

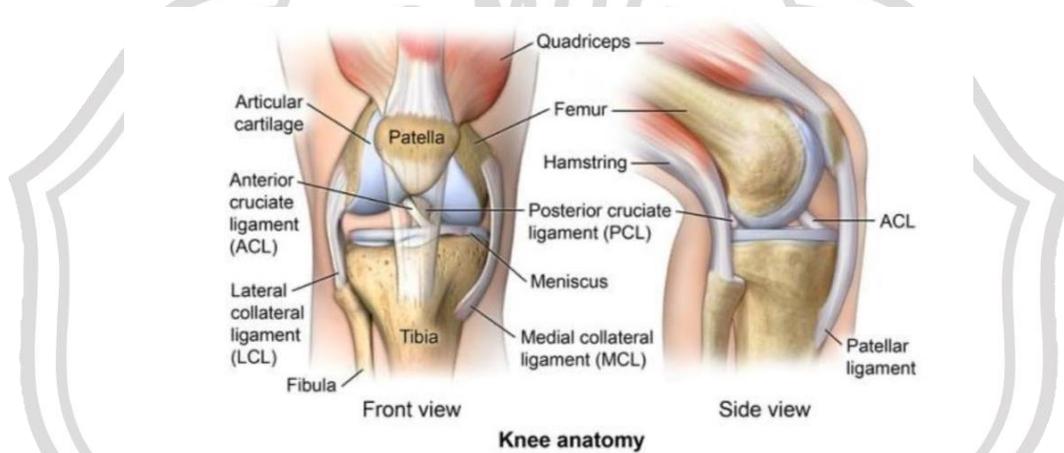
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Anatomi Genu

##### 2.1.1 Anatomi dan Fisiologi

Anatomi merupakan ilmu yang mempelajari struktur tubuh dan hubungan antara struktur tubuh tersebut, sedangkan ilmu yang mempelajari tentang fungsi tubuh dan cara kerja tubuh adalah fisiologi (Dafriani & Prima, 2019).



**Gambar 2.1** Anatomi Tulang Lutut (Pratama, 2019)

Pertemuan antara dua tulang atau lebih disebut sendi. Sendi *genu* merupakan bagian dari *ekstremitas inferior* yang menghubungkan antara tungkai atas dengan tungkai bawah. Sendi *genu* adalah sendi paling besar dalam tubuh yang terdiri dari 4 tulang yaitu tulang *femur*, *tibia*, *patella* dan *fibula*. *Patella* merupakan suatu tulang *sesamoid* besar yang terdapat di dalam tendon *M. quadriceps femoris* (Pratama, 2019).

Sendi *genu* mempunyai otot *fleksor* dan *ekstensor* yang kuat serta mempunyai *ligament* yang kuat. Yang mengatur pergerakan kaki ialah fungsi dari sendi *genu*. Tulang tersebut di hubungkan dengan berbagai

cara misalnya dengan kapsul sendi, *ligament*, *tendon*, *fasia*, atau otot (Schunke et al., 2015).

1) Tulang pembentuk

Tulang pembentuk sendi *genu* yaitu *femur*, *tibia*, *fibula* dan *patella*. Tulang ini membentuk 3 sendi yaitu sendi *tibiofemoralis* (menyerupai engsel), sendi *patellofemoralis* (seperti sendi geser), dan sendi *tibiofebular* (sendi kecil dan stabilisator *lateral*). Berikut adalah penjelasan sendi pembentuk *genu* (Schunke et al., 2015):

a. Sendi *tibiofemoralis*

Sendi ini merupakan gabungan dari tulang *tibia* dan *femur*. Merupakan bentuk sendi *hinge joint* dengan gerak rotasi ayun dalam bidang *sagital* sebagai gerak *fleksi – ekstensi*.

b. Sendi *patellofemoralis*

Sendi ini merupakan gabungan dari tulang *patella* dan *femur*. *Patella* merupakan bentuk sendi *sesamoid* yang terletak disekitar persendian atau otot *quadriceph femoris*, fungsi *patella* adalah untuk meningkatkan gerak *ekstensi* dan ketika *fleksi*, *patella* masuk ke *intercondylar* dan mempengaruhi stabilisasi saat *fleksi* lutut.

c. Sendi *tibiofebularis*

Sendi *tibiofibular* dibentuk oleh *caput fibula* dan *tibia*, sendi ini berfungsi menahan beban yang diterima sendi lutut dari beban tubuh. Sendi ini lebih cenderung ke dalam persendian *ankle* karena gerakan yang terjadi di lutut merupakan pengaruh gerak *ankle* ke arah *cranial dorsal*.



**Gambar 2.2** Tulang Pembentuk *Genu* (Schunke et al., 2015)

## 2) *Ligament*

Penghubung antara tulang dengan tulang ialah *ligament* dan otot. *Ligament* yang bertugas di *genu* ialah *ligament collateral* dan *ligament cruciatum*. *Ligament cruciatum* terletak saling menyilang didalam kapsul sendi dan *ligament* ini disebut *ligament intracapsular* yang terletak antara *condilus medial* dan *lateral* (Pratama, 2019):

### a. *Anterior Cruciatum Ligament (ACL)*

*Anterior cruciatum ligament* merupakan *ligament* yang berfungsi untuk mencegah dan menahan agar *tibia* tidak bergeser ke *anterior* atau mencegah dan menahan agar *femur* tidak bergeser ke *posterior*, dan mencegah *hiperekstensi* lutut (Puspitasari, 2018; Schunke et al., 2015).

### b. *Posterior Cruciatum Ligament (PCL)*

*Posterior cruciatum ligament* merupakan *ligament* terkuat daripada *ligament anterior cruciatum ligament* pada sendi lutut yang berfungsi untuk mencegah dan menahan agar *femur* tidak

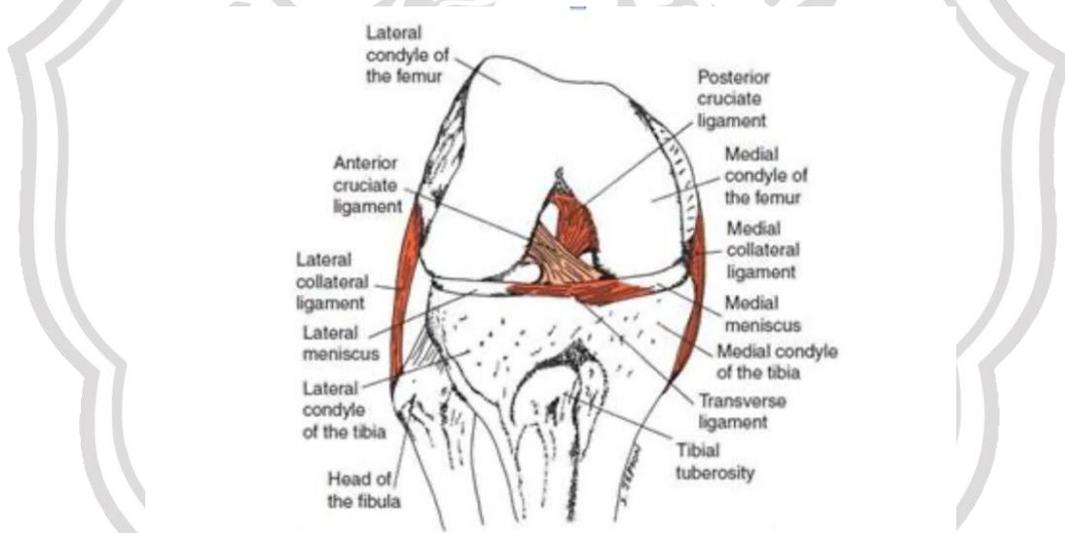
geser ke *anterior* atau mencegah dan menahan agar *tibia* tidak bergeser ke *posterior* (Puspitasari, 2018; Schunke et al., 2015).

c. *Lateral Collateral Ligament (LCL)*

*Lateral collateral ligament* merupakan *ligament* yang berfungsi untuk menahan agar tidak terjadi gerakan *varus* atau samping luar (Puspitasari, 2018; Schunke et al., 2015).

d. *Medial Collateral Ligament (MCL)*

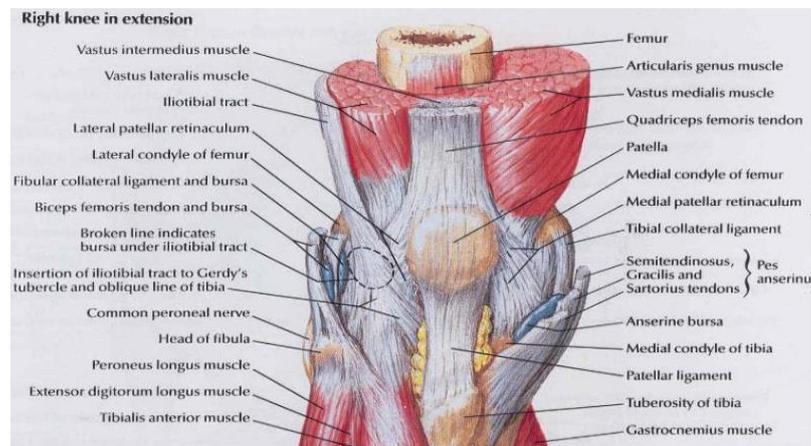
*Medial collateral ligament* merupakan *ligamen* yang berfungsi untuk menahan agar tidak terjadi gerakan *valgus* atau samping dalam (Puspitasari, 2018; Pratama, 2019; Schunke et al., 2015).



**Gambar 2.3** *Ligament Pada Genu* (Pratama, 2019)

3) Otot penyusun

Ada dua gerakan utama pada sendi lutut, yaitu *fleksi* dan *ekstensi*. Untuk melakukan gerakan *fleksi* dan *ekstensi* dibutuhkan kelompok otot sekitar sendi *genu*. Berikut ini merupakan kelompok otot yang membantu gerakan *fleksi* dan *ekstensi genu* (Puspitasari, 2018):



**Gambar 2.4** Otot Pada Genu (Bisa, 2019)

a. Fleksor genu

Kelompok otot *fleksor genu* adalah *hamstring* yang terdiri dari *biceps femoris*, *semitendinosus*, dan *semimembranosus*. Selain itu juga dibantu otot-otot *gracilis*, *sartorius*, *gastrocnemius*, *popliteus* (Bisa, 2019; Puspitasari, 2018).

**Table 2.1** Otot-Otot *Fleksor Genu*

No	Nama Otot	<i>Origo</i> (Asal)	<i>Insertio</i> (Berhenti)	<i>Inervasi</i> (Saraf)	Fungsi
1.	<i>M. Bicep Femoris</i>	<i>Tuberositas ischiadicum</i> , membagi tendon sama besar dengan <i>semitendinosus</i> dan <i>semimembranosus</i> .	Sisi <i>lateral caput fibula</i>	<i>N. Tibial (S1-S3)</i>	<i>Fleksi dan eksorotasi</i> sendi lutut

2.	<i>M. Semitendinosus</i>	<i>Tuberositas ischiadicum</i>	<i>Condylus medialis tibia</i>	<i>N. Tibialis (L5-S2)</i>	<i>Fleksi dan endorotasi sendi lutut</i>
3.	<i>M. Semimembranosus</i>	<i>Tuberositas ischiadicum</i>	<i>Condylus medialis tibia</i>	<i>N. Tibialis (L5-S2)</i>	<i>Fleksi dan endorotasi sendi lutut</i>
4.	<i>M. Gastrocnemius</i>	<i>Caput medial dan lateral pada condylus medialis femoris</i>	<i>Posterior Os Calcaneus</i>	<i>N. Tibialis (S1-S2)</i>	<i>Fleksi sendi lutut</i>
5.	<i>M. Sartorius</i>	<i>SIAS (Spina Iliaca Anterior Superior)</i>	<i>Sisi medial tuberositas tibia</i>	<i>N. Femoralis (L2-3)</i>	<i>Fleksi, eksternal rotation sendi lutut</i>
6.	<i>M. Gracilis</i>	<i>Ramus Inferior Os Pubis dan Os Ischii</i>	<i>Tuberositas Tibia dibelakang Tendon M. Sartorius</i>	<i>N. Femoralis (L2-4)</i>	<i>Fleksi, internal rotation sendi lutut</i>
7	<i>M. Popliteus</i>	<i>permukaan lateral condylus</i>	<i>permukaan posterior proksimal shaft tibial</i>	<i>N. Tibial (L4, L5)</i>	<i>fleksi sendi lutut</i>

(Bisa, 2019; Puspitasari, 2018).

## b. Ektensor genu

Kelompok otot *ekstensor genu* adalah *quadriceps* yang terdiri dari *rectus femoris*, *vastus medialis*, *vastus intermedius*, dan *vastus lateralis*. Keempat otot ini bersatu membentuk *tendon* dan melekat pada tulang *tibia* (*tuberositas tibialis*) melalui *ligament patella* (Bisa, 2019; Puspitasari, 2018).

**Table 2.2** Otot-Otot *Ekstensor Genu*

No	Nama Otot	<i>Origo</i> (Asal)	<i>Insertio</i> (Berhenti)	<i>Inervasi</i> (Saraf)	Fungsi
1.	<i>M. Rectus Femoris</i>	<i>SIAI</i> ( <i>Spina Iliaca Anterior Inferior Superior Acetabulum</i> )	<i>Tuberositas Tibia</i>	<i>N. Femoris</i> ( <i>L2-L4</i> )	<i>Ekstensi</i> sendi lutut
2.	<i>M. Vastus lateralis</i>	<i>Labium medial linea aspera</i>	<i>Lingkup depan ventral</i>	<i>N. Femoris</i> ( <i>L2-L4</i> )	<i>Ekstensi</i> sendi lutut
3.	<i>M. Vastus Medialis</i>	<i>Sisi medial femur</i>	<i>Tendon Quadriceps</i>	<i>N. Femoris</i> ( <i>L2-L4</i> )	<i>Ekstensi</i> sendi lutut
4.	<i>M. Vastus Intermedialis</i>	<i>Dataran anterior corpus femoris</i>	<i>Tuberositas tibialis</i>	<i>N. Femoris</i> ( <i>L3-L4</i> )	<i>Ekstensi</i> sendi lutut

(Bisa, 2019; Puspitasari, 2018).

#### 4) *Meniscus*

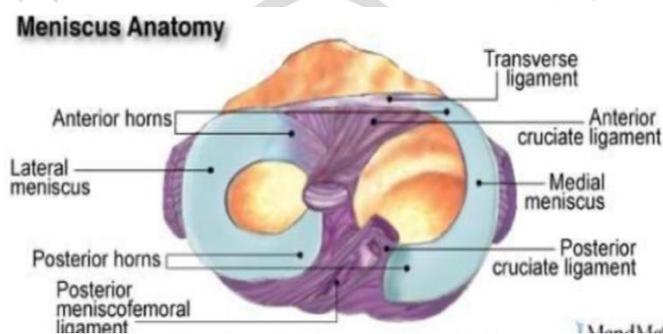
*Meniscus* adalah lempeng berbentuk sabit *fibrocartilago* pada permukaan *artikular tibia*. Pinggirannya tebal dan cembung. Melekat pada *bursa*. Dalamnya cekung dan membentuk tepian bebas. Permukaan atasnya cekung, dan berhubungan langsung dengan *condylus femoris*. *Meniscus* berfungsi sebagai *shock-absorber* dan bantalan sendi lutut. *Meniscus* dapat menahan beban 40-70% dari beban yang diberikan pada sendi lutut, mempermudah gerakan rotasi, sebagai *stabilisator* dengan menyerap setiap penekanan dan merusaknya sendi, membantu *ligament* dengan stabilitas lutut, melindungi kartilago artikular. Ketika *meniscus* rusak dapat menyebabkan sendi lutut menjadi longgar atau tidak stabil, maka lutut dapat mengarah ke kondisi yang disebut *osteoarthritis* (Pratama, 2019).

##### a. *Meniscus medialis*

Berbentuk huruf C. lebih lebar di *posterior* daripada *anterior*, kurang *mobile* daripada *meniscus lateralis*.

##### b. *Meniscus lateralis*

Hampir berbentuk *sirkuler* atau U, lebih kecil, lebih dapat digerakkan secara bebas.



**Gambar 2.5** *Meniscus* Sendi *Genu* (Pratama, 2019)

## 5) Kapsul sendi

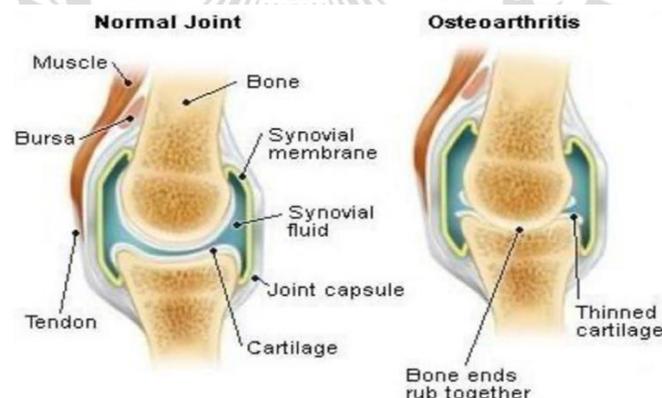
Kapsul sendi merupakan pengikat kedua tulang yang bersendi agar tulang tetap berada pada tempatnya pada waktu terjadi gerakan. Tersusun atas *fibrosis* dan *membran synovial internal* yang melapisi semua permukaan *internal cavitas artikularis* yang tidak dilapisi *kartilago artikularis*. Kapsul sendi terdiri dari (Pratama, 2019):

### a. Lapisan luar

Lapisan luar juga disebut kapsul *fibrosa*, terdiri dari jaringan ikat tidak teratur yang kuat, dan dapat menjadi lapisan *fibrosa* dari *periosteum* yang menutupi tulang. Beberapa dapat menebal dan membentuk *ligament*.

### b. Lapisan dalam

Lapisan dalam juga disebut *membran synovial*, lapisan dalam *cavum sendi* merupakan bagian luar dari *artikular kartilago*. Membran ini menghasilkan cairan *synovial*, yang terdiri dari serum dan cairan *sekresi* dari sel *synovial*. Cairan *synovial* ini berfungsi sebagai pelumas pada permukaan sendi sehingga sendi dapat bergerak dengan mudah.



**Gambar 2.6** Kapsul Sendi *Genu* (Pratama, 2019)

## 2.1.2 Biomekanik

Pada sendi terjadi dua macam gerakan yaitu gerak *osteokinematik* dan *arthrokinematik* (Bisa, 2019).

### 1) *Athrokinematik*

*Arthrokinematik* merupakan sendi genu pada *femur* (cembung/*convex*) maka gerakan yang terjadi adalah *rolling* (memutar) dan *sliding* (geser) dengan arah yang berlawanan. Saat *fleksi*, *femur rolling* ke arah belakang dan *sliding* ke arah depan. Untuk gerakan *ekstensi*, *rolling* kedepan dan *sliding* kebelakang. Jika *tibia* (cekung/*concave*) bergerak *fleksi* maupun *ekstensi* maka *rolling* maupun *sliding* menjadi searah. Gerakan sendi *genu* meliputi gerakan *fleksi*, *ekstensi*, dan sedikit rotasi (Pratama, 2019).

### 2) *Osteokinematik*

Sendi lutut termasuk dalam sendi *ginglyus (hinge modified)* yang memiliki rentang gerak yang cukup luas seperti sendi siku, dan luas gerak *fleksi* yang cukup besar. *Osteokinematika* yang mungkin terjadi pada sendi lutut adalah gerak *fleksi dan ekstensi* pada bidang segitiga, rentang gerak sendi *fleksi*  $\pm 140^\circ$  hingga  $150^\circ$ , dengan posisi *ekstensi*  $0^\circ$  atau  $5^\circ$ , dan rentang gerak *eksorotasi*  $40^\circ$  hingga  $45^\circ$  dari awal mid posisi.

*Fleksi* sendi lutut merupakan gerakan permukaan *posterior* ke bawah menjauhi permukaan *posterior* tungkai bawah. Rotasi ke dalam adalah gerakan yang menggerakkan jari-jari ke arah bagian dalam (*medial*). Rotasi keluar adalah gerakan yang menggerakkan jari-jari ke arah luar (*lateral*) tungkai. Untuk rotasi posisi lutut *fleksi*  $90^\circ$  dapat terjadi (Puspitasari, 2018).

## 2.2 Osteoarthritis

### 2.2.1 Definisi Osteoarthritis

*Osteoarthritis* berasal dari bahasa Yunani yang berarti *osteo* itu tulang, *arthro* yang berarti sendi, *itis* yang berarti inflamasi atau peradangan. *Osteoarthritis (OA)* merupakan penyakit kronis jangka panjang yang ditandai dengan degradasi atau kemunduran tulang rawan

(*kartilago*) dimana sendi ini menyebabkan tulang saling bergesekan dan menyebabkan timbulnya kekakuan, nyeri, bengkak, gerak terbatas dan gangguan aktivitas sehari-hari (Ismaningsih & Selviani, 2018).

*Osteoarthritis* menurut *American College of Rheumatology* merupakan sekelompok penyakit heterogen yang menyebabkan tanda dan gejala sendi. *Osteoarthritis* adalah penyakit sendi degenerasi *non inflamasi* yang terjadi pada sendi yang dapat digerakkan dan sendi yang menahan berat badan, dan ditandai dengan kerusakan tulang rawan sendi serta pembentukan tulang baru (*osteofit*) di tepi tulang, karena perubahan biokimia, metabolisme, fisiologis dan patologis pada tulang rawan sendi dan tulang *subkondral* (Pratama, 2019).

Menurut Felson (2012) dan Soeroso (2015) *Osteoarthritis* merupakan penyakit sendi degeneratif dan *inflamasi* yang ditandai dengan perubahan patologis pada seluruh struktur sendi. Perubahan patologis yang terjadi antara lain hilangnya *kartilago articular hyaline*, selanjutnya penebalan dan *sklerosis* tulang *subkondral*, pertumbuhan *osteofit* di tepi sendi, peregangan kapsul sendi, *sinovitis* ringan dan kelemahan otot-otot yang menopang sendi karena kegagalan perbaikan kerusakan sendi yang disebabkan oleh tekanan mekanis yang berlebihan (Winangun, 2019).

### 2.2.2 Epidemiologi

Menurut *World Health Organization (WHO)*, prevalensi *OA* di seluruh dunia termasuk dalam kategori tinggi berkisar 40% penduduk yang berusia >70 tahun. Di Amerika Serikat, prevalensinya meningkat sekitar 60%-100% pada tahun 2020 (Triyono, 2018). Terlihat bahwa prevalensi *OA* pada lansia usia >60 tahun diestimasikan sebesar 10 - 15%, pada perempuan sebesar 18.0% dan 9.6% pada laki - laki, dari angka tersebut dapat dilihat bahwa prevalensi *OA* pada perempuan lebih tinggi daripada laki-laki (Lestari et al., 2017).

Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 penyakit sendi merupakan gangguan nyeri sendi yang disertai dengan kekakuan, kemerahan, dan bengkak bukan karena benturan/ kecelakaan. Penyakit sendi yang dimaksud antara lain *OA*, nyeri akibat asam urat yang tinggi/ *hiperurisemia* akut maupun kronis, dan *rheumatoid arthritis*. Berdasarkan dari data Riskesdas tahun 2018, prevalensi penyakit sendi atau rematik secara nasional di Indonesia tercatat sebesar 7,3% dan penyakit sendi terjadi pada masyarakat di rentang usia 15 – 24 tahun (angka prevalensi sekitar 1,3%), angka prevalensi terus meningkat pada rentang usia 24 – 35 tahun (3,1%) dan rentang usia 35 – 44 tahun (6,3%). Di Jawa Timur pada tahun 2018 jumlah prevalensi pasien *osteoarthritis* sebanyak 6,72% (RI, 2018).

Berdasarkan Provinsi di Indonesia, prevalensi penyakit sendi tertinggi dijumpai di Provinsi Aceh (13,26%) dan terendah di Sulawesi Barat (3,16%). Prevalensi penyakit sendi menurut pekerjaan di Indonesia cenderung lebih tinggi pada pekerja buruh tani yaitu 9,86%. Prevalensi penyakit sendi berdasarkan jenis kelamin di Indonesia cenderung lebih tinggi pada perempuan daripada pria. Di Indonesia *OA genu* prevalensinya cukup tinggi yaitu 6,13% pada pria dan 8,46% pada wanita (RI, 2018).

### 2.2.3 Etiologi

*Osteoarthritis* lutut disebabkan oleh *homeostasis metabolisme* tulang rawan dan disertai dengan kerusakan *proteoglikan* yang belum diketahui penyebabnya (Wasilatus, 2019). Namun menurut Hochberg (2013) terjadinya *osteoarthritis* dipengaruhi oleh faktor resiko yaitu umur (proses penuaan), jenis kelamin, genetik, berat badan, trauma, olahraga, dan pekerjaan (Puspitasari, 2018).

#### 1) Usia

Semakin bertambahnya usia, semakin besar resiko terkena *osteoarthritis* karena sendi lutut merupakan penumpu berat badan,

sehingga mengalami kompresi, tekanan maupun gesekan dan mengakibatkan tulang rawan terkikis, degenerasi, dan melemahnya otot. Selain itu persendian mengalami tekanan mekanis akibat kelemahan otot yaitu perubahan *proprioception* dan perubahan gaya berjalan. Orang tua memiliki perkembangan radiologis cepat terhadap *osteoarthritis* (Puspitasari, 2018).

## 2) Obesitas

Kelebihan berat badan dapat menambah beban pada lutut untuk menopang beban tersebut, sehingga sendi lutut semakin tertekan. Semakin terkompresi maka semakin besar kerusakan pada tulang rawan (kartilago) (Puspitasari, 2018).

## 3) Genetik atau faktor bawaan

Struktur *laxity* dan *kartilago* serta permukaannya tidak beraturan disebabkan oleh faktor bawaan yang merupakan salah satu resiko terjadinya *osteoarthritis*. (Santosa, 2018).

## 4) Trauma

Cidera atau benturan pada sendi lutut dapat menyebabkan kerusakan pada tulang rawan dan struktur sendi lainnya. Trauma genu akut, termasuk robekan *ligament cruciatum* dan *meniscus* merupakan faktor risiko timbulnya *osteoarthritis*. Studi Framingham menemukan bahwa orang dengan riwayat trauma genu memiliki risiko 5 – 6 kali lipat lebih tinggi terkena *osteoarthritis* genu. Ini biasanya terjadi pada kelompok usia yang lebih muda dan mungkin menjadi penyebab kecacatan yang lama (Pratama, 2018).

## 5) Pekerjaan

Pekerjaan yang sering menggunakan sendi lutut dapat memicu terjadinya *osteoarthritis*, contohnya seperti pekerja petani, tukang becak dan lain sebagainya (Puspitasari, 2018).

## 6) Hormon dan penyakit metabolisme

*Osteoarthritis* genu lebih banyak terjadi pada wanita dibandingkan pria. Karena perubahan hormonal pada wanita

*menopause* dapat menyebabkan perubahan *degeneratif* pada sendi lutut, dan orang dengan riwayat diabetes dapat terkena *osteoarthritis* (Pratama, 2019).

#### 7) Olahraga

Olahraga yang menimbulkan risiko benturan keras dan membebani genu seperti sepak bola dan lari maraton memiliki risiko tinggi untuk terjadinya *osteoarthritis* genu. Kelemahan otot *quadriceph* merupakan faktor risiko terjadinya *osteoarthritis* dengan proses menurunkan stabilitas sendi dan kelemahan otot. Tetapi seseorang yang aktivitas sehari-harinya minim juga berisiko mengalami *osteoarthritis* genu. Karena orang yang tidak melakukan gerakan, aliran cairan sendi dapat berkurang dan berakibat aliran makanan yang masuk ke sendi juga berkurang. Hal tersebut mengakibatkan proses *degenerative* menjadi berlebih (Pratama, 2019).

#### 2.2.4 Patofisiologi

Patofisiologi merupakan suatu proses penyakit yang dialami oleh tubuh. Patofisiologi *OA* terjadi pada tulang rawan (kartilago). Pada persendian yang sehat, kartilago melindungi permukaan yang bergerak satu dengan lainnya dengan gesekan sedikit mungkin. Kartilago biasanya menyerap nutrisi dan cairan seperti spons, yang dapat mempertahankan kartilago tetap sehat dan halus. Pada *OA*, kartilago tidak mendapatkan nutrisi dan cairan yang dibutuhkannya. Seiring waktu kartilago dapat mengering dan retak (Puspitasari, 2018).

Pada kasus *OA* kronik, kartilago menjadi bergesekan antara tulang dengan tulang karena tidak ada penyerapan nutrisi dan cairan. Nyeri pada *OA* terjadi karena penggelembungan dari kapsul *synovial* oleh peningkatan cairan sendi, *mikrofaktur* (pata kecil), *iritasi periosteal* atau kerusakan *ligament*, dan *meniscus* (Haryoko & Juliastuti, 2016).

Tulang rawan memiliki peran penting dalam fisiologi. Setelah tulang rawan mulai memecah, tekanan mekanik yang berlebihan mulai jatuh pada struktur-struktur sendi lainnya. Akhirnya, ada gesekan antar tulang dan sendi, yang menyebabkan terjadi pengikisan tulang rawan. Ruang sendi pada tulang rawan mulai menyempit, dan tulang baru muncul pada lapisan sendi (*osteofit*), sehingga menyebabkan *imobilisasi* (Haryoko & Juliastuti, 2016).

### 2.2.5 Klasifikasi

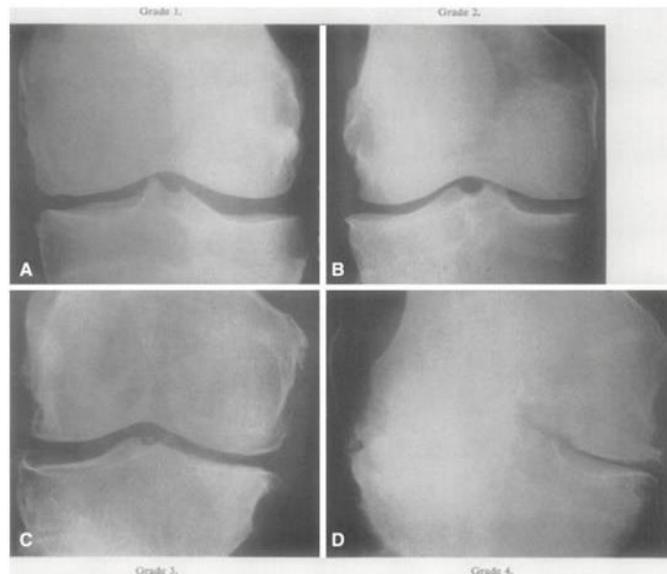
Menurut Joern (2010) & Sudoyo. A.W (2006) *osteoarthritis* diklasifikasikan sebagai *osteoarthritis* primer (*idiopatik*) dan *Osteoarthritis* sekunder karena sebab lain.

- 1) *Osteoarthritis primer (idiopatik)* merupakan jenis *osteoarthritis* yang tidak diketahui penyebabnya, yang tidak ada hubungannya dengan penyakit sistemik, peradangan (*inflamasi*), atau proses perubahan lokal pada sendi. (Winangun, 2019).
- 2) *Osteoarthritis sekunder* merupakan jenis *osteoarthritis* yang didasari oleh adanya infeksi, kelainan *endokrin* (seperti *diabetes mellitus*/kencing manis), *inflamasi*, *post traumatik*, *metabolik* (seperti *asam urat*) (Winangun, 2019).

Menurut Kellgren – Lawrence, *osteoarthritis* lutut dapat diklasifikasikan dalam 5 grade (Wijaya, 2018).

- 1) Tahap 0: tidak ditemukan penyempitan ruang sendi atau perubahan reaktif.
- 2) Tahap 1: Hampir tidak ada penyempitan ruang sendi dan kemungkinan ada *osteofit*.
- 3) Tahap 2: Adanya *osteofit* dan kemungkinan adanya penyempitan ruang sendi pada radiografi.

- 4) Tahap 3: Beberapa *osteofit* terlihat, adanya penyempitan ruang sendi, *sclerosis*, kemungkinan ujung tulang berubah bentuk (*deformitas*).
- 5) Tahap 4: Terdapat *osteofit* yang besar, penyempitan ruang sendi terlihat jelas, *sklerosis* parah dan adanya *deformitas* tulang.



**Gambar 2.7** *Grade Osteoarthritis Genu* (Wijaya, 2018)

### 2.2.6 Tanda dan Gejala

*Krepitasi* merupakan gejala umum *osteoarthritis*, dengan pembengkakan sendi yang simetris, perubahan gaya berjalan dan *deformitas* (*gait patologis*), dan *deformitas* pada tingkat lanjut. Pada penelitian sebelumnya, tanda dan gejala pada *osteoarthritis* yang mungkin terjadi adalah sebagai berikut (Mauludina, 2017):

#### 1) Nyeri sendi

Merupakan gejala yang paling umum. Rasa nyeri dapat terlokalisir, *diffuse*, atau bahkan *referred pain* di tempat yang jauh, misalnya nyeri *osteoarthritis* pada sendi panggul juga dapat dirasakan hingga sendi lutut. Dalam hitungan tahun nyeri perlahan-lahan bertambah berat. Rasa nyeri saat aktivitas fisik bertambah

berat dan membaik dengan istirahat. Pada stadium lanjut, nyeri yang hebat bahkan dapat dirasakan saat istirahat (Zaki, 2013).

2) Kekakuan pada sendi di pagi hari (*morning stiffnes*)

Ini sering muncul pada gejala *osteoarthritis*. Pada stadium awal penyakit, pasien sering mengalami kekakuan saat sedang *inaktif*, seperti pada saat bangun tidur. Kekakuan ini juga terjadi karena duduk di kursi atau mengendarai mobil dalam waktu lama. Seiring berjalannya waktu, kekakuan sendi menjadi progresif dan konstan (Santosa, 2018).

3) Hambatan gerakan sendi

Gangguan ini biasanya semakin bertambah berat secara perlahan sejalan dengan pertambahan rasa nyeri. Gangguan gerak pada sendi disebabkan oleh adanya *fibrosis* pada kapsul dan adanya *osteofit* (Winangun, 2019).

4) *Deformitas*

Perubahan bentuk sendi ditemukan akibat kontraktur kapsul serta *instabilitas* sendi karena kerusakan pada tulang rawan sendi (Winangun, 2019).

5) *Muscle arthropy* (otot mengecil)

Lutut jarang digerakkan akibat dari respon patologi atau *inhibisi* nyeri, sehingga terjadi kelemahan otot yang menyebabkan *muscle arthropy* (Mauludina, 2017).

6) *Krepitasi* (Bunyi “krek”)

*Krepitasi* atau bunyi “krek” pada sendi lutut disebabkan oleh permukaan sendi yang kasar karena degradasi rawan sendi dan karena adanya penekanan pada kartilago yang mengindikasikan *sinovitis* (Santosa, 2018).

7) Tanda-tanda peradangan

Adanya peradangan pada sendi (nyeri tekan, gangguan gerak, rasa hangat yang merata, dan warna kemerahan) karena adanya *sinovitis*. Biasanya tanda ini tidak menonjol dan timbul pada

stadium lanjut penyakit. Gejala ini umum terjadi pada *osteoarthritis* lutut. (Winangun, 2019).

8) Perubahan gaya berjalan

Hal yang paling meresahkan pasien adalah perubahan gaya berjalan, karena rasa nyeri yang mengakibatkan gaya berjalannya berubah (Santosa, 2018).

### 2.2.7 Diagnosa

Diagnosis *osteoarthritis* lutut dapat ditegakkan dengan temuan klinis saja atau dengan kombinasi temuan klinis dan radiologi. Menurut *The European League Against Rheumatism*, diagnosis *osteoarthritis* memerlukan tiga gejala dan tiga tanda. Tiga gejala tersebut antara lain nyeri *persisten* (kronis), kekauan sendi saat pagi hari, dan penurunan fungsi sendi, sedangkan tiga tanda adalah krepitasi, penurunan *range of motion*, dan pembesaran tulang. Semakin banyak gejala dan tanda, maka semakin besar kemungkinan terjadi *osteoarthritis*. Jika semua tanda dan gejala terpenuhi, kemungkinan ditemukan *osteoarthritis* pada radiografi adalah 99%. Kriteria diagnosis yang dikembangkan oleh *American College of Rheumatology* antara lain (Wijaya, 2018):

1) Klinis:

Hampir setiap hari nyeri lutut pada bulan sebelumnya, ditambah minimal 3 dari 6 kriteria berikut ini (Wijaya, 2018):

- a. Krepitasi saat gerakan sendi aktif,
- b. Kaku saat pagi hari < 30 menit,
- c. Usia > 50 tahun,
- d. Pembesaran tulang lutut,
- e. Adanya nyeri tekan saat pemeriksaan, dan
- f. Tidak teraba hangat

2) Klinis ditambah radiografi:

Hampir setiap hari nyeri lutut pada bulan sebelumnya, ditambah bukti radiografi adanya *osteofit* pada tepi sendi dan ditambah 1 gejala dari 3 kriteria berikut ini (Wijaya, 2018):

- a. *Krepitasi* pada gerakan sendi aktif,
- b. Kaku saat pagi hari < 30 menit,
- c. Usia > 50 tahun.

3) Klinis ditambah laboratorium:

Hampir setiap hari nyeri lutut pada bulan sebelumnya, ditambah minimal 5 dari 9 kriteria berikut ini (Wijaya, 2018):

- a. *Krepitasi* saat gerakan aktif,
- b. Kaku di pagi hari < 30 menit,
- c. Usia > 50 tahun,
- d. Nyeri tekan tulang,
- e. Pembesaran tulang, tidak teraba hangat,
- f. LED (laju endap darah) < 40 mm/jam,
- g. *Rheumathoid factor* < 1:40, dan
- h. Cairan *sinovial* sesuai tanda *osteoarthritis*.

### 2.2.8 Nyeri

1) Definisi

Nyeri menurut *IASP (International Association for the Study of Pain)* adalah pengalaman sensoris dan emosional yang tidak menyenangkan karena kerusakan jaringan secara aktual dan potensial (Pinzon, 2016). Nyeri terjadi saat lutut semifleksi, naik turun tangga, melakukan aktivitas berat seperti mengangkat beban atau benda, dan berjalan jauh. Nyeri disebabkan oleh kompresi dari *osteofit* yang membatasi pergerakan sendi lutut, mengakibatkan penurunan fungsi kekuatan otot, terutama kekuatan otot *quadriceps* yang terhubung dengan sendi lutut (Puspitasari, 2018).

Nyeri memiliki klasifikasi, nyeri bedasarkan timbulnya, antara lain (Rosa, 2018):

a. Nyeri akut

Nyeri akut merupakan nyeri yang tiba-tiba dengan waktu yang sementara. Nyeri berdasarkan aktivitas saraf otonom seperti: pucat dan perubahan wajah seperti menangis.

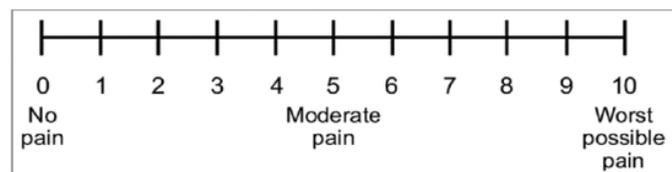
b. Nyeri kronik

Nyeri kronik merupakan nyeri yang dengan waktu yang lama dan menetap, pada awalnya merupakan nyeri akut yang mentap. Terkadang melebihi 3 bulan, nyeri ini dapat disebabkan:

- a) Kanker yang disebabkan tekanan atau rusaknya serabut saraf.
- b) Non kanker yang disebabkan trauma dan proses degenerasi.

2) Pengukuran Nyeri

*Numeric Rating Scale (NRS)* adalah metode yang digunakan untuk menilai nyeri, Skala *NRS* adalah versi angka dari *VAS* yang menggambarkan 0-10 dalam skala nyeri. Pada umumnya dalam bentuk garis. Skala untuk *NRS* adalah skala numerik tunggal berisi 11 nilai, yaitu nilai nol (0) merupakan keadaan tidak atau bebas nyeri, sedangkan sepuluh (10), merupakan suatu nyeri yang sangat hebat tidak tertahankan hingga pingsan. Manfaat utama *NRS* adalah penggunaannya sangat mudah dan sederhana dan dapat digunakan untuk evaluasi pasca terapi nyeri (Pinzon, 2016).



**Gambar 2.8** *Numeric Rating Scale* (Pinzon, 2016)

Pada penggunaan *NRS* terdapat 3 klasifikasi nilai nyeri yaitu (Pinzon, 2016):

- a. Nilai 1-3 : Nyeri ringan
- b. Nilai 4-6 : Nyeri sedang
- c. Nilai 7-10 : Nyeri hebat tidak tertahankan

## 2.2.9 Range of Motion (ROM)

### 1) *Range of Motion (ROM)*

Merupakan suatu gerakan yang keadaan normal dapat dilakukan oleh sendi yang bersangkutan. Klasifikasi *ROM* dibagi menjadi dua jenis yaitu *ROM* aktif dan *ROM* pasif. *Range of motion* adalah latihan gerakan sendi yang memungkinkan terjadinya kontraksi dan peregangan otot. Pasien menggerakkan masing-masing persendiannya baik secara aktif maupun pasif sesuai gerak normal. Tujuan *ROM* adalah untuk mempertahankan atau memelihara kekuatan otot, menjaga mobilitas sendi, merangsang sirkulasi darah, mencegah kelainan bentuk (*deformitas*). Ada beberapa klasifikasi *ROM* sebagai berikut (Rosa, 2018):

- a. *ROM* dinamis/ kinetik adalah kemampuan sendi pada anggota tubuh untuk melakukan gerakan-gerakan dinamis/kinetik.
- b. *ROM* statis-aktif/ aktif adalah kemampuan mempertahankan posisi pada gerakan dengan bantuan dari otot antagonis dan agonis.
- c. *ROM* statis-pasif/ pasif adalah kemampuan mempertahankan gerakan dengan bantuan berat badan, terapis, tumpuan.

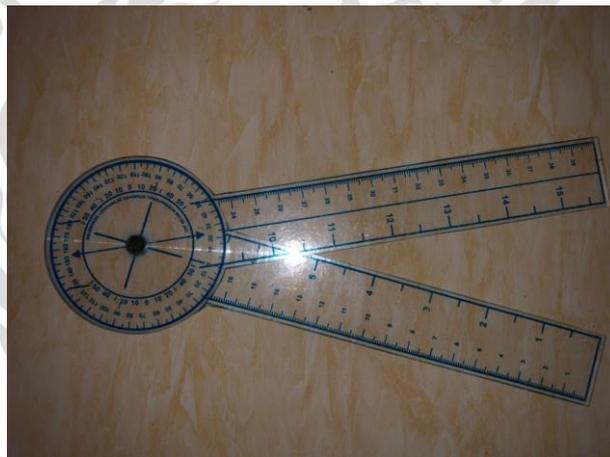
Menurut Adiwinata (2016) nyeri merupakan faktor yang sangat mengganggu pada *ROM* sehingga secara otomatis otot dapat proteksi diri dengan membatasi ruang gerak dari persendian dan gangguan pola kapsuler mengakibatkan kelemahan otot. Pembatasan ruang gerak yang berlangsung lama dapat

menyebabkan penurunan luas gerak sendi. *ROM* yang terbatas dan lokasi area nyeri maka dapat mengganggu aktivitas sehari-hari (Rosa, 2018).

## 2) Pengukuran

### a. *Goniometer*

*Goniometer* merupakan alat pemeriksaan fisioterapi yang digunakan untuk mengukur *range of motion (ROM)*. Pada praktik fisioterapi dilakukan pemeriksaan *ROM* untuk mengetahui data tentang *ROM* pasif atau aktif, panjang otot, *ekstensi* dan *fleksi* jaringan lunak dan *ROM* fungsional (Rosa, 2018)



**Gambar2.9** Foto *Goniometer*

### b. Prosedur pelaksanaan menggunakan *goniometer* (Rosa, 2018):

#### a) Persiapan alat

- (a) Menyiapkan bed untuk pemeriksaan.
- (b) Menyiapkan *goniometer*
- (c) Menyiapkan buku catatan untuk hasil pengukuran LGS

#### b) Persiapan fisioterapis

- (a) Mencuci tangan sebelum melakukan tindakan pengukuran

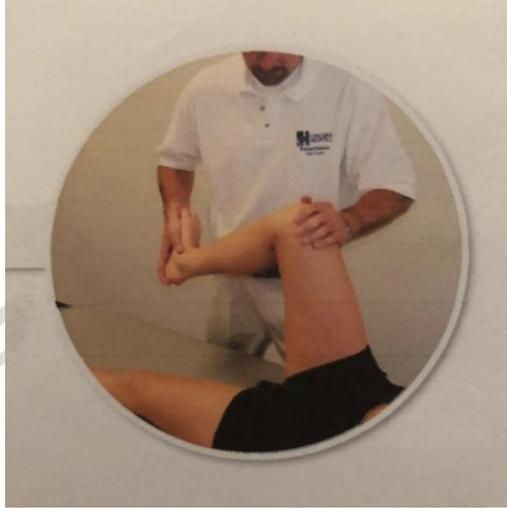
- (b) Memakai pakaian yang bersih dan rapih.
- c) Persiapan pasien
  - Posisi pasien senyaman mungkin. Pasien di minta posisi tidur tengkurap/ terlentang.
- d) Pelaksanaan pemeriksaan
  - (a) Mengucapkan salam, memperkenalkan diri sebagai fisioterapis dan meminta persetujuan pasien secara lisan.
  - (b) Jelaskan prosedur & kegunaan hasil pengukuran LGS kepada pasien.
  - (c) Posisikan pasien dengan posisi tubuh yang benar (anatomis), dapat dengan posisi pasien tidur tengkurap/terlentang.
  - (d) Sendi lutut yang diukur diusahakan terbebas dari pakaian yang menghambat gerakan.
  - (e) Menjelaskan dan memberikan contoh gerakan fleksi lutut yang hendak dilakukan. Lalu meminta responden menggerakkan fleksi dan ekstensi lutut seperti yang dicontohkan sebelumnya.
  - (f) Melakukan gerakan pasif 2 atau 3 kali pada sendi lutut, untuk mengantisipasi gerakan kompensasi.
  - (g) Mencatat hasil ROM dengan aturan ISOM (*International Standart Orthopedic Measurement*).

#### 2.2.10 Pemeriksaan Spesifik Osteoarthritis

##### 1) *Mc Murray Test*

Posisi pasien terlentang dengan *hip* dan *knee* fleksi 90° dan rotasi *tibia* ke *medial* lalu bawa *knee* ke *ekstensi*, untuk *meniscus lateral*. Demikian sebaliknya untuk memeriksa *meniscus medialis*, tujuan dari pemeriksaan ini untuk mengetahui kelainan pada *meniscus medialis* dan *meniscus lateral* (Rosa, 2018). Tes positif jika pasien merasakan *clicking*, *locking* atau nyeri di bagian dalam

*knee*, indikasi dari tes ini *tear* atau *injuri* pada *meniscus* (Achmad, 2019).



**Gambar 2.10** *Mc Murray Test* (Achmad, 2019)

## 2) *Apley's Test*

Posisi pasien tengkurap dengan *knee* fleksi 90°, lakukan fiksasi pada paha dengan menggunakan lutut/tangan pemeriksa. Tempatkan tangan satu pada *ankle* dan tangan satunya diatas *calcaneus* pasien untuk kompresi. Lakukan gerakan rotasi *medial* dan *lateral* dikombinasikan dengan kompresi, tujuannya untuk mengetahui adanya kelainan pada *meniscus* (Rosa, 2018). Tes positif jika pasien merasakan *clicking*, *locking* atau nyeri dibagian dalam *knee*, indikasi dari tes ini *tear* atau *injuri meniscus* (Achmad, 2019).



**Gambar 2.11** *Apley's Test* (Achmad, 2019)

### 3) *Varus dan Valgus Test*

Posisi pasien terlentang *abduksikan* tungkai pasien dan *knee fleksi* sekitar  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$ , salah satu tangan terapis pada sisi medial dari *upper knee* dan tangan satunya pada sisi *lateral ankle*. Setelah itu lakukan *varus force* pada *knee* pasien kearah *medial*. Untuk *valgus* lakukan dengan metode sebaliknya. Tes positif jika nyeri terprovokasi pada sisi *medial* atau *lateral knee joint* dengan atau tanpa disertai peningkatan *laxity* (Achmad, 2019)



(I)

(II)

**Gambar 2.12** (I) *Varus* dan (II) *Valgus Test* (Achmad, 2019)

#### 4) *Patellar Grind Test*

Posisi pasien terlentang dengan *knee ekstensi*. Pemeriksa berdiri disebelah tungkai pasien yang di *test*. Satu tangan terapis berada di bagian *posterior* pada *patella* dan disertai dengan *pressure*. Selanjutnya minta pasien untuk perlahan mengkontraksikan otot *quadriceps* pasien. Tes positif jika pasien merasakan nyeri di *patellofemoral*, dan di indikasi *patellafemoral joint disorder* contohnya *chondromalacia patellae*) (Achmad, 2019).



**Gambar 2.13** Patellar Grind Test (Achmad, 2019).

## 2.3 Ultrasound

### 2.3.1 Definisi *Ultrasound*

*Ultrasound* merupakan gelombang suara berfrekuensi tinggi yang tidak dapat dideteksi oleh telinga manusia. Terapi *ultrasound* biasanya berfrekuensi 0.8-3 MHz (800-3,000 KHz). Frekuensi yang lebih rendah dapat menyebabkan penetrasi yang lebih dalam (sampai dengan 5 cm). Frekuensi yang umum digunakan adalah 1000 KHz, yang memiliki target pemanasan pada kedalaman 3-5 cm dibawah kulit. Pada frekuensi yang lebih tinggi, seperti 3000 KHz energi diserap pada kedalaman yang lebih dangkal sekitar 1-2 cm. Gelombang suara dapat menyebabkan molekul – molekul dalam jaringan bergetar, sehingga menghasilkan energi mekanis dan panas. Kondisi ini

menghasilkan panas di lapisan dalam tubuh (seperti otot, tendon, ligament, persendian dan tulang). Penetrasi energi *ultrasound* tergantung pada jenis dan ketebalan jaringan (Hayes & Hall, 2014).

Ada dua metode dalam melakukan terapi *ultrasound*, yaitu gelombang *continue* dan gelombang *intermittent* (pulsed). Dalam situasi dimana tidak diinginkan terjadinya panas, seperti pada peradangan akut gelombang *intermittent* lebih dipilih. Gelombang *continue* memiliki efek mekanis, seperti meningkatkan permeabilitas membran sel dan dapat memperbaiki kerusakan jaringan. Terapi *ultrasound* berbeda dari diagnostic *ultrasound* karena menggunakan gelombang suara berintensitas rendah untuk menghasilkan gambar struktur internal tubuh. Terapi *ultrasound* dengan intensitas tinggi dapat menghancurkan jaringan yang tidak diinginkan seperti batu ginjal dan batu empedu (Hayes & Hall, 2014).



**Gambar 2.14** Foto *Ultrasound Enraf Nonius Sonoplus 492*

### 2.3.2 Efek Fisiologis *Ultrasound*

Efek pertama yang terjadi adalah efek mekanik, yaitu menyebabkan peregangan, sehingga tekanan dalam jaringan disebut *micro-massage*. Efek *thermal* dari *ultrasound* diantaranya meningkatkan lokal pada aliran darah, meningkatkan metabolisme jaringan penyerap panas, meningkatkan *elastisitas* jaringan ikat,

meningkatkan kecepatan konduksi saraf, mengendalikan nyeri, dan mengurangi kekakuan sendi (Kuswardani, 2018).

Efek *non thermal* dari *ultrasound* adalah *cavitation* dan *microstreaming*. *Cavitation* adalah proses pembentukan gelembung udara yang dapat mengembang di jaringan, sehingga meningkatkan aliran plasma di jaringan. *Microstreaming* merupakan desakan gelombang suara pada membran sel yang dapat meningkatkan kerja pompa natrium sel, sehingga mempercepat proses penyembuhan (Kuswardani, 2018).

Efek lain dari *micromassage* adalah efek biologis yang merupakan refleks fisiologis dari efek mekanik dan *thermal*. Efek biologis dari *ultrasound* antara lain (Hayes & Hall, 2014):

1) Meningkatkan sirkulasi darah

Salah satu efek *ultrasound* adalah panas, yang menyebabkan tubuh merespon panas, yaitu terjadinya *vasodilatasi*.

2) Rileksasi otot

Dengan efek *thermal* menyebabkan *vasodilatasi*, sehingga meningkatkan sirkulasi darah dan menyebabkan rileksasi otot.

3) Meningkatkan permeabilitas membran

Melalui mekanisme getaran *ultrasound*, cairan tubuh dapat didorong ke dalam membran sel sehingga menyebabkan perubahan konsentrasi ion dan mempengaruhi nilai ambang dari sel-sel.

4) Mempercepat proses penyembuhan jaringan

Dengan pemberian *ultrasound* dapat menyebabkan *vasodilatasi*, sehingga meningkatkan suplai makanan ke jaringan lunak dan meningkatkan antibody yang mempermudah terjadinya perbaikan jaringan yang rusak.

5) Mengurangi nyeri

Nyeri dapat berkurang dengan menggunakan ultrasound, selain dipengaruhi oleh efek *thermal*, juga berpengaruh langsung pada saraf. Hal ini disebabkan oleh gelombang intensitas rendah,

yang dapat menimbulkan pengaruh *sedative* dan *analgesi* pada ujung saraf *afferent* II dan IIIa sehingga diperoleh efek terapeutik berupa pengurangan nyeri.

### 2.3.3 Indikasi *Ultrasound*

Indikasi dari *ultrasound* ini ialah kelainan-kelainan / penyakit pada jaringan tulang, sendi, dan otot seperti (Papadopoulos & Mani, 2020)

- a. Pemendekan jaringan lunak
- b. Cedera (keseleo *ligament*)
- c. Ketegangan otot (*spasm* otot)
- d. Klasifikasi *tendinitis* (peradangan tendon)
- e. *Osteoarthritis* (peradangan tulang sendi)
- f. *Rheumatoid arthritis*
- g. *Epicondylitis lateral*
- h. *Inflamasi sub akut* dan *kronik*, misalnya *bursitis* (peradangan *bursa*)
- i. *Carpal tunnel syndrome (CTS)*
- j. Nyeri pinggang akut karena bergesernya diskus
- k. *Plantar fasciitis*

### 2.3.4 Kontraindikasi *Ultrasound*

Berbahaya melakukan terapi *ultrasound* di sekitar area perut wanita hamil. Terapi ini juga memiliki efek negatif pada area tumor ganas atau pertumbuhan tulang. Terapi ini juga tidak dianjurkan untuk pasien dengan gangguan persepsi nyeri dan panas seperti pasien diabetes dengan *neuropathy*.

Terapi *ultrasound* pada dasarnya aman untuk sebagian besar orang. Tetapi, apabila dilakukan oleh orang yang tidak berpengalaman dapat menimbulkan efek luka bakar atau kerusakan jaringan dalam. Terapi ini tidak direkomendasikan pada (Hayes & Hall, 2014):

- 1) Pada area *anestetik* (mati rasa)
- 2) Perdarahan
- 3) Kepala, mata, jantung dan organ reproduksi.
- 4) Perut wanita hamil
- 5) Luka yang mengalami infeksi.
- 6) Di dekat tumor/kanker
- 7) Di dekat sumsum tulang belakang yang terlihat misal paska *laminectomy* (prosedur pembedahan untuk menghilangkan tekanan pada saraf tulang belakang).

### 2.3.5 Pelaksanaan *Ultrasound*

Lakukan penilaian awal sebelum memulai terapi, seperti perjalanan penyakit, riwayat kesehatan dan pemeriksaan fisik. Minta pasien untuk menjelaskan secara detail nyeri yang dialami. Pada beberapa kasus, terapi *ultrasound* dapat dilakukan setelah modalitas lain seperti bantal pemanas, bantal pendingin atau terapi listrik. Tergantung pada area yang terkena, pasien diminta untuk duduk atau berbaring selama terapi *ultrasound*. Minta pasien untuk melepas perhiasan. Jika dianggap perlu, pasien diminta untuk menggunakan jubah untuk akses yang lebih mudah ke area perawatan. Beberapa teknik yang dapat diterapkan dalam terapi *ultrasound* antara lain (Hayes & Hall, 2014):

- 1) Kontak langsung dengan gel

Fisioterapis membersihkan area yang diterapi. Kemudian oleskan gel ke area yang diterapi sehingga terbentuk konduksi yang sempurna antara alat terapi (*transducer*) dan kulit. Tempelkan permukaan transduser langsung ke media, dengan kuat tapi jangan menekan, kontak harus dipertahankan selama terapi.

- 2) Penggunaan dalam air

Pinggang, siku, lutut dan bagian tubuh lainnya yang tidak perlu banyak lekukan dapat diobati dengan terapi *ultrasound* dibawah air. Area yang cedera direndam dalam air dan letakkan

*transducer* sekitar 1 cm dari area yang dapat diterapi. Dalam pelaksanaan terapi ini *transducer* dapat digerakkan dengan arah *sirkuler* atau *longitudinal*.

Untuk memastikan keamanan pada tingkat penggunaan apapun, selalu gerakan *transducer* saat mengaplikasikan pada pasien. Jangan sampai berdiam di satu area, karena gerakan *transducer* penting untuk mencegah titik panas dan kemungkinan terjadi luka bakar. Gunakan gerakan *circular* (melingkar) sekitar 4cm (1,6 inci) per detik (Hayes & Hall, 2014).

### 2.3.6 Dosis dan Durasi *Ultrasound*

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan dosis antara lain (Hayes & Hall, 2014):

#### 1) Frekuensi

Frekuensi terapi tergantung pada kondisi penyakit. Pada kondisi akut dapat diberikan setiap hari. Sedangkan pada kondisi kronis 2-3x/minggu. Dapat digunakan dengan frekuensi 1 MHz dan 3 MHz. gelombang suara pada 1 MHz menembus lebih dalam daripada 3 MHz. gelombang 3 MHz lebih mudah diserap, lebih cepat meningkatkan suhu tetapi tidak menembus terlalu dalam seperti gelombang 1 MHz.

#### 2) Intensitas.

Rentang intensitas yang aman untuk *transducer* yang digerakkan adalah 0,5-3 W/cm<sup>2</sup>. Intensitas tersebut dapat dibagi menjadi 3 yaitu 1,2-3 W/cm<sup>2</sup> (kuat), 0,3-1,2 W/cm<sup>2</sup> (sedang), <0,5 W/cm<sup>2</sup> (rendah).

#### 3) Lama terapi/durasi

Lama terapi tergantung pada luas *effective radiating area* (*era*) dan area yang akan diterapi, misalnya dalam terapi menggunakan *ERA* dengan luas 3 cm<sup>2</sup> dan luas area terapi 15 cm<sup>2</sup>

maka lama waktu terapi adalah 5 menit (diperoleh dari luas area terapi dibagi luas *ERA*).

## 2.4 Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)

*Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS)* merupakan terapi yang dapat mengurangi rasa nyeri dengan menghantarkan impuls listrik ke pasien. Impuls listrik ini berfungsi untuk memblokir impuls nyeri pasien. Impuls nyeri yang diblok menyebabkan penurunan nyeri. Pemberian terapi *TENS* dapat merangsang tubuh untuk mengeluarkan *endorphin*, dan meningkatkan relaksasi kemudian diikuti dengan penurunan nyeri. Penggunaan *TENS* tidak membuat ketagihan, tidak menimbulkan efek mual, mengantuk, dan *TENS* bebas dilakukan kapan saja sesuai kebutuhan (Khatri, 2018). Tujuan *TENS* adalah untuk mengaktifkan serat saraf secara selektif. Pereda nyeri maksimal tercapai ketika *TENS* menghasilkan sensasi listrik yang kuat dan tidak menyakitkan di bawah elektroda. Pereda nyeri biasanya cepat dan berhenti setelah *TENS* dimatikan. (Hayes & Hall, 2014).



**Gambar 2.15** Foto *TENS Enraf Nonius Sonoplus 492*

Pemberian *TENS* memiliki efek mengurangi rasa nyeri dengan pengaplikasian *TENS* menggunakan mekanisme *gate control* teori yang

dijelaskan oleh Melzack dan Wall. Teori ini menjelaskan bahwa serabut saraf berdiameter kecil yang membawa stimulus nyeri melalui pintu yang sama dengan serabut saraf berdiameter besar yang membawa impuls (mekanoreseptor), apabila kedua serabut saraf tersebut secara bersama melewati pintu yang sama maka serabut saraf berdiameter besar menghambat serabut saraf berdiameter kecil dan gerbang tertutup. Menutupnya gerbang menghalangi serabut saraf berdiameter kecil menuju ke saraf pusat dan informasi nyeri terputus sehingga rangsang nyeri berkurang. Sebelum sampai ke saraf pusat, saraf berdiameter kecil masuk ke sel T untuk diterjemahkan adanya nyeri dan gerbang terbuka. TENS berperan dalam mekanisme tertutupnya gerbang dengan menghambat *nosisepitif* serabut berdiameter kecil dengan memberikan impuls pada serabut bermyelin yang teraktivasi (Khatri, 2018).

Tujuan dari terapi ini adalah untuk mengurangi nyeri, selain itu untuk meningkatkan lingkup gerak sendi, mengurangi *spasme*, dan meningkatkan kemampuan fungsional. Adapun efek dari *TENS* antara lain fasilitasi kontraksi otot, meningkatkan fungsi kerja otot, meningkatkan fungsi otot baru, melatih otot yang *paralisis* (lumpuh), mencegah dan melepaskan perlekatan jaringan (Hayes & Hall, 2014).

#### 2.4.1 Indikasi *TENS*

Adapun indikasi dari *transcutaneous electrical nerve stimulation* antara lain sebagai berikut (Hayes & Hall, 2014):

- 1) *Osteoarthritis*
- 2) *Rheumatoid arthritis*
- 3) Keluhan nyeri *mofasial servikal* dan *trigger point*
- 4) Nyeri akut dan kronis
- 5) *Hipertonik atau spastic*
- 6) Kelumpuhan/kelemahan otot

#### 2.4.2 Kontraindikasi *TENS*

Adapun kontra indikasi dari *transcutaneous electrical nerve stimulation* antara lain sebagai berikut (Hayes & Hall, 2014):

- 1) Kehamilan
- 2) Penyakit arteri
- 3) Pembentukan *thrombus*
- 4) Infeksi *akut*
- 5) Gangguan sensibilitas

### 2.5 Terapi Latihan

#### 2.5.1 Definisi Terapi Latihan

Terapi latihan merupakan bagian penting dari proses rehabilitasi paska cedera dan gangguan penyakit kronis. Teknik yang digunakan oleh fisioterapi untuk memulihkan dan meningkatkan gerakan dan fungsi adalah terapi latihan. Pelaksanaan terapi latihan menggunakan gerak aktif dan pasif untuk mempertahankan dan meningkatkan kekuatan, daya tahan dan kemampuan fungsi gerak, *mobiltas* dan kelenturan, rileksasi dan koordinasi, keseimbangan dan kemampuan fungsional. Tujuan dari terapi latihan untuk meningkatkan aktifitas dan kemampuan pasien sehingga dapat beraktifitas normal (Festiawan, 2021).

Secara khusus, jenis-jenis terapi latihan antara lain meliputi latihan kelenturan (*fleksibilitas*) untuk meningkatkan *range of motiont* (*ROM*), latihan peregangan *stretching* untuk meningkatkan mobilitas, latihan penguatan (*strengthening*) untuk peningkatan fungsi, dan latihan aerobik untuk meningkatkan *kardiovaskular* (Festiawan, 2021).

#### 2.5.2 Tujuan Terapi Latihan

Dari semua proses fisioterapi, terapi latihan (*exercise therapy*) merupakan kegiatan utama yang didukung oleh modalitas-modalitas lain. Meskipun terapi latihan tidak bisa menghentikan proses

*degenerative*, tetapi dapat memperlambat progresivitasnya, meringankan gejala, dan mencegah komplikasi akibat prose *degenerative*. Pengembalian fungsi gerak merupakan tujuan utama dari proses fisioterapi. Terapi latihan dilakukan pada fase kronis, dengan tujuan untuk memulihkan pasien yang cedera sehingga mereka dapat kembali beraktivitas atau mendekati fungsi semula. Secara umum, terapi latihan (*exercise therapy*) untuk pasien *osteoarthritis* merupakan aktivitas fisik yang sistematis dan bertujuan untuk (Festiawan, 2021):

- 1) Memperbaiki atau mencegah gangguan fungsi sendi
- 2) Memperbaiki kecacatan
- 3) Mencegah atau mengurangi faktor resiko gangguan kesehatan
- 4) Mengoptimalkan status kesehatan dan kebugaran.
- 5) Meningkatkan kekuatan otot
- 6) Meningkatkan lingkup gerak sendi
- 7) Proteksi sendi dari kerusakan dengan mengurangi stress pada sendi

### 2.5.3 Terapi Latihan *Strengthening*

#### 1) *Strengthening*

Latihan penguatan (*strengthening exercise*) meliputi latihan *quadriceps* dan *hamstring* seperti berjalan, bersepeda, berenang. Tujuan dari latihan ini antara lain: memperbaiki fungsi sendi, meningkatkan kekuatan sendi, melindungi sendi dari kerusakan dengan mengurangi tekanan sendi, mencegah kecacatan dan meningkatkan kebugaran jasmani. Latihan ini tentu saja disesuaikan dengan kondisi dan kemampuan pasien. Latihan penguatan bisa dibedakan menjadi *isometrik*, *isotonik*, dan *isokinetik* (Ismaningsih, 2018).

Efek fisiologis dari latihan *strengthening* adalah *hipertropi* dimana bertambahnya ukuran otot karena bertambahnya ukuran

serabut-serabut otot dan jumlah jaringan ikat, tendon, dan *ligament*, maka akan terjadi peningkatan kekuatan dan ketahanan pada otot (Kuntono et al., 2013). Selain itu terapi latihan dapat menurunkan kadar *sitokin* dalam cairan *synovial* pasien *OA* lutut, menghambat degradasi tulang rawan dan memperbaiki gejala nyeri. *Sitokin* merupakan salah satu mediator kimia terjadinya inflamasi dan apabila kadar *sitokin* turun maka mekanisme rangsangan *nociceptor* oleh rangsangan *noxious* terhambat dan proses mekanisme nyeripun menjadi terhambat (Marlina, 2015)

a. *Isometrik*

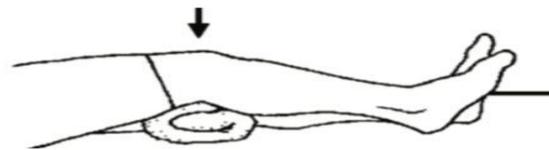
Merupakan bentuk latihan statik, otot berkontraksi, dan menghasilkan *force* tanpa perubahan panjang otot dan sedikit/tanpa gerakan sendi. Latihan *isometrik* digunakan jika pasien tidak dapat melakukan gerakan sendi yang berulang, misalnya pada sendi yang nyeri atau *inflamasi*. Latihan ini mudah dipelajari oleh pasien dan dapat meningkatkan kekuatan otot dengan cepat, tetapi manfaat fungsionalnya terbatas. Latihan penguatan *isometrik* ini tidak melibatkan gerak sendi sehingga tidak akan memperberat gejala *osteoarthritis* (Nugraha & Kambayana, 2017).

Kontraksi *isometrik* harus ditahan minimal 6 detik untuk memungkinkan tercapainya puncak tegangan otot dan perubahan metabolik di otot, dan tidak boleh lebih dari 10 detik karena akan menyebabkan otot cepat kelelahan/ *fatigue*, dan di ulangi 8-12 kali (Nugraha & Kambayana, 2017). Adapun contoh latihan *isometrik* yaitu:

a) Latihan *quadriceph setting*

Ini merupakan contoh latihan penguatan *isometrik* otot *quadriceph* dengan fokus pada kontraksi *vastus medialis oblique*. Latihan dilakukan dengan posisi *supine* atau duduk, lutut posisi *ekstensi*. Pasien diberi perintah

“tekan lutut ke bawah dan bawah lutut diberi bantalan handuk, lalu kencangkan otot paha”. Kontraksi ditahan selama 10 detik, istirahat beberapa detik, dan kemudian dilanjut kontraksi lagi. Latihan ini dilakukan 8-12 kali *repetisi*, diulang 2 kali sehari. Bisa ditambahkan gulungan handuk dibawah lutut, jika pasien kurang nyaman (Nugraha & Kambayana, 2017).



**Gambar 2.16** *Quadricep Strengthening Exercise* (Evans et al., 2015)

b. *Isotonik*

Merupakan latihan penguatan dinamis dengan beban konstan, otot berkontraksi secara memanjang (*eksentrik*) atau memendek (*konsentrik*) sepanjang luas gerak sendinya. Kontraksi *eksentrik* dapat menyebabkan lebih banyak tekanan, tetapi dapat menghasilkan kekuatan otot yang lebih besar. Latihan *isotonik* membantu meningkatkan kekuatan otot, daya tahan, dan power (Nugraha & Kambayana, 2017).

Efek latihan *isotonik* adalah peredam rasa sakit pada sendi tulang diakibatkan oleh keadaan sendi tulang bertopang secara lebih baik karena sebagian tekanan dari sendi dapat diserap kemudian ditransfer menuju otot sehingga nyeri berkurang (Kuntono et al., 2013). Adapun contoh latihan penguatan *isotonik* yaitu:

a) *Theraband Exercise*

*Theraband exercise* merupakan latihan isotonik yang menggunakan alat bantu berupa *theraband* atau karet berwarna yang mempunyai kelenturan yang tinggi (Haryoko & Juliastuti, 2016). Latihan *theraband* merupakan bentuk lain dari resentesi elastis yang memungkinkan orang untuk melakukan latihan yang berbeda untuk meningkatkan kekuatan, mobalitas, fungsi dan mengurangi nyeri sendi (Suriani & Lesmana, 2013).

Menggunakan *theraband* untuk memperkuat efek latihan yang dapat meningkatkan kekuatan dinamik pada otot, sehingga power otot bertambah. Ketika power otot bertambah, maka *endurance* dan keseimbangan dapat meningkat. Pada sirkulasi darah dapat meningkat karena *vasodilatasi*. Selain itu akan memperbaiki kekuatan, ukuran serta mencegah peradangan dan terjadi peningkatan kelenturan jaringan lemak yang dapat mengurangi rasa nyeri (Haryoko & Juliastuti, 2016).

Dalam mekanisme penurunan nyeri dengan latihan *theraband* maka ditentukan adanya dosis latihan. Saat melakukan latihan *theraband* selama *ekstensi* lutut terjadi kontraksi otot *kosentrik* (memendek) (*m. quadriceps femoris*) dan latihan dilakukan secara berulang sesuai dengan dosis, sehingga terjadi pengurangan rasa nyeri, meningkatkan stabilitas dan menurunkan inflamasi *subcondral* dikapsul sehingga mengurangi nyeri (Suriani & Lesmana, 2013).

Untuk melakukan latihan ini pasien diposisikan duduk di kursi dengan posisi lutut *fleksi*, pasang *theraband* di pergelangan kaki pasien yang sakit dan ikat di kursi. Intruksikan ke pasien untuk meluruskan kaki nya dengan

pelan dan gerakan ini dilakukan satu kali sehari dengan 2-3 set dan 8-12 repetisi (Suriani & Lesmana, 2013).



**Gambar 2.17** *Theraband Exercixe* (Dhar & Agarwal, 2015)