# TESIS

# PERBANDINGAN PENGARUH *MYOFASCIAL RELEASE TECHNIQUE* DENGAN *MUSCLE ENERGY TEHNIQUE* TERHADAP PENURUNAN DISTRIBUSI NYERI PADA KASUS LOW BACK PAIN SPASME OTOT DI RSUD. DR. H. M. ANWAR MAKKATUTU KABUPATEN BANTAENG

**Disusun dan diajukan oleh**

**ANGRIA PRADITA**
**P062181030**

**PROGRAM MAGISTER ILMU BIOMEDIK**
**SEKOLAH PASCASARJANA**
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**
**2021**

# PERBANDINGAN PENGARUH NYOFASCIAL RELEASE TECHNIQUE DENGAN MUSCLE ENERGY TECHNIQUE TERHADAP PENURUNAN DISTRIBUSI NYERI PADA KASUS LOW BACK PAIN SPASME OTOT DI RSUD. DR.H.ANWAR MAKKATUTU BANTAENG

**TESIS**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program studi

Ilmu Biomedik / Fisiologi

Disusun dan diajukan oleh

ANGRIA PRADITA
P062181030

Kepada

**PROGRAM MAGISTER ILMU BIOMEDIK**
**SEKOLAH PASCASARJANA**
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**
**MAKASSAR**
**2021**

# LEMBAR PENGESAHAN
# TESIS

**PERBANDINGAN PENGARUH *MYOFASCIAL RELEASE TECHNIQUE* DENGAN *MUSCLE ENERGY TEHNIQUE* TERHADAP PENURUNAN DISTRIBUSI NYERI PADA KASUS LOW BACK PAIN SPASME OTOT DI RSUD. DR. H. M. ANWAR MAKKATUTU KABUPATEN BANTAENG**

**ANGRIA PRADITA**
**P062181030**

Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian yang di bentuk dalam rangka Penyeesaian Studi Program Pascasarjana Program Studi Ilmu Biomedik Konsentrasi Fisiologi Universitas Hasanuddin pada tanggal 05 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuh syarat kelulusan,

Menyetujui
Komisi Penasihat

| Pembimbing I | Pembimbing II |
|---|---|
| **Prof. Dr.dr. Andi Wardihan Sinrang, M.S, Sp.And** | **DR. Dr. Audry Devisanty Wuysang, Sp.S, M.Si (K)** |
| NIP. 19890804 1988031002 | |

Mengetahui

| Ketua Program Studi Ilmu Biomedik<br>Universitas Hasanuddiin | Dekan Sekolah Pascasarjana<br>Universitas Hasanuddin |
|---|---|
| **Dr. dr. Ika Yustisia, M.Sc** | **Prof. DR. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc** |
| | NIP. 196703081990031001 |

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini ;

Nama : Angria Pradita

NIM : P062181030

Program Studi : Ilmu Biomedik

Jenjang : S-2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

**PERBANDINGAN PENGARUH *MYOFASCIAL RELEASE TECHNIQUE* DENGAN *MUSCLE ENERGY TEHNIQUE* TERHADAP PENURUNAN DISTRIBUSI NYERI PADA KASUS LOW BACK PAIN SPASME OTOT DI RSUD. DR. H. M. ANWAR MAKKATUTU KABUPATEN BANTAENG**

Adalah katya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia mnenerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 10 Februari 2021

Yang menyatakan,

Angria Pradita

# PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul " Perbandingan Pengaruh Myofascial Release Technique, dan Muscle Energy Technique pada Kasus Low Back Pain Spasme otot di RSUD. Dr. H. Anwar Makkatutu Kabupaten Bantaeng".

Secara khusus, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang turut memberikan dukungan selama proses penyelesaian tesis ini :

1. **Prof.Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M.A**, selaku rektor Universitas Hasanuddin atas kesempatan yang diberikan kepada penulis serta memberikan fasilitas untuk mendukung proses akademik dalam menempuh pendidikan Program Magister di Universitas Hasanuddin.
2. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc**., sebagai Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin serta segenap karyawan Program Pascsarjana yang telah memberikan bantua dalam proses penyelesaian tesis ini.
3. **Dr.dr. Ika Yustisia, M.Sc**., selaku Ketua Program Studi Ilmu Biomedik Sekolah Pascsarjana Universitas Hasanuddin beserta dosen dan staf atas arahan , bimbingan dan motivsi selama penulis mengikuti pendidikan di Pascsarjana Universitas Hasanuddin.
4. **dr. M. Arydi Arsyad, M.Biomed.Sc.,Ph.D.,** sebagai Ketua Konsetrasi Fisiologi Program Studi Ilmu Biomedik dan sekaligus

sebagai penguji yang telah meluangkan waktu dalam memberikan arahan dan masukkan, serta kesediaannya berbagi pengalaman dan ilmu dalam penyusunan penyelesaian tesis ini.

5. **Prof. Dr. dr. Andi Wardihan Sinrang,MS.Sp.And** selaku Ketua Penasehat dan **Dr. dr. Audry Devisanty Wuysang, M.Si.,Sp.S(K)** selaku anggota penasehat yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan arahan, bimbingan, sumbangsih pikiran, motivasi serta dukungan moril yang baik dalam penyusunan dan penyelesaian teisi ini.
6. **dr. Cahyono Kaelan, Sp.S.,Sp.PA(K), Ph.D** dan **dr. Andriyani Qanitha, M.Sc.,Ph.D** atas kesediaannya menjadi Penguji yang telah meluangkan waktu dalam memberikan arahan dan masukan , serta kesediaannya berbagi pengalaman dan ilmu dalam penyusunan tesis ini.
7. Orang tua yang telah memberikan dukungan dan do'a kepada penulis dalam proses pendidikan dan penyusunan tesis ini.
8. Kakakku dan adikku, terima kasih untuk do'a, dukungan moril dan materil kepada penulis dalam penyelesaian tesis ini.
9. Teman-teman mahasiswa Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin angkatan 2018(1) sukses selalu untuk kita semua.
10. Direktur RSUD. Dr. H. Anwar Makkatuttu dan rekan sejawat Instalasi Fisioterapi yang telah memberikan izin untuk penulis melaksanakan penelitian.

**11.** Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis akan selalu menerima masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar,  Februari 2021

**Angria Pradita**

## ABSTRACT

**ANGRIA PRADITA**. *Comparison Between The Effect Myofascial Release Technique and Muscle Energy Technique in Cases of Low Back Pain With Muscle Spasms* (supervised by Wardihan Sinrang and Devisanty Wuysang)

Low Back Pain (LBP) is felt from the 12th rib to the lower gluteal fold. Management for LBP includes conservative physiotherapy and manual therapy. Conservative physiotherapy (CP) includes infrared rays (IRR) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). Manual therapy techniques include clinically proven myofascial release technique (MFRT) and muscle energy technique (MET). This study aims to determine the comparison between the effect of CP only, CP combined with MFRT, and CP combined with MET on pain intensity in cases of LBP with muscle spasms.

The experimental cohort study used numeric rating pain scale (NPRS) and the-patient specific functional scale (PSFS) measurements before and after 6 interventions for 2 weeks. A total of 30 male and female samples were randomly divided into 3 groups, namely; CP (group A), CP combined with MFRT (group B), and CP combined with MET (group C).

In the measurement of NPRS before and after the intervention, the mean value of group A: 6.2 (± 0.79) to 4.1 (± 1.52); group B: 7.0 (± 1.33) to 4.8 (± 2.09); group C; 6.6 (± 1.43) to 4.3 (± 2.40); with the p-value ANOVA test 0.982. Measurement of the PSFS before and after the intervention obtained the median value for group A: 9.9 (9-10) to 10 (9.8-10); group B: 9.7 (7-10) to 10 (8-10); group C: 9.8 (8-10) to 10 (8.2-10), with a Kruskal Wallis p-test value of 0.772. This study showed no significant difference in the effect of intervention with CP only, CP combined with MFRT, and CP combined with MET in LBP cases with muscle spasm. All of the interventions showed a positive effect that decreases pain intensity.



**Keywords**: *conservative physiotherapy; myofascial release technique; muscle energy technique*



GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM)
SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS

Abstrak ini telah diperiksa.

Tanggal : 20 Januari 2021

Paraf
Ketua / Sekretaris,

# ABSTRAK

**ANGRIA PRADITA**. *Perbandingan Pengaruh Fisioterapi Myofascial Release Technique dengan Kombinasi Muscle Energy Technique pada Kasus Low Back Pain* (dibimbing oleh **Wardihan Sinrang** dan **Devisanty Wuysang**)

*Low Back Pain* (LBP) merupakan nyeri yang dirasakan dari iga ke-12 hingga lipatan bawah gluteal. Penatalaksanaan fisioterapi untuk keluhan LBP meliputi fisioterapi konservatif dan manual terapi. Fisioterapi konservatif (FK) meliputi; infrared rays (IRR) dan transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). Teknik terapi manual meliputi *myofascial release technique* (MFRT) dan *muscle energy technique* (MET) yang telah terbukti secara klinis. Untuk mengetahui perbandingan pengaruh FK, FK kombinasi pemberian MFRT dengan FK kombinasi MET terhadap perubahan intensitas skala nyeri pada kasus LBP dengan spasme otot.

Penelitian kohor eksperimen menggunakan pengukuran *numeric rating pain scale* (NPRS) dan *the-patient specific funtional scale* (PSFS) sebelum dan setelah 6 kali intervensi selama 2 minggu. Sebanyak 30 sampel laki-laki dan perempuan dibagi secara acak kedalam 3 kelompok, yaitu; FK (grup A), FK kombinasi MFRT (grup B) dan FK kombinasi MET (grup C).

Pada pengukuran NPRS sebelum dan setelah intervensi diperoleh nilai rerata grup A: 6.2(±0.79) menjadi 4.1(±1.52); grup B: 7.0(±1.33) menjadi 4.8(±2.09); grup C; 6.6(±1.43) menjadi 4.3(±2.40); dengan nilai p uji ANOVA 0,982. Pengukuran PSFS sebelum dan setelah intervensi diperoleh nilai median grup A: 9.9(9-10) menjadi 10 (9.8-10); grup B: 9.7(7-10) menjadi 10(8-10); grup C: 9.8(8-10) menjadi 10(8.2-10), dengan nilai p uji *Kruskal Wallis* 0,772. Penelitian ini menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari efek intervensi FK, FK dikombinasikan dengan MFRT, danFK dikombinasikan dengan MET pada kasus LBP dengan spasme otot, ketiganya sama-sama menunjukkan efek positif berupa penurunan intesitas nyeri.

**Kata kunci**: *fisioterapi konservatif; myofascial release technique; muscle energy technique*

GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM)
SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS

Abstrak ini telah diperiksa.

Tanggal : 20 Januari 2021

Paraf
Ketua / Sekretaris,

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL ..... i
HALAMAN PERSETUJUAN ..... ii
KATA PENGANTAR ..... iii
DAFTAR ISI ..... v
DAFTAR GAMBAR ..... vii
DAFTAR TABEL ..... viii
DAFTAR LAMPIRAN ..... ix
DAFTAR ARTI SINGKATAN ..... x
BAB I PENDAHULUAN ..... 1
A. Latar Belakang Masalah ..... 1
B. Rumusan Masalah ..... 4
C. Tujuan Penelitian ..... 4
1.Tujuan Umum ..... 4
2.Tujuan Khusus ..... 4
D. Manfaat Penelitian ..... 7
1. Manfaat Praktis ..... 7
2. Manfaat Umum ..... 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 8
A. Tinjauan Umum tentang *low back pain* ..... 8
B. Tinjauan Umum tentang modalitas fisioterapi ..... 23
C. Hubungan fisioterapi konservatif dan nyeri ..... 37
D. Hubungan *Myofascial release technique* dan nyeri ..... 40
E. Hubungan *muscle energy technique* dan nyeri ..... 43
BAB III METODE PENELITIAN ..... 34
A. Kerangka Teori ..... 47
B. Kerangka Konsep ..... 48
C. Hipotesis Penelitian ..... 48
D. Definisi Operasional ..... 50
E. Desain Penelitian ..... 56
E. Desain Penelitian ..... 56
F. Lokasi dan waktu ..... 56
G. Populasi dan Sampel ..... 56

H. Instrumen Penelitian ..... 58
I. Alur Penelitian ..... 59
J. Teknik Penelitian ..... 60
K. Masalah Etika ..... 60
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 62
A. Hasil Penelitian ..... 63
B. Pembahasan ..... 70
C. Keterbatasan Penelitian ..... 82
BAB V PENUTUP ..... 84
A. Kesimpulan ..... 84
B. Saran ..... 85
DAFTAR PUSTAKA ..... 45
LAMPIRAN ..... 47

## DAFTAR GAMBAR

**Nomor** **Halaman**


1. Tulang belakang dilihat dari lateral dan anterior ……..8
2. Tulang belakang dilihat dari lateral dan anterior ……..9
3. Tulang belakang dilihat dari lateral dan anterior ……..…..10
4. Kerangka teori ……...47
5. Kerangka konsep ……..……...48
6. Alur penelitian .....60

## DAFTAR TABEL

**Nomor** **Halaman**

Tabel1 Karakteristik subyek penelitian……63
Tabel 2 Perbandingan nilai mean *NPRS* sebelum dan setelah 3 kali Pemberian Intervensi fisioterapi……..64

Tabel 3. Perbandingan nilai median PSFS sebelum dan setelah 3 kali pemberian intervensi fisioterapi……64
Tabel 4. Perbandingan nilai mean NPRS sebelum dan setelah 6 kali pemberian intervensi fisioterapi……....65
Tabel 5. Perbandingan nilai median PSFS sebelum dan setelah 6 kali pemberian intervensi fisioterapi……...65
Tabel 6. Perbandingan nilai mean NPRS sebelum, setelah 3 kali dan 6 kali pemberian intervensi fisioterapi……66
Tabel 7. Perbandingan nilai median PSFS sebelum, setelah 3 kali dan 6 kali pemberian intervensi fisioterapi……66
Tabel 8. Perbandingan selisih mean NPRS sebelum dan setelah 3 kali intervensi fisioterapi……...67
Tabel 9. Perbandingan selisih median PSFS sebelum dan setelah 3 kali intervensi fisioterapi……...68
Tabel 10. Perbandingan selisih nilai mean sebelum dan 6 kali pemberian intervensi fisioterapi……69
Tabel 11. Perbandingan selisih nilai median sebelum dan 6 kali pemberian intervensi fisioterapi……69

## DAFTAR LAMPIRAN

**Nomor** **Halaman**

1. *Informed Consent* …….. 48

2. Surat Observasi Lapangan ……..49

## DAFTAR ARTI SINGKATAN

| Singkatan | Arti dan Keterangan |
|---|---|
| LBP | *Low back pain* |
| MFRT | *Myofascial Release Technique* |
| IMT | Indeks massa tubuh |
| WHO | *World health organization* |
| MET | *Muscle Energy Technique* |
| SPSS | *Statistical package for the sciences* |

# BAB I

# PENDAHULUAN

## A. LATAR BELAKANG

*Low Back Pain* (LBP) adalah sindrom nyeri terletak di punggung bawah yang menjadi salah satu problematika utama dunia serta dapat menyebabkan kecacatan, mengganggu kesejahteraan dan ekonomi individu. LBP merupakan kondisi muskuloskeletal maupun neuromuskular yang mempengaruhi populasi orang dewasa (Allegri et al., 2016).

Prevalensi LBP dengan perkiraan populasi 50 hingga 70% sepanjang waktu hidup hingga setengah dari orang dengan keluhan LBP mencari perawatan kesehatan untuk rasa nyeri mereka (Campbell et al., 2013). Kisaran waktu antara 2005 hingga 2015, tercatat oleh *The Global Burden of Disease* bahwa prevalensi LBP kronik mengalami peningkatan 18,7% setiap tiga bulan, sedangkan prevalensi pasien yang mengalami LBP lebih dari tiga bulan mengalami peningkatan sebanyak 17,5% (Hurwitz et al., 2018). Jumlah orang yang mengalami LBP di negara berkembang cenderung meningkat secara dramatis selama beberapa dekade mendatang dan dampaknya kemungkinan besar akan lebih ekstrim (Buchbinder et al., 2013).

Pasien yang datang dengan keluhan LBP sering melaporkan gangguan kemampuan untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Dampak nyeri seringkali menyebabkan asumsi adanya keterbatasan fungsi gerak

dan ketidakmampuan melakukan aktivitas kehidupan sehari-hari sehingga mereka merasa kurang aktif secara fisik yang tercermin dalam perawatan LBP dengan rekomendasi untuk meningkatkan aktivitas fisik guna membantu pemulihan dan mengurangi kecacatan (Lin et al., 2011).

Ada banyak modalitas fisioterapi yang dapat diterapkan pada pasien LBP, yakni; elektroterapi, manual terapi, kinesioterapi dan terapi latihan spesifik (Kurt et al., 2020). Salah satu bentuk manual terapi yang berfokus pada penurunan nyeri akibat spasme otot adalah *myofascial release technique* (Ajimsha et al., 2015) dan *muscle energy technique* (Vijayan & Pavithra, 2019).

*Myofascial release technique* (MFRT) merupakan teknik manual terapi yang secara spesifik diliputi oleh pembebanan rendah, panjang durasi dengan kekuatan mekanis guna memanipulasi myofascia kompleks, yang di maksudkan untuk mengembalikan panjang otot optimal, mengurangi rasa nyeri, dan meningkatkan fungsi. MFRT akan lebih efektif untuk meredakan nyeri jika digunakan bersamaan dengan penanganan fisioterapi konvensional. Sebuah studi Tozzi, P et al (2011) yang mempelajari persepsi nyeri dan mobilitas lapisan fasia dengan menggunakan USG dinamis (USG) pada 60 pasien dengan keluhan *nonspecifik neck pain* (NP) dan *u*60 pasien dengan keluhan *unspecifik low back pain* (LBP). Dengan perbandingan nyeri sebelum dan setelah pemberian teknik MFR sesuai dengan area nyeri. Menunjukkan hasil bahwa MFRT efektif melepaskan gangguan mobilitas pergeseran fasia,

dan untuk memperbaiki persepsi nyeri pada pasien dengan keluhan non spesifik NP atau LBP (Ajimsha et al., 2015).

*Muscle energy technique* (MET) diterapkan untuk mengurangi rasa sakit dan meningkatkan ruang gerak sendi. Metode ini diterapkan untuk berbagai kondisi patologis dan subjek asimtomatik (Thomas et al., 2019). Salah satu studi penelitian dengan subjek wanita berusia antara 30-55 tahun yang mengalami nyeri gluteal dan diikuti tes freiburg yang positif, dengan alat ukur menggunakan VAS dan *Lower Extremity Functional Scale (LEFS)* dengan durasi pengobatan selama 10-15 menit per sesi selama 14 sesi selama 2 minggu. Studi ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas antara MET *versus stetching* pada pasien dengan sindrom piriformis dengan pemberian modalitas *short wave diathermi* (SWD). Dalam studi ini mengungkapkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dimana pemberian MET dengan SWD lebih efektif dibandingkan pemberian *stretching* dengan SWD pada subjek dengan sindrom piriformis (Vijayan & Pavithra, 2019).

Dalam praktek klinis terdapat banyak intervensi fisioterapi dalam penanganan nyeri punggung bawah. Namun, keakuratan pemberian intervensi fisioterapi yang mengacu pada bukti klinis berbasis data ilmiah masih sangat sedikit. Selain itu, berdasarkan hasil studi Ajimsha dan Vijayan menarik perhatian peneliti untuk mengkaji perbandingan pengaruh antara pemberian modalitas fisioterapi konservatif, fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* dengan pemberian

modalitas fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy tehnique* terhadap penurunan distribusi nyeri pada kasus nyeri punggung bawah.

## B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah pemberian modalitas fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* lebih berpengaruh terhadap penurunan distribusi nyeri dibandingkan dengan pemberian modalitas fisioterapi konservatif dikombinasikan muscle energy tehnique pada kasus low back pain?

## C. TUJUAN PENELITIAN

### 1. TUJUAN UMUM

Untuk mengetahui perbandingan pengaruh fisioterapi konservatif dikombinasikan pemberian *myofascial release technique* dengan fisioterapi konservatif dikombinasikan pemberian muscle energy tehnique terhadap distribusi perubahan nyeri pada kasus Low Back Pain

### 2. TUJUAN KHUSUS

a. Untuk mengukur derajat nyeri melalui alat ukur *Numeric Pain Rating Scale* (NPRS) sebelum pemberian intervensi fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

b. Untuk mengukur derajat nyeri melalui alat ukur *The-Patient Specific Functional Scale* (PSFS) sebelum pemberian intervensi

fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

c. Untuk mengukur derajat nyeri melalui alat ukur *Numeric Pain Rating Scale* (NPRS) setelah 3 kali *treatment* fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

d. Untuk mengukur derajat nyeri melalui alat ukur *The-Patient Specific Functional Scale* (PSFS) setelah 3 kali *treatment* pemberian intervensi fisioterapi baik fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

e. Untuk mengukur derajat nyeri melalui alat ukur *Numeric Pain Rating Scale* (NPRS) setelah 6 kali *treatment* pemberian intervensi fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

f. Untuk mengukur derajat nyeri melalui alat ukur *The-Patient Specific Functional Scale* (PSFS) setelah 6 kali *treatment* pemberian intervensi fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial*

*release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

g. Untuk membandingkan derajat nyeri melalui alat ukur *Numeric Pain Rating Scale* (NPRS) sebelum dan setelah pemberian intervensi fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

h. Untuk membandingkan derajat nyeri melalui alat ukur *The-Patient Specific Functional Scale* (PSFS) sebelum dan setelah pemberian intervensi fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

i. Untuk membandingkan derajat perubahan nyeri melalui alat ukur *Numeric Pain Rating Scale* (NPRS) setelah fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

j. Untuk membandingkan derajat perubahan nyeri melalui alat ukur *The-Patient Specific Functional Scale* (PSFS)setelah pemberian intervensi fisioterapi baik fisioterapi konservatif,fisioterapi konservatif dikombinasikan *myofascial release technique* maupun fisioterapi konservatif dikombinasikan *muscle energy technique.*

## D. KEGUNAAN PENELITIAN

### 1. Untuk Pengembangan Ilmu

Sebagai bahan referensi pengembangan teknik fisioterapi khususnya pada kasus Low Back Pain dalam upaya peningkatan kualitas pelayanan fisioterapi.

### 2. Untuk Aplikasi

Sebagai bahan rujukan penerapan pelayanan fisioterapi yang berkualitas kepada masyarakat pengguna jasa fisioterap khususnya pada kasus Low Back Pain.

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## A. LOW BACK PAIN

1. Definisi Low Back Pain

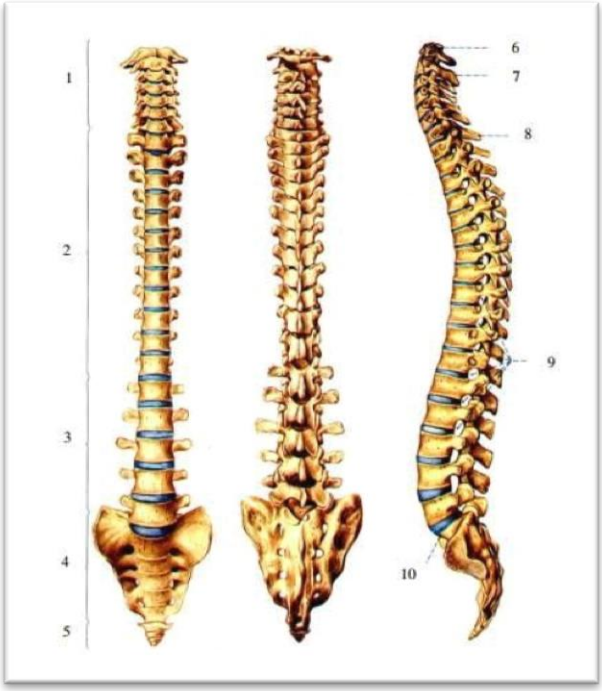
Punggung Bawah atau ‘low back’ didefinisikan sebagai area pada aspek posterior tubuh dari margin bawah tulang iga ke-12 hingga lipatan bawah area gluteal. Jadi, low back pain (LBP) adalah nyeri yang dirujuk dari margin iga ke-12 ke area lipatan gluteal baik salah satu atau keduanya hingga tungkai bawah yang berlangsung selama setidaknya satu hari (Hurwitz et al., 2018).

Orang dengan keluhan LBP dapat difokuskan pada “struktur apa yang menyebabkan rasa sakit?” Jawabannya pun sering menimbulkan dilema diagnostik. Hingga pertanyaan diperluas menjadi 'proses apa' yang menyebabkan LBP, misalnya; melalui neuroscience berbasis nyeri, terapi perilaku kognitif kontekstual, pengurangan stres berbasis perhatian, atau biomekanik tetapi kurang terfokus secara patoanatomik. Sehingga LBP juga bisa dikatakan model nyeri neurofisiologis kontemporer yang berbeda jalur sehingga dapat mendistorsi persepsi nyeri (NV et al., 2012).

2. Anatomi Low Back Pain

a. Struktur tulang vertebra lumbal

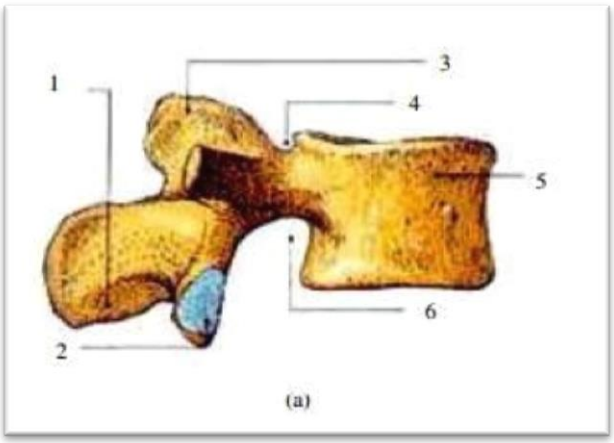
Tulang vertebra lumbal tersusun dari lima vertebra yang bersendi satu sama lain yang berperan penting dalam menjalankan fungsinya untuk menyangga tubuh dan alat gerak tubuh. Susunan tulang vertebra secara umum terdiri dari *corpus*, *arcus* dan *foramen vertebra*.




**Gambar 1: Tulang belakang dilihat dari Lateral dan anterior**. *Sumber;* (*Anatomi and physiologi basic,* 2010)

Keterangan gambar :

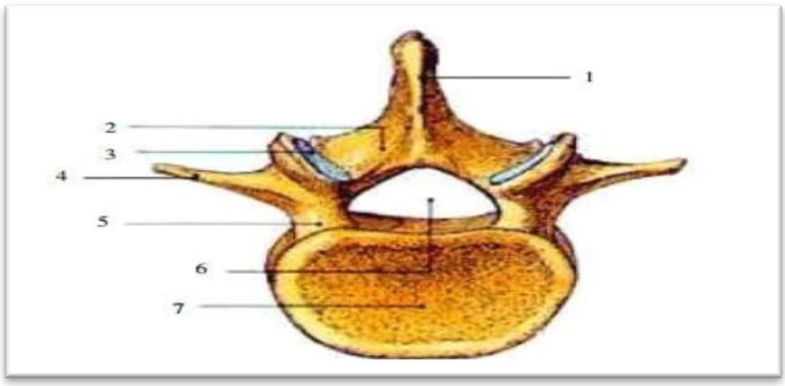
1. Vertebra cervicalis I – VII
2. Vertebra torakalis I – XII
3. Vertebra lumbalis I – V
4. Os sacrum
5. Os coccygae
6. Atlas
7. Axis
8. Vertebra prominens
9. Foramen intervertebralis
10. Promotorium




**Gambar 2: Tulang belakang dilihat dari Lateral dan anterior**. (*Sumber; Anatomi and physiologi basic,* 2010)

Keterangan Gambar 2:

1. Procecuss spinosus
2. Procecuss transversus
3. Procecuss articularis superior
4. Incisura vertebralis superior
5. Corpus vertebra
6. Incisura vertebralis inferior




**Gambar 3 : Tulang belakang dilihat dari Lateral dan anterior**
*Sumber;* (*Anatomi and physiologi basic,* 2010)

Keterangan Gambar 3:

1. Procecuss spinosus
2. Procecuss articularis inferior
3. Procecuss artikularis superior
4. Processus tranversus
5. Incisura vertebralis superior
6. Foramen vertebra

b. Biomekanik pada *low back* pain spasme otot

*Low back pain* disebabkan oleh banyak hal. Faktor biomekanik yang bertanggung jawab terhadap kejadian

*specific low back pain* diantaranya kurva dan pergerakan tulang belakang yang abnormal, adanya *pathomechanic* secara segmental seperti degenerasi diskus, struktur non-spinal seperti panjang tungkai, struktur saraf, postural, dan lain-lain (Stuber et al., 2014).

Selama gerakan fleksi-ekstensi, lateral fleksi maupun gerakan rotasi, lumbal bergerak bebas kecuali pada sacrolumbal ($L_5$-$S_1$). Disebabkan karena ukuran tulang lumbal sebagai stabilitator gerakan kinemati pada tulang belakang (Kowalski et al., 2012).

Pada prossesus artikularis inferior akan *slide* terhadap permukaan sendi pasangannya baik *slide* ke atas maupun ke bawah. Hal ini berdampak pada adanya pelebaran dan penyempitan pada *foramen intervertebralis*. Gerakan berdiri lama melibatkan pergerakan ekstensi yang dipertahankan dalam waktu lama, dapat berdampak pada menyempitnya *foramen intervertebralis* akibat adanya gerakan *slide* ke bawah selama ekstensi. Hal ini berdampak pada penekan akar saraf secara segmental yang berakibat terjadinya *non specific low back pain* (Kisner & Colby, 2012).

Pada postur membungkuk, beban yang jatuh berada jauh di depan tulang belakang, hal tersebut menghasilkan momen gaya eksternal (*EMA*) yang lebih besar, menghasilkan

*over stretch* pada otot ekstensor, sehingga diperlukan kontraksi ekstensor *trunk* yang cukup besar untuk mengakomodasi momen gaya yang jatuh di depan tubuh tersebut. Hal itu menghasilkan *strain* pada otot ekstensor tersebut yang berujung pada *non specific low back pain* (Kisner & Colby, 2012).

Secara biomekanis, ketika seseorang duduk secara tidak ergonomis dimana menyebabkan menurunnya kurva lordosis lumbal, penekanan pada *discus intervertebralis* dan struktur bagian posterior akan meningkat. Gaya gravitasi dikali dengan massa dan lengan gaya menyebabkan jumlah berat badan yang ditransmisikan ke tulang belakang (Kisner & Colby, 2012).

Struktur *shock absorber* seperti *discus intervertebralis* bertanggung jawab untuk menetralisir semua gaya yang menuju tulang belakang termasuk dalam mengangkat. Beban ini akan menyebabkan rupturnya *anullus fibrosus*, kemudian terjadi pergerseran *nucleus pulposus* yang kemudian menekan struktur bagian posterior yang *pain sensitive* (Kowalski et al., 2012)

3. Patofisiologi Low Back Pain

Tulang belakang merupakan struktur yang kompleks, dibagi ke dalam bagian anterior dan bagian posterior. Bentuknya terdiri dari serangkaian badan silindris vertebra, yang terartikulasi oleh diskus

*intervertebral* dan diikat bersamaan oleh *ligamen longitudinal* anterior dan posterior (Ropper, 2005; Brown, 2005).

Berbagai struktur yang peka terhadap nyeri terdapat di punggung bawah. Struktur tersebut adalah *periosteum*, 1/3 bangunan luar *anulus fibrosus*, *ligamentum*, kapsula artikularis, fasia dan otot. Semua struktur tersebut mengandung nosiseptor yang peka terhadap berbagai stimulus (mekanikal, termal, kimiawi). Bila reseptor dirangsang oleh berbagai stimulus lokal, akan dijawab dengan pengeluaran berbagai mediator inflamasi dan substansi lainnya, yang menyebabkan timbulnya persepsi nyeri, *hiperalgesia* maupun alodinia yang bertujuan mencegah pergerakan untuk memungkinkan perlangsungan proses penyembuhan. Salah satu mekanisme untuk mencegah kerusakan atau lesi yang lebih berat ialah spasme otot yang membatasi pergerakan. Spasme otot ini menyebabkan iskemia dan sekaligus menyebabkan munculnya titik picu (*trigger points*) yang merupakan salah satu kondisi nyeri (Meliala, 2003).

Postur membungkuk yang dipertahankan dalam jangka waktu yang lama disertai dengan kelemahan otot-otot *paravertebral* memicu proses adaptasi postur yang berkontribusi terhadap terjadinya pembebanan *abnormal* pada tepi anterior dari korpus *vertebra*. Pembebanan ini ditransmisikan pada seluruh segmen tulang belakang termasuk di dalamnya diskus *intervertebralis*. Pembebanan anterior ini menyebabkan kerobekan pada struktur *lamellar* dari *annulus fibrosus*. Kerobekan ini kemudian digantikan oleh sel-sel *fibroblast* yang

berdampak pada proliferasi jaringan *fibrous*. Hal ini menurunkan kemampuan tension serabut *annulus fibrosus*, menyebabkan adanya protrusi *nucleus pulposus* yang kemudian akan menekan struktur dibagian belakang diskus (Peng, 2013).

Lapisan terluar *annulus fibrosus* dan ligamen longitudinal posterior merupakan struktur yang peka terhadap nyeri. Kedua bagian ini mendapatkan persarafan dari *nervus sinuvertebral* dan bagian lateral dari *rammus communicans* dan diketahui bahwa kedua saraf ini merupakan saraf tipe nosiseptif yang membawa stimulus nyeri.

Ketika pergeseran *nucleus pulposus* berhasil merobek lapisan ini maka akan dirasakan nyeri lokal yang disebut dengan *discogenic low back pain*. Nyeri yang dirasakan bersifat segmental karena saraf tersebut mempersarafi segmen vertebra disekitarnya (Peng, 2013).

Ekstrusi *nucleus pulposus* menuju ruang epidural akan menginduksi respon autoimun dan infiltrasi sel mediator inflamasi (sitokin, makfrofag, interleukin-1, TNF-α) yang memicu proses inflamasi pada daerah akar saraf (Biyani, 2006).

Hal ini akan menimbulkan nyeri sesuai dengan area *dermatome* yang dipersarafi oleh akar saraf yang terlibat. Pada umumnya nyeri yang dirasakan pada daerah pinggang bawah dan paha belakang (Neumann, 2009).

Postur hiperekstensi juga berkontribusi terhadap kejadian nyeri punggung bawah. Ketika posisi tulang belakang dalam keadaan hiperekstensi, terjadi pembebanan yang sangat besar pada bagian posterior pilar tulang belakang terutama permukaan *processus articularis* pada tulang vertebra yang kontak dengan permukaan pasangannya. Pembebanan ini menyebabkan *stress contact* yang berlebihan antara kedua permukaan sendi, meningkatkan gaya friksi pada setiap gerakan artrokinematika lumbal. Nosiseptor pada *facet joint* merespon terhadap pembebanan ini dan menghasilkan nyeri pada punggung bawah yang dikenal dengan istilah *hyperextension syndrome* (Neumann, 2009).

*Hiperextension syndrome* juga berdampak pada menyempitnya *foramen intervertebralis* yang dapat menekan akar saraf pada segmen terkait yang dapat menghasilkan *radicular back pain*. Keluhan utama pasien *non specific low back pain* adalah adanya nyeri, spasme, dan keterbatasan fungsional yang berhubungan dengan mobilitas lumbal. Nyeri merupakan pengalaman sensori yang tidak menyenangkan akibat kerusakan jaringan pada tubuh (Meliana,2004; Pinzon, 2004).

Nyeri terjadi jika saraf sensori perifer, yang disebut nociseptor terpicu oleh rangsang mekanik, kimiawi maupun *thermal* maka impuls nyeri akan dihantarkan ke serabut-serabut *afferen* cabang spinal. Dari medula spinalis impuls diteruskan ke otak melalui *traktus spinotalamikus* kolateral. Selanjutnya akan memberikan respon terhadap impuls saraf tersebut. Respon tersebut berupa upaya untuk

menghambat atau mensupresi nyeri dengan pengeluaran substansi peptida endogen yang mempunyai sifat analgesik yaitu *endorphin*. Disamping itu impuls nyeri yang mencapai *medulla spinalis*, akan memicu respon reflek spinal segmental yang menyebabkan spasme otot dan vasokonstriksi (Tan, 2006).

Spasme otot yang terjadi disini adalah merupakan suatu mekanisme proteksi, karena adanya spasme otot akan membatasi gerakan sehingga dapat mencegah kerusakan lebih berat, namun dengan adanya spasme otot, juga terjadi vasokonstriksi pembuluh darah yang menyebabkan iskemia dan sekaligus menjadi titik picu terjadinya nyeri (Meliala, 2004; Pinzon, 2004).

Pada nyeri *non specific low back pain*, aktivasi *nociceptor* umumnya disebabkan oleh rangsangan mekanik, yaitu penggunaan otot yang berlebihan (Bernard, 2003). Penggunaan otot yang berlebihan dapat terjadi pada saat tubuh dipertahankan dalam posisi statik atau posisi yang salah dalam jangka waktu yang cukup lama, dimana otot-otot di daerah punggung akan berkontraksi untuk mempertahankan postur tubuh yang normal (Sidharta, 1994). Penggunaan otot yang berlebih ini akan menimbulkan iskemia atau inflamasi sehingga akan terjadi peningkatan berbagai mediator inflamasi seperti *histamine*, *bradikinin*, *serotonin*, atau 5-*hydroxytriptamine* (5-HT) dan *prostaglandin* (PGE 2) (Meliala dan Pinzon, 2004). Mediator inflamasi tersebut akan mensensitisasi *nociceptor* otot, akibatnya otot menjadi lebih sensitif, stimulasi yang

seharusnya tidak menimbulkan nyeri dapat menimbulkan terjadinya nyeri. Setiap gerakan pada otot dapat menimbulkan nyeri sekaligus menambah spasme otot. Adanya spasme otot menyebabkan ketidakseimbangan otot *abdominal* dan *paravertebrae*, maka akan membatasi mobilitas lumbal terutama untuk gerakan membungkuk (fleksi) dan memutar (rotasi) (Hills, 2006). Nyeri dan spasme otot seringkali membuat individu takut menggunakan otot-otot punggungnya untuk melakukan gerakan lumbal, selanjutnya akan menyebabkan perubahan fisiologi pada otot tersebut yaitu berkurangnya massa otot dan penurunan kekuatan otot, akhirnya menimbulkan penurunan tingkat aktivitas fungsionalnya (Hills, 2006).

4. Etiologi Low Back Pain

Etiologi nyeri punggung bermacam-macam, yang paling banyak adalah penyebab sistem neuromuskuloskeletal. Disamping itu LBP dapat merupakan nyeri rujukan dari gangguan sistem gastrointestinal, sistem genitorinaria atau sistem kardiovaskuler. Proses infeksi, neoplasma dan inflasi daerah panggul dapat juga menimbulkan LBP. Penyebab sistem neuromuskuloskeletal dapat diakibatkan beberapa faktor seperti otot, discus invertebralis, sendi apofiseal, kompresi saraf, metabolik, psikogenik, umur.

5. Gejala low back pain

Berdasarkan pemeriksaannya, tanda dan gejala nyeri punggung bawah dapat di kategorikan ke dalam 3 kelompok yaitu:

a. Nyeri punggung bawah sederhana; adanya nyeri pada daerah sepanjang tulang belakang tanpa penjalaranatau keterlibatan saraf di bawahnya. Nyeri saat bergerak, derajat nyeri bervariasi setiap waktu, dan tergantung dari aktivitas fisik.
b. Nyeri punggung bawah dengan gangguan persyarafan. Gejalanya nyeri yang menjalar ke lutut, tungkai, kaki.
c. Nyeri punggung bawah menurut kegawatannya; ada riwayat trauma fisik berat seperti jatuh dari ketinggian ataupun kecelakaan kendaraan bermotor, adanya nyeri tanpa pergerakan yang konstan dan progresif, ditemukan nyeri daerah perut dan atau dada. Merasakan nyeri hebat pada malam hari yang tidak membaik dengan posisi telentang, penurunan beratbadan yang tidak diketahui sebabnya, menggigil dan demam, pergerakanpunggung sangat terbatas dan persisten dan adanya gejala kencing tertahan.

6. Faktor Yang Mempengaruhi Low Back Pain

Faktor-faktor yang berperan dalam terjadinya nyeri punggung antara lain usia, status pendidikan, faktor psikososial, faktor pekerjaan, jenis kelamin, kebiasaan merokok dan obesitas (Patrick et al., 2014).

a. Usia

Insiden dan prevalensi tertinggi dalam tiga dekade secara keseluruhan meningkat sampai usia 60 sampai 65 tahun. Namun, bukti prevalensi tebaru penderita LBP akan terus meningkat seiring bertambahnya usia dengan bentuk LBP yang lebih parah. Penelitian lain menunjukkan bahwa sakit punggung pada populasi remaja semakin meningkat umum (Patrick et al., 2014). Sejalan dengan meningkatnya usia akan terjadi degenerasi pada tulang dan keadaan ini mulai terjadi disaat seseorang berusia 30 tahun. Pada usia 30 tahun terjadi degenerasi yang berupa kerusakan jaringan, penggantian jaringan menjadi jaringan parut, pengurangan cairan. Hal tersebut menyebabkan stabilitas pada tulang dan otot menjadi berkurang. Semakin tua seseorang, semakin tinggi risiko orang tersebut tersebut mengalami penurunan elastisitas pada tulang yang menjadi pemicu timbulnya gejala LBP. Hal ini diperkuat dengan penelitian Sorenson dimana pada usia 35 tahun mulai terjadi nyeri punggung bawah dan akan semakin meningkat pada umur 55 tahun (Manchikanti et al., 2014).

b. Status pendidikan

Tingkat pendidikan yang lebih rendah adalah prediktor yang kuat untuk lebih lama durasi episode dan hasil yang lebih buruk (Patrick et al., 2014). Diakibatkan karena kurangnya pengetahuan akan gaya hidup sehat (Manchikanti et al., 2014).

c. Faktor psikososial

Faktor psikososial menurut *World Health Organization (WHO)* adalah faktor yang menentukan cara orang menghadapi tuntutan dan tantangan kehidupan sehari-hari (Ramond et al., 2011) seperti stres, kecemasan, depresi, dan jenis perilaku nyeri tertentu dikaitkan dengan tingkat nyeri punggung bawah. Adanya kondisi ini juga meningkatkan risiko episode penderita LBP akan berlangsung cukup lama untuk dianggap kronis. Demikian pula, pasien yang tidak puas dengan situasi kerja mereka berisiko mengalami episode transisi dari LBP akut mengarah ke situasi kronis (Patrick et al., 2014).

d. Jenis Kelamin

Prevalensi terjadinya LBP lebih banyak pada wanita dibandingkan dengan laki-laki, beberapa penelitian menunjukkan bahwa faktor fisiologi wanita berupa menstruasi, kehamilan dan monopouse yang menyangkut hormon mempengaruhi prevalensi LBP pada wanita (Manchikanti et al., 2014).

e. Faktor Pekerjaan

Faktor pekerjaan dan tempat kerja, baik fisik maupun psikologis, telah dikaitkan dengan nyeri punggung bawah (Manchikanti et al., 2014). Tuntutan pekerjaan fisik juga terkait dengan peningkatan prevalensi nyeri punggung bawah. Sebuah studi menyatakan bahwa prevalensi pada pekerja dengan

mengangkat beban berat lebih beresiko pada mereka yang memiliki pekerjaan kantoran (Patrick et al., 2014). Angkat berat, mendorong, menarik, dan berjalan atau berdiri lama ditemukan menjadi prediktor sakit punggung di masa depan, serta asosiasi serupa dengan angkat berat, beban kerja fisik, tuntutan dan kontrol pekerjaan, stres dan pekerjaan monoton, dan ketidakpuasan dengan pekerjaan. Pengemudi kendaraan lebih beresiko memiliki gejala LBP dan perubahan degeneratif, akibat getaran seluruh tubuh pada diskus intervertebralis. Dalam tinjauan ekstensif oleh Institut Nasional Swedia untuk pekerjaan dan kehidupan, ditemukan bahwa meskipun sebagian besar penelitian mengungkapkan secara signifikan frekuensi gejala LBP yang lebih tinggi dan perubahan degeneratif pada vertebra dan diskus intervertebralis pengemudi, terdapat faktor perancu yang tidak terkontrol memengaruhi hasil studi, dan kesimpulan tentang peran getaran seluruh tubuh dapat menyebabkan cedera/gangguan fungsi lainnya (Manchikanti et al., 2014). Pekerja kantoran dengan keluhan low back pain rata-rata duduk di depan komputer sekitar 40 jam perminggu. Kesalahan posisi membuat integrasi postural yang jelek diakibatkan adaptasi postural yang salah pada jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kelemahan otot dan masalah postural. Postural abnormal dapat menyebabkan nyeri, disabilitas dan kelemahan otot (Balasubramaniam et al., 2013).

f. Kebiasaan Merokok

Sebuah studi analisis menunjukkan bukti yang konsisten yang mendukung hubungan kausal antara merokok dan nyeri punggung bawah. Dalam survei cross-sectional dari 29.424 orang berusia 12 sampai 41 tahun, menunjukkan hasil positif bahwa terjadi peningkatan frekuensi durasi nyeri antara perokok dan nyeri punggung bawah. Mereka menyimpulkan bahwa ada hubungan yang pasti antara merokok dan nyeri punggung bawah yang meningkat dengan durasi dan frekuensi dengan masalah nyeri punggung bawah, tetapi hubungan tersebut bukan menjadi penyebab. Namun, secara signifukan perokok melaporkan bahwa mereka lebih sensitif dengan rasa nyeri dan gangguan fungsi, khususnya untuk pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot, karena nikotin pada rokok dapat menyebabkan berkurangnya aliran darah ke jaringan (Manchikanti et al., 2014).

g. Indeks massa tubuh

Indeks massa tubuh (IMT) merupakan kalkulasi angka dari berat dan tinggi badan seseorang. Nilai IMT didapatkan dari berat dalam kilogram dibagi dengan kuadrat dari tinggi dalam meter (kg/m2). Indeks massa tubuh yang lebih dari 30 kg/m2 , telah terhubung dengan peningkatan insiden nyeri punggung bawah (Patrick et al., 2014).

## B. MODALITAS FISIOTERAPI

1. Definisi Fisioterapi

Fisioterapi adalah bentuk pelayanan kesehatan yang ditujukan kepada individu dan/atau kelompok untuk mengembangkan, memelihara dan memulihkan gerak dan fungsi tubuh sepanjang rentang kehidupan dengan menggunakan penanganan secara manual, peningkatan gerak, peralatan (fisik, elektroterapeutis dan mekanis) pelatihan fungsi, komunikasi (Kemenkes RI, 2013).

2. Modalitas Konservatif Fisioterapi

a. Elektroterapi

Elektroterapi merupakan metode non-invasif maupun non-farmakologis yang melibatkan stimulasi listrik transkutan adalah alternatif tambahan untuk manajemen LBP (Facci et al., 2011). Yang diantaranya adalah:

1) Infrared Rays (IRR)

Radiasi infra merah (IRR) adalah radiasi elektromagnetik yang tidak terlihat dari rentang panjang gelombang 750 nm – 100 µm. Spektrum IR terletak di antara gelombang mikro dan bagian yang terlihat dari radiasi merah dan sumbernya adalah benda-benda yang dipanaskan. Baru-baru ini, radiasi infra merah menjadi populer dan relatif aman metode pengobatan yang digunakan dalam banyak penyakit dari sistem lokomotor. Efek terapeutik IR adalah hiperemia lokal

yang memberi dampak positif mengurangi kram otot (Putowski et al., 2016).

IRR secara umum mempengaruhi persepsi nyeri secara menguntungkan karena adanya reaksi peningkatan sekresi endorfin. Efek lainnya adalah mempercepat reaksi metabolisme dan reaksi imunologi serta mempengaruhi pengaturan aktivitas sistem saraf otonom dalam aspek pengendalian spasme otot (Putowski et al., 2016).

Pendapat lain menyatakan bahwa, IRR adalah radiasi elektromagnetik dengan sinar lebih panjang dari sinar tampak, dan sinar lebih pendek dari microwave tapi tergeletak di dalam spektrum elektromagnetik. Sinar IRR memunculkan menjadi panas saat diserap oleh jaringan, di antara panjang gelombang 4x10 Hz dan 7,5x10 Hz (Ojeniweh et al., 2015).

Panas yang dipancarkan dari IRR telah terbukti meningkatkan ekstensibilitas jaringan, memperbaiki luas gerak sendi, mengurangi rasa sakit dan meningkatkan proses penyembuhan dari lesi jaringan lunak. IRR memberikan efek termal yang memberikan pengaruh fisiologis dengan meningkatkan aktivitas sel dan memperlancar aliran darah dan menurunkan tingkat nyeri dan sisa metabolit seperti bradikinin dan histamin (Ojeniweh et al., 2015).

Untuk memfasilitasi perubahan dalam jaringan tubuh, penyerapan tergantung pada struktur, jenis, vaskularisasi dan pigmentasi jaringan tubuh. Penetrasi energi ke suatu media tergantung pada intensitas sumber inframerah. Penetrasi maksimal terjadi dengan panjang gelombang 1.2mm, di mana kulit yang buram dengan panjang gelombang lebih dari 2 mm (Ojeniweh et al., 2015).

2) Transcutaneus Electrical Nerve Stimulation (Tens)

TENS adalah elektroterapi yang menggunakan arus listrik melintasi permukaan kulit yang bertujuan untuk memblokade nyeri (Johnson, 2012). Gurgen dan kawan-kawan dalam studinya menggunakan 24 wistar dengan luka insisi meneliti tentang ekspresi pro-inflamasi sitokin dengan hasil observasinya TENS dapat menghambat fase inflamasi di bawah kulit (Gürgen et al., 2014)

Adapun karakteristik TENS (Johnson, 2012) ;

- Tujuan stimulasinya, mengaktifkan ambang rangsang saraf perifer di bawah kulit dalam hal ini saraf Aβ untuk memodulasi nyeri.
- Posisi elektroda berada pada daerah proksimal dan distal bagian yang hiper ataupun hipo sensitif pada rasa nyeri.

- Puls Amplitude nya tidak lebih 60mA, agar dapat menghasilkan nyeri parestesia yang kuat dengan aktivitas otot yang minimal.
- Pola puls amplitude atau mode puls, tergantung pada adaptasi nyeri pasien.
- Pulse frekuensi tinggi >10Hz puls per detik (preferensi pasien
- Durasi antara 50–250 ms (preferensi pasien).
- Dosis, 30 menit atau lebih.
- Waktu untuk menurunkn rasa nyeri cenderung melalui mekanisme segmental (yaitu gate spinal).

Arus TENS cenderung dangkal dan mengaktifkan saraf aferen kulit daripada eferen motorik dari sistem rangka dan saraf otonom. TENS menyebabkan impuls ortodromik yang berjalan di sepanjang akson ke arah normal, sedangkan impuls antidromik berjalan di sepanjang akson secara berlawanan arah. Dalam akson sensorik, impuls dihasilkan oleh TENS yang bergerak menuju perifer (yaitu antidromik) yang akan bertabrakan dan menghambat impuls dari perjalanan reseptor perifer menuju sistem saraf pusat, sehingga menyebabkan blokade impuls perifer yang timbul dari kerusakan jaringan. Pada penelitian dengan menggunakan induksi TENS pada tikus yang telah dibius ditemukan bahwa peradangan perifer mengurangi kepekaan

sensitisasi pada neuron kornu dorsalis. Impuls yang diinduksi TENS pada aferen yang memiliki ambang rangsang yang rendah akan menghambat impuls sinaptik yang timbul dari nosiseptor perifer. Penghambatan ini terjadi pada sinaps pertama yang masuk ke dalam sistem saraf pusat (yaitu sumsum tulang belakang atau batang otak) dan melibatkan asam butirat gamma-amino (GABA) dan metenkephalin. Sedangkan, impuls yang diinduksi TENS pada aferen pada ambang batas yang tinggi mengaktifkan jalur penghambatan nyeri yang menyebabkan periaqueductal grey dan ventromedial medulla menghambat sel nosiseptor sentral hingga 2 jam setelahnya.

Bukti ini menunjukkan bahwa aktivitas saraf aferen yang diinduksi oleh TENS akan menghambat saraf aferen yang terletak di bawah kulit. Sehingga induksi TENS menyebabkan kontrol penghambatan difusi yang berkontribusi untuk meredakan nyeri (Johnson, 2012)

*3. Myofascial Release Technique*

Salah satu teknik manual yang umum digunakan adalah *myofascial release technique* (MFRT) untuk membantu mengurangi restriktif atau adhesi fibrosa yang berada pada lapisan jaringan fascia. Teknik MFR adalah prosedur jaringan lunak yang menerapkan regangan lembut ke area jalur restriktif. *Deep massage* adalah jenis manual terapi yang berfokus untuk menyelaraskan

kembali lapisan otot dan jaringan ikat yang lebih dalam. Pemberian tekanan yang sama digunakan dalam terapi *massage* klasik, namun dalam MFRT gerakannya lebih lambat, tekanannya lebih dalam dan teknik manipulasinya berfokus pada area spasme otot yaitu pita ketat yang teraba pada otot, fasia padat dan lain-lain. Tujuan dari metode ini adalah untuk meningkatkan aliran darah lokal saat tekanan dilepaskan, yang dianggap memfasilitasi pembuangan sisa metabolisme otot, meningkatkan suplay oksigen, dan meningkatkan perbaikan jaringan (Kalichman & Ben David, 2017).

Penjelasan lain tentang terjadinya peningkatan ROM setelah kompresi iskemik yang dimaksudkan adalah tekanan manual pada spasme otot. Penurunan ketegangan pita simpul pada kontraksi sarkomer yang terjadi spasme otot dan pengurangan nyeri dapat menyebabkan peningkatan ROM. Cagnie dkk. (2013) meneliti efek jangka pendek dari teknik MFR dengan sampel pekerja kantoran dengan nyeri leher kronis, ringan maupun berat. Mereka menemukan bahwa pemberian teknik MFR selama empat minggu untuk kompresi iskemik menghasilkan perbaikan yang signifikan pada keluhan umum leher dan bahu, perbaikan sensitifitas nyeri tekan, mobilitas dan peningkatan kekuatan otot. Dalam penjelasannya peningkatan kekuatan otot yang signifikan terjadi karena sarkomer yang dan diperpanjang oleh kompresi pada tenik MFR dan mungkin telah berkontribusi pada kontraksi otot yang terlibat. Dengan reaksi hiperemia setelah diterapkan kompresi iskemik dapat menyebabkan

peningkatan suplay oksigen dan penurunan produksi zat nosiseptif dan inflamasi, sehingga menghasilkan kerusakan pada serabut otot lebih sedikit dan dapat meningkatkan kekuatan otot yang lebih baik (Kalichman & Ben David, 2017).

Ada empat konsep yang diterapkan pada teknik MRT. Yakni; konsep pertama dalam sistem ini adalah *tight loose*. Konsep ini mengetatkan dan melemahkan asimetris jaringan. Elemen biomekanik dan saraf berperan pada konsep *tight loose* ini. Stimulasi yang meningkat menyebabkan otot agonis menjadi kencang, dan semakin diperketat, sehingga terjadi peregangan otot antagonis oleh *reciprocal inhibition*. Pemendekan fasia yang mengelilingi hipertonik, kontraksi otot membutuhkan kelonggaran fascia dari arah akomodasi sebaliknya. Pada kondisi akut siklus dapat digambarkan sebagai lanjutan spasme otot - nyeri- spasme. Hasil ini dapat berlanjut dan berkembang pada kondisi akutdari kontraksi otot yang terus menerus menjadi kontraktur otot yang mengarah ke kondisi kronik. Dalam kondisi kronis siklusnya digambarkan sebagai nyeri-peregangan-nyeri. Hal inilah ygmenjadi konsep penerapan konsep *tight loose* sebgai dasar konsep terapeutik dari teknik MFR (Shah & Bhalara, 2012).

Konsep kedua adalah peran palpasi pada sindroma myofascial. Ada banyak diagnostik dan sistem terapeutik yang digunakan untuk stimulasi saraf perifer. Palpasi elemen myofascial sering kali dapat mengidentifikasi nyeri myofascial sekaligus pemberian manual

terapeutik. Secara signifikan sensivitas myofascial tampaknya dimediasi oleh sistem saraf otonom; beberapa dari gejala yang ditemukan pada nyeri myofascial dimediasi oleh refleks sistem saraf simpatik. Menarik untuk diperhatikan terjadinya nyeri myofascial area kelonggaran *soft tissue.*

Konsep ketiga berkaitan dengan perubahan neurorefleksif yang terjadi dengan penerapan gaya manual pada sistem muskuloskeletal. Pendekatan sentuhan memberikan stimulasi reseptor aferen, yang membutuhkan pemrosesan terpusat di sumsum tulang belakang dan tingkat kortikal. Stimulasi aferen menginhibisi saraf eferen. Pada prinsipnya digunakan teknik MFR ketika peregangan diterapkan dengan stimulas aferen dan menunggu inhibisi eferen terjadi sehingga hasil relaksasi pada jaringan yang tegang. Respon neuroreflexive bersifat individualistis dan dimodifikasi berdasarkan jumlah nyeri, perilaku pasien terhadap nyeri, respon tingkat kebugaran dan gaya hidup dasar individu.

Konsep keempat adalah konsep fenomena *"release".* Konsep ini dibagikan dengan bentuk lain dari pengobatan manual; khususnya teknik *craniosacral* dan prinsip teknik *indirect* fungsional. *Release*, dalam konsep MFR, adalah relaksasi jaringan, yang diikuti dengan tekanan pada jaringan. Tujuan pelepasan jaringan memungkinkan akhir dari penerapan teknik MFR yang memberikan efek rileksasi gunan mencapai perbaikan dalam fungsi dan bentuk simetri (Shah & Bhalara, 2012).

Myofascial release technique dimulai dengan fisioterapis meletakkan satu tangan pada area nyeri atau spasme otot pasien. Dengan pemberian tekanan untuk mengembalikan elastisitas kulit Jaringan di bawah kulit akan terasa seperti bantalan lembut, dimana jaringan ikat tersebut merespon tekanan, traksi (regangan), dan gesekan yang ditimbulkannya. Sentuhan fisioterapis meningkatkan suhu tubuh dan tingkat energi jaringan, meningkatkan fluiditas pada jaringan guna melepaskan reskriktif yang akan mengevaluasi mobilitas fasia dan otot (Shah & Bhalara, 2012).

a. Dosis *Myofascial Release Technique*

Adapun dosis yang digunakan adalah :

F : setiap kali kunjungan 3x seminggu

I : Dilakukan sebanyak 4-5 set (dalam 1 set 90-120 detik)

T : Myofascial Relase technique Indirect

T : 5-10 menit

b. Metode *Myofascial Release Technique*

Fisioterapi memberikan palpasi pada area nyeri untuk menilai mobilitas jaringan dari superior ke inferior, medial maupun lateral. Sebaiknya fisioterapis menyiapkan jam tangan. Bandingkan kedua sisi kiri dan kanan antara arah dan gerakan area yang nyeri. Pada bagian abnormal, fisioterapis akan merasakan tonus dan jaringan terasa lambat saat di palpasi ketika dilakukan pergeseran pada kulit. Jaringannya kulitnya juga

terasa padat dan mungkin tersa kering karena kekurangan cairan di bawah kulit.

Step I : Tangan fisioterapis memberikan penekanan pada area otot yang nyeri, kemudian melakukan stretching/penguluran komponen jaringan. Tangan fisioterapis yang memberikan penekanan mengikuti arah serabut otot. Dimana fokus utamanya pada tarikan jaringan daripada penekanan. Tarikan atau traksi jaringan tersebut berlangsung 90-120 detik. Ketika tekanan dan traksi jaringan di terapkan pasien mungkin akan merasakan sensasi rasa terbakar dan penumpukan rasa panas bahkan kesemutan diakibatkan reaksi umpan balik sebelum dilepaskan.

Step II proses pemanjangan, ketika jaringan mulai terasa elastis, fisioterapis akan mengurangi tarikan dan penekanannya. Namun, mengikuti jaringan dan merasakan adanya pemaanjangan otot secara pasif. Lakukan pengulangan penekanan dan tarikan pada area jaringan yang belum elastis. Fisioterapis menggunakan beban berat badan agar tarikan dan tekanan tetap stabil dan dapat dipertahankan.

Step III: *Completion*/penyelesaian. Ketika tekanan dan tarikan jaringan dilepaskan, Fisioterapis kembali menemeriksa rasa nyeri, mobiitas jaringan dan luas gerak sendi.

Step IV: Integrasi postural, *follow up* teknik MFR terlihat pada gerakan antigravitasi, kemampuan tubuh mempertahankann geraknya dan bertambahnya luas gerak sendi.

*4. Muscle Energy Tehnique*

*Muscle energy technique* (MET) merupakan suatu kelompok metode manipulasi *osteophatic soft tissue* yang menggabungkan arah dan control yang tepat dari pasien, kontraksi *isometric* dan atau *isotonic*, yang didesain untuk memperbaiki fungsi muskuloskeletal dan menurunkan nyeri (Chaitow et al., 2013).

*Muscle energy technique* dikembangkan pada tahun 1958 oleh fred Mitchell, Sr dan dipublikasikan pada 1979 oleh Fred Mitchell, Jr et al. Teknik ini menggambarkan sebagai salah satu teknik yang melibatkan kontraksi otot secara volunteer dalam suatu pola terkontrol pada segmen-segmen yang telah ditentukan dengan jelas dan terlokalisir, yang kemudian dimobilisasi dengan *counterforce* dari terapis (Chaitow et al., 2013)

Ada 2 bentuk aplikasi *muscle energy technique* yaitu *postisometric relaxation* dan *reciprocal inhibition.* Suatu istilah yang banyak digunakan dalam perkembangan *muscle energy technique* baru-baru ini adalah *post isometric relaxation (PIR),* khususnya yang berkaitan dengan kerja. *PIR* merujuk pada anggapan bahwa efek penurunan tonus otot akan terjadi pada otot atau grup otot setelah jangka waktu singkat dari kontraksi *isometric*. Suatu variasi *muscle energy technique* yang lebih jauh dapat melibatkan respon fisiologis dari otot antagonis yang secara isometric berkontraksi sehingga terjadi *reciprocal inhibition (RI)* (Chaitow et al., 2013).

Konsep *RI* adalah ketika suatu otot berkontraksi secara *isometric* maka antagonis akan terinhibisi dan akan menunjukkan penurunan tonus dengan cepat setelah kontraksi tersebut. Dengan demikian, sebagai bagian dari prosedur *muscle energy technique* bahwa otot atau group otot antagonis yang memendek, dengan kontraksi secara isometric akan mencapai derajat kenyamanan pada otot dan terciptanya potensial gerakan tambahan pada jaringan yang memendek, kepentingan relative dari proses ini berdasarkan pada penelitian evidence based (Chaitow et al., 2013).

Greenman menyimpulkan syarat-syarat untuk keberhasilan penggunaan *muscle energy technique* dalam prosedur osteopathic sebagai control, balance, dan lokalisaasi. Greenman menjelaskan elemen-elemen dasar dari *muscle energy technique* yang meliputi :

a. Suatu kontraksi aktif dari pasien, yang mulai dari posisi terkontrol dan dalam arah spesifik (kearah hambatan keterbatasan atau menjahui hambatan keterbatasan).
b. Fisioterapis mengaplikasikan gaya lawanan yang jelas untuk mengatasi gaya kontraksi dari pasien.

Derajat usaha yang dihasilkan harus terkontrol yaitu cukup untuk memperoleh efek tetapi tidak cukup besar untuk menyebabkan trauma atau kesulitan dalam mengontrol usaha tersebut (Chaitow et al., 2013).

a. Dosis *Muscle Energy Tehnique*

Adapun dosis yang digunakan adalah :

F : setiap kali kunjungan 3x seminggu

I : Dilakukan secara selama 4-5 set.

T : *Post Isometric Relaxation (PIR), Reciprocal Inhibition* (RI)

T : 5-10 menit

b. Metode Muscle Energy Tehnique

MET ditandai dengan kontraksi otot rangka yang diinduksi oleh pasien melawan resistensi fisioterapis dalam arah dan posisi yang terkendali.

Dengan prosedur MET sebagai berikut (A. et al., 2020):

1) Isolasi sendi target dan / atau penghalang otot melalui posisi sendi, umumnya ke penghalang patologis.
2) Hal ini diikuti oleh kontraksi otot aktif oleh pasien ke arah tertentu, umumnya menjauhi restriksi, untuk jangka waktu tertentu melawan tahanan yang diberikan fisioterapis. Secara konvensional, jumlah kekuatan yang dihasilkan oleh pasien haruslah jumlah maksimum yang dapat ditoleransi dengan nyaman oleh pasien dan praktisi.
3) Relaksasi otot yang berkontraksi.
4) Gerakan pasif anatomi pasien menuju penghalang patologis baru
5) Langkah 1 sampai 4 diulangi sesuai pencapaian rentang gerak yang diinginkan.

Dalam kerangka ini, protokol yang berbeda telah dikembangkan dengan spesifikasi yang bervariasi untuk setiap langkah, termasuk durasi dan kekuatan kontraksi, durasi istirahat, dan jumlah pengulangan. Misalnya, metode Greenman mengusulkan langkah relaksasi lima hingga tujuh detik dan pengulangan tiga hingga lima detik secara keseluruhan.

## C. HUBUNGAN FISIOTERAPI KONSERVATIF DAN NYERI

Infrared secara umum mempengaruhi persepsi nyeri secara menguntungkan karena adanya reaksi peningkatan sekresi endorfin. Efek lainnya adalah mempercepat reaksi metabolisme dan reaksi imunologi serta mempengaruhi pengaturan aktivitas sistem saraf otonom dalam aspek pengendalian ketegangan otot (Putowski et al., 2016).

Dalam studi Ojeniweh dan kawan-kawan, melakukan penelitian menggunakan terapi infrared di daerah punggung bawah dengan berbaring selama 30 menit, tiga kali seminggu, selama masa pengobatan, selama enam minggu. Perawatan sebelum dan sesudah subjek tingkat nyeri dan kecacatan fungsional skor dinilai menggunakan poin skala nyeri peringkat numerik dan kuesioner oswestry disability index pada dua kelompok desain pra-eksperimental. Total dari lima puluh subjek (26 laki-laki dan 24 perempuan) dari asal Afrika kulit hitam didiagnosis secara klinis dengan nyeri punggung bawah kronis non spesifik yang memenuhi kriteria inklusi direkrut untuk penelitian, tetapi hanya 44 subyek (26 laki-laki dan 18 perempuan) menyelesaikan studi enam minggu. Dengan hasil enam minggu terapi radiasi infrared efektif dalam mengurangi rasa sakit

dan meningkatkan indeks kecacatan fungsional dalam kronis rendah sakit punggung (Ojeniweh et al., 2015).

Local heating atau pemanasan lokal telah lama terbukti memiliki efek penghilang rasa sakit dan dapat meningkatkan elastisitas jaringan ikat dan jangkauan sendi. Adapun mekanisme yang terlibat di dalamnya yakni meningkatkan aliran darah lokal dan meningkatkan reaksi inflamasi ringan yang dimediasi melalui pelepasan dari histamin dan prostaglandin; sehingga memfasilitasi vasodilatasi pembuluh darah; mengubah aktivitas enzim dan laju metabolisme; ambang nyeri meningkat melalui aksi langsung dari panas saat ujung saraf bebas atau batang saraf yang memasok area yang terkena panas dengan berbagai mekanisme, termasuk berdampak pada membran potensial saraf. Radiasi IR, juga memberikan sensasi hangat, yang terbukti menurunkan kecepatan konduksi saraf sensorik dan mengganggu respon neuron tanduk dorsal terhadap formalin (Huang et al., 2012).

Lain halnya dengan TENS yang merupakan elektrikal stimulan listrik yang diterapkan pada kulit bertujuan untuk mengendalikan nyeri. TENS yang umum dijelaskan pada kombinasi parameter yang dianggap mengaktifkan serabut saraf yang berbeda. TENS Bbiasanya tanpa kontraksi otot dan frekuensi tinggi  (10 hingga 200 puls per detik (pps) dengan elektroda diaplikasikan di atas area yang sakit, disebut "TENS konvensional", dapat mengaktifkan serat Ab. Stimulasi jenis ini telah terbukti memodulasi nyeri pada tulang belakang segmental level 3,4 sesuai dengan *gate control theory*. Aktivitas yang diinduksi TENS dalam

serat Adelta dapat memodulasi rasa sakit dan depresi jangka panjang jalur nosiseptif atau menghambat jalur nyeri descenden (Claydon et al., 2011). Efek TENS pada besar tekanan nyeri sebagian besar berhubungan dengan besaran dan respon waktu. Hal Ini dari 47 uji coba TENS yang melaporkan besar efek selama stimulasi TENS (sebagai lawan untuk post stimulation) menggunakan model tekanan nyeri. Teori hipoalgesik sebagian dapat dijelaskan oleh aktivasi serabut segmental Abeta yang menginduksi "gate pain", sebagai pengurangan cepat hipoalgesia pasca stimulasi terkait dengan mekanisme neuronal ini. Mekanisme modulasi rasa sakit ini adalah premis asli untuk pengembangan TENS dan pemilihan parameter ini.

Tekanan algometri menginduksi nyeri yang dimediasi oleh Adelta dan C. Serabut aferen dari kulit dan otot dan telah digambarkan sebagai paralel eksperimental dengan palpasi pada praktek klinis. Oleh karena itu, temuan ini memberikan bukti mengenai efek TENS pada hiperalgesia otot dan juga sensitivitas nyeri kulit. Transmisi impuls yang terhambat pada serabut saraf terkait dengan diameter dan keberadaan mielin; dimana berkaitan dengan akticasi ambang batas rangsang dan kecepatan konduksi, berbanding terbalik dengan diameter, dan serat mielin berjalan lebih cepat dari serat tak bermyelin. Oleh karena itu, serat Abeta bermielin besar memiliki ambang batas yang lebih rendah untuk aktivasi dan transmisi impuls saraf pada tingkat yang lebih cepat daripada serabut saraf yang diaktifkan dengan frekuensi yang tinggi, stimullasi intensitas rendah. Stimulasi frekuensi rendah paling cocok untuk mengaktifkan serat

Adelta atau C karena kecepatan konduksi yang lambat dan periode refraktori yang lama (meskipun diakui bahwa stimulasi frekuensi rendah dapat diaktifkan melalui serabut Abeta, stimulasi frekuensi rendah paling cocok untuk mengaktifkan serat Adelta atau C). Serat Adelta dan C, memiliki ambang batas yang lebih tinggi untuk teraktivasi (Claydon et al., 2011).

## D. HUBUNGAN *MYOFACIAL RELEASE TECHNIQUE* DAN NYERI

Menurut Schleip, fisiologi dibalik teknik MFR dapat dikaitkan dengan sistem saraf otonom dan sistem saraf pusat (Kalichman & Ben David, 2017).

1. Sistem saraf otonom

   Tekanan yang diterapkan melalui teknik MFR diyakini akan mengaktifkan sistem saraf otonom dengan menstimulasi interstitial reseptor saraf tipe III dan IV yang merespons sentuhan ringan; yang berakhir pada Ruffini fascia sehingga menanggapi tekanan yang dalam dan berkelanjutan. MFR juga merangsang reseptor ini menurunkan aktivtas simpatis, meningkatkan aktivitas neuron motorik gamma dan merelaksasi sel otot polos intra-fasia. Selain itu, diyakini bahwa sistem saraf otonom mempromosikan vasodilatasi dan dinamika cairan lokal sehingga terjadi perubahan viskositas fasia dengan mengubah substansi dasar menjadi lebih keadaan seperti gel.

Semua efek gabungan ini dihipotesiskan sebagai hasil pelepasan tekanan dari titik nyeri dan meningkatkan fungsi otot.

2. Sistem saraf pusat

Stimulasi mekanoreseptor aktif secara bersamaan pada sistem saraf otonom dan sistem saraf pusat. Dimana respon sistem saraf pusat terhadap tekanan terlokalisasi pada penurunan tonus serabut otot lurik terkait pada pelepasan tekanan melalui penerapan teknik MFR. Teknik MFR memutuskan siklus nyeri-kram dengan melepaskan spasme otot dan mengurangi adhesi, sehingga memulihkan homeostasis normal ke jaringan ikat. Kumparan otot terletak di muscle belly dan terjadi perubahan panjang otot. Saat muscle spindel otot mendeteksi regangan agresif ke otot, jalur saraf eferen mengirim eferen sinyal ke otot tersebut, guna memastikan kontraksi menahan peregangan otot berlebihan. *Force stretch* statis yang tidak meredakan aktivasi *muscle spindle* setelah 8 detik dapat merusak reseptor muscle spindle dan meningkatkan risiko ketegangan otot atau robekan. Golgi tendon Organ (GTO) yang terletak di tendon, bereaksi pada perubahan ketegangan pada otot. Jika GTO merasakan kontraksi otot secara berlebihan berpotensi merusak struktur jaringan lunak terkait, maka terjadi eksitasi dan menghasilkan relaksasi atau kegagalan kontraksi. Stimulasi GTO menghambat *muscle spindle* dan menyebabkan relaksasi otot. Fenomena ini disebut *autogenic inhibition*. *autogenic inhibition* juga dapat terjadi jika diterapkan penekanan pada teknik MFR sehingga menstimulus GTO.

Ketika stimulasi melewati ambang rangsang tertentu, dapat menghambat aktivitas *muscle spindle* dan menurunkan spasme.

Respon modulasi nyeri global terkait dengan *gate control theory. Difuse noxious inhibitory control* (DNIC) atau perbahan siste saraf parasimpatis. *Gate control theory* melibatkan aktivasi ergoreseptor saraf bermielin tebal (kelompok saraf aferen III dan IV). Serabut saraf melalui aktivasi perkutaneus, mechanoreceptor otot, metaboreceptor dan proprioseptor yang memodifikasi sinyal dari nosiseptor asendens melalui serabut saraf Að berdiameter kecil ke periaqueductal grey (Behm & Wilke, 2019).

Analgesia muncul dari sinyal jalur *descendent* untuk reseptor opioid yang menghambat nyeri dengan serotonergik dan neuron noradrenergik. DNIC diaktifkan oleh rangsangan nosiseptif dari jaringan jauh atau non-lokal. Dengan DNIC, aktivasi reseptor non-lokal ditransmisikan ke neuron konvergen multiseptif dan rentang dinamis luas di subnukleus kortikal reticularis dorsalis, di mana ia menghambat nyeri transmisi secara monoaminergik (yaitu norepinefrin dan serotonin), mengurangi persepsi nyeri pada bagian yang terkena juga sebagai tempat yang jauh atau non-lokal. *Pressure* pada teknik MFR juga dapat mengaktifkan sistem parasimpatis, yang bekerja secara global pada tubuh. Stimulasi parasimpatis mengubah serotonin, kortisol, endorphin, dan oksitosin, mengurangi persepsi nyeri. Selanjutnya pengurangan refleks parasimpatis dapat menurunkan sensitivitas nyeri dengan mengurangi stres jaringan myofascial dengan merelaksasi ketegangan pada otot polos jaringan

lunak. Karena penurunan nyeri tidak hanya terjadi pada area lokal nyeri, dapat dihipotesiskan bahwa peningkatan ROM yang diinduksi dari teknik MFR juga mewakili hasil dari adaptasi saraf yang dominan. Studi terbaru memiliki oleh karena itu meneliti efek intervensi *"release"* tentang fleksibilitas (Behm & Wilke, 2019).

## E. HUBUNGAN *MUSCLE ENERGY TEHNIQUE* DAN NYERI

*Golgi tendon Organs (GTO)* adalah mechanoreceptors yang ditemukan di sebagian besar otot rangka yang sensitif terhadap kekuatan kontraktil otot, dan tidak secara konsisten diaktifkan oleh peregangan otot. Kumpulan kolagen yang dienkapsulasi ini dipersarafi oleh serabut aferen tipe Ib dengan konduksi cepat, dan yang terdapat pada otot-tendon atau otot-*apeneurosis junction* yang menempel pada satu ujung tendon fasikula individu otot, dan seluruh tendon otot atau aponeurosis di ujung lainnya. Penempatan ini, sering digambarkan sebagai "in-series," yang berarti reseptor adalah bagian dari unit fungsional, berbeda dengan spindel otot yang beroperasi berdekatan dengan unit fungsional, "secara paralel". GTO diaktifkan pada tingkat kekuatan yang tinggi dan secara hipotetis menghambat aktivitas otot, mencegah cedera muskuloskeletal (A. et al., 2020).

Secara fisiologis, peningkatan ketegangan pada GTO mendorong aktivasi serabut aferen tipe Ib yang memproyeksikan ke tulang belakang, di mana interneuron menghambat neuron motor α eferen yang menerima sinyal dari korteks ke otot homonim. Akibatnya, stimulasi GTO dapat

mengesampingkan sinyal pengaktifan otot dari otak, yang mengarah ke relaksasi. Fenomena ini dikenal sebagai refleks *“inverse stretch”* atau refleks *“autogenic”* (A. et al., 2020).

*Muscle spindle* adalah mechanoreceptor yang sensitif terhadap regangan terletak di otot rangka. *Muscle spindle* merupakan sekumpulan serat otot lurik "intrafusal" di dalam fasikula serat otot "ekstrafusal" penghasil kekuatan. "Fusal", berasal dari istilah "fusiform", yang berarti berbentuk spindle atau gelondong. Setiap peregangan, perubahan panjang, dari serat ekstrafusal sehingga menghasilkan peregangan serat intrafusal, yang kemudian terdeteksi di daerah ekuator dan kutub dari gelendong otot. Fisiologi ini berbeda dengan GTO yang relatif tidak sensitif terhadap perubahan pasif dalam panjangnya tetapi merespons peningkatan kekuatan otot. Sensasi regangan diukur dengan dua jenis aferen: primer (tipe Ia) dan sekunder (tipe II). Ada satu serabut Ia dan antara nol sampai lima serabut tipeII per spindel. Serabut Ia sebanding dalam ukuran dan kecepatan transmisi ke serat Ib yang memasok semua serat intrafusal di gelendong di wilayah ekuator. Serabut tipe II berakhir di ujung kutub dari *spindle*. *Muscle spindle* juga sebagai proprioseptor karena serat eferen menginervasi mereka. Neuron motorik bermielin ini berasal dari eferen yang mensuplai otot ekstrafusal. Eksitasi neuron motorik ini tidak mempengaruhi ketegangan otot secara keseluruhan tetapi tampaknya mempertahankan ketegangan pada muscle spindle untuk melacak panjang serat ekstrafusal secara efektif. Terakhir, aferen spindel aktif secara tonik, dengan laju penembakan yang meningkat

sebagai respons terhadap regangan pasif dengan cara yang bergantung pada kecepatan.

Secara fisiologis, regangan ke serabut otot menghasilkan aktivasi aferen spindel otot Ia yang memproyeksikan ke tulang belakang dan mengaktifkan neuron α-motor eferen, dan selanjutnya, neuron motorik dari otot homonim yang menyebabkan kontraksi serabut intra dan ekstrafusal. Bersamaan dengan itu, serat Ia mengaktifkan interneuron pada tulang belakang untuk menghambat neuron motorik α otot antagonis. Sirkuit ini secara sederhana digambarkan sebagai "refleks peregangan. Jalur ini dianggap mencegah pemanjangan otot yang berlebihan dan berperan dalam aktivitas seperti berjalan bipedal dan postur tubuh (A. et al., 2020). Melalui efek stimulasi pada proprioseptor dan mekanoreseptor sendi sehingga dapat menginhibisi pesan nyeri yang dibawa oleh nosiseptif pada *cornu dorsaliis spinal cord* (Chaitow et al., 2013)