodi : ILMU KEOLAHHRAGAAN S2

Pembimbing 1 : Dr. Rina Yuniana, S.Or., M.Or.

Pembimbing 2 : -

Judul :

PENGARUH TEKNIK STRETCHING AKTIF DAN STRETCHING PASIF TERHADAP RECOVERY ATLET BOULDER PANJAT TEBING DITINJAU DARI KELENTUKAN

Kami sangat mengharapkan Bapak/Ibu/Sdr dapat mengembalikan hasil validasi paling lambat 2 (dua) minggu. Atas perkenan dan kerja samanya kami ucapan terimakasih.



Dekan

Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or.
NIP. 19830626 200812 1 002



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 dibawah ini:

Nama : Prof. dr. Novita Intan Arovah, MPH., Ph.D.
Jabatan/Pekerjaan : Dosen
Instansi Asal : Universitas Negeri Yogyakarta

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:

PENGARUH TEKNIK STRETCHING AKTIF DAN STRETCHING PASIF
TERHADAP RECOVERY ATLET BOULDER PANJAT TEBING DITINJAU
DARI KELENTUKAN

dari mahasiswa:

Nama : Evi Nur Khasanah
NIM : 22611251058
Prodi : ILMU KEOLAHRAGAAN S2

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

1. Judul penelitian : “**Perbandingan Pengaruh Teknik Stretching Aktif Dan Pasif Untuk Optimalisasi Recovery Atlet Boulder Panjat Tebing Ditinjau Dari Tingkat Kelentukan**” “
Judul Model : “**Model Recovery Aktif dan Pasif untuk Optimalisasi Recovery Atlet Boulder Panjat Tebing**”
2. Fokus Stretching diuamakan pada punggung dan panggul karena tingkat kelentukan yang juga merupakan variabel bebas dalam penelitian ini diukur dengan sit and reach. Gerakan stretch utama : Panggul dan punggung utamanya fleksi dan dapat ditambah dengan potensi gerakan yang lain.
3. Pastikan sebelum diuji potensi model recovery, buat juga model latihan boulder untuk mencetuskan kelelahan.
4. Saran mengurangi waktu stretching menjadi 5 -10 menit sesua dengan referensi ini :
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1250267/#:~:text=The%20preexercise%20stretching%20protocols%20used,for%2030%20to%20120%20seconds.>
Untuk pengambilan data RPE dan denyut nadi bisa beberapa kali di baseline, menit 5, 10, 15 dst

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

Yogyakarta, 28 Juni 2024
Validator

Prof. dr. Novita Intan Arovah, MPH., Ph.D.
NIP 19781110 200212 2 001



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

Nomor : 076/UN34.16/Val /2024

27 Mei 2024

Lamp. :-

Hal : Permohonan Validasi

Yth. Bapak/Ibu/Sdr:
Prof. Dr. dr. BM. Wara Kushartanti, M.S. di
tempat

Dengan hormat, kami mohon Bapak/Ibu/Sdr bersedia menjadi Validator bagi mahasiswa: Nama :
Evi Nur Khasanah

NIM 22611251058

Prodi : ILMU KEOLAHRAGAAN S2

Pembimbing 1 : Dr. Rina Yuniana, S.Or., M.Or. Pembimbing 2 : -

Judul :

**PENGARUH TEKNIK STRETCHING AKTIF DAN STRETCHING PASIF
TERHADAP RECOVERY ATLET BOULDER PANJAT TEBING DITINJAU
DARI KELENTUKAN**

Kami sangat mengharapkan Bapak/Ibu/Sdr dapat mengembalikan hasil validasi paling lambat 2 (dua) minggu. Atas perkenan dan kerja samanya kami ucapan terimakasih.



Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or. NIP.
19830626 200812 1 002



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 dibawah ini:

Nama : Prof. Dr. dr. BM. Wara Kushartanti, M.S.

Jabatan/Pekerjaan : Dosen

Instansi Asal : Universitas Negeri Yogyakarta

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:

PENGARUH TEKNIK STRETCHING AKTIF DAN STRETCHING PASIF

TERHADAP RECOVERY ATLET BOULDER PANJAT TEBING DITINJAU

DARI KELENTUKAN

dari mahasiswa:

Nama : Evi Nur Khasanah

NIM : 22611251058

Prodi : ILMU KEOLAHRAGAAN S2

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

1. *Tambahkan liri? selain saran anggaran.*
2. *Fokuskan pada obat yg banyak bahan saat pertandingan*
3. *Pembentukan durasi latihan.*

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

Yogyakarta, 28 Juni 2019.
Validator,

Prof. Dr. dr. BM. Wara Kushartanti, M.S.
NIP 19580516 198403 2 001

Lampiran 8. Surat Izin Penelitian

SURAT IZIN PENELITIAN

<https://admin.eservice.uny.ac.id/surat-izin/cetak-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/934/UN34.16/PT.01.04/2024

27 Mei 2024

Lamp. : 1 Bendel Proposal

Hal : Izin Penelitian

Yth. FPTI DIY

Stadion Madala Krida

Jl. Kenari No.6, Semaki, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55166

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

Nama	:	Evi Nur Khasanah
NIM	:	22611251058
Program Studi	:	Ilmu Keolahragaan - S2
Tujuan	:	Memohon izin mencari data untuk penulisan Tesis
Judul Tugas Akhir	:	PENGARUH TEKNIK STRETCHING AKTIF DAN STRETCHING PASIF TERHADAP RECOVERY ATLET BOULDER PANJAT TEBING DITINJAU DARI KELENTUKAN
Waktu Penelitian	:	29 Mei - 13 Juni 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.



Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, S.Or., M.Or.
NIP 19830626 200812 1 002

Tembusan :
1. Kepala Layanan Administrasi;
2. Mahasiswa yang bersangkutan.

Lampiran 9. Data Deskriptif Hasil Penelitian

Nama	Kelentukan	Stretching	Usia	TB	BB
NA	Rendah	SA	20	152	43
RF	Rendah	SA	29	154	48
AA	Tinggi	SA	25	151	46
NA	Tinggi	SA	16	157	50
DY	Tinggi	SA	23	162	52
TQ	Rendah	SP	16	152	49
HF	Rendah	SP	20	156	48
AN	Rendah	SP	25	160	50
AS	Tinggi	SP	17	156	48
RY	Rendah	SA	30	168	74
AL	Rendah	SA	15	160	50
AI	Rendah	SA	17	170	52
SY	Tinggi	SA	22	180	67
FY	Tinggi	SA	28	160	65
ST	Rendah	SP	23	170	58
SM	Rendah	SP	29	175	53
SF	Tinggi	SP	19	169	56
FY	Tinggi	SP	18	170	52
CY	Tinggi	SP	19	163	58
RS	Tinggi	SP	19	164	60

Lampiran 10. Hasil Perhitungan SPSS

Deskriptif Statistik

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
Rating Perceived Exertion Pretest	20	14.95	1.572
Rating Perceived Exertion Posttest	20	10.35	1.565
Denyut Nadi Pretest	20	98.25	10.538
Denyut Nadi Posttest	20	88.15	9.388
Standardized Residual for Selisih RPE	20	4.6000	1.87504
Standardized Residual for Selisih DN	20	10.1000	5.60920
Valid N (listwise)	20		

Descriptive Statistics^a

	N	Mean	Std. Deviation
Rating Perceived Exertion Pretest	5	15.20	1.304
Rating Perceived Exertion Posttest	5	11.80	1.304
Denyut Nadi Pretest	5	89.00	14.849
Denyut Nadi Posttest	5	84.20	15.547
Standardized Residual for Selisih RPE	5	3.4000	.54772
Standardized Residual for Selisih DN	5	4.8000	2.16795
Valid N (listwise)	5		

a. Jenis Recovery = SA, Jenis kelentukan = T

Descriptive Statistics^a

	N	Mean	Std. Deviation
Rating Perceived Exertion Pretest	5	13.40	1.517
Rating Perceived Exertion Posttest	5	10.80	1.095
Denyut Nadi Pretest	5	97.80	2.280
Denyut Nadi Posttest	5	89.20	3.701
Standardized Residual for Selisih RPE	5	2.6000	.54772
Standarized Residual for Selisih DN	5	8.6000	2.60768
Valid N (listwise)	5		

a. Jenis Recovery = SA, Jenis kelentukan = R

Descriptive Statistics^a

	N	Mean	Std. Deviation
Rating Perceived Exertion Pretest	5	16.00	1.000
Rating Perceived Exertion Posttest	5	8.80	.837
Denyut Nadi Pretest	5	98.20	7.396
Denyut Nadi Posttest	5	87.40	9.317
Standardized Residual for Selisih RPE	5	7.2000	.44721
Standarized Residual for Selisih DN	5	10.8000	4.02492
Valid N (listwise)	5		

a. Jenis Recovery = SP, Jenis kelentukan = T

Descriptive Statistics^a

	N	Mean	Std. Deviation
Rating Perceived Exertion Pretest	5	15.20	1.483
Rating Perceived Exertion Posttest	5	10.00	1.414
Denyut Nadi Pretest	5	108.00	4.583
Denyut Nadi Posttest	5	91.80	6.181
Standardized Residual for Selisih RPE	5	5.2000	.44721
Standarized Residual for Selisih DN	5	16.2000	6.05805
Valid N (listwise)	5		

a. Jenis Recovery = SP, Jenis kelentukan = R

Normalitas

	Jenis Recovery	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Rating Perceived Exertion	SA	.943	10	.583
Pretest	SP	.872	10	.107
Rating Perceived Exertion	SA	.826	10	.301
Posttest	SP	.872	10	.107
Denyut Nadi Pretest	SA	.714	10	.121
	SP	.897	10	.205
Denyut Nadi Posttest	SA	.874	10	.111
	SP	.865	10	.086
ZRPE	SA	.815	10	.135
	SP	.825	10	.290
ZDN	SA	.937	10	.523
	SP	.932	10	.471

One Way Anova Test

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	ZRPE	62.800 ^a	3	20.933	83.733	.000
	ZDN	340.200 ^b	3	113.400	7.043	.003
Intercept	ZRPE	423.200	1	423.200	1692.800	.000
	ZDN	2040.200	1	2040.200	126.720	.000
Kelentukan	ZRPE	9.800	1	9.800	39.200	.000
	ZDN	105.800	1	105.800	6.571	.021
Recovery	ZRPE	51.200	1	51.200	204.800	.000
	ZDN	231.200	1	231.200	14.360	.002
Kelentukan * Recovery	ZRPE	1.800	1	1.800	7.200	.016
	ZDN	3.200	1	3.200	.199	.662
Error	ZRPE	4.000	16	.250		
	ZDN	257.600	16	16.100		
Total	ZRPE	490.000	20			
	ZDN	2638.000	20			
Corrected Total	ZRPE	66.800	19			
	ZDN	597.800	19			

a. R Squared = .940 (Adjusted R Squared = .929)

b. R Squared = .569 (Adjusted R Squared = .488)

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Standardized Residual for Selisih RPE

Tukey HSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Aktif-Tinggi	Aktif-Rendah	.800	.316	.093	-.10	1.70
	Pasif-Tinggi	-3.800*	.316	.000	-4.70	-2.90
	Pasif-Rendah	-1.800*	.316	.000	-2.70	-.90
	Aktif-Tinggi	-.800	.316	.093	-1.70	.10
	Pasif-Tinggi	-4.600*	.316	.000	-5.50	-3.70
	Pasif-Rendah	-2.600*	.316	.000	-3.50	-1.70
Aktif-Rendah	Aktif-Tinggi	3.800*	.316	.000	2.90	4.70
	Pasif-Tinggi	4.600*	.316	.000	3.70	5.50
	Pasif-Rendah	2.000*	.316	.000	1.10	2.90
Pasif-Tinggi	Aktif-Tinggi	1.800*	.316	.000	.90	2.70
	Aktif-Rendah	2.600*	.316	.000	1.70	3.50
	Pasif-Tinggi	-2.000*	.316	.000	-2.90	-1.10

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian

