

# OLAHRAGA TERAPI REHABILITASI PADA GANGGUAN MUSCULOSKELETAL

dr. Novita Intan Arovah, MPH, PhD



## **Olahraga Terapi Rehabilitasi pada Gangguan Musculoskeletal**

© Novita Intan Arovah

---

Cetakan I, Oktober 2021

---

Penulis : dr. Novita Intan Arovah, MPH, PhD  
Penyunting Bahasa : Shendy Amalia  
Tata Letak : Arief Mizuary  
Cover : Ngadimin

---

### **Diterbitkan dan dicetak oleh:**

#### **UNY Press**

Jl. Gejayan, Gg. Alamanda, Komplek Fakultas Teknik UNY  
Kampus UNY Karangmalang Yogyakarta 55281

Telp : 0274-589346

Mail : unypenerbitan@uny.ac.id

*Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)*

*Anggota Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia (APPTI)*

---

ISBN : 978-602-498-284-3

---

### **Hak Cipta dilindungi undang-undang.**

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
PRAKATA.....	xv
BAB 1. GANGGUAN MUSCULOSKELETAL.....	1
A. Patofisiologi Umum Gangguan Musculoskeletal.....	1
B. Faktor Risiko Gangguan Musculoskeletal.....	3
C. Jenis Gangguan Musculoskeletal.....	5
1. Trauma.....	5
a) Trauma Tulang.....	5
b) Trauma Sendi.....	8
c) Trauma Otot.....	9
d) Trauma Struktur Artikular dan Ekstra-Artikular.....	10
2. Gangguan Degeneratif Sistem Musculoskeletal.....	12
a) Penuaan Tulang.....	12
b) Penuaan Sendi.....	12
c) Penuaan Otot.....	13
3. Gangguan Khusus pada Tulang.....	13
a) Osteoporosis dan Osteopenia.....	13
b) Osteomalacia.....	14
c) Penyakit Tulang Paget.....	14
d) Osteochondrosis.....	15
e) Infeksi tulang (Osteomyelitis).....	18
f) Gangguan Osteogenesis.....	18
4. Gangguan Khusus Pada Sendi.....	19
a) Osteoarthritis.....	19
b) Rheumatoid Arthritis (RA).....	20
c) Penyakit Diskus Degeneratif.....	21
d) Spondilitis Ankilosa.....	21
e) Arthritis Reaktif (Sindrom Reiter).....	22
f) Asam Urat/Gout.....	22
g) Juvenile Idiopathic Arthritis (JIA).....	23

h) Bentuk Arthritis Lainnya.....	24
5. Gangguan Khusus Pada Otot.....	24
a) Miopati.....	24
b) Miopati Peradangan .....	25
D. Nyeri sebagai Gejala Utama Gangguan Musculoskeletal.....	25
1. Patofisiologi Nyeri.....	26
2. Transmisi dan Modulasi Nyeri.....	26
a) Kerja Nociceptor dalam Persepsi Nyeri.....	26
b) Transmisi impuls dari Nociceptor pada Lintasan Saraf Sensoris.....	27
c) Kejadian Hipersensitisasi Nyeri Kronis (Allodyna dan Hyperalgesia) .....	27
d) Modulasi Transmisi Nyeri .....	27
e) Teori Gate Control Nyeri.....	28
3. Jenis Nyeri .....	29
4. Lokasi Nyeri .....	29
a) Nyeri Otot.....	29
b) Nyeri Tendon .....	30
c) Nyeri Sendi .....	30
d) Nyeri Saraf .....	30
5. Penataksanaan Nyeri.....	31
a) Nonfarmakologis .....	31
b) Farmakologis.....	33
6. Pengukuran Nyeri .....	37
a) Penilaian Nyeri Akut.....	37
b) Penilaian Nyeri Kronis.....	39
E. Tahapan Pemulihan Cedera .....	41
a) Fase Pendarahan .....	42
b) Fase Peradangan .....	42
c) Fase Proliferasi .....	44
d) Fase Remodeling.....	45

## BAB 2. PRINSIP OLAHRAGA TERAPI DAN REHABILITASI GANGGUAN MUSCULOSKELETAL..... 47

A. Prinsip Dasar Manajemen Terapi Fisik.....	47
B. Prinsip Dasar Olahraga Terapi.....	48
1. Fase 1: Fase Akut (1–7 Hari).....	48
2. Fase 2: Fase Subakut (Hari 3–< 3 Minggu).....	48
3. Fase 3: Fase Remodelling: (1–6 Minggu) .....	49
4. Fase 4: Fase Fungsional: (2 Minggu - 6 Bulan).....	49

5. Fase 5: Kembali ke Aktivitas Atletik Normal (3 Minggu hingga 6 Bulan) .....	49
C. Latihan Fleksibilitas dan Mobilitas.....	50
1. Definisi Jangkauan Sendi dan Faktor yang Mempengaruhi.....	50
2. Pengukuran Jangkauan Sendi (Range of Movement).....	51
3. Mekanisme Fisiologis Peregangan Otot.....	52
a) Model Biomekanik .....	52
b) Model Sensorik .....	52
c) Model Saraf.....	53
4. Indikasi dan Kontraindikasi Latihan Streching .....	53
a) Indikasi Latihan Stretching .....	53
b) Kontraindikasi Latihan Stretching .....	53
5. Lingkup Latihan Fleksibilitas dan Mobilitas .....	53
a) Stretching Statis.....	55
b) Stretching Dinamis.....	58
d) Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) .....	59
D. Latihan Kekuatan dan Power Otot .....	63
1. Prinsip Latihan Kekuatan .....	63
2. Tujuan dan Jenis Latihan Kekuatan .....	65
3. Bentuk Khusus Latihan Kekuatan .....	66
4. Jenis Latihan Kekuatan.....	67
a) Kontraksi Isotonik.....	67
b) Kontraksi Isometrik .....	67
c) Kontraksi Isokinetik.....	67
5. Open dan Closed Kinetic Chain .....	68
E. Latihan Ketahanan Kardiorespirasi .....	68
F. Latihan Khusus .....	69
1. Latihan Balance .....	69
2. Latihan Propioseptif.....	71
3. Latihan Plyometrics.....	72
a) Bentuk Latihan .....	73
b) Metode Latihan.....	73
c) Pertimbangan Keamanan .....	74
G. Indikator Program Latihan .....	74
1. Intensitas Latihan .....	74
a) Intensitas berdasarkan Frekuensi Denyut Jantung.....	75
b) Intensitas berdasarkan RPE (Rating of Perceived Exertion) ....	76
c) Intensitas Latihan berdasarkan METs .....	78
2. Durasi Latihan .....	79
3. Frekuensi Latihan.....	80

4.	Peningkatan Intensitas (Progresi) Latihan .....	80
a)	Fase Awalan (Initial Conditioning Phase).....	81
b)	Fase Peningkatan (Improvement Conditioning Stage).....	81
c)	Fase Pemeliharaan (Maintenance Conditioning Stage).....	81
H.	Pelaksanaan Sesi Latihan .....	82
1.	Faktor Lingkungan pada Latihan.....	82
2.	Pengawasan Latihan.....	83
a)	Program Latihan tanpa Pengawasan.....	83
b)	Program Latihan dengan Pengawasan.....	83
c)	Program Latihan dengan Pengawasan Medis.....	83
<b>BAB 3.</b>	<b>REGIO SENDI JARI KAKI.....</b>	<b>85</b>
A.	Anatomi dan Fisiologi .....	85
1.	Tulang Sendi Jari Kaki .....	85
2.	Ligamen Sendi Jari Kaki.....	86
3.	Otot Sendi Jari Kaki.....	87
4.	Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Jari Kaki. ....	88
5.	Gerakan Sendi Jari Kaki .....	88
B.	Patofisiologi .....	89
1.	Cedera metatarsophalangeal.....	89
2.	Patah dan dislokasi phalang.....	89
3.	Fraktur metatarsal.....	90
4.	Fraktur dan dislokasi dari talus.....	90
5.	Cedera calcaneali.....	90
6.	Strain plantar fascia .....	90
C.	Program Latihan .....	90
<b>BAB 4.</b>	<b>REGIO PERGELANGAN KAKI (ANKLE) .....</b>	<b>97</b>
A.	Anatomi dan Fisiologi .....	97
1.	Tulang Sendi Pergelangan Kaki (Ankle).....	97
2.	Ligamen Sendi Pergelangan Kaki (Ankle).....	98
3.	Otot Sendi Pergelangan Kaki (Ankle).....	99
4.	Pembuluh Darah dan Persarafan Pada Pergelangan kaki.....	100
5.	Gerakan Sendi Pergelangan Kaki (Ankle).....	100
B.	Patofisiologi .....	101
1.	Ankle Sprain .....	101
2.	Strain Tendon Achilles .....	102
3.	Subluksasi/Dislokasi Tendon Peroneal.....	102
4.	Tendinitis Tibialis Posterior dan Anterior.....	102

5. Tendinitis Achilles.....	102
6. Bursitis Kalkaneus.....	103
7. Metatarsalgia Morton.....	103
8. Sindrom Tarsal Tunnel.....	104
9. Sindrom Kompartemen Ekstremitas Bawah .....	104
10. Tenosinovitis pada Daerah Kaki dan Pergelangan Kaki.....	105
11. Hallux valgus .....	105
12. Fascitis Plantaris.....	106
C. Program Latihan .....	106
<b>BAB 5. REGIO LUTUT .....</b>	<b>111</b>
A. Anatomi dan Fisiologi .....	111
1. Tulang Sendi Lutut .....	111
2. Ligamen Sendi Lutut .....	111
3. Otot Sendi Lutut .....	112
4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Lutut. ....	113
5. Gerakan Sendi Lutut.....	113
B. Patofisiologi .....	114
1. Cedera Ligamen Lutut.....	114
2. Robekan Meniskus.....	114
3. The Unhappy Triad.....	115
4. Osteoarthritis .....	115
5. Chondromalacia .....	115
6. Prepatellar Bursitis.....	116
7. Bursitis patelar .....	116
8. Jumper's Knee.....	116
9. Patellofemoral Syndrome .....	116
10. Pes anserinus bursitis .....	116
C. Program Latihan .....	117
<b>BAB 6. REGIO PANGGUL.....</b>	<b>123</b>
A. Anatomi dan Fisiologi .....	123
1. Tulang Sendi Panggul .....	123
2. Ligamen Sendi Panggul.....	124
3. Otot Sendi Panggul.....	124
4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Panggul .....	125
5. Gerakan Sendi Panggul .....	125
B. Patofisiologi .....	126

1. Dislokasi Kepala Femur .....	126
2. Dislokasi Panggul .....	126
3. Stress Fracture .....	127
4. Gangguan Leg-Calve-Perthes (Coxae Plana).....	127
5. Osteitis Pubis .....	127
6. Bursitis trokanter .....	127
7. Meralgia paresthetica .....	127
8. Sindrom piriformis .....	128
C. Program Latihan .....	128
<b>BAB 7. REGIO PUNGGUNG .....</b>	<b>137</b>
A. Anatomi dan Fisiologi .....	137
1. Tulang Sendi Punggung .....	137
2. Ligamen Sendi Punggung .....	139
3. Otot Sendi Punggung .....	140
4. Pembuluh Darah Sendi Tulang Belakang .....	141
5. Gerakan Sendi Punggung .....	142
B. Patofisiologi .....	143
1. Gangguan Postural.....	143
2. Hernia Nucleus Pulposus .....	143
3. Spondylosis .....	144
C. Program Latihan .....	144
<b>BAB 8. REGIO LEHER.....</b>	<b>151</b>
A. Anatomi dan Fisiologi .....	151
1. Tulang Sendi Leher .....	151
2. Ligamen Sendi Leher .....	152
3. Otot Sendi Leher .....	153
4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Leher .....	153
5. Gerakan Sendi Leher .....	154
B. Patofisiologi .....	155
1. Cedera Leher (Whiplash) .....	155
2. Stenosis Crervicalis.....	156
3. Brachial Plexus Neuoropraxia (Burner).....	156
4. Hernia Cervicalis Disk .....	156
5. Ketegangan leher dan mialgia .....	156
6. Acute Torticollis (wryneck) .....	157
7. Spondilosis cervikal .....	157

C. Program Latihan .....	158
BAB 9. REGIO BAHU .....	167
A. Anatomi dan Fisiologi .....	167
1. Tulang Sendi Bahu .....	167
2. Ligamen Sendi Bahu .....	168
3. Otot Sendi Bahu .....	170
4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Bahu .....	171
5. Gerakan Sendi Bahu .....	172
B. Patofisiologi .....	173
1. Dislokasi .....	173
2. Separation.....	173
3. Gangguan Rotator Cuff (Tendinitis dan Bursitis).....	173
4. Frozen Shoulder (Adhesive Capsulitis).....	173
5. Tendinitis biseps .....	173
6. Osteoarthritis sendi bahu dan sendi acromioclavicular.....	174
7. Tendinitis bahu.....	174
8. Osteoarthrosis.....	174
C. Program Latihan .....	175
BAB 10. REGIO SIKU .....	189
A. Anatomi dan Fisiologi .....	189
1. Tulang Sendi Siku.....	189
2. Ligamen Sendi Siku .....	190
3. Otot Sendi Siku (Persendian Cubiti) .....	190
4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Siku.....	191
5. Gerakan Sendi Siku.....	192
B. Patofisiologi .....	192
1. Arthritis.....	192
2. Epicondylitis .....	193
3. Bursitis Olekranon .....	193
4. Osteoarthrosis.....	194
C. Program Latihan .....	194
BAB 11. REGIO PERGELANGAN TANGAN.....	203
A. Anatomi dan Fisiologi .....	203
1. Tulang Sendi Pergelangan Tangan .....	203
2. Ligamen Sendi Pergelangan Tangan.....	204
3. Otot Sendi Pergelangan Tangan .....	205

4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Pergelangan Tangan.....	206
5. Gerakan Sendi Pergelangan Tangan .....	206
B. Patofisiologi .....	207
1. Sprain.....	207
2. Carpal tunnel Syndrome .....	207
3. Arthritis.....	208
4. Tenosinovitis dan Peritendinitis Pergelangan Tangan dan Jari ...	208
5. Tenosinovitis De Quervain.....	209
6. Osteoarthrosis.....	209
7. Sindrom Kompartemen .....	210
8. Trombosis Arteri Ulnaris (Sindrom Hipotenar Hammer) .....	210
9. Kontraktur Dupuytren .....	211
10. Ganglia Pergelangan Tangan dan Tangan.....	211
C. Program Latihan .....	212
<b>BAB 12. REGIO JARI TANGAN .....</b>	<b>219</b>
A. Anatomi dan Fisiologi .....	219
1. Tulang Sendi Jari Tangan .....	219
2. Ligamen Sendi Jari Tangan .....	220
3. Otot Sendi Jari Tangan .....	220
4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Jari Tangan .....	221
5. Gerakan Sendi Jari Tangan .....	222
B. Patofisiologi .....	222
1. Arthritis.....	222
2. Kontraktur Dupuytren .....	223
3. Kista Ganglion.....	223
4. Tendinitis.....	223
5. Trigger Finger.....	223
C. Program Latihan .....	224
<b>REFERENSI DAN BIBLIOGRAFI.....</b>	<b>229</b>
<b>GLOSSARY .....</b>	<b>235</b>
<b>INDEXS .....</b>	<b>243</b>
<b>TENTANG PENULIS.....</b>	<b>247</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	1.1. Anamnesis Nyeri .....	38
Gambar	2.1. Alur Olahraga Terapi Paska Cedera Sendi.....	50
Gambar	2.2. Goniometer (Wikipedia-Creative Common) .....	51
Gambar	2.3. Manfaat Latihan Kekuatan .....	64
Gambar	3.1. Tulang Sendi Jari Kaki .....	85
Gambar	3.2. Ligemen Sendi Jari Kaki .....	86
Gambar	3.3. Otot Sendi Kaki .....	87
Gambar	3.4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Jari Kaki .....	88
Gambar	3.5. Gerakan Sendi Jari Kaki .....	89
Gambar	4.1. Tulang Sendi Pergelangan Kaki.....	97
Gambar	4.2. Ligamen Sendi Pergelangan Kaki.....	98
Gambar	4.3. Otot Sendi Pergelangan Kaki.....	99
Gambar	4.4. Peredaran Darah Sendi Ankle .....	100
Gambar	4.5. Persarafan Sendi Pergelangan Kaki.....	100
Gambar	4.6. Gerakan Sendi Pergelangan Kaki .....	101
Gambar	5.1. Tulang Sendi Lutut .....	111
Gambar	5.2. Ligamen Sendi Lutut.....	112
Gambar	5.3. Otot Sendi Lutut .....	112
Gambar	5.4. Peredaran Darah dan Saraf Sendi Lutut .....	113
Gambar	5.5. Gerakan Sendi Lutut .....	113
Gambar	6.1. Tulang Sendi Panggul .....	123
Gambar	6.2. Ligamentum Internal dan Eksternal Sendi Panggul .....	124
Gambar	6.3. Otot Sendi Panggul .....	124
Gambar	6.4. Peredaran Darah Sendi Panggul.....	125
Gambar	6.5. Gerakan Sendi Panggul .....	126
Gambar	7.1. Struktur Tulang Vertebra .....	137
Gambar	7.2. Hubungan antara Tulang Vertebrae .....	138
Gambar	7.3. Susunan Tulang Belakang .....	138
Gambar	7.4. Ligamen Tulang Belakang.....	139
Gambar	7.5. Otot Sendi Punggung .....	140

Gambar	7.6. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Punggung .....	142
Gambar	7.7. Gerakan Sendi Punggung .....	143
Gambar	8.1. Tulang Sendi Leher .....	151
Gambar	8.2. Ligamen Sendi Leher .....	152
Gambar	8.3. Otot Sendi Leher .....	153
Gambar	8.4. Pembuluh Darah Sendi Leher .....	154
Gambar	8.5. Gerakan Sendi Leher .....	155
Gambar	9.1. Tulang Sendi Humeri dan Acromioclavicularis.....	167
Gambar	9.2. Tulang Sendi Sternoclavicularis.....	168
Gambar	9.3. Ligamen Sendi Humeri dan Acromioclavicularis .....	169
Gambar	9.4. Ligamen Sendi Sternoclavicularis .....	170
Gambar	9.5. Otot Sendi Bahu .....	170
Gambar	9.6. Peredaran Darah Sendi Bahu.....	171
Gambar	9.7. Gerakan Sendi Bahu .....	172
Gambar	10.1. Tulang Sendi Siku.....	189
Gambar	10.2. Ligamen Sendi Siku.....	190
Gambar	10.3. Otot Sendi Siku.....	191
Gambar	10.4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Siku .....	191
Gambar	10.5. Gerakan Sendi Siku.....	192
Gambar	11.1. Tulang Sendi Pergelangan Tangan .....	203
Gambar	11.2. Ligamen Sendi Pergelangan Tangan .....	204
Gambar	11.3. Otot Sendi Pergelangan Tangan .....	205
Gambar	11.4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Pergelangan Tangan ...	206
Gambar	11.5. Gerakan Sendi Pergelangan Tangan .....	207
Gambar	12.1. Tulang Sendi Jari Tangan.....	219
Gambar	12.2. Ligamen Sendi Jari Tangan .....	220
Gambar	12.3. Otot Sendi Jari Tangan.....	220
Gambar	12.4. Peredaran Darah Sendi Jari Tangan.....	221
Gambar	12.5. Gerakan Pada Sendi Jari Tangan .....	222

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Intensitas Latihan Kekuatan .....	65
Tabel 2.2.	Program Latihan Kekuatan Berdasarkan Tujuan.....	65
Tabel 2.3.	Skala Rating of Perceived Exertion.....	76
Tabel 2.4.	Jenis Aktivitas Fisik dan Kisaran Pengeluaran Energinya .....	79
Tabel 2.5.	Contoh Progresi Latihan.....	82
Tabel 3.1.	Contoh Program Latihan Regio Jari Kaki.....	90
Tabel 4.1.	Contoh Program Latihan Regio Pergelangan Kaki .....	106
Tabel 5.1.	Contoh Program Latihan Regio Lutut .....	117
Tabel 6.1.	Contoh Program Latihan Regio Panggul.....	128
Tabel 7.1.	Contoh Program Latihan Regio Punggung.....	144
Tabel 8.1.	Contoh Program Latihan Regio Leher .....	158
Tabel 9.1.	Contoh Program Latihan Regio Sendi Bahu .....	175
Tabel 10.1.	Contoh Program Latihan Regio Bahu.....	194
Tabel 11.1.	Contoh Program Latihan Regio Pergelangan Tangan.....	212
Tabel 12.1.	Contoh Program Latihan Regio Jari Tangan .....	224



## PRAKATA

Sungguh merupakan kebahagiaan bagi penulis, buku yang berjudul “Olahraga Terapi Rehabilitasi pada Gangguan Musculoskeletal” dapat terselesaikan. Buku ini merupakan respon atas tingginya kejadian gangguan musculoskeletal baik yang disebabkan cedera, kelainan metabolik, infeksi maupun gangguan idiopatik baik pada kalangan atlet maupun masyarakat umum.

Buku ini mengulas patofisiologi gangguan musculoskeletal serta prinsip umum olahraga terapi dan rehabilitasi. Selanjutnya pada buku ini dibahas program olahraga terapi dan rehabilitasi secara umum dan pada regio sendi jari kaki, pergelangan kaki, lutut, panggul, punggung dan pinggang, leher, bahu, siku, pergelangan tangan serta jari tangan. Pada buku ini akan diulas terlebih dahulu anatomi dan fisiologi sistem musculoskeletal pada regio tersebut beserta patofisiologi yang sering terjadi pada regio tersebut. Selanjutnya akan diberikan contoh pemrograman latihan yang dapat dilakukan pada masing masing regio tersebut.

Penyusunan program olahraga paska gangguan musculoskeletal bertujuan untuk meningkatkan keberhasilan terapi dan rehabilitasi serta meminimalkan terjadinya risiko relaps akibat kelemahan struktur penyokong sendi. Buku ini ditujukan pada terapis olahraga maupun tenaga kesehatan pada umumnya yang dapat digunakan sebagai bahan rujukan dalam penyusunan program olahraga paska gangguan musculoskeletal.

Akhir kata kami berharap agar buku ini dapat memberi manfaat secara strategis, praktis maupun teoritis bagi semua pihak yang memerlukan referensi tentang olahraga terapi dan rehabilitasi gangguan musculoskeletal.

Yogyakarta, Oktober 2021

Penulis



## BAB 1. GANGGUAN MUSCULOSKELETAL

Gangguan musculoskeletal meliputi gangguan akut maupun kronis pada sistem musculoskeletal yang mencakup otot, sendi, tendon, selubung tendon, tulang, ligamen, saraf, bursa, dan pembuluh darah. Pada bab ini akan dibahas tentang patofisiologi dan faktor risiko gangguan musculoskeletal, beberapa jenis gangguan musculoskeletal, nyeri sebagai gejala utama gangguan musculoskeletal dan penanganannya serta tahapan pemulihan cedera musculoskeletal. Pengetahuan ini diperlukan untuk mendasari pemrograman olahraga terapi dan rehabilitasi yang tepat pada gangguan musculoskeletal.

### A. Patofisiologi Umum Gangguan Musculoskeletal

Gangguan musculoskeletal dapat disebabkan cedera (trauma mekanis), gangguan metabolik, penuaan (degeneratif), gangguan autoimun, infeksi maupun idiopatik (tidak diketahui penyebabnya). Gangguan akibat cedera dapat diakibatkan oleh benturan dari luar (*mechanical injury*) atau dapat pula disebabkan oleh penggunaan sendi yang berlebihan (*overused injury*). Selanjutnya, gangguan musculoskeletal terutama yang diakibatkan oleh cedera dapat diklasifikasikan menjadi tiga tahap, yakni tahap akut, subakut, dan kronis. Tahap akut merupakan tahap dimana gangguan musculoskeletal mulai terjadi dan tanda-tanda radang jelas terlihat. Fase subakut dan kronis merupakan fase lanjut dimana tanda-tanda radang sudah mulai menurun akan tetapi masih belum mencapai pemulihan yang optimal.

Pada tahap akut, respon tubuh diawali ketika sel yang mengalami cedera mengeluarkan mediator kimia yang merangsang terjadinya peradangan. Mediator tadi antara lain berupa histamin, bradikinin, prostaglandin, dan leukotrien. Mediator kimia tersebut dapat menimbulkan vasodilatasi pembuluh darah serta penarikan populasi sel-sel kekebalan pada lokasi cedera. Selanjutnya terjadi kaskade yang melibatkan sistem vaskular dan imunologis, tergantung pada ukuran cedera dan keadaan proses peradangan. Pada peradangan akut, prosesnya dimulai dengan aktivasi sel imun yang berada di semua jaringan yang antara

lain berupa sel makrofag, sel dendritik, sel mast, dan histiosit. Sel-sel tersebut melepaskan zat yang merangsang migrasi lebih banyak sel imunitas (leukosit) di tempat yang menghasilkan tanda-tanda klinis peradangan. Dilatasi pembuluh darah lokal lebih lanjut menyebabkan peningkatan aliran darah yang terlihat sebagai kemerahan dan peningkatan panas. Peningkatan permeabilitas vena memungkinkan plasma darah masuk ke jaringan menyebabkan pembengkakan. Beberapa zat kimia mengiritasi ujung saraf dan nyeri juga bisa disebabkan oleh tekanan mekanis akibat pembengkakan. Keadaan ini dapat menimbulkan penurunan fungsi.

Peradangan merupakan bagian dari proses biologis dimana jaringan merespon agen berbahaya seperti mikroba patogen, kerusakan sel atau bahan kimia berbahaya dan agen fisik. Peradangan tersebut bertujuan untuk melindungi tubuh dari kerusakan lebih lanjut akibat agen patologis serta memulai perbaikan jaringan yang rusak. Apabila agen berbahaya tersebut dapat dieliminasi dan perbaikan dapat dilanjutkan tanpa iritasi lebih lanjut, maka proses pemulihan dapat diselesaikan. Jika iritasi berlanjut, ini dapat menyebabkan peradangan kronis dengan perubahan patologis yang berkembang di jaringan. Peradangan dapat pula terjadi akibat gangguan sistem imunologi sehingga jaringan subjek sendiri dikenali sebagai agen asing dan peradangan kronis ditargetkan ke jaringan tubuh sendiri (autoimun). Arthritis reumatoid dalam hal ini merupakan contoh gangguan autoimun yang mempengaruhi sistem musculoskeletal.

Secara klinis, tanda akut peradangan akut yang umumnya terjadi berupa tumor (pembengkakan), calor (peningkatan suhu), rubor (warna merah), dolor (nyeri), dan functio laesa (penurunan fungsi). Pada proses lanjut (proses subakut dan kronis) tanda-tanda peradangan tersebut akan berangsur-angsur menghilang sejalan dengan terjadinya regenerasi proses kerusakan sel atau jaringan tersebut. Apabila tanda peradangan awal cukup hebat, biasanya rasa nyeri masih dirasakan sampai beberapa hari setelah onset cedera. Kelemahan fungsi berupa penurunan kekuatan dan keterbatasan jangkauan gerak juga masih sering dijumpai pada fase sub akut atau kronis. Salah satu akibat dari inflamasi akut merupakan penyembuhan total sehingga tidak terjadi perubahan jaringan yang permanen. Jika kerusakan jaringan luas atau kadang-kadang karena karakteristik spesifik individu, jaringan ikat yang berlebihan dapat terbentuk sebagai fibrosis (bekas luka) dan ini dapat mengganggu fungsi sistem (misalnya pengurangan pergerakan sendi atau tendon). Kadang-kadang peradangan akut menjadi kronis dengan nyeri yang menetap, perubahan komposisi jaringan dan menurunnya fungsi gerak.

Gangguan musculoskeletal merupakan gangguan yang sering dijumpai baik pada kalangan atlet maupun non-atlet. Salah satu penyebab gangguan musculoskeletal terutama gangguan cedera adalah ketidaksesuaian antara beban eksternal dengan kapasitas tubuh manusia untuk menahan beban tersebut. Kapasitas individu dalam hal ini, mengacu pada karakteristik yang menentukan bagaimana jaringan tubuh dapat menahan beban eksternal dan respon fisiologis terhadap beban. Kapasitas tersebut sesuai dengan karakteristik individu yang antara lain adalah sebagai berikut:

1. Bentuk dan ukuran tubuh, dalam hal ini seseorang dengan bentuk dan ukuran yang lebih besar umumnya dapat menahan beban yang lebih tinggi daripada orang yang lebih kecil.
2. Jenis kelamin, dalam hal ini kekuatan otot maksimal rata-rata wanita adalah sekitar 2/3 dari pria, terlepas dari ukuran tubuh.
3. Umur, dalam hal ini kekuatan otot meningkat selama masa remaja tetapi kemudian menurun secara bertahap. Pada awalnya penurunan fungsi ini berjalan lambat akan tetapi penurunan akan terjadi semakin cepat sampai sekitar 8-16% per dekade setelah sekitar 50 tahun.
4. Kesehatan umum, dalam hal ini beberapa penyakit dapat mengurangi kekuatan jaringan dan memperlambat pemulihan gangguan musculoskeletal.
5. Keterampilan, dalam hal ini orang yang terampil dapat menggunakan tubuh mereka dan menangani kekuatan eksternal secara lebih efektif. Orang yang tidak terampil lebih rentan terhadap situasi yang akan menyebabkan cedera yang tidak disengaja (misalnya ketika kehilangan keseimbangan).

Kapasitas fungsi tersebut bersifat dinamis, sebagai contoh pembebanan terus menerus tanpa waktu pemulihan yang cukup dapat mengakibatkan penurunan kapasitas tubuh berupa pengurangan kekuatan dan daya tahan otot, perlambatan reaksi saraf yang dapat menurunkan fungsi gerak. Sebaliknya program latihan yang memadai dengan waktu *recovery* yang cukup dapat meningkatkan kapasitas tersebut.

Dalam hal ini program olahraga terapi dan rehabilitasi bertujuan untuk meningkatkan kapasitas fisiologis tubuh tersebut. Hal ini penting karena paska gangguan musculoskeletal dan imobilisasi, tubuh bertahap akan beradaptasi dengan menurunkan kapasitas fungsionalnya misalnya otot dan tendon mengalami penurunan fungsi. Lebih lanjut, secara umum, faktor risiko yang

meningkatkan potensi terjadinya gangguan musculoskeletal antara lain adalah faktor ergonomis/faktor latihan, faktor kelainan struktural, faktor kelemahan otot dan ligamen, faktor lingkungan, dan faktor genetik-imunitas:

### 1. Faktor Latihan atau Kerja (Ergonomis)

Beberapa hal yang dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan musculoskeletal adalah progresi latihan yang tidak dapat diadaptasi oleh tubuh. Hal ini disebabkan oleh penggunaan intensitas, frekuensi, durasi dan jenis latihan yang tidak sesuai dengan keadaan fisik seseorang maupun kaidah kesehatan secara umum. Pada keadaan ini tubuh tidak memiliki kesempatan untuk memperbaiki jaringan yang rusak.

Posisi kerja yang kurang ergonomis saat melakukan aktivitas juga berkontribusi pada terjadinya gangguan musculoskeletal. Semakin kurang ergonomis atau buruk posturnya, maka semakin banyak ketegangan pada otot, tendon, dan ligamen di sekitar sendi terjadi. Selain posisi yang kurang ergonomis, posisi statis yang didefinisikan dengan posisi pada jangka waktu yang lama juga dapat mengakibatkan kelelahan dan cedera.

Pada saat postur statis untuk jangka waktu yang lama dapat terjadi pengurangan aliran darah ke jaringan. Hal ini mengakibatkan berkurangnya suplai nutrisi dan oksigen dengan akumulasi asam laktat dan metabolit lainnya, yang dapat mengakibatkan nyeri dan kerusakan jaringan. Risiko gangguan musculoskeletal juga meningkat ketika bagian tubuh yang sama atau serupa digunakan terus menerus, dengan sedikit kesempatan istirahat (*overused injury*).

### 2. Faktor Kelainan Struktural

Kelainan struktural dapat meningkatkan risiko seseorang mengalami gangguan musculoskeletal karena pada keadaan ini terjadi tekanan yang tidak semestinya pada bagian tubuh tertentu. Sebagai contoh, jika panjang kedua tungkai bawah tidak sama, maka pinggul dan lutut pada tungkai yang lebih panjang akan mendapatkan tekanan yang lebih besar.

### 3. Faktor Kelemahan Otot, Tulang, Tendon, & Ligamen

Jika mendapatkan tekanan yang lebih besar daripada kekuatan alaminya, maka otot, tendon dan ligamen dapat mengalami robekan. Gangguan musculoskeletal akan lebih berisiko terjadi jika otot dan ligamen yang menyokongnya lemah. Sebagai contoh, tulang yang rapuh karena osteoporosis mudah mengalami patah tulang (*fraktur*).

#### 4. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan meliputi kualitas manajemen risiko latihan, pertandingan, maupun pengelolaan risiko kerja. Hal hal ini mempengaruhi risiko kecelakaan pada saat berlatih maupun saat bekerja sehingga merupakan salah satu faktor risiko gangguan musculoskeletal.

#### 5. Faktor Genetik, Imunitas dan Metabolik

Proses autoimun atau metabolik yang terjadi pada orang-orang tertentu yang dapat mengakibatkan kerusakan progresif pada musculoskeletal. Beberapa contoh di antaranya adalah pada arthritis rheumatoid, systemic lupus erithomatosus maupun gout yang dapat menimbulkan gangguan musculoskeletal.

### C. Jenis Gangguan Musculoskeletal

---

Gangguan musculoskeletal dapat ditimbulkan sebagai akibat trauma, proses degeneratif maupun gangguan khusus yang diakibatkan oleh gangguan metabolik, kelainan pada fase pertumbuhan, infeksi, gangguan metabolik dan auto imun. Gangguan ini dapat terjadi pada tulang, sendi maupun otot. Berikut ini adalah beberapa gangguan musculoskeletal yang dapat terjadi.

#### 1. Trauma

---

##### a) Trauma Tulang

##### (1) Fraktur

Patah tulang merupakan cedera umum yang disebabkan oleh berbagai bentuk trauma misalnya benturan, jatuh, kecelakaan, dan cedera olahraga. Fraktur dibedakan menjadi patah tulang lengkap atau tidak lengkap. Fraktur juga dapat terjadi karena kelemahan pada tulang, seperti pada osteoporosis. Fraktur tersebut disebut “fraktur patologis.” Tempat umum untuk patah tulang patologis termasuk tulang belakang, pinggul (femur proksimal), atau tulang tarsal dan metatarsal kaki. Fraktur pergelangan tangan juga merupakan akibat umum dari jatuh pada lengan dan tangan yang terentang, terutama ketika kepadatan tulang berkurang.

##### (a) Faktor Risiko Fraktur

(1) Partisipasi dalam kegiatan olahraga high impact dengan risiko benturan atau jatuh.

- (2) Penurunan kepadatan tulang, seperti osteopenia, osteoporosis, atau penyakit Paget.
- (3) Defisit keseimbangan dan/atau koordinasi tubuh.
- (4) Merokok atau penggunaan tembakau lainnya.
- (5) Penggunaan alkohol.
- (6) Nutrisi yang tidak memadai.

(b) Jenis Fraktur

Fraktur tulang dikategorikan dengan beberapa cara. Fraktur dapat diberi nama sesuai dengan lokasi dan jenis fraktur (misalnya fraktur metafisis transversal pada femur kanan). Selain itu, terdapat dua kategori utama fraktur yakni terbuka dan tertutup. Fraktur dianggap terbuka jika kulit patah oleh tulang atau jika ada luka yang berhubungan dengan tulang atau hematoma yang disebabkan oleh fraktur. Fraktur terbuka dapat menimbulkan resiko infeksi yang lebih tinggi. Fraktur terbuka juga bisa disebut fraktur majemuk. Fraktur spiral sering terjadi ketika tulang rusak melalui mekanisme memutar. Setidaknya satu bagian dari tulang yang patah terpelintir dalam fraktur spiral. Istilah fraktur kominutif digunakan jika terjadi beberapa fragmen tulang. Fraktur greenstick terjadi pada tulang anak-anak yang kurang rapuh daripada orang dewasa dimana tulang menekuk tetapi tidak benar-benar retak atau patah. Fraktur nonunion merupakan istilah yang digunakan untuk kondisi di mana fraktur gagal sembuh setelah 9-12 bulan. Fraktur stress terjadi pada tulang yang mengalami stres berulang, seperti tarsal, metatarsal, tibia, dan vertebra. Perhatian khusus diberikan pada fraktur epifisis pada anak-anak karena ini merupakan area pertumbuhan tulang muda, sehingga patah tulang di area ini dapat menghambat pertumbuhan dan menyebabkan asimetri biomekanik.

(c) Penyembuhan dan Manajemen Fraktur

Imobilisasi segmen tulang penting untuk penyembuhan dan sering dilakukan dengan casting atau bidai. Kadang-kadang dilakukan implantasi platina atau bahan lain yang diperlukan untuk memperbaiki posisi tulang. Hal ini disebut sebagai fiksasi internal. Sebaliknya jika penyangga berada di luar tubuh disebut sebagai fiksasi eksternal.

Setelah tulang patah, hematoma terbentuk di antara ujung fragmen tulang. Kapiler baru tumbuh di dalam hematoma, dan terjadi peningkatan suplai darah yang membawa makrofag ke area tersebut, yang membersihkan jaringan mati dan sisa metabolisme lainnya. Fibroblas juga meningkat jumlahnya dan mulai membangun kalus fibrokartilaginosa pada tahap penyembuhan proliferasi. Bentuk fibrocartilaginosa ini menyatukan fragmen tulang dan memberikan

dukungan kuat untuk area tersebut dalam beberapa minggu. Fibroblas kemudian juga menunjukkan matriks tulang kolagen, yang menjadi tulang melalui proses mineralisasi.

Kalus tulang terbentuk selama 6–8 minggu dalam penyembuhan tulang normal pada orang dewasa yang sehat. Pada anak-anak, prosesnya lebih cepat, dan kalus tulang dapat terjadi dalam 3–4 minggu. Kalus tulang dibentuk kembali dan dihaluskan melalui aktivitas osteoklastik pada tahap remodeling. Proses pemulihan biasanya selesai dalam 18 bulan atau kurang. Tulang dewasa umumnya dianggap cukup kuat untuk menahan gaya normal 12 minggu setelah patah tulang. Penyembuhan dapat tertunda, atau dalam kasus non-union gagal terjadi. Faktor-faktor yang menunda penyembuhan meliputi: penggunaan tembakau, penggunaan alkohol, beberapa obat tertentu, nutrisi yang tidak memadai, adanya komplikasi, adanya infeksi, terjadinya malunion, penyakit penyerta, seperti diabetes atau osteoporosis dan kurangnya beban atau tekanan normal pada tulang selama proses penyembuhan, seperti pada kasus imobilisasi umum (misalnya koma, trauma kepala, stroke, dan cedera tulang belakang).

#### (d) Sindrom Kompartemen

Sindrom kompartemen merupakan kondisi serius dimana terdapat kondisi penurunan aliran darah ke area yang dapat terjadi setelah fraktur. Kondisi ini paling sering terjadi di lengan bawah dan kaki tetapi dapat terjadi di tempat lain di tubuh. Suplai darah ke suatu area dapat terganggu oleh fraktur yang parah, ketika pembuluh darah robek dan ketika ada edema. Penggunaan gips dalam hal ini juga dapat menambah tekanan. Pasien dengan sindrom kompartemen mengalami nyeri dan parestesia di daerah tersebut. Jika dibiarkan berlanjut, hilangnya sensasi total dapat terjadi, dan jaringan, termasuk otot dan saraf, dapat menjadi nekrotik dan harus dilakukan amputasi jika kondisi ini berlanjut. Pada kebanyakan kasus, pengangkatan gips dan peninggian anggota badan dapat mengatasi sindrom kompartemen ini. Kadang-kadang prosedur bedah yang disebut fasciotomi mungkin perlu dilakukan untuk mengurangi tekanan pada tungkai secara memadai.

#### (e) Terapi Fisik dan Fraktur

Terapi fisik memainkan peran penting dalam rehabilitasi setelah patah tulang. Pada tahap awal penyembuhan patah tulang saat peradangan perlu dilakukan istirahat, es, kompresi, dan elevasi (rest, ice, compression and elevation (RICE)). Setelah peradangan mereda, perlu dilakukan intervensi terapi fisik yang umumnya meliputi rentang gerak, penguatan, pelatihan gaya berjalan dengan dan tanpa alat bantu, modalitas pengurang nyeri, modalitas

pemicu penyembuhan, latihan progresif dan pelatihan fungsional, pelatihan proprioseptif, dan dalam beberapa kasus perawatan kulit dan luka. Edukasi pada pasien juga merupakan komponen penting dari terapi fisik agar pasien memahami faktor risiko cedera ulang atau penyembuhan yang tertunda, serta teknik dan dosis latihan yang tepat.

## (2) Memar Tulang

Memar tulang terjadi jika terjadi kerusakan pada tulang tetapi trabekula di dalam tulang tetap utuh. Kumpulan cairan dan jaringan yang membusuk dapat terjadi di luar atau di dalam tulang, seperti halnya di jaringan lunak di bawah lapisan luar kulit. Memar tulang dapat terjadi sebagai respons terhadap cedera traumatis atau penggunaan berulang. Terdapat tiga jenis memar tulang, berdasarkan lokasinya yakni:

- (1) Memar tulang subperiosteal terjadi antara periosteum dan tulang.
- (2) Memar tulang subkondral terjadi antara tulang rawan dan tulang.
- (3) Memar tulang interoseus terjadi di kanal meduler tulang.

Memar tulang tersebut tidak dapat didiagnosis dengan foto rontgen. Seringkali diagnosis dibuat berdasarkan gejala (nyeri, bengkak, kaku, perubahan warna area cedera, gangguan fungsional), ketika foto rontgen tidak menunjukkan fraktur tulang. Istirahat, es, kompresi, dan elevasi (RICE) merupakan penanganan yang direkomendasikan untuk memar tulang. Pemulihan membutuhkan waktu 2–3 bulan untuk sembuh. Dalam hal ini terapi fisik bermanfaat selama dan setelah penyembuhan untuk mempertahankan atau meningkatkan jangkauan gerak, kekuatan, dan daya tahan. Komplikasi memar tulang yang jarang terjadi tetapi serius adalah nekrosis avaskular tulang dan jaringan sekitarnya.

## b) Trauma Sendi

Sprain sendi secara sederhana didefinisikan sebagai cedera pada ligamensendi. Sprain berkisar dari yang sangat ringan (regangan atau robekan minimal pada jaringan ligamen) hingga cukup parah, yang melibatkan pemutusan total atau hampir lengkap dari beberapa ligamen. Sprain sendi sering terjadi, terutama pada sendi pergelangan kaki dan pergelangan tangan. Derajat I, II, dan III digunakan untuk menggambarkan tingkat keparahan sprain sebagai berikut:

- (1) Derajat I: Terjadi gejala nyeri ringan dan bengkak serta tidak ada robekan pada ligamen.

- (2) Derajat II: Terjadi gejala nyeri dan pembengkakan dan terjadi sedikit ketidakstabilan gerak akibat robekan ligamen minimal hingga sedang dan terjadi penurunan rentang gerak.
- (3) Derajat III: Terjadi gejala nyeri hebat dan pembengkakan, ketidakstabilan sendi yang substansial, robekan total pada ligamen, penurunan besar dalam rentang gerak; kurangnya stabilitas memungkinkan gerakan sendi yang berlebihan terutama gerakan artrokinematik.

Pembengkakan yang terkait dengan sprain dapat disebabkan oleh efusi intra artikular (pembengkakan di dalam kapsul sendi) atau efusi ekstraartikular (pembengkakan di luar kapsul sendi). Sprain didiagnosis melalui pemeriksaan fisik dan presentasi klinis. Foto rontgen tidak menunjukkan kerusakan ligamen tetapi sering digunakan untuk menyingkirkan fraktur. Perawatan untuk sprain termasuk RICE perlu dilakukan sampai peradangan akut mereda. Pasien mungkin juga memerlukan bidai pelindung dan penyangga, dan pelatihan cara berjalan dengan alat bantu untuk cedera ekstremitas bawah. Selama pemulihan perlu dilakukan intervensi terapi fisik yang dapat berupa latihan proprioseptif, ketahanan otot, dan latihan untuk melakukan aktivitas yang biasa dilakukan sebelum mengalami cedera. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk sembuh setelah sprain cukup bervariasi, tergantung tingkat keparahan sprain, tingkat aktivitas pasien sebelumnya, kesehatan umum dan gaya hidup pasien.

### c) Trauma Otot

#### (1) Strain

Cedera otot atau tendon dikenal sebagai strain. Strain dapat terjadi pada otot, tendon atau pada musculotendinous junction dimana otot dan tendon bertemu. Strain dapat berupa kondisi akut atau kronis. Strain akut biasanya merupakan akibat dari trauma mendadak pada jaringan lunak, seringkali berupa kontraksi eksentrik yang tiba-tiba dan kuat. Strain kronis terjadi dari penggunaan otot yang berlebihan. Strain dinilai sebagai berikut:

1. Derajat pertama (robekan minimal) : terjadi sedikit robekan jaringan dengan gejala nyeri saat melakukan gerakan.
2. Derajat kedua (robekan parsial): terjadi jaringan otot atau tendon robek dengan gejala nyeri, gerakan terbatas dan pembengkakan di tempat cedera.
3. Derajat ketiga (robekan total): terjadi gerakan terbatas atau tidak bisa bergerak sama sekali, biasanya terjadi nyeri berat pada awalnya yang berangsur angsur menurun.

Strain dapat menimbulkan pembengkakan dan ekimosis di area yang luas dan dapat menyakitkan atau melumpuhkan. Area yang paling sering terkena strain termasuk otot punggung bawah, otot adduktor pinggul, otot hamstring, dan otot pergelangan kaki. Tendon achilles sangat rentan terhadap strain yang parah, selama kontraksi eksentrik yang kuat dari otot gastrocnemius dan soleus. Strain umumnya diobati dengan intervensi RICE pada tahap akut. Saat peradangan mulai membaik dapat dilakukan kombinasi latihan rentang gerak progresif, fleksibilitas, dan aktivitas penguatan. Pada kasus strain derajat kedua atau ketiga, mungkin diperlukan intervensi bedah. Penyembuhan bisa membutuhkan waktu beberapa hari hingga satu tahun, tergantung tingkat keparahan cedera.

## (2) Atrofi

Otot yang tidak digunakan rentan mengalami atrofi atau penurunan ukuran. Cedera saraf, cedera otot, cedera tulang, penggunaan gips dan bidai dapat menyebabkan imobilitas yang dapat mengakibatkan atrofi otot. Pasien yang menjalani pemulihan dari operasi atau penyakit serius sering juga mengalami keterbatasan gerak yang dapat menyebabkan atrofi. Setiap otot yang tidak digunakan secara teratur akan menjadi lebih kecil dan lebih lemah dari waktu ke waktu. Pasien yang menggunakan obat glukokortikoid untuk waktu yang lama juga dapat mengalami atrofi karena obat ini meningkatkan laju pemecahan protein jaringan otot.

Terapi fisik dapat membantu meminimalkan atrofi otot dengan program latihan fisik di awal pemulihan. Latihan harus dikembangkan secara bertahap sesuai dengan diagnosis pasien, tujuan pasien, tingkat kesehatan, dan kebugaran pasien. Penting bagi terapis untuk mengetahui bahwa jaringan otot yang tidak digunakan menjadi lebih kaku dan lemah sehingga lebih mudah rusak daripada jaringan otot yang sehat. Oleh karenanya diperlukan latihan peregangan dan penguatan dengan otot yang mengalami atrofi.

## d) Trauma Struktur Artikular dan Ekstra-Artikular

### (1) Tendinopati

Tendinopati meliputi tendinitis dan tendinosis. Tendinitis melibatkan peradangan akut pada tendon. Tendinitis biasanya terjadi sebagai respons terhadap kontraksi otot yang kuat secara tiba-tiba atau peregangan otot dan tendon secara tiba-tiba. Area tubuh di mana tendon sering diregangkan atau digunakan dan area di mana tendon terbentur atau teriritasi karena bergesekan dengan struktur lain merupakan tendon yang paling mungkin terkena.

Tendon yang meradang, terutama untuk waktu yang lama, lebih berisiko mengalami strain. Area umum yang mengalami tendinitis meliputi tendon biseps

brachii, supraspinatus, tendon patela, tendon achilles, tendon ekstensor dan fleksor lengan bawah. Gejala yang timbul dapat berupa pembengkakan, kulit teraba hangat, kemerahan dan nyeri ketika digerakkan

Tendinosis merupakan gangguan degeneratif pada tendon yang dikaitkan dengan penggunaan berlebihan yang kronis dan bukan karena akibat peregangan mendadak atau kontraksi yang kuat. Kerusakan tendon, yang muncul sebagai degenerasi mikroskopis dan disorganisasi serat tendon, biasanya terjadi sebagai respons terhadap penggunaan berlebihan, penyalahgunaan, atau ketidaksejajaran sendi. Suara retakan (krepitasi) dapat dirasakan atau terdengar ketika sendi digerakkan. Pada palpasi dapat ditemukan area nyeri tekan, dan benjolan dan benjolan yang dapat dirasakan pada tendon. Tendinosis juga sering terjadi pada biceps brachii, supraspinatus, tendon patela, tendon achilles, dan tendon ekstensor umum dan fleksor umum lengan bawah.

Intervensi terapi fisik untuk tendinitis umumnya meliputi RICE pada tahap awal untuk membantu meredakan peradangan. Setelah peradangan mereda, latihan bertahap untuk pemulihan range of movement (ROM), peregangan, dan penguatan dapat digabungkan. Penting bagi terapis untuk mengoreksi postur atau sendi selama aktivitas untuk mencegah kekambuhan tendinitis. Tendinosis juga dapat menimbulkan gejala peradangan, sehingga intervensi RICE sering diperlukan. Tendinosis merupakan cedera kronis dan dapat membutuhkan waktu berbulan-bulan untuk sembuh total tidak seperti tendinitis yang umumnya sembuh dalam beberapa minggu.

Intervensi medis untuk tendinitis antara lain meliputi NSAID dan obat steroid (oral atau injeksi). Untuk tendinosis, NSAID dapat membantu ketika terjadi peradangan tetapi tidak boleh digunakan untuk jangka panjang. Terkadang bedah atau transfer tendon diperlukan pada tendinosis pada kasus kasus tertentu.

Terapi fisik dapat sangat berguna baik untuk tendinosis atau tendinitis. Sebagaimana dinyatakan di atas, intervensi RICE merupakan terapi pada pengobatan tendinosis ketika kondisinya adalah tendinitis. Untuk kedua jenis tendinopati, terapi fisik dapat bermanfaat bagi pasien untuk membantu meregangkan struktur pendek atau kaku dan memperkuat struktur pendukung. Memperbaiki postur dan pola gerakan untuk menghindari cedera di kemudian hari juga perlu dimasukkan dalam program terapi fisik, baik untuk tendinitis atau tendinosis.

## (2) Bursitis

Bursitis merupakan peradangan pada bursa di sendi. Bursa merupakan struktur sendi umum yang membantu mengurangi gesekan antara permukaan tulang dan antara tendon dan tulang. Bursa yang terkompresi

atau teriritasi sering mengalami peradangan. Tanda dan gejalanya termasuk rasa sakit yang diperburuk oleh gerakan, karena bursa bisa “terjepit” saat bergerak. Pembengkakan, nyeri dan kemerahan merupakan tanda-tanda umum bursistis. Area yang paling umum untuk bursitis adalah bahu, siku, pinggul, lutut, dan pergelangan kaki.

Intervensi terapi fisik yang perlu dilakukan serupa dengan tendinitis. RICE selama periode peradangan akut adalah terapi utama. Setelah peradangan berkurang, mulai dilakukan perbaikan berfungsi secara bertahap dengan perbaikan postur dan pola gerakan. Intervensi medis meliputi NSAID, steroid (oral atau injeksi), sedangkan pada kasus berat diperlukan pembedahan.

## 2. Gangguan Degeneratif Sistem Musculoskeletal

---

### a) Penuaan Tulang

Tulang merupakan penyokong utama tubuh dan seiring dengan bertambahnya usia, kepadatan tulang dapat menurun. Kepadatan tulang biasanya mulai menurun sekitar usia 30 tahun. Meskipun penurunan kepadatan tulang ditemukan baik pada pria maupun wanita, penurunan kepadatan tulang terbesar terjadi pada wanita terutama ketika kadar estrogen menurun setelah menopause. Kepadatan tulang dapat menurun 10% setiap tahun pada wanita pascamenopause. Oleh karenanya kejadian patah tulang (patologis dan traumatis) jauh lebih tinggi pada lanjut usia dibandingkan dengan orang yang lebih muda.

Tulang yang sering mengalami fraktur adalah tulang belakang, pinggul (colum femoralis), dan radius distal dan ulna. Selain meningkatkan risiko fraktur, kurangnya kepadatan pada tulang vertebral dapat menyebabkan penurunan tinggi badan dan mengakibatkan postur kyphotic. Efek penuaan pada kepadatan tulang dalam hal ini dapat diperlambat dengan berpartisipasi dalam olahraga menahan beban dan menjaga pola makan yang mengandung kalsium dan vitamin D yang cukup.

### b) Penuaan Sendi

Penurunan kepadatan tulang, penggunaan sendi yang berlebihan, kelemahan atau ketidakseimbangan otot dapat menyebabkan perubahan biomekanika dan struktur sendi. Perubahan ini biasa terjadi pada lanjut usia dan menimbulkan nyeri dan kekakuan yang terkait dengan osteoartritis. Dalam hal ini, ligamen yang menopang sendi bisa menjadi lemah, meregang, kaku, atau rusak seiring bertambahnya usia. Perubahan ligamen dikaitkan dengan perubahan biomekanik dalam gerakan sendi, nyeri, dan kelemahan otot. Perlindungan sendi oleh karenanya merupakan aspek utama perawatan terapi fisik untuk

lanjut usia dengan keluhan nyeri atau kelemahan. Perangkat adaptif untuk ambulasi dan dukungan ortotik dalam hal ini dapat digunakan untuk membantu mempertahankan fungsi dan mengurangi rasa sakit.

#### c) Penuaan Otot

Sarkopenia merupakan suatu kondisi di mana jaringan otot hilang yang biasanya terjadi sejalan dengan proses penuaan. Risiko jatuh meningkat dengan adanya sarkopenia. Latihan kekuatan atau beban dalam hal ini efektif untuk meningkatkan kekuatan dan fungsi otot, meskipun peningkatan massa otot tidak diamati. Serabut otot tipe II (*fast-twitch*) tampaknya sangat rentan terhadap sarcopenia terlihat pada tingkat proporsi lebih rendah daripada serat otot type I (*slow-twitch*) pada individu yang lebih tua. Terapis harus memahami bahwa penguatan otot direkomendasikan pada semua usia dan latihan ketahanan yang tepat dapat membantu mengurangi penurunan kekuatan otot seseorang.

### 3. Gangguan Khusus pada Tulang

---

#### a) Osteoporosis dan Osteopenia

Osteopenia dan osteoporosis mengacu pada penurunan kepadatan massa tulang atau bone mass density (BMD). Kejadian ini umum terjadi seiring dengan bertambahnya usia, akan tetapi, beberapa individu kehilangan tulang pada tingkat yang lebih cepat daripada individu yang lain. Faktor risiko osteopenia dan osteoporosis meliputi merokok, kurang olahraga menahan beban, kekurangan berat badan, penurunan kadar estrogen (pasca-menopause, operasi pengangkatan ovarium), alkoholisme, penyakit ginjal, hipertiroidisme, riwayat keluarga positif, dan ras tertentu (Kaukasia atau Asia), dan penggunaan beberapa obat tertentu (misal kortikosteroid, obat anti kejang, beberapa antikoagulan, dan obat kemoterapi.)

Osteopenia dan osteoporosis didiagnosis dengan menggunakan dual-energi dengan menggunakan foto rontgen absorptiometry (DXA scan). Jika skor T BMD seseorang adalah antara 1,0 dan 2,5 standar deviasi di bawah rata-rata untuk usia dan jenis kelamin orang yang dipindai, diagnosis nya merupakan osteopenia. Jika BMD T-score turun di bawah -2,5, diagnosis nya adalah osteoporosis. Tidak setiap orang yang mengalami osteopenia akan berkembang menjadi osteoporosis, tetapi sejumlah besar individu mengalaminya.

Patofisiologi kelainan ini adalah bahwa tulang dipecah melalui aktivitas osteoclastic pada tingkat yang lebih cepat daripada yang dihasilkan melalui aktivitas osteoblastic. Hal ini dapat menimbulkan tulang kanselus dengan ruang udara yang besar di dalam matriks tulang dan tulang yang sangat keropos serta

mudah rusak. Gangguan ini tidak menimbulkan gejala akan tetapi tentunya hal ini meningkatkan risiko fraktur patologis dan mempersulit penyembuhan fraktur. Korpus vertebra, femur proksimal, dan tulang lengan bawah distal merupakan tempat fraktur yang paling umum pada osteoporosis. Fraktur vertebra sering terjadi akibat tekanan terus-menerus pada korpus vertebra saat berdiri dan duduk. Bagian anterior korpus vertebra dapat rusak dan tulang belakang menjadi kyphotic. Kyphosis dapat mempengaruhi fungsi paru-paru dan jantung mempersulit gerakan.

#### b) Osteomalacia

Osteomalacia merupakan pelunakan tulang karena mineralisasi tulang yang tidak memadai, sedangkan osteoporosis disebabkan oleh penurunan kepadatan tulang akibat hilangnya matriks tulang. Pada osteomalacia terjadi demineralisasi tulang. Hal ini terkait dengan gangguan mineralisasi tulang terutama karena kadar fosfat, kalsium, dan vitamin D yang tidak memadai, atau karena peningkatan resorpsi kalsium. Masalah dengan penyerapan kalsium dan nutrisi lain di usus besar atau masalah dengan insufisiensi ginjal dapat menyebabkan osteomalacia. Osteomalacia merupakan kondisi tulang umum di mana ada mineralisasi tulang yang tidak memadai. Banyak dari efek penyakit yang tumpang tindih dengan osteoporosis yang lebih umum, yang jauh lebih umum, tetapi kedua penyakit ini berbeda secara signifikan. Tanda dan gejala osteomalacia meliputi:

1. Nyeri sendi dan tulang yang menyebar (terutama tulang belakang, panggul, dan kaki)
2. Kelemahan otot
3. Kesulitan berjalan kaki
4. Hipokalsemia
5. Vertebra terkompresi menimbulkan pengurangan tinggi badan
6. Mudah patah
7. Pembengkokan tulang

Pada anak-anak, kekurangan kalsium atau Vit D menyebabkan kondisi yang disebut rakhitis, yang sangat mirip dengan osteomalacia pada orang dewasa. Rakhitis dan osteomalacia dapat dicegah atau diobati melalui paparan sinar matahari, dan/atau suplementasi makanan dengan vitamin D, kalsium atau fosfor.

### c) Penyakit Tulang Paget

Penyakit tulang Paget (Paget disease) merupakan kelainan yang menyebabkan tulang rusak dan terbentuk kembali serta merombak, tetapi dengan cara yang sangat tidak teratur. Hal ini menyebabkan tulang menebal dan melemah. Nyeri tulang, nyeri dengan gerakan, dan patah tulang merupakan gejala yang berhubungan dengan penyakit Paget. Kondisi ini dapat mempengaruhi satu atau lebih tulang, dan paling sering terjadi pada panggul, tulang belakang, tengkorak, dan tulang paha. Apabila tengkorak kepala terpengaruh gangguan ini maka gangguan pendengaran dan sakit kepala dapat terjadi.

Penyakit Paget bersifat genetik, tetapi pola genetik kurang dapat diprediksi. Penyakit Paget lebih sering mempengaruhi laki-laki daripada perempuan dan paling umum pada orang-orang Eropa. Kebanyakan pasien didiagnosis secara kebetulan. Artinya, sering kali penderita tidak mengalami tanda atau gejala Paget, tetapi sedang dievaluasi untuk kondisi lain ketika kelainan bentuk tulang diketahui oleh penyedia layanan kesehatan. Banyak pasien tidak bergejala selama bertahun-tahun. Komplikasi dapat berkembang dengan penyakit Paget, termasuk Osteoarthritis, gagal jantung, batu ginjal, dan keterlibatan sistem saraf. Penyakit Paget jarang berkembang menjadi kanker tulang.

Tidak ada pengobatan spesifik untuk Penyakit Paget akan tetapi gangguan ini dapat dikelola. Perawatan untuk penyakit Paget termasuk obat-obatan yang juga digunakan untuk osteoporosis. Dalam hal ini bifosfonat merupakan yang paling sering diresepkan. Terapi fisik mungkin bermanfaat untuk mengurangi rasa sakit dan memperbaiki pola gerakan dan postur. Olahraga penting untuk menjaga mobilitas sendi, mencegah penambahan berat badan, dan menjaga kebugaran kardiovaskular pada pasien dengan penyakit Paget. Hal ini dikarenakan tulang mengalami kelemahan dan mudah patah. Perhatian perlu diberikan untuk meminimalkan tekanan pada tulang yang rapuh. Alat bantu, ortotik, dan bidai dapat bermanfaat untuk meminimalkan risiko fraktur pada pasien dengan penyakit Paget.

### d) Osteochondrosis

Osteochondrosis merupakan sekelompok kondisi ortopedi yang terjadi pada anak-anak dan remaja. Tulang yang sedang tumbuh, khususnya epifisis dapat terpengaruh karena mengalami periode nekrosis avaskular dan kemudian melalui proses pembangunan kembali dan remodeling. Penyebab kondisi ini tidak diketahui, tetapi faktor keturunan dan konfigurasi anatomi tampaknya terlibat dalam perkembangan osteochondrosis. Pertumbuhan yang cepat, trauma, penggunaan berlebihan, dan ketidakseimbangan pola makan juga

diduga sebagai faktor pemicu gangguan ini. Nyeri merupakan gejala utama dari semua jenis osteochondrosis. Beberapa jenis juga menyebabkan pembengkakan yang signifikan. Osteochondrosis merupakan kondisi dapat sembuh dengan sendirinya (self-limited), tetapi perubahan struktur tulang dapat terus terjadi sepanjang hidup. Perawatan dan prognosis bervariasi dengan berbagai jenis gangguan. Tiga kelompok utama osteochondrosis meliputi tulang belakang, artikular, dan non-artikular. Beberapa jenis khusus osteochondrosis adalah sebagai berikut:

#### (1) Penyakit Scheuermann

Gangguan ini menyebabkan nyeri punggung dan kifosis tulang belakang toraks pada praremaja dan remaja. Korpus vertebral menekan ke anterior, dalam proses yang disebut “anterior wedging”. Kifosis tulang belakang toraks sering disertai dengan bahu yang membulat, kepala ke depan, dan peningkatan lordosis lumbal sebagai mekanisme kompensasi. Dada barrel dan kapasitas vital paru-paru yang meningkat juga merupakan kompensasi yang umum. Pasien dengan penyakit Scheuermann dapat mengalami nyeri pada tulang belakang leher, dada, dan lumbal, dan mereka secara struktural terjadi kelainan tulang belakang.

Etiologi penyakit Scheuermann tidak diketahui. Diduga penyebabnya adalah multifaktorial. Penyakit Scheuermann paling sering diobati dengan pendekatan konservatif yang melibatkan terapi fisik. Intervensi terapis umumnya mencakup perbaikan postural dan ROM tulang belakang serta penguatan otot tulang belakang dan perut. Instruksi latihan umum dan pengondisian kardiovaskular juga penting dalam membantu pasien mengelola kondisi mereka. Obat-obatan untuk mengendalikan rasa sakit kadang-kadang digunakan. Dalam kasus yang parah, intervensi bedah untuk menstabilkan tulang belakang atau mencegah deformitas lebih lanjut mungkin diperlukan. Operasi hanya digunakan sebagai upaya terakhir penanganan gangguan ini.

#### (2) Penyakit Legg-Calve-Perthes

Legg-Calve-Perthes (LCP) mempengaruhi aliran darah ke kepala femoral, yang menyebabkan nekrosis dan degenerasi. Kepala femoralis akhirnya mengalami revaskularisasi dan remodelling di acetabulum, akan tetapi proses ini memakan waktu beberapa tahun. Gangguan ini paling sering menyerang anak-anak usia 4 sampai 8 tahun tetapi dapat mempengaruhi anak-anak berusia 2 atau 15 tahun. Etiologinya tidak diketahui, dan mungkin multifaktorial.

Tanda dan gejala LCP termasuk gaya berjalan yang tidak rata (pincang) dan nyeri pangkal paha dan pinggul. Perawatan untuk LCP biasanya konservatif, menggunakan bracing untuk mempertahankan kaki dalam posisi abduksi

sementara kepala femoralis revaskularisasi dan reformasi. Traksi malam hari kadang-kadang digunakan untuk memisahkan permukaan sendi dan mengurangi tekanan pada sendi panggul. Terapi fisik biasanya disertakan dalam perawatan. Intervensi terapis termasuk peregangan otot pinggul yang kencang, penguatan otot pendukung dan pemantauan kondisi untuk kemajuan atau regresi. Anak-anak dengan LCP dapat tetap beraktivitas selama proses penyembuhan. Terapi akuatik bisa sangat bermanfaat karena penurunan beban di dalam air. Kekhawatiran utama pada LCP adalah bahwa kepala femur tidak merombak dalam bentuk yang paling optimal, yang menyebabkan osteoartritis dan biomekanik pinggul yang buruk. Coxa plana (perataan kepala femoralis) tidak jarang terjadi setelah LCP. Artroplasti pinggul umum terjadi pada orang dewasa yang menderita LCP saat masih anak-anak.

### (3) Penyakit Sever

Penyakit Sever merupakan gangguan pada calcaneus (calcaneal apophysitis) dan berhubungan dengan penggunaan yang berlebihan. Gangguan ini terjadi pada anak-anak dan melibatkan lempeng pertumbuhan di kalkaneus. Gangguan ini lebih sering terjadi pada anak-anak yang “over-pronate” saat berjalan dan berlari dan pada mereka yang berpartisipasi dalam aktivitas yang melibatkan berlari dan melompat.

Tanda-tandanya meliputi tumit yang nyeri (permukaan posterior dan plantar) yang diperparah oleh aktivitas dan nyeri saat menekan kalkaneus. Penanganan meliputi perawatan konservatif, termasuk RICE, menghindari aktivitas atau alas kaki yang mengiritasi area tumit, meregangkan plantar fascia dan gastrocnemius, soleus, dan otot hamstring, dan memperkuat otot pendukung secara bertahap dan kembali beraktivitas. Terapi dengan es juga dianjurkan. Orthotic yang dibuat khusus juga berguna untuk menjaga keselarasan kaki dan pergelangan kaki yang tepat. Penyakit Sever bersifat self-limited, yaitu akan membaik seiring waktu. Terapi fisik dapat berguna dalam mendidik pasien mengenai peregangan dan aktivitas yang tepat. NSAID yang dijual bebas biasanya cukup untuk mengurangi rasa sakit dan pembengkakan yang terkait dengan penyakit Sever.

### (4) Penyakit Osgood-Schlatter

Penyakit Osgood-Schlatter (apophysitis tuberositas tibialis) merupakan peradangan umum tuberositas tibialis yang terjadi sebagai respons terhadap penggunaan berlebihan dari tungkai dan tendon patela. Keadaan ini paling sering terjadi pada anak-anak dan remaja yang berpartisipasi dalam olahraga yang melibatkan lari dan lompat. Penyebab cedera sepenuhnya berlebihan pada orang

yang belum dewasa. Tanda dan gejala termasuk nyeri tekan dan pembengkakan di atas tuberositas tibialis di mana tendon patela masuk ke tibia. Tanda dan gejala yang sering muncul adalah adanya benjolan pada tuberositas tibialis.

Perawatan untuk penyakit Osgood-Schlatter utamanya adalah menghindari aktivitas berat, RICE, dan latihan peregangan dan penguatan paha depan dan paha belakang. NSAID terkadang berguna jika rasa sakit dan pembengkakannya berat. Terapi fisik dapat sangat membantu pasien tentang merencanakan aktivitas fisik yang aman, peregangan dan latihan yang tepat, serta penggunaan RICE. Kondisi ini bersifat self-limited (dapat membaik dengan sendirinya), meskipun benjolan pada tuberositas tibialis mungkin tetap ada sepanjang hidup. Perlu diingat bahwa walaupun jarang terjadi, tarikan tendon patela pada tuberositas tibialis dapat menimbulkan terjadi avulsi. Pembedahan direkomendasikan hanya pada kasus yang parah.

e) Infeksi tulang (Osteomyelitis).

Tulang paling sering terinfeksi oleh bakteri. Jenis infeksi yang paling umum terjadi adalah dari bakteri *staphylococcus aureus*, yang menginfeksi tulang melalui suplai darah atau karena infeksi di daerah yang berdekatan. Anak-anak lebih sering terkena osteomyelitis daripada orang dewasa karena suplai darah yang lebih banyak ke tulang yang sedang tumbuh. Tulang panjang dari ekstremitas merupakan tempat yang paling umum untuk infeksi pada anak-anak. Orang dewasa biasanya terkena osteomyelitis dari sumber luka dan selulitis. Infeksi yang terjadi selama operasi, seperti artroplasti sendi atau fiksasi tulang juga dapat menjadi sumber infeksi. Pada orang dewasa, panggul dan tulang belakang merupakan tempat yang paling umum untuk infeksi. Orang yang immunocompromised paling rentan terhadap infeksi tulang. Ini termasuk yang sangat tua dan sangat muda, penderita diabetes atau kondisi immunosupresif lainnya.

Gejala osteomyelitis termasuk nyeri, kemerahan, bengkak, lemah, dan demam. Pada anak-anak dengan keterlibatan ekstremitas bawah, penurunan berat badan dapat menjadi tanda pertama osteomyelitis. Osteomyelitis dapat disembuhkan dengan obat antimiotik dosis tinggi. Semakin dini intervensi, semakin besar kemungkinan pasien sembuh total. Jika pasien memiliki suplai darah yang buruk ke area infeksi, amputasi terkadang merupakan intervensi yang diperlukan. Sebagian besar kasus radang sendi menular disebabkan oleh infeksi stafilokokus atau infeksi gonore. Sendi yang paling sering terinfeksi adalah lutut dengan gejala tampak merah dan bengkak serta nyeri. Antibiotik sering diperlukan untuk mencegah infeksi dapat berkembang menjadi artritis septik dan dapat berakibat fatal.

f) Gangguan Osteogenesis

Osteogenesis imperfecta merupakan kelainan genetik yang menyebabkan kelemahan pada tulang. Gangguan ini sering disebut sebagai “penyakit tulang rapuh” karena kepadatan tulang yang buruk dan meningkatkan risiko patah tulang. Osteogenesis imperfecta diturunkan secara genetik atau dapat terjadi sebagai mutasi spontan. Masalah mendasar pada osteogenesis imperfecta adalah gangguan pada jaringan ikat, di mana terdapat kekurangan kolagen tipe 1. Tanda dan gejala termasuk sering patah tulang, sklera mata biru, tinggi badan pendek, hipermobilitas sendi, gangguan pendengaran, dan masalah pernapasan, tidak ada pengobatan spesifik untuk kondisi ini. Perawatan untuk osteogenesis imperfecta meliputi modifikasi gaya hidup untuk menghindari stres dan cedera pada tulang, alat bantu untuk membantu mobilitas, ortotik untuk melindungi tulang dan sendi yang rentan dan pembedahan untuk mencegah atau memperbaiki kondisi yang disebabkan oleh penyakit tersebut. Terapi fisik dapat memainkan peran utama dalam pencegahan cedera dan rehabilitasi setelah patah tulang atau pembedahan. Merokok dan penggunaan tembakau secara umum harus dihindari untuk membantu menjaga kekuatan tulang. Obat-obatan untuk mengurangi rasa sakit sering diresepkan untuk osteogenesis imperfecta.

4. Gangguan Khusus Pada Sendi

---

a) Osteoarthritis

Osteoarthritis (OA) merupakan penyakit sendi degeneratif yang menyebabkan kerusakan tulang rawan artikular dan tulang di bawahnya. OA terkait dengan penggunaan sendi yang berlebihan, kasus mal-alignment sendi, cedera sebelumnya atau kelemahan otot. Faktor lain yang telah diidentifikasi sebagai faktor risiko OA termasuk usia lanjut, kelebihan berat badan, dan memiliki riwayat keluarga yang positif untuk OA. Pinggul, lutut, tulang belakang dan tangan merupakan sendi yang paling sering terkena OA. Gangguan ini tidak muncul dalam pola simetris dan biasanya mempengaruhi satu atau 2 sendi saja di tubuh.

Orang dengan OA dapat mengalami rasa sakit, kaku, dan bengkak pada persendian. Rasa sakit diperparah dengan penggunaan dan berkurang dengan istirahat. Kekakuan diperburuk oleh imobilitas dan umumnya memburuk di pagi hari atau setelah lama duduk. Aktivitas membantu mengurangi kekakuan, tetapi aktivitas yang berlebihan dapat meningkatkan rasa sakit. Seiring waktu, nyeri pada sendi yang terkena menjadi lebih berat, rentang gerak berkurang, dan aktivitas sehari-hari dapat terhambat. Krepitus (suara retak) selama gerakan sendi dikaitkan dengan OA. Di jari, nodus Bouchard dan nodus Heberden

merupakan tanda yang sering muncul. Nodus Bouchard merupakan tulang di atas pertumbuhan pada sendi proximal interphalank (PIP), sedangkan nodus Heberden muncul pada sendi distal interphalank (DIP).

Banyak perubahan pada sendi yang timbul akibat OA. Sinovium dan kapsul sendi bisa menjadi meradang, melemah, dan ligamen pendukung bisa menjadi menebal dan fibrotik. Osteofit atau taji tulang, dapat terbentuk di tepi tulang. Volume tulang subkondral meningkat, sedangkan mineralisasi tulang menurun. Aktivitas ringan direkomendasikan dalam pencegahan dan pengobatan OA. Kondisi ini dapat memburuk dari waktu ke waktu sehingga alat ortotik dapat dipertimbangkan untuk memberikan dukungan dan perlindungan pada sendi yang nyeri. Bantuan ambulasi mungkin diperlukan, sehingga tongkat, kruk, dan alat bantu jalan dapat dipertimbangkan. Penggantian sendi bedah merupakan pilihan, terutama di pinggul, lutut, dan bahu. Untuk OA berat dengan stenosis di tulang belakang leher atau lumbar, tersedia laminektomi atau operasi dekompresi atau fusi lainnya.

Terapi fisik sangat membantu dalam pengelolaan OA. Bentuk terapi utama berupa bantuan ambulasi dan pelatihan gaya berjalan, pelatihan postural, dan latihan khusus dengan perhatian khusus pada mekanika sendi. Modalitas termal juga dapat membantu dalam menghilangkan peradangan dan nyeri yang terkait dengan OA. Terapi air juga sering digunakan untuk mengurangi stres pada sendi selama latihan. Obat untuk OA biasanya biasanya berupa NSAID, steroid yang disuntikkan, dan obat pereda nyeri lainnya. Opioid juga dapat digunakan, akan tetapi karena sifat adiktifnya, opioid harus digunakan dengan hati-hati.

#### b) Rheumatoid Arthritis (RA)

Rheumatoid arthritis (RA) merupakan suatu kondisi yang menyebabkan kekakuan sendi, nyeri, dan gangguan fungsi, tetapi sangat berbeda dari OA. RA merupakan gangguan autoimun yang mempengaruhi sinovium sendi. Sinovium menjadi sangat meradang dan menghasilkan pannus, sejenis jaringan granulasi yang terbentuk sebagai respons terhadap peradangan. Jaringan granulasi menyebabkan kontraksi kapsul sendi dan mengubah bentuk sendi. RA biasanya muncul dalam pola simetris, yaitu mempengaruhi sendi yang sama di sisi kanan dan kiri tubuh secara bersamaan. Gangguan ini bersifat sistemik, sehingga dapat mempengaruhi setiap sendi di tubuh, tetapi kemungkinan besar akan mempengaruhi sendi tangan atau kaki terlebih dahulu. Sendi DIP pada jari umumnya tidak terkena RA, jadi nodus Bouchard mungkin ada, tetapi nodus Heberden tidak ada. Seiring waktu, gerakan sendi menjadi menyakitkan terutama bila digerakkan.

Karena RA bersifat inflamasi, persendian bisa menjadi hangat dan merah selama eksaserbasi, atau flare. Karena terjadi secara sistemik, demam dan malaise mungkin juga menyertai flare atau serangan akut. Terkadang, area lain dari tubuh terlibat, dan kondisi yang terkait dengan RA termasuk penyakit kardiovaskular, osteoporosis, penyakit paru interstisial, kelelahan, dan depresi. Sendi yang terkena RA lebih kaku di pagi hari dan merespons positif terhadap olahraga ringan. Penting bagi penderita RA untuk mempertahankan kekuatan otot yang memadai di sekitar sendi untuk membantu menopang sendi dan mempertahankan gerakan sendi yang normal. Deformitas tangan sangat terlihat pada RA. Deformitas leher angsa dan deformitas boutonniere sering terjadi. Penyimpangan ulnaris dicatat di jari-jari dan metakarpal. Karpal bisa menyatu. Masalah serupa dapat ditemukan di kaki, mengakibatkan jari kaki palu, jari kaki cakar, dan bunion.

Terapi fisik dapat sangat membantu pasien dengan RA. Teknik konservasi energi dapat digunakan untuk membantu pasien mengelola gejala dan mencegah flare dari penggunaan yang berlebihan. Modalitas untuk nyeri (dingin selama flare, panas atau dingin di waktu lain), latihan postural, penguatan otot, pengondisian kardiovaskular, latihan rentang gerak sendi, perlindungan sendi melalui splinting atau bracing, dan alat bantu ambulasi bila diperlukan merupakan aspek penting dari intervensi terapi fisik. Pasien dengan RA sering merespon positif terhadap olahraga air, yang mengurangi stres sendi yang terkait dengan menahan beban.

Obat untuk RA meliputi obat glukokortikoid (steroid), NSAID, obat pengubah respons biologis, dan obat pengubah penyakit. Beberapa yang umum termasuk hydroxychloroquine sulfate, methotrexate, prednison (steroid), dan NSAID).

### c) Penyakit Diskus Degeneratif

Degenerative Disc Disease (DDD) merupakan kelainan pada diskus intervertebralis dari tulang belakang. Pada DDD terjadi pembentukan osteofit, fibrosis dan perubahan tulang pada sendi intervertebralis dan melibatkan herniasi diskus. Pada DDD terjadi penyempitan ruang sendi antara vertebra (foramen intervertebralis). Penyempitan ini dapat mengiritasi akar saraf, nyeri sering muncul di pusat, di atas area yang terlibat atau nyeri dapat menyebar ke sepanjang saraf perifer. Sendi facet menjadi tidak sejajar yang dapat menyebabkan nyeri dan disfungsi. Gangguan sensorik, seperti mati rasa dan kesemutan pada dermatom juga sering terjadi.

Terapi fisik dapat membantu pasien dengan DDD dengan memperbaiki kesalahan postural, meningkatkan jangkauan gerak, dan memperkuat otot-otot pendukung. Penggunaan modalitas terapi sangat bermanfaat dalam sesi terapi

fisik. Pilihan lain untuk perawatan medis meliputi suntikan steroid dan operasi untuk mengangkat atau mengganti diskus, dan mengatasi fusi badan vertebra yang berdekatan bila diperlukan.

d) Spondilitis Ankilosa

Ankylosis spondylitis merupakan kondisi rematik inflamasi, yang mempengaruhi tulang belakang. Patofisiologi ankylosis spondilitis termasuk perubahan rematik di tulang belakang, mulai di daerah sakral dan lumbar, dan berkembang ke atas untuk melibatkan tulang belakang dada dan leher. Gangguan dimulai dengan rasa sakit dan kekakuan, dan seiring waktu, tubuh vertebral menjadi menyatu atau ankylosed. Ankilosis spondilitis kadang-kadang disebut “tulang belakang bambu” karena tampilan tulang belakang seperti bambu pada foto rontgen. Dalam proses auto fusion tulang belakang dada sering menyatu dalam postur kyphotic, yang dapat menyebabkan disfungsi paru dan jantung. Karena ankilosis spondilitis bersifat sistemik, gejala yang luas, seperti demam dan malaise dapat menyertai penyakit, dan area tubuh lainnya dapat terlibat. Peradangan mata, aorta, dan katup aorta dapat timbul pada beberapa kasus ankilosis spondilitis. Masalah lain dapat mencakup fibrosis paru-paru dan radang prostat pada pria.

Terapi fisik bermanfaat bagi pasien dengan ankilosis spondilitis. Pereda nyeri melalui latihan dan modalitas sering digunakan. Kolam renang merupakan tempat yang baik untuk berolahraga karena daya apung air menciptakan lingkungan yang nyaman untuk bergerak. Perhatian khusus harus diberikan pada postur tulang belakang pasien dengan ankilosis spondilitis karena kyphosis sering terjadi, dan penekanan pada postur dan penguatan otot ekstensor tulang belakang dapat membantu tulang belakang menyatu dalam posisi yang lebih tegak. Obat-obatan yang digunakan untuk mengelola gejala ankilosis spondilitis termasuk NSAID anti-inflamasi seperti (ibuprofen, indometasin, dan naproxen).

e) Arthritis Reaktif (Sindrom Reiter)

Pada arthritis reaktif, atau Sindrom Reiter, sistem kekebalan menyerang sel-sel tubuhnya sendiri sebagai reaksi laten terhadap infeksi sebelumnya. Infeksi awal yang paling umum merupakan infeksi gastro-intestinal, seperti salmonella, atau infeksi genito-kemih, seperti gonore atau klamidia. Gangguan ini paling sering terjadi pada laki-laki dewasa muda. Area tubuh yang paling terlibat termasuk mata, saluran kemih, leher rahim pada wanita, dan persendian. Keterlibatan asimetris sendi sinovial besar merupakan gejala yang paling umum timbul. Pengobatan untuk arthritis reaktif termasuk antibiotik untuk infeksi asli dan

penghilang rasa sakit untuk arthritis. Arthritis kronis dan penyakit jantung dapat terjadi jika arthritis reaktif tidak diobati.

f) Asam Urat/Gout

Asam urat merupakan gangguan metabolisme yang berhubungan dengan kelebihan asam urat dalam tubuh. Asam urat ini mengkristal menjadi kristal seperti jarum dan tertimbun di persendian. Pria lebih sering terkena daripada wanita dan gangguan ini cenderung paling sering terjadi pada usia tua. Riwayat keluarga yang positif, kelebihan berat badan, dan mengonsumsi makanan yang banyak mengandung alkohol dan daging dianggap sebagai faktor risiko terjadinya gangguan asam urat.

Sendi yang paling sering terkena adalah sendi phalangeal metatarsal dari jempol kaki, tetapi pada dasarnya setiap sendi dapat terpengaruh. Serangan berkembang sangat cepat dan mungkin berhubungan dengan stres atau trauma fisik atau psikologis. Sendi yang terkena asam urat tampak merah, bengkak, dan hangat. Gejala utama berupa rasa sakit yang berat. Kristal asam urat dapat menyatu dan menjadi keras pada persendian dan terdeposit sebagai tophi. Asam urat dapat pula mengganggu fungsi ginjal. Penanganan meliputi perubahan gaya hidup, terutama untuk mengurangi asupan purin yang terurai menjadi asam urat dalam tubuh. Konsumsi daging dan alkohol perlu dikurangi atau dihilangkan pada kasus gout. Obat anti-inflamasi dan steroid digunakan untuk mengurangi peradangan dan nyeri pada persendian. Obat pereda nyeri lainnya juga dapat digunakan. Obat profilaksis yang mengurangi kadar asam urat dalam darah sangat membantu setelah peradangan selesai.

g) Juvenile Idiopathic Arthritis (JIA)

Bentuk radang sendi ini merupakan radang sendi noninfeksi yang muncul pada anak-anak di bawah usia 16 tahun. Paling sering, didiagnosis pada anak kecil, tetapi juga bisa muncul pada masa remaja. Anak perempuan lebih sering terdampak daripada anak laki-laki. Sejumlah sendi dapat terlibat dalam JIA, dan kategorisasi jenis JIA dicatat dalam daftar berikut.

1. Pauciarticular, terjadi pada 50% kasus dan melibatkan kurang atau sama dengan empat sendi. Kondisi ini relatif ringan.
2. Poliartikular, terjadi pada 30–40% kasus dan melibatkan lebih dari 4 sendi terlibat. Kondisi ini sedang sampai berat.
3. Sistemik (Still's disease) terjadi pada 10–20% kasus. Pada kasus ini terjadi gangguan sistemik dengan ciri demam, ruam, keterlibatan mata. Keadaan ini merupakan keadaan yang paling parah.

Predisposisi genetik merupakan faktor utama dalam perkembangan penyakit ini akan tetapi kemungkinan besar terdapat pemicu lingkungan atau proses infeksi yang menyebabkan gangguan tersebut muncul. Prosesnya merupakan gangguan autoimun, di mana terjadi kerusakan sendi dan organ lain akibat sistem kekebalan tubuh sendiri. Tanda dan gejala JIA termasuk peradangan sendi, kekakuan dan nyeri yang berlangsung lebih dari 6 minggu. Semua struktur sendi dapat terpengaruh, dan terutama dalam kasus penyakit Still, keterlibatan termasuk organ lain. Mata, kulit, limpa, jantung, dan hati semuanya dapat terlibat. Banyak pasien dengan JIA juga mengalami anemia.

Penatalaksanaan JIA meliputi supresi farmakologis sistem imun, NSAID, obat pengubah penyakit, dan kortikosteroid. Terapi fisik penting dalam pengobatan JIA, terdiri atas ROM, latihan, dan kontrol nyeri. Terapis dapat menggunakan intervensi untuk membantu mobilitas fungsional, daya tahan, dan penguatan. Modalitas, bidai, dan ortotik juga dapat bermanfaat. Pembedahan pelepasan jaringan lunak, osteotomi, dan artroplasti terkadang diperlukan untuk keterlibatan sendi yang parah. Prognosis akhir dari JIA tergantung pada jenis dan tingkat keparahan penyakit.

#### h) Bentuk Arthritis Lainnya

Arthritis dikaitkan dengan beberapa jenis patologi antara lain penyakit lyme, psoriasis, dan lupus eritematosus sistemik merupakan sumber peradangan dan kerusakan sendi. Intervensi fisioterapi diperlukan untuk mengatasi nyeri, mobilitas, dan daya tahan dalam membantu pasien untuk meningkatkan tingkat partisipasi dalam pekerjaan dan aktivitas rekreasi.

### 5. Gangguan Khusus Pada Otot

---

#### a) Miopati

Miopati merupakan istilah yang merujuk pada penyakit otot yang menyebabkan kelemahan otot. Terdapat banyak proses patologis yang dapat menyebabkan miopati antara lain adalah gangguan endokrin, inflamasi, paraneoplastik, infeksi, akibat obat dan toksin, miopati penyakit kritis, metabolik, terkait kolagen, dan miopati dengan gangguan sistemik lainnya. Miopati juga dapat diturunkan secara genetik, seperti distrofi otot, miopati mitokondria, atau dermatomiositis. Selain itu miopati dapat diinduksi dengan obat misalnya penggunaan steroid yang berlebihan atau disebabkan oleh konsumsi alkohol.

Penanganan miopati tergantung dari penyebab penyakit. Secara umum, terapi fisik dapat bermanfaat bagi pasien miopati untuk membantu memperkuat otot yang lemah, meningkatkan stabilitas otot, memperbaiki pola gerakan,

meningkatkan kemampuan fungsional, dan meningkatkan daya tahan kardiovaskular. Alat bantu, seperti tongkat, kruk, dan alat bantu jalan dapat juga digunakan untuk membantu mobilitas. Splinting dan bracing juga dapat digunakan untuk membantu menjaga stabilitas dan keselarasan pada sendi, jika diperlukan.

#### b) Miopati Peradangan

Terdapat empat kelompok utama miopati inflamasi yakni 1) dermatomiositis, 2) polimiositis, 3) miositis badan inklusi (inclusion myositis body (IBM)), dan 4) miopati autoimun nekrotikans. Gangguan miopati ini diyakini sebagai kondisi autoimun tanpa penyebab yang diketahui. Semua jenis miopati ini dapat terjadi pada anak maupun orang dewasa meskipun dermatomiositis paling sering menyerang anak-anak sedangkan IBM paling sering menyerang orang berusia di atas 50 tahun. Wanita lebih sering terkena daripada pria baik pada polimiositis maupun dermatomyositis

Tanda dan gejala umum untuk semua bentuk miopati peradangan meliputi kelemahan otot yang secara progresif menyerang otot rangka dalam pola bilateral, proksimal-distal. Kelelahan otot, inkoordinasi (tersandung, jatuh) dan kesulitan menelan merupakan tanda-tanda pada keempat gangguan tersebut. Tanda dan gejala dermatomiositis antara lain ruam kulit dan kelemahan otot.

Miopati inflamasi merupakan gangguan yang dapat disembuhkan walaupun dengan tingkat keberhasilan yang bervariasi. Intervensi biasanya mencakup terapi fisik untuk memperlambat atau mengurangi atrofi otot dan mempertahankan kekuatan dan rentang gerak. Terapi obat kortikosteroid dan immunosupresif digabungkan untuk masing-masing mengurangi peradangan dan aktivitas autoimun.

Prognosis untuk dermatomiositis umumnya baik, dengan sekitar sepertiga pasien sembuh total, sepertiga berkembang menjadi gangguan relaps-remisi, dan sepertiga menghadapi miositis kronis. Prognosis polomyositis dapat bervariasi. Beberapa pasien merespon dengan baik terhadap terapi obat dan terapi tapi ada juga yang mengalami kecacatan seumur hidup akibat penyakit ini. Di sisi lain miopati autoimun nekrotikans biasanya memerlukan terapi immunosupresif jangka panjang, akan tetapi tidak menyebabkan kecacatan yang parah.

#### D. Nyeri sebagai Gejala Utama Gangguan Musculoskeletal

Gangguan musculoskeletal dapat muncul dengan berbagai gejala ketidaknyamanan seperti nyeri, kelelahan, kelemahan otot, kekakuan dan keterbatasan gerakan, kehilangan sensorik dan mati rasa atau pembengkakan

lokal dan peningkatan panas akibat peradangan. Di antara gejala tersebut, nyeri merupakan keluhan yang paling umum dijumpai pada gangguan musculoskeletal. Pada bagian ini akan dibahas patofisiologi nyeri, transmisi dan modulasi nyeri, jenis dan lokasi nyeri, penatalaksanaan nyeri, dan metode pengukuran nyeri.

## 1. Patofisiologi Nyeri

---

Nyeri memiliki komponen sensorik dan emosional dan sering diklasifikasikan sebagai nyeri akut atau kronis. Nyeri akut yang biasanya terjadi sebagai respons terhadap cedera jaringan, dihasilkan dari aktivasi reseptor nyeri perifer (nociceptor) dan serabut saraf sensorik A $\delta$ . Saraf A $\delta$  berdiameter besar dan bermielin tebal dan membawa pesan dengan cepat dengan rasa sakit yang hebat. Nyeri kronis yang berhubungan dengan cedera jaringan yang sedang berlangsung dapat disebabkan oleh aktivasi terus-menerus dari serabut saraf C yang berdiameter kecil yang tidak bermielin. Nyeri kronis juga dapat terjadi akibat kerusakan berkelanjutan atau disfungsi sistem saraf perifer atau pusat (yang menyebabkan nyeri neuropatik).

Nyeri nosiseptif dapat bersifat somatik atau viseral. Reseptor nyeri somatik terletak di kulit, jaringan subkutan, fascia, jaringan ikat lain, periosteum, endosteum, dan kapsul sendi. Stimulasi reseptor ini biasanya menghasilkan nyeri lokal yang tajam atau tumpul, tetapi rasa terbakar tidak jarang terjadi jika kulit atau jaringan subkutan terlibat. Reseptor nyeri visceral terletak di sebagian besar visera dan jaringan ikat di sekitarnya.

Nyeri visceral akibat obstruksi organ berongga tidak terlokalisasi dengan baik, dalam, dan kram dan dapat dirujuk ke daerah kulit yang jauh. Nyeri visceral akibat cedera kapsul organ atau jaringan ikat dalam lainnya mungkin lebih terlokalisasi dan tajam. Faktor psikologis dapat memodulasi intensitas nyeri sehingga persepsi nyeri menjadi sangat bervariasi. Pikiran dan emosi memiliki peran penting dalam persepsi nyeri. Banyak pasien yang mengalami nyeri kronis juga mengalami tekanan psikologis, terutama depresi dan kecemasan.

## 2. Transmisi dan Modulasi Nyeri

---

### a) Kerja Nociceptor dalam Persepsi Nyeri

Hampir semua jaringan memiliki ujung saraf (reseptor) yang peka terhadap rangsangan nyeri (nociceptor). Nociceptor ini bereaksi terhadap kondisi yang berhubungan dengan cedera jaringan, seperti tekanan mekanik yang tinggi,

kurangnya aliran darah (iskemia), panas atau dingin yang ekstrim, atau bahan kimia yang mengiritasi. Zat yang dilepaskan ketika jaringan terluka, termasuk yang terlibat dalam kaskade inflamasi, dapat mencetuskan sensitisasi nosiseptor perifer. Zat-zat ini termasuk peptida vasoaktif (misalnya, protein terkait gen kalsitonin, zat P, neurokinin A) dan mediator lain (misalnya, prostaglandin E2, serotonin, bradikinin, dan epinefrin).

b) Transmisi impuls dari Nociceptor pada Lintasan Saraf Sensoris

Rangsang nyeri yang diterima oleh nociceptor akan diteruskan oleh saraf sensoris A $\delta$  atau C dan kemudian impuls nyeri diteruskan melintas menuju medula spinalis di ganglia akar dorsal dan bersinaps di kornu dorsalis. Rangsangan ditransmisikan ke sumsum tulang belakang ke otak atau langsung mencetuskan refleks motorik untuk menggerakkan bagian tubuh menjauh dari penyebab rangsang yang tiba-tiba tersebut. Rangsangan saraf juga ditransmisikan ke otak oleh serabut saraf dengan jalan menyeberang ke sisi lain dan berjalan ke kolumna lateral ke talamus dan kemudian ke korteks serebral untuk selanjutnya dipersepsi dan direspon oleh bagian otak yang spesifik untuk rangsang nyeri, pertama ke pusat neuron yang disebut talamus dan kemudian korteks sensoris saraf mempersepsi dan menganalisis stimulus nyeri.

c) Kejadian Hipersensitisasi Nyeri Kronis (Allodyna dan Hyperalgesia)

Stimulasi berulang, misal dari pada nyeri yang berkepanjangan dapat mensensitisasi neuron di kornu dorsalis medula spinalis sehingga dapat menyebabkan nyeri nyeri kronis yang tidak responsif dengan pengobatan yang dikenal sebagai fenomena wind-up. Hal ini terjadi karena neuron spinal mengalami pengulangan atau impuls nosiseptif intensitas tinggi, mereka menjadi semakin tereksitasi bahkan setelah stimulus dihilangkan. Pada kondisi ini nyeri menjadi lebih sukar untuk dikelola. Saraf perifer dan saraf di tingkat lain dari sistem saraf pusat dapat tersensitisasi. Proses input aferen kronis ini menyebabkan peningkatan sensitivitas (ambang bawah) dan remodeling jalur nosiseptif sentral dan reseptor disebut sensitisasi sentral. Ini menjelaskan mengapa allodyna dan hyperalgesia dapat terjadi. Allodynia (respon nyeri terhadap stimulus yang tidak menimbulkan nyeri), sedangkan hyperalgesia (respon nyeri yang berlebihan terhadap stimulus nyeri normal). Jika penyebab rasa sakit merupakan kerusakan jaringan yang masif atau peradangan yang berlangsung lama, nosiseptor bisa menjadi lebih sensitif terhadap rangsangan, dimana sedikit tekanan saja bisa sangat menyakitkan. Fenomena ini disebut hiperalgesia perifer. Sensitisasi juga dapat terjadi pada susunan saraf pusat sehingga rangsangan selain rangsangan nosiseptif dapat dirasakan sebagai nyeri. Nyeri kronis yang

dapat terjadi setelah kerusakan permanen pada saraf merupakan contoh hiperalgesia sentral.

#### d) Modulasi Transmisi Nyeri

Sinyal nyeri dapat dimodulasi pada beberapa titik di kedua jalur segmental dan descending oleh banyak mediator neurokimia, termasuk endorfin (misalnya enkephalin) dan monoamin (misalnya, serotonin, norepinefrin). Mediator ini berinteraksi dengan cara meningkatkan, mempertahankan, mempersingkat atau mengurangi persepsi dan respons terhadap nyeri. Mediator ini memediasi manfaat potensial dari obat aktif sistem saraf pusat (misalnya, opioid, antidepresan, obat anti kejang, stabilisator membran) yang berinteraksi dengan reseptor spesifik dan neurokimia dalam pengobatan nyeri kronis.

Faktor psikologis merupakan modulator nyeri yang penting. Faktor ini mempengaruhi bagaimana pasien merespon tentang rasa sakit dan bagaimana mereka berperilaku dalam menanggapi (misalnya, apakah mereka mencari pengobatan). Reaksi psikologis terhadap nyeri yang berkepanjangan berinteraksi dengan faktor faktor lain untuk menginduksi perubahan persepsi nyeri jangka panjang. Dalam hal ini rasa sakit merupakan sistem alarm sensorik sebagai cara untuk mencegah kerusakan jaringan yang berbahaya. Selain sensasi saraf, persepsi nyeri memiliki komponen interpretatif. Berdasarkan interpretasi, orang tersebut dapat berperilaku sedemikian rupa sehingga dia tidak memperhatikan stimulus yang menyebabkan rasa sakit dan menyebabkan lebih banyak kerusakan. Di sisi lain dapat pula orang tersebut terus mengeluhkan rasa sakit bahkan ketika nyeri dan bahaya yang ditimbulkannya nyeri hanya ringan.

Dalam respon penyembuhan normal terhadap kerusakan jaringan, hiperalgesia perifer diikuti oleh penghambatan nyeri lokal setelah beberapa hari. Proses inflamasi korektif merangsang serabut saraf untuk menumbuhkan reseptor yang sensitif terhadap encefalin yang diproduksi oleh sistem saraf pusat. Bahan kimia ini bertindak sebagai "pain killer" dan mengurangi intensitas reaksi peradangan.

#### e) Teori Gate Control Nyeri

Teori gate control menyatakan bahwa aktivasi saraf yang tidak mengirimkan sinyal nyeri (serabut non-nociceptive) dapat mengganggu sinyal dari serabut saraf nociceptive, sehingga menghambat rasa sakit. Saraf nociceptive aferen, yang membawa sinyal ke otak, terdiri atas setidaknya dua jenis serat - serat "A $\delta$ " dan "C. Dalam hal ini serabut A $\beta$  berdiameter besar bersifat nonnociceptif (tidak mentransmisikan rangsangan nyeri) dan menghambat efek transmisi oleh serabut A $\delta$  dan C. Serabut A $\beta$  meneruskan rangsangan sensorik lainnya seperti

sentuhan, tekanan, getaran yang umumnya diteruskan oleh mekanoreseptor dan dapat mengurangi rangsangan nyeri di tingkat tulang belakang dan mencegahnya mencapai tingkat yang lebih tinggi dari sistem saraf pusat. Selain itu rangsangan saraf dari pusat nyeri yang lebih tinggi juga dapat meredam rangsangan nyeri, misalnya ini terjadi ketika nyeri diobati dengan hipnosis. Di sisi lain, jika rangsangan diterima dari beberapa pusat saraf, ini dapat memperkuat sinyal rasa sakit.

### 3. Jenis Nyeri

---

Nyeri merupakan pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan yang dihasilkan dari kerusakan jaringan aktual (misalnya, trauma) atau potensial (misalnya, iskemia jaringan). Nyeri dapat murni nosiseptif, murni neuropatik atau myofasial.

1. Nyeri nosiseptif disebabkan oleh kerusakan jaringan aktif dan dapat bersifat viseral (iskemia jantung, kolik ginjal) atau somatik (laserasi kulit, patah tulang).
2. Nyeri neuropatik dikaitkan dengan penyakit sistem saraf (neuropati diabetes) atau kerusakan (saraf teriritasi setelah operasi atau proses kompresi oleh tumor).
3. Nyeri myofasial terlokalisasi di atau dirujuk ke otot. Nyeri myofasial ditandai dengan adanya trigger point (area otot yang gagal untuk berelaksasi, membentuk nodul atau pita keras berbentuk gelendong yang nyeri pada palpasi). Nyeri myofasial dapat bersifat nosiseptif dan neuropatik.

### 4. Lokasi Nyeri

---

#### a) Nyeri Otot

Otot memiliki saraf sensitif nyeri yang dapat teriritasi oleh beberapa penyebab. Beberapa respon fisiologis yang berbeda dapat menjelaskan nyeri otot yang berhubungan dengan kerja otot. Biasanya nyeri pada otot merupakan hasil kombinasi dari beberapa mekanisme. Secara alami, kontraksi otot berarti peningkatan tekanan di dalam otot yang mengakibatkan terhambatnya aliran darah di pembuluh darah. Kurangnya aliran darah (iskemia) akibat kontraksi otot merupakan penyebab potensial nyeri. Selain itu, aktivitas otot yang tinggi, dapat menimbulkan ruptur internal sel otot. Selain itu, akumulasi ion  $\text{Ca}^{++}$  juga dapat menyebabkan kerusakan sel.

Kontraksi sel otot diatur oleh sistem saraf dimana panjang kontraksi diatur oleh gelendong otot (*muscle spinde*) yang dapat mensensor perubahan panjang otot. Sel-sel otot dipersarafi dalam kelompok yang disebut unit motorik. Semakin banyak unit motor diaktifkan, semakin kuat kontraksi otot. Diasumsikan, bahwa pada kontraksi statis yang berlangsung lama, beberapa serat otot dapat teraktivasi terlalu lama, yang dapat memicu proses patologis yang menyebabkan rasa sakit. Gangguan pada regulasi otot gelendong dapat menyebabkan kontraksi lokal yang berlangsung lama di beberapa bagian otot sering dirasakan sebagai titik nyeri.

#### b) Nyeri Tendon

Jika terdapat beban mekanis tendon yang berlebihan atau berkepanjangan, struktur internal tendon dapat menjadi rusak. Regenerasi melibatkan infiltrasi pembuluh darah dan saraf baru ke dalam tendon, yang mengakibatkan degenerasi. Dapat terjadi perubahan fisiologis lainnya juga; misalnya peradangan pada lembaran tendon yang terletak di pergelangan tangan, bahu, dan pergelangan kaki (*tenosinovitis*) atau jaringan ikat lain yang menutupi tendon (*paratendinitis*). Peradangan akut dapat berkembang menjadi kondisi kronis, sehingga terjadi pembentukan fibrosis yang dapat mengganggu pergerakan. Ruptur mikroskopis dalam jaringan diyakini bertanggung jawab atas peradangan di tempat tendon atau otot dimasukkan ke tulang (misalnya *epikondilitis*)

#### c) Nyeri Sendi

Permukaan tulang di dalam sendi dilapisi oleh tulang rawan yang memungkinkan gerakan hampir tanpa gesekan antara permukaan. Gesekan mekanis yang terus menerus dan cedera yang tidak disengaja dapat merusak tulang rawan. Tulang rawan orang dewasa tidak memiliki suplai darah dan nutrisinya disediakan oleh sekresi cairan oleh membran sinovial yang melapisi sendi. Pemulihan tulang rawan yang rusak lambat dan lapisan tulang rawan secara bertahap menjadi lebih tipis seiring bertambahnya usia, menyebabkan ketidakstabilan mekanis di dalam sendi. Ketidakstabilan memperbesar dampak biomekanik yang bekerja pada permukaan sendi dan jaringan sekitarnya (kapsul sendi dan ligamen), sehingga menjadikan lebih rentan terhadap cedera lebih lanjut. Tulang bereaksi terhadap degenerasi ini dengan pertumbuhan berlebihan dan pengerasan insersi ligamen. Cedera ringan pada sendi yang mengalami degenerasi dan jaringan sekitarnya menyebabkan inflamasi dimana membran sinovial berperan aktif. Peradangan pada persendian juga dapat disebabkan oleh infeksi mikroba di dalam persendian atau sebagai reaksi terhadap infeksi

di bagian tubuh lain (arthritis reaktif). Pada rheumatoid arthritis, peradangan bersifat auto imun.

#### d) Nyeri Saraf

Pembuluh kapiler kecil mendukung nutrisi saraf sensoris maupun motoris. Tekanan mekanis yang menghalangi suplai darah menyebabkan gangguan pada fungsi saraf. Tekanan tersebut dapat menimbulkan mati rasa, kesemutan, dan hilangnya fungsi sensorik dan motorik di daerah yang dipersarafi oleh saraf. Tekanan yang terjadi dalam waktu yang lebih lama dapat mengakibatkan kegagalan yang lebih permanen. Terjepitnya saraf mengacu pada kondisi di mana saraf terus menerus berada di bawah tekanan mekanis dari beberapa jaringan lain (diskus tulang belakang, struktur tulang, ligamen, otot, dll). Cedera parah atau lesi saraf dapat menyebabkan hiperalgesia dan nyeri neurogenik.

### 5. Penataksanaan Nyeri

---

Penanganan nyeri dapat dapat digolongkan menjadi penanganan nonfarmakologis dan penanganan farmakologis.

#### a) Nonfarmakologis

Terapi nonfarmakologis adalah cara untuk mengurangi rasa sakit tanpa obat. Beberapa terapi nonfarmakologis yang bisa dilakukan antara lain dengan teknik berikut ini:

1. Panas membantu mengurangi nyeri dan kejang otot. Panas sebaiknya diaplikasikan pada tempat yang mengalami nyeri tersebut selama 20 hingga 30 menit atau sesuai kebutuhan.
2. Es dapat membantu mengurangi pembengkakan dan rasa sakit. Es juga dapat membantu mencegah kerusakan jaringan. Es dapat diaplikasikan berupa kompres es atau ice pack dan diaplikasikan di tempat nyeri selama 15 hingga 20 menit.
3. Stimulasi saraf listrik transkutan (transcutaneous electro neuro stimulation/TENS) adalah perangkat portabel yang biasanya bertenaga baterai yang menempel pada kulit dan biasanya diaplikasikan untuk mengurangi nyeri. TENS menggunakan sinyal listrik yang ringan dan aman untuk membantu mengendalikan rasa sakit. TENS menggunakan stimulasi listrik yang diterapkan pada kulit untuk merangsang ujung saraf, dengan cara ini mengubah atau menghilangkan rasa sakit. Bentuk analgesia ini mudah dilakukan dalam pengaturan rawat jalan. Hasil paling bermanfaat

ketika TENS digunakan untuk nyeri akut dan subakut akibat cedera atau pembedahan.

4. Teknik relaksasi dapat membantu rileks, menghilangkan stres, dan mengurangi rasa sakit. Teknik relaksasi yang umum termasuk salah satu dari berikut ini:
  - a. Aromaterapi merupakan penggunaan aroma untuk bersantai, menghilangkan stres dan mengurangi rasa sakit. Aromaterapi menggunakan minyak, ekstrak, atau wewangian dari bunga, tumbuhan, dan pohon. Aroma terapi dapat dihirup atau digunakan selama pijat, facial, body wraps, dan mandi yang diharapkan dapat mengurangi persepsi nyeri.
  - b. Progressive muscle relaxation merupakan mekanisme latihan membantu rileksasi dan membantu mengurangi rasa sakit. Cara pelaksanaannya adalah dengan tarik napas dalam-dalam lalu dilepaskan perlahan. Pada saat yang bersamaan otot-otot dikontraksikan dan kemudian rilekskan dimulai dengan otot-otot di kaki kemudian dan perlahan-lahan naikan ke segmen tubuh berikutnya misalnya otot-otot tubuh bagian tengah, lengan, leher, dan kepala.
  - c. Meditasi dan yoga dapat membantu mengalihkan fokus dari rasa sakit.
  - d. Guided imagery dengan membayangkan sebuah gambar dalam pikiran dan fokus pada gambar daripada rasa sakit. Hal ini dapat membantu mempelajari cara mengubah cara tubuh merasakan dan merespons rasa sakit.
  - e. Musik dapat membantu meningkatkan tingkat energi dan memperbaiki suasana hati dan dapat membantu mengurangi rasa sakit dengan memicu tubuh melepaskan endorfin. Endorpin adalah bahan kimia tubuh alami yang mengurangi rasa sakit. Musik dapat digunakan dengan salah satu teknik lain, seperti relaksasi dan gangguan.
  - f. Self-hypnosis adalah cara untuk mengarahkan perhatian pada sesuatu selain rasa sakit misalnya dengan mengulangi pernyataan positif tentang mengabaikan rasa sakit atau melihat rasa sakit dengan cara yang positif.
5. Terapi akupunktur dilakukan dengan menggunakan jarum yang sangat tipis untuk menyeimbangkan saluran energi dalam tubuh dan sering membantu mengurangi rasa sakit dan gejala lainnya.
6. Fisioterapi secara umum termasuk pijat, dan olahraga yang paling efektif dalam pengelolaan tulang, jaringan lunak, dan nyeri neuropatik. Fisioterapi

penting dalam mempertahankan mobilitas meskipun rasa sakit dan penyakit terus berlanjut.

7. Terapi okupasi dapat membantu walaupun tidak secara langsung dapat mengurangi nyeri Terapi dilakukan dengan modifikasi perilaku, alat bantu berjalan, dan peralatan, terapi okupasi dan bertujuan mengurangi rasa sakit melalui perubahan mekanika tubuh dan meminimalkan cedera yang sedang berlangsung.
8. Terapi perilaku kognitif dan terapi perilaku telah terbukti memiliki manfaat dalam mengelola suasana hati, dan mengurangi beban psikologis terkait dengan nyeri kronis.

b) Farmakologis

(1) Prinsip terapi farmakologis

1. Penggunaan analgesik oral merupakan prioritas utama karena rute pemberian ini adalah yang paling tidak invasif. Jika pengobatan oral tidak memungkinkan, misalnya karena mual, muntah, atau gangguan menelan, pemberian subkutan atau transdermal dapat dipertimbangkan. Walaupun demikian perlu dicatat bahwa penyerapan transdermal tidak dapat diprediksi pada pasien dengan edema atau penurunan aliran darah perifer. Suntikan subkutan, bila sesuai untuk pengobatan tertentu, lebih diprioritaskan daripada suntikan intravena untuk pasien di rumah dan bagi mereka yang menggunakan analgesik parenteral jangka panjang.
2. Penggunaan analgesik sesuai dengan pedoman penggunaan analgesik dari WHO. Pada pasien dengan nyeri ringan, pengobatan dimulai dengan asetaminofen (parasetamol), obat antiinflamasi nonsteroid (NSAID), dan obat nonopioid lainnya, kecuali dikontraindikasikan. Jika hasilnya tidak memuaskan, dapat dilanjutkan pada analgesi kombinasi dengan opioid. Pasien dengan nyeri hebat umumnya membutuhkan opioid terlepas dari mekanisme nyeri yang mendasarinya; tidak ada alasan untuk memulai dari langkah terbawah jika rasa sakitnya parah. Obat ko-analgesik dan nonopioid meningkatkan analgesia, mengurangi kebutuhan opioid, dan menghambat perkembangan toleransi opioid.
3. Pada pasien dengan nyeri yang berkelanjutan analgesik harus diberikan secara teratur dengan interval yang disesuaikan dengan farmakokinetik agen tertentu. Dosis reguler memberikan kontrol nyeri yang lebih konsisten daripada dosis intermiten (sesuai kebutuhan).

4. Formulasi opioid lepas lambat terkontrol (long acting) harus digunakan hanya setelah dosis stabil dicapai dengan formulasi short acting. Opioid pelepasan terkontrol memberikan analgesia dengan interval yang lebih lama antara dosis, memungkinkan kenyamanan pasien. Obat tersebut memiliki onset kerja yang lebih lambat dan tidak dapat dititrasi secepat formulasi pelepasan segera. Efek penuh dari obat pelepasan terkontrol dapat memakan waktu beberapa jam atau hari untuk dicapai.
5. Selalu gunakan dosis awal yang lebih rendah pada orang tua dan mereka yang memiliki gangguan ginjal atau hati. Metabolisme opioid lebih lambat pada orang tua, meningkatkan risiko efek samping dan toksisitas. Kebanyakan opioid dan metabolitnya diekskresikan oleh ginjal kecuali hidromorfon dan fentanil, membutuhkan dosis yang lebih rendah pada pasien dengan gagal ginjal. Pasien dengan gangguan hati yang signifikan sangat sensitif terhadap efek samping neurologis dari opioid.

(2) Jenis Analgetika

(a) Analgetika Non-opioid

1. Asetaminofen memiliki onset yang cepat (15-30 menit) dan durasi kerja yang singkat (hingga 4-6 jam). Dosis harian maksimum pada orang dewasa (>12 tahun) yang tidak mengalami peningkatan risiko hepatotoksitas adalah 3 sampai 4 g/24 jam. Dosis 2,6 g/hari direkomendasikan pada orang tua dan bahkan dosis yang lebih rendah dari dosis tersebut pada mereka dengan penyakit hati atau penyalahgunaan alkohol.
2. NSAIDs dengan sifat analgesik dan anti-inflamasi, memiliki efek analgesik paling kuat pada nyeri tulang, nyeri myofascial, dan nyeri yang disebabkan oleh peradangan. Onset dan durasi aksi bervariasi menurut formulasi dan termasuk ibuprofen dengan onset cepat (15-30 menit) dan durasi pendek (4-6 jam) dan celecoxib dengan onset lebih lambat (3 jam) dan durasi panjang (14 jam). Sebelum menggunakan NSAID, risiko efek samping kardiovaskular, gastrointestinal, dan ginjal harus dievaluasi. Penggunaan inhibitor siklooksigenase-2 (COX-2) selektif, inhibitor pompa proton (PPIs) atau keduanya akan mengurangi (tetapi tidak menghilangkan) risiko perdarahan gastrointestinal. Tidak ada bukti bahwa inhibitor COX-2 memiliki penurunan risiko ginjal atau jantung dibandingkan dengan inhibitor COX nonselektif.

(b) Analgesik Opioid Lemah.

Opioid lemah dinamakan demikian bukan karena mereka secara inheren kurang efektif dibandingkan opioid lainnya. Pada dosis yang ekuivalen opioid lemah sama efektifnya dengan opioid yang lebih kuat, seperti fentanil atau morfin. Sebaliknya mereka disebut opioid lemah karena mereka biasanya dikombinasikan dengan obat lain yang membatasi dosis harian maksimum. Ketika digunakan sendiri tanpa kombinasi dengan obat lain opioid lemah dapat dianggap sebagai opioid kuat. Berikut ini beberapa jenis opioid lemah:

1. Kodein: Dosis kodein oral adalah 15 mg sampai 30 mg setiap 4 sampai 6 jam. Jika perlu dapat dilakukan titrasi dosis hingga maksimum 240 mg/hari. Tersedia formulasi pelepasan segera dan pelepasan terkontrol. Formulasi pelepasan segera mengandung kodein saja atau dikombinasikan dengan asetaminofen atau asam asetilsalisilat, membatasi dosis harian maksimum. Kodein tidak boleh digunakan pada gagal ginjal sedang atau berat, karena metabolitnya dapat menyebabkan sedasi dan perubahan tingkat kesadaran.
2. Dihydrocodeine: Dosis dihydrocodeine mulai dari 60 mg per oral setiap 12 jam. Jika perlu dapat dilakukan titrasi dosis hingga 120 mg setiap 12 jam. Dihydrocodeine merupakan opioid sintetik. Formulasi pelepasan segera tersedia sebagai dihidrokodein saja atau dikombinasikan dengan asetaminofen, aspirin, ibuprofen, antihistamin atau dekonjestan untuk membatasi dosis harian maksimum.
3. Oxycodone: Dosis oxycodone mulai dari 5 mg setiap 4 jam. Titrasi dosis diperlukan untuk mencapai efek analgesik yang memadai. Tersedia formulasi pelepasan segera dan pelepasan terkontrol. Formulasi pelepasan segera dapat mengandung oksikodon saja (sebagai opioid kuat) atau dikombinasikan dengan asetaminofen (sebagai opioid lemah). Oxycodone tersedia dalam kombinasi dengan nalokson, yang membantu meminimalkan efek samping konstipasi.
4. Tramadol: Dosis awal yang biasa digunakan adalah 25 hingga 50 mg setiap 4 jam dalam formulasi oral lepas segera. Titrasi dosis sesuai kebutuhan dengan kecepatan tidak lebih cepat dari 25 mg setiap 3 hari hingga maksimum 400 mg/hari. Tramadol bekerja melalui reseptor opioid dan reseptor serotonin. Mual dan muntah sering terjadi pada awal pengobatan. Tersedia formulasi pelepasan segera dan pelepasan terkontrol. Formulasi pelepasan segera mengandung tramadol sendiri atau dikombinasikan dengan asetaminofen untuk membatasi dosis harian maksimum. Perhatian dan

dosis awal yang lebih rendah diperlukan pada orang tua dan pada mereka dengan gagal ginjal atau hati. Tramadol dikaitkan dengan sindrom serotonin.

(c) Analgesik Opioid Kuat

Pada dosis equianalgesic, opioid lemah dan kuat memiliki tingkat efek yang sama. Beberapa opioid lemah sebenarnya lebih kuat daripada opioid kuat tertentu.

1. **Morfin:** Dosis morfin mulai dari 5 sampai 10 mg per oral setiap 4 jam. Titiasi dosis untuk mencapai analgesia yang memadai atau berdasarkan efek samping. Tersedia formulasi pelepasan segera dan pelepasan terkontrol. Formulasi oral, rektal, subkutan, dan intravena morfin dan metabolit aktifnya diekskresikan oleh ginjal oleh karenanya morfin tidak dianjurkan pada pasien dengan gagal ginjal.
2. **Hidromorfon:** Dosis hidromorfon adalah mulai dari 0,5 mg sampai 1 mg per oral setiap 4 jam. Titiasi dosis diperlukan untuk mencapai analgesia yang memadai atau berdasarkan efek samping. Tersedia formulasi pelepasan segera dan pelepasan terkontrol. Formulasi oral, subkutan, dan intravena hidromorfon merupakan opioid semisintetik (berbasis morfin). Pasien yang benar-benar alergi terhadap morfin harus mencoba opiat sintetik yang berbeda di mana tidak diketahui adanya reaktivitas silang. Hidromorfon memiliki metabolit yang relatif inert yang diekskresikan oleh ginjal sehingga dapat digunakan dengan aman pada pasien dengan gagal ginjal.
3. **Buprenorfin:** Buprenorfin tersedia dalam bentuk transdermal. Dosis didasarkan pada paparan sebelumnya terhadap opioid. Buprenorfin dapat digunakan pada pasien yang belum pernah menggunakan opioid pada dosis rendah dengan hati-hati. Semua dosis rutin opioid alternatif harus dihentikan ketika buprenorfin dimulai.
  - a. Patch transdermal (hingga 20 mikrogram/jam) diganti setiap 7 hari. Penyesuaian dosis harus terjadi hanya setelah 3 sampai 7 hari. Sediaan patch transdermal dosis tinggi (dari 35 mikrogram/jam) diganti setiap 3 sampai 4 hari digunakan di beberapa negara Eropa.
  - b. Film bukal dan tablet sublingual diminum setiap 12 jam. Penyesuaian dosis harus dilakukan setiap 4 hari. Dosis yang lebih rendah dan titiasi yang lebih lambat disarankan pada pasien dengan lesi oral.
  - c. Tablet sublingual yang mengandung buprenorfin dan nalokson tersedia dalam 2 bentuk sediaan tetapi saat ini disetujui untuk digunakan pada kecanduan opioid.

4. **Fentanyl:** Fentanyl merupakan opioid kuat yang diberikan pada pasien yang toleran terhadap opioid. Dosis awal tergantung pada penggunaan opioid sebelumnya. Tidak direkomendasikan untuk pasien yang menggunakan morfin <45 mg hingga 60 mg (atau setara) per hari. Dosis intravena harus disediakan untuk pengaturan yang dipantau, seperti ruang operasi dan unit perawatan intensif. Formulasi pelepasan terkontrol harus dititiasi tidak lebih cepat dari sekali seminggu karena waktu paruhnya yang panjang. Saat patch dilepas, kadar obat dapat ditemukan dalam darah hingga 1 hari. Disarankan bahwa untuk pasien yang sakit kritis, dosis fentanil transdermal dapat diubah langsung ke intravena dan kembali lagi ketika kondisi pasien membaik dan mereka dapat mengambil formulasi oral pada perbandingan 1:1. Fentanyl aman digunakan pada pasien dengan gagal ginjal.
5. **Metadon:** Metadon merupakan opioid kerja menengah yang digunakan pada pasien yang toleran terhadap opioid. Hanya formulasi oral yang tersedia. Dosis didasarkan pada penggunaan opioid lain dan tujuan terapi (manajemen nyeri atau terapi kecanduan). Metadon dapat digunakan pada pasien dengan penyakit ginjal stadium akhir. Metadon aman digunakan pada pasien dengan penyakit ginjal. Metadon memperpanjang interval QT jantung dan harus digunakan dengan hati-hati pada pasien yang memakai obat lain.
6. **Oxycodone:** Oxycodone dianggap sebagai opioid kuat jika diberikan tanpa obat kombinasi untuk pembatas dosis. Dosis awal dan kecepatan titrasi sama dengan dan tanpa obat tambahan.

## 6. Pengukuran Nyeri

---

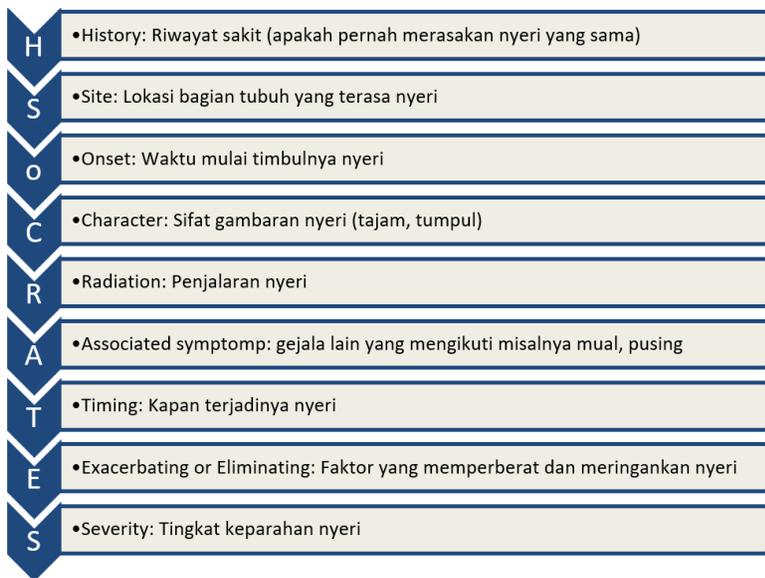
### a) Penilaian Nyeri Akut

Penilaian nyeri yang valid dan andal sangat penting dalam pengelolaan nyeri yang efektif. Walaupun demikian perlu dicatat bahwa sifat nyeri yang membuat pengukuran objektif menjadi sulit dilakukan. Nyeri akut perlu diukur pada saat istirahat dan pada saat melakukan gerakan. Beberapa instrumen untuk mengukur nyeri meliputi skala penilaian numerik (numeric rating scale) atau skala analog visual (visual analogue scale). Keduanya lebih kuat dalam mendeteksi perubahan intensitas nyeri daripada skala penilaian kategori verbal (verbal rating scale). Beberapa skala fungsional spesifik penyakit dan pasien berguna, seperti MacMaster untuk osteoarthritis, dan Oswentri Disability Index mengukur nyeri punggung.

Untuk nyeri akut, yang disebabkan oleh trauma, pembedahan, persalinan, atau penyakit medis akut, penentuan lokasi, aspek temporal, dan intensitas

nyeri, sangat membantu untuk mengarakterisasi nyeri dan mengevaluasi efek pengobatan kondisi nyeri dan penyebab yang mendasarinya.

Skala analog visual (visual analogue scale (VAS)), skala penilaian numerik (numeric rating scale (NRS)) dan skala penilaian kategori verbal empat poin (verbal rating scale (VRS)) merupakan skala penilaian intensitas nyeri unidimensional yang paling sering digunakan. Ketiga skala pengukuran ini menilai perasaan subjektif pasien tentang intensitas nyeri yang sedang dirasakan, nyeri terberat, nyeri teringan atau rata-rata selama 24 jam terakhir atau selama minggu terakhir. NRS dan VAS lebih peka dalam mengukur nyeri dibandingkan dengan VRS. Walaupun demikian, semua instrument ini memiliki keterbatasan dalam mengukur nyeri, karena rasa sakit bersifat subjektif dan terpengaruh oleh berbagai faktor. Secara umum, terdapat pula panduan yang dapat digunakan anamnesis nyeri baik pada nyeri akut maupun nyeri kronis pada gambar berikut:



Gambar 1.1. Anamnesis Nyeri

Skala intensitas nyeri satu dimensi yang umum digunakan dalam NRS adalah 11 poin. Rentang skala pada VAS adalah dari tanpa nyeri (=0) hingga nyeri terburuk yang dapat dibayangkan [=10 (atau 100)], sedangkan skala penilaian verbal kategori biasanya berupa empat poin (VRS). Kekuatan untuk mendeteksi perbedaan meningkat dengan besarnya perbedaan intensitas nyeri sebelum dan sesudah perawatan nyeri. Perbedaan kurang dari sekitar 15 (pada 0–100 VAS) atau 1,5 (pada 0–10 NRS) juga secara klinis kurang bermakna. Kekuatan

untuk mendeteksi perbedaan intensitas nyeri yang diamati dengan VAS lebih tinggi dibandingkan dengan nilai VRS kategoris empat titik yang diamati secara bersamaan.

Kategori verbal nyeri ringan, sedang, dan berat mungkin sesuai dengan nilai yang berbeda pada VAS pada pasien yang sama pada kesempatan yang berbeda, sedangkan nilai NRS dan VAS umumnya sebanding. NRS dengan angka dari 0 sampai 10 ('tidak sakit' sampai 'sakit terburuk yang bisa dibayangkan') lebih praktis daripada VAS, lebih mudah dipahami bagi kebanyakan orang, dan tidak memerlukan penglihatan, kertas, dan tulisan yang jelas. Seseorang bahkan dapat menentukan intensitas nyeri secara akurat menggunakan wawancara telepon, wawancara telepon terkomputerisasi, dan perekaman data NRS oleh pasien langsung ke database komputer melalui keyboard telepon. NRS dan VAS telah terbukti memberikan nilai yang hampir sama pada pasien yang sama pada berbagai waktu setelah operasi. Untuk anak-anak yang lebih muda, dari sekitar 3 tahun, skala nyeri dengan wajah bahagia dan tidak bahagia divalidasi dengan baik, misalnya skala nyeri wajah. Penelitian telah menunjukkan kesesuaian antara intensitas nyeri yang direkam secara bersamaan pada VAS dan pada skala nyeri wajah enam poin.

Penilaian intensitas nyeri akut saat istirahat setelah operasi penting untuk menilai kenyamanan pasien. Namun, pengukuran nyeri dinamis yang dilakukan selama mobilisasi, pernapasan dalam, dan batuk juga penting untuk dilakukan untuk menilai risiko komplikasi kardiopulmoner dan tromboemboli setelah operasi.

#### b) Penilaian Nyeri Kronis

Selain mengukur nyeri secara unidimensional, penilaian nyeri kronis perlu mengukur dampak nyeri pada fungsi fisik, emosional, dan social. Oleh karenanya diperlukan alat kualitatif multidimensi dan instrumen kualitas hidup yang berhubungan dengan kesehatan. Nyeri kronis memiliki dampak besar pada fungsi fisik, emosional, dan kognitif, pada kehidupan sosial dan keluarga, dan pada kemampuan untuk bekerja dan mendapatkan penghasilan. Oleh karena itu, penilaian yang bermakna dari nyeri yang bertahan lama merupakan tugas yang lebih menuntut daripada menilai nyeri akut. Hal ini berlaku baik dalam praktik klinis maupun saat melakukan uji coba pengelolaan nyeri jangka panjang. Penilaian komprehensif dari setiap kondisi nyeri kronis yang kompleks memerlukan pendokumentasian (i) riwayat nyeri, (ii) pemeriksaan fisik, dan (iii) tes diagnostik khusus.

### (1) Riwayat Nyeri

Riwayat medis umum merupakan bagian penting dari riwayat nyeri, sering kali mengungkapkan aspek penting dari komorbiditas yang berkontribusi terhadap kondisi nyeri yang kompleks. Selain menggunakan panduan anamnesis nyeri H-SOCRATES yang telah disebutkan penelurusan riwayat nyeri spesifik harus menjelaskan lokasi, intensitas, deskriptor nyeri, aspek temporal, dan kemungkinan masalah patofisiologi dan etiologi yang meliputi:

1. Dimana rasa sakitnya?
2. Seberapa kuat rasa sakitnya?
3. Deskripsi rasa sakit (misalnya terbakar, sakit, menusuk, menembak, berdenyut).
4. Bagaimana rasa sakit itu dimulai?
5. Apa perjalanan waktu rasa sakit?
6. Apa yang mengurangi rasa sakit?
7. Apa yang memperburuk rasa sakit?
8. Bagaimana rasa sakit mempengaruhi kualitas tidur, fungsi fisik, kemampuan untuk bekerja, ekonomi, perasaanmu, kehidupan keluarga, kehidupan sosial?
9. Perawatan apa yang telah terima? Efek pengobatan? Ada efek samping?

### (2) Pemeriksaan Fisik

1. Pemeriksaan fisik umum
2. Evaluasi nyeri tertentu
3. Pemeriksaan neurologis
4. Pemeriksaan sistem muskuloskeletal
5. Penilaian faktor psikologis.

### (3) Alat Penilaian Nyeri Kronis

Beberapa alat penilaian nyeri kronis yang mengukur nyeri secara multidimensioanal antara lain adalah sebagai berikut:

#### (a) Brief Pain Inventory

Inventarisasi Nyeri Singkat (Brief Pain Inventory (BPI)) menilai keparahan nyeri dan derajat gangguan fungsi, menggunakan 0-10 NRS. BPI juga meminta pasien untuk menilai seberapa besar nyeri mengganggu tujuh aspek kehidupan: (1) aktivitas umum; (2) berjalan; (3) pekerjaan normal; (4) hubungan dengan orang lain; (5) suasana hati; (6) tidur; dan (7) kualitas hidup. BPI dapat diisi sendiri, ditanyakan dalam wawancara klinis, atau bahkan ditanyakan melalui

telepon. Kebanyakan pasien dapat menyelesaikan BPI dalam 2 atau 3 menit. Nyeri kronis biasanya bervariasi sepanjang siang dan malam, dan oleh karena itu BPI meminta pasien untuk menilai intensitas nyeri mereka saat ini, 'nyeri sekarang', dan nyeri 'paling buruk', 'paling tidak', dan 'rata-rata' selama 24 jam terakhir. Lokasi nyeri pada bagan tubuh dan karakteristik nyeri didokumentasikan.

(b) McGill Pain Questionnaire

McGill Pain Questionnaire (MPQ) dan short-form MPQ (SF-MPQ) mengevaluasi aspek sensorik, afektif-emosional, evaluatif, dan temporal dari kondisi nyeri pasien. SF-MPQ terdiri atas 11 deskriptor verbal sensorik (tajam, tumpul, dll.) dan empat afektif (mencemaskan, menakutkan, dll.). Pasien diminta untuk menilai intensitas masing-masing deskriptor pada skala dari 0 sampai 3 (=parah). Tiga skor nyeri dihitung meliputi sensorik, afektif, dan indeks nyeri total. Pasien juga menilai intensitas nyeri mereka saat ini pada skala 0-5 dan VAS.

(c) Alat Penilaian Nyeri Neuropatik

Beberapa jenis instrument yang mengukur nyeri neuropatik meliputi skala nyeri, Leeds assessment of neuropathic symptoms and signs (LANSS), neuropathic pain questionnaire, pain DETECT, ID-pain dan the Douleur neuropathique (DN4). Skala penilaian kualitas nyeri merupakan instrumen yang paling umum digunakan untuk membedakan antara kondisi nyeri yang lebih nosiseptif dan lebih neuropatik. Kondisi nyeri kronis yang kompleks mungkin memiliki komponen mekanisme nyeri nosiseptif, inflamasi, dan neuropati. Jenis nyeri perlu dibedakan karena perawatan dapat memiliki efek yang berbeda pada mekanisme nyeri yang berbeda.

(4) Penilaian Nyeri dalam Uji Klinis

Initiative on Methods, Measurement, and Pain Assessment in Clinical Trials (IMMPACT) merekomendasikan beberapa pengukuran utama pada uji klinis yakni:

1. Intensitas nyeri dinilai dengan 0-10 NRS dimana penurunan intensitas nyeri 10-20% dianggap sedikit penting, setidaknya 30% penurunan dianggap cukup penting, sedangkan penurunan lebih dari 50% dianggap merupakan peningkatan yang substansial.
2. Fungsi fisik dinilai dengan BPI dengan peningkatan satu poin dianggap sangat penting.

3. Fungsi emosional dinilai dengan Beck Depression Inventory dimana penurunan lebih dari lima poin secara klinis dianggap penting. Profil Mood States merupakan instrument yang mengukur gangguan mood total secara klinis dimana penurunan 10-15 poin dianggap penting.
4. Penilaian pasien tentang peningkatan atau perburukan nyeri misalnya 'sedikit membaik', cukup penting merupakan 'sangat membaik', dan substansial perubahan 'sangat meningkat'.
5. Gejala lain dan setiap efek samping didokumentasikan dengan menggunakan observasi maupun laporan dari pasien.

#### E. Tahapan Pemulihan Cedera

---

Setelah terjadi cedera atau gangguan musculoskeletal lain, akan terjadi proses penyembuhan melalui beberapa tahap fase. Waktu penyembuhan tergantung pada individu, tingkat cedera, usia, status kesehatan secara keseluruhan. Fisioterapi dalam hal ini membantu memfasilitasi penyembuhan yang lebih cepat serta menurunkan risiko cedera ulang, nyeri kronis, dan disfungsi.

Penyembuhan pada dasarnya merupakan penggantian jaringan yang rusak dengan jaringan hidup di dalam tubuh. Proses ini terdiri atas dua bagian, yakni regenerasi dan repair/perbaikan. Namun tidak ada batasan yang jelas antar tahap karena respons penyembuhan luka "bertransisi" ke tahap penyembuhan berikutnya. Selama fase regenerasi, jaringan khusus digantikan oleh proliferasi sel-sel khusus yang tidak rusak di sekitarnya. Pada fase repair, jaringan yang hilang digantikan oleh jaringan granulasi yang matang menjadi jaringan parut.

Reaksi selular setelah cedera tergantung pada jenis jaringan serta luasnya luka. Pada cedera pada jaringan pada sistem saraf pusat yang merusak neuron dan sel glia pendukung, respons tubuh tidak dapat memulihkan secara sempurna, karena regenerasi neuron yang hilang tidak mungkin dilakukan. Dinding astrosit yang diaktifkan dari lesi, akan mengakibatkan bekas luka glial. Sebaliknya, pada jaringan non-sistem saraf pusat, jaringan dapat memiliki beberapa respons tergantung pada besarnya cedera serta jenis jaringan. Secara umum berikut ini adalah fase pemulihan gangguan musculoskeletal. Fase penyembuhan di bawah ini tidak selalu terjadi berurutan dan dapat berjalan tanpa menunggu suatu fase selesai.

a) Fase Pendarahan

Fase ini berlangsung singkat yang dimulai segera setelah cedera dan berlangsung sekitar 6-8 jam, hingga 24 jam setelah cedera. Waktu terjadinya perdarahan tergantung pada luasnya cedera jaringan lunak dan pengelolaannya. Semakin banyak vaskularisasi struktur yang cedera, semakin banyak dan lama perdarahan yang akan terjadi.

b) Fase Peradangan

Tujuan dari fase peradangan atau inflamasi adalah untuk menghentikan fase perdarahan. Fase ini dimulai dengan cepat dalam 6-8 jam setelah cedera jaringan lunak, mencapai reaksi maksimal antara 1-3 hari dan secara bertahap sembuh dalam beberapa minggu. Fase ini dicapai dengan vasokonstriksi, retraksi pembuluh darah yang cedera, deposisi fibrin dan pembekuan. Suplai darah ke area tersebut meningkat saat ini, menyebabkan edema dan kemerahan. Fagositosis merupakan penelanan dan biasanya penghancuran materi partikulat oleh fagosit yang berfungsi sebagai mekanisme pertahanan tubuh.

1. Respon inflamasi akut melibatkan aktivitas yang menghasilkan eksudat - cairan seperti plasma yang keluar dari jaringan atau kapilernya dan terdiri atas protein dan leukosit granular (sel darah putih).
2. Respon inflamasi kronis berlangsung lama dan melibatkan adanya leukosit nongranular dan produksi jaringan parut.

Pada fase akut terjadi tiga mekanisme yang bertujuan untuk menghentikan kehilangan darah dari luka:

1. Terjadi vasokonstriksi lokal, berlangsung beberapa detik hingga 10 menit. Pembuluh darah yang lebih besar menyempit karena neurotransmitter dan kapiler dan arteriol dan venula yang lebih kecil menyempit karena pengaruh serotonin dan katekolamin yang dilepaskan dari trombosit. Pengurangan volume aliran darah yang dihasilkan di wilayah tersebut meningkatkan viskositas darah atau resistensi terhadap aliran, yang selanjutnya mengurangi kehilangan darah di lokasi cedera.
2. Reaksi trombosit memicu pembekuan ketika sel-sel individu secara ireversibel bergabung satu sama lain dan dengan fibrin untuk membentuk sumbat mekanis yang menyumbat ujung pembuluh darah yang pecah. Trombosit juga menghasilkan berbagai mediator kimia dalam fase inflamasi: serotonin, adrenalin, noradrenalin, dan histamin. Juga, ATP digunakan untuk energi dalam proses penyembuhan.

3. Molekul fibrinogen diubah menjadi fibrin untuk pembentukan pembekuan darah.

Sekitar 1 jam setelah cedera, pembengkakan atau edema, terjadi karena dinding pembuluh darah menjadi lebih permeabel dan peningkatan tekanan di dalam pembuluh memaksa eksudat plasma keluar ke jaringan interstisial. Ini terjadi pada:

1. Trauma ringan, selama beberapa menit dengan kembalinya permeabilitas normal dalam 20–30 menit.
2. Trauma yang lebih parah, dapat menyebabkan peningkatan permeabilitas yang berkepanjangan, dan kadang-kadang mengakibatkan peningkatan permeabilitas yang tertunda, dengan pembengkakan yang tidak terlihat sampai beberapa waktu berlalu sejak cedera awal.

Bradykinin, protease plasma utama yang timbul selama peradangan, meningkatkan permeabilitas pembuluh darah dan merangsang ujung saraf untuk menyebabkan rasa sakit.

c) Fase Proliferasi

Fase ini dimulai antara 24–48 jam setelah cedera, berlangsung hingga 2–3 minggu ketika sebagian besar jaringan parut terbentuk. Fase ini meliputi proses berikut:

(1) Fibroplasia dan Granulasi

Merupakan peristiwa sentral selama fase proliferasi. Fase ini terjadi 3–5 hari setelah cedera dan tumpang tindih dengan fase inflamasi sebelumnya. Jaringan granulasi meliputi sel-sel inflamasi, fibroblas, dan neovaskularisasi dalam matriks fibronectin, kolagen, glikosaminoglikan, dan proteoglikan.

(2) Epitelisasi

Proses ini berupa pembentukan epitel di atas permukaan. Prosesnya dimulai dalam beberapa jam setelah cedera jaringan. Epitelisasi melibatkan migrasi sel pada tepi luka dengan jarak kurang dari 1 mm, dari satu sisi insisi ke sisi lainnya. Luka insisi mengalami epitelisasi dalam waktu 24–48 jam setelah cedera. Lapisan epitel ini menyediakan segel antara luka yang mendasari dan lingkungan.

Sel-sel epidermis di tepi luka mengalami perubahan struktural, memungkinkan mereka untuk melepaskan diri dari koneksi mereka ke sel-sel epidermis lain dan ke membran basal mereka. Mikrofilamen aktin intraseluler terbentuk, memungkinkan sel-sel epidermis merayap melintasi permukaan luka.

Balutan oklusif dan semioklusif yang terjasi dalam 48 jam pertama setelah cedera dapat mempertahankan kelembaban jaringan dan mengoptimalkan epitelisasi. Ketika epitelisasi selesai, sel epidermis pulih kembali seperti semula.

### (3) Fibroplasia

Fibroplasia dimulai 3–5 hari setelah cedera dan dapat berlangsung selama 14 hari. Fibroblas kulit dan sel mesenkim berdiferensiasi untuk melakukan kemampuan migrasi dan kontraktil. Fibroblas bertanggung jawab untuk produksi kolagen, elastin, fibronektin, glikosaminoglikan, dan protease. Fibroblas mengisi defek yang ditinggalkan oleh luka terbuka saat jumlah sel inflamasi berkurang. Saat jaringan granulasi matang, fibroblas menghasilkan lebih sedikit kolagen tipe III dan menjadi lebih kurus. Fibroblas mulai memproduksi kolagen tipe I yang jauh lebih kuat.

### (4) Angiogenesis

Hasil angiogenesis mengakibatkan aliran darah yang lebih besar ke luka dan akibatnya terjadi peningkatan perfusi faktor penyembuhan. Angiogenesis berhenti begitu permintaan untuk pembuluh darah baru berhenti. Pembuluh darah baru dapat dihilangkan dengan apoptosis. Suplai darah yang kaya sangat penting untuk mempertahankan jaringan yang baru terbentuk seperti yang terlihat pada eritema pada bekas luka yang baru terbentuk. Makrofag sangat penting untuk stimulasi angiogenesis dan menghasilkan faktor angiogenik yang diturunkan makrofag sebagai respons terhadap oksigenasi jaringan yang rendah.

### (5) Kontraksi

Kontraksi menghasilkan penurunan ukuran luka misalnya sayatan 2 cm dapat berkurang menjadi 1,8 cm setelah kontraksi. Jaringan longgar berkontraksi lebih dari jaringan yang kuat, dan luka persegi cenderung berkontraksi lebih dari luka melingkar. Kontraksi luka tergantung pada myofibroblast yang terletak di perifer luka, hubungannya dengan komponen matriks ekstraseluler, dan proliferasi myofibroblast. Radiasi dan obat-obatan, yang menghambat pembelahan sel dapat menunda kontraksi luka.

### d) Fase Remodeling

Fase ini dimulai sekitar puncak fase proliferasi. Hasil dari fase ini merupakan bekas luka yang terorganisir, berkualitas dan fungsional mirip dengan jaringan yang sedang diperbaiki. Titik akhir akhir setelah remodeling tergantung pada jenis jaringan. Jaringan yang bukan sistem saraf pusat (SSP) yang mengalami

penyembuhan primer, sangat sedikit remodeling yang terjadi karena kurangnya matriks ekstraseluler yang dihasilkan selama perbaikan.

Penyembuhan sekunder, sebaliknya, melibatkan penyesuaian dan kontraksi serat untuk mengurangi ukuran luka dan untuk membangun kembali kekuatan jaringan. Pemulihan lengkap kekuatan jaringan asli jarang diperoleh pada penyembuhan sekunder karena jaringan yang diperbaiki tetap kurang terorganisir daripada jaringan yang tidak terluka, yang menghasilkan pembentukan bekas luka.

Pada jaringan SSP tidak terlihat perbaikan atau regenerasi neuron yang cedera, relatif sedikit pembentukan kembali integritas struktural di wilayah tersebut. Selama remodeling SSP, astrosit yang teraktivasi menutup lesi, menciptakan bekas luka glial. Astrosit yang teraktivasi ini dapat mencegah kerusakan jaringan lebih lanjut, meskipun pertumbuhan kembali aksonal neuron terhambat.

#### (1) Tahap Pertama

Pemulihan kontinuitas terjadi secara langsung oleh adhesi fibrosa, tanpa pembentukan jaringan granulasi; itu menghasilkan bekas luka tipis.

#### (2) Tahap Kedua

Penyembuhan luka terjadi dengan penyatuan melalui adhesi permukaan granulasi ketika tepi luka berjauhan dan tidak dapat disatukan. Granulasi terbentuk dari dasar dan sisi luka menuju permukaan.

#### (3) Tahap Ketiga

Penyembuhan luka terjadi dengan pengisian rongga luka secara bertahap dengan granulasi dan sikatriks.

## BAB 2. PRINSIP OLAHRAGA TERAPI DAN REHABILITASI GANGGUAN MUSCULOSKELETAL

Atlet merupakan salah satu kelompok profesi yang berisiko tinggi mengalami gangguan musculoskeletal yang diakibatkan cedera. Selain atlet, pekerja yang cenderung melakukan aktivitas fisik secara berulang (repetitif) juga rentan terhadap gangguan ini. Faktor penuaan, kelemahan otot dan teknik gerakan yang kurang tepat juga dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan musculoskeletal. Gangguan musculoskeletal yang terjadi pada atlet maupun non-atlet selain menimbulkan ketidaknyamanan, tentunya dapat mengurangi kesempatan untuk beraktivitas secara optimal. Oleh karenanya diperlukan penanganan yang komprehensif sesuai dengan patofisiologi gangguan musculoskeletal.

Dalam hal ini, olahraga terapi dan rehabilitasi merupakan bagian dari penatalaksanaan gangguan musculoskeletal selain teknik fisioterapi lain seperti modalitas termal, masase dan modalitas terapi lain serta penatalaksanaan secara farmakologis. Penanganan yang tepat dan komprehensif tidak hanya meningkatkan peluang keberhasilan terapi tapi juga dapat mengurangi risiko terjadinya kekambuhan gangguan musculoskeletal atau cedera ulang.

### A. Prinsip Dasar Manajemen Terapi Fisik

Beberapa prinsip dasar intervensi fisioterapi secara umum adalah sebagai berikut:

1. Pada tahap awal cedera dimana belum terjadi tahap peradangan, dapat dilakukan reposisi apabila terjadi dislokasi.
2. Pada tahap peradangan akut dilakukan upaya-upaya untuk menekan respon peradangan yang berlebihan melalui proses RICE (rest, ice, cold and elevation). Proses fisioterapi yang ideal dalam hal ini adalah hydrotherapy maupun cold therapy.

3. Pada tahap sub-akut dimana respon peradangan sudah menurun, dapat dilakukan heat therapy dan manual therapy untuk mempercepat proses regenerasi tubuh akibat cedera
4. Pada tahap kronis, heat therapy dapat dikombinasi dengan cold therapy dalam paket contrast therapy. Pada keadaan ini manual therapy dapat dilanjutkan dan mulai dikombinasikan dengan exercise therapy. Tujuan dari fase ini selain untuk mempercepat proses regenerasi adalah untuk memulihkan kembali fungsi tubuh seperti pemulihan range of movement persendian maupun memulihkan kekuatan otot yang berkurang akibat cedera dan proses imobilisasi.

## B. Prinsip Dasar Olahraga Terapi

---

Secara tradisional pada tahap akut gangguan musculoskeletal perlu dilakukan imobilisasi. Akan tetapi imobilisasi yang dilakukan tidak boleh berkepanjangan karena malah justru berdampak negatif pada pemulihan. Oleh karenanya paradigma baru menyatakan bahwa perlu mobilisasi sedini mungkin dengan tetap memperhatikan jenis dan luasnya cedera.

Peran olahraga terapi dan rehabilitasi pada gangguan musculoskeletal terutama yang diakibatkan cedera sendi disesuaikan pada fase penyembuhan yang secara garis besar dibagi menjadi beberapa fase yakni fase akut, subakut, remodelling, fungsional, dan return to normal activity. Walaupun demikian sangat dimungkinkan bahwa fase-fase tersebut overlap, bergantung pada respons individu terhadap penyembuhan dan jenis cedera. Secara lebih rinci berikut ini fase penyembuhan beserta bentuk olahraga terapi dan rehabilitasi yang dapat dilakukan pada fase tersebut.

### 1. Fase 1: Fase Akut (1–7 Hari)

---

Tujuan utama pada fase ini adalah meminimalkan peradangan dan nyeri. Penanganan utama yang dilakukan berupa RICE dan imobilisasi bila diperlukan misal pada kasus fraktur. Akan tetapi disarankan imobilisasi tersebut segera dilanjutkan dengan aktivitas fisik yang dapat dilakukan secara aktif atau pasif sesuai dengan rentang gerak bebas rasa sakit atau dibantu dengan cryotherapy.

### 2. Fase 2: Fase Subakut (Hari 3–< 3 Minggu)

---

Fase ini dimulai ketika tanda-tanda peradangan seperti panas, bengkak, kemerahan dan nyeri mulai mereda. Tujuan pada fase ini adalah mencegah atrofi

otot. Pada fase ini dilakukan aktivitas sesuai dengan rentang gerak penuh tanpa rasa sakit dengan latihan penguatan konsentris.

### 3. Fase 3: Fase Remodelling: (1–6 Minggu)

---

Pada fase ini dilakukan peregangan untuk menghindari penurunan fleksibilitas, penguatan eksentrik. Pada fase ini penting untuk dipastikan sudah terjadi pemulihan kekuatan otot untuk mencegah risiko cedera ulang.

### 4. Fase 4: Fase Fungsional: (2 Minggu - 6 Bulan)

---

Tujuan utama fase ini adalah dapat kembali ke aktivitas fungsional normal dengan meminimalkan cedera ulang. Pada fase ini dilakukan latihan kekuatan, daya tahan, kecepatan, kelincahan, fleksibilitas, dan proprioepsi dan kegiatan olahraga khusus yang biasa dilakukan.

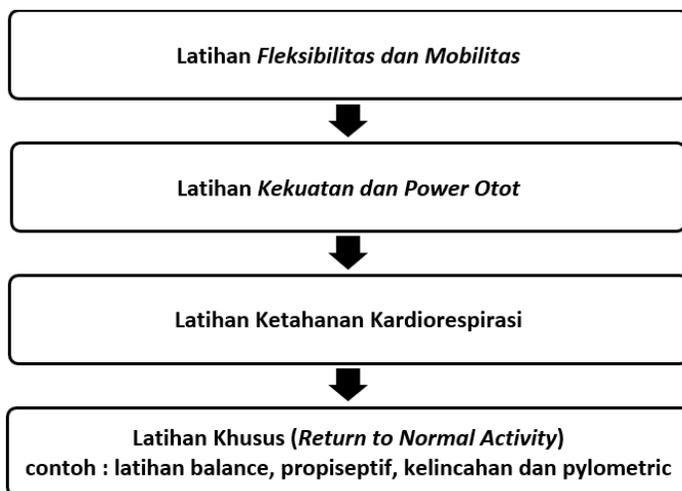
### 5. Fase 5: Kembali ke Aktivitas Atletik Normal (3 Minggu hingga 6 Bulan)

---

Tujuan utama fase ini adalah menghindari cedera ulang. Pada fase ini dilakukan latihan untuk memulihkan rentang gerak, kekuatan, koordinasi dan kesiapan psikologi, latihan untuk mengatasi defisit kemampuan fisik, kelincahan progresif, dan stabilisasi batang tubuh

Pembagian fase-fase tersebut adalah menyesuaikan dengan proses penyembuhan jaringan lunak merupakan proses penyembuhan alami yang terjadi pada gangguan musculoskeletal khususnya cedera. Tujuan utama terapi dan rehabilitasi adalah untuk memfasilitasi dan merangsang proses penyembuhan jaringan. Dalam penanganan cedera, diagnosis kerusakan struktur serta proses cedera perlu ditegakkan terlebih dahulu. Berdasarkan gejala dan pemeriksaan fisik perlu ditetapkan tahapan keluhan apakah termasuk keluhan akut, subakut maupun kronis. Pada prinsipnya, penanganan cedera akut harus dilaksanakan untuk mengurangi kerusakan lanjutan serta mengurangi keluhan akibat respon peradangan tubuh.

Olahraga terapi untuk merehabilitasi penderita gangguan musculoskeletal terutama cedera sendi dan mengembalikan fungsi sendi seperti atau mendekati fungsi semula. Secara ke seluruhan, olahraga terapi (*exercise therapy*) merupakan aktivitas fisik yang sistematis dan bertujuan untuk memperbaiki atau mencegah gangguan fungsi sendi dan mengoptimalkan fungsi sendi. Secara umum, tahapan latihan dalam olahraga terapi dan rehabilitasi meliputi struktur tersebut digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Alur Olahraga Terapi Paska Cedera Sendi

### C. Latihan Fleksibilitas dan Mobilitas

#### 1. Definisi Jangkauan Sendi dan Faktor yang Mempengaruhi

Imobilisasi yang merupakan manajemen fase akut cedera atau gangguan fisik lain dapat menurunkan jangkauan sendi atau range of movement (ROM) yang diakibatkan oleh kelemahan dan kontraktur otot maupun kekakuan dan adhesi jaringan ikat hyalin, elastis maupun fibrosa. Beberapa hal lain yang dapat mengurangi ROM meliputi gangguan sistemik, persendian, saraf, otot yang dikarenakan gangguan infeksi, imunologi, trauma maupun karena inactivity. Secara umum faktor yang mempengaruhi dibedakan menjadi faktor intrinsik maupun ekstrinsik.

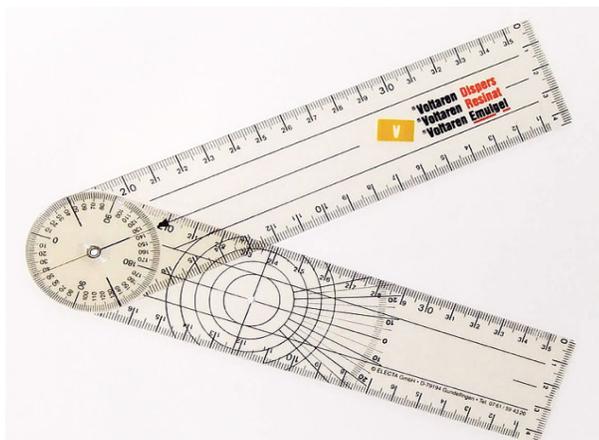
Faktor intrinsik terkait dengan komposisi anatomis sendi, seperti bentuk dan kesesuaian permukaan tulang artikulasi dan kelenturan kapsul sendi, ligamen, dan jaringan kolagen lainnya. Selain itu, kekuatan dan fleksibilitas otot yang bekerja pada atau melintasi sendi juga mempengaruhi ROM. Faktor intrinsik yang lain meliputi usia, jenis kelamin, dominasi ekstremitas, berat badan/BMI, tinggi badan, cedera sebelumnya, pelatihan fleksibilitas, etnis dan genotipe. Faktor ekstrinsik yang berhubungan dengan ROM meliputi tingkat dan jenis partisipasi olahraga dan suhu lingkungan.

Aktivitas pemeliharaan ROM dalam hal ini diperlukan untuk memelihara mobilitas sendi dan otot serta untuk meminimalkan kehilangan fleksibilitas jaringan dan pembentukan kontraktur. Walaupun demikian latihan fleksibilitas

dikontraindikasikan pada beberapa keadaan seperti patah tulang dan pada keadaan setelah gangguan jantung.

## 2. Pengukuran Jangkauan Sendi (Range of Movement)

Jangkauan gerak sering diukur menggunakan goniometer dan dihitung dalam derajat. Jangkauan otot dihitung dalam “jarak fungsional” setelah dilakukan penguluran secara maksimal. Untuk memelihara jangkauan gerak yang normal, area tersebut harus digerakkan secara periodik. Pengukuran ROM perlu dilakukan pada awal latihan, sepanjang program dan pada akhir latihan sebagai evaluasi latihan. Untuk mengukur rentang gerak pada sendi, pusat goniometer diposisikan pada sumbu rotasi sendi, dan lengan goniometer disejajarkan dengan sumbu panjang tulang segmen yang berdekatan atau ke referensi eksternal. Pengukuran berupa sudut dalam derajat yang ditunjukkan pada goniometer. Walaupun demikian perlu dipastikan untuk memosisikan dan mempertahankan lengan goniometer di sepanjang tulang segmen selama pengukuran untuk menjamin akurasi pengukuran.



Gambar 2.2. Goniometer (Wikipedia-Creative Common)

Seperti yang terlihat pada gambar, goniometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur sudut sendi atau rentang gerak. Goniometer digunakan untuk mengukur rentang gerak (dalam derajat) sendi untuk rentang sendi aktif atau pasif. Goniometer juga dapat mengukur kemajuan dalam pengembalian rentang gerak selama pemulihan. Goniometer tradisional berupa busur derajat dengan lengan terentang. Cara penggunaan goniometer yang tepat adalah sebagai berikut:

1. Sejajarkan titik tumpu goniometer dengan titik tumpu sendi yang akan diukur.
2. Sejajarkan lengan goniometer dengan tungkai yang diukur.
3. Pegang lengan goniometer di tempatnya sendi digerakkan mengikuti rentang gerakannya.
4. Derajat antara titik awal dan titik akhir mewakili seluruh rentang gerak.

#### Hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran

1. Stabilkan bagian tubuh yang tidak bergerak yang merupakan bagian tubuh yang proksimal (lebih dekat ke garis tengah tubuh) dari sendi yang diuji. Penting agar pasien tidak menggerakkan tubuhnya saat menggerakkan sendi; langkah ini mengisolasi gerakan sendi untuk pengukuran yang lebih akurat.
2. Perhatikan bacaan pada goniometer sebelum melepaskannya dari tubuh pasien. Pastikan dilakukan pembacaan yang akurat tentang derajat gerakan pada goniometer, dan secara konsisten digunakan penanda stasioner dan penanda bergerak yang sama pada tubuh saat mengukur, untuk memastikan konsistensi dan pastikan untuk mencatat rentang gerak sendi.

#### 3. Mekanisme Fisiologis Peregangan Otot

---

Mekanisme efek terapeutik teknik peregangan otot untuk meningkatkan rentang gerak dapat dijelaskan dengan menggunakan tiga model.

##### a) Model Biomekanik

Model biomekanik untuk menjelaskan peningkatan ekstensibilitas otot karena peregangan berdasarkan biomekanik otot, Ini termasuk pada dasarnya, deformasi viskoelastik dan deformasi plastis. Pada deformasi viskoelastik, otot rangka dianggap viskoelastik karena otot dapat kembali ke panjang aslinya setelah gaya tarik dihilangkan. Ekstensibilitas ini merupakan deformasi viskoelastik karena besarnya dan durasinya dibatasi oleh otot. Pada deformasi plastic dinyatakan bahwa ketika intensitas regangan cukup untuk memanjangkan jaringan ikat melewati batas elastisnya, jaringan ikat akan terdeformasi secara permanen saat mencapai fase plastis perpanjangan regangan.

##### b) Model Sensorik

Modulasi sensorik dan perubahan persepsi sensasi subjek dikaitkan dengan perubahan rentang gerak akibat peregangan. Teori ini disebut sebagai teori

sensorik. Sensasi seperti nyeri dan peregangan yang menghambat rentang gerak kemudian dapat ditoleransi setelah peregangan.

#### c) Model Saraf

Efek penghambatan pada refleks tulang belakang monosinaptik terjadi karena peregangan otot hadir di kedua otot yang diregangkan dan tidak diregangkan dari kaki ipsilateral. Hal ini sebagian dapat dijelaskan oleh penghambatan oleh input aferen dari reseptor otot (muscle spindle dan golgi tendon organ) pada refleks tulang belakang.

### 4. Indikasi dan Kontraindikasi Latihan Stretching

---

#### a) Indikasi Latihan Stretching

1. ROM terbatas karena jaringan lunak telah kehilangan ekstensibilitasnya sebagai akibat dari adhesi, kontraktur, dan pembentukan jaringan parut, sehingga menyebabkan keterbatasan aktivitas (keterbatasan fungsional) atau pembatasan partisipasi (disabilitas).
2. Gerakan terbatas yang dapat menyebabkan deformitas struktural yang sebenarnya dapat dicegah.
3. Kelemahan otot dan pemendekan jaringan lawan menyebabkan ROM terbatas.
4. Dapat digunakan sebelum dan sesudah olahraga berat untuk berpotensi mengurangi nyeri otot pasca-latihan.

#### b) Kontraindikasi Latihan Stretching

1. Blok tulang di ujung jangkauan pada penilaian pasif
2. Fraktur tidak stabil/baru-baru ini
3. Cedera jaringan lunak akut
4. Infeksi/hematoma pada jaringan
5. Perbaikan pasca bedah misalnya, cangkok kulit, perbaikan tendon
6. Hiper mobilitas
7. Penolakan klien

### 5. Lingkup Latihan Fleksibilitas dan Mobilitas

---

Latihan fleksibilitas merupakan teknik dasar yang digunakan untuk meningkatkan jangkauan gerak (range of movement/ROM). Gerakan akan mempengaruhi semua struktur pada area tersebut termasuk persendian, kapsul sendi, ligamen, fasia, pembuluh darah dan saraf. Jangkauan gerak dipengaruhi oleh jangkauan sendi dan jangkauan otot.

ROM merupakan kemampuan sendi untuk melaksanakan spektrum gerakan yang lengkap. Range of movement (ROM) bisa berupa rentang gerak sendi pasif atau dan rentang gerak aktif. ROM menjadi tiga tingkat kinerja:

1. Rentang gerak aktif (Active range of motion (AROM))  
AROM merupakan gerakan sendi yang dilakukan dan dikendalikan oleh individu itu sendiri tanpa bantuan atau perlawanan dari kekuatan eksternal.
2. Rentang gerak aktif-bantuan (assisted-active range of movement (AAROM)).  
AAROM merupakan gerakan sendi dilakukan dan dikendalikan, sebagian oleh otot seseorang yang dikombinasikan dengan bantuan kekuatan eksternal (misalnya, bantuan dari bagian tubuh lain, dan orang lain, atau alat mekanis).
3. Rentang gerak pasif (passive range of motion (PROM)).  
Sedangkan PROM merupakan gerakan sendi dilakukan dan dikendalikan semata-mata oleh upaya kekuatan eksternal tanpa menggunakan kontraksi otot sukarela oleh orang tersebut.

Range of movement dan fleksibilitas pada dasarnya merupakan persyaratan awal untuk mobilitas oleh karenanya menjadi langkah awal program latihan secara umum pada program terapi dan rehabilitasi. Latihan ROM ini merupakan langkah awal rehabilitasi mengingat untuk dapat menjalankan aktivitas fisik secara optimal diperlukan ROM sendi yang optimal pada semua persendian. Secara umum, jangkauan gerak pada persendian bagian pinggang bawah dan tungkai atas terutama harus diperhatikan. Pada daerah ini, jangkauan gerak yang terbatas meningkatkan risiko terjadinya gangguan nyeri punggung bawah kronis (low back pain). Oleh karenanya, program pencegahan dan rehabilitasi nyeri punggung harus ditujukan untuk meningkatkan fleksibilitas persendian. Keterbatasan kemampuan fleksibilitas sendi biasanya terjadi pada orang tua sehingga latihan pada orang tua harus banyak mengandung unsur pengulran (stretching) yang terutama ditujukan pada persendian pada tulang belakang, leher, dan persendian panggul.

Latihan stretching dapat meningkatkan dan memelihara jangkauan gerak persendian. Latihan fleksibilitas dapat dilakukan secara perlahan dengan peningkatan secara bertahap untuk mencapai jangkauan sendi yang lebih lebar. Terdapat 3 metode khas yang digunakan saat ini untuk pelatihan fleksibilitas: statis, dinamis (balistik), dan proprioseptif peregangan fasilitasi neuromuskular (PNF).

#### a) Stretching Statis

Pada latihan ini dilakukan tahanan terhadap gerakan dalam jangka waktu tertentu untuk mendapatkan efek yang diinginkan (biasanya waktu yang diperlukan minimal 30 detik). Latihan statis ditekankan pada pemulihan postur dan fungsi tubuh dengan gerakan intensitas rendah yang terkontrol. Latihan statis biasanya digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas otot. Elemen kontrol motorik halus dan perbaikan postur pada latihan jenis ini sangat ditekankan dan dapat ditingkatkan dengan menggunakan umpan balik dan koreksi dari ahli fisioterapi. Penderita juga dapat berlatih secara mandiri dengan menggunakan cermin untuk mengontrol postur.

Latihan statis meliputi program gerakan AROM, AAROM maupun PROM bermanfaat untuk pemulihan otot dan jaringan ikat untuk memperbaiki mobilitas sendi, meminimalkan efek pembentukan kontraktur, membantu relearning neuromuskular, dan meningkatkan gerakan sendi sinovial.

Secara khusus, latihan PROM bertujuan untuk meningkatkan peredaran darah, mengurangi nyeri lewat mekanisme gerat control, meningkatkan elastisitas ligamen dan remodeling kapsul sendi. AROM dan AAROM juga diperlukan untuk meningkatkan peredaran darah, mencegah formasi jendalan darah akibat imobilisasi, meningkatkan proprioseptif, kontraktilitas otot dan mengurangi atrofi otot, meningkatkan koordinasi dan kontrol motorik. Latihan PROM dapat dilakukan dengan menggunakan alat yang mendukung continuous passive motion (CPM). CPM ini dapat mengurangi dampak imobilisasi sendi, membantu pengelolaan nyeri dan meningkatkan pemulihan ROM.

Latihan ROM dewasa ini mulai direkomendasikan di fase akut cedera dengan memperhatikan batas nyeri yang utamanya dilakukan untuk mencegah kontraktur, pemendekan dan atrofi. PROM direkomendasikan pada keadaan dimana seseorang tidak memiliki kemampuan gerak misalnya mengalami kelemahan, atau tidak sadar. Pada keadaan akut PROM dilakukan dengan memperhatikan batas nyeri. Sebaliknya pada keadaan dimana seseorang masih memiliki kemampuan gerak, AROM ataupun AAROM lebih dianjurkan mengingat latihan ini lebih potensial untuk mengurangi risiko atrofi otot dan mempertahankan kekuatan otot. AROM secara umum juga lebih efektif dalam meningkatkan peredaran darah karena efek pemompaan otot. Walaupun demikian pada satu rangkaian sesi latihan ROM idealnya memuat semua jenis latihan tersebut. Pada prinsipnya latihan tersebut perlu merencanakan progresi berupa rencana awal dan akhir gerak, repetisi dan gerakan bolak balik. Jangkauan sendi dapat secara bertahap diperoleh dengan gerakan ROM yang mula mula dilakukan pada sudut yang kecil yang kemudian secara bertahap dapat ditambah atau dimaksimalkan sesuai dengan patofisiologi gangguan maupun respon pasien.

Dengan meningkatnya usia, biasanya terjadi penurunan ROM. Perubahan terkait usia yang mempengaruhi fleksibilitas sendi termasuk peningkatan viskositas sinovium, kalsifikasi tulang rawan artikular, dan kekakuan jaringan lunak (terutama kapsul sendi dan ligamen). Gerakan sendi yang sering digunakan dalam aktivitas sehari-hari menunjukkan penurunan ROM yang lebih kecil dibandingkan gerakan yang jarang digunakan. Misalnya, rentang fleksi punggung lebih kecil kemungkinannya hilang daripada ekstensi punggung. Demikian pula ROM ekstremitas atas lebih bertahan dibanding ekstremitas bawah. Wanita cenderung kehilangan lebih banyak rentang pergelangan kaki daripada pria. Sebagai gambaran, antara usia 55 dan 85, wanita kehilangan sebanyak 50% ROM pergelangan kaki. Oleh karenanya latihan ROM merupakan latihan yang harus ditekankan pada usia lanjut.

#### (1) Latihan PROM

Pada latihan pasif, gerakan dilakukan dengan bantuan luar tanpa mengandalkan gerakan mandiri otot penderita. Bantuan luar dapat berasal dari orang lain ataupun dari mesin. Latihan pasif biasanya dilakukan pada tahap awal rehabilitasi selama struktur jaringan masih mampu menahan beban gerakan tanpa risiko cedera sendi lebih lanjut. Hal ini dilakukan untuk mempertahankan jangkauan gerak sendi selama periode tidak aktif. Lebih lanjut, latihan pasif dapat dikombinasikan dengan latihan penguluran untuk meningkatkan jangkauan gerak sendi.

Pada latihan jenis ini, gerakan yang sepenuhnya disebabkan oleh pengaruh tenaga dari luar dengan sangat sedikit ataupun tidak ada gerakan sadar dari otot. Sumber gerakan dapat berasal dari gravitasi, mesin, orang lain maupun bagian tubuh seseorang itu sendiri. Indikasi latihan fleksibilitas pasif merupakan pada area jaringan yang mengalami peradangan akut dimana gerakan aktif dapat memperburuk cedera sendi dan menghambat proses penyembuhan. Peradangan akut biasanya terjadi 2 sampai 6 hari. Latihan ini juga diindikasikan pada keadaan dimana penderita tidak bisa melakukan gerakan aktif seperti pada keadaan koma, lumpuh ataupun tirah baring.

Tujuan utama dari latihan PROM atau fleksibilitas pasif merupakan untuk mengurangi komplikasi yang terjadi pada imobilisasi, degenerasi kartilago, perlengketan, pembentukan kontraktur dan memperbaiki sirkulasi darah. Tujuan khusus latihan fleksibilitas pasif meliputi:

1. Memelihara persendian dan mobilitas jaringan ikat.
2. Meminimalkan pembentukan jaringan kontraktur.
3. Memelihara elastisitas otot.

4. Memperbaiki sirkulasi darah.
5. Meningkatkan produksi synovial untuk nutrisi kartilago dan ke seluruh struktur persendian.
6. Mengurangi nyeri.
7. Meningkatkan proses penyembuhan.

Secara praktis latihan fleksibilitas pasif digunakan untuk meningkatkan jangkauan gerak sendi, stabilitas sendi, dan kekuatan otot. Walaupun demikian, terdapat keterbatasan dimana latihan fleksibilitas pasif tidak dapat mencegah atrofi otot akibat imobilisasi.

## (2) Latihan AROM dan AAROM

Latihan AAROM atau fleksibilitas aktif merupakan gerakan yang disebabkan oleh gerakan aktif dari otot itu sendiri. Latihan AAROM atau latihan fleksibilitas aktif dengan bantuan adalah gerakan yang ditimbulkan secara aktif namun memerlukan bantuan dari luar. Indikasi latihan jenis ini merupakan keadaan dimana penderita memiliki kemampuan kontraksi otot aktif. Pada latihan jenis ini, gerakan dilakukan secara aktif akan tetapi dibantu oleh bantuan tenaga dari luar. Latihan jenis ini sangat bermanfaat untuk menguatkan otot yang lemah serta meningkatkan jangkauan gerak sendi. Faktor lain yang harus dipertimbangkan dalam hal ini adalah gravitasi. Jika latihan dibantu oleh gravitasi, efektivitas mobilisasi target suatu struktur dapat meningkat.

Tujuan dari jenis latihan ini sama dengan latihan fleksibilitas pasif dengan tujuan khusus yakni:

1. Memelihara elastisitas dan kontraktilitas otot.
2. Memberikan umpan balik sensorik dari otot yang berkontraksi.
3. Memberikan rangsangan pada tulang dan persendian.
4. Meningkatkan sirkulasi darah dan mencegah pembentukan jendalan darah (thrombus).
5. Meningkatkan koordinasi gerakan.

Walaupun demikian, keterbatasan latihan fleksibilitas aktif adalah pada otot besar, latihan jenis ini tidak dapat meningkatkan kekuatan otot. Latihan jenis ini juga tidak bisa meningkatkan koordinasi gerakan kecuali apabila latihan dilakukan dengan pola gerakan tertentu.

Pada prinsipnya olahraga terapi bertujuan untuk memperbaiki fungsi jaringan muskuloskeletal dan jaringan lain yang mengalami gangguan. Latihan mobilitas merupakan komponen dasar dari rehabilitasi mengingat latihan ini dapat mempercepat penyembuhan jaringan yang pada akhirnya dapat

menunjang fungsi gerak. Latihan mobilitas dapat digunakan untuk menjaga dan meningkatkan jangkauan gerak. Gangguan jangkauan gerak dapat terjadi karena kontraktur kapsul persendian, perlengketan jaringan lunak, ketegangan otot dan sensitifitas dan hambatan saraf karena nyeri. Latihan mobilitas dapat berupa latihan pasif, latihan aktif dengan bantuan, latihan aktif dengan bantuan mandiri, latihan aktif dan latihan stretching (penguluran).

#### b) Stretching Dinamis

Latihan stretching jenis ini melibatkan gerakan aktif dengan menggunakan gerakan repetitif, ritmis secara intensif. Latihan dinamis bersifat progresif sampai mencapai jangkauan sendi yang diharapkan. Latihan dinamis terutama bermanfaat untuk cedera sendi olahraga. Latihan ini meningkatkan fungsi otot dan kontrol neuromuscular dengan menggunakan latihan repetitif sehingga meningkatkan “ingatan” otot terhadap gerak lewat pembiasaan. Salah satu jenis latihan dinamis dengan gerakan repetitif dengan sudut kecil adalah loosening yang berfungsi untuk melemaskan persendian. Gerakan loosening dilakukan dengan gerakan dinamis berkecepatan lambat yang dapat diikuti dengan gerakan statis yang dipertahankan selama 10 sampai dengan 30 detik. Direkomendasikan untuk melakukan 3–5 kali repetisi untuk masing-masing latihan. Tingkat stretching ditetapkan pada tingkat dimana tidak dirasakan nyeri yang berlebihan. Latihan stretching sebaiknya dilakukan minimal 3 kali dalam satu minggu dan dapat dimasukkan ke dalam sesi pemanasan atau pendinginan. Disarankan untuk melakukan aktivitas pemanasan yang memadai sebelum dilakukan stretching yang intensif. Latihan stretching pada bagian tungkai belakang dan otot betis bermanfaat untuk mencegah terjadinya cedera tungkai bawah. Latihan stretching statis intensitas sedang juga bermanfaat untuk mengurangi ketegangan otot dan saraf.

Karena suhu mempengaruhi kelenturan jaringan lunak di sekitar sendi, disarankan untuk melakukan pemanasan selama 5 menit (latihan aerobik ringan) sebelum melakukan latihan kelenturan. Peregangan statis dan dinamis keduanya merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan fleksibilitas, tetapi umumnya peregangan statis dianggap lebih aman dan mengurangi rasa sakit pada otot. Peregangan dinamis merekrut spindel otot untuk secara refleks menyebabkan kontraksi, tepat setelah peregangan cepat. Hal ini dapat menyebabkan robekan otot kecil di otot karena transisi cepat/kuat yang mungkin tidak diatur waktunya dengan sempurna. Peregangan lambat atau statis juga merekrut spindel otot, tetapi pada intensitas yang lebih rendah sehingga resiko cedera lebih kecil.

### c) Stretching Balistik

Peregangan balistik menggunakan momentum tubuh yang bergerak atau anggota tubuh dalam upaya untuk memaksanya melampaui rentang gerak normalnya. Latihan ini berupa peregangan, atau “pemanasan”, dengan memantul ke (atau keluar dari) posisi terentang, menggunakan otot-otot yang diregangkan sebagai pegas yang menarik seseorang keluar dari posisi meregang. Sebagai contoh memantul ke bawah berulang kali untuk menyentuh jari-jari kaki. Dewasa ini jenis peregangan ini dianggap tidak bermanfaat dan bahkan dapat menyebabkan cedera, oleh karenanya sudah tidak direkomendasikan lagi.

### d) Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)

Latihan PNF merupakan latihan yang bertujuan utama untuk meningkatkan jangkauan sendi sekaligus meningkatkan fungsi otot. Latihan ini adalah latihan yang menjembatani antara latihan fleksibilitas dengan latihan kekuatan. PNF sejauh ini merupakan metode yang dianggap paling efektif dalam mengurangi rasa nyeri pasca-peregangan.

#### (1) Teknik Latihan PNF

PNF mempengaruhi penekanan refleks regangan dan peningkatan refleks tendon golgi. Dengan demikian, teknik PNF dirancang untuk memanfaatkan mekanisme neurologis di otot dan sendi. Dua teknik yang sering dilakukan pada PNF adalah metode kontrak-relaksasi (*contraction-relaxation* (CR)) dan metode kontrak-rileks-antagonis-kontrak (*contraction-relax-antagonis-contraction* (CRAC)).

Pada metode CR otot target diperpanjang dan ditahan di posisi tersebut sementara individu tersebut diminta untuk mengontraksikan otot target tersebut secara isometrik maksimum untuk waktu yang ditentukan yang diikuti oleh relaksasi otot target dan peregangan pasif. Metode CRAC mengikuti prosedur yang sama dengan metode CR, tetapi dilanjutkan dengan individu mengontraksikan otot antagonis ke otot target untuk periode waktu yang ditentukan.

Untuk mempertahankan peningkatan ini, baik untuk ROM maupun kinerja otot, perlu dilakukan setidaknya dua set PNF setiap minggu. Faktor lain yang dapat mempengaruhi efek yang diinginkan dari PNF meliputi, usia dan jenis kelamin orang yang melakukan PNF, durasi kontraksi, otot-otot tertentu yang diregangkan, teknik yang digunakan (CR atau CRAC).

#### (2) Mekanisme Teoritik

Terdapat empat mekanisme teoritis diidentifikasi mendasari manfaat latihan PNF dalam meningkatkan jangkauan sendi yakni penghambatan autogenik,

penghambatan timbal balik, relaksasi stres, dan teori kontrol gerbang. Penelitian telah menunjukkan bahwa kombinasi dari keempat mekanisme ini meningkatkan rentang gerak pasif (*passive range of motion (PROM)*), rentang gerak aktif (*active range of motion (AROM)*), torsi puncak dan kekuatan otot.

(a) Penghambatan autogenik

Inhibisi autogenik terjadi pada otot yang berkontraksi atau meregang dalam bentuk penurunan eksitabilitas karena sinyal penghambatan yang dikirim dari Golgi Tendon Organ (GTO) pada otot. Ketegangan tersebut menyebabkan aktivasi serat aferen pada GTO. Serabut aferen mengirim sinyal ke sumsum tulang belakang di mana stimulus menyebabkan aktivasi interneuron penghambat di dalam sumsum tulang belakang. Interneuron ini menempatkan stimulus penghambatan pada motorneuron alfa, menurunkan eksitabilitas saraf dan selanjutnya menurunkan penggerak motor eferen otot. Pada teori ini disebutkan bahwa refleksi ini terjadi ketika tubuh mengusahakan untuk menyebarkan beban kerja secara merata di seluruh unit motorik di dalam otot dan mencegah unit motorik mengalami kelelahan. Reaksi berantai ini menyebabkan otot target menjadi rileks. Hal ini yang diduga mendasari peningkatan pemanjangan serat otot selama metode CR dan CRAC dari peregangan PNF.

Penghambatan autogenik bergantung pada mekanisme pengaturan diri tubuh dari GTO untuk melindungi struktur. Namun, dalam kasus peregangan CR dan CRAC PNF, kontraksi otot target selama peregangan dan kontraksi otot antagonis (CRAC) memanfaatkan mekanisme ini untuk mengurangi ketegangan otot sehingga memungkinkan pemanjangan serat otot. Metode CRAC peregangan PNF memanfaatkan sifat viskoelastik dari unit otot yang memungkinkan otot untuk memanjang, sehingga meningkatkan ROM subjek.

(b) Penghambatan Timbal Balik

Inhibisi timbal balik merupakan apa yang terjadi pada otot target ketika otot antagonis berkontraksi secara involunteer dalam bentuk penurunan aktivitas saraf di otot target. Hal ini terjadi ketika otot lawan berkontraksi untuk memaksimalkan kekuatan kontraksinya, yang mengakibatkan otot target berelaksasi. Relaksasi otot target tersebut merupakan hasil dari penurunan aktivitas saraf, dan peningkatan penghambatan struktur proprioseptif. Kontraksi otot antagonis akan dilawan dan dikurangi oleh kekuatan otot target yang terus menerima sinyal untuk berkontraksi. Pada tulang belakang, impuls serabut aferen memasuki sumsum tulang belakang yang berinteraksi dengan interneuron di tulang belakang, yang kemudian mengirim sinyal ke alfa-motorneuron di GTO

otot target. Efek dari koneksi ini berupa penghambatan dan menyebabkan relaksasi otot target.

Mekanisme PNF yang dimaksud di atas adalah merupakan timbal balik kerja otot target dan otot antagonisnya. Ketika satu berkontraksi, yang lain berelaksasi. Hal ini berpotensi menjelaskan bagian dari apa yang terjadi selama metode CRAC PNF. Dalam metode CRAC, otot yang berkontraksi di bagian “kontraksi antagonis” menghasilkan refleks yang menghambat otot target. Penghambatan otot target ini, bersama dengan pemendekan kontraksi otot antagonis, memungkinkan serabut otot target memanjang, menciptakan gaya peregangan yang lebih besar untuk otot target dan menghasilkan pengaruh penghambatan yang lebih besar pada otot target. Interneuron yang menginervasi alfa-motoneuron, yang bersinaps ke otot target, menyebabkan aktivitas saraf di otot target menurun dan menyebabkan lebih banyak peregangan otot target.

#### (c) Relaksasi stres

Relaksasi stres terjadi ketika musculotendinous unit (MTU), yang melibatkan otot dan tendon yang terhubung berada di bawah tekanan konstan. Dikarenakan sifat viskoelastik dari jaringan otot, otot teregang dan memanjang sebagai akibat dari sinyal penghambatan jaringan selama peregangan. Agar terjadi peningkatan ROM dan fleksibilitas, perlu ada adaptasi dalam otot. Fenomena relaksasi stres bahan viskoelastik memungkinkan otot perlahan memanjang dari waktu ke waktu. Jadi, meskipun tampaknya sifat viskoelastik otot bertanggung jawab secara langsung untuk peningkatan ROM yang dialami setelah peregangan PNF, penelitian lebih lanjut diperlukan pada adaptasi jangka panjang pada jaringan otot diperlukan.

#### (d) Teori Kontrol Gerbang

Respon gate control terjadi ketika dua jenis rangsangan sebagai contoh rasa sakit dan tekanan, mengaktifkan reseptor masing-masing pada saat yang sama. Reseptor nyeri perifer terhubung ke serabut aferen yang tidak bermielin atau kecil, sedangkan reseptor tekanan terhubung ke serabut saraf aferen bermielin yang lebih besar. Setiap jenis serabut aferen terhubung ke interneuron yang sama di tulang belakang, dan karena serabut aferen tekanan lebih besar dan bermielin, sinyal tekanan sampai ke tulang belakang sebelum sinyal rasa sakit dilakukan ketika mereka dirangsang secara bersamaan. Penghambatan sinyal rasa sakit terjadi di cornu dorsalis ketika serabut yang lebih besar mengirimkan sinyal.

Pada CR dan CRAC, saat otot diregangkan melampaui ROM aktifnya, individu tersebut kemudian diminta untuk melawan peregangan ini dan kemudian otot target diregangkan lebih jauh. Aktivitas ini mencetuskan GTO

untuk mengaktifkan dalam upaya untuk menghambat kekuatan dan mencegah cedera. Sejalan dengan kontrol gerbang ketika otot diregangkan dengan kuat, melewati ROM alaminya, GTO diaktifkan dalam upaya mengurangi cedera. .

### (3) Efek Latihan PNF

PNF merupakan teknik peregangan yang digunakan untuk meningkatkan ROM dan fleksibilitas. PNF meningkatkan ROM dengan meningkatkan panjang otot dan meningkatkan efisiensi neuromuskular. Peregangan PNF telah ditemukan untuk meningkatkan ROM pada individu yang terlatih, maupun yang tidak terlatih. Hal ini juga berlaku dalam hal efek PNF pada kinerja atletik dan kekuatan otot. Performa atletik umumnya ditemukan menurun ketika peregangan PNF dilakukan sebelum latihan, dan meningkat ketika dilakukan tanpa latihan, atau setelah latihan selesai. Selain perbaikan ROM, kekuatan otot juga telah terbukti meningkat karena PNF.

#### (a) Efek pada Fungsi Otot

Peregangan PNF telah terbukti menurunkan kekuatan dan tenaga bila dilakukan sebelum latihan intensitas tinggi dan upaya maksimal, seperti melompat, plyometrics, berlari, dan gerakan serupa lainnya. Efek ini dapat bertahan sampai dengan lebih dari sembilan puluh menit. Sebaliknya, PNF efektif jika diselesaikan setelah berolahraga dan dilakukan setidaknya dua kali seminggu untuk memastikan ROM yang bertahan lama dan efek menguntungkan yang berkelanjutan.

#### (b) Efek pada ROM

Hasil penelitian menunjukkan bahwa latihan PNF dapat meningkatkan fleksibilitas. Laki-laki cenderung mengalami peningkatan ROM yang lebih besar dengan metode CRAC daripada yang mereka lakukan dengan metode CR. Sebaliknya perempuan tidak memiliki perbedaan peningkatan ROM yang sangat signifikan antara kedua metode PNF tersebut. Perbedaan antara jenis kelamin ini lebih terlihat pada subjek yang lebih muda. Ternyata, usia mempengaruhi keuntungan fleksibilitas dalam metode CR. Matriks jaringan lunak cenderung kehilangan elastisitas dan kekuatannya, dan miofibril digantikan oleh jaringan ikat. Perubahan ini menyebabkan seiring meningkatnya usia, otot menjadi lebih rentan terhadap cedera akibat kontraksi.

Penelitian menunjukkan bahwa peregangan PNF baik metode CR dan CRAC efektif dalam meningkatkan dan mempertahankan ROM, meningkatkan kekuatan dan kekuatan otot, serta meningkatkan kinerja atletik, terutama setelah

berolahraga. Namun, protokol dan konsistensi yang tepat harus diikuti untuk mencapai dan mempertahankan manfaat teknik PNF.

#### D. Latihan Kekuatan dan Power Otot

##### 1. Prinsip Latihan Kekuatan

---

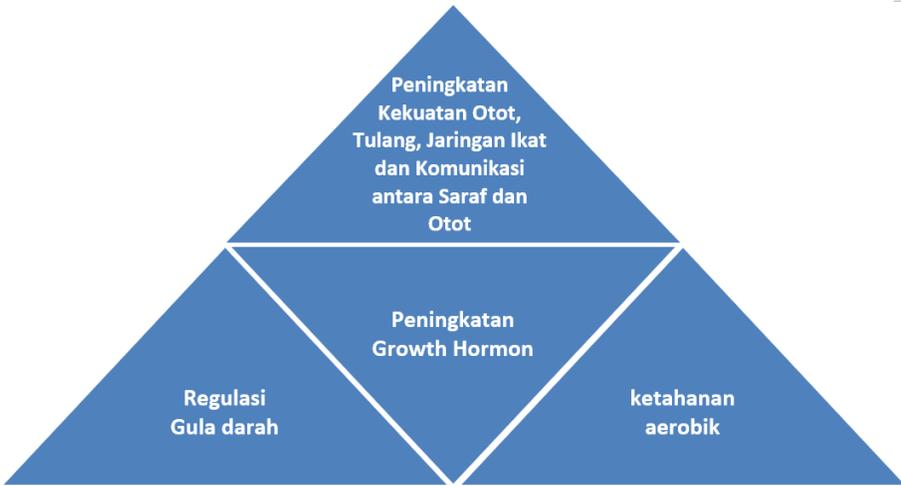
Performa otot dapat dinilai berupa kekuatan (strength), tenaga (power) dan ketahanan (endurance). Keseluruhan performa otot tersebut dapat dilatih dengan menggunakan latihan beban. Beberapa manfaat latihan beban antara lain adalah meningkatkan kekuatan jaringan ikat seperti tendon, ligamen dan jaringan ikat intramuscular, peningkatan kepadatan masa tulang, peningkatan komposisi otot terhadap lemak dan peningkatan keseimbangan.

Kekuatan otot adalah kemampuan jaringan otot untuk menghasilkan tekanan atau tahanan dari pembebanan terhadap otot tersebut. Latihan kekuatan merupakan prosedur sistematis berupa pembebanan kerja otot yang dilakukan secara repetitif pada waktu tertentu. Adaptasi otot yang terjadi pada proses pembebanan adalah hipertrofi otot yang merupakan hasil akhir dari adaptasi neural.

Kekuatan otot dapat didapatkan dengan latihan yang melibatkan kontraksi dinamis dengan intensitas tinggi dengan repetisi rendah atau dengan kontraksi statis. Baik latihan dinamis maupun statis dapat meningkatkan tekanan darah arteri. Peningkatan tekanan darah meningkatkan kerja jantung dan kebutuhan sel-sel tubuh akan oksigen. Peningkatan tersebut menimbulkan penurunan aliran darah balik dan menurunkan aliran darah menuju jantung dan otak bila dilakukan bersamaan dengan manuver Valsava. Oleh karenanya latihan beban maksimal tidak diperkenankan untuk dilakukan pada penderita tekanan darah tinggi. Pada keadaan ini lebih aman untuk dilakukan latihan dinamis dengan beban ringan untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan otot. Pada saat melakukan latihan harus diperhatikan keteraturan pernapasan karena apabila napas ditahan dapat terjadi peningkatan tekanan darah. Pada keadaan ini, pemanasan dan pendinginan, posisi badan saat mengangkat beban dan irama latihan juga harus dilakukan seoptimal mungkin.

Latihan kekuatan sebaiknya dilakukan 2 sampai 3 kali seminggu. Latihan isotonis dapat mempergunakan beban bebas (free-weight), beban mesin (supported weight machine) atau dengan latihan calisthenics. Kekuatan otot dapat ditingkatkan secara optimal bila beban pada level dimana tidak bisa dilakukan lebih dari 5 sampai 7 repetisi dan bila minimal tiga set latihan

dilakukan pada sesi latihan. Walaupun demikian peningkatan kekuatan juga dapat dicapai dengan latihan dengan beban ringan (latihan calisthenic).



Gambar 2.3. Manfaat Latihan Kekuatan

Prinsip-prinsip dasar latihan kekuatan adalah melibatkan manipulasi jumlah pengulangan, set, tempo, latihan dan kekuatan untuk menyebabkan perubahan yang diinginkan dalam kekuatan, daya tahan atau ukuran dengan membebani sekelompok otot. Kombinasi spesifik dari repetisi, set, latihan, resistensi, dan kekuatan bergantung pada tujuan individu yang melakukan latihan: untuk mendapatkan ukuran dan kekuatan, beberapa set dengan lebih sedikit repetisi harus dilakukan dengan menggunakan lebih banyak kekuatan. Direkomendasikan 8 hingga 12 pengulangan latihan ketahanan untuk setiap kelompok otot utama dengan intensitas 40% hingga 80% dari repetisi maksimal (RM) satu pengulangan tergantung pada tingkat pelatihan peserta.

Dua sampai tiga menit istirahat dianjurkan antara set latihan untuk memungkinkan pemulihan yang tepat. Dua hingga empat set direkomendasikan untuk setiap kelompok otot. Biasanya, kegagalan untuk menggunakan bentuk yang baik selama set pelatihan dapat mengakibatkan cedera atau ketidakmampuan untuk memenuhi tujuan pelatihan. Ketika kelompok otot yang diinginkan tidak cukup ditantang, ambang kelebihan beban tidak pernah tercapai dan otot tidak mendapatkan kekuatan.

Repetisi adalah satu siklus mengangkat dan menurunkan beban secara terkontrol, bergerak melalui bentuk latihan. Set terdiri atas beberapa pengulangan yang dilakukan satu demi satu tanpa jeda dengan jumlah repetisi per set tergantung pada tujuan individu. Jumlah pengulangan yang dapat dilakukan

seseorang pada bobot tertentu disebut Repetisi Maksimum (RM). Tempo adalah kecepatan latihan yang dilakukan. Tempo suatu gerakan berimplikasi pada berat yang dapat digerakkan dan pengaruhnya terhadap otot. Untuk mengembangkan daya tahan, peningkatan volume secara bertahap dan penurunan intensitas secara bertahap adalah program yang paling efektif.

Tabel 2.1. Intensitas Latihan Kekuatan

Tipe	Tinggi	Sedang	Rendah
Intensitas (%RM)	80–100%	40–70%	0–40%
Volume (per otot)	3+ latihan	2 latihan	1 latihan
Set	4+ sets	2–3 sets	1 set
Repetisi	20+ reps	8–15 reps	1–6 reps
Frekuensi	4+ per minggu	2–3 per minggu	1 per minggu

Telah ditunjukkan bahwa pada pemula, pelatihan multi-set menghasilkan manfaat minimal dibandingkan pelatihan satu set terkait dengan penambahan kekuatan atau peningkatan massa otot, tetapi untuk atlet yang berpengalaman, sistem multi-set diperlukan untuk kemajuan yang optimal.

Pelatih kekuatan awal sedang dalam proses melatih aspek neurologis kekuatan, kemampuan otak untuk menghasilkan tingkat potensial aksi saraf yang akan menghasilkan kontraksi otot yang mendekati potensi maksimum otot.

## 2. Tujuan dan Jenis Latihan Kekuatan

---

Tabel 2.2. Program Latihan Kekuatan Berdasarkan Tujuan

	Kekuatan	Power	Hipertrofi	Ketahanan
Load atau Beban (%1RM)	90–80	60–45	80–60	60–40
Repetisi per set	1–5	1–5	6–12	13–60
Set per latihan	4–7	3–5	4–8	2–4
Istirahat antar set (menit)	2–6	2–6	2–3	1–2
Durasi (detik per set)	5–10	4–8	20–60	80–150
Kecepatan per repetisi (% maksimal)	60–100	90–100	60–90	60–80
Sesi latihan per minggu	3–6	3–6	5–7	8–14

Latihan kekuatan dapat menjadi bentuk latihan kekuatan yang sangat efektif karena latihan dan beban disesuaikan dengan tepat pada setiap kelompok otot. Latihan latihan kekuatan lainnya tidak memiliki fleksibilitas dan presisi yang ditawarkan oleh latihan beban. Strategi latihan yang umum adalah mengatur volume dan frekuensi yang sama setiap minggu (misalnya latihan 3 kali per minggu, dengan 2 set 12 repetisi setiap latihan), dan terus meningkatkan intensitas (berat) setiap minggu. Namun, untuk memaksimalkan kemajuan ke tujuan tertentu, program individual mungkin memerlukan manipulasi yang berbeda, seperti mengurangi bobot dan meningkatkan volume atau frekuensi.

### 3. Bentuk Khusus Latihan Kekuatan

---

Latihan kekuatan atau latihan beban progresif adalah metode dasar latihan beban menggunakan prinsip overload progresif, di mana otot-otot kelebihan beban dengan mencoba mengangkat setidaknya beban sebanyak yang mereka mampu. Otot merespons menjadi lebih besar dan lebih kuat. Prosedur ini diulangi dengan beban yang semakin berat. Namun, melakukan latihan pada batas mutlak kekuatan seseorang (dikenal sebagai one rep max lifts) dianggap terlalu berisiko. Selain itu, sebagian besar individu ingin mengembangkan kombinasi kekuatan, daya tahan, dan ukuran otot dalam hal ini satu set pengulangan tidak cocok untuk tujuan ini. Oleh karena itu, para praktisi mengangkat beban yang lebih ringan (sub-maksimal), dengan lebih banyak pengulangan, untuk melelahkan otot dan semua serat di dalam otot itu seperti yang dipersyaratkan oleh prinsip kelebihan beban progresif.

Latihan kekuatan dapat dilakukan dengan peralatan minimal atau tanpa peralatan, misalnya latihan beban. Peralatan yang digunakan untuk latihan kekuatan meliputi barbel dan dumbel, mesin beban, dan mesin latihan lainnya. Latihan beban umumnya dianggap sebagai latihan anaerobik, karena salah satu tujuan yang lebih umum adalah meningkatkan kekuatan dengan mengangkat beban berat. Tujuan lain seperti rehabilitasi, penurunan berat badan, pembentukan tubuh, dan binaraga sering menggunakan bobot yang lebih rendah, menambahkan karakter aerobik ke latihan. Latihan sirkuit adalah bentuk latihan yang menggunakan sejumlah set latihan beban yang dipisahkan oleh interval pendek. Upaya kardiovaskular untuk pulih dari setiap set memiliki fungsi yang mirip dengan latihan aerobik, tetapi ini tidak sama dengan mengatakan bahwa set latihan beban itu sendiri adalah proses aerobik. Latihan kekuatan biasanya dikaitkan dengan produksi laktat, yang merupakan faktor pembatas kinerja latihan.

#### 4. Jenis Latihan Kekuatan

---

##### a) Kontraksi Isotonik

Kontraksi otot isotonik merupakan kekuatan yang dihasilkan oleh otot saat berkontraksi, ketika otot memanjang dan memendek selama gerakan. Jumlah gaya biasanya tetap konstan selama jenis kontraksi ini. Kontraksi otot isotonik dapat dibagi lagi menjadi dua jenis: dan eksentrik. Selama gerakan konsentris, otot menjadi lebih pendek karena berkontraksi. Misalnya, otot bisep memendek saat siku ditekuk melakukan bicep curl.

Kontraksi otot eksentrik berarti bahwa otot semakin panjang saat berkontraksi. Gerakan ini biasanya terjadi ketika sebuah benda atau tubuh sedang diturunkan ke tanah, dengan tarikan gravitasi. Karena gravitasi, otot-otot harus berjuang untuk mengontrol kecepatan gerakan. Misalnya, selama fase penurunan bicep curl, otot bisep masih berkontraksi, tetapi semakin lama saat kembali ke posisi awal untuk menjaga siku agar tidak terlalu cepat diluruskan.

##### b) Kontraksi Isometrik

Gerakan mendorong sesuatu yang tidak dapat digerakkan, disebut tegangan statis. Latihan isometrik melibatkan kontraksi otot tanpa otot atau sendi bergerak. Contoh latihan isometrik akan mendorong ke dinding atau melakukan push-up. Latihan isometrik tidak secara signifikan membangun kekuatan tetapi mereka dapat mempertahankan kekuatan, itulah sebabnya mereka kadang-kadang digunakan dalam pengaturan rehabilitatif. Misalnya, jika seseorang menderita radang sendi dan terasa sakit untuk melakukan latihan rentang gerak, latihan isometrik dapat membantu mempertahankan kekuatan pada otot di sekitarnya tanpa menyebabkan lebih banyak rasa sakit. Dalam kasus ini, isometrik dilakukan dengan upaya sub-maksimal.

##### c) Kontraksi Isokinetik

Latihan isokinetik juga paling sering digunakan dalam pengaturan terapeutik. Dinamometer dapat digunakan untuk mengontrol kontraksi. Latihan isokinetik membantu mengembalikan kekuatan pada penderita stroke atau orang dengan gangguan keterbatasan penggunaan otot. Kontraksi isokinetik adalah kontraksi dinamis tetapi kecepatan seluruh gerakan dikendalikan oleh mesin. Kontrol ini mencegah cedera dan juga mengukur area kekuatan dan kelemahan otot. Latihan apapun yang melibatkan kontraksi otot dapat menjadi isokinetik jika dinamometer digunakan.

## 5. Open dan Closed Kinetic Chain

---

Latihan kekuatan dapat dibagi menjadi latihan open kinetic chain (OKC) dan closed kinetic chain (CKC). Latihan OKC terjadi ketika gerakan memungkinkan bagian distal ekstremitas bergerak bebas sementara bagian proksimal tetap. Latihan OKC memainkan peran penting dalam mengisolasi kelompok otot individu. Disisi lain, latihan CKC adalah latihan dimana gerakan bagian distal tetap, seperti ketika telapak kaki bersentuhan dengan tanah (misalnya push up) atau peralatan latihan. Latihan CKC telah menghasilkan kontraksi eksentrik dan sehingga meningkatkan stabilitas sendi.

### E. Latihan Ketahanan Kardiorespirasi

---

Salah satu tujuan utama dari latihan fisik adalah untuk meningkatkan atau mempertahankan kapasitas fungsional. Manfaat ini terutama dapat dicapai dengan program latihan aerobik. Latihan ketahanan dapat diklasifikasikan berdasar pemakaian oksigen dan potensinya untuk mempertahankan kecepatan penggunaan kalori. Berdasarkan potensinya dalam mempertahankan kecepatan penggunaan kalori latihan dapat dibedakan menjadi:

1. Kelompok I: Latihan dimana penggunaan kalori lebih stabil dengan variabilitas intra dan inter individual rendah dengan contoh: berjalan, jogging, dan bersepeda.
2. Kelompok II: latihan dimana jumlah penggunaan kalori tergantung pada ketrampilan seseorang dalam menjalankan aktivitas tersebut. Penggunaan kalori pada aktivitas kelompok II relatif stabil pada individu yang sama (variabilitas intra-individualnya rendah). Contoh dari latihan kelompok ini adalah berenang dan ski.
3. Kelompok III: Latihan yang variabilitas intra dan inter individunya tinggi. Contoh latihan kelompok III adalah basket, tenis, dan berbagai olahraga permainan lain.

Mengingat diperlukan kontrol atas intensitas latihan, jenis latihan pada kelompok I dan II direkomendasikan sebagai materi utama untuk digunakan dalam exercise prescription. Lebih lanjut latihan dapat dilakukan secara terus menerus atau dengan interval disesuaikan dengan kapasitas fisik individu yang bersangkutan. Aktivitas pada kelompok III dapat dilakukan apabila: (1) seseorang menunjukkan respon yang stabil terhadap latihan dan (2) orang tersebut mampu menjalankan latihan fisik dengan intensitas yang sama atau lebih besar dari 5 METs. Walaupun kurang dianjurkan secara umum, latihan pada kelompok III

sangat baik untuk meningkatkan motivasi aktivitas fisik serta memberi pengaruh psikologis yang baik.

Latihan aerobik pada dasarnya merupakan latihan yang dirancang untuk meningkatkan kerja metabolisme aerobik otot. Supaya metabolisme aerobik dapat terjadi, intensitas latihan aerobik adalah rendah sampai sedang sehingga pengaturan napas masih bisa terjadi. Pada latihan ini terjadi peningkatan level enzimatik oksidatif, peningkatan mitokondria serta peningkatan kapilerisasi pembuluh darah tepi.

Beberapa jenis latihan aerobik ini adalah berlari, jogging, berjalan, bersepeda, treadmill dan berenang. Latihan ini akan meningkatkan adaptasi otot skelet, otot jantung dan keseluruhan kualitas kardiorespirasi sehingga dapat meningkatkan ketahanan seseorang. Hasil akhir ketahanan fisik dan level kebugaran tergantung pada intensitas, durasi serta frekuensi latihan.

Intensitas latihan didasarkan pada target nadi latihan dan frekuensi maksimal denyut nadi. Secara garis besar, denyut nadi maksimal ditetapkan dengan jalan mengurangi 220 dengan umur, sedangkan zona latihan ditetapkan antara 60 sampai 85% denyut nadi maksimal. Durasi latihan aerobik dengan intensitas yang sesuai selama 20 sampai 30 menit dan didahului dan diakhiri dengan periode pemanasan dan pendinginan selama 10 sampai 15 menit. Frekuensi latihan dilakukan 3 sampai 5 kali dalam satu minggu. Jenis latihan aerobik disesuaikan dengan tujuan spesifik, misalnya apabila tujuannya untuk meningkatkan kebugaran fisik pada kehidupan sehari-hari, sebaiknya gerakan latihan didasarkan pada gerakan yang mendekati gerakan sehari-hari.

## F. Latihan Khusus

---

Secara umum latihan tersebut sudah mencukupi seseorang untuk kembali pada aktivitas normalnya (*return to normal activities*). Akan tetapi pada kasus tertentu dimana seseorang memerlukan kemampuan fisik khusus seperti atlet maka perlu dilakukan latihan spesifik yang diperlukan misal latihan balance dan latihan *pyelometric*.

### 1. Latihan Balance

---

Latihan keseimbangan merupakan latihan utama yang perlu dilakukan terutama pada orang dewasa dan lansia, selain latihan kekuatan, aerobik dan fleksibilitas. Hal ini dikarenakan bahwa kemampuan menjaga keseimbangan atau *balance*, merupakan salah satu faktor penting dalam melakukan aktivitas

sehari-hari dan karena keseimbangan sering mengalami penurunan sejalan dengan proses penuaan.

Keseimbangan merupakan hasil interaksi kompleks antara sistem saraf, otot, dan sistem kerangka. Performa keseimbangan membutuhkan umpan balik visual, proprioseptif, dan vestibular untuk merespon perubahan lingkungan dengan strategi keseimbangan yang tepat. Secara biomekanik, kontrol keseimbangan merupakan kemampuan untuk mengontrol pusat gravitasi tubuh baik dalam lingkungan statis maupun dinamis. Kontrol keseimbangan mendukung stabilitas postural dengan mengontrol sistem muskuloskeletal melawan gravitasi baik saat istirahat maupun ketika melakukan gerak dimana pusat gravitasi tubuh berpindah. Selain itu, kontrol keseimbangan juga merupakan komponen penting dalam rehabilitasi banyak gangguan neuromuscular.

Latihan keseimbangan diperlukan untuk mencegah jatuh atau cedera, perbaiki postur dan meningkatkan keseimbangan saat berdiri. Memperkuat kepercayaan diri dalam kontrol keseimbangan yang mengarah pada mengurangi rasa takut jatuh, meningkatkan kecepatan berjalan, dan meningkatkan fungsi fisik. Penurunan keseimbangan disebabkan oleh proses penuaan dalam berbagai sistem fisiologis yang berkontribusi pada:

1. Penurunan kelenturan dan kekuatan otot,
2. Penurunan pemrosesan pusat informasi sensorik
3. Perlambatan respon motorik.

Penurunan kemampuan keseimbangan dapat meningkatkan resiko jatuh, pda dan mengganggu berbagai aktivitas kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, sangat penting bahwa latihan keseimbangan dimasukkan ke dalam program aktivitas fisik orang dewasa terutama lansia.

Tujuan program pelatihan keseimbangan bertujuan untuk:

1. Memperkuat kontrol keseimbangan dalam aktivitas sehari-hari yang mengarah pada peningkatan kepercayaan diri terkait kemampuan menghindari jatuh dan meningkatkan kecepatan berjalan.
2. Meningkatkan fungsi fisiologis.
3. Meningkatkan kualitas hidup.

Memiliki keseimbangan sangat penting dalam kehidupan sehari hari misalnya berjalan dan naik turun tangga. Latihan yang meningkatkan keseimbangan dapat membantu mencegah jatuh. Orang yang mengalami obesitas sering mengalami gangguan keseimbangan karena berat badan tsering tidak terdistribusi secara merata ke seluruh tubuh dan karenanya mempengaruhi

keseimbangan. Pada gangguan punggung, latihan keseimbangan diperlukan untuk memperkuat punggung dan mencegah sakit punggung. Sebaiknya, orang dewasa dan mereka yang berisiko jatuh perlu melakukan latihan keseimbangan 3 hari atau lebih dalam seminggu untuk mengurangi risiko jatuh. Lansia direkomendasikan untuk melakukan latihan fleksibilitas dan keseimbangan selama 2-3 sesi setiap minggu untuk peningkatan kualitas hidup. Contoh latihan keseimbangan meliputi:

1. Berdiri, angkat beban dengan satu kaki dan angkat kaki lainnya ke samping atau ke belakang.
2. Menempatkan tumit tepat di depan jari kaki yaitu sikap tandem.
3. Berdiri dan duduk dari kursi tanpa menggunakan tangan.
4. Berjalan sambil mengangkat lutut secara bergantian dengan setiap langkah.
5. Melakukan Tai chi atau Yoga. Tai chi merupakan seni bela diri lama yang melibatkan gerakan lambat dan berirama, termasuk rotasi batang tubuh, pergeseran berat badan, koordinasi, dan kemajuan bertahap untuk mempersempit posisi ekstremitas bawah.
6. Menggunakan peralatan, seperti Bosu, atau papan keseimbangan lainnya.

Seiring waktu, latihan keseimbangan dapat ditingkatkan kesulitannya dengan:

1. Memegang posisi untuk waktu yang lebih lama.
2. Sikap berjalan tandem.
3. Memejamkan mata.
4. Melepaskan kursi atau penyangga lainnya.

## 2. Latihan Proprioseptif

---

Propriosepsi adalah indra tentang posisi sendi atau anggota badan. Sinyal proprioseptif dari mekanoreseptor pada sendi, otot, tendon, dan kulit sangat penting untuk mendukung koordinasi gerakan tubuh, kontrol tonus otot, refleks postural, spasial dan temporal. Mekanoreseptor merupakan reseptor sensorik dalam tubuh yang merespons perubahan mekanis jaringan yang antara lain meliputi sel Pacinian, sel Meissner, cakram Merkel, sel Ruffini, Organ Tendon Golgi (GTO), ujung saraf bebas dan mekanoreseptor di dalam rambut dan kulit. Terdapat pula empat jenis mekanoreseptor yang ditemukan dalam jaringan ligament, dua diantaranya adalah mekanoreseptor tipe II dan tipe III yang terkait dengan dengan rasa propriosepsi seseorang.

Banyak kondisi neurologis dan ortopedi dikaitkan dengan gangguan proprioseptif dan kinestetik seperti stroke, atau cedera pada ligamen, kapsul sendi, dan otot. Penurunan kemampuan proprioseptif dapat disebabkan oleh

kerusakan jaringan lokal, adanya edema (pembengkakan) atau input nosiseptif kompetitif (adanya nyeri). Proprioepsi dapat pula mengalami gangguan akibat faktor-faktor berikut:

1. Penurunan fungsi terkait dengan penuaan.
2. Gangguan muskuloskeletal yang dapat mempengaruhi kerja mekanorespetor seperti seperti herniasi diskus dan radang sendi.
3. Kondisi medis seperti autism, diabetes, neuropati perifer yang mempengaruhi sistem neuromuskular (otot, saraf, dan otak kecil, SSP) yang dapat menyebabkan gangguan proprioepsi jangka panjang atau permanen.
4. Kondisi neurologis seperti cedera otak; sklerosis multipel; penyakit Parkinson, penyakit Huntington.
5. Pasca operasi: operasi penggantian sendi, seperti penggantian pinggul atau penggantian lutut.

Latihan propioseptif merupakan intervensi yang menargetkan peningkatan fungsi proprioseptif yang berfokus pada penggunaan sinyal somatosensori seperti aferen proprioseptif atau taktil yang tidak bergantung pada informasi visual. Tujuan utama latihan tersebut adalah untuk meningkatkan atau mengembalikan fungsi sensorimotor. Bentuk latihan propioseptif antara lain berupa latihan keseimbangan aktif, pasif, latihan stimulasi sensorimotoris dan latihan diskriminasi somatosensory.

### 3. Latihan Plyometrics

---

Plyometrics loading melibatkan penambahan beban pada latihan lompat. Pembebanan dapat dilakukan misalnya lompatan split squat sambil memegang dumbel. Hal ini bertujuan untuk membantu untuk meningkatkan daya ledak atlet. Plyometrics termasuk latihan eksplosif untuk mengaktifkan respon cepat dan sifat elastis dari otot-otot utama. Olahraga yang menggunakan plyometrics antara lain bola basket, tenis, bulu tangkis, squash, dan bola voli serta berbagai jenis sepak bola.

Sejak diperkenalkan pada awal 1980-an, dua bentuk plyometrics telah berkembang. Pada perkembangan awal latihan yang pertama kalinya dikembangkan oleh ilmuwan Rusia Yuri Verkhoshansky, didefinisikan sebagai "metode kejutan". Dalam pelaksanaannya atlet diminta untuk melakukan lompatan dan melakukan gerakan melenting atau dikenal sebagai "kejutan" saat mendarat. Hal ini dilakukan supaya menghasilkan kontraksi eksentrik yang kemudian segera beralih ke kontraksi konsentris saat atlet melompat ke atas. Pendaratan dan melenting tersebut dilakukan dalam waktu yang sangat singkat,

dalam kisaran 0,1-0,2 detik. Plyometrics eksplosif menggambarkan pendekatan yang awalnya dibuat oleh Verkhoshansky tersebut. Dalam perkembangannya terjadi perluasan teknik Plyometrics. Dewasa ini latihan ini melibatkan segala bentuk lompatan terlepas dari waktu dilakukannya gerakan melenting (kejutan).

a) Bentuk Latihan

1. Kombinasi lompat dan jongkok dengan kaki terentang dan vertikal.
2. Tuck jump (tucked knee jump) dengan posisi kaki selebar bahu, lompat, kemudian mengatupkan kaki ke dalam, direntangkan, dan mendarat.
3. Tuck squat jump kombinasi tuck jump dan squat jump dengan gerakan jongkok, lompat, kemudian mengangkat lutut sebelum mendarat lagi.
4. Lompatan lateral dari posisi berdiri, lompat ke samping.
5. Power skipping berupa gerakan lompatan dengan mengangkat kaki bagian atas setinggi mungkin.
6. Lompatan kotak dengan melompat ke atas dan ke luar kotak besar berukuran 18" atau lebih tinggi.
7. Lompatan kedalaman vertikal dengan mulai dari atas kotak, lompat ke bawah dan mundur secepat mungkin.
8. Plyometric push-up (plyo push-up): melakukan push-up, tetapi mengerahkan kekuatan ke atas yang cukup untuk mengangkat tangan dan tubuh dari tanah.
10. Lompat jauh (lompat jauh).
11. Lompat tombak.
12. Straddle jump dengan gerakan mirip dengan split jump yang digunakan oleh penari, pesenam dan figure skater.

b) Metode Latihan

Jenis plyometrics yang paling umum digunakan adalah latihan lompat yang sederhana dan relatif mudah dilakukan dengan tidak terlalu memperhatikan waktu eksekusi. Lompatan ini efektif untuk atlet yang melakukan keterampilan dalam olahraga mereka yang tidak memerlukan kontraksi otot tipe eksplosif. Contohnya adalah lari jarak jauh di mana pelari melakukan 20 hingga 30 lompatan berturut-turut. Lompatan plyometrics semacam itu juga digunakan sebagai pemanasan untuk melakukan lompatan plyometric eksplosif untuk mempersiapkan otot untuk lompatan eksplosif atau cepat. Hal yang perlu diperhatikan adalah adanya beberapa kendala yang sering dialami atlet dimana mereka mendarat terlalu rendah yang membutuhkan waktu terlalu lama untuk melakukan transisi dari kontraksi eksentrik ke konsentris. Akibatnya, latihan

tersebut menjadi latihan kekuatan lompatan dan bukan latihan plyometric yang ideal.

c) Pertimbangan Keamanan

Plyometrics telah terbukti memiliki manfaat untuk mengurangi cedera ekstremitas bawah dalam olahraga tim saat dikombinasikan dengan pelatihan neuromuskular lainnya (yaitu latihan kekuatan, latihan keseimbangan, dan peregangan). Latihan plyometric dapat meningkatkan resiko cedera karena kekuatan besar yang dihasilkan selama pelatihan dan kinerja, dan hanya boleh dilakukan oleh individu yang dikondisikan dengan baik di bawah pengawasan. Tingkat kekuatan fisik, fleksibilitas, dan proprioseptif yang baik harus dicapai sebelum memulai latihan plyometric.

Persyaratan kekuatan minimum yang ditentukan bervariasi tergantung intensitas plyometrics yang dilakukan. Fleksibilitas diperlukan baik untuk pencegahan cedera. Beberapa metode pelatihan lanjutan menggabungkan plyometrics dan peregangan intensif untuk melindungi sendi dan membuatnya lebih menerima manfaat plyometric. Proprioception merupakan komponen penting dari keseimbangan, koordinasi dan kelincahan, yang juga diperlukan untuk keamanan latihan plyometric.

Latihan proprioseptif perlu diperhitungkan baik untuk praremaja dan orang tua karena perubahan hormonal. Seorang peserta harus diinstruksikan tentang teknik yang benar sebelum memulai latihan plyometric. Atlet harus beristirahat dengan baik dan bebas cedera. Plyometrics pada dasarnya tidak berbahaya, tetapi gerakan yang sangat terfokus dan intens yang digunakan dalam pengulangan meningkatkan tingkat potensi stres pada sendi dan unit otot-tendon. Oleh karena itu, tindakan pencegahan keselamatan merupakan prasyarat yang kuat untuk metode latihan khusus ini. Variasi plyometrics intensitas rendah sering digunakan dalam berbagai tahap rehabilitasi cedera, menunjukkan bahwa penerapan teknik yang tepat dan tindakan pencegahan keselamatan yang tepat dapat membuat plyometrics aman dan efektif bagi banyak orang.

## G. Indikator Program Latihan

---

### 1. Intensitas Latihan

---

Intensitas latihan ditetapkan secara spesifik pada setiap individu sesuai dengan kapasitas fisik. Dalam pelaksanaannya latihan memerlukan pengawasan agar intensitas latihan benar-benar mencapai intensitas yang diprogramkan. Intensitas latihan dapat diekspresikan dalam satuan absolut (contoh: watt)

maupun diekspresikan dalam bentuk relatif (misalkan terhadap frekuensi denyut jantung maksimal, *metabolic equivalent of tasks* (METs), kapasitas oksigen maksimal ( $\text{VO}_2$ ) maks maupun rating kelelahan (*rating of perceived exertion*/RPE.)

Hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa kemampuan seseorang untuk mempertahankan suatu intensitas latihan berbeda satu sama lain. Sebagai contoh, seorang atlet marathon mungkin dapat menjalankan aktivitas fisik 80%  $\text{VO}_2$  maksimal selama 2 jam sedangkan pada orang yang tidak terlatih, dia hanya mampu melakukannya selama beberapa menit saja. Perbedaan ini sebagian besar disebabkan oleh perbedaan kecepatan akumulasi asam laktat (*onset of blood lactate accumulation*). Perbedaan ketahanan dalam menjalankan level intensitas latihan ini menjadi hal yang harus diperhatikan dalam menyusun program latihan. Pada umumnya, intensitas latihan dirancang antara 40 sampai dengan 85% kapasitas fungsional. Pada orang dengan gangguan jantung, intensitas latihan dapat ditetapkan antara 40 sampai dengan 60% kapasitas fungsional. Durasi latihan dapat ditetapkan sesuai dengan respon seseorang terhadap latihan. Sebagai contoh, seseorang sudah mengalami *recovery* satu jam setelah latihan. Terlepas dari teknik penetapan intensitas dan level intensitas yang dipilih, intensitas latihan yang dilakukan adalah intensitas yang dapat dipertahankan selama 15 sampai dengan 60 menit.

Pada dasarnya tujuan akhir latihan menentukan besaran intensitas latihan yang akan dapat memberikan manfaat yang maksimal untuk dirinya sekaligus meminimalisir risiko terjadinya cedera.

#### a) Intensitas berdasarkan Frekuensi Denyut Jantung

Terdapat beberapa metode untuk menghitung target nadi latihan.

Metode pertama menggunakan plot yang menghubungkan antara frekuensi denyut jantung dengan  $\text{VO}_2$  yang diekspresikan dengan METs atau  $\text{VO}_2$  maks. Frekuensi denyut jantung maksimal biasanya merupakan denyut jantung maksimal yang terukur pada *exercise test* maksimal. Dari hubungan ini kisaran frekuensi denyut jantung diplotkan berdasarkan persentase kapasitas fungsional yang diinginkan.

Metode kedua, mempergunakan jumlah dari frekuensi denyut jantung istirahat ditambah dengan persentase dari selisih antara frekuensi denyut jantung maksimal dengan frekuensi nadi istirahat. Contoh: Laki-laki usia 35 tahun, dengan denyut nadi istirahat 68 kali per menit, dengan target latihan 80%  $\text{VO}_2$  maks. Denyut nadi maksimalnya adalah 220 dikurangi 35 sehingga 185 kali per menit. Dalam hal ini target denyut andinya adalah  $68 + 0.8(185-68)$  yakni 162 kali per menit.

Nilai frekuensi denyut jantung yang didapat dengan mempergunakan dua metode di atas sebanding. Hal yang terpenting adalah berapapun nilai target denyut nadi yang didapat intensitas latihan didasarkan pada respon individu terhadap latihan. Target denyut nadi yang dihitung dengan berbagai metode di atas biasanya dapat mencerminkan  $VO_2$  maks pada keadaan steady state di berbagai keadaan lingkungan. Pada latihan diskontinyu, fluktuasi kebutuhan oksigen mungkin dapat diperoleh dengan kenaikan atau penurunan denyut nadi senilai 10% dari target denyut nadi terhitung. Pada latihan interval, durasi interval harus dijaga supaya denyut nadi rata-rata tetap berada pada nilai tengah dari target intensitas yang telah ditetapkan.

Frekuensi denyut jantung dapat diukur dengan mempergunakan ECG atau dengan perabaan. Penghitungan denyut dapat dilakukan selama 10 sampai dengan 15 detik kemudia dikalikan dengan 6 atau 4 untuk mencapai frekuensi denyut jantung per menit.

b) Intensitas berdasarkan RPE (Rating of Perceived Exertion)

Penetapan intensitas juga dapat didasarkan persepsi seseorang terhadap kelelahan (perceived exertion). Konfirmasi intensitas latihan dengan mempergunakan RPE penting untuk dilakukan karena frekuensi denyut jantung maksimal dapat bervariasi pada setiap orang. Konfirmasi ini penting untuk mengevaluasi agar suatu latihan betul-betul dilakukan pada intensitas yang optimal. Lebih lanjut, pada keadaan dimana terjadi hambatan respon kardiovaskular, penetapan intensitas latihan dengan mempergunakan skala RPE lebih tepat dibandingkan berdasarkan frekuensi denyut jantung. Hambatan ini dapat terjadi secara fisiologis pada gangguan jantung dan dapat pula disebabkan oleh penggunaan obat-obat untuk menurunkan kerja jantung (beta blocker).

Salah satu pedoman RPE dikembangkan oleh Bjorg pada tahun 1982 dengan mempergunakan skala dari 6 sampai dengan 20. Skala Bjorg sampai dengan sekarang masih cukup sering dipergunakan akan tetapi dewasa ini terdapat alternatif skala penggunaan Bjorg dengan mempergunakan skala antara 0 sampai dengan di atas 10 ( . = maksimal). Dengan adanya dua skala yang sekarang ini sering dipergunakan, penetapan intensitas dengan mempergunakan RPE harus jelas mencantumkan standar RPE yang dipergunakan.

Tabel 2.3. Skala Rating of Perceived Exertion

Skala Kategori RPE Bjorg	Skala Kategori-Ratio RPE
6	0
7 sangat sangat ringan	0.5 sangat sangat ringaan

Skala Kategori RPE Bjorg	Skala Kategori-Ratio RPE
8	1 sangat ringan
9 sangat ringan	2 ringan
10	3 sedang
11 cukup ringan	4 agak berat
12	5 berat
13 agak berat	6
14	7 sangat berat
15 berat	8
16	9
17 sangat berat	10 sangat sangat berat
18	• maksimal
19 sangat, sangat berat	
20	

Penggunaan skala kategori Bjorg didasarkan pada temuan bahwa kategori RPE Bjorg meningkat secara linear dengan peningkatan respon fisiologis seperti frekuensi denyut jantung, ventilasi dan konsumsi oksigen. Walaupun demikian dewasa ini skala Bjorg dikembangkan karena terdapat temuan bahwa pada latihan intensitas rendah dan tinggi subjek lebih mudah untuk mengaitkan persepsinya terhadap kelelahan dengan skala kategori-ratio.

Skala kategori-rasio lebih valid untuk memperkirakan kadar laktat darah dan respon hormonal yang meningkat secara eksponensial selama latihan intensif. Ketika menggunakan skala kategori rasio, perlu diingat bahwa nilai 10 bukan nilai maksimal. Seseorang memiliki kesempatan untuk menetapkan bahwa suatu intensitas latihan berada di atas nilai 10. Jika orang tadi memilih untuk memilih rasio di atas 10, orang tadi kemudian dipersilahkan untuk memutuskan berapa skala RPE intensitas tadi di atas nilai 10. Sebagai contoh jika orang tersebut merasa intensitas latianya 20% lebih besar dari nilai 10 maka rating nilai RPEnya adalah 10 ditambah 20% sehingga RPE akhirnya adalah 12.

RPE sangat berkaitan dengan beberapa variabel latihan antara lain  $VO_2$  maks, persentase cadangan frekuensi denyut jantung (frekuensi denyut jantung maksimal-frekuensi denyut jantung istirahat), ventilasi dan kadar laktat. Pada orang normal frekuensi denyut jantung akan berada pada kisaran RPE  $x 10 + 20$  sampai dengan 30 denyut per menit pada kisaran RPE 11 sampai 16 dan frekuensi denyut jantung 130 sampai dengan 130 sampai dengan 160 yang merupakan intensitas latihan yang biasanya dipergunakan dalam exercise prescription.

Nilai RPE dari 11 sampai 16 kurang lebih senilai 50 sampai dengan 75% dari  $VO_2$  maks.

Hampir semua orang mempersepsikan latihan dengan intensitas 60%  $VO_2$  maks. sebagai RPE 13 sampai dengan 16, sedangkan latihan dengan intensitas 75% dipersepsikan sebagai RPE 18 sampai dengan 19. Walaupun demikian, berdasarkan pengalaman klinis diketahui bahwa sekitar 5 sampai 10% orang cenderung menilai RPE lebih rendah dari yang sesungguhnya pada level awal sampai tengah. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan tiga kali latihan penggunaan RPE sebelum RPE benar-benar digunakan.

Hal yang juga sangat penting adalah untuk mengatasi masalah misinterpretasi RPE perlu dilakukan standarisasi perintah. Penggunaan RPE telah banyak diuji dalam penelitian klinis dan kebanyakan penelitian tersebut menyatakan bahwa RPE memiliki realibilitas yang tinggi pada semua umur, jenis kelamin maupun ras. Validitas RPE juga disebutkan tidak dipengaruhi oleh beta bloker.

#### c) Intensitas Latihan berdasarkan METs

METs adalah satuan dari kapasitas fungsional tubuh ( $VO_2$  maks). 1 METs adalah kapasitas latihan yang membutuhkan  $3,5g O_2 /kg.menit$ . Nilai ini umumnya mencerminkan kebutuhan energi seseorang saat istirahat. Biasanya rentang latihan yang disarankan adalah 40 sampai dengan 85% kapasitas fungsional maksimal. Setelah menetapkan rentang intensitas yang diinginkan, dapat dipilih kegiatan fisik yang pengeluaran energinya sesuai dengan intensitas latihan yang diinginkan. Intensitas latihan pada aktivitas fisik seperti berjalan dan berenang sangat tergantung dengan kecepatan gerakan. Hal lain yang juga mempengaruhi kisaran METs aktivitas-aktivitas tersebut adalah keadaan lingkungan. Perbedaan suhu, kelembapan, kecepatan angin dan sebagainya berengaruh pada keluaran METs. Mengingat terdapat keterbatasan ini, pada lingkungan yang ekstrim intensitas latihan dengan mempergunakan frekuensi denyut jantung dan RPE lebih cocok untuk dilakukan. Apapun pedoman intensitas latihan yang ditetapkan, sebaiknya ditetapkan dalam nilai kisaran. Setelah kisaran intensitas latihan ditetapkan, misalnya 5 sampai dengan 9 METs, sebaiknya latihan dimulai dengan intensitas yang rendah kemudian dilanjutkan pada intensitas yang lebih tinggi secara bergantian. Hasil akhir pengeluaran energi pada kisaran ini akan sama dengan latihan intermiten 6 sampai dengan 8 METs atau latihan kontinyu dengan intensitas 7 METs. Dewasa ini semakin direkomendasikan penetapan intensitas dengan kisaran rentang mengingat pada prakteknya hal ini lebih mudah diaplikasikan dalam bentuk program latihan.

Beberapa contoh jenis aktivitas dan rata-rata pengeluaran energinya terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4. Jenis Aktivitas Fisik dan Kisaran Pengeluaran Energinya

Jenis latihan	Rata-rata Mets	Rentang Mets
Bulutangkis	5.8	4-9
Basket	8.3	7-12
Berlari		
12 menit menempuh 1,6 km	8,7	-
11 menit menempuh 1,6 km	9,4	-
10 menit menempuh 1,6 km	10,2	-
9 menit menempuh 1,6 km	11,2	-
8 menit menempuh 1.6 km	12,5	-
7 menit menempuh 1.6 km	14,1	-
6 menit menempuh 1.6 km	16,3	-
Squash	9.9	-
Sepak bola	-	5-12
Berenang	-	4-8
Tenis meja	4.1	3-5
Voli	-	3-6

Hal yang patut untuk diperhatikan adalah RPE biasanya akan menurun pada intensitas dengan METs yang sama pada orang-orang yang telah mengalami adaptasi terhadap latihan. Oleh karenanya pada keadaan ini orang tersebut harus meningkatkan batas METs-nya. Evaluasi yang dilakukan secara periodik akan membantu pengukuran kemajuan latihan sekaligus menjamin agar dosis latihan mencukupi target yang ingin dicapai. Hal lain yang harus juga diperhatikan adalah bahwa respon seseorang terhadap latihan sangat beragam. Terdapat individu yang mentoleransi latihan dengan intensitas yang tinggi, namun ada pula yang terhambat oleh faktor konstitusi tubuh seperti gangguan jantung maupun paru-paru. Oleh karenanya intensitas yang dijalankan pada saat latihan harus disesuaikan dengan respon tubuh. Apabila terdapat tanda dan gejala tubuh mengalami kesulitan dalam mencapai intensitas latihan tersebut, latihan harus dihentikan.

## 2. Durasi Latihan

---

Durasi latihan ini umumnya berkisar antara 15 sampai dengan 60 menit. Durasi waktu ini dibutuhkan untuk meningkatkan kapasitas fungsional tubuh.

Durasi waktu yang dilaksanakan berbanding terbalik dengan intensitas latihan. Latihan dengan intensitas latihan tinggi dan durasi latihan pendek menimbulkan respons tubuh yang sama dengan latihan dengan intensitas yang rendah dan durasi yang lama. Latihan selama 5 sampai 10 menit dengan intensitas 90% kapasitas fungsional tubuh dapat memperbaiki kerja kardiovaskular. Walaupun demikian, latihan dengan intensitas tinggi dan durasi yang pendek tersebut tidak dapat diterapkan pada kebanyakan orang, sehingga lebih disarankan untuk melaksanakan program latihan dengan intensitas yang sedang dan durasi yang lebih lama. Program tersebut disarankan karena memiliki risiko cedera yang rendah dan potensial untuk menghasilkan total keluaran kalori yang tinggi.

Untuk orang yang terbiasa dengan aktivitas yang rendah, durasi yang disarankan adalah 20 sampai dengan 30 menit dengan intensitas 40 sampai dengan 60% kapasitas fungsional. Penyesuaian durasi dan intensitas latihan didasarkan pada respon fisiologis individu terhadap latihan, status kesehatan dan tujuan latihan (misalkan: penurunan berat badan). Pada umumnya pada fase awal durasi latihan dapat bertahap ditingkatkan dari 20 menit menjadi 45 menit.

### 3. Frekuensi Latihan

---

Frekuensi latihan tergantung dari durasi dan intensitas latihan. Frekuensi latihan yang dapat dilakukan dapat beberapa kali dalam sehari sampai dengan 5 kali dalam seminggu tergantung jenis latihan, keadaan fisik dan tujuan latihan. Pada orang dengan kondisi fisik yang rendah dapat dilakukan latihan dengan intensitas 3 METs selama 5 menit yang dilakukan beberapa kali sehari. Seseorang dengan kapasitas fungsional 3–5 METs, latihan dapat dilakukan 1–2 kali sehari. Individu dengan kapasitas fisik >5 METs disarankan untuk berlatih 3 kali per minggu pada hari yang berselingan. Individu dengan jenis latihan beban sebaiknya juga berlatih tiga kali dalam seminggu pada hari yang berselingan. Latihan dengan frekuensi intensif sebaiknya juga dilakukan dengan jenis latihan beban dan non beban secara bergantian. Hal yang dihindari adalah latihan beban yang dilakukan lebih dari 5 kali dalam seminggu. Latihan jenis ini dengan frekuensi yang tinggi meningkatkan risiko cedera ortopedik.

### 4. Peningkatan Intensitas (Progresi) Latihan

---

Kecepatan progresi latihan pada latihan tergantung kapasitas fungsional, status kesehatan, umur, kebutuhan dan tujuan. Fase aerobik dalam latihan memiliki tiga tahap progresi yakni (1) fase awalan; (2) fase peningkatan; dan (3) fase pemeliharaan.

a) Fase Awalan (Initial Conditioning Phase)

Fase awalan sebaiknya berupa aktivitas aerobik intensitas rendah. Intensitas latihan dimulai 1 METs di bawah sasaran intensitas latihan. Pada fase awal intensitas ini biasanya sudah memenuhi target nadi latihan. Pada fase selanjutnya intensitas latihan ditingkatkan sesuai dengan METs sasaran karena biasanya sudah terjadi adaptasi sistem kardiovaskular. Pada awalnya durasi latihan 10 sampai 15 menit yang secara bertahap dapat ditingkatkan. Fase awalan ini berlangsung selama 4 sampai 6 minggu tergantung dengan kecepatan adaptasi kardiovaskular. Pada seseorang dengan kapasitas fisik yang rendah mungkin akan mengalami fase ini selama 6 sampai 10 minggu sedangkan seseorang dengan kapasitas fungsional yang tinggi hanya mengalami fase inisial selama kurang dari 4 minggu.

Status kesehatan merupakan hal yang harus diperhatikan dalam progresi latihan. Seseorang dengan gejala *angina* pada fase awalan sebaiknya berlatih 40% sampai 50% kapasitas fungsional saja. Seseorang dengan gejala *claudicatio intermittens* mungkin hanya bisa berlatih selama 1 sampai 2 menit. Setelah *bed rest* lama biasanya hanya memiliki kapasitas fungsional sebesar 2 atau 3 METs. Durasi latihan pada orang dengan gejala *angina* atau kelemahan otot adalah sekitar 5 menit.

b) Fase Peningkatan (Improvement Conditioning Stage)

Pada fase peningkatan, progresi latihan dilakukn secara lebih cepat. Fase ini biasanya berlangsung selama 4 sampai dengan 5 bulan. Selama tahap ini intensitas latihan ditingkatkan sampai dengan intensitas sasaran (45-85%  $\text{VO}_2$  maks). Durasi latihan secara konsisten ditingkatkan setiap 2 sampai 3 minggu. Pada orang dengan riwayat kapasitas fisik yang rendah dilakukan latihan aerobik jenis diskontinyu dan kemudian melanjutkan diri pada program aerobik kontinyu. Durasi latihan ditingkatkan selama 20 sampai dengan 30 menit sebelum dilakukan peningkatan intensitas. Umur juga harus dipertimbangkan pada perencanaan progresi latihan. Berdasarkan pengalaman, orang-orang tua biasanya memiliki respon adaptasi yang lebih lama dibandingkan dengan orang yang lebih muda.

c) Fase Pemeliharaan (Maintenance Conditioning Stage)

Fase pemeliharaan biasanya dimulai pada 6 bulan setelah dimulai latihan. Selama fase pemeliharaan seseorang biasanya sudah mencapai ketahanan kardiorespirasi. Pada keadaan ini untuk memelihara kebugaran sebaiknya dilakukan variasi program latihan sehingga seseorang secara psikologis tidak mengalami kejenuhan karena beraktivitas dalam jangka waktu yang lama.

Tabel 2.5. Contoh Progresi Latihan

Fase Latihan			% Kapasitas Fungsional	Jumlah menit pada intensitas 60-80% kapasitas Fungsional	Jumlah menit pada intensitas rendah	
Awalan	1	12	60	2	1	6
	2	14	60	2	1	7
	3	16	60	2	1	8
	4	18	60-70	2	1	9
	5	20	60-70	2	1	10
Peningkatan	6-9	21	70-80	3	1	7
	10-13	24	70-80	3	1	8
	14-16	24	70-80	4	1	6
	17-19	28	70-80	4	1	7
	20-23	30	70-80	5	1	6
	24-27	30	70-80	continuous	1	
Pemeliharaan	28+	45-60	70-80	continuous		

## H. Pelaksanaan Sesi Latihan

Setiap sesi latihan terdiri atas (1) latihan pemanasan selama 5 sampai dengan 10 menit; (2) latihan inti selama 15 sampai 60 menit; (3) pendinginan selama 5–10 menit. Pemanasan dirancang untuk meningkatkan tingkat metabolisme sebesar 1 METs yang secara beratahapp ditingkatkan sampai level sasaran pada latihan inti. Latihan inti dapat dilakukan secara kontinyu maupun diskontinyu yang meliputi aktivitas aerobik dan melibatkan otot-otot besar serta menaikkan frekuensi denyut jantung. Latihan pendinginan meliputi latihan yang membantu adaptasi tubuh dalam menurunkan kapasitas latihan sampai latihan dihentikan. Latihan ini baik untuk memulihkan sirkulasi tubuh secara perlahan-lahan. Aliran darah yang semula terutama didistribusikan pada otot secara perlahan dialihkan pula agar merata ke seluruh bagian tubuh.

### 1. Faktor Lingkungan pada Latihan

Respon fisiologis terhadap latihan sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan seperti suhu yang sangat panas atau dingin, ketinggian tempat dan polusi udara. Berbagai variasi keadaan lingkungan, program latihan harus disesuaikan agar dapat mencetuskan respon fisiologis yang diinginkan sekaligus mencegah terjadinya hal yang membahayakan kesehatan seseorang (misalkan heat stoke atau frozen bite). Frekuensi denyut jantung pada RPE merupakan metode untuk penyesuaian intensitas pada keadaan lingkungan yang bervariasi.

Panas lingkungan dipengaruhi suhu lingkungan dan kelembaban udara. Peningkatan panas lingkungan menimbulkan pengeluaran keringat serta peningkatan respon kardiovaskular seperti pada latihan beban sub maksimal. Oleh karenanya, pemeliharaan respon kardiovaskular membutuhkan penurunan intensitas latihan. Pada keadaan lingkungan yang sangat panas, durasi latihan harus dibatasi dan harus dilakukan penggantian cairan tubuh yang hilang selama dan sesudah latihan. Pada keadaan lingkungan yang sangat dingin, seseorang harus melindungi diri dari risiko hipothermia dan frost bite. Pada dataran tinggi, tekanan parsial oksigen menurun yang dapat menimbulkan penurunan transport oksigen dan dapat mengakibatkan peningkatan respon kardiovaskular pada latihan sub maksimal. Oleh karenanya perlu dilakukan pengurangan intensitas latihan pada dataran tinggi.

## 2. Pengawasan Latihan

---

Dalam menjalankan latihan, sebagian orang perlu mendapatkan pengawasan. Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk menentukan tingkat pengawasan adalah berupa skrining kesehatan, penilaian medis dan exercise testing.

### a) Program Latihan tanpa Pengawasan

Orang tanpa riwayat penyakit kronis dan dinyatakan sehat secara medis dapat menjalankan program latihan tanpa pengawasan. Walaupun demikian, orang tersebut harus mendapatkan penjelasan tentang respon fisiologis yang terjadi selama latihan pada suhu, kelembaban dan hal khusus lainnya. Orang tersebut juga harus mengenali gejala overtraining dan overexertion serta diminta untuk berkonsultasi apabila terjadi gejala penyakit kronis.

### b) Program Latihan dengan Pengawasan

Program latihan jenis ini direkomendasikan pada penderita gangguan kardiovaskular yang telah dinyatakan stabil secara klinis. Pengawas dapat berupa instruktur latihan maupun ahli rehabilitasi medis. Program jenis ini juga berguna pada pemula untuk meningkatkan teknik latihan. Pada latihan program ini perlu senantiasa dianalisis risiko dan manfaat dari latihan.

### c) Program Latihan dengan Pengawasan Medis

Program latihan dengan pengawasan medis diawasi oleh dokter maupun paramedis. Program jenis ini diperuntukkan untuk penderita gangguan jantung yang baru memulai program rehabilitasi, penderita dengan status klinis yang belum stabil serta penderita yang memiliki risiko tinggi. Pada keadaan ini perlu diberikan informed consent tentang risiko-risiko apa saja yang dapat dialami.



## BAB 3. REGIO SENDI JARI KAKI

### A. Anatomi dan Fisiologi

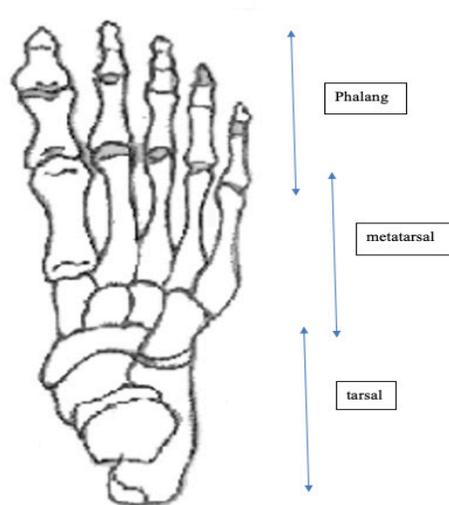
Pada dasarnya hubungan tulang pada sendi tungkai bawah termasuk sendi jari kaki dirancang agar mendukung kekuatan, fleksibilitas dan gerakan yang terkoordinasi. Hal ini penting mengingat tungkai bawah menerima seluruh beban tubuh dan bertanggung jawab pada banyak gerakan yang antara lain berupa berjalan atau berlari. Berikut adalah anatomi dan fisiologi komponen pendukung sendi jari kaki.

#### 1. Tulang Sendi Jari Kaki

Kaki terdiri atas 26 tulang, 14 phalang, 2 seameoid dan 5 metatarsal, 7 tarsals. Struktur anatomi tulang penyusun jari kaki dan ligamennya terdapat pada gambar berikut ini.

Phalang pada jari kaki serupa dengan jari tangan akan tetap memiliki fungsi yang berbeda. Ibu jari kaki atau hallux memiliki 2 phalang dan jari kaki lainnya terdiri atas 3 phalang. Metatarsal terdiri atas 5 tulang yang terletak antara persendian tulang tarsal dan phalang. Tulang tarsal terdiri atas 7 tulang yang terletak antara

tulang-tulang metatarsal bagian bawah pada kaki. Tulang tarsal penting untuk mendukung tubuh dan bergerak. Tulang tarsal terdiri atas calcaneus, talus, cuboideus, navikular/skavoid, dan cuneiform pertama, kedua dan ketiga.



Gambar 3.1. Tulang Sendi Jari Kaki

Calcaneus merupakan tulang yang tarsal terbesar. Calcaneus seperti tulang talus berfungsi untuk menopang berat badan dan untuk pelekatan atau menempelnya otot betis.

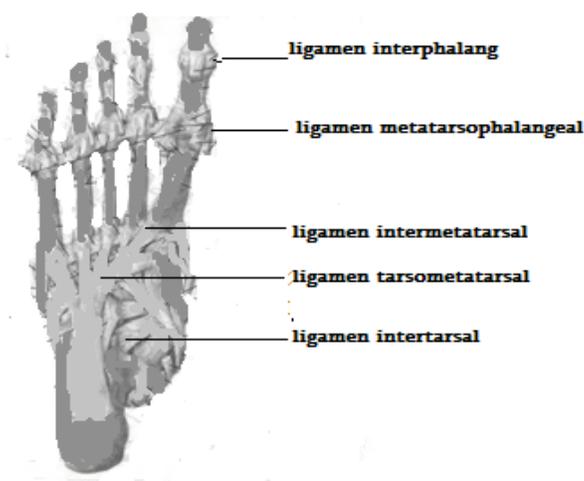
Persendian kaki dikelompokkan menjadi 5 kelompok yakni interphalangeal, metatarsophalangeal, intermetatarsal, tarsometatarsal, dan intertarsal.

1. Persendian interphalangeal yang merupakan persendian antara tulang phalang.
2. Persendian metatarsophalangeal yang merupakan persendian antara tulang metatarsal dengan phalang.
3. Persendian intermetatarsal yang merupakan persendian antara tulang metatarsal.
4. Persendian tarsometatarsal yang merupakan persendian antara tulang tarsal dengan tulang metatarsal.
5. Persendian intertarsal yang merupakan persendian antar tulang tarsal. Persendian intertarsal meliputi subtalar, mid tarsal (tarsal melintang) dan intertarsal anterior (cuneonavikular).

## 2. Ligamen Sendi Jari Kaki

---

Hubungan antar tulang dikuatkan oleh struktur ligamen yang merupakan pita putih tebal yang berasal dari jaringan fibrous yang membentuk tuberositas medial calcaneus. Sistem persendian yang ditunjang ligamen yang terdapat pada gambar berikut.



Gambar 3.2. Ligemen Sendi Jari Kaki

Beberapa ligamen yang berfungsi untuk memperkuat sendi jari kaki antara lain:

a. Ligamen Lisfranc

Ligamen Lisfranc menstabilkan hubungan antara tulang metatarsal dan tarsal. Ligamen ini lebih kuat pada bagian plantar (telapak kaki) pada bagian punggung kaki.

b. Ligamen Intermetatarsal

Ligamen tersebut memperkuat hubungan antara tulang metatarsal pada bagian distal. Dengan adanya hubungan ini, gerakan kaki terjadi dengan lebih harmonis.

c. Ligamen pada Ibu Jari Kaki.

Ligamen pada bagian ibu jari kaki membentuk kapsul. Ligamen ini bermula dari bagian dalam metatarsal pertama sampai dengan phalang pertama. Ligamen ini berfungsi untuk menstabilkan gerakan ibu jari kaki.

3. Otot Sendi Jari Kaki

Beberapa otot pendukung sendi jari kaki dapat dilihat pada gambar berikut.



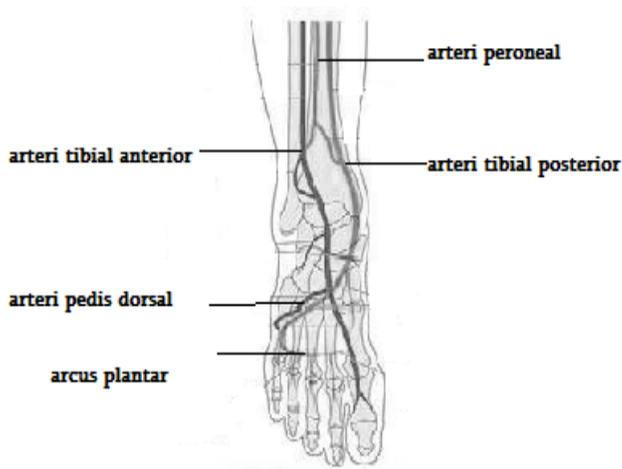
Gambar 3.3. Otot Sendi Kaki

Beberapa di antara otot yang terdapat pada bagian sendi jari kaki meliputi:

1. Otot extensor digitorum brevis yang merupakan otot yang tipis namun lebar yang bermula dari bagian superior lateral dari calcaneus. Bagian medialnya berinsersi pada phalang pertama yang kemudian melanjut menjadi otot extensor hallucis brevis sedangkan bagian yang lain melanjut menjadi otot extensor digitorum longus pada phalang kedua, ketiga, dan keempat.

2. Aponeurosis plantaris merupakan lembaran otot bagian plantar yang sangat kuat dan dibagi menjadi bagian tengah, lateral, dan medial.
4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Jari Kaki.

Arteri tibial anterior merupakan cabang dari arteri politeal yang kemudian melanjut menjadi arteri tibial posterior dan arteri peroneal. Arteri tibial anterior memvaskularisasi bagian anterior sedangkan bagian arteri tibial posterior memvaskularisasi bagian posterior. Arteri tibial melanjutkan arteri dorsalis pedis dan arteri arcuatus yang memvaskularisasi jari.



Gambar 3.4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Jari Kaki

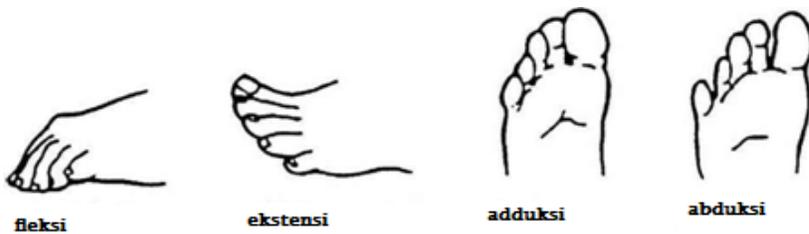
Saraf tibial posterior melanjut menjadi bagian cabang plantar bagian medial dan lateral plantar. Kedua cabang tersebut berfungsi secara motoris dan sensoris. Bagian medial mempersarafi ibu jari, phalang dua dan tiga, sedangkan bagian lateral mempersarafi phalang empat dan lima.

#### 5. Gerakan Sendi Jari Kaki

1. Gerakan plantar fleksi dilakukan oleh otot gastrocnemius dan soleus.
2. Gerakan dorsifleksi dilakukan oleh otot tibialis anterior.
3. Gerakan inversi dilakukan oleh otot tibialis posterior.
4. Gerakan eversi dilakukan oleh otot peronous longus.
5. Gerakan fleksi metatarsophalangeal pada ibu jari dilakukan flexor hallicus brevis.

6. Gerakan fleksi metatarsophalangeal pada jari lain dilakukan oleh otot lumbricals.
7. Gerakan ekstensi metatarsophalangeal ibu jari dilakukan oleh otot extensor hallicus longus.
8. Gerakan ekstensi metatarsophalangeal jari lain dilakukan oleh otot extensor digitorum longus dan brevis.
9. Gerakan fleksi interphalangeal dilakukan oleh otot flexor hallicus longus, flektor digitarum brevis, dan flexor digitarum longus.

Secara umum, gerakan jari kaki tersebut dikelompokkan menjadi fleksi, ekstensi, adduksi dan abduksi yang ilustrasi gerakannya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.5. Gerakan Sendi Jari Kaki

## B. Patofisiologi

Terdapat dua bagian kaki yang sering mengalami cedera yaitu kaki bagian tengah atau depan jari-jari kaki. Cedera kaki bagian tengah sering terjadi pada bagian ligamen midtarsal. Jika terjadi cedera kronis dapat tumbuh jaringan baru pada bagian yang cedera. Cedera pada jari kaki dapat terjadi berupa:

### 1. Cedera metatarsophalangeal

Cedera ini biasanya disebabkan oleh penggunaan sendi yang berlebihan dan penggunaan sepatu yang mengakibatkan hiperekstensi sendi metatarsophalangeal pertama yang terjadi secara terus menerus.

### 2. Patah dan dislokasi phalang

Fraktur phalang biasanya berupa bone-crushing dan umumnya disertai dengan pembengkakan dan perubahan warna. Dislokasi lebih sering terjadi daripada patah tulang.

### 3. Fraktur metatarsal

---

Fraktur metatarsal yang paling sering terjadi adalah pada dasar metatarsal kelima. Gejala ditandai dengan nyeri dan bengkak dan biasanya disebabkan oleh inversi dan fleksi plantar kaki.

### 4. Fraktur dan dislokasi dari talus

---

Fraktur biasanya terjadi akibat cedera pergelangan kaki yang terjadi secara kronis. Gejala dan tanda-tanda yang dirasakan adalah rasa nyeri yang sangat hebat dan rasa nyeri pada titik ujung distal tibia.

### 5. Cedera calcaneali

---

Cedera ini biasanya terjadi pada pelari jarak menengah dan ditandai dengan nyeri yang terjadi secara tiba-tiba di daerah plantar calcaneus.

### 6. Strain plantar fascia

---

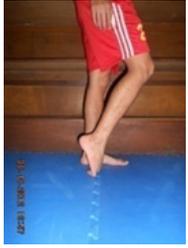
Plantar fascia merupakan area telapak kaki yang digunakan untuk menapak pada saat berdiri. Jaringan itu berada di bawah permukaan belakang calcaneus dan melanjut hingga kedepan, dengan berbagai cabang-cabang kecil melekat pada persendian metatarsalophalangeal yang kemudian bergabung dengan ligamen capsular. Strain pada plantar fascia dapat terjadi pada siapa saja tapi lebih sering terjadi pada petenis, pemain basket dan pelari. Gejala dan tanda-tanda gangguan ini antara lain adalah nyeri pada bagian telapak jari kaki dan sukar untuk berjalan dan berlari. Hal ini dikarenakan adanya cedera akibat benturan pada plantar aponeurosis, khususnya epycondilus pada calcaneus.

## C. Program Latihan

---

Tabel 3.1. Contoh Program Latihan Regio Jari Kaki

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I	Loosening			
1.	Posisi duduk atau berbaring bertumpu pada tumit	Gerakkan fleksi dan ekstensi sendi jari kaki	4 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
2.	Posisi berdiri dengan tumit diangkat dari lantai (dapat bersandar pada kursi atau meja)	Gerakkan fleksi dan ekstensi sendi jari kaki	4 x 8	 
3.	Posisi duduk kaki bertumpu pada tumit	Gerakkan jari kaki seolah olah menulis angka 1 sampai dengan 9 di udara dengan cepat	4 x 8	
<b>II Stretching</b>				
1	Posisi berdiri dengan bertumpu pada jari kaki	Gerakkan fleksi dan ekstensi sendi jari kaki ditahan sampai dengan batas nyeri selama 5 detik	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
2.	Posisi duduk di kursi atau duduk dengan kaki lurus ke depan.	Fleksikan jari kaki dengan menggunakan tali ditarik dengan tangan sampai batas nyeri selama 5 detik.  Ekstensikan jari kaki dengan tali ditarik oleh orang lain ataupun diikatkan pada suatu tempat sampai dengan batas nyeri selama 5 detik	2 x 8	 
3	Posisi duduk atau berdiri dengan menginjak bola berbagai ukuran (bola pingpong atau bola tenis)	Fleksikan jari kaki dengan jalan menginjak bola bola berbagai ukuran	2 x 8	
4.	Posisi duduk kaki bertumpu pada tumit	Gerakkan kaki seolah olah menulis angka 1 sampai dengan 9 di udara dengan cepat	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
5.	Posisi duduk pada kursi dengan kaki menginjak sobekan sobekan sobekan kertas	Usahakan menggulung sobekan kertas, menggulungnya dengan jari kaki dan memindahkan ke sisi sebelah tubuh.	2 x 8	
<b>III. Strengthening</b>				
1	Posisi duduk pada kursi dengan kaki menginjak kertas koran yang telah dibasahi	Usahakan untuk menyobek kertas koran dengan bantuan jari kaki	2 x 8	
2	Posisi duduk pada kursi dengan kaki menginjak kertas koran kering.	Usahakan untuk menyobek kertas koran dengan bantuan jari kaki	2 x 8	
3.	Posisi duduk pada kursi dengan kaki menginjak handuk	Gerakan menggulung handuk menjadi gulungan dengan menggunakan jari kaki	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
		Gerakan menarik handuk pada saat ditahan dengan kaki yang lain.		
4.	Posisi duduk di kursi atau duduk dengan kaki lurus ke depan.	<p>Lingkarkan tali pada jari kaki kemudian tarik sehingga sendi jari kaki menjadi fleksi, kemudian tahan atau lawan gerakan tersebut dengan gerakan ekstensi jari kaki.</p> <p>Gerakan sama dengan di atas namun dengan posisi jari kaki ekstensi.</p>	2 x 8	
5.	Posisi berdiri kaki bertumpu pada jari kaki pada tempat datar.	Lakukan gerakan ekstensi dan fleksi jari kaki dengan beban tubuh dalam posisi bertumpu pada jari kaki	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
6	Posisi berdiri kaki bertumpu pada jari kaki pada tempat ujung tangga.	Lakukan gerakan ekstensi dan fleksi jari kaki dengan beban tubuh dalam posisi bertumpu pada jari kaki yang bertumpu pada ujung tangga.	2 x 8	



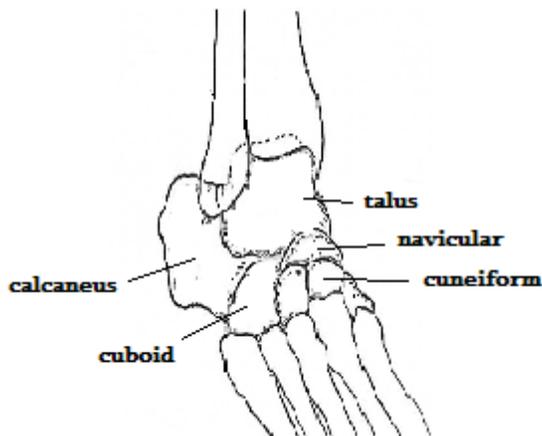
## BAB 4. REGIO PERGELANGAN KAKI (ANKLE)

### A. Anatomi dan Fisiologi

Sendi pergelangan kaki merupakan sendi dengan ruang gerak yang luas. Sendi pergelangan kaki merupakan sendi yang rentan mengalami cedera karena merupakan salah satu sendi yang mendapat beban yang berat dalam kehidupan sehari (weight bearing joint).

#### 1. Tulang Sendi Pergelangan Kaki (Ankle)

Persendian tulang kaki disusun oleh tulang tarsal, tulang tibia dan tulang fibula. Tulang tarsal terdiri atas 7 tulang (tulang tarsal) yang terletak antara tulang-tulang metatarsal bagian bawah pada kaki. Tulang tarsal selanjutnya bersendi dengan tulang metatarsal. Struktur persendian dilihat dari samping terdapat pada gambar berikut.



Gambar 4.1. Tulang Sendi Pergelangan Kaki

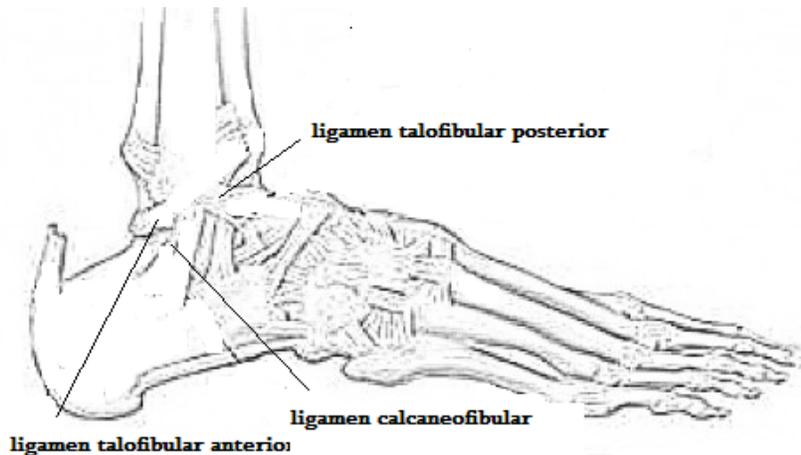
Seperti yang terlihat pada gambar, tulang tarsal terdiri atas calcaneus, talus, cuboideus, navikular dan tiga tulang cuneiform. Calcaneus merupakan

tulang tarsal terbesar. Calcaneus dan talus merupakan tulang tarsal utama yang berfungsi untuk menopang berat badan dan merupakan tempat pelekatan otot betis.

## 2. Ligamen Sendi Pergelangan Kaki (Ankle)

---

Sendi pergelangan kaki dapat menjadi stabil karena adanya bungkus sendi dan ligamen yang kuat. Struktur tersebut dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.2. Ligamen Sendi Pergelangan Kaki

Beberapa ligamen pada persendian ankle meliputi:

### a. Ligaments Stabilisator Sendi Ankle

Ligamen ini meliputi ligamen talofibular anterior, calcaneofibular, talofibular posterior, dan deltoid.

- Ligamen talofibular anterior sering disebut dengan ligamen ankle sprain karena merupakan ligamen yang sering mengalami sprain.
- Ligamen calcaneofibular merupakan kelanjutan dari ligamen talofibular anterior. Ligamen ini bermula dari fibula dan menyusur sepanjang pergelangan kaki menuju calcaneus dan pada sendi ini jarang terjadi sprain.
- Ligamen talofibular posterior menyusuri bagian posterior fibula dan berakhir pada calcaneus. Ligamen ini berfungsi untuk menstabilkan persendian pergelangan kaki dan pada ligamen ini jarang pula terjadi sprain.

- Ligamen deltooid merupakan jaringan ikat pada bagian dalam pergelangan kaki. Ligamen ini menyusur malleolus bagian medial sampai dengan talus dan calcaneus. Ligamen ini sangat kuat dan berfungsi untuk menstabilkan persendian ankle.

b. Ligamen Pada Pergelangan Kaki Atas

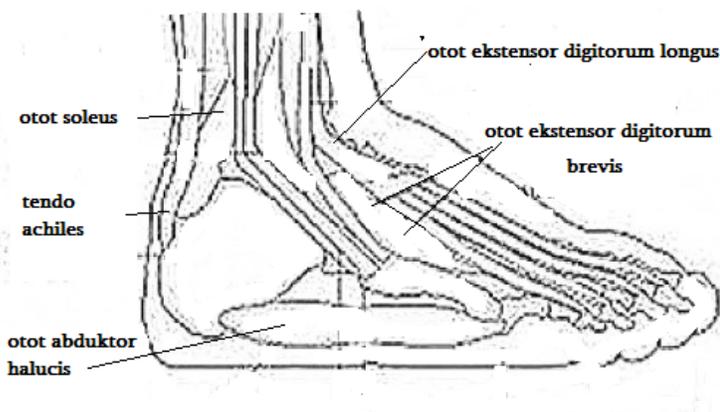
Ligamen pada pergelangan kaki atas meliputi ligamen tibial fibular anterior inferior dan ligamen interosseus membran. Ligamen tibial fibular anterior juga dikenal sebagai ligamen ankle sprain atas karena sering mengalami sprain. Ligamen ini menghubungkan tibia dan fibula pada bagian bawah. Membran interosseus merupakan membran yang menghubungkan sepanjang fibula dan tibia.

c. Ligamen Subtalar

Ligamen ini merupakan penghubung antara persendian kaki dan dikenal pula sebagai ligamen cervicalis. Ligamen ini menghubungkan calcaneus dengan talus di depan persendian subtalar

3. Otot Sendi Pergelangan Kaki (Ankle)

Selain distabilkan oleh ligamentum, persendian pergelangan kaki juga diperkuat oleh struktur otot besar maupun kecil yang terdapat pada gambar berikut:



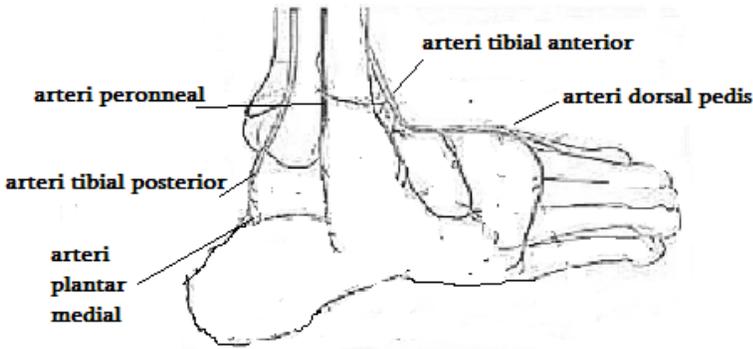
Gambar 4.3. Otot Sendi Pergelangan Kaki

Sebagian besar gerakan pada ankle disebabkan oleh otot tungkai bawah yang tendonnya berinsersi pada ankle.

#### 4. Pembuluh Darah dan Persarafan Pada Pergelangan kaki

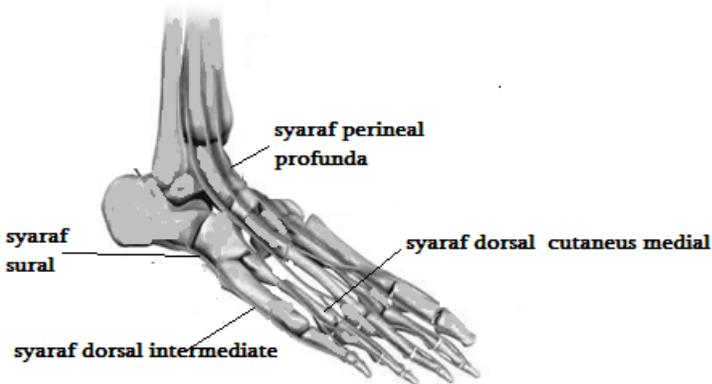
---

Peredaran darah utama daerah pergelangan kaki disuplai dari arteri tibialis anterior dan posterior. Sistem peredaran darah pada pergelangan kaki terlihat pada gambar berikut.



Gambar 4.4. Peredaran Darah Sendi Ankle

Sistem saraf pada daerah pergelangan kaki didukung oleh saraf peroneal, saraf plantar medial, saraf plantar lateral dan saraf cutaneus. Anatomi saraf pada pergelangan kaki selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.5. Persarafan Sendi Pergelangan Kaki

#### 5. Gerakan Sendi Pergelangan Kaki (Ankle)

---

1. Gerakan fleksi sendi pergelangan kaki dilakukan oleh otot tibialis anterior, ekstensor comunis digitorum, ekstensor propius hallucis, peroneous tertius.

2. Gerakan ekstensi sendi pergelangan kaki dilakukan oleh gastrocnemeus, plantaris, soleus, tibialis posterior, fleksor longus digitorum, fleksor longus hallucis.
3. Gerakan inversi dan adduksi dilakukan oleh otot tibialis anterior dan tibialis posterior.
4. Gerakan eversi dan abduksi dilakukan oleh otot peroneus longus dan peroneus brevis.

Ilustrasi berbagai gerakan yang dilakukan oleh sendi pergelangan tangan seperti fleksi-ekstensi, abduksi-adduksi, inversi-eversi dan pronasi-supinasi terlihat pada gambar berikut



Gambar 4.6. Gerakan Sendi Pergelangan Kaki

## B. Patofisiologi

Sendi pergelangan kaki dapat menjadi stabil karena adanya bungkus sendi dan ligamen yang kuat. Sendi pergelangan kaki sering mengalami cedera karena merupakan sendi utama penopang berat badan tubuh serta terlibat dalam berbagai aktivitas fisik sehari-hari seperti berdiri, berjalan maupun berlari. Beberapa jenis cedera yang dapat terjadi antara lain adalah:

### 1. Ankle Sprain

Ankle sprain merupakan cedera yang timbul akibat regangan maupun robekan ligamen yang bertugas menstabilkan sendi ankle. Regangan ligamen

tersebut dapat terjadi apabila terjadi gerakan fleksi dan inversi sendi yang berlebihan. Terdapat beberapa jenis ankle sprain seperti ankle sprain lateral dimana terjadi dislokasi tulang tarsal ke arah lateral dan ankle sprain inversi dimana terjadi dislokasi tulang tarsal ke arah medial. Ankle sprain lateral lebih sering terjadi daripada jenis ankle sprain lain.

## 2. Strain Tendon Achilles

---

Tendon achilles merupakan tendon yang menghubungkan otot gastrocnemius dengan calcaneus. Tendon ini sering mengalami strain. Apabila terjadi strain pada tendo ini dapat terjadi gangguan sampai dengan kehilangan kontrol gerak sendi ankle.

## 3. Subluksasi/Dislokasi Tendon Peroneal

---

Pada keadaan ini terjadi luksasi pada tendon peroneus (disebelah lateral malleolus). Pada keadaan ini terjadi nyeri dan pergeseran pada daerah malleolus.

## 4. Tendinitis Tibialis Posterior dan Anterior

---

Pada keadaan ini terjadi radang pada tendo tibialis posterior dan anterior. Biasanya keadaan ini disebabkan oleh microtrauma yang terjadi akibat penggunaan sendi yang berlebihan.

## 5. Tendinitis Achilles

---

Tendo achilles dapat mengalami peradangan kronis yang mengakibatkan terjadinya pembengkakan pada tendo achilles. Keadaan ini biasanya disebabkan oleh adanya microtrauma yang disebabkan oleh penggunaan yang berlebihan. Pembengkakan pada tendo tersebut seperti halnya strain tendo achilles dapat menghambat gerakan ankle. Gangguan ini biasanya disebabkan oleh penggunaan tendon Achilles' yang berlebihan, yang merupakan tendon terkuat dalam tubuh manusia dan ditemukan di tungkai bawah/pergelangan kaki. Tendon terkena beban yang berlebihan, terutama dalam olahraga, yang mengakibatkan inflamasi patologis dan perubahan degeneratif pada tendon dan jaringan sekitarnya, bursa dan paratenon. Pada kasus yang parah, ruptur total dapat terjadi. Faktor predisposisi antara lain berupa sepatu yang tidak tepat, malalignment dan deformitas kaki, kelemahan atau kekakuan otot betis, berlari di permukaan yang keras dan tidak rata serta latihan yang intensif. Tendinitis achilles kadang-kadang terjadi pada beberapa penyakit reumatik, setelah fraktur jari atau kaki,

pada beberapa penyakit metabolik dan setelah transplantasi ginjal. Nyeri dan pembengkakan di daerah tendon kalkanealis dan tendon achilles merupakan gejala yang cukup sering terjadi pada olahragawan. Rasa sakit terletak di tendon atau perlekatannya pada calcaneum.

Lebih banyak pria daripada wanita yang mengalami tendinitis Achilles. Pemeriksaan klinis dapat didukung terutama oleh MRI dan ultrasonografi. Ketika gejala muncul, pengobatan konservatif seringkali berhasil berupa pencegahan latihan yang berlebihan, sepatu yang tepat, fisioterapi, obat anti-inflamasi, peregangan dan penguatan otot betis.

## 6. Bursitis Kalkaneus

---

Gejala bursitis kalkaneus sering berupa nyeri di belakang tumit tang memburuk ketika berjalan. Bursitis kalkaneus sering dikaitkan dengan tendinitis achilles. Gangguan ini dapat ditemukan pada kedua tumit dan dapat terjadi pada semua usia. Pada anak-anak, bursitis kalkanealis sering dikombinasikan dengan eksostosis atau osteokondritis pada kalkaneus. Pada kebanyakan kasus, alas kaki yang tidak tepat dengan bagian belakang sepatu yang sempit dan keras adalah penyebab gangguan ini. Pada atletik, beban berlebihan pada daerah tumit, seperti dalam berlari, dapat memicu tendinitis achilles dan bursitis retrocalcaneal. Deformitas bagian belakang kaki merupakan faktor predisposisi. Biasanya tidak ada infeksi yang terlibat. Pada pemeriksaan, tumit terlihat menebal dan kulit kemerahan. Sering diperlukan pemeriksaan radiografi untuk menyingkirkan diagnosis banding seperti penyakit Sever, fraktur osteokondral, osteofit, tumor tulang, dan osteitis.

Gejala dapat mereda tanpa pengobatan apapun. Dalam kasus ringan pengobatan konservatif biasanya berhasil. Tumit yang sakit harus dilindungi dengan tali pengikat dan sepatu yang tepat. Penggunaan orthosis dapat mengoreksi posisi yang salah dari bagian belakang kaki. Koreksi perilaku berjalan dan berlari seringkali berhasil. Bedah eksisi bursa dan bagian kalkaneum yang terkena hanya diindikasikan jika pengobatan konservatif gagal.

## 7. Metatarsalgia Morton

---

Metatarsalgia adalah nyeri pada kaki depan yang dapat disebabkan oleh neuroma dari saraf digital plantar yang dikenal sebagai neuroma Morton. Rasa sakit yang khas terjadi pada kaki depan, biasanya menyebar di jari kaki ketiga dan keempat, jarang di jari kaki kedua dan ketiga. Rasa sakit terjadi saat berdiri atau berjalan dan paling sering terjadi pada wanita paruh baya. Saat istirahat rasa sakitnya biasanya hilang.

Kondisi ini sering dikaitkan dengan kaki depan yang rata dan mengeras. Kompresi kepala metatarsal dari sisi ke sisi dan ruang antara kepala metatarsal dapat menimbulkan rasa sakit. Pada radiografi polos neuroma tidak terlihat tetapi perubahan lain seperti deformitas tulang yang menyebabkan metatarsalgia dapat terlihat. MRI dapat menunjukkan neuroma. Perawatan konservatif seperti penggunaan sepatu dan bantalan yang tepat untuk menopang lengkung anterior seringkali berhasil mengatasi keadaan ini.

#### 8. Sindrom Tarsal Tunnel

---

Sindrom Tarsal Tunnel dapat menimbulkan rasa sakit yang terasa membakar di sepanjang telapak kaki dan di semua jari kaki yang mungkin disebabkan oleh kompresi saraf tibialis posterior di dalam tunel fibroosseus di bawah retinakel fleksor pergelangan kaki. Semuanya ini merupakan gejala sindrom tunel tarsal. Terdapat banyak kondisi yang menyebabkan kompresi saraf. Penyebab paling umum adalah ketidakteraturan tulang, patah tulang atau dislokasi pergelangan kaki, ganglia atau tumor lokal, atau alas kaki yang buruk. Dapat terjadi kehilangan perasaan di daerah di mana saraf plantar medial dan lateral terletak, kelemahan dan kelumpuhan otot kaki, terutama fleksor jari kaki, tanda tinel positif dan nyeri tekan di daerah jalur saraf. Pemeriksaan klinis yang tepat dari fungsi dan keadaan neurologis dan vaskular sangat penting untuk mendiagnosis gangguan ini. Sindrom ini juga dapat didiagnosis dengan tes elektrofisiologis.

#### 9. Sindrom Kompartemen Ekstremitas Bawah

---

Sindrom kompartemen merupakan akibat dari tekanan tinggi yang berkepanjangan pada ruang otot intrafasial tertutup yang menyebabkan penurunan sirkulasi darah yang nyata di jaringan yang umumnya terjadi pasca fraktur. Tekanan intrakompartemen yang tinggi biasanya disebabkan oleh trauma (luka remuk, patah tulang, dan dislokasi), tetapi juga bisa disebabkan penggunaan yang berlebihan, tumor, dan infeksi. Gips yang ketat dapat menyebabkan sindrom kompartemen, seperti halnya diabetes dan gangguan pembuluh darah. Gejala pertama adalah pembengkakan yang tegang, nyeri dan penurunan fungsi yang tidak hilang ketika kaki ditinggikan, diimobilisasi atau diobati dengan obat-obatan biasa. Gangguan ini dapat berlanjut menjadi parestesia, mati rasa dan paresis. Pada anak dan remaja pada masa pertumbuhan, sindrom kompartemen dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan deformitas di daerah yang terkena. Jika dicurigai adanya sindrom kompartemen, pemeriksaan klinis yang baik harus dilakukan termasuk pemeriksaan vaskular, status neurologis

dan otot, mobilitas aktif dan pasif sendi, dan sebagainya. Pengukuran tekanan dengan kateterisasi multi-stick kompartemen penting untuk dilakukan. MRI, pemeriksaan Doppler dan sonografi juga dapat membantu dalam diagnosis.

#### 10. Tenosinovitis pada Daerah Kaki dan Pergelangan Kaki

---

Tenosinovitis merupakan gangguan yang sering terjadi di kaki yang umumnya mengenai daerah pergelangan kaki dan lengkung longitudinal. Penyebab sinovitis antara lain adalah kelainan bentuk kaki, seperti planovalgus, stres yang berlebihan, sepatu yang tidak pas, atau gejala sisa dari patah tulang dan cedera lainnya, gangguan rematik, diabetes, psoriasis dan asam urat. Tenosinovitis dapat terjadi pada banyak tendon, tetapi tendon achilles paling sering terkena. Tendinitis jarang melibatkan infeksi. Riwayat medis dan pemeriksaan klinis sangat penting dalam diagnosis sinovitis. Nyeri lokal, nyeri tekan dan gerakan yang menyakitkan adalah gejala utama. Sepatu yang tepat, koreksi kebiasaan berjalan dan berlari, dan pencegahan situasi stres yang berlebihan di tempat kerja biasanya bermanfaat. Istirahat singkat, imobilisasi dalam gips dan obat antiinflamasi sering diperlukan pada penanganan gangguan ini.

#### 11. Hallux valgus

---

Pada hallux valgus terjadi deviasi ekstrim dari sendi pertama jempol kaki ke arah garis tengah kaki. Hal ini sering dikaitkan dengan gangguan kaki lainnya seperti varus dari metatarsal pertama; kaki datar, pes planotransversus atau planovalgus. Hallux valgus dapat terjadi pada semua usia, akan tetapi lebih sering pada wanita daripada pria. Kondisi ini dalam banyak kasus bersifat genetik, dan sering kali disebabkan oleh pemakaian sepatu yang tidak pas, seperti sepatu hak tinggi dan kotak ujung runcing yang sempit.

Sendi metatarsal menonjol, kepala metatarsal pertama membesar, dan mungkin ada bursa bunion (sering meradang) di atas aspek medial sendi dalam kondisi ini. Jempol kaki sering menimpa jari kaki kedua. Jaringan lunak jari kaki sering berubah karena kelainan bentuk. Kisaran ekstensi dan fleksi sendi metatarsophalangeal biasanya normal, tetapi mungkin kaku karena osteoarthritis (hallux rigidus). Pada sebagian besar kasus, hallux valgus tidak menimbulkan rasa sakit dan tidak memerlukan perawatan. Namun, dalam beberapa kasus, hallux valgus menyebabkan masalah pemasangan sepatu dan rasa sakit.

Perawatan disesuaikan dengan usia pasien, tingkat deformitas dan gejala. Terutama pada remaja dan kasus dengan gejala ringan, perawatan konservatif dianjurkan-sepatu yang tepat, sol, bantalan untuk melindungi bunion, dan sebagainya. Pembedahan dilakukan terutama untuk pasien dewasa

dengan gangguan nyeri berat yang gejalanya tidak berkurang dengan pengobatan konservatif.

## 12. Fascitis Plantaris

Penderita merasakan nyeri di bawah tumit, terutama saat berdiri lama dan berjalan. Rasa sakit sering menjalar ke telapak kaki. Plantar fasciitis dapat terjadi pada semua usia, tetapi paling sering terjadi pada orang paruh baya. Pasien sering mengalami obesitas. Gangguan ini umum dialami orang-orang yang aktif. Seringkali kaki memiliki lengkungan memanjang yang rata. Terdapat nyeri tekan lokal terutama di bawah kalkaneum pada perlekatan fascia plantaris.

Penyebab fasciitis plantaris tidak selalu jelas. Infeksi rheumatoid arthritis dan asam urat dapat menyebabkan gejala. Umumnya tidak ditemukan penyakit tertentu yang berhubungan dengan kondisi ini. Peningkatan tekanan dan ketegangan fascia mungkin menjadi penyebab utama nyeri tekan.

### C. Program Latihan

Tabel 4.1. Contoh Program Latihan Regio Pergelangan Kaki

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I	Loosening			
1	Posisi duduk di kursi tumit diangkat	Gerakan ekstensi dan fleksi sendi pergelangan kaki dengan cepat	4 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
2.	Posisi duduk di kursi tumit diangkat	Gerakan inversi dan eversi sendi pergelangan kaki dengan cepat	4 x 8	
3.	Posisi duduk di kursi tumit diangkat	Gerakan adduksi dan abduksi sendi pergelangan kaki dengan cepat	4 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
4.	Posisi duduk di kursi tumit diangkat	Gerakan pronasi dan supinasi sendi pergelangan kaki dengan cepat	4 x 8	
<b>II Stretching</b>				
1	Posisi duduk dengan kursi dengan tumit terangkat atau tanpa kursi kaki lurus ke depan	Gerakkan fleksi dan ekstensi sendi pergelangan kaki ditahan sampai dengan batas nyeri selama 5 detik	2 x 8	
3	Posisi duduk dengan kursi tumit terangkat atau tanpa kursi kaki lurus ke depan	Gerakkan adduksi dan abduksi sendi pergelangan kaki ditahan sampai dengan batas nyeri selama 5 detik	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
5	Posisi duduk dengan tumit terangkat pada tumit atau tanpa kursi kaki lurus ke depan	Dengan menggunakan tali gerakkan fleksi dan ekstensi sendi pergelangan kaki ditahan sampai dengan batas nyeri selama 5 detk	2 x 8	
III.	Strengthening			
1.	Posisi berdiri kedua kaki bertumpu pada tumit, bila perlu tangan berpegangan pada kursi, meja atau tembok	Gerakkan sendi pergelangan kaki posisi fleksi dengan bertumpu pada tumit	2 x 8	
		Gerakan sendi pergelangan kaki dengan bertumpu pada sendi jari kaki		

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
2.	Posisi berdiri kedua kaki bertumpu pada tumit, bila perlu tangan berpegangan pada kursi, meja atau tembok.	Gerakkan sendi pergelangan kaki posisi fleksi dengan bertumpu pada tumit dengan kaki yang lain diangkat untuk meningkatkan beban.		
3.	Posisi berdiri pada tangga dengan bertumpu pada jari kaki bila perlu tangan berpegangan pada kursi, meja atau tembok	Gerakkan sendi pergelangan kaki posisi fleksi dengan bertumpu pada jari kaki	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
		Gerakan sendi pergelangan kaki dengan bertumpu pada sendi jari kaki		



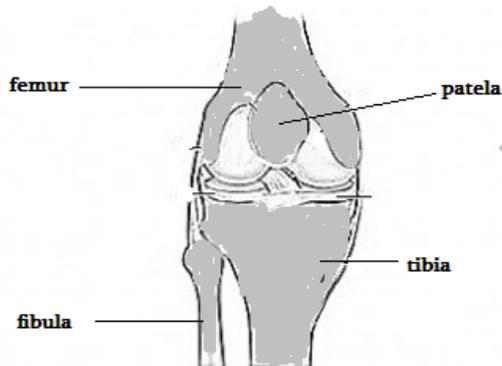
## BAB 5. REGIO LUTUT

### A. Anatomi dan Fisiologi

Sendi lutut merupakan sendi utama dalam tubuh yang sering mengalami cedera karena banyak terlibat dalam aktivitas sehari-hari yang menggunakan lutut serta merupakan salah satu sendi utama penopang berat badan tubuh.

#### 1. Tulang Sendi Lutut

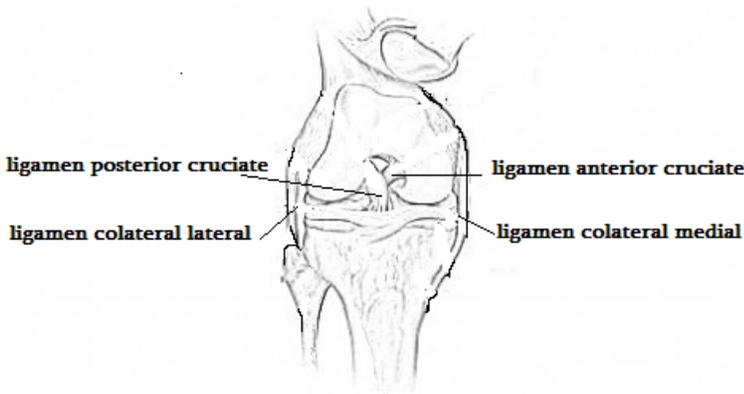
Persendian lutut disusun oleh tiga tulang yakni femur, tibia, dan patela. Tibia kemudian lebih lanjut bersendi dengan fibula. Ilustrasi tulang penyusun sendi adalah sebagai berikut:



Gambar 5.1. Tulang Sendi Lutut

#### 2. Ligamen Sendi Lutut

Ligamen anterior cruciate (ACL/anterior cruciate ligament) dan ligamen posterior cruciate (PCL/posterior cruciate ligament) menstabilkan lutut dari arah depan dan belakang. Selain itu terdapat pula ligamen collateral medial dan lateral yang menstabilkan lutut pada bagian medial dan lateral.

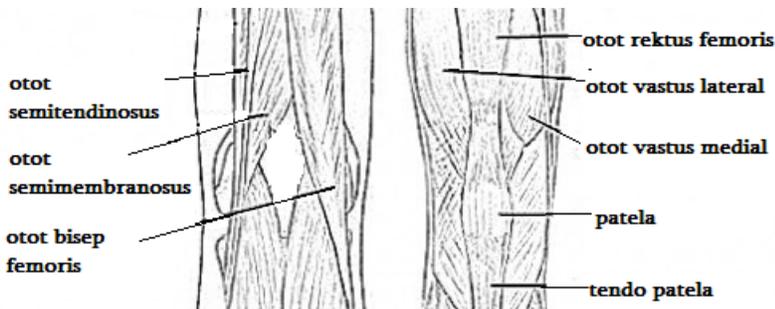


Gambar 5.2. Ligamen Sendi Lutut

ACL dan PCL bersilangan di titik tengah yang berfungsi untuk mendistribusikan beban pada persendian lutut secara merata untuk meminimalkan beban yang harus diterima oleh kartilago sendi lutut sehingga mencegah kerusakan. Terdapat pula dua struktur bangunan meniscus pada bagian medial dan lateral yang berbentuk tapal kuda untuk menjadi penyerap tekanan (*shock-absorber*) untuk meminimalkan beban yang diterima oleh kartilago. Kombinasi kerja ligamen dan kartilago tersebut mendukung kerja persendian lutut menjadi persendian yang kuat tetapi tetap fleksibel.

### 3. Otot Sendi Lutut

Otot adalah pendukung utama stabilitas sendi mengingat secara mekanis sebenarnya sendi lutut cenderung lemah. Otot penggerak utama sendi lutut merupakan otot pada tungkai atas antara lain *quadriceps femoris* dan *hamstring*. Tendo otot *quadrisepe* melekat pada patela yang kemudian melanjut sampai dengan tibia. Pada saat terjadi kontraksi otot *quadrisepe* akan terjadi ekstensi sendi lutut, sebaliknya pada saat *hamstring* berkontraksi terjadi fleksi lutut.

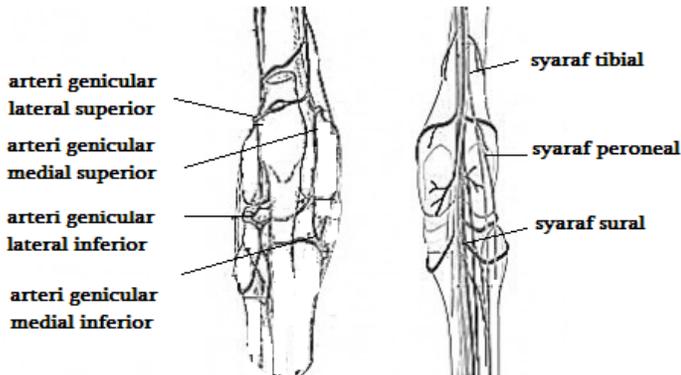


Gambar 5.3. Otot Sendi Lutut

#### 4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Lutut.

---

Arteri utama yang mensuplai bagian lutut adalah arteri femoral, popliteal, tibial anterior dan tibial posterior, sedangkan sistem aliran darah dilakukan pada vena saphenous major dan minor.



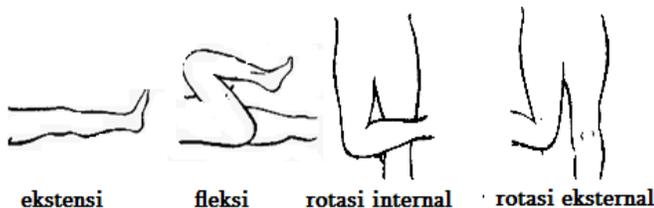
Gambar 5.4. Peredaran Darah dan Saraf Sendi Lutut

Sistem saraf pada lutut berawal dari pleksus lumbalis dan sacralis. Pleksus lumbalis (L1-5) bercabang menjadi saraf femoralis dan obturator dan bekerja untuk otot ekstensor lutut. Pleksus sacralis (L4-S4) membentuk saraf sciatica yang melanjut menjadi saraf peronealis communis dan saraf tibialis.

#### 5. Gerakan Sendi Lutut

---

1. Gerakan fleksi dilakukan oleh otot biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus, gracilis, sartorius, gastrocnemius, popliteus, dan plantaris.
2. Gerakan ekstensi dilakukan oleh otot vastus medialis, vastus lateralis, intermedius vastus, dan rektus femoris.
3. Gerakan rotasi eksternal dilakukan oleh otot biceps femoris.
4. Gerakan rotasi internal dilakukan oleh otot poplitea semitendinosus, semimembranosus, sartorius, dan otot gracilis.



Gambar 5.5. Gerakan Sendi Lutut

Persendian lutut merupakan persendian yang menopang beban tubuh sehingga walaupun memiliki struktur yang kuat cukup rawan mengalami gangguan. Beberapa gangguan yang dapat terjadi antara lain:

### 1. Cedera Ligamen Lutut

---

Cedera ligamen sangat umum terjadi pada kegiatan olahraga. Cedera ini umumnya terjadi ketika lutut terlalu diregangkan, atau digerakan secara tiba-tiba melawan gerak alami sedangkan ligamen tidak dapat mendukung gerakan tersebut. Karena ligamen berfungsi untuk menahan lutut pada tempatnya, jpada keadaan tersebut dapat terjadi regangan atau robek. Ligamen yang paling sering cedera adalah ligamen cruciatum yang membentuk cruciate yakni bagian anterior cruciate ligamen (ACL) dan l posterior cruciate ligamen (PCL). Ligamen kolateral terdiri atas ligamen kolateral medial (MCL) dan ligamen kolateral lateral (LCL) juga sering mengalami cedera. Berikut ini adalah derajat atau tingkat keparahan cedera ligamen lutut.

1. Grade I: Pada cedera ligamen tingkat I, serabut ligamen sedikit meregang sehingga menyebabkan sprain ligament. Pada keadaan ini tidak banyak terjadi memar dan bengkak. Contoh dari jenis cedera ini adalah sprain MCL.
2. Grade II: Pada cedera ligament grade II, serabut ligamen robek sebagian, tetapi tidak seluruhnya. Pada keadaan ini akan terjadi nyeri yang lebih berat sakit dan terjadi keterbatasan sendi yang dirasakan lebih dari Grade I. Ditemukan pula memar dan pembengkakan tambahan.
3. Grade III: Pada cedera Grade III, serabut ligamen benar-benar robek yang melibatkan rasa sakit yang parah. Lutut dan daerah sekitarnya akan sangat memar dan bengkak. Contoh dari jenis cedera ini adalah robekan total LCL.

### 2. Robekan Meniskus

---

Robekan meniskus sering terjadi pada olahraga yang melibatkan lompatan atau puntiran. Robekan meniskus umum terjadi dalam olahraga seperti sepak bola di mana atlet mengubah arah dengan cepat saat berlari. Pada dasarnya semua gerakan yang mengakibatkan lutut yang terpuntir atau berputar dengan cepat dapat mengakibatkan robekan meniskus. Terkadang meniskus juga robek karena proses degeneratif yang ditimbulkan karena penuaan.

Robekan meniscus merupakan cedera umum yang berhubungan dengan olahraga pada atlet muda dan juga dapat muncul sebagai kondisi degeneratif pada pasien yang lebih tua. Diagnosis dapat didiagnosis secara klinis dengan nyeri tekan garis sendi dan tes McMurray positif, dan dapat dikonfirmasi dengan MRI. Pengobatan dapat nonoperatif versus operatif (menisektomi parsial versus perbaikan) tergantung pada morfologi robekan meniscus, keterlibatan akar, gejala pasien, dan tuntutan aktivitas pasien. Faktor risiko robekan ACL lebih tinggi pada lutut dengan cedera ACL.

Meniscus medial lebih sering robek daripada lateral dengan pengecualian pada keadaan robekan ACL akut di mana robekan lateral lebih sering terjadi. Robekan degeneratif pada pasien yang lebih tua biasanya terjadi pada meniscus medial posterior. Robekan pada zona merah (sepertiga luar, vaskularisasi) lebih mudah sembuh daripada pada bagian avascular di dalam. Gejala yang sering muncul berupa nyeri yang terlokalisasi ke sisi medial atau lateral, gejala mekanis (mengunci dan mengklik), terutama dengan jongkok, pembengkakan. Pada pemeriksaan fisik ditemukan efusi dan positif dengan tes Kompresi Apley, Tes Tesal, dan Tes McMurray.

### 3. The Unhappy Triad

---

“Unhappy Triad” merupakan sebutan yang ditujukan pada keadaan dimana terjadi kerusakan pada tiga struktur sendi lutut yakni ligamen collateral medial, ligamen anterior cruciatum, dan meniscus medial. Cedera ini sering terjadi ketika adanya tekanan ke lateral pada sendi lutut dan posisi kaki terkunci dengan tanah.

### 4. Osteoarthritis

---

Osteoarthritis merupakan kasus paling umum yang terjadi pada jenis arthritis. Ini disebabkan oleh beban pada lutut yang terlalu lama (*overuse injury*). Pada keadaan ini, terjadi kerusakan pada struktur kartilago yang tidak diimbangi dengan proses *recovery* yang memadai.

### 5. Chondromalacia

---

Salah satu kasus khusus osteoarthrosis adalah *chondromalacia patellae*, yang sering terjadi pada usia muda. Pada gangguan ini perubahan degeneratif pada tulang rawan di bagian belakang tulang patela. Gejalanya adalah nyeri pada lutut, terutama saat diketuk. Ditemukan patela sangat lunak saat diketuk, dan terutama jika ditekan. Perawatannya adalah pelatihan otot paha depan dan,

dalam kasus yang parah, pembedahan. Chondromalacia merupakan gangguan kerusakan kartilago yang letaknya dibelakang tulang patella atau tempurung lutut. Gejala chondromalacia adalah nyeri pada lutut tepatnya dibelakang tempurung lutut. Nyeri terjadi setelah duduk lama atau saat berjalan menuruni tangga.

#### 6. Prepatellar Bursitis

---

Prepatellar bursitis terjadi ketika kantung bursa yang mengelilingi tempurung lutut mengalami peradangan dan terjadi nyeri pada bagian depan lutut ketika melakukan aktivitas.

#### 7. Bursitis patelar

---

Pada lutut, terdapat bursa antara kulit dan patela. Bursa, yang merupakan kantung berisi cairan, dapat mengalami tekanan mekanis selama berlutut dan dengan demikian menjadi meradang. Gejalanya adalah nyeri dan bengkak. Sejumlah besar cairan dapat diaspirasi dari bursa. Gangguan ini sering terjadi pada orang-orang yang aktivitasnya banyak berlutut.

#### 8. Jumper's Knee

---

Tendon patella merupakan kelanjutan tendon quadriceps femoris yang bergabung dengan tempurung lutut dan tibia. Tendon ini membantu otot quadriceps meluruskan kaki (gerakan ekstensi sendi lutut). Ketegangan otot yang berulang-ulang, menyebabkan nyeri pada tendon yang diakibatkan oleh peradangan tendon patella yang dinamakan jumper knee.

#### 9. Patellofemoral Syndrome

---

Sindrom patellofemoralis merupakan kondisi medis yang terjadi ketika tempurung lutut tidak bergerak sebagai mana mestinya.

#### 10. Pes anserinus bursitis

---

Pes anserinus terdiri atas tendon otot sartorius, semimembran dan gracilis pada aspek dalam sendi lutut. Di bawah titik penyisipan tendon ini, ada bursa yang bisa meradang. Nyeri meningkat dengan ekstensi lutut yang kuat.

Tabel 5.1. Contoh Program Latihan Regio Lutut

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I. Loosening				
1.	Posisi berdiri	Gerakan fleksi (posisi menekuk ke depan) dan ekstensi sendi lutut dengan cepat	4 x 8	
2.	Posisi berdiri	Gerakan rotasi internal dan eksternal sendi lutut dengan cepat	4 x 8	
3	Posisi berdiri	Gerakan adduksi dan abduksi sendi lutut dengan cepat	4 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
II. Stretching				
1.	Posisi duduk dengan kaki lurus ke depan	Pada posisi sendi lutut ekstensi, tangan berusaha meraih ujung jari kaki	2 X 8	
2.	Posisi duduk seperti no II.1 yang kemudian kedua ujung kaki disatukan	Dari posisi awal, gerakkan sendi lutut abduksi dan adduksi	2 x 8	
3.	Posisi berbaring telentang (supine)	Gerakkan sendi lutut untuk fleksi ke arah depan sampai dengan batas nyeri dan kemudian tahan selama 5 detik kemudian kembalikan pada posisi ekstensi	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
4	Posisi berbaring telentang (supine)	Gerakkan sendi lutut abduksi sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik kemudian lakukan gerakan adduksi maksimal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik	2 x 8	 
5	Posisi berbaring telentang (supine)	Gerakkan sendi lutut rotasi internal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik kemudian lakukan gerakan rotasi eksternal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik	2 x 8	
6.	Posisi berbaring telungkup (prone)	Gerakkan sendi lutut untuk fleksi ke arah belakang sampai dengan batas nyeri dan kemudian tahan selama 5 detik kemudian kembalikan pada posisi ekstensi	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
7.	Posisi berbaring terlungkup (prone)	Gerakkan sendi lutut abduksi sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik kemudian lakukan gerakan adduksi maksimal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik	2 x 8	
7	Posisi berbaring telungkup (prone)	Gerakkan sendi lutut rotasi internal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik kemudian lakukan gerakan rotasi eksternal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik	2 x 8	
<b>III. Strengthening</b>				
1	Posisi duduk	Gerakkan sendi lutut ekstensi ke arah depan tahan selama 5 detik  Gerakan ini dapat dilakukan pada kedua lutut secara bersamaan	2 x 8	
2	Posisi duduk	Gerakkan sendi lutut adduksi tahan selama 5 detik  Gerakkan sendi lutut posisi abduksi tahan selama 5 detik  Gerakan ini dapat dilakukan pada kedua lutut secara bersamaan	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
3	Posisi berbaring telentang	<p>Gerakkan sendi lutut ekstensi tahan selama 5 detik</p> <p>Kaki yang lain menyangga dalam posisi fleksi untuk menahan</p> <p>Posisi kaki penyangga dapat sedikit demi sedikit dinetralkan sudutnya untuk menambah beban sendi lutut yang diangkat</p>	2 x 8	
4	Posisi berbaring miring ke arah kanan atau kiri.	<p>Gerakkan sendi lutut adduksi tahan selama 5 detik</p> <p>Gerakkan sendi lutut posisi abduksi tahan selama 5 detik</p>	2 x 8	
5.	Posisi berbaring kedua kaki fleksi ke arah depan	Jatuhkan sendi lutut secara bersama ke arah lateral kanan dan kiri secara bergantian, pada masing-masing posisi tahan selama 5 detik	2 x 8	

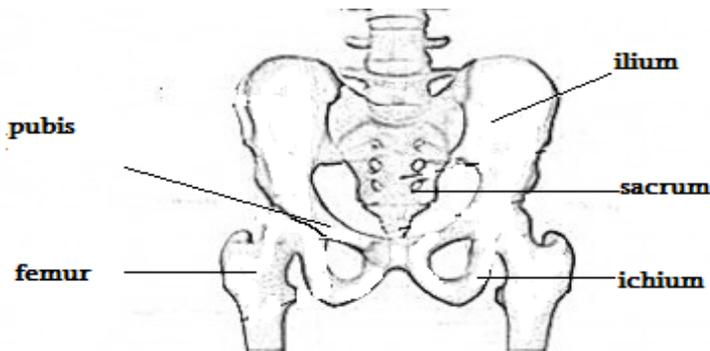
No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
6.	Posisi berbaring kedua kaki fleksi ke arah depan, letakkan bantal di antara kedua sendi lutut	Tekan bantal, tahan selama 5 detik, kemudian rilekskan kembali	2 x 8	
7	Posisi berdiri pada tangga	Lakukan gerakan naik turun tangga	2 x 8	

## BAB 6. REGIO PANGGUL

### A. Anatomi dan Fisiologi

#### 1. Tulang Sendi Panggul

Panggul merupakan sendi yang terbentuk dari sambungan antara tulang femur dan pelvis. Sendi panggul sering pula dinamakan sebagai sendi acetabulofemoral. Tulang pelvis tersusun dari sacrum, coccyx, ilium, pubis, dan ischium. Ketiga tulang terakhir merupakan bagian dari tulang koxsa dan pada umumnya telah berfusi pada saat remaja.

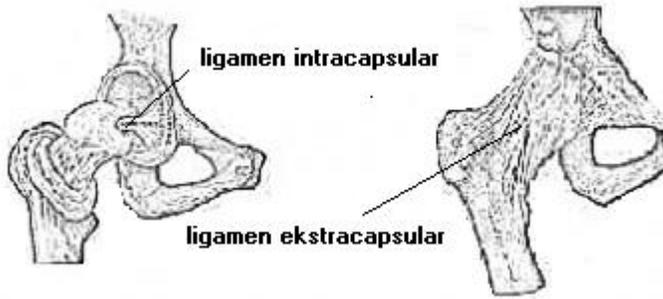


Gambar 6.1. Tulang Sendi Panggul

Sendi acetabulofemoral berjenis sendi synovial. Pada kedua akhiran tulang dilindungi oleh kartilago articular yang licin dan kuat untuk mendukung gerakan sendi. Mangkok acetabulum yang dibentuk pelvis juga cukup dalam dan menunjang jangkauan sendi panggul yang relatif luas (diameter sekitar 2,5 cm). Lebih dari setengah kepala femur masuk kedalam acetabulum yang kemudian diikat oleh ligamentum yang kuat. Hal ini mendukung kekuatan sendi panggul sekaligus memberikan keleluasaan gerak pada sendi panggul.

## 2. Ligamen Sendi Panggul

---



Gambar 6.2. Ligamentum Internal dan Eksternal Sendi Panggul

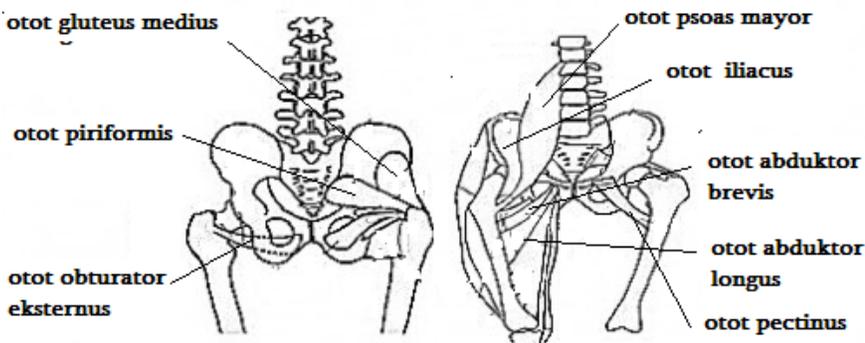
Ligamentum ektracapsular meliputi ligamentum *iliofemoral*, *ischiofemoral*, dan *pubofemoral* yang berturut turut melekat pada *ilium*, *ischium*, dan pubis. Ketiga ligamentum tersebut memperkuat kapsul dan mencegah dislokasi sendi. Ligamentum ileofemoral mencegah adduksi dan rotasi internal yang berlebihan. Ligamentum ischiofemoral mencegah rotasi internal yang berlebihan sedangkan ligamentum pubofemoral mencegah terjadinya abduksi dan rotasi internal yang berlebihan.

Ligamentum intrakapsular mengikat acetabulum dengan kepala femur. Ligament sangat kuat dan hanya akan terulur ketika terjadi dislokasi.

## 3. Otot Sendi Panggul

---

Terdapat beberapa kelompok otot yakni kelompok gluteus, kelompok rotator, kelompok adductor, dan kelompok iliopsoas dapat dilihat pada gambar berikut.



### Gambar 6.3. Otot Sendi Panggul

Kelompok otot gluteal meliputi otot gluteus maximus, gluteus medius, gluteus minimus, dan tensor fasciae latae.

Kelompok otot adductor terdiri atas otot adductor brevis, adductor longus, adductor magnus, pectineus, dan gracilis.

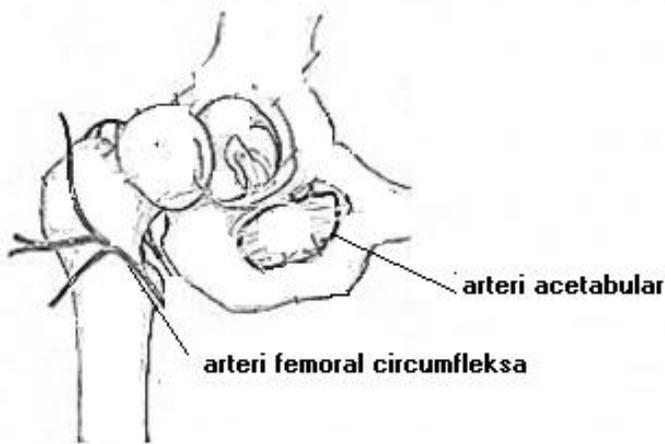
Kelompok iliopsoas terdiri atas iliacus dan psoas major.

Kelompok rotator lateral terdiri atas obturator externus dan internus, piriformis, superior dan inferior gemelli, dan quadratus femoris.

#### 4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Panggul

---

Sendi panggul divaskularisasi oleh arteri *medial circumflex femoral* dan *lateral circumflex femoral* yang merupakan percabangan dari arteri profunda femoris. Terdapat pula arteri obturator yang berfungsi mendukung vaskularisasi kepala femur, terutama saat terjadi hambatan aliran darah arteri circumfleksa lateral dan medial. Secara umum, area panggul memiliki dua anastomosis, yakni anastomosis cruciate dan trochanter. Anastomosis ini terdapat di antara arteri femoral dan arteri gluteal.



Gambar 6.4. Peredaran Darah Sendi Panggul

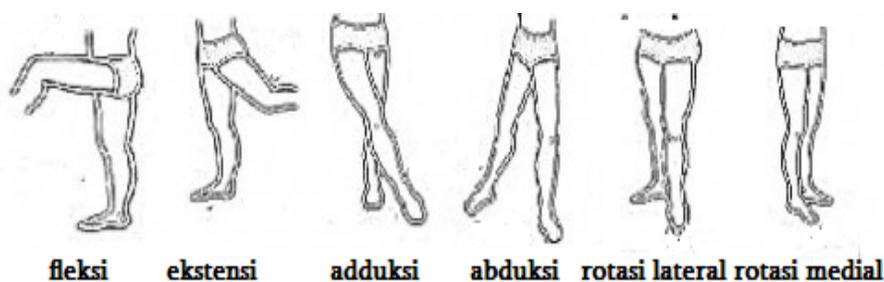
#### 5. Gerakan Sendi Panggul

---

1. Gerakan fleksi dilakukan oleh kelompok otot iliopsoas, adductors longus, brevis, magnus, serta tensor fasciae latae.

2. Gerakan ekstensi dilakukan oleh otot gluteus maximus dan adductor magnus.
3. Gerakan adduksi dilakukan oleh otot adductor brevis, adductor longus, adductor magnus, pectineus, dan gracilis.
4. Gerakan abduksi dilakukan oleh gluteus medius.
5. Gerakan rotasi medial dilakukan oleh gluteus medius, gluteus minimus, tensor fasciae latae, adductors brevis, longus dan magnus.
6. Gerakan rotasi lateral dilakukan oleh obturator externus, internus, piriformis, superior, inferior gemelli, dan quadratus femoris.

Ilustrasi beberapa gerakan yang dapat dilakukan oleh sendi panggul dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6.5. Gerakan Sendi Panggul

## B. Patofisiologi

Persendian panggul didukung oleh fiksasi kepala femoris ke dalam mangkuk acetabulum serta ligamen yang kuat sehingga cenderung jarang mengalami gangguan. Gangguan yang dapat terjadi antara lain berupa:

### 1. Dislokasi Kepala Femur

Gangguan dislokasi femur biasanya ditemukan pada remaja. Kadang gangguan ini disebabkan oleh kurang seimbangnya hormon pertumbuhan. Dislokasi kepala femur dapat terjadi ke arah depan maupun belakang. Gejala yang dirasakan dapat berupa nyeri pada pangkal paha.

### 2. Dislokasi Panggul

Dislokasi sendi panggul jarang terjadi dalam olahraga mengingat fiksasi sendi panggul yang relatif kuat. Dislokasi panggul biasanya terjadi akibat

kekuatan mekanik yang searah sepanjang sumbu panjang tulang paha. Keadaan ini sering dialami oleh pesenam dan atlet angkat berat. Biasanya keadaan ini diakibatkan oleh ketidakseimbangan kekuatan otot-otot pendukung panggul.

### 3. Stress Fracture

---

Stress fracture pada area panggul terjadi akibat penggunaan yang berlebihan yang sering terjadi pada pelari jarak jauh. Bagian yang paling sering mengalami stress fracture adalah ramus pubis inferior, leher kepala femur, dan area subtrochanter femur.

### 4. Gangguan Leg-Calve-Perthes (Coxae Plana)

---

Gangguan ini terjadi akibat nekrosis avascular kepala femoral yang sering terjadi pada anak-anak usia 4 - 10 tahun dan lebih sering terjadi pada anak laki-laki. Gejala dan tanda-tanda yang terjadi pada umumnya berupa gangguan nyeri pada pangkal paha. Kondisi ini dapat memiliki onset yang cepat, tetapi lebih sering datang perlahan-lahan selama beberapa bulan. Perawatan dari kondisi ini antara lain istirahat total untuk meringankan synovitis.

### 5. Osteitis Pubis

---

Osteitis pubis merupakan keadaan radang pada daerah symphysis pubis yang banyak terjadi pada pelari, pesepakbola maupun pegulat. Pada keadaan ini terjadi microtrauma akibat gerakan berulang (repetitif) maupun gerakan yang berlebihan (overused injury).

### 6. Bursitis trokanter

---

Pinggul memiliki banyak bursa yang mengelilinginya. Bursa trokanterika terletak di antara tendon otot gluteus maximus dan penonjolan posterolateral trokanter mayor. Nyeri di area ini biasanya disebut bursitis trokanter. Rasa sakit dapat menyebar ke bawah paha dan dapat mensimulasikan nyeri linu panggul.

### 7. Meralgia paresthetica

---

Meralgia paresthetica merupakan gangguan terjepitnya nervus cutaneus femoris lateralis di mana saraf keluar antara otot dan fascia spina iliaca anterior superior. Penderita akan merasakan nyeri di sepanjang sisi depan dan samping paha. Gangguan ini bisa agak sulit untuk disembuhkan. Penghilang rasa sakit hingga pembedahan merupakan bagian dari penanganan ini.

## 8. Sindrom piriformis

Sindrom piriformis merupakan penyebab nyeri panggul yang ditandai dengan gejala dan tanda-tanda kompresi saraf sciatic di daerah otot piriformis. Gejala yang ada diperburuk oleh fleksi pinggul yang berkepanjangan, adduksi dan rotasi internal. Pada beberapa kasus ditemukan pembesaran otot piriformis. Sindrom piriformis sering juga dikenal sebagai sindrom deep gluteal.

### C. Program Latihan

Tabel 6.1. Contoh Program Latihan Regio Panggul

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I.	Loosening			
1.	Posisi berdiri	Gerakan fleksi (posisi menekuk ke depan) dan ekstensi-kan sendi panggul dengan cepat  Gerakan fleksi (posisi menekuk ke belakang) dan ekstensi-kan sendi panggul dengan cepat	4 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
2.	Posisi berdiri	Gerakan rotasi internal dan eksternal sendi panggul dengan cepat	4 x 8	
3	Posisi berdiri	Gerakan adduksi dan abduksi sendi panggul dengan cepat	4 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
II. Stretching				
1.	Posisi duduk dengan kaki lurus ke depan	Pada posisi sendi lutut ekstensi, tangan berusaha meraih ujung jari kaki.	2 x 8	
3	Posisi berbaring telentang (supine)	Gerakkan sendi panggul untuk fleksi ke arah depan sampai dengan batas nyeri dan kemudian tahan selama 5 detik kemudian kembalikan pada posisi ekstensi	2 x 8	 
4	Posisi berbaring telentang (supine)	Gerakkan sendi panggul abduksi sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik kemudian lakukan gerakan adduksi maksimal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik	2 x 8	  

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
5	Posisi berbaring telentang (supine)	Gerakkan sendi panggul rotasi internal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik kemudian lakukan gerakan rotasi eksternal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik	2 x 8	
6.	Posisi berbaring telungkup (prone)	Gerakkan sendi panggul untuk fleksi ke arah belakang sampai dengan batas nyeri dan kemudian tahan selama 5 detik kemudian kembalikan pada posisi ekstensi	2 x 8	
7.	Posisi berbaring telungkup (prone)	Gerakkan sendi panggul abduksi sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik kemudian lakukan gerakan adduksi maksimal sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik	2 x 8	
8	Posisi berbaring terlungkup (prone)	Pada posisi telungkup angkat bahu dan bertumpu pada kedua telapak tangan	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
9	Posisi berdiri salah satu menekuk ke depan dan kaki yang lain ke belakang	Dari posisi awal dorong kaki ke depan dan ke belakang	2 x 8	
<b>III. Strengthening</b>				
1	Posisi duduk dengan bola atau bantal di antara kedua kaki	Tekanlah bantal atau bola sekuat mungkin dan tahan	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
2	Posisi berbaring telentang (supine)	<p>Angkat kaki sampai dengan posisi sendi panggul fleksi maksimal tahan selama 5 detik. Kaki yang lain menyangga dalam posisi fleksi untuk menahan.</p> <p>Posisi kaki penyangga dapat sedikit demi sedikit dinetralkan sudutnya untuk menambah beban sendi panggul yang diangkat</p> <p>Sudut fleksi sendi panggul dapat diturunkan sedikit demi sedikit untuk meningkatkan beban panggul</p>	2 x 8	
3	Posisi berbaring pada sisi lateral tubuh	<p>Angkat kaki sampai dengan posisi sendi panggul abduksi maksimal tahan selama 5 detik.</p> <p>Sudut abduksi sendi panggul dapat diturunkan sedikit demi sedikit untuk meningkatkan beban panggul</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
4.	Posisi berbaring kedua kaki fleksi ke arah depan	Jatuhkan sendi panggul secara bersama ke arah lateral kanan dan kiri secara bergantian, pada masing-masing posisi tahan selama 5 detik	2 x 8	   
5.	Posisi berbaring kedua kaki fleksi ke arah depan, letakkan bantal di antara kedua sendi panggul	Tekan bantal, tahan selama 5 detik, kemudian rilekskan kembali	2 x 8	 
6.	Posisi berbaring	Sendi panggul diangkat sehingga pantat tidak lagi menyentuh lantai	2 x 8	 

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
7.	Posisi merangkak	Angkat salah satu kaki ke belakang ekstensi-kan, tangan yang berlawanan dapat menyeimbangkan dengan dijulurkan ke depan	2 x 8	 
8.	Posisi berdiri (bila perlu tangan dapat bersandar pada kursi, meja maupun punggung dapat bersandar pada tembok)	<p>Gerakkan sendi panggul fleksi selama 5 detik kemudian kembali ekstensi.</p> <p>Sudut fleksi sendi panggul dapat secara bertahap dikurangi untuk meningkatkan beban pada sendi panggul.</p> <p>Bila sudah memungkinkan tangan bebas (tidak berpegangan) untuk meningkatkan beban pada sendi panggul.</p>	2 x 8	 
9.	Posisi berdiri (bila perlu tangan dapat bersandar pada kursi, meja maupun punggung bersandar pada tembok)	<p>Gerakan seperti III.8 akan tetapi gerakan fleksi hanya pada satu kaki, kaki yang lain diangkat.</p> <p>Sudut fleksi sendi panggul dapat secara bertahap ditambah untuk meningkatkan beban pada sendi panggul.</p> <p>Bila sudah memungkinkan tangan bebas (tidak berpegangan) untuk meningkatkan beban pada sendi panggul.</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
10.	Posisi berdiri pada tangga	Lakukan gerakan naik turun tangga	2 x 8	

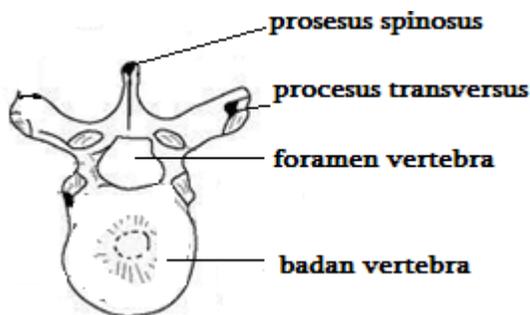
## BAB 7. REGIO PUNGGUNG

### A. Anatomi dan Fisiologi

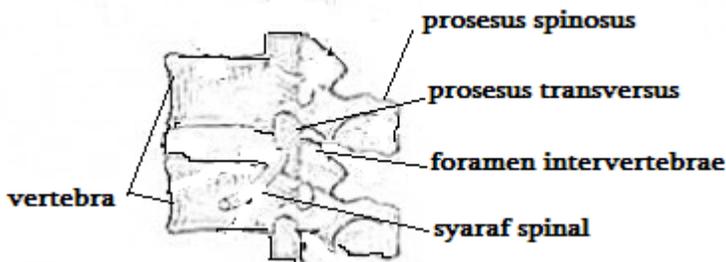
Punggung tersusun dari rangkaian tulang belakang di bawah segmen cervicalis (leher) yakni segmen thoracalis, lumbalis, sacralis dan coxigea. Pada segmen thoracalis, tulang belakang tersebut bersendi dengan tulang rusuk (*costae*) sedangkan bagian pada segmen sacralis bersendi dengan *coxae* membentuk panggul.

#### 1. Tulang Sendi Punggung

Secara keseluruhan, tulang belakang merupakan tulang penyokong tubuh yang memiliki fungsi melindungi struktur sumsum belakang (*medula spinalis*). Di bagian belakang setiap tulang, terbentuk tonjolan khusus yg disebut *processus spinosus* yang salah satu fungsinya adalah melindungi serat saraf yang lewat di depannya. Diskus/piringan sendi menghubungkan antara satu tulang dengan tulang yang lain. Selain memudahkan pergerakan, diskus ini juga berfungsi untuk meminimalisasi tekanan yang terjadi pada rongga sumsum tulang belakang. Serabut saraf yang lewat melalui tulang belakang berfungsi untuk menghantarkan rasangan sensoris maupun motoris ke organ tubuh. Saat berdiri, pinggang berfungsi sebagai penyangga sebagian besar berat badan.

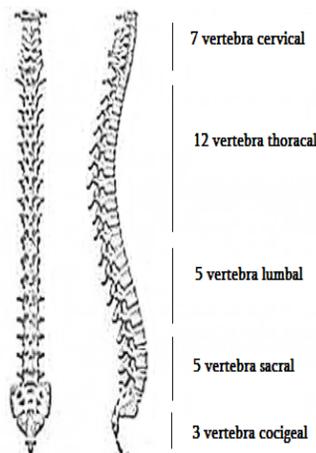


Gambar 7.1. Struktur Tulang Vertebra



Gambar 7.2. Hubungan antara Tulang Vertebrae

Segmen punggung disusun oleh 12 tulang thoracalis, 5 tulang lumbalis dan kemudian bersambung dengan sacrum yang merupakan fusi dari 5 segmen vertebra yang diteruskan dengan 4 segmen coccygea yang juga berfusi. Segmen tulang belakang thoracalis relatif lebih ramping bila dibandingkan dengan tulang lumbalis dan memiliki processus spinosus yang relatif panjang. Pada daerah thoracalis terdapat persendian dengan tulang costae yang bertemu dengan perbatasan antara tulang thoracalis.



Gambar 7.3. Susunan Tulang Belakang

### 1. Vertebra Thoracal

Terdapat 12 tulang vertebrae thoracal yang terletak di area rongga dada dan bersendi dengan tulang rusuk. Tulang rusuk kemudian bersendi dengan tulang sternum pada segmen dada bagian anterior. Rongga dada tersebut melindungi organ-organ vital seperti paru-paru dan jantung. Vertebra penyusun tulang belakang bagian thoracal disingkat dengan T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, dan T12.

## 2. Vertebra Lumbalis

Vertebra lumbalis merupakan vertebra terbesar di tulang belakang. Tulang lumbalis menopang beban tubuh. Vertebra lumbalis terdiri atas vertebra L1, L2, L3, L4, dan L5.

## 3. Vertebra Sacrum

Vertebra sacrum merupakan tulang berbentuk segitiga yang berada di bawah lumbalis. Tulang ini terdiri atas empat sampai lima ruas tulang vertebra sacralis yang berfusi pada saat dewasa.

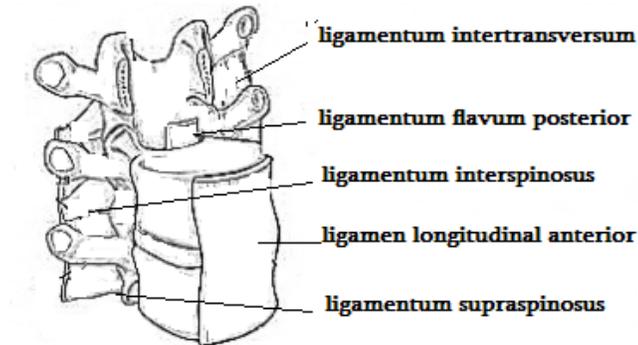
## 4. Vertebra Coccygea

Bagian akhir dari tulang belakang merupakan vertebra coccygea yang terdiri atas tiga sampai lima tulang yang berfusi ketika dewasa.

## 2. Ligamen Sendi Punggung

---

Ligamen yang menyokong tulang belakang merupakan ligamen flavum, ligamen longitudinal anterior, ligamen longitudinal posterior, ligamen intertransversus, ligamen capsulare, ligamen interspinosus, dan ligamen supraspinosus.



Gambar 7.4. Ligamen Tulang Belakang

Ligamen flavum melindungi duramater, suatu lapisan yang melindungi sumsum tulang belakang. Ligamen flavum menyusur dari lamina vertebra satu dengan lamina vertebra yang lain melalui sisi dalam.

Ligamen longitudinal anterior menghubungkan bagian anterior vertebra sedangkan ligamen longitudinal posterior menghubungkan bagian posterior dan bagian dalam tulang belakang. Ligamen longitudinal anterior dan posterior menyokong kekuatan sendi dan mencegah terjadinya herniasi nukleus pulposus.

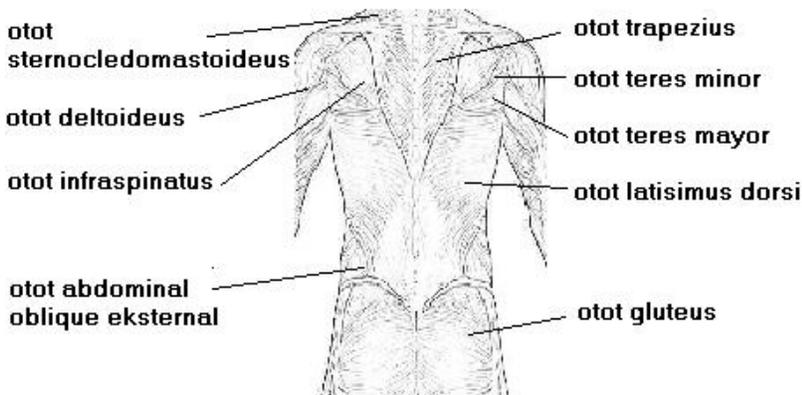
Ligamen longitudinal posterior paling kecil berada di area lumbalis sehingga area tersebut paling rawan mengalami herniasi.

Ligamen facet terhubung dengan ligamen interspinal posterior sedangkan ligamen supraspinal dan ligamen interspinal menghubungkan satu satu bagian vertebra ke bagian yang lain. Pada bagian cervicalis, ligamentum supraspinale melanjut menjadi ligamen nuchae.

### 3. Otot Sendi Punggung

---

Otot pada daerah tulang belakang terdiri atas kelompok otot spinotransverse, transversospinalis, trapezius, latisimus dorsi, levator scapula, rhomboideus, seratus posterior dan anterior.



Gambar 7.5. Otot Sendi Punggung

Kelompok otot spinotransverse terdiri atas erector spinae dan splenius. Kelompok erector spinae (sacrospinalis) adalah otot ekstensor utama pada punggung. Kelompok otot ini berorigo pada crista iliaca dan processus spinosus lumbalis. Otot splenius terbagi menjadi spinalis medial, longissimus dan illeocostalis lateral. Otot spinalis medial berinsersi pada processus spinosus, longissimus berinsersi pada processus transversus sedangkan otot ileocostalis berinsersi pada costae.

Kelompok otot transversospinalis merupakan kelompok otot yang terdiri atas semispinalis dan beberapa otot kecil termasuk multifidus, rotatores, interspinosus dan intertransversus. Kelompok otot ini dinamakan transversospinalis karena berorigo pada processus transversus vertebra. Otot transversospinalis serupa dengan erector spinae. Kelompok otot multifidus berpusat pada area lumbalis. Otot interspinosus merupakan otot di antara processus spinosus sedangkan otot intertransverse berada di antara processus

transversus. Kelompok otot interspinosus, intertransverse, dan rotatores tidak begitu berperan untuk menggerakkan tulang belakang. Walaupun demikian otot ini memiliki kerja sensoris dalam menyelaraskan pergerakan tulang belakang.

Kelompok otot semispinalis berada pada bagian cranial tulang belakang dan berfungsi untuk menegakkan kepala. Otot yang bertanggung jawab pada rotasi kepala adalah otot spleneus, semispinalis capitis dan sternocleidomastoideus. Otot-otot lain pada tulang belakang lain pada bagian superfisial (permukaan) antara lain otot trapezius, latisimus dorsi, levator scapula, rhomboid dan seratus posterior dan anterior.

Kelompok otot trapezius dibagi menjadi tiga segmen, segmen pertama merupakan trapezius pars descendens berorigo pada protuberantia occipitalis externa dan insersi pada sepertiga bagian lateral clavicula dan berfungsi untuk menarik scapula keatas. Segmen kedua adalah trapezius pars transversa yang berorigo pada processus spinosus vertebrae cervicalis 7 sampai dengan vertebra thoracalis 3 dengan insersi pada spina scapula bagian lateral dan berfungsi untuk menarik scapula ke arah medial. Segmen ketiga adalah pars ascendens dan berorigo pada processus spinosus vertebrae thoracalis 3 sampai 12 dan berinsersi pada spina scapula dengan fungsi menarik scapula ke bawah.

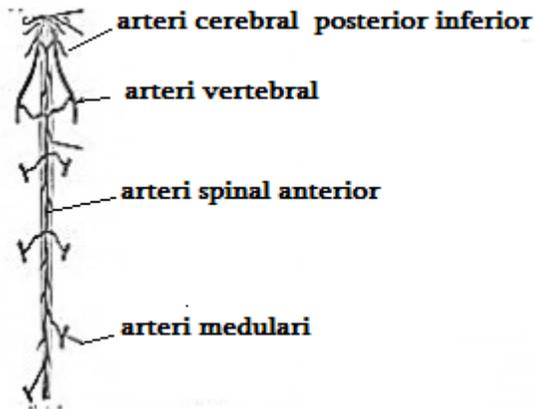
Otot latisimus dorsi berorigo pada processus spinosus vertebra thoracalis 7 sampai 12 dan berlanjut dari vertebra lumbalis 1 sampai lumbalis 5 dan crista iliaca dan berinsersi pada crista tuberculi humeri dengan fungsi utama dorsofleksi, adduksi, dan endorotasi.

Otot romboideus terbagi menjadi romboideus minor dan mayor. Otot romboideus minor berorigo di processus spinosus vertebra cervicalis 6 dan 7 sedangkan romboideus major berorigo pada processus spinosus vertebra thoracalis 1 sampai dengan 4. Keduanya berinsersi pada margo vertebralis scapulae dan basis spina scapulae yang berfungsi untuk menarik scapula ke medial.

#### 4. Pembuluh Darah Sendi Tulang Belakang

---

Arteri pada vertebra merupakan salah satu dari pembuluh darah utama ke otak. Arteri ini merupakan kelanjutan dari arteri subclavia dan terbagi menjadi empat bagian yakni cervicalis, vertebral, suboccipital dan intracranial. Bagian vertebral melewati foramen transversus cervicalis 1 sampai dengan 6 yang kemudian melewati membran atlantoaxial menembus duramater dan arachnoid selanjutnya bergabung pada foramen magnum menjadi pembuluh darah intracranial. Arteri vertebra ke arah caudal bercabang menjadi arteri spinal posterior dan arteri spinal anterior dan arteri medula spinalis.



Gambar 7.6. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Punggung

Tulang belakang melindungi sumsum tulang belakang yang merupakan bagian dari sistem saraf pusat disamping otak. Sumsum tulang belakang melanjut dari batang otak melanjut sampai dengan lumbalis 1 yang kemudian melanjut menjadi cauda equina. Dari sumsum tulang belakang keluar susunan saraf tepi yang dinamakan saraf spinal. Susunan saraf spinal tersebut terbagi menjadi sistem saraf somatik (sistem saraf sadar) dan sistem saraf otonom (sistem saraf tidak sadar). Sistem saraf somatik mempersarafi sistem musculoskeletal dan kulit sedangkan sistem saraf otonom bekerja untuk keseimbangan homeostasis tubuh.

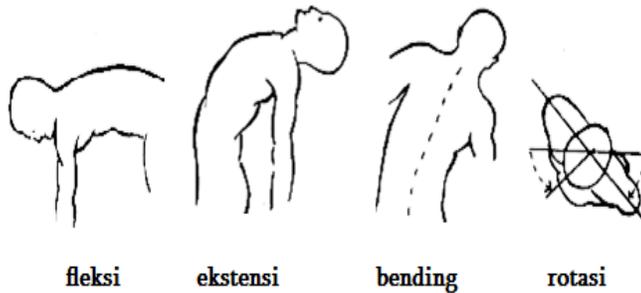
Sistem saraf otonom tersebut dibagi menjadi sistem saraf simpatis dan parasimpatis. Sistem simpatis bekerja pada keadaan tubuh siaga sedangkan sistem parasimpatis bertanggung jawab dalam penyetaraan tubuh. Di bawah vertebra thoracalis 12 dan vertebra lumbalis 1 terdapat akhiran medula spinalis yang bernama conus medullaris dan melanjut menjadi cauda equina sampai dengan coccygea. Serabut saraf spinal keluar dari foramen intervertebrata. Pada bagian anterior keluar sistem saraf motorik sedangkan pada bagian posterior keluar sistem saraf sensoris. Bagian anterior memvaskularisasi daerah anterior sampai dengan tungkai bawah sedangkan bagian posterior menginervasi otot-otot punggung dan pinggang.

## 5. Gerakan Sendi Punggung

---

1. Gerakan fleksi dilakukan oleh otot psoas, rectus abdominis, oblique internal, oblique eksternal, quadratus lumborum, trapezius dan latissimus dorsi.

2. Gerakan ekstensi dilakukan oleh otot multifidus, erector spinae iliocostalis, longissimus dan spinalis.
3. Gerakan lateral bending dilakukan oleh otot ekstensor, flektor dan quadratus lumborum.
4. Gerakan rotasi dilakukan oleh erektor spinae, sacrospinal, abdominal internal dan otot external oblique.



Gambar 7.7. Gerakan Sendi Punggung

## B. Patofisiologi

Penyebab gangguan sendi pinggang dan punggung dapat diakibatkan gangguan tulang maupun iritasi saraf. Beberapa gangguan yang dapat terjadi antara lain:

### 1. Gangguan Postural

Gangguan postural timbul apabila terjadi deviasi alignment tulang belakang. Gangguan postural dapat berupa kyphosis, lordosis maupun skoliosis. Kyphosis terjadi bila terjadi cembungan area punggung akibat thorac dan scapula terdorong ke arah posterior. Lordosis terjadi bila terjadi kecenderungan lumbalis terdorong ke arah posterior, sedangkan skoliosis terjadi apabila alignment lumbalis bergeser ke arah lateral.

### 2. Hernia Nucleus Pulposus

Gangguan Hernia Nucleus Pulposus (HNP) terjadi akibat terdorongnya diskus tulang belakang sehingga berpotensi dapat menjepit saraf yang keluar dari medula spinalis lewat foramen intervertebralis. Segmen tulang belakang yang paling sering mengalami herniasi adalah antara Lumbalis 4 dan Lumbalis 5. Gejala yang muncul pada HNP biasanya berupa nyeri yang terpusat yang

kemudian menyebar sesuai dengan arah area dermatom yang bersesuaian dengan saraf yang mengalami jepitan.

### 3. Spondylosis

---

Spondylosis merupakan keadaan degenerasi tulang belakang. Biasanya proses ini disebabkan kelainan bawaan. Spondylosis tidak menimbulkan gejala kecuali apabila sudah terjadi gangguan HNP. Gangguan ini lebih banyak terjadi pada anak laki-laki. Pada atlet gangguan ini sering terjadi pada atlet yang banyak melakukan hiperekstensi tulang belakang seperti senam, angkat berat, petenis, pemain bola voli dan perenang terutama gaya kupu-kupu.

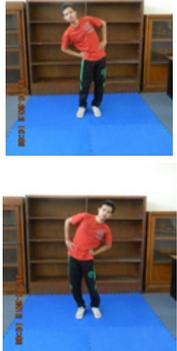
Spondylolysis berarti cacat pada lengkung vertebral (*pars inter-articularis* atau *isthmus*), dan *spondylolisthesis* menunjukkan perpindahan ke depan dari tubuh vertebral relatif terhadap vertebra di bawahnya. Kekacauan paling sering terjadi pada vertebra lumbalis kelima. *Spondylolisthesis* dapat disebabkan oleh kelainan kongenital, oleh fraktur kelelahan atau fraktur akut, ketidakstabilan antara dua vertebra yang berdekatan karena degenerasi, dan oleh penyakit infeksi atau neoplastik. Prevalensi *spondylolysis* dan *spondylolisthesis* berkisar antara 3% hingga 7%, tetapi pada kelompok etnis tertentu prevalensinya jauh lebih tinggi, yang menunjukkan faktor genetik. Kecenderungan. *Spondylolysis* sama umum pada orang dengan dan tanpa nyeri punggung bawah, tetapi orang dengan *spondylolisthesis* rentan terhadap nyeri punggung bawah berulang. *Spondylolisthesis* traumatis akut dapat berkembang karena kecelakaan di tempat kerja.

#### C. Program Latihan

---

Tabel 7.1. Contoh Program Latihan Regio Punggung

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I.	Loosening			

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
1	Posisi duduk pada kursi yang tidak ada sandaran atau berdiri	Gerakkan sendi punggung fleksi (ke depan) dan ekstensi (ke belakang) secara cepat	4x8	
2	Posisi duduk pada kursi yang tidak ada sandaran atau berdiri	Gerakkan sendi punggung ke arah lateral kanan dan kiri secara cepat	4 x 8	
3	Posisi duduk pada kursi yang tidak ada sandaran atau berdiri	Gerakkan sendi punggung rotasi ke arah kanan dan kiri dengan cepat	4 x 8	
II	Stretching			

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
1	Posisi duduk pada kursi yang tidak ada sandaran atau berdiri	Gerakkan sendi punggung fleksi secara maksimal sampai dengan batas nyeri kemudian tahan selama 5 detik  Gerakkan sendi punggung ekstensi secara maksimal sampai dengan batas nyeri kemudian tahan selama 5 detik	2 x 8	
2.	Posisi duduk pada kursi yang tidak ada sandaran atau berdiri	Gerakkan sendi punggung ke arah lateral ke kanan dan kekiri bergantian secara maksimal sampai dengan batas nyeri kemudian tahan selama 5 detik	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
3	Posisi duduk pada kursi yang tidak ada sandaran atau berdiri	Gerakkan sendi punggung rotasi kanan maupun kiri bergantian sampai dengan batas nyeri kemudian tahan selama 5 detik	2 x 8	
4	Posisi merangkak	Pada posisi merangkak, turun dan naikan sendi punggung (gerakan cat and camel)	2 x 8	
5	Posisi telungkup (prone)	Dari posisi telungkup angkat bahu dengan bersandar pada kedua tangan dan kemudian dorong bahu ke belakang sampai batas nyeri dan tahan selama 5 detik	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
	Posisi berbaring pada sisi tubuh	Angkat bahu dengan bersandar pada telapak tangan dengan posisi kaki abduksi sampai dengan batas nyeri tahan selama 5 detik	2 x 8	
	Posisi berbaring telentang (supine)	Dari posisi berbaring, fleksikan sendi panggul dan lutut sampai dengan lutut rapat pada perut tahan selama 5 detik. Gerakan ini dapat dilakukan secara bergantian pada kedua lutut ataupun secara bersamaan lutut kanan dan kiri	2 x 8	
	Posisi berbaring telentang (supine)	Dari posisi berbaring, angkat bahu dan fleksikan sendi punggung semaksimal mungkin sampai dengan tangan meraih ujung kaki dan tahan selama 5 detik	2 x 8	
				

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
III.	Strengthening			
1	Posisi merangkak	Dari posisi merangkak salah satu kaki diekstensikan ke belakang, tangan sisi yang berlawanan menyeimbangkan gerakan dengan juga ekstensi ke depan	2 x 8	
2	Posisi berbaring pada salah satu sisi tubuh	Angkat panggul, dan bahu dengan bertumpu pada telapak tangan	2 x 8	
3	Posisi berbaring telentang (supine)	Lakukan gerakan setengah sit up sampai dengan sit up penuh	2 x 8	
				

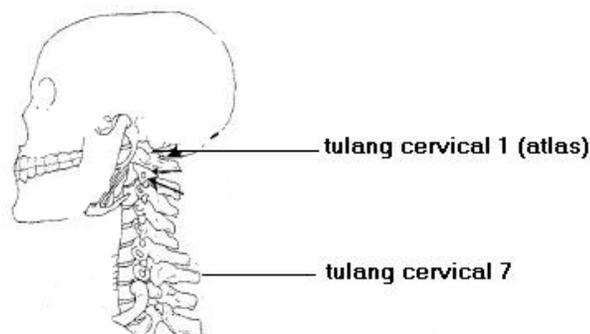
No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
4	Posisi berbaring telentang (supine) dengan bantal atau bola di bawah punggung	Angkat punggung ke arah atas tahan selama 5 detik, kemudian tekan punggung mendorong bola atau bantal selama 5 detik	2 x 8	
5	Posisi berdiri dengan bersandar pada kursi atau tembok	Gerakan fleksi dan ekstensi sendi lutut	2 x 8	

## BAB 8. REGIO LEHER

### A. Anatomi dan Fisiologi

#### 1. Tulang Sendi Leher

Leher didukung oleh tulang belakang segmen cervicalis yang berjumlah 7 segmen. Segmen pertama (atlas) bersendi dengan tulang tempurung kepala. Tulang cervicalis terakhir bersendi dengan tulang thoracalis pertama.



Gambar 8.1. Tulang Sendi Leher

Tulang cervicalis pertama dikenal sebagai atlas (C1) dan cervicalis kedua dikenal sebagai axis (C2). Kedua tulang ini memiliki fungsi utama menstabilkan tulang spinal. Susunan tulang cervicalis memungkinkan persendian leher untuk memiliki jangkauan gerak sendi yang luas.

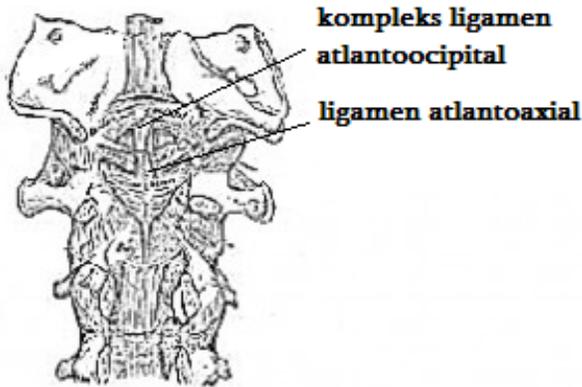
Gerakan-gerakan pada leher dihasilkannya oleh enam buah sendi yaitu persendian atlanto-occipitalis (dua buah sendi) dan atlanto-epistrophica (empat buah sendi). Persendian atlanto-occipitalis terbentuk antara dasar tulang tengkorak bagian belakang (os occipital) dengan ruas pertama vertebra cervicalis pertama (atlas). Persendian atlanto-epistrophica merupakan sendi antara atlas dengan tulang epistropheus yang tersusun atas empat buah sendi

yakni satu sendi atlanto dentalis anterior, satu sendi atlanto dentalis posterior dan dua buah sendi atlanto epistrophica lateral.

## 2. Ligamen Sendi Leher

---

Ligamen pada tulang cervicalis memperkuat sistem persendian pada tulang cervicalis. Ligamen pada bagian atas memfiksasi dengan kuat tulang cervicalis dengan tulang kepala sekaligus menjamin dimungkinkannya jangkauan gerak yang luas.



Gambar 8.2. Ligamen Sendi Leher

Bangunan ligamen yang menghubungkan tulang atlas dan tulang kepala adalah ligamen occipitoatlantal anterior, ligamen occipitoatlantal posterior, dan ligamen occipitoatlantal lateral.

Bangunan ligamen yang menghubungkan antara axis dan tulang kepala dikenal sebagai kompleks ligamen occipitoaxial. Ligamen yang termasuk pada kompleks ini merupakan satu ligament axial, dua ligamen alar dan satu ligamen apical.

Bangunan ligamen yang menghubungkan antara axis dan atlas dikenal sebagai ligamen atlantoaxial yang terdiri atas ligamen atlantoaxial anterior, ligamen atlantoaxial posterior dan ligamen lateral.

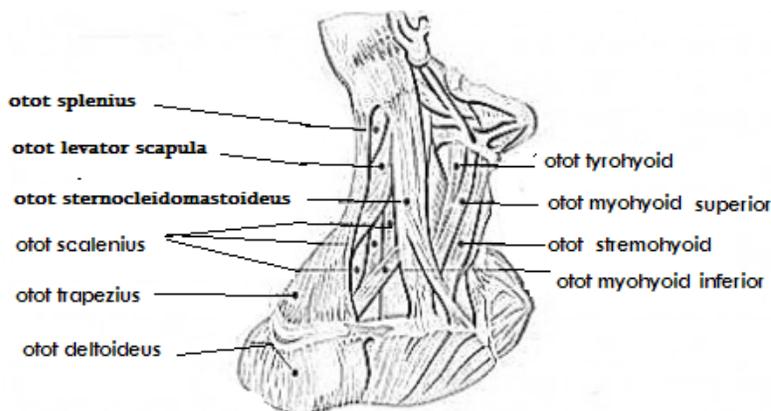
Terdapat pula kompleks ligamen cruciate yang membantu menstabilkan kompleks atlantoaxial (axis) yang terdiri atas ligamen transversus, fasikulus longitudinal superior, dan fasikulus longitudinal inferior.

Persendian tulang leher memungkinkan adanya gerakan rotasi atlas dan tulang kepala yang bertumpu pada axis. Luasnya jangkauan gerak sendi dibatasi oleh kerja dari ligamen alar.

### 3. Otot Sendi Leher

---

Otot utama pendukung kerja persendian leher terutama pada saat rotasi leher meliputi otot sternocleidomastoideus, semispinalis capitis, longus capitis, splenius, longissimus capitis, rectus capitis posterior major, obliqui capitis superior dan inferior.



Gambar 8.3. Otot Sendi Leher

Otot longus colli dan capitis terdapat pada leher bagian depan dan terutama dipergunakan untuk gerakan fleksi. Otot infra dan suprahyoid juga terdapat pada bagian depan leher di atas trachea dan berfungsi untuk fleksi leher serta untuk membuka rahang. Otot splenius capitis, splenius cervicalis dan semispinalis capitis dipergunakan untuk rotasi leher sedangkan otot semispinalis dipergunakan untuk fleksi leher. Otot-otot ini terdapat pada occiput, leher dan bahu atas. Kesemuanya berorigo pada bagian tengah punggung sehingga gangguan pada punggung pun juga dapat mencetuskan nyeri pada bagian leher.

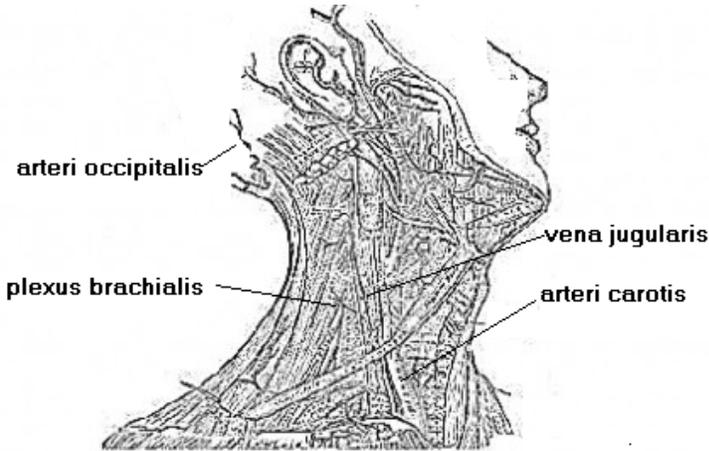
Otot suboccipitalis terdapat pada bagian belakang kepala dan berfungsi untuk ekstensi dan rotasi kepala. Otot trapezius merupakan otot utama leher dengan berbagai fungsi antara lain dipergunakan untuk rotasi, menarik scapula dan ekstensi leher. Otot sternocleidomastoideus berfungsi untuk fleksi ke arah yang berlawanan dengan otot tersebut.

### 4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Leher

---

Leher terutama pada bagian anterior dilewati oleh pembuluh darah utama yakni arteri brachiocephali yang kemudian bercabang menjadi arteri carotis dan arteri subclavia. Arteri tersebut memvaskularisasi dada bagian atas, lengan, leher dan kepala melalui cabang yang bernama arteri vertebral. Arteri vertebra

mensuplai arteri basilar yang mensuplai otak dengan darah yang kaya dengan oksigen. Arteri carotis kiri bercabang menjadi arteri carotis interna dan eksterna.



Gambar 8.4. Pembuluh Darah Sendi Leher

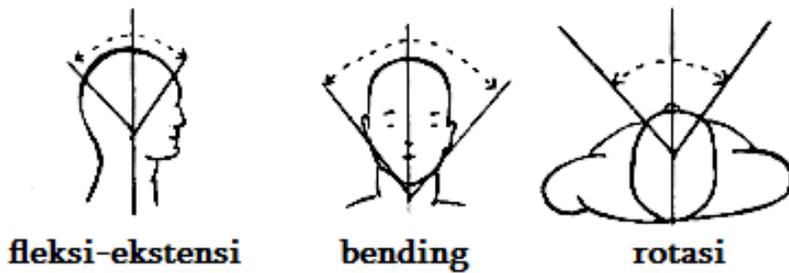
Saraf spinal dari tulang cervicalis menginervasi area kepala, leher dan dada. Bagian sensoris meliputi saraf occipitalis, saraf C-2, auricular, cervicalis transversalis, supraclavicular dan C-4. Bagian motorik ansa cervicalis, C-1, saraf phrenicus, C-3, C-5. Brachial plexus, kemudian melanjut ke bagian bahu dan tungkai atas.

## 5. Gerakan Sendi Leher

---

Fungsi bahu adalah untuk menyediakan platform untuk ekstremitas atas, dan untuk beberapa ototnya. Meskipun sendi glenohumeral memiliki jangkauan gerakan yang lebih luas daripada, misalnya, ekstremitas bawah di pinggul, fleksibilitas ini telah berkembang dengan mengorbankan stabilitas. Sementara sendi panggul memiliki ligamen yang sangat kuat, ligamen pada sendi glenohumeral sedikit dan lemah. Untuk mengimbangi kelemahan komparatif ini, sendi glenohumeral dikelilingi oleh otot bahu dalam bentuk manset dan disebut manset rotator.

1. Gerakan fleksi dilakukan oleh otot semispinalis, longus colli dan longus capitis, infra dan suprahyoid.
2. Gerakan ekstensi dilakukan oleh otot suboccipitalis dan trapezeus.
3. Gerakan rotasi dilakukan oleh otot sternocleidomastoideus, semispinalis capitis, longus capitis, splenius, longissimus capitis, rectus capitis posterior major, obliqui capitis superior dan inferior.



Gambar 8.5. Gerakan Sendi Leher

## B. Patofisiologi

Stabilitas tulang cervicalis dan luasnya jangkauan gerak sendi cervicalis mendukung kerja leher. Sebagai ilustrasi, pada umumnya leher bergerak minimal 600 kali dalam satu jam baik pada saat bangun maupun pada saat tidur. Tulang cervicalis memiliki peran penting karena melindungi medula spinalis yang merupakan kelanjutan dari batang otak. Oleh karenanya, penanganan cedera pada bagian ini harus sangat memperhatikan keamanan medula spinalis. Pada leher bagian anterior juga terdapat struktur bangunan penting seperti vena jugularis, tyroid dan paratyroid.

Gangguan sendi leher dapat disebabkan oleh perubahan gerakan leher yang dilakukan secara tiba-tiba, posisi kerja maupun posisi tidur yang salah dalam waktu yang lama. Gejala umum yang dirasakan adalah nyeri serta tidak bisa melakukan gerakan rotasi dan menekuk pada leher. Beberapa gangguan yang terjadi antara lain adalah:

### 1. Cedera Leher (Whiplash)

Cedera leher atau whiplash terjadi ketika kepala bergerak secara tiba-tiba dari belakang langsung ke depan. Kondisi ini mendorong otot leher dan ligamen bergerak di luar kisaran normal. Pada kecelakaan yang tidak terlalu parah hanya dapat terjadi ruptur otot sebagian, sedangkan kecelakaan yang parah dapat merusak otot dan ligamen di depan tulang belakang leher dan juga merusak akar saraf. Kasus yang paling serius terjadi ketika vertebra serviks sprain. Cedera whiplash memerlukan pemeriksaan dan perawatan yang cermat, karena gejala jangka panjang seperti sakit kepala dapat bertahan jika cedera tidak dirawat dengan benar.

## 2. Stenosis Cervicalis

---

Stenosis merupakan penyempitan saluran spinal pada bagian tengkuk yang dapat menimpa pada medula spinalis yang sebagian besar terjadi akibat kelainan bawaan. Penyempitan dapat terjadi akibat perkembangan tonjolan pada tulang cervicalis, osteoporosis atau penebalan diskus.

## 3. Brachial Plexus Neuropraxia (Burner)

---

Burner (rasa seperti terbakar) terjadi akibat neurapraxia (gangguan saraf) yang umumnya terjadi akibat stretching/penekanan pada brachia plexus. Gangguan ini merupakan cedera neurological yang paling sering terjadi. Cedera brachial plexus dapat terjadi saat leher dipaksa menekan keluar dari sisi bersebrangan saat bahu ditekan. Gejala/tanda-tanda yang terjadi pada gangguan ini antara lain berupa sensasi panas, mati rasa, kesemutan, nyeri berkepanjangan dari bahu sampai tangan, dengan menurun sampai hilangnya fungsi tangan, lengan dan beberapa menit. Jika terjadi cedera berulang-ulang dapat menyebabkan neuritis (radang urat saraf), atrofi otot, dan kerusakan permanen.

## 4. Hernia Cervicalis Disk

---

Seperti halnya pada HNP, keadaan ini terjadi akibat terjadi herniasi nukleus pulposus pada tulang cervicalis. Akibatnya terjadi penekanan pada saraf maupun medula spinalis. Gejala yang terjadi tergantung pada letak herniasi. Degenerasi tulang belakang leher melibatkan diskus, yang kehilangan sebagian daya tahannya bahkan terhadap tekanan ringan. Herniasi diskus dengan ekstrusi isinya, atau menonjolnya, dapat membahayakan jaringan saraf dan pembuluh darah secara lateral dan posterior ke diskus. Salah satu kelainan degeneratif akut pada diskus adalah kompresi akar saraf yang memanjang dari medula spinalis dan mensuplai leher, lengan, dan toraks bagian atas. Tergantung pada tingkat kompresi (diskus antara vertebra serviks kedua dan ketiga, ketiga dan keempat, dan seterusnya), gejala sensorik dan motorik akut muncul dari daerah yang dipersarafi oleh saraf. Pemeriksaan gejala akut pada leher dan lengan meliputi pemeriksaan neurologis menyeluruh untuk mengidentifikasi tingkat kemungkinan prolaps diskus dan pemeriksaan rontgen polos.

## 5. Ketegangan leher dan mialgia

---

Lokalisasi yang paling umum untuk ketegangan leher dan mialgia lainnya adalah di bagian atas otot trapezius, tetapi otot-otot lain yang berasal dari leher sering terpengaruh secara bersamaan. Gejalanya adalah kaku pada leher dan nyeri saat bekerja dan saat istirahat. Seringkali, kelelahan otot yang berlebihan dirasakan, bahkan selama periode kerja jangka pendek dan tingkat rendah. Otot-ototnya lunak, dan seringkali “titik nyeri” dapat ditemukan pada palpasi. Ketegangan leher sering terjadi pada pekerjaan dengan beban statis berkepanjangan di leher dan bahu. Pemeriksaan mikroskopis jaringan telah menunjukkan perubahan morfologi otot, tetapi mekanismenya tidak sepenuhnya dipahami dan kemungkinan melibatkan sirkulasi darah dan regulasi saraf.

## 6. Acute Torticollis (wryneck)

---

Acute Torticollis merupakan keadaan/kondisi yang biasa disebut dengan wryneck/stiffneck. Penderita biasanya mengeluh nyeri pada bagian leher ketika terbangun. Kondisi ini biasanya muncul ketika terjadi gangguan pada membran synovial di sendi kapsul mengenai permukaan sendi di cervicalis vertebrae. Keadaan nyeri akut dan kekakuan leher ini dapat dipicu oleh memutar kepala secara tiba-tiba dan ekstensi lengan yang berlawanan. Terkadang tidak ada peristiwa yang memprovokasi yang dapat diidentifikasi. Tortikolis akut diyakini disebabkan oleh ketegangan dan ruptur sebagian ligamen leher. Biasanya rasa sakit dan kekakuan mereda dalam waktu seminggu setelah istirahat, dukungan eksternal dari leher (kerah) dan obat pelemas otot.

## 7. Spondilosis servikal

---

Degenerasi tulang belakang leher melibatkan penyempitan diskus, pembentukan tulang baru (disebut osteofit) memanjang dari tepi vertebra serviks, dan penebalan ligamen seperti pada gangguan akut. Ketika osteofit meluas ke foramina, bangunan ini dapat menekan akar saraf. Spondylosis merupakan istilah yang digunakan untuk perubahan radiologis di leher. Terkadang perubahan ini dikaitkan dengan gejala lokal kronis. Perubahan radiologis dapat berlanjut tanpa gejala yang serius dan sebaliknya. Gejalanya biasanya sakit dan nyeri di leher, terkadang meluas ke daerah kepala dan bahu, serta berkurangnya mobilitas. Setiap kali akar saraf dikompresi, diagnosis sindrom serviks digunakan. Gejala sindrom serviks merupakan nyeri dan nyeri pada leher, penurunan mobilitas leher, dan gejala sensorik dan motorik dari sisi akar saraf yang tertekan. Gejala seperti berkurangnya kepekaan terhadap sentuhan, mati rasa, kesemutan dan

berkurangnya kekuatan sering terjadi pada tangan dan lengan. Jadi gejalanya mirip dengan yang timbul dari prolaps diskus akut, tetapi biasanya onsetnya lebih bertahap dan tingkat keparahannya dapat berfluktuasi tergantung pada beban kerja eksternal. Baik spondylosis serviks dan sindrom serviks bisa terjadi disegala usai akan tetapi sering terjadi pada orang lanjut usia.

### C. Program Latihan

Tabel 8.1. Contoh Program Latihan Regio Leher

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I. Loosening				
1.	Posisi duduk tegak	Gerakkan leher fleksi dan ekstensi	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
2.	Posisi duduk tegak	Gerakkan leher ke arah lateral kanan dan kiri	2 x 8	
				

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
3	Posisi duduk tegak	Gerakan leher dengan gerakan rotasi penuh	2 x 8	 <p>The illustration for exercise 3 consists of three vertically stacked photographs. The top photo shows a person in profile, sitting on a green stool, with their head turned to the right. The middle photo shows the person from a front-three-quarter view, with their head turned to the left. The bottom photo shows the person from a front view, with their head turned to the right. In all photos, the person is sitting upright on the stool with their feet flat on the floor.</p>
4	Posisi duduk tegak	Gerakan leher seakan akan ujung hidung menuliskan angka 1 sampai dengan 9 di udara	2 x 8	 <p>The illustration for exercise 4 is a single photograph showing a person in a blue uniform sitting upright. They are looking down and slightly to the right, demonstrating the neck movement described in the text.</p>

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
II.	Stretching			
1.	Posisi duduk tegak	<p>Gerakkan leher fleksi maksimal kemudian tahan selama 5 detik (tangan dapat membantu menekan)</p> <p>Gerakkan leher ekstensi maksimal kemudian tahan selama 5 detik (tangan dapat membantu menekan)</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
2.	Posisi duduk tegak	<p>Gerakkan leher ke arah lateral kanan secara maksimal tahan selama 5 detik (tangan dapat membantu menekan)</p> <p>Gerakkan leher lateral kiri maksimal kemudian tahan selama 5 detik (tangan dapat membantu menekan)</p>	2 x 8	
3.	Posisi duduk tegak	Gerakan leher dengan gerakan rotasi kanan secara maksimal tahan selama 5 detik (tangan dapat membantu menekan)	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
		Gerakan leher dengan gerakan rotasi kiri secara maksimal tahan selama 5 detik (tangan dapat membantu menekan)		
4	Posisi duduk tegak	Angkat bahu mendekati leher tahan selama 5 detik  Turunkan bahu menjauhi leher tahan selama 5 detik		 
III.	Strengthening			
1.	Posisi duduk tegak	Gerakkan leher fleksi maksimal kemudian tahan selama 5 detik (tangan melawan gerakan)  Gerakkan leher ekstensi maksimal kemudian tahan selama 5 detik (tangan melawan gerakan).	2 x 8	 

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
2.	Posisi duduk tegak	<p>Gerakkan leher ke arah lateral kanan secara maksimal tahan selama 5 detik (tangan melawan gerakan)</p> <p>Gerakkan leher lateral kiri maksimal kemudian tahan selama 5 detik (tangan melawan gerakan)</p>	2 x 8	
3.	Posisi duduk tegak	Gerakan leher dengan gerakan rotasi kanan secara maksimal tahan selama 5 detik (tangan melawan gerakan)	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
		Gerakan leher dengan gerakan rotasi kiri secara maksimal tahan selama 5 detik (tangan melawan gerakan)		
4	Posisi duduk tegak	<p>Angkat bahu mendekati leher tahan selama 5 detik</p> <p>Turunkan bahu menjauhi leher tahan selama 5 detik</p>		
5	Posisi berbaring telentang (supine)	Angkat leher tahan selama 5 detik		
6.	Posisi berbaring telentang (supine) dengan bantal atau bola di bawah pada leher	Tekan bantal atau bola yang berada di bawah leher kemudian tahan selama 5 detik		

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
7	Posisi berbaring pada sisi samping tubuh	Angkat leher tahan selama 5 detik		
8.	Posisi berbaring pada sisi samping tubuh dengan bantal atau bola di bawah pada leher	Tekan bantal atau bola yang berada di bawah leher kemudian tahan selama 5 detik		

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				



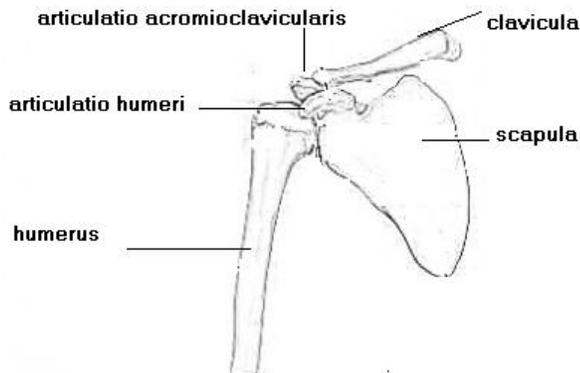
## BAB 9. REGIO BAHU

### A. Anatomi dan Fisiologi

#### 1. Tulang Sendi Bahu

Bahu merupakan persendian yang disusun oleh humerus, scapula, serta clavicula. Sendi bahu tersusun atas (1) sendi humerus (persendian humeri), (2) sendi acromioclavicularis, dan (3) sendi sternoclavicularis.

1. Persendian humeri merupakan sendi utama bahu yang dibentuk oleh kepala tulang humerus dan mangkok sendi, disebut *cavitas glenoidalis*. Persendian humeri berjenis artikulasi *spheroidea*. Sebagian besar permukaan caput humerus tidak berada dalam mangkok sendi, sehingga kekuatan sendi banyak bergantung pada ligamen penguat sendi bahu. Walaupun demikian keadaan ini memungkinkan sendi bahu memiliki jangkauan gerak sendi yang luas.

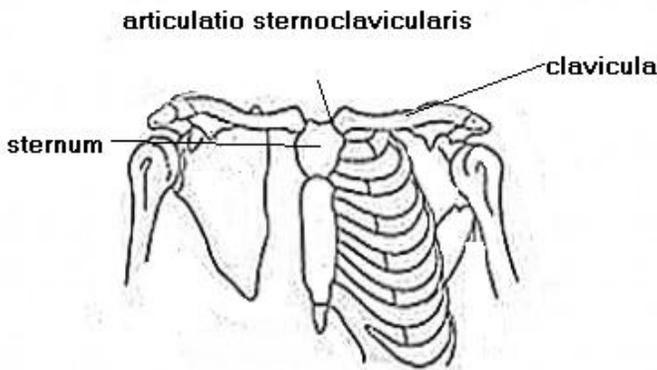


Gambar 9.1. Tulang Sendi Humeri dan Acromioclavicularis

2. Persendian acromioclavicularis ditunjang oleh sendi antara caput humerus dan mangkok glenoidalis, terdapat pula hubungan acromion dari scapula dengan clavicula yang dinamakan dengan sendi acromioclavicular. Sendi

ini termasuk ke dalam sendi peluru yang memiliki tiga aksis yakni aksis craniocaudal, aksis sagital dan aksis transversal. Aksis craniocaudal memungkinkan terjadinya gerakan rotasi mendekati dan menjauhi costae, aksis sagital memungkinkan terjadinya gerakan rotasi ke arah lateral dan medial sedangkan aksis transversal memungkinkan gerakan rotasi ke arah ventral dan dorsal.

3. Persendian sternoclavicularis menghubungkan antara ekstremitas sternalis claviculae dan incisura clavicularis sterni. Berdasarkan jumlah tulang penyusun sendinya, sendi ini termasuk persendian simpleks sedangkan berdasarkan jumlah aksinya sendi ini diklasifikasikan sebagai persendian triaxial dan berdasarkan bentuk permukaan bersendi diklasifikasikan sebagai persendian sellaris. Sendi ini menghubungkan antara gelang bahu dengan batang badan. Sendi ini pada permukaan sendinya dipisahkan oleh discus articularis.



Gambar 9.2. Tulang Sendi Sternoclavicularis

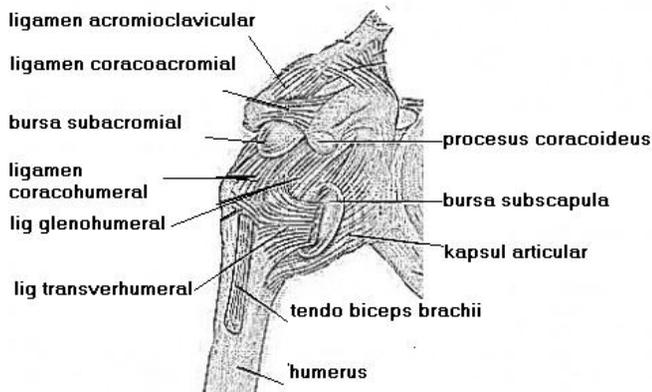
## 2. Ligamen Sendi Bahu

---

Pada sendi bahu terdapat beberapa kompleks ligamen yang berfungsi untuk stabilitas sendi bahu yakni:

### 1. Ligamen pada Persendian Humeri

Sendi utama bahu (persendian humeri) juga diperkuat oleh suatu kompleks ligamen. Ligamen ini penting mengingat caput humeri yang bersendi ke dalam caput glenoidalis adalah hanya separuhnya saja. Ligamen yang memperkuat sendi tersebut adalah ligamen coracohumerale dan ligamen glenohumerale.



Gambar 9.3. Ligamen Sendi Humeri dan Acromioclavicularis

Ligamen coracohumerale terhubung dari processus coracoideus dan kedua tubercula humeri (tubercula mayus dan minus). Ligamen glenohumerale menghubungkan cavitas glenoidalis dan collum humeri. Terdapat tiga buah ligamen glenohumerale yakni ligamen superior, medius dan inferior.

## 2. Ligamen Pada Persendian Acromioclavicularis

Ligamen pada articularis ini meliputi ligamen acromioclavicularis, coracoclavicularis, transversum scapula dan coracoacromiale.

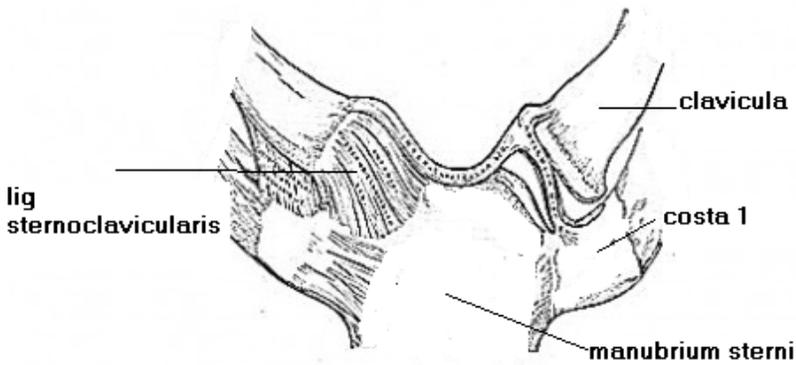
Ligamen acromioclavicularis menghubungkan acromion dengan ujung lateral clavicula, ligamen ini mempunyai fungsi membatasi perpindahan extremitas acromialis.

Ligamen coracoclavicularis menghubungkan coracoideus scapulae dengan tuberositas coracoidea clavicula. Ligamen ini terdiri atas dua bagian yakni ligamen conoideum dan ligamen trapezoideum. Ligamen ini berfungsi untuk menguatkan hubungan antara scapulae dan claviculae, mencegah terdorongnya scapulae arah medial dan mencegah terdorongnya acromion di bawah clavicula.

Ligamen transversus scapula memperkuat bagian incisura scapula sedangkan ligamen coracoacromiale adalah jaringan ikat yang menghubungkan processus coracoideus ke acromion. Ligamen ini mencegah terjadinya dislokasi kepala humerus ke atas dan membatasi abduksi lengan di sendi bahu sampai dengan bidang datar.

## 3. Ligamentum pada Persendian Sterno-Clavicularis

Ligamen yang memperkuat sendi sternoclavicularis berupa ligamen sternoclavicularis, ligamen interclavicularis dan ligamen costoclavicularis.



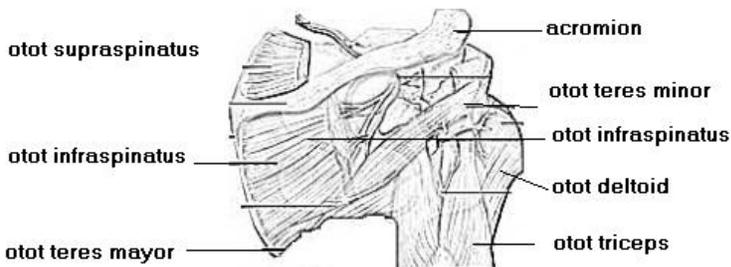
Gambar 9.4. Ligamen Sendi Sternoclavicularis

Ligamen sternoclavicularis melingkari sendi dari seluruh permukaan dengan arah serabut dari medial clavicula ke arah manubrium sterni. Ligamen interclavicularis menghubungkan clavicula kanan dan kiri. Ligamen costoclavicularis menghubungkan costae pertama dengan tuberositas costalis clavicula. Ligamen ini menghambat gerakan clavicula ke arah atas.

### 3. Otot Sendi Bahu

---

Persendian bahu diperkuat oleh empat otot utama yakni otot supraspinatus, infraspinatus, teres minor dan subscapularis. Keempat otot ini mempertahankan posisi caput humeri ke dalam mangkuk sendi. Keempat otot ini kemudian diperkuat oleh otot deltoideus.



Gambar 9.5. Otot Sendi Bahu

Anatomi persendian bahu memungkinkan bahu untuk melakukan banyak gerakan. Gerakan pada persendian humeri dapat terjadi melalui aksis sagital (abduksi dan adduksi), aksis transversal (antefleksi dan retrofleksi), aksis

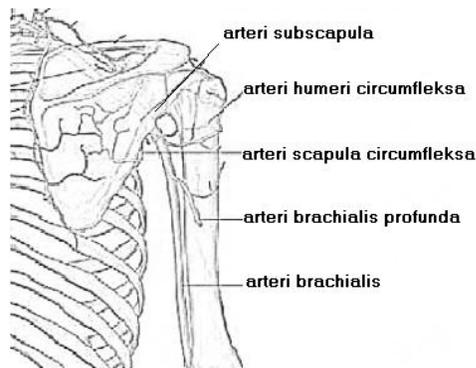
longitudinal (endorotasi dan eksorotasi) atau kombinasi dari ketiga aksis tersebut (circumduksi).

Otot yang menggerakkan gelang bahu dapat dibagi dalam tiga susunan yakni otot yang serabutnya menuruni gelang bahu, otot yang serabutnya mendatar dan otot yang serabutnya menuju ke atas gelang bahu.

- Otot yang serabutnya menurun ke gelang bahu meliputi otot trapezeus pars horizontalis, levator scapulae, rhomboideus, serratus anterior dan sternocleidomastoideus. Otot-otot tersebut adalah penggantung gelang bahu, mengangkat gelang bahu dan berkontraksi bila bahu mendapatkan beban.
- Otot yang serabutnya mendatar terdiri atas otot trapezius pars horizontalis, rhomboideus, seratus anterior dan pectoralis major. Otot ini menggerakkan scapula ke depan misalnya pada saat memukul ke arah depan, mendayung atau mengayuh dayung.
- Otot yang serabutnya menuju ke atas meliputi otot trapezeus pars ascendens, seratus anterior, latisimus dorsi, pektoralis mayor dan minor. Otot-otot tersebut digunakan saat melakukan gerakan berenang atau menyangga tubuh dalam posisi bergantung.

#### 4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Bahu

---



Gambar 9.6. Peredaran Darah Sendi Bahu

Vaskularisasi bahu kanan berasal dari arteri subclavia yang adalah percabangan dari arteri innominate sedangkan pada bahu kiri arteri subclavia adalah percabangan langsung dari aorta. Arteria subclavia kemudian berlanjut menjadi arteri axillaris. Arteri axillaris berlanjut menjadi arteri brachialis, arteri radialis dan arteri ulnaris.

Pleksus brachialis merupakan kumpulan saraf pada bahu yang kemudian berlanjut menjadi saraf axillaris yang mempersarafi otot deltoidea, saraf thoracalis yang mempersarafi otot serratus anterior, saraf suprascapular yang mempersarafi otot supraspinatus dan infraspinatus, saraf musculocutaneous yang akan mempersarafi otot biceps.

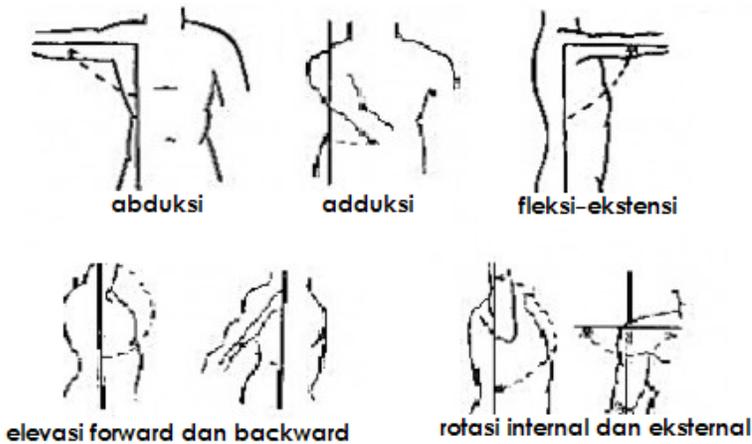
## 5. Gerakan Sendi Bahu

---

Struktur sendi memungkinkan berbagai macam gerakan sendi bahu sebagai berikut:

1. Gerakan abduksi pada persendian humeri dilakukan oleh otot deltoideus, supraspinatus dan biceps brachii caput longum.
2. Gerakan adduksi dilakukan oleh otot pectoralis major, latissimus dorsi, teres mayor, biceps brachii caput breve, triceps brachii caput longum dan deltoideus spinalis dan clavicularis.
3. Gerakan antifleksi dilakukan oleh otot deltoideus pars clavicularis; pectoralis mayor pars clavicularis, coracobrachialis dan biceps brachii.
4. Gerakan retrofleksi dilakukan oleh teres major, latissimus dorsi, triceps brachii dan otot deltoideus.
5. Gerakan endorotasi dilakukan oleh otot scapularis, pectoralis mayor, deltoideus, biceps brachii, teres mayor dan latissimus dorsi.
6. Gerakan eksorotasi dilakukan oleh otot infraspinatus, teres minor, deltoideus pars spinalis, supraspinatus dan triceps brachii caput longum.

Ilustrasi gerakan tersebut dapat dilihat pada ilustrasi sebagai berikut:



Gambar 9.7. Gerakan Sendi Bahu

## B. Patofisiologi

Beberapa gangguan yang dapat terjadi pada bahu adalah antara lain sebagai berikut.

### 1. Dislokasi

Sendi bahu merupakan sendi yang paling sering mengalami dislokasi karena mangkuk sendinya relatif datar. Dislokasi terjadi akibat tarikan bahu ke arah belakang yang tidak dapat diantisipasi oleh otot. Keadaan dimana caput humeri sedikit bergeser dinamakan subluksasi. Gejala yang dialami saat dislokasi adalah nyeri, bengkak dan memar.

### 2. Separation

Separation terjadi apabila clavícula terpisah dari scapula. Keadaan ini terjadi bila ligamen acromioclaviculare mengalami sprain. Tanda yang dapat diamati berupa bengkak dan perubahan bentuk sendi.

### 3. Gangguan Rotator Cuff (Tendinitis dan Bursitis)

Pada keadaan ini terjadi radang pada tendo dan atau bursa yang terjadi pada otot rotator cuff atau bisep. Otot rotator cuff terdiri atas otot infraspinata, supraspinata, subsacpula dan teres minor. Kadang proses radang ini membuat

rotator cuff terjepit di bawah acromion. Keadaan ini dinamakan sindrom impingement.

#### 4. Frozen Shoulder (Adhesive Capsulitis)

---

Dalam bahasa Indonesia, keadaan ini diterjemahkan sebagai "bahu beku". Pada keadaan ini terjadi kekakuan sendi sehingga bahu tidak dapat digerakkan secara normal. Penyakit yang mendasari gangguan ini dapat berupa rheumatoid arthritis maupun cedera. Pada keadaan ini terjadi pertumbuhan jaringan pada kapsul sendi bahu yang membuat hambatan pergerakan sendi. Selain itu terjadi pula penurunan produksi minyak synovial.

#### 5. Tendinitis biceps

---

Tendinitis dan tenosinovitis merupakan peradangan pada tendon dan membran sinovial dari selubung tendon. Tendon pada otot rotator cuff (supraspinatus, infraspinatus, subscapularis, dan otot teres minor) dan kepala panjang dari biceps brachii merupakan tempat umum untuk peradangan di bahu. Pergerakan besar tendon terlibat di lokasi ini. Selama elevasi, saat tendon melewati sendi bahu dan di bawah struktur tulang di sana (lengkung coraco-acromial), tendon dapat mengalami peradangan. Peradangan tendon mungkin merupakan bagian dari penyakit peradangan umum, seperti pada rheumatoid arthritis, tetapi juga dapat disebabkan oleh peradangan lokal yang dihasilkan dari iritasi dan gesekan mekanis.

#### 6. Osteoarthritis sendi bahu dan sendi acromioclavicular

---

Osteoarthritis sendi bahu dan sendi acromioclavicular, OA, merupakan perubahan degeneratif tulang rawan dan tulang pada sendi dan diskus intervertebralis. Studi lain menunjukkan bahwa osteoarthritis sendi bahu lebih sering pada pekerja yang banyak menggunakan tangan misalnya pekerja konstruksi.

#### 7. Tendinitis bahu

---

Degenerasi tendon sering menjadi faktor predisposisi terjadinya tendinitis bahu. Degenerasi tendon tersebut dapat disebabkan oleh gangguan sirkulasi pada tendon sehingga metabolisme terganggu. Stres mekanis juga bisa menjadi penyebabnya. Kematian sel di dalam tendon, dapat menjadi bentuk awal degenerasi. Tendon ke supraspinatus, biceps brachii caput longus dan bagian

atas otot infraspinatus memiliki zona di mana tidak ada pembuluh darah (avaskularitas), dan di area inilah tanda-tanda degenerasi, termasuk kematian sel, deposit kalsium dan ruptur mikroskopis, sebagian besar terjadi. Kompresi tendon rotator cuff (terutama tendon supraspinatus) terjadi karena ruang antara caput humerus dan lengkung coracoacromial sempit. Sirkulasi darah ke tendon juga tergantung pada ketegangan otot. Pada tendon, sirkulasi akan berbanding terbalik dengan tegangan. Pada tingkat tegangan yang sangat tinggi, sirkulasi dapat berhenti sama sekali.

## 8. Osteoarthritis

Patogenesis osteoarthritis (OA) tidak diketahui. OA primer (idiopatik) merupakan diagnosis yang paling umum tanpa adanya faktor predisposisi seperti patah tulang sebelumnya. Jika terdapat faktor predisposisi, OA disebut sekunder. Fraktur mikro akibat benturan mendadak atau pembebanan benturan berulang mungkin adalah salah satu mekanisme patogenik untuk OA terkait beban. Pembebanan sendi osteoarthritis harus diminimalkan dengan optimalisasi kerja yang ergonomis.

### C. Program Latihan

Tabel 9.1. Contoh Program Latihan Regio Sendi Bahu

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I. Loosening				
1	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	Gerakan fleksi dan ekstensi sendi bahu secara cepat	4 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
2	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	Gerakan abduksi dan adduksi sendi bahu secara cepat dengan posisi sendi siku ekstensi	4 x 8	 
				

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
3	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	Gerakan rotasi eksternal dan rotasi internal sendi bahu secara cepat	4 x 8	
<b>II. Stretching</b>				
1	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	Gerakan fleksi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
		Gerakan ekstensi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik		
2.	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	<p>Gerakan fleksi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menahan)</p> <p>Gerakan ekstensi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menahan)</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
2	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	<p>Gerakan abduksi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menahan)</p> <p>Gerakan adduksi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menahan)</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
3	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	Gerakan rotasi eksternal sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menahan)	2 x 8	
		Gerakan rotasi internal sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menahan)		 
4	Posisi duduk atau berdiri	Angkat bahu mendekati leher tahan selama 5 detik  Turunkan bahu menjauhi leher tahan selama 5 detik	2 x 8	 

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
5.	Posisi duduk atau berdiri kedua tangan diangkat di atas kepala dan saling menggenggam	Lakukan gerakan lateral bending ke arah kanan secara maksimal tahan selama 5 detik		
		Lakukan gerakan lateral bending ke arah kiri secara maksimal tahan selama 5 detik		 
6.	Posisi duduk atau berdiri kedua tangan dibelakang badan dan menggenggam	Dorong tangan ke belakang sejauh mungkin tahan selama 5 detik	2 x 8	 

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
7.	Posisi duduk atau berdiri kedua tangan disatukan di depan badan dan menggenggam	Dorong tangan ke depan sejauh mungkin tahan selama 5 detik	2 x 8	
				 

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
8.	Posisi duduk atau berdiri kedua tangan memegang batang sepanjang $\pm 75$ cm di depan badan	Dorong tangan satu sama lain kerah abduksi maksimal dan kemudian tahan selama 5 detik	2 x 8	
9.	Posisi duduk atau berdiri kedua tangan memegang batang sepanjang $\pm 75$ cm di belakang badan	Dorong tangan satu sama lain kerah adduksi maksimal dan kemudian tahan selama 5 detik	2 x 8	
				

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
10	Posisi berdiri	Tangan meraih tembok dengan posisi tangan abduksi ke arah lateral 90°. Perlahan lahan dekatilah tembok sehingga terjadi hiperekstensi tahan sampai batas maksimal selama 5 detik		

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
11	Posisi berdiri	Kedua tangan meraih suatu tongkat yang diposisikan secara vertikal kemudian pegangan semakin direndahkan sampai batas maksimal tahan selama 5 detik		
<b>III. Strengthening</b>				
1	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	<p>Gerakan fleksi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain memberi tahanan/ melawan gerakan).</p> <p>Gerakan ekstensi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain memberi tahanan/ melawan gerakan)</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
2	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	<p>Gerakan abduksi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain memberi tahanan/ melawan gerakan)</p> <p>Gerakan adduksi sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain memberi tahanan/ melawan gerakan)</p>	2 x 8	   

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
3	Posisi duduk tegak dengan atau berdiri, bahu dan tangan tergantung bebas	<p>Gerakan rotasi eksternal sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain memberi tahanan/ melawan gerakan)</p> <p>Gerakan rotasi internal sendi bahu semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain memberi tahanan/ melawan gerakan)</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
4.	Posisi duduk atau berdiri kedua tangan memegang batang sepanjang $\pm 75$ cm di depan badan	Arah gerakan tangan saling bertentangan antara sikap abduksi dan adduksi kemudian tahan selama 5 detik	2 x 8	
5.	Posisi duduk atau berdiri kedua tangan memegang batang sepanjang $\pm 75$ cm di belakang badan	Arah gerakan tangan saling bertentangan antara sikap abduksi dan adduksi kemudian tahan selama 5 detik	2 x 8	
6.	Posisi berdiri sendi bahu fleksi $90^\circ$ lurus ke depan dan memegang tembok	Dari posisi awal dorong tembok semaksimal mungkin tahan selama 5 detik	2 x 8	

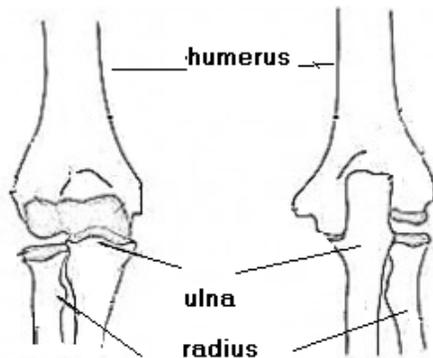
No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
7.	Posisi berbaring telungkup (prone)	Lakukan gerakan setengah push up yang kemudian bila sudah memadai dapat dilanjutkan dengan gerakan push-up secara penuh	2 x 8	

## BAB 10. REGIO SIKU

### A. Anatomi dan Fisiologi

#### 1. Tulang Sendi Siku

Persendian cubiti (sendi siku) merupakan hubungan antar tulang humerus, radius dan ulna sehingga terdapat tiga hubungan tulang yaitu (1) persendian humeroulnaris; (2) persendian humeroradialis; (3) persendian radioulnaris proksimalis.



Gambar 10.1. Tulang Sendi Siku

Articulario humeroulnaris dibentuk oleh capitulum humeri dan incisura semiulnaris ulna. Persendian ini berjenis trochlearis yang memungkinkan gerakan fleksi dan ekstensi.

Persendian humeroradialis dibentuk dari capitulum humeri dan fovea capituli radii. Bentuk sendi ini merupakan bentuk spherioidea dengan tiga aksis (sagital, longitudinal dan transversal) yang memungkinkan gerakan fleksi ekstensi dan gerakan pronasi dan supinasi.

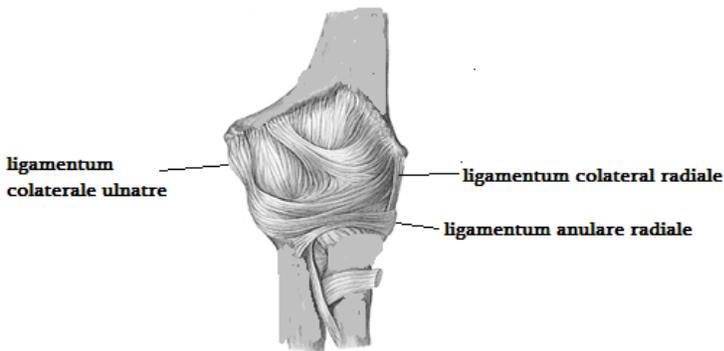
Persendian radioulnaris proximalis dibentuk oleh circumferentia articularis radii dan incisura radialis ulna. Jenis persendian ini merupakan jenis trochoidea.

Gerakan yang dimungkinkan oleh sendi ini merupakan eksorotasi/supinasi dan eksorotasi/pronasi lengan bawah.

## 2. Ligamen Sendi Siku

---

Sendi siku diperkuat oleh struktur ligamen collateral ulna, ligamen collateral radiale dan ligamen annulare radii. Ligamentum tersebut bersama dengan membran interossea antebrachii menahan supaya capitulum radii dan ulna tetap pada tempatnya.



Gambar 10.2. Ligamen Sendi Siku

Ligamentum collateral ulna dibagi menjadi tiga bagian yakni pars anterior yang menghubungkan epicondylus medialis humeri dan processus coronoideus, pars posterior yang menghubungkan epicondylus medialis humeri, olecranon dan pars transversa yang melekatkan ulna dengan kedua ligamen tersebut.

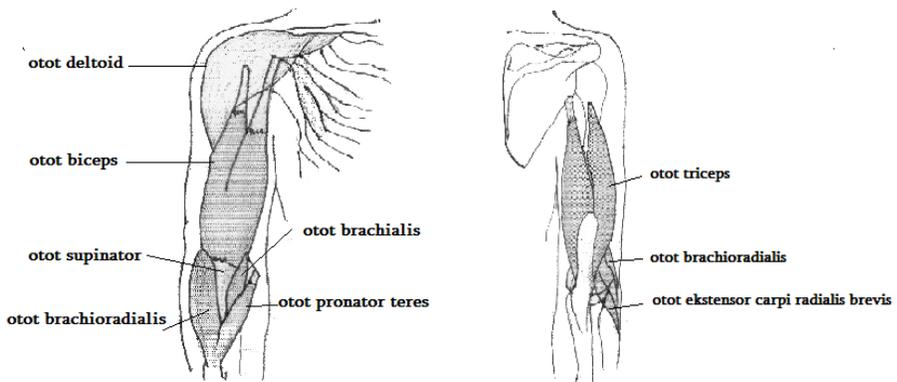
Ligamentum collateral radiale menghubungkan epicondylus lateralis humeri. Ligamentum anulare radii melingkari circumferentia articularis capituli radii dan melekat pada tepi ventral dan dorsal incisura radialis ulna.

Membrana interossea antebrachii merupakan hubungan synarthrosis radioulnaris. Selain diperkuat oleh membran tersebut terdapat pula serabut penguat yang berlawanan yaitu dari radial bawah ke ulna atas yang disebut chorda oblique yang menghambat supinasi lengan bawah.

## 3. Otot Sendi Siku (Persendian Cubiti)

---

Otot utama yang menggerakkan sendi siku meliputi biceps brachii (bekerja pada supinasi dan fleksi), brachialis (bekerja untuk fleksi), triceps (bekerja untuk ekstensi), pronator teres (bekerja untuk pronasi), brachioradialis (bekerja pada supinasi, pronasi dan fleksi)

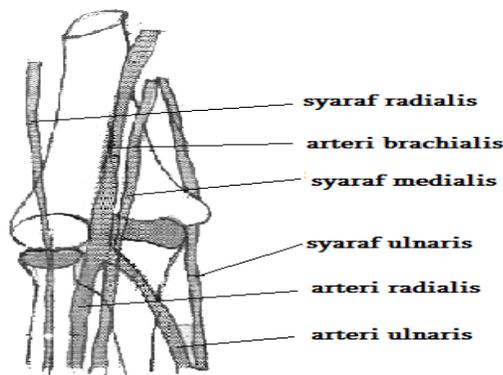


Gambar 10.3. Otot Sendi Siku

Selain otot di atas, dari siku juga berasal sejumlah otot yang berfungsi untuk pergelangan tangan seperti otot ekstensor carpi radialis longus yang berfungsi sebagai penggerak utama ekstensi sendi pergelangan tangan dan otot ekstensor carpi radialis brevis, berfungsi sebagai penggerak utama ekstensi dan abduksi sendi pergelangan tangan.

#### 4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Siku

Arteri yang memvaskularisasi siku berasal dari anastomosis arteri brachialis yang bercabang menjadi arteri ulna collateral superior dan inferior, arteri collateral medial dan radial. Sementara arteri radialis bercabang menjadi arteri radialis recurrent sedangkan arteri interosseous merupakan percabangan dari arteri interosseous komunis. Aliran darah balik diperankan oleh vena radialis, ulnaris, dan brachialis.



Gambar 10.4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Siku

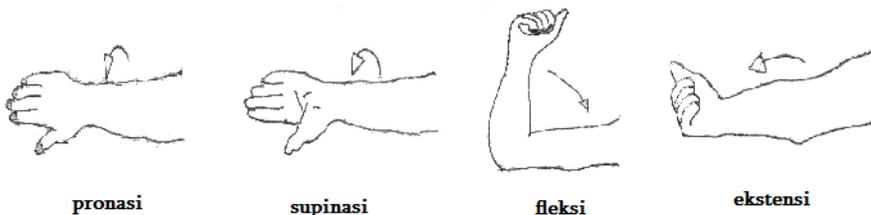
Siku bagian anterior, diinervasi oleh saraf musculocutaneous, median, dan radial. Siku bagian posterior diinervasi oleh saraf ulnaris dan saraf radialis bagian anconeus.

## 5. Gerakan Sendi Siku

---

Otot-otot yang berfungsi pada gerakan sendi siku ialah brachioradialis, biceps brachii, triceps brachii, pronator teres dan supinator.

1. Gerakan fleksi persendian siku ditunjang oleh otot biceps brachii, brachialis, brachioradialis, pronator teres, flektor carpi radialis, palmaris longus, dan fleksor digitorum.
2. Gerakan ekstensi diperankan oleh triceps brachii, anconeus, ekstensor carpi, digitarum communis, dan carpi ulnaris.
3. Gerakan supinasi diperankan oleh otot supinator, biceps brachii, brachioradialis, ekstensor carpi radialis, ekstensor policis brevis, ekstensor policislongus, abductor policis longus, dan ekstensor indicis propius.
4. Gerakan pronasi ditunjang otot pronator teres, pronatus quadratus, fleksor carpi radialis, dan palmaris longus.



Gambar 10.5. Gerakan Sendi Siku

## B. Patofisiologi

---

Siku merupakan sendi yang sering mengalami cedera karena banyak aktivitas sehari-hari yang melibatkan sendi siku. Beberapa gangguan yang sering terjadi antara lain adalah:

### 1. Arthritis

---

Arthritis pada siku biasanya disebabkan oleh rheumatis arthritis, gout maupun terjadi setelah fraktur.

## 2. Epicondylitis

---

Epicondylitis merupakan kondisi nyeri yang terjadi pada siku, di mana otot yang memungkinkan pergelangan tangan dan jari untuk bergerak bertemu dengan tulang. Bila gangguan ini terjadi di epicondylus lateral disebut sebagai tennis elbow (lateral epicondylitis). Ketika terjadi di bagian epicondylus medial keadaan ini disebut golfer elbow (medial epicondylitis). Tennis elbow merupakan penyakit yang sering terjadi pada populasi umum, sedangkan pada kelompok pekerjaan yang menggunakan tangan secara intensif lebih sering terjadi epikondylitis medial.

### a) Epicondylitis Lateral (Tennis elbow)

Tennis elbow biasanya disebabkan gerakan-gerakan fleksi dan ekstensi lengan depan berulang-ulang. Gangguan ini ditandai adanya keluhan rasa nyeri di siku bagian lateral yang kadang-kadang menjalar ke lengan bawah dan punggung tangan. Pada gangguan ini terjadi robekan inkomplit pada origo tendo periosteal otot ekstensor carpi radialis brevis di epicondylus lateralis humeri. Nyeri tersebut akan bertambah setelah beraktivitas, terutama pada gerakan dorso fleksi sendi pergelangan tangan, dan terasa kaku dan nyeri.

### b) Epicondylitis Medial (Golfer elbow)

Epicondylitis medial terjadi pada epicondylus medialis sendi siku. Gejala dan penyebab dari gangguan ini menyerupai tennis elbow. Gangguan ini diperkirakan disebabkan oleh pengerahan tenaga yang berulang dan kuat dari pergelangan tangan dan jari. Trauma juga dapat berperan sebagai salah satu penyebab gangguan ini. Epikondylitis biasanya terjadi pada orang berusia 40 tahun ke atas dan jarang terjadi di bawah usia 30 tahun. Patologi gangguan ini adalah bahwa ada robekan pada insersi otot. Gejala epikondylitis termasuk rasa sakit, terutama selama pengerahan tenaga tangan dan pergelangan tangan, dan mencengkeram dengan siku diperpanjang mungkin sangat menyakitkan. Durasi epikondylitis biasanya dari beberapa minggu hingga beberapa bulan, setelah itu biasanya ada pemulihan total.

## 3. Bursitis Olecranon

---

Olecranon bursitis merupakan peradangan pada kantung berisi cairan di sisi punggung siku (olecranon bursa). Bursa olecranon yang berada di antara ujung-ujung processus olecranon dan kulit adalah bursa yang paling sering mengalami radang. Gangguan ini dapat disebabkan oleh trauma mekanis berulang (bursitis traumatica). Gangguan ini dapat pula karena infeksi atau terkait dengan asam

urat. Terdapat pembengkakan lokal dan gerakan seperti gelombang pada palpasi karena akumulasi cairan di bursa.

#### 4. Osteoarthritis

Osteoarthritis pada siku merupakan penyakit degeneratif akibat kerusakan tulang rawan di siku dan jarang ditemukan pada orang di bawah usia 60 tahun. Gejalanya meliputi nyeri lokal, yang pada awalnya dirasakan saat bergerak dan lama kelamaan juga dirasakan juga saat istirahat. Penderita dapat pula mengalami keterbatasan rentang gerak sampai dengan penguncian sendi dapat. Pada pemeriksaan radiologi dapat terlihat pertumbuhan jaringan tulang baru di tempat ligamen dan tendon bertemu dengan tulang. Terkadang potongan tulang rawan atau tulang yang longgar dapat pula terlihat. Kerusakan pada tulang rawan sendi dapat mengakibatkan kerusakan jaringan tulang di bawahnya dan deformasi permukaan sendi.

Pencegahan dan pengobatan osteoarthritis siku menekankan pada optimalisasi beban kerja dengan meningkatkan alat dan metode kerja untuk mengurangi beban mekanis yang dikenakan pada ekstremitas atas, dan meminimalkan paparan getaran. Terapi gerakan aktif dan pasif dapat digunakan untuk meminimalkan pembatasan dalam rentang gerak.

### C. Program Latihan

Tabel 10.1. Contoh Program Latihan Regio Bahu

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I. Loosening				
1	Posisi duduk atau berdiri	Gerakan sendi siku fleksi dan ekstensi secara cepat	4 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
2	Posisi duduk atau berdiri	Gerakan sendi siku pronasi dan supinasi secara cepat	4 x 8	
II.	Stretching			
1	Posisi duduk atau berdiri	Gerakan sendi siku fleksi semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menekan)	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
		Gerakan sendi siku ekstensi semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menekan)		
2	Posisi duduk atau berdiri	<p>Gerakan sendi siku pronasi semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menekan)</p> <p>Gerakan sendi siku supinasi semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menekan)</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
3	Posisi duduk atau berdiri kedua tangan lurus ke depan	<p>Gerakan fleksi maksimal sendi pergelangan tangan tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menekan)</p> <p>Gerakan ekstensi maksimal sendi pergelangan tangan tahan selama 5 detik (tangan yang lain dapat membantu menekan)</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
III.	Strengthening			
1	Posisi duduk atau berdiri	<p>Gerakan sendi siku fleksi semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain melawan gerakan)</p> <p>Gerakan sendi siku ekstensi semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain melawan gerakan)</p>	2 x 8	   

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
2	Posisi duduk atau berdiri	<p>Gerakan sendi siku pronasi semaksimal mungkin tahan selama 5 detik. (tangan yang lain melawan gerakan)</p> <p>Gerakan sendi siku supinasi semaksimal mungkin tahan selama 5 detik (tangan yang lain melawan gerakan)</p>	2 x 8	   

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
3	Posisi duduk atau berdiri kedua tangan lurus ke depan	<p>Gerakan fleksi maksimal sendi pergelangan tangan tahan selama 5 detik (tangan yang lain melawan gerakan)</p> <p>Gerakan ekstensi maksimal sendi pergelangan tangan tahan selama 5 detik (tangan yang lain melawan gerakan)</p>	2 x 8	   

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
	<p>Posisi duduk atau berdiri tangan meremas bola elastis</p>	<p>Remas bola dengan kuat pada posisi pronasi dan supinasi 1-62</p>	<p>2 x 8</p>	

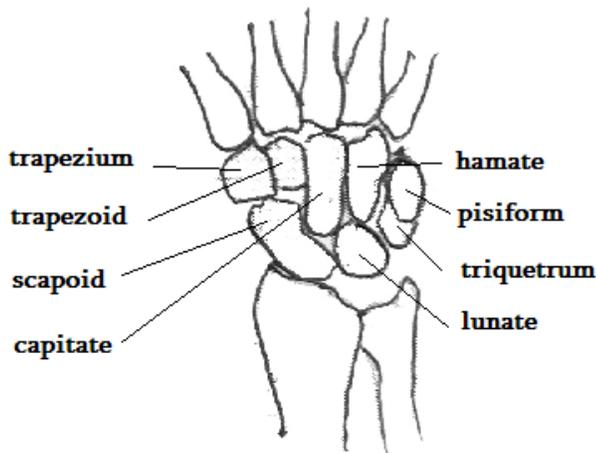
No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
	Posisi berdiri, telapak tangan bertumpu pada meja	Doronglah tangan sampai batas maksimal kemudian tahan selama 5 detik	2 x 8	

## BAB 11. REGIO PERGELANGAN TANGAN

### A. Anatomi dan Fisiologi

#### 1. Tulang Sendi Pergelangan Tangan

Tulang pergelangan tangan tersusun atas delapan tulang carpal yang terdiri atas dua baris tulang karpal yang terdiri atas dari empat jenis tulang carpal. Baris bagian proksimal bersendi dengan tulang radius dan ulna, sedangkan baris bagian distal bersendi dengan ruas tulang metacarpal.



Gambar 11.1. Tulang Sendi Pergelangan Tangan

Tulang carpal pada baris proksimal, dari sisi radial ke sisi ulnaris terdiri atas tulang (1) scaphoid; (2) lunate; (3) triquetrum; dan (4) pisiform. Sementara pada baris kedua dari sisi radial ke ulnar terdapat distal baris terdiri atas (5) trapezium; (6) trapezoid; (7) capitate; dan (8) hamate. Ujung tulang carpal memiliki kartilago yang membantu pergerakan sendi. Jenis persendian tangan berjenis sendi synovial. Semua tulang carpal berperan dalam pergerakan pergelangan tangan kecuali bagian pisiformis yang dilewati oleh tendo flekson

carpi. Scapoid berfungsi untuk menghubungkan kedua baris tulang carpal dan merupakan titik lemah dari sendi pergelangan tangan.

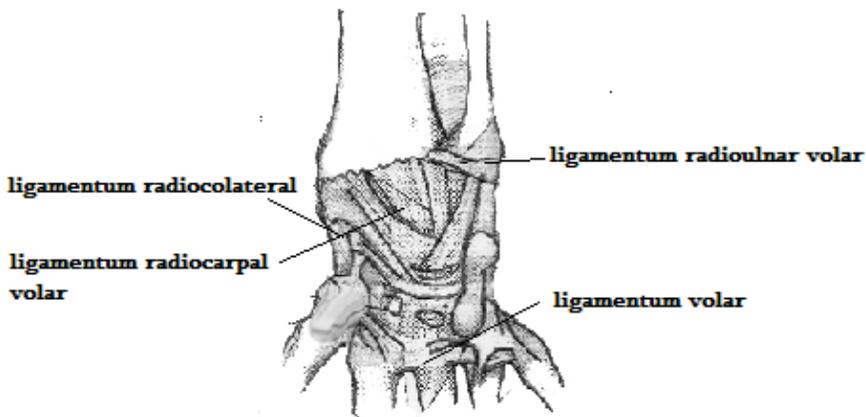
Bagian distal dari tulang carpal terhubung dengan basis metacarpal kedua dan ketiga. Fleksor retinaculum menghubungkan pisiform, hamate, scaphoid, dan trapezium membentuk carpal tunnel.

Sendi pergelangan tangan merupakan sendi yang kompleks dengan banyak artikulasi yang memungkinkan banyak gerakan dengan jangkauan sendi yang luas. Gerakan yang dapat dilakukan meliputi fleksi, ekstensi, circumduksi, deviasi radial, dan deviasi ulnar. Sendi radioulnar distal dapat melakukan gerakan pronasi dan supinasi ketika sendi radius memutar ulna. Barisan pertama carpal bersendi dengan radius dan ulna dan memungkinkan gerakan fleksi, ekstensi, deviasi ulna, dan deviasi radius.

## 2. Ligamen Sendi Pergelangan Tangan

---

Sendi pergelangan tangan didukung oleh ligamen palmar yang bermula dari radius dan ulna. Pada bagian dorsal, sendi pergelangan tangan didukung oleh ligamen intercarpal antara scaphoid dan triquetrum serta didukung ligamen radiocarpal.



Gambar 11.2. Ligamen Sendi Pergelangan Tangan

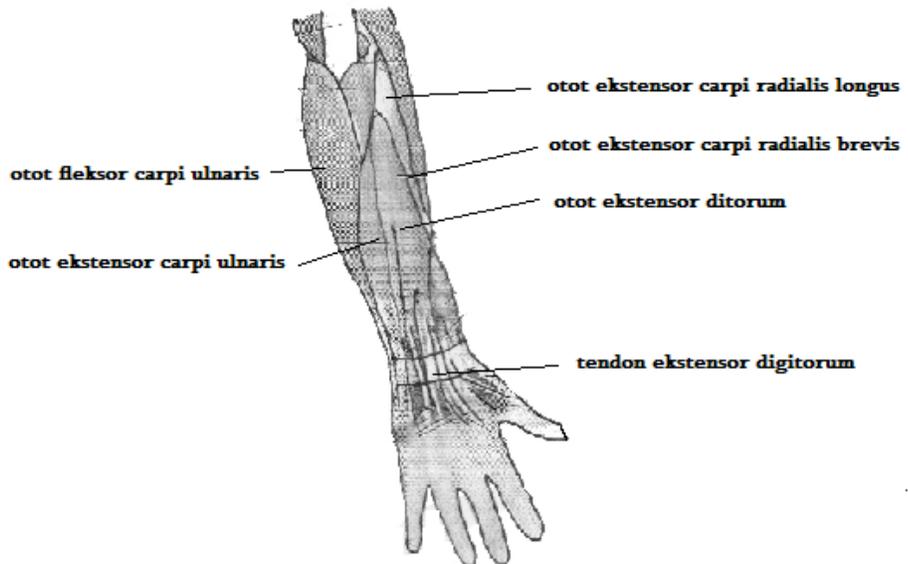
Pada sendi intercarpal gerakan antara tulang carpal sangat terbatas. Ligamen ini didukung oleh ligamen intrinsik yang sangat kuat. Dua di antaranya adalah ligamen scapholunate dan lunotriquetral. Cedera atau gangguan pada bagian tersebut dapat mengakibatkan ketidakstabilan pada sendi pergelangan tangan. Semua tulang carpal bagian distal bersendi dengan tulang metacarpal membentuk sendi carpometacarpal. Sendi metacarpal pertama memiliki

kemampuan gerak yang lebih besar dibanding dengan sendi metacarpal kedua maupun ketiga.

### 3. Otot Sendi Pergelangan Tangan

---

Kompleks otot intrinsik merupakan otot yang hanya bekerja pada jari tangan sedangkan komplek otot ekstrinsik yang bekerja pada pergelangan tangan maupun jari tangan.



Gambar 11.3. Otot Sendi Pergelangan Tangan

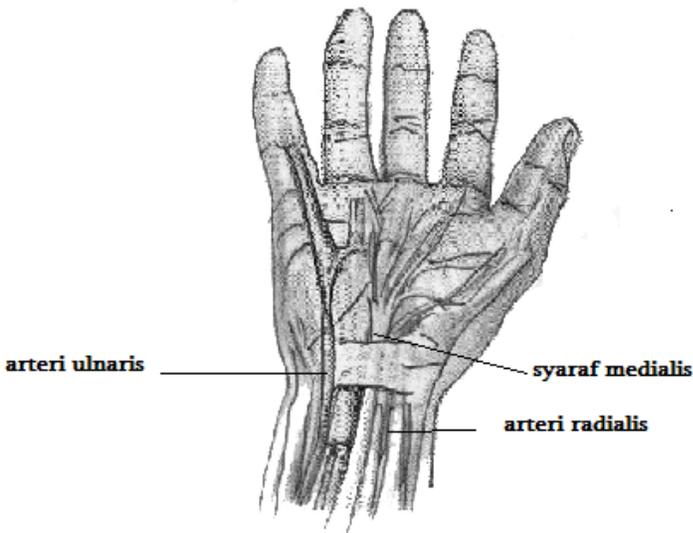
Otot carpal meliputi otot extensor carpi radialis longus, extensor carpi radialis brevis, extensor carpi ulnaris, flexor carpi radialis, flexor carpi ulnaris dan palmaris longus. Dari nama otot-otot tersebut telah dapat diketahui fungsi dari otot tersebut, kecuali otot palmaris longus yang berfungsi untuk fleksi pergelangan tangan.

Otot ekstrinsik meliputi otot extensor digitorum, extensor indicis, extensor digiti minimi, flexor digitorum superficialis, flexor digitorum profundus, flexor pollicis longus, extensor pollicis longus, extensor pollicis brevis, dan abductor pollicis longus. Dari nama otot-otot tersebut telah dapat diketahui fungsi dari otot tersebut.

#### 4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Pergelangan Tangan.

---

Arteri utama yang memasok pergelangan tangan dan tangan adalah arteri radialis dan ulnaris yang kemudian melanjut menjadi arteri palmaris.



Gambar 11.4. Peredaran Darah dan Persarafan Sendi Pergelangan Tangan

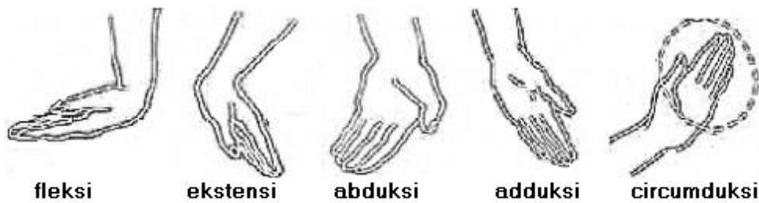
Tiga saraf utama dari tangan adalah saraf ulnaris, saraf radial dan median. Saraf ulnaris memasuki telapak tangan dengan melewati antara tulang carpal. Saraf radialis memasuki pergelangan tangan dari bagian belakang lengan bawah antara otot ekstensor superfisialis dan profunda. Saraf median memasuki telapak tangan melalui carpal tunnel.

#### 5. Gerakan Sendi Pergelangan Tangan

---

1. Gerakan abduksi dilakukan oleh otot ekstensor carpi radialis longus, abductor pollicis longus, ekstensor pollicis longus, flexor carpi radialis dan flexor pollicis longus.
2. Gerakan adduksi dilakukan oleh otot ekstensor carpi ulnaris, flexor carpi ulnaris, ekstensor digitorum dan ekstensor digiti minimi.
3. Gerakan ekstensi dilakukan oleh otot ekstensor digitorum, ekstensor carpi radialis longus, ekstensor carpi radialis brevis, ekstensor indicis, ekstensor pollicis longus dan ekstensor digiti minimi.

4. Gerakan fleksi dilakukan oleh otot flexor digitorum superficialis, flexor digitorum profundus, flexor carpi ulnaris, flexor pollicis longus, flexor carpi radialis dan abductor pollicis longus.



Gambar 11.5. Gerakan Sendi Pergelangan Tangan

## B. Patofisiologi

Nyeri pergelangan tangan sangat sering dijumpai. Beberapa penyebab nyeri pergelangan tangan antara lain adalah:

### 1. Sprain

Sprain merupakan cedera pada ligamen otot. Sprain pada sendi pergelangan tangan dapat menimbulkan nyeri, bengkak dan kelemahan pada otot sehingga mengalami penurunan fungsi tangan secara umum.

### 2. Carpal tunnel Syndrome

Tunel karpal merupakan lorong sempit di pergelangan tangan dengan lebar sekitar satu inci (2.5 cm). Lantai dan sisi tunel dibentuk oleh tulang pergelangan tangan kecil yang disebut tulang karpal. Tunel karpal melindungi saraf median dan tendon fleksor yang menekuk jari tangan dan ibu jari. Atap tunel merupakan pita kuat jaringan ikat yang disebut ligamen karpal transversal. Karena batas-batas ini sangat kaku, tunel karpal memiliki sedikit kapasitas untuk “meregangkan” atau bertambah besar.

Saraf medianus merupakan salah satu saraf utama di tangan. Saraf ini berasal percabangan akar saraf di leher. Akar-akar saraf ini bersatu untuk membentuk satu saraf di lengan. Saraf median turun ke lengan dan lengan bawah, melewati tunel karpal di pergelangan tangan, dan masuk ke tangan. Saraf memberikan perasaan di ibu jari dan telunjuk, jari tengah, dan jari manis. Saraf juga mengontrol otot-otot di sekitar pangkal ibu jari. Sembilan tendon otot yang memfleksikan jari dan ibu jari juga berjalan melalui tunel karpal. Tendon ini disebut tendon fleksor.

Carpal tunnel syndrome merupakan kelainan pada saraf median dimana jalur saraf pada daerah carpal tunnel mengalami cedera atau tekanan. Cedera ini sering terjadi pada penggunaan pergelangan tangan yang berlebihan. Pada kebanyakan pasien, carpal tunnel syndrome memburuk dari waktu ke waktu, sehingga diagnosis dan pengobatan dini sangat penting. Sejak dini, gejalanya sering kali dapat dikurangi dengan tindakan sederhana seperti mengenakan bidai pergelangan tangan atau menghindari aktivitas tertentu. Namun, jika tekanan pada saraf median terus berlanjut, hal itu dapat menyebabkan kerusakan saraf dan gejala yang memburuk. Untuk mencegah kerusakan permanen, operasi untuk menghilangkan tekanan dari saraf median diperlukan untuk sebagian pasien.

### 3. Arthritis

---

Arthritis merupakan radang yang terjadi pada struktur sendi pergelangan tangan. Radang tersebut dapat diakibatkan gangguan metabolik seperti rheumatoid arthritis atau dapat pula terjadi akibat cedera.

### 4. Tenosinovitis dan Peritendinitis Pergelangan Tangan dan Jari

---

Di pergelangan tangan dan jari tangan, tendon dikelilingi oleh selubung tendon, yang merupakan struktur tubular yang mengandung cairan untuk memberikan pelumasan dan perlindungan bagi tendon. Tenosinovitis merupakan peradangan pada selubung tendon tersebut sedangkan peritendinitis adalah peradangan pada tempat bertemunya otot dengan tendon.

Angka kejadian tenosinovitis atau peritendinitis sangat bervariasi sesuai dengan aktivitas fisiknya. Insiden tinggi telah dilaporkan biasanya di antara pekerja yang banyak menggunakan tangan sebagai akibat dari *overuse* atau *repetitive injury*. Gangguan tendon lebih sering terjadi di sisi bagian posterior daripada di sisi fleksor pergelangan tangan. Postur pergelangan tangan yang kurang ergonomis saat beraktivitas di tempat kerja dan suhu lingkungan yang rendah juga dianggap sebagai faktor risikonya. Tenosinovitis dan peritendinitis terjadi pada semua usia, sedangkan wanita sedikit lebih rentan daripada pria. Tenosinovitis dapat disebabkan oleh infeksi bakteri, dan beberapa penyakit sistemik seperti artritis reumatoid dan asam urat.

Pada tenosinovitis, daerah selubung tendon terasa nyeri, terutama pada ujung selubung tendon. Pergerakan tendon dibatasi atau terkunci, dan ada kelemahan dalam mencengkeram. Gejalanya seringkali paling buruk di pagi hari, dan kemampuan fungsional meningkat setelah beberapa aktivitas. Daerah selubung tendon terasa nyeri pada palpasi, dan dapat ditemukan kelenjar

getah bening yang nyeri. Menekuk pergelangan tangan dapat meningkatkan rasa sakit. Area selubung tendon juga dapat membengkak. Gerakan menekuk pergelangan tangan ke depan dan ke belakang dapat menyebabkan krepitasi. Pada peritendinitis, terjadi pembengkakan fusiform yang khas sering terlihat di bagian belakang lengan bawah. Tenosinovitis pada tendon fleksor pada aspek palmar pergelangan tangan dapat menyebabkan terjepitnya nervus medianus saat berjalan melalui pergelangan tangan, yang mengakibatkan carpal tunnel syndrome.

Patologi pada tahap akut penyakit ini ditandai dengan akumulasi cairan dan zat yang disebut fibrin di selubung tendon pada tenosinovitis, dan di paratendon pada peritendinitis. Gejala utamanya berupa nyeri tekan pada palpasi. Upaya pencegahannya adalah meminimalkan gerakan kerja yang sangat berulang dan kuat. Selain itu perlu diperhatikan faktor ergonomis kerja. Prognosis tenosinovitis dan peritendinitis biasanya baik, dan sebagian besar pulih seperti semula.

#### 5. Tenosinovitis De Quervain

---

Tenosinovitis De Quervain merupakan tenosinovitis yang menyempit pada selubung tendon otot yang mengeksensikan dan abduksi ibu jari tangan. Kondisi ini terjadi pada semua usia namun lebih sering terjadi pada wanita. Gerakan berulang yang berkepanjangan pada pergelangan tangan dan trauma tumpul diduga sebagai faktor penyebab. Gejalanya umumnya berupa nyeri lokal di pergelangan tangan dan kelemahan genggamannya. Rasa sakit kadang-kadang bisa meluas ke ibu jari atau sampai ke lengan bawah. Terdapat nyeri tekan dan akhirnya penebalan pada palpasi di lokasi penyempitan. Kadang-kadang penebalan nodular dapat terlihat. Tes Finkelstein dengan cara menekuk pergelangan tangan ke arah jari kelingking dengan ibu jari tertekuk di telapak tangan biasanya memperburuk gejala.

#### 6. Osteoarthritis

---

Osteoarthritis sendi pertama antara pangkal ibu jari dan pergelangan tangan (sendi carpometacarpal) cukup umum terjadi pada populasi umum dan lebih sering terjadi pada wanita daripada pria. Osteoarthritis lebih jarang terjadi pada buku-buku jari (sendi metacarpo-phalangeal), dengan pengecualian pada sendi meta-carpophalangeal ibu jari. Etiologi kelainan ini belum diketahui dengan pasti.

Perubahan osteoarthrotic umum terjadi pada sendi yang paling dekat dengan ujung jari (sendi interphalangeal distal jari). Osteoarthritis

interphalangeal distal dapat dideteksi dengan pemeriksaan klinis sebagai pertumbuhan nodular pada sendi, yang disebut nodus Heberden. Beban sendi yang terkait dengan manipulasi alat, gerakan berulang dari tangan dan lengan mungkin bersama-sama dengan trauma kecil, beban permukaan sendi dalam postur ekstrim, dan kerja statis telah dianggap sebagai faktor penyebab yang mungkin untuk osteoarthritis pergelangan tangan dan tangan.

Gejala osteoarthritis termasuk nyeri saat bergerak pada tahap awal, kemudian juga terasa saat istirahat. Keterbatasan gerak pada pergelangan tangan tidak secara nyata mengganggu aktivitas kerja atau aktivitas sehari-hari lainnya, sedangkan osteoarthritis pada sendi jari dapat mengganggu genggaman.

## 7. Sindrom Kompartemen

---

Otot, saraf, dan pembuluh darah di lengan bawah dan tangan terletak di kompartemen tertentu yang dibatasi oleh tulang, membran, dan jaringan ikat lainnya. Sindrom kompartemen terjadi bila terjadi tekanan intrakompartemen terus-menerus yang dapat terjadi setelah trauma, seperti patah tulang pada lengan.

Gejala sindrom kompartemen meliputi ketegangan pada batas fascia kompartemen, nyeri selama kontraksi otot dan kemudian juga selama istirahat, dan kelemahan otot. Pada pemeriksaan klinis, area kompartemen terasa nyeri, nyeri pada peregangan pasif, dan mungkin ada penurunan sensitivitas pada distribusi saraf yang melewati kompartemen. Pengukuran tekanan intrakompartemen selama istirahat dan aktivitas, dan setelah aktivitas, telah digunakan untuk mengonfirmasi diagnosis, tetapi kesepakatan penuh tentang nilai normal tidak ada.

Tekanan intra kompartemen meningkat ketika volume isi meningkat dalam kompartemen. Hal ini diikuti dengan peningkatan tekanan darah vena, penurunan perbedaan tekanan darah arteri dan vena yang pada gilirannya mempengaruhi suplai darah ke otot. Hal ini dapat diikuti oleh produksi energi anaerobik dan cedera otot. Pencegahan sindrom kompartemen aktivitas termasuk menghindari atau membatasi aktivitas pasca cedera terutama fraktur.

## 8. Trombosis Arteri Ulnaris (Sindrom Hipotenar Hammer)

---

Arteri ulnaris dapat mengalami kerusakan dan selanjutnya terjadi trombosis dan oklusi pembuluh darah di kanalis Guyon pada aspek dalam (ulnaris) telapak tangan. Riwayat trauma berulang pada sisi ulnaris telapak tangan (eminensia hipotenar) sering mendahului gangguan ini. Gejalanya meliputi nyeri dan kram serta intoleransi dingin pada jari keempat dan kelima. Keluhan neurologis

juga mungkin terjadi seperti nyeri, parestesia dan kesemutan, tetapi kinerja otot biasanya normal. Pada pemeriksaan klinis, kesejukan dan pucat pada jari keempat dan kelima dapat diamati, serta perubahan nutrisi pada kulit. Tes Allen biasanya positif, menunjukkan bahwa setelah menekan arteri radial, tidak ada darah yang mengalir ke telapak tangan melalui arteri ulnaris. Benjolan lunak yang teraba dapat ditemukan di daerah hipotenar.

#### 9. Kontraktur Dupuytren

---

Kontraktur Dupuytren merupakan pemendekan progresif (fibrosis) fascia palmaris (jaringan ikat yang menghubungkan tendon flektor jari) tangan, yang menyebabkan kontraktur permanen jari dalam posisi fleksi. Prevalensi penyakit di antara pria adalah dua kali lipat di antara wanita, dan sering pada pria berusia di atas 60 tahun. Kontraktur Dupuytren dikaitkan dengan epilepsi, diabetes tipe 1, konsumsi alkohol, dan merokok. Perubahan fibrotik muncul pertama sebagai node. Kemudian fascia menebal dan memendek, membentuk perlekatan seperti akord ke jari. Saat proses berlangsung, jari-jari berubah menjadi fleksi permanen. Jari kelima dan keempat biasanya terkena terlebih dahulu, tetapi jari-jari lain juga mungkin terlibat. Bantalan buku jari dapat terlihat di sisi belakang jari.

#### 10. Ganglia Pergelangan Tangan dan Tangan

---

Kista ganglion merupakan pembengkakan jinak yang biasanya berisi cairan. Kista ganglion bukan merupakan proses keganasan sehingga tidak berisiko menyebar ke seluruh tubuh. Ganglion merupakan kantung kecil berisi cairan yang lunak. Keadaan ini mewakili mayoritas dari semua tumor jaringan lunak tangan. Ganglia sering terjadi, terutama pada bagian luar posterior pergelangan tangan (ganglion dorsoradial). Ganglion pergelangan tangan volar (pada aspek palmar pergelangan tangan) biasanya terletak di sisi luar tendon flektor radial pergelangan tangan. Ganglion ketiga yang sering terjadi terletak di puli selubung tendon flektor jari setinggi buku-buku jari. Ganglion pergelangan tangan volar dapat menyebabkan terjepitnya saraf median di pergelangan tangan, mengakibatkan carpal tunnel syndrome. Dalam kasus yang jarang terjadi ganglion dapat terletak di kanal ulnaris (kanal Guyon) di telapak tangan bagian dalam dan menyebabkan terjepitnya saraf ulnaris.

Tabel 11.1. Contoh Program Latihan Regio Pergelangan Tangan

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I. Loosening				
1.	Posisi duduk atau berdiri	Gerakkan sendi pergelangan tangan fleksi dan ekstensi secara berturutan	4 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
2.	Posisi duduk atau berdiri	Gerakkan sendi pergelangan tangan pronasi dan supinasi secara berturutan	4 x 8	
				

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
3.	Posisi duduk atau berdiri	Gerakkan sendi pergelangan tangan ulnar dan radial deviasi secara berturutan	4 x 8	
4	Posisi duduk atau berdiri	Gerakan sendi pergelangan tangan secara rotasi penuh (circumduksi)	4 x 8	
II.	Stretching			

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
1.	Posisi duduk atau berdiri	<p>Gerakkan sendi pergelangan tangan fleksi secara maksimal (tangan yang lain dapat membantu menekan)</p> <p>Gerakkan sendi pergelangan tangan ekstensi secara maksimal (tangan yang lain dapat membantu menekan)</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
2.	Posisi duduk atau berdiri	<p>Gerakkan sendi pergelangan tangan pronasi secara maksimal (tangan yang lain dapat membantu menekan)</p> <p>Gerakkan sendi pergelangan tangan supinasi secara maksimal (tangan yang lain dapat membantu menekan)</p>	2 x 8	
III.	<b>Strengthening</b>			
1.	Posisi duduk atau berdiri	Gerakkan sendi pergelangan tangan fleksi secara maksimal (tangan yang lain melawan gerakan)	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
		Gerakkan sendi pergelangan tangan ekstensi secara maksimal (tangan yang lain melawan gerakan)		
2.	Posisi duduk atau berdiri	Gerakkan sendi pergelangan tangan pronasi secara maksimal (tangan yang lain melawan gerakan)	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
		<p>Gerakkan sendi pergelangan tangan supinasi secara maksimal (tangan yang lain melawan gerakan)</p>		

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
	<p>Posisi duduk atau berdiri memegang bola (ukuran kecil, sedang sampai besar)</p>	<p>Remaslah bola sekuat mungkin tahan selama 5 detik</p>	<p>2 x 8</p>	



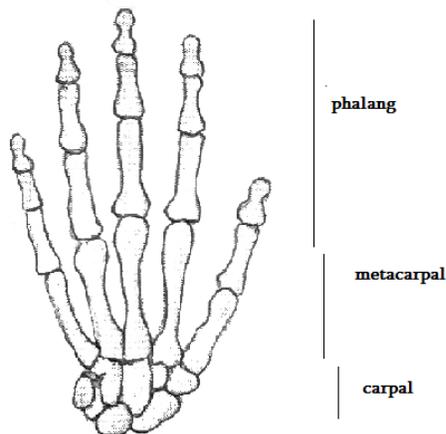
## BAB 12. REGIO JARI TANGAN

### A. Anatomi dan Fisiologi

Jari tangan merupakan struktur penting yang berperan dalam berbagai jenis aktivitas motoris maupun sensoris. Perannya yang penting dalam kehidupan sehari-hari membuat jari tangan rentan mengalami cedera.

#### 1. Tulang Sendi Jari Tangan

Sendi jari tangan terdiri atas 5 tulang metacarpal dan 14 phalang. Tulang metacarpal yang pertama (ibu jari) merupakan tulang metacarpal yang terpendek namun memiliki kapasitas gerak yang paling besar. Tulang ini bersendi dengan trapezium, Empat tulang metacarpal yang lain bersendi dengan trapezoid, capitate, dan hamate. Setiap jari tangan terdiri atas tiga phalang (proksimal, tengah, dan distal) kecuali ibu jari yang hanya memiliki 2 phalang.



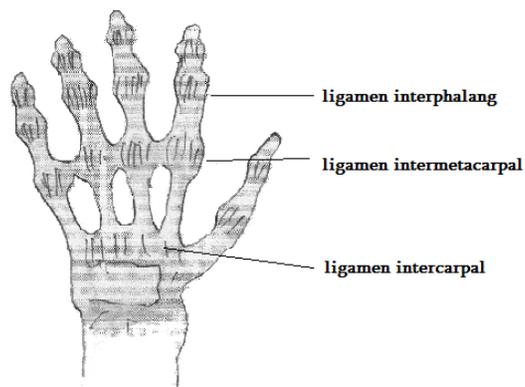
Gambar 12.1. Tulang Sendi Jari Tangan

Jenis artikulasi pada sendi jari tangan meliputi persendian interphalang, persendian metacarpophalangeal dan persendian intercarpal. Jenis sendi tersebut berjenis elipsoidea dan memungkinkan terjadinya gerakan fleksi, ekstensi, adduksi, abduksi dan circumduksi.

## 2. Ligamen Sendi Jari Tangan

---

Pada sendi metacarpophalangeal, gerakan ke arah lateral dibatasi oleh ligamen collateral. Pengaturan ligamen tersebut memungkinkan ligamen untuk mengikat tulang ketika fleksi dan melonggarkan sendi apabila ekstensi. Pada sendi interphalangeal, ekstensi dibatasi oleh ligamen volar serta ligamen collateral yang merapatkan sendi baik pada saat ekstensi maupun fleksi.

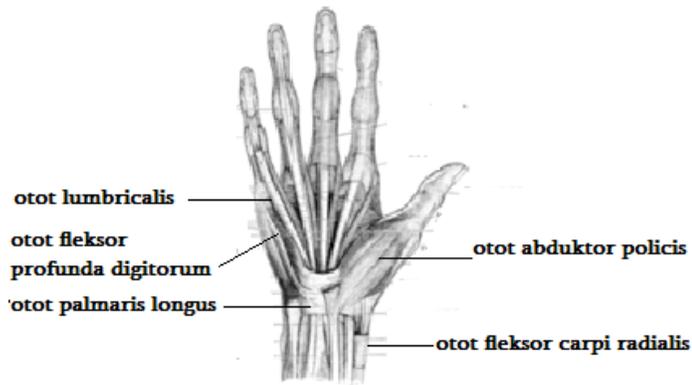


Gambar 12.2. Ligamen Sendi Jari Tangan

## 3. Otot Sendi Jari Tangan

---

Otot intrinsik merupakan kelompok otot pada tangan yang bertugas menggerakkan jari. Kelompok otot tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 12.3. Otot Sendi Jari Tangan

Otot intrinsik terdapat pada tangan dan dibagi menjadi empat kelompok yakni thenar, hypothenar, lumbrical, dan otot interossei.

Kelompok otot thenar terdiri atas otot abductor pollicis brevis, flexor pollicis brevis, opponens pollicis, dan adductor pollicis. Otot tersebut berorigo pada flektor retinakulum dan berinsersi pada phalang proksimal ibu jari. Kelompok otot ini dipersarafi saraf median.

Kelompok otot hypothenar terdiri atas otot palmaris brevis, abductor digiti minimi, flexor digiti minimi dan opponens digiti minimi. Kelompok saraf ini dipersarafi saraf ulnar. Kelompok otot ini berorigo pada flektor retinakulum dan tulang carpal dan berinsersi pada phalang proksimal jari kelingking.

Kelompok otot lumbrical yang bertanggung jawab pada fleksi sendi metacarpophalangeal dan ekstensi sendi interphalangeal. Kelompok otot ini berorigo pada flektor digitorum profundus dan berinsersi pada extensor tendon jari. Bagian jari telunjuk dan jari tengah dipersarafi saraf median sedangkan bagian kelingking dan jari manis dipersarafi saraf ulnar.

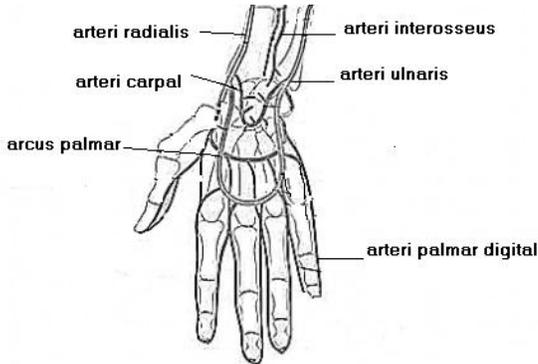
Kelompok otot interossei terdiri atas tiga otot anterior dan empat otot posterior yang kesemuanya diinervasi oleh saraf ulnar. Kelompok otot ini berorigo pada bagian lateral lumbrical.

#### 4. Pembuluh Darah dan Persarafan Sendi Jari Tangan

---

Arteri radialis terletak di antara otot brachioradialis dan flexor carpi radialis yang kemudian masuk membentuk arteri palmar. Arteri ulnaris berasal dari lengan atas di bawah otot flektor carpi ulnaris dan masuk ke pergelangan tangan

lewat kanalis Guyon dan kemudian bercabang menjadi arteri palmar profunda dan arteri palmar superfisial.



Gambar 12.4. Peredaran Darah Sendi Jari Tangan

Arteri ulnaris dan radialis kemudian bercabang menjadi arteri digitalis yang memvaskularisasi jari-jari tangan. Persarafan pada jari-jari tangan diperankan oleh tiga saraf utama yang bekerja secara motoris maupun sensoris yakni saraf radialis, saraf median, dan saraf ulnaris.

#### 5. Gerakan Sendi Jari Tangan

- a. Gerakan fleksi jari tangan dilakukan oleh otot flexor carpi ulnaris, flexor carpi radialis, palmaris longus, flexor digitorum superficialis, flexor digitorum profundus
- b. Gerakan ekstensi jari tangan dilakukan oleh extensor carpi ulnaris, extensor carpi radialis longus, extensor carpi radialis brevis, extensor digitorum; extensor indicis (hanya pada jari telunjuk).
- c. Gerakan abduksi jari tangan dilakukan oleh otot dorsal interosseous.
- d. Gerakan adduksi jari tangan dilakukan oleh otot palmar interosseous.



**abduksi/adduksi**



**fleksi/ekstensi**

## B. Patofisiologi

---

Sendi jari tangan merupakan sendi yang sering mengalami cedera. Cedera terutama disebabkan oleh penggunaan yang berlebihan namun dapat pula disebabkan gangguan metabolik seperti rheumatoid arthritis maupun gout.

### 1. Arthritis

---

Arthritis atau radang pada sendi jari tangan sering dijumpai pada wanita. Penyebab radang sendi pada sendi jari tangan yang sering terjadi adalah rheumatoid arthritis. Pada keadaan ini dapat terjadi perburukan pada sendi yang dapat menimbulkan kecacatan dan penurunan fungsi sendi. Penyebab lain adalah osteoarthritis yang merupakan radang pada sendi jari tangan yang disebabkan oleh penggunaan sendi yang berlebihan. Pada keadaan ini terjadi erosi pada kartilago yang menyusun sendi synovial sendi jari.

### 2. Kontraktur Dupuytren

---

Kontraktur Dupuytren merupakan gangguan yang disebabkan oleh penebalan pada kulit telapak tangan. Gangguan ini sering muncul pada penderita diabetes dan perokok. Gangguan ini umumnya tidak memerlukan perawatan khusus.

### 3. Kista Ganglion

---

Kista ganglion merupakan gangguan jinak dimana terjadi kista yang berisi substansi seperti jeli dan biasanya tidak menimbulkan nyeri kecuali apabila berukuran cukup besar dan mengganggu gerak.

### 4. Tendinitis

---

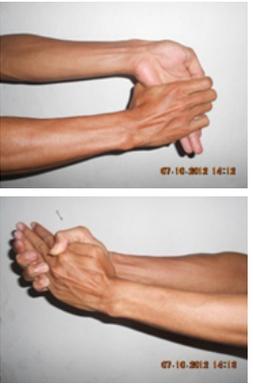
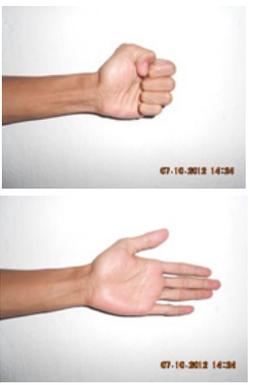
Tendinitis merupakan radang pada tendon. Biasanya tendinitis terjadi akibat pemakaian sendi jari tangan yang berlebihan. Pada sebagian besar kasus tendinitis dapat pulih dengan prinsip istirahat dan kompres es, walaupun demikian ada pula tendinitis yang menjadi kronis dan memerlukan pengobatan lebih lanjut.

## 5. Trigger Finger

---

Trigger finger merupakan gangguan yang muncul ketika terjadi radang pada fasia otot. Pada keadaan ini timbul rasa nyeri dan bengkak. Pada beberapa kasus jari menjadi terkunci dan tidak dapat digerakkan. Trigger finger sering terjadi pada penderita diabetes, gout, dan rheumatoid arthritis.

Tabel 12.1. Contoh Program Latihan Regio Jari Tangan

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
I. Loosening				
1.	Posisi duduk atau berdiri	Gerakkan sendi jari tangan fleksi dan ekstensi secara berturutan	4 x 8	
2.	Posisi duduk atau berdiri	Gerakkan sendi jari tangan ke arah ulnar dan radial secara berturutan	4 x 8	
II. Stretching				
1.	Posisi duduk atau berdiri	<p>Gerakkan sendi jari tangan fleksi secara maksimal</p> <p>Gerakkan sendi jari tangan ekstensi secara maksimal</p>	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
2.	Posisi duduk atau berdiri	Gerakkan sendi jari tangan ke arah ulnar secara maksimal  Gerakkan sendi jari tangan ke arah radial secara maksimal	2 x 8	
III.	<b>Strengthening</b>			
1.	Posisi duduk atau berdiri lingkarilah jari tangan dengan karet gelang yang kuat	Dengan tahanan karet gelang posisikan jari tangan ke dalam posisi ekstensi	2 x 8	
2.	Posisi duduk atau berdiri kedua ruas jari tangan saling bertaut	Doronglah kedua ruas jari tangan satu sama lain		

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
				
3.	Posisi duduk atau berdiri jepitlah kartu dengan kedua ruas jari tangan	Tariklah kedua ujung kartu dengan kedua ruas jari tangan dengan arah yang berlawanan	2 x 8	
4.	Posisi duduk atau berdiri tangan memegang bola (ukuran kecil, sedang sampai besar)	Remaslah bola sekuat mungkin tahan selama 5 detik	2 x 8	
6.	Posisi duduk atau berdiri dengan tangan diletakkan di atas kain tebal di atas meja	Gulung dan tekanlah kain dengan kuat		
7.	Posisi duduk atau berdiri dengan kain kecil diletakkan di antara ruas jari tangan	Remaslah kain tersebut di antara jari tangan	2 x 8	

No	Posisi	Gerakan	Frekuensi	Ilustrasi
8.	Posisi duduk atau berdiri dengan telapak tangan dalam posisi fleksi-supinasi menempel pada meja	Dari gerakan tersebut dorong tangan ke arah meja tahan selama 5 detik	2 x 8	

## REFERENSI DAN BIBLIOGRAFI

- Abdelwakel, I. A. Z. (2016). Impact of rehabilitation exercises program on adductor muscle strain. *Assiut Journal of Sport Science and Arts*, 216(2), 1-13.
- Andrews, J. R., Harrelson, G. L., & Wilk, K. E. (2012). *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete: Expert Consult-Online and Print: Elsevier Health Sciences*.
- Arnold, M. J., & Moody, A. L. (2018). Common running injuries: evaluation and management. *American family physician*, 97(8), 510-516.
- Ashe, M. C., & Khan, K. M. (2004). Exercise prescription. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 12(1), 21-27.
- Bandy, W. D., & Sanders, B. (2007). *Therapeutic exercise for physical therapist assistants: Lippincott Williams & Wilkins*.
- Baoge, L., Van Den Steen, E., Rimbaut, S., Philips, N., Witvrouw, E., Almqvist, K., . . . Vanden Bossche, L. (2012). *Treatment of skeletal muscle injury: a review. ISRN orthopedics*, 2012.
- Barbe, M. F., & Barr, A. E. (2006). Inflammation and the pathophysiology of work-related musculoskeletal disorders. *Brain, behavior, and immunity*, 20(5), 423-429.
- Bergman, S. (2007). Management of musculoskeletal pain. *Best practice & research Clinical rheumatology*, 21(1), 153-166.
- Blair, S., Sallis, R., Hutber, A., & Archer, E. (2012). Exercise therapy—the public health message. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(4), e24-e28.
- Brooks, P. M. (2006). The burden of musculoskeletal disease—a global perspective. *Clinical rheumatology*, 25(6), 778-781.
- Brukner, P. (2012). *Brukner & Khan's clinical sports medicine: McGraw-Hill North Ryde*.
- Burr, D. B., & Milgrom, C. (2001). *Musculoskeletal fatigue and stress fractures: CRC press*.
- Cecchi, F., Pasquini, G., Paperini, A., Boni, R., Castagnoli, C., Pistritto, S., & Macchi, C. (2014). Predictors of response to exercise therapy for chronic

- low back pain: result of a prospective study with one year follow-up. *Eur J Phys Rehabil Med*, 50(2), 143-151.
- Childress, M. A., & Beutler, A. (2013). Management of chronic tendon injuries. *American family physician*, 87(7), 486-490.
- Chinn, L., & Hertel, J. (2010). Rehabilitation of ankle and foot injuries in athletes. *Clinics in sports medicine*, 29(1), 157.
- Clark, N. C., Røijezon, U., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Manual therapy*, 20(3), 378-387.
- Dejaco, B., Habets, B., van Loon, C., van Grinsven, S., & van Cingel, R. (2017). Eccentric versus conventional exercise therapy in patients with rotator cuff tendinopathy: a randomized, single blinded, clinical trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 25(7), 2051-2059.
- Denis, D., St-Vincent, M., Imbeau, D., Jette, C., & Nastasia, I. (2008). Intervention practices in musculoskeletal disorder prevention: a critical literature review. *Applied ergonomics*, 39(1), 1-14.
- Desmeules, F., Boudreault, J., Dionne, C. E., Frémont, P., Lowry, V., MacDermid, J. C., & Roy, J.-S. (2016). Efficacy of exercise therapy in workers with rotator cuff tendinopathy: a systematic review. *Journal of occupational health*, 15-0103-RA.
- Dhillon, H., Dhillon, S., & Dhillon, M. S. (2017). Current concepts in sports injury rehabilitation. *Indian journal of orthopaedics*, 51, 529-536.
- Eitzen, I., Moksnes, H., Snyder-Mackler, L., & Risberg, M. A. (2010). A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 40(11), 705-721.
- Ellapen, T. J., Hammill, H. V., Swanepoel, M., & Strydom, G. L. (2017). The health benefits and constraints of exercise therapy for wheelchair users: A clinical commentary. *African Journal of Disability (Online)*, 6, 1-8.
- Frizziero, A., Trainito, S., Oliva, F., Nicoli Aldini, N., Masiero, S., & Maffulli, N. (2014). The role of eccentric exercise in sport injuries rehabilitation. *British medical bulletin*, 110(1).
- Gibson, A. L., Wagner, D., & Heyward, V. (2018). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*, 8E: Human kinetics.
- Harmon, K. G., Drezner, J., Gammons, M., Guskiewicz, K., Halstead, M., Herring, S., . . . Roberts, W. (2013). American Medical Society for Sports Medicine position statement: concussion in sport. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 23(1), 1-18.

- Hindle, K. B., Whitcomb, T. J., Briggs, W. O., & Hong, J. (2012). Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): Its mechanisms and effects on range of motion and muscular function. *Journal of human kinetics*, 31, 105.
- Hoogvliet, P., Randsdorp, M. S., Dingemanse, R., Koes, B. W., & Huisstede, B. M. (2013). Does effectiveness of exercise therapy and mobilisation techniques offer guidance for the treatment of lateral and medial epicondylitis? A systematic review. *British journal of sports medicine*, 47(17), 1112-1119.
- Houglum, P. A. (2016). *Therapeutic Exercise for Musculoskeletal Injuries 4th Edition: Human Kinetics*.
- Jetté, M., Sidney, K., & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical cardiology*, 13(8), 555-565.
- Judge, N. L., & Fernandes, T. (2007). Assessing and managing patients with musculoskeletal conditions. *Nursing Standard (through 2013)*, 22(1), 51.
- Luttgens, K., Hamilton, N., & Deutsch, H. (1997). *Kinesiology: scientific basis of human motion: Brown & Benchmark Madison, WI*.
- Mitchell, T. (2015). *Introduction to Anatomy & Physiology: The musculoskeletal System Vol 1: New Leaf Publishing Group*.
- Mobasheri, A., & Mendes, A. F. (2013). Physiology and pathophysiology of musculoskeletal aging: current research trends and future priorities. *Frontiers in physiology*, 4, 73.
- Mueller-Wohlfahrt, H.-W., Haensel, L., Mithoefer, K., Ekstrand, J., English, B., McNally, S., . . . Schamasch, P. (2013). Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *British journal of sports medicine*, 47(6), 342-350.
- Nguyen, C., Lefevre-Colau, M.-M., Poiraudau, S., & Rannou, F. (2016). Rehabilitation (exercise and strength training) and Osteoarthritis: A critical narrative review. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 59(3), 190-195.
- Nordin, M., & Frankel, V. H. (2001). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system: Lippincott Williams & Wilkins*.
- Peate, I. (2018). Anatomy and physiology, 5. The musculoskeletal system. *British Journal of Healthcare Assistants*, 12(1), 6-9.
- Peterson, L., & Renstrom, P. A. (2016). *Sports injuries: prevention, treatment and rehabilitation: CRC Press*.
- Petty, N. J., & Barnard, K. (2017). *Principles of musculoskeletal treatment and management e-book: a handbook for therapists: Elsevier Health Sciences*.
- Puntillo, F., Giglio, M., Paladini, A., Perchiazzi, G., Viswanath, O., Urits, I., . . . Brienza, N. (2021). Pathophysiology of musculoskeletal pain: a

- narrative review. *Therapeutic Advances in musculoskeletal Disease*, 13, 1759720X21995067.
- Raji, P., Deyabadi, S., Bagheri, H., Heidarimoghadam, R., Jalili, M., & Mohammadi, Y. (2019). The Effects of Exercise Therapy on Functional Status in Patients with Carpal Tunnel Syndrome. *Journal of Medical Council of Iran*, 37(1), 28-32.
- Ramos, G. A., Arliani, G. G., Astur, D. C., Pochini, A. d. C., Ejnisman, B., & Cohen, M. (2017). Rehabilitation of hamstring muscle injuries: a literature review. *Revista brasileira de ortopedia*, 52(1), 11-16.
- Rep, M. M. M. W. (2004). ACSM's Exercise Is Medicine™: A Clinician's Guide to Exercise Prescription. *Prev Med*, 39, 815-822.
- Risberg, M. A., Grindem, H., & Øiestad, B. E. (2016). We need to implement current evidence in early rehabilitation programs to improve long-term outcome after anterior cruciate ligament injury. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 46(9), 710-713.
- Riyadi, S., Wahyudi, A., & Rustiadi, T. (2019). Development of Self-massage and Exercise Therapy in Knee Injuries. *Journal of Physical Education and Sports*, 8(3).
- Sampath, K. K., Mani, R., Miyamori, T., & Tumilty, S. (2016). The effects of manual therapy or exercise therapy or both in people with hip Osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 30(12), 1141-1155.
- Schuhfried, O. (2019). Rehabilitation of peripheral nerve injuries. *Hamdan Medical Journal*, 12(3), 96.
- Segretin, F., Paris, G., Cheriet, S., & Delarue, Y. (2016). Rehabilitation and auto-exercises protocol in patients with chronic lateral epicondylitis: 6 months follow-up. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 59, e109.
- Silva, P. V., Kamper, S. J., & Costa, L. d. C. M. (2018). Exercise-based intervention for prevention of sports injuries (PEDro synthesis). *British journal of sports medicine*, 52(6), 408-409.
- Skou, S. T., Pedersen, B. K., Abbott, J. H., Patterson, B., & Barton, C. (2018). Physical activity and exercise therapy benefit more than just symptoms and impairments in people with hip and knee Osteoarthritis. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 48(6), 439-447.
- Sterling, M., De Zoete, R. M., Coppieters, I., & Farrell, S. F. (2019). Best evidence rehabilitation for chronic pain Part 4: Neck pain. *Journal of clinical medicine*, 8(8), 1219.

- Swain, D. P., Brawner, C. A., & Medicine, A. C. o. S. (2014). ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Talpey, S. W., & Siesmaa, E. J. (2017). Sports injury prevention: The role of the strength and conditioning coach. *Strength & Conditioning Journal*, 39(3), 14-19.
- Thorlund, J. B., Palomino, J. R., Juhl, C. B., Ingelsrud, L. H., & Skou, S. T. (2019). Infographic. Exercise therapy for meniscal tears: evidence and recommendations. *British journal of sports medicine*, 53(5), 315-316.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principles of anatomy and physiology*: John Wiley & Sons.
- Van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Verhagen, A. P., Ostelo, R. W., Koes, B. W., & van Tulder, M. W. (2010). Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best practice & research Clinical rheumatology*, 24(2), 193-204.
- Wang, B. (2020). Rehabilitation of Children Sports Muscle and Soft Tissue Injury. *Investigación Clínica*, 61(1), 434-442.
- West, S. G. (2014). *Anatomy and physiology of the musculoskeletal system*. *Rheumatology Secrets E-Book*, 16.
- Whiting, W. C., & Zernicke, R. F. (2008). *Biomechanics of musculoskeletal injury: Human Kinetics*.
- Wolf, A. D., & Åkesson, K. (2001). Understanding the burden of musculoskeletal conditions. In: *British Medical Journal Publishing Group*.
- Wolf, A. D., & Pfleger, B. (2003). Burden of major musculoskeletal conditions. *Bulletin of the world health organization*, 81, 646-656.
- Ylinen, J., Vuorenmaa, M., Paloneva, J., Kiviranta, I., Kautiainen, H., Oikari, M., & Hakkinen, A. (2013). Exercise therapy is evidence-based treatment of shoulder impingement syndrome. *Current practice or recommendation only*. *Eur J Phys Rehabil Med*, 49(4), 499-505.
- Zaralieva, A., Georgiev, G. P., Karabinov, V., Iliev, A., & Aleksiev, A. (2020). *Physical Therapy and Rehabilitation Approaches in Patients with Carpal Tunnel Syndrome*. *Cureus*, 12(3).
- Zernicke, R., & Whiting, W. (2000). *Mechanisms of musculoskeletal injury*. *Biomechanics in Sport*. Oxford: Blackwell Science Ltd, 507-522.



## GLOSSARY

Abduksi	Gerakan ke arah menjauhi aksis tubuh
Achilles	Tendon terbesar pada tubuh menghubungkan otot betis (gastrocnemius dan soleus) dengan tulang calcaneus
Active ROM	Jangkauan sendi yang dicapai dengan gerakan mandiri seseorang
Adduksi	Gerakan ke arah mendekati aksis tubuh
Akut	Keadaan yang baru saja terjadi
Anatomi	Ilmu tentang struktur tubuh manusia
Angiogenesis	Pembentukan pembuluh darah
Ankle	Sendi pergelangan kaki
Anterior	Terletak di bagian depan tubuh
Arthritis	Radang pada persendian
Arthritis Reaktif	Radang sendi yang dicetuskan oleh infeksi
Arthritis rheumatoid	Salah satu jenis radang sendi karena autoimun
Systemic lupus erithomatosus	Gangguan autoimun yang perwujudannya antara lain berupa radang sendi
Artikular	Persendian
Asam Urat/Gout	Bahan metabolik dalam tubuh yang apabila berlebihan dapat menumpuk pada persendian dan menimbulkan gangguan
Assisted-active ROM	Jangkauan gerakan yang dapat dilakukan dengan bantuan orang lain
Atrofi	Penurunan massa otot
Balance	Kesimbangan tubuh
Biomekanika	Ilmu tentang gerakan

Brief inventory pain	Instrumen nyeri yang meminta pasien untuk menilai seberapa besar nyeri mengganggu yang mencakup tujuh aspek aktivitas umum, berjalan, pekerjaan, hubungan, suasana hati, tidur, dan kualitas hidup
Bursitis	Radang pada bursa
Carpal Tunnel Syndrome	Sindrom iritasi pada saraf median pergelangan tangan
Chondromalacia	Gangguan degeneratif yang mengakibatkan kerusakan kartilago yang letaknya dibelakang tulang patella atau tempurung lutut
Closed Kinetic Chain	Dalam rantai kinetik tertutup, segmen terjauh dari tubuh terfiksir misal push up
Contract-Relact-Antagonis-Contract	Bagian dari teknik PNF dengan metode kontraksi otot target setelah dilakukan stretching maksimal, yang kemudian diikuti rileksasi dan diakhiri dengan kontraksi otot antagonisnya
Contract-Relax	Bagian dari teknik PNF dengan metode kontraksi otot target setelah dilakukan stretching maksimal, yang kemudian diikuti rileksasi
Degeneratif	Penurunan struktur dan fungsi tubuh secara bertahap biasanya karena proses penuaan
Dislokasi	Perubahan atau pergeseran struktur dalam tubuh
Ekstensi	Gerakan meluruskan atau emmanjangkan persendian
Epicondylitis Lateral	Radang pada epicondylus lateral (biasa disebut tennis elbow)
Epicondylitis Medial	Radang pada epicondylus medial (biasa disebut golfer elbow)
Epifisis	Bagian tulang panjang bahian tepi
Epitelisasi	Pembentukan jaringan epitel
Ergonomis	Ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen-elemen lain dalam suatu sistem kerja
Etiologi	Penyebab suatu gangguan atau keadaan
Farmakoterapi	Terapi dengan menggunakan obat
Fascitis Plantaris	Radang pada Fasia Plantar
Fibroplasia	Pertambahan jumlah fobroblast

Fisiologi	Ilmu tentang fungsi tubuh
Fleksi	Gerakan menekuk atau memendekkan otot
Fleksibilitas	Latihan kelenturan
Fraktur	Patah tulang
Frekuensi Denyut Jantung	Jumlah denyut jantung dalam satu menit
Frozen Shoulder	Peradangan pada kapsul sendi bahu
Functio Leissa	Penurunan fungsi
Gangguan Rotator Cuff	Gangguan pada kelompok otot rotator cuff bahu yang terdiri atas otot supraspinatus, otot infraspinatus, otot teres minor dan otot subscapularis.
Ganglia/ Ganglion (Kista)	Pembengkakan berisi cairan yang biasanya berkembang di dekat sendi atau tendon.
Gate control	Teori yang menyatakan adanya inhibisasi persepsi saraf akibat stimulasi lebih dari satu jenis serabut saraf
Golgi Tendon Organ	Receptor regang yang terletak di dalam tendon otot yang bekerja sama dengan muscle spindle untuk mengontrol kontraksi otot
Goniometri	Alat pengukur jangkauan sendi
Granulasi	Pertumbuhan jaringan baru yang terjadi ketika luka mengalami proses penyembuhan, terdiri atas pembuluh-pembuluh kapiler yang baru dan sel-sel fibroblas yang mengisi rongga tersebut.
Hernia Nucleus Pulposus	Robekan pada discus vertebrae yang mengakibatkan keluarnya massa nucleus polposus yang dapat menimbulkan iritasi saraf.
Jangkauan Sendi (ROM)	Range of movement adalah kemampuan Gerakan sendi ayang dapat diukur dengan goniometri
Jumper's Knee	Peradangan tendo patella yang biasanay diakibatkan oleh penggunaan yang berlebihan
Juvenile Idiopathic Arthritis	Radang sendi noninfeksi yang muncul pada anak di bawah usia 16 tahun dengan sebab yang belum diketahui dengan jelas.
Kontraksi	Pemendekan otot yang bermanifestasi pada gerakan
Kontraksi Isometrik	Kontraksi yang mengakibatkan panjang otot tetap
Kontraksi Isotonik	Kontraksi yang mengakibatkan tonus otot yang tetap

Kontraksi Isokinetik	Kontraksi yang menyebabkan kecepatan gerak yang tetap
Kontraktur Dupuytren	Pemendekan progresif (fibrosis) fascia palmaris yang menyebabkan kontraktur permanen jari dalam posisi fleksi
Kronis	Keadaan perjalanan penyakit dan gangguan pada saat tanda radang sudah mereda.
Lateral	Arah luar sumbu tubuh
Latihan Balance	Latihan keseimbangan
Latihan Kekuatan	Latihan untuk meningkatkan kekuatan otot
Latihan Ketahanan Kardiorepirasi	Latihan untuk meningkatkan ketahanan jantung dan paru
Latihan Plyometrics	Latihan power yang didesain secara khusus untuk membantu otot mencapai tingkat potensial maksimalnya dalam waktu yang sesingkat mungkin.
Ligamen	Jaringan ikat yang menghubungkan antar tulang
Loosening	Latihan yang dilakukan dengan cara melakukan gerakan dengan frekuensi yang tinggi dengan ROM yang terbatas
Medial	Arah dalam tubuh
Memar tulang	Kerusakan tulang dimana trabekula di dalam tulang tetap utuh.
Meralgia paresthetica	Terjepitnya nervus cutaneus femoris lateralis di mana saraf keluar antara otot dan fascia di atas tepi panggul (spina iliaca anterior superior).
METS	Metabolic equivalent of tasks adalah ukuran pengeluaran dibandingkan dengan referensi dimana 1 Mets ditentukans 3,5 mL oksigen per kilogram per menit, yang setara dengan energi yang dikeluarkan saat istirahat
Mialgia	Nyeri pada otot
Miopati	Gangguan pada otot
Mobilitas	Gerakan
Musculoskeletal	Sistem otot dan tulang dalam tubuh
Musculotendinous unit	Merupakan komponen otot, tendon dan fascia yang merupakan komponen kontraktil dan komponen elastis.
Nonfarmakologis	Terapi dengan menggunakan obat.

Nonopioid	Analgesik non-opioid terdiri atas obat-obat yang tidak bersifat narkotik dan tidak bekerja sentral.
NSAIDS	Kelompok obat yang digunakan untuk mengurangi peradangan, sehingga meredakan nyeri dan menurunkan demam yang berbentuk non steroid.
Numeric Rating Scale	Skala penilaian numerik yang meminta pasien untuk menilai rasa sakit mereka pada skala 0–10 di mana 0 tidak ada rasa sakit dan 10 adalah rasa sakit yang paling buruk yang bisa dibayangkan.
Nyeri	Kondisi dimana seseorang merasakan perasaan yang tidak nyaman atau tidak menyenangkan yang disebabkan oleh kerusakan jaringan yang telah rusak atau yang berpotensi untuk rusak.
Nyeri akut	Nyeri yang terjadi segera setelah munculnya penyebab dengan kurun waktu tertentu (batasan waktu sesuai dengan diagnosis lokasi nyeri).
Nyeri kronis	Nyeri yang terjadi secara menetap (Batasan waktu sesuai dengan diagnosis lokasi nyeri).
Open Kinetic Chain	Latihan kekuatan dimana segmen terjauh dari tubuh (misalnya kaki) bebas dan tidak terpakai pada suatu objek.
Opioid	Analgesik opioid khusus digunakan untuk menghalau rasa nyeri hebat, seperti pada fractura dan kanker.
Osteoarthritis	Peradangan pada sendi.
Osteoarthrosis	Degenerasi persendian.
Osteoblast	Sel pembentuk osteosit.
Osteochondrosis	Gangguan pertumbuhan abnormal, cedera, atau penggunaan berlebihan dari lempeng pertumbuhan yang berkembang dan pusat osifikasi di sekitarnya
Osteoclast	Sel perombak osteosit dan matriks.
Osteogenesis	Pembentukan osteosit.
Osteomalasia	Kondisi di mana tulang tidak dapat mengeras, sehingga rentan untuk bengkok atau bahkan patah. Kondisi ini terjadi akibat kekurangan vitamin D, kalsium, atau fosfor, yang dibutuhkan untuk proses pengerasan tulang.
Osteomyelitis	Radang pada tulang.

Osteopenia	Pengeroposan tulang jika skor BMD seseorang merupakan antara 1,0 dan 2,5 standar deviasi di bawah rata-rata untuk usia dan jenis kelamin orang yang dipindai, diagnosisanya merupakan osteopenia.
Osteoporosis	Pengeroposan tulang jika BMD T-score turun di bawah -2,5 di bawah rata-rata untuk usia dan jenis kelamin orang yang dipindai, diagnosisanya merupakan osteoporosis.
Osteosit	Sel tulang
Overused injury	Cedera terjadi akibat penggunaan yang berlebihan
Passive range of motion	Jangkauan gerakan yang dilakukan secara pasif
Patellofemoral Syndrome	Sindrom patellofemoralis merupakan kondisi medis yang terjadi ketika tempurung lutut tidak bergerak sebagai mana mestinya
Patofisiologi	Merubaabungan patologi (studi tentang sebab dan akibat penyakit) dengan fisiologi (studi tentang bagaimana sistem fungsi tubuh)
Penyakit Diskus Degeneratif	Gangguan pada diskus intervertebralis dimana terjadi osteofit yang mengurangi ruang sendi antara vertebra dan menyebabkan penyempitan foramen intervertebralis
Penyakit Legg-Calve-Perthes	Gangguan nekrosis avascular kepala femoral
Penyakit Osgood-Schlatter	Adalah peradangan umum tuberositas tibialis sebagai respons terhadap penggunaan berlebihan dari paha depan dan tendon patela
Penyakit Scheuermann	Kelainan kifosis tulang belakang toraks pada praremaja dan remaja yang sering disertai dengan bahu yang membulat, kepala ke depan, dan peningkatan lordosis lumbal, dada barel dan kapasitas vital paru-paru yang meningkat juga merupakan kompensasi yang umum.
Penyakit Sever	Keadaam apophysitis calcaneal yang berhubungan dengan penggunaan yang berlebihan pada anak-anak.
Penyakit Tulang Paget	Kelainan yang menyebabkan tulang rusak dan terbentuk kembali serta merombak, tetapi dengan cara yang sangat tidak teratur. Hal ini menyebabkan tulang menebal dan melemah.
Pes anserinus bursitis	Radang Bursa Pes anserinus pada area sendi lutut

Plantar Fascia	Fasia pada telapak kaki yang sering mengalami peradangan
Posterior	Arah belakang tubuh
Prepatellar Bursitis	Radang Bursa Prapatelar pada area sendi lutut
Prognosis	Perkiraan outcome suatu gangguan
Proprioceptive Neuromuscular Facilitation	Bagian dari latihan fleksibilitas yang menggunakan latihan kekuatan pada akhir jangkauan sendi untuk memaksimalkan jangkauan sendi dan memaksimalkan fungsi.
Radang atau Inflamasi	Reaksi tubuh untuk memperbaiki diri paska iritasi, infeksi maupun cedera berupa bengkak, kemerahan, menjadi hangat, nyeri dan kelemahan.
Range of Movement	Jangkauan gerak suatu sendi
Rehabilitasi	Upaya untuk memperbaiki keadaan penurunan fungsi supaya dapat kembali pada keadaan semula.
Rheumatoid arthritis	Peradangans endi yang disebabkan oelh autoimun karena adanya faktor rheumatoid.
RICE	Merupakan upaya terapi yang dilakukan apda fase akut yang meliputi rest, ice, compression dan elevation.
Rating of Perceived Exertion	Alat ukur kelelahan secara subjektif dengan skala yang dikembangkan oleh Bjorg
Sindrom Kompartemen	Gangguan vaskularisasi area distal segmen yang terkena fraktur yang dapat mengakibatkan asfiksia jaringan.
Sindrom Piriformis	Keadaan yang secara umum menggambarkan peradangan pada area musculus priformis yangs serng pula merujuk pada deep gluteal syndrome.
Sindrom Tarsal Tunnel	Gangguan kompresi nervus tibialis posterior yang terjadi karena iritasi pada tunnel tarsal
Spondilitis ankilosa	Gangguan peradangan rematik pada tulang belakang
Spondylosis	Degenerasi tulang belakang leher melibatkan penyempitan diskus, pembentukan tulang baru (disebut osteofit) pada tepi vertebra cervicalis
Sprain	Robekan atau deformitas pada ligamen

Stenosis Cervicalis	Penyempitan pada canalis vertebralis pada vertebra cervicalis
Strain	Robekan atau deformitas pada tendon atau otot.
Stretching	Latihan kelenturan atau fleksibilitas untuk meningkatkan jangkauan gerak.
Stretching Balistik	Latihan kelenturan yang dilakukan dengan jalan memberikan tahanan dinamis pada batas jangkauan sendi.
Stretching Dinamis	Latihan kelenturan dengan menjelajahi batas jangkauan sendis secara dinamis
Stretching Statis	Latihan kelenturan yang dilakukan dengan memberikan tahanan pada batas jangkauan sendi.
Subakut	Periode di antara fase akut dan kronis
Tendinitis	Radang pada tendo yang diakibatkan oleh overload akut
Tendinopati	Gangguan pada tendo.
Tendinosis	Gangguan degenerative tendo akibat overuse injury
Tendon	Banguann yang menghubungkan antara otot skelet dan tulang
Tenosinovitis	Peradangan pada tendo dan pembungkus tendo.
Tenosinovitis De Quervain	Tenosinovitis De Quervain merupakan tenosinovitis yang menyempit pada selubung tendon otot yang mengektensi dan abduksi ibu jari
Terapi	Upaya penyembuhan dari gangguan dan penyakit.
Terapi Fisik	Terapi yang dilakukan secara non farmakologis dengan modalitas fisik
Trauma	Cedera akibat gaya mekanis dari luar
Tumor	Benjolan atau bengkakan upnormal
Unhappy Triad	Cedera pada anterior cruciate ligament, medial collateral ligament dan meniscus.
Verbal Rating Scale	Instrumen nyeri yang dilakukan dengan menanyakan secara verbal persepsi nyeri seseorang

---

Visual Analogue Scale

Instrumen nyeri yang menggunakan garis bantu visual berupa garis epanjang 10 cm untuk mebantus seseorang mendeskripsikan nyeri yang dialami.

---



# INDEXS

## A

ACL 111, 112, 114, 115  
Acute Torticollis 157  
akupunktur 32  
allodyna 27  
analgesik 33, 34, 35  
angiogenesis 44  
ankle sprain 98, 99, 102  
ankylosis spondilitis 21  
Aromaterapi 31  
Arthritis 20, 22, 23, 24, 192, 208, 222  
Asam urat 22, 23  
atrofi 10, 25, 48, 55, 57, 156  
autogenik 59, 60

## B

balance 69  
balistik 54, 59  
Bjorg 76, 77  
boutonniere 21  
Brief Pain Inventory 40  
Bursitis 11, 103, 116, 127, 173, 193

## C

calisthenic 64  
Carpal tunnel syndrome 208  
chondromalacia patellae 115

## D

dan closed kinetic chain 68  
dermatom 21, 143  
dislokasi 47, 89, 90, 102, 104, 124, 126, 169, 173

## E

eksentrik 9, 49, 67, 68, 72, 73  
endurance 63

Epicondylitis 193  
    lateral epicondylitis 193  
    medial epicondylitis 193  
epitelisasi 44  
ergonomis 4, 175, 208, 209

## F

farmakologis 24, 31, 33, 47  
fast-twitch 13  
Fibroplasia 44  
fiksasi 6, 18, 126  
Fisioterapi 32, 41  
fleksibilitas 10, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61,  
    62, 66, 69, 71, 74, 85, 154  
Fraktur 5, 6, 7, 13, 53, 89, 90, 174  
free-weight 63  
Frozen Shoulder 173

## G

gate control 28  
glukokortikoid 10, 21  
Golgi Tendon Organ 60  
goniometer 51, 52

## H

hallux valgus 105  
Heberden 19, 20, 210  
Hernia Nucleus Pulposus 143  
H-SOCRATES 39  
hyperalgesia 27

## I

intermetatarsal 86  
interphalangeal 86, 89, 209, 220, 221  
intertarsal 86

isokinetik 67  
isometrik 59, 67  
isotonik 67

## J

jumper knee 116

## K

Kista ganglion 211, 223  
konsentris 49, 67, 72, 73  
Kontraktur Dupuytren 211, 223  
kyphosis 22, 143

## L

LCL 114  
Lisfranc 87  
loosening 58  
lordosis 16, 143  
low back pain 54  
lupus eritematosus sistemik 24  
lyme 24

## M

MacMaster 37  
McGill Pain Questionnaire 40  
MCL 114  
mediator kimia 1, 43  
    bradikinin 1, 26  
    endorfin 27, 32  
    histamin 1, 43  
    leukotrien 1  
    prostaglandin 1, 26  
mediator neurokimia 27  
    enkephalin 27  
    norepinefrin 27  
    serotonin 26, 27, 35, 43  
mekanoreseptor 28, 71  
    cakram Merkel 71  
    Meissner 71  
    Pacinian 71  
    sel Ruffini 71  
meniskus 114, 115  
Meralgia paresthetica 127  
metabolic equivalent of tasks 75  
Metatarsalgia 103  
metatarsophalangeal 86, 88, 89, 105  
miopati 24, 25  
    dermatomiositis 24, 25

miopati autoimun nekrotikans 25  
miositis badan inklusi 25  
polimiositis 25  
musculoskeletal 1, 2, 3, 4, 5, 25, 40, 41, 42, 47, 48,  
    49, 57, 70, 72, 142  
musculotendinous unit 61

## N

neuropatik 26, 29, 32, 41  
nociceptor 26, 27  
nodus Bouchard 19, 20  
NSAID 11, 12, 17, 20, 21, 22, 24, 33, 34  
numeric rating scale 37

## O

okupasi 32  
Olecranon bursitis 193  
open kinetic chain 68  
opioid 20, 28, 33, 34, 35, 36, 37  
Osteitis pubis 127  
osteoarthritis 115, 174, 194, 210  
osteochondrosis  
    Legg-Calve-Perthes 16  
    Osgood-Schlatter 17  
    Scheuermann 16  
Osteochondrosis 15  
    Sever 17, 103  
Osteogenesis imperfecta 18  
osteomalacia 14  
osteomyelitis 18  
osteopenia 5, 13  
osteoporosis 4, 5, 7, 13, 14, 15, 20, 156  
Oswentri Disability Index 37

## P

Paget 5, 14, 15  
parasimpatis 142  
Pauciarticular 23  
PCL 111, 112, 114  
peradangan 1, 2, 7, 9, 10, 11, 12, 17, 20, 23, 24, 25,  
    27, 28, 30, 34, 42, 43, 47, 48, 49, 56, 102,  
    116, 173, 193, 208  
    dolor 2  
    kalor 2  
    rubor 2  
    tumor 2, 29, 103, 104, 211  
Peradangan  
    functio leissa 2  
plantar calcaneus 90

plantar fascia 17, 90  
Plantar fasciitis 106  
plyometrics 62, 72, 73, 74  
PNF 54, 59, 60, 61, 62  
Poliartikular 23  
power 63  
Progressive muscle relaxation 32  
proliferasi 6, 42, 44, 45  
proprioseptif 7, 9, 54, 60, 70, 71, 72, 74  
psoriasis 24, 105

## R

range of movement 11, 48, 50, 53, 54  
rating of perceived exertion 75  
regenerasi 2, 42, 45, 48  
repair 42  
Rheumatoid arthritis 20  
RICE 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 47, 48  
rotator cuff 173, 174

## S

sarkopenia 13  
Self-hypnosis 32  
self-limited 15, 17  
sel imun 1  
  dendritik 2  
  histiosit 2  
  leukosit 2, 43  
  makrofag 2, 6, 45  
  mast 2  
simpatis 142  
sindrom impingement 173  
Sindrom kompartemen 7, 104, 210  
Sindrom piriformis 128  
Sindrom Reiter 22

skoliosis 143  
slow-twitch 13  
spondylolisthesis 144  
Spondylosis 144, 157  
Sprain 8, 9, 101, 207  
steroid 11, 12, 20, 21, 23, 24  
Still's disease 23  
Strain 9, 90, 102  
strength 63  
supported weight machine 63

## T

tarsometatarsal 86  
Tendinopati 10  
  tendinitis 10, 11, 12, 103, 174, 223  
  tendinosis 10, 11  
Tenosinovitis 105, 208, 209  
  De Quervain 209  
TENS 31  
tophi 23  
Trigger finger 223

## U

Unhappy Triad 115

## V

verbal rating scale 37  
viseral 26, 29  
visual analogue scale 37  
VO<sub>2</sub> 75, 76, 77, 81

## W

whiplash 155



## TENTANG PENULIS



dr. Novita Intan Arovah, MPH, PhD adalah staf pengajar di Program Studi Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta. Menempuh Pendidikan Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada dan lulus pada tahun 2002. Master of Public Health diperoleh pada tahun 2007 dari Faculty of Health, University of Queensland pada tahun 2007 dan Doctor of Philosophy pada tahun 2018 dari Queensland University of Technology.

Di Prodi Ilmu Keolahragaan FIK UNY, aktif mengajar beberapa mata kuliah antara lain Fisioterapi, Olahraga Terapi dan Rehabilitasi, Patofisiologi serta Kesehatan Olahraga. Selain mengajar, kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi yang dilakukan berupa penelitian dan pengabdian masyarakat dengan tema utama berupa penggunaan terapi fisik terutama *manual therapy* dan *exercise therapy* dalam olahraga prestasi maupun olahraga kesehatan. Aktivitas lain yang sekarang dilakukan antara lain adalah menjadi Kepala Laboratorium Exercise Terapi dan tenaga medis di Health and Sports Centre Universitas Negeri Yogyakarta. Buku lain yang sudah ditulis merupakan Fisioterapi Olahraga.