

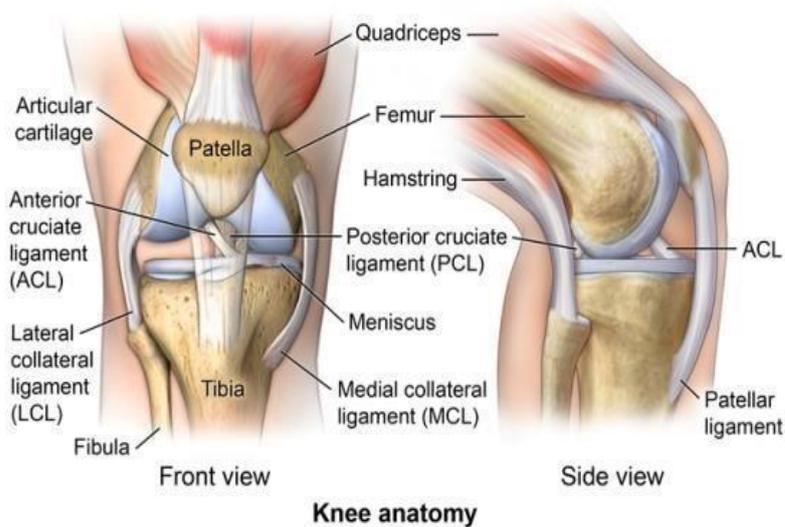
## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Anatomi Fisiologi *Genu*

#### 2.1.1 Tulang

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). Sendi lutut berada di antara tulang femur dan tibia. Sendi lutut mempunyai otot *fleksor dan ekstensor* yang kuat serta mempunyai *ligamen* yang kuat, yang mengatur pergerakan kaki ialah fungsi dari sendi lutut.

Persendian ini sering mengalami peradangan atau biasa yang kita sebut sebagai *Osteoarthritis* menjadi salah satu kondisi yang paling sering terjadi di *genu* (Pratama, 2019)



**Gambar 2. 1** Anatomi *Genu* (Pratama, 2019)

Adapun penjelasan tulang menurut Pratama (2019) yang membentuk sendi lutut antara lain:

#### a) Tulang *Femur*

Merupakan tulang pipa terpanjang dan terbesar di dalam tulang kerangka pada bagian pangkal yang berhubungan dengan *acetabulum*

membentuk kepala sendi yang disebut *caput femoris*. Di sebelah atas dan bawah dari *columna femoris* terdapat laju yang disebut *throcancer mayor* dan *throcancer minor*, di bagian ujung membentuk persendian lutut. Terdapat dua buah tonjolan yang disebut *condylus medialis* dan *condylus lateralis*, diantara kedua *condylus* ini terdapat lekukan tempat letaknya tulang tempurung lutut (*patella*) yang disebut dengan *fosa condylus*.

b) Tulang *Tibia*

Tulang *tibia* bentuknya lebih kecil, pada bagian pangkal melekat pada *fibula*. Pada bagian ujung membentuk persendian dengan tulang pangkal kaki dan terdapat taju yang disebut os *malleolus medialis*.

c) Tulang *Fibula*

Merupakan tulang pipa yang terbesar sesudah tulang paha yang membentuk persendian genu dengan *femur* pada bagian ujungnya. Terdapat tonjolan yang disebut *malleolus lateralis* atau mata kaki luar.

d) Tulang *Patella*

Pada gerakan fleksi dan ekstensi *patella* akan bergerak pada tulang *femur*. Jarak *patella* dengan *tibia* sat terjadi gerakn adalah tetap dan yang berubah hanya jarak *patella* dengan *femur*. Fungsi *patella* di samping sebagai perekat otot-otot atau *tendon* adalah sebagai pengungkit sendi *genu*. Pada posisi fleksi *genu* 90 derajat kedudukan *patella* diantara kedua *condylus femur* dan saat ekstensi maka *patella* terletak pada permukaan *anterior femur*.

### 2.1.2 Sendi

Sendi adalah tempat pertemuan dua atau lebih tulang. Sendi *genu* merupakan bagian dari ekstremitas *inferior* yang menghubungkan tungkai atas dengan tungkai bawah. Sendi *genu* adalah sendi paling besar dalam tubuh, sangat komplek mempunyai otot *fleksor* dan *ekstensor* yang kuat serta mempunyai *ligamen* yang kuat. Fungsi dari sendi *genu* ini adalah untuk mengatur pergerakan dari kaki. Tulang-tulang dipadukan dengan berbagai

cara misalnya dengan kapsul sendi, pita *fibrosa*, *ligamen*, *tendon*, fasia, atau otot.

Terdapat tiga tipe sendi: 1) Sendi fibrosa (*sinartrodial*), merupakan sendi yang tidak dapat bergerak. 2) Sendi kartilaginosa (*amfiartrodial*), merupakan sendi yang dapat sedikit bergerak. 3) sendi sinovial (*diartrodial*), merupakan sendi yang dapat digerakkan dengan bebas (Pratama, 2019). Berikut menurut Schunke et al., (2015) 3 pembagian dari 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* :

a. Sendi *Tibiofemoralis*

Sendi ini merupakan gabungan dari tulang *tibia* dan *femur*. Dan memiliki 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*. *articularis capiluli fibula* untuk bersendi dengan *tibia*. *Diapiphysis* mempunyai empat *crista lateralis*, *crista medialis*, *crista lateralis* dan *fades posterior*. *Epiphysis distalis* ke arah *lateral* membulat disebut *maleolus lateralis*.

### 2.1.3 Ligamen

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

a. *Anterior cruciatum* ligamen (ACL)

*Anterior cruciatum* ligamen merupakan ligamen 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* ligamen (PCL)

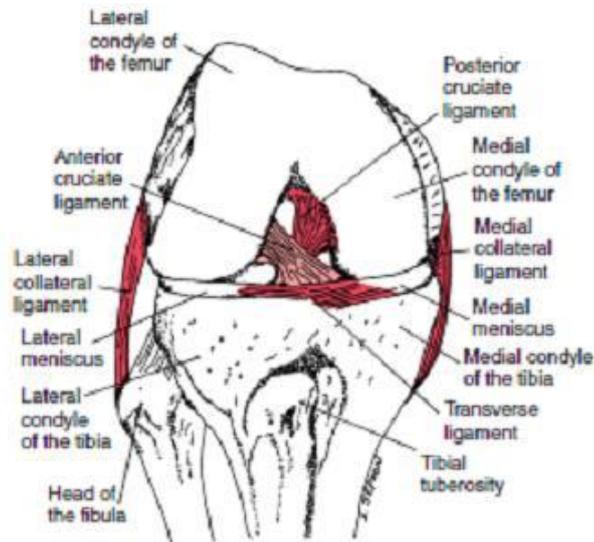
*Posterior cruciatum* ligamen merupakan terkuat daripada ligament *anterior cruciatum* ligamen pada sendi lutut yang berfungsi untuk mencegah dan menahan agar *femur* tidakgeser ke *anterior* atau mencegah dan menahan agar *tibia* tidak bergeser ke *posterior* (Puspitasari, 2018; Schunke et al., 2015).

c. *Lateral Collateral* ligamen (LCL)

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

d. *Medial Collateral* ligamen (MCL)

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



**Gambar 2. 2** Ligamen

**2.1.4 Otot penyusun**

Dalam sendi *genu* terdapat dua gerakan utama, yaitu *fleksi* dan *ekstensi*. Untuk dapat melakukan gerakan tersebut dibutuhkan kelompok otot sekitar sendi *genu*. Berikut ini adalah kelompok otot yang membantu pergerakan *fleksi* dan *ekstensi genu*:

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* dan *plantaris*.

**Tabel 2. 1** Otot *Fleksor Genu*

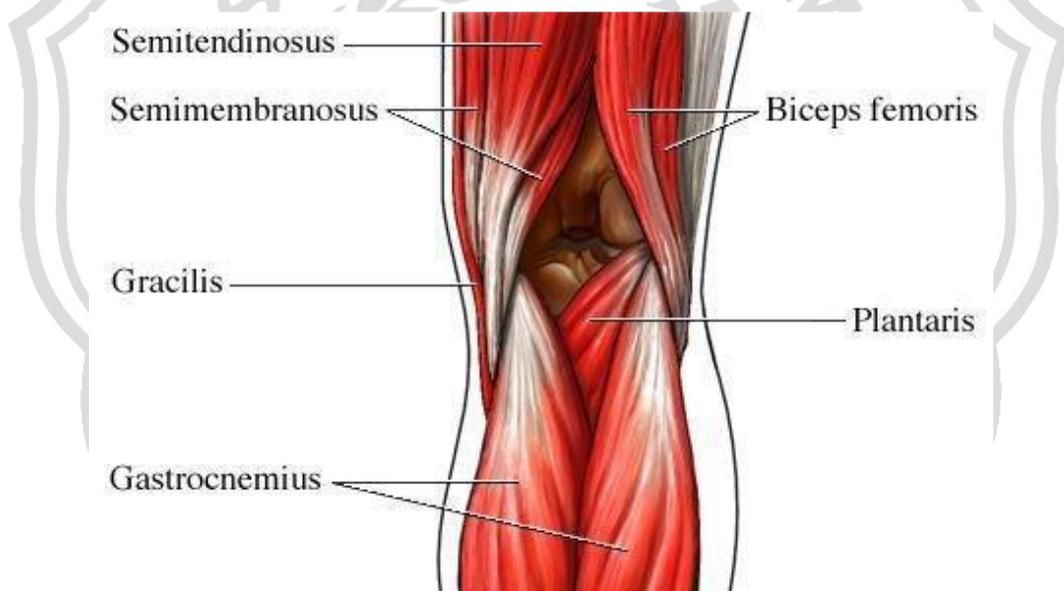
No	NAMA OTOT	ORIGO	INSERSIO	INERVASI
1.	<i>Biceps Femoris</i>	<i>tuberositas ischiadicum</i> , membagi <i>tendon</i> sama besar dengan <i>semitendinosus</i> dan <i>semimembranosus</i>	sisi <i>lateral caput fibula</i>	<i>nervus tibial</i> (S1-S3)

2.	<i>Semitendinosus</i>	<i>tuberositas ischiadicum, membagi tendon sama besar dengan semitendinosus dan biceps femoris</i>	permukaan <i>medial</i> dari <i>superior tibia</i> melalui <i>tendon</i> pes anserinus	<i>nervus tibial</i> (L5-S2)
3.	<i>Semimembranosus</i>	<i>Tuberositas ischiadicum, membagi tendon sama besar dengan semitendinosus dan biceps femoris</i>	permukaan <i>posterior medial condylus tibia</i>	-
4.	<i>Gracilis</i>	$\frac{1}{2}$ dibawah symphysis pubis dan $\frac{1}{2}$ atas arcus pubis	permukaan <i>medial</i> dari <i>superior tibia</i> melalui <i>tendon</i> pesanserinus	<i>nervus</i> obturator (L3-L4)
5	<i>Sartorius</i>	<i>spina iliaca anterior superior</i>	permukaan antero <i>medial</i> atas os <i>tibia</i> tepat di pes anserinus	<i>nervus</i> femoral (L2-L3)
6	<i>Gastrocnemius</i>	<i>caput medial dan lateral</i> dari permukaan <i>posterior condylus femoralis</i>	permukaan <i>posterior</i> calcaneus membentuk	<i>nervus tibial</i> (S1-S2)

PENATALAKSANAAN FISIOTERAPI KOMBINASI MODALITAS *ULTRASOUND*, *TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION* DAN *STATIC BICYCLE* PADA KASUS *OSTEOARTHRITIS GENU SINISTRA* DI RSUD IBNU SINA KABUPATEN GRESIK, muhammad izzuddin irfan 2022.

			<i>tendon</i> Achilles	
7	<i>Popliteus</i>	permukaan <i>lateral</i> <i>condylus lateral</i>	permukaan <i>posterior</i> <i>proksimal</i> shaft <i>tibial</i>	<i>nervus tibial</i> (L4, L5)
8.	<i>Plantaris</i>	<i>Lateral</i> <i>supracondylar</i> <i>femurgastrocnemius</i>	tenda <i>calcaneus</i>	<i>nervus Tibial</i>

Sumber: (Puspitasari, 2018)



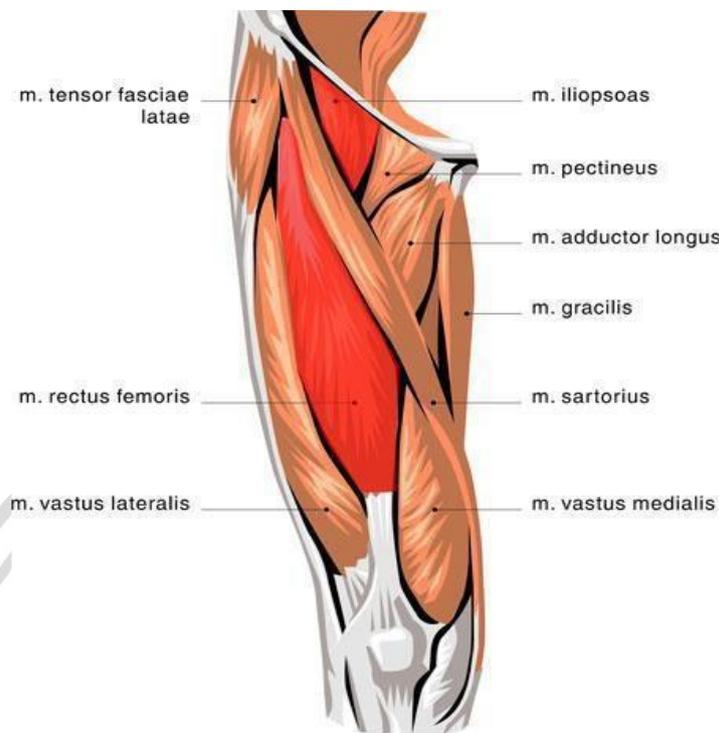
**Gambar 2. 3** Otot Fleksor Genu

*b. Ekstensor genu*

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

**Tabel 2. 2** Otot Ekstensor Genu

NO	NAMA OTOT	ORIGO	INSERSIO	INERVASI
1.	<i>Rectus femoris</i>	Spina iliaca <i>anterior inferior</i> dan bagian <i>superior</i> lekukan <i>acetabulum</i>	: spina iliaca <i>anterior</i> <i>inferior</i> dan bagian <i>superior</i> lekukan <i>acetabulum</i>	<i>nervus</i> femoral (L2- L4)
2.	<i>Vastus Medialis</i>	linea intertrochanterica dan bagian <i>medial linea aspera</i>	<i>tendon patella</i> dan <i>tuberositas</i> <i>tibia</i>	<i>nervus femoris</i> (L2-L4)
3.	<i>Vastus intermedius</i>	2/3 atas bagian <i>anterior</i> dan permukaan <i>lateral</i> os <i>femur</i>	<i>tuberositas</i> <i>tibialis</i>	<i>nervus</i> femoral (L2-L4)
4.	<i>Vastus Lateralis</i>	trochanter major dan permukaan <i>lateral</i> atas linea <i>aspera</i>	<i>tuberositas</i> <i>tibia</i>	<i>Nervu</i> <i>sfemoris</i> (L2- L4)



**Gambar 2. 4** Otot Ekstensor Genu

### 2.1.5 Kapsul sendi

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

#### 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 ligamen

#### 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.

## **2.2 Osteoarthritis**

### **2.2.1 Definisi Osteoarthritis**

*Osteoarthritis* merupakan suatu penyakit *degenerative* sendi dimana bentuk keseluruhan struktur dari sendi mengalami perubahan patologis dan ditandai dengan kerusakan tulang rawan (*cartilage hyaline*) sendi dan juga pertumbuhan osteofit pada tepian sendi (Rosalina, 2016). 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).

Menurut *Centers for Disease Control and Prevention Osteoarthritis* merupakan penyakit degeneratif sendi yang biasa 10 terjadi pada bagian tubuh manusia yang melibatkan cartilage (tulang rawan), lapisan sendi, ligamen, dan tulang sehingga menyebabkan kekakuan pada sendi seperti tangan, pinggang dan lutut (Amanda, 2015).

### **2.2.2 Etiologi**

Penyakit *Osteoarthritis* merupakan salah satu penyakit *degenerative* yang sering terjadi pada usia lanjut, menurut Puspitasari (2018) ada beberapa penyebab penyakit *Osteoarthritis* atau penyakit degeneratif, antara lain :

#### **a. Usia**

Pertambahan usia dapat meningkatkan resiko terkena Osteoarthritis karena sendi lutut bertugas sebagai penumpu berat badan sehingga dapat

mengalami kompresi, tekanan maupun gesekan dan mengakibatkan tulang rawan kartilago terkikis serta degenerasi.

b. Genetik

Permukaannya struktur kartilago yang tidak teratur karena faktor genetik salah satu resiko terjadinya *Osteoarthritis*.

c. Hormon dan Penyakit Metabolisme

Degeneratif sendi lutut dapat terjadi karena adanya perubahan hormonal yang terjadi pada perempuan yang menopause dan seseorang yang memiliki riwayat penyakit diabetes melitus dapat terkena *Osteoarthritis*.

d. Trauma

Cidera atau benturan Trauma di sendi lutut dapat menyebabkan kerusakan pada tulang rawan dan struktur-struktur sendi lainnya sehingga dapat menyebabkan terjadinya *Osteoarthritis*.

e. *Obesitas* (Berat badan)

Berat badan berlebih dapat menambah beban kerja lutut sehingga sendi lutut terkompresi, semakin terkompresi maka semakin besar terjadinya kerusakan pada kartilago. Pekerjaan atau aktivitas yang sering membuat sendi lutut berkerja dapat memicu terjadinya *Osteoarthritis*.

### 2.2.3 Epidemiologi

Berdasarkan data WHO, 40% penduduk dunia yang berusia lebih dari 70 tahun mengalami *Osteoarthritis Genu*. Prevalensi *Osteoarthritis* di Indonesia mencapai 5% pada usia <40 tahun, 30% pada usia 40-60 tahun dan 65% pada usia >61 tahun.<sup>4</sup> Prevalensi *Osteoarthritis Genu* di Indonesia adalah perempuan (14.9%) lebih tinggi dari pada laki-laki (8.7%) diikuti peningkatan usia (Pratama, 2019). Terlihat bahwa prevalensi *Osteoarthritis* 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 *Osteoarthritis* pada perempuan lebih tinggi daripada laki-laki (Lestari et al., 2017).

#### **2.2.4 Patofisiologi**

Patofisiologi merupakan suatu proses terjadinya penyakit yang dialami oleh tubuh. Patofisiologi pada *Osteoarthritis* terjadi pada tulang rawan. *Cartilage* (tulang rawan) yang sehat akan menyerap nutrisi dan cairan seperti *spons*. Gesekan sekecil mungkin pada permukaan sendi akan terlindungi oleh *cartilage* pada sendi yang sehat. Pada penderita *Osteoarthritis cartilage* tidak mendapatkan nutrisi dan cairan sehingga *cartilage* menjadi retak dan kering. Imobilisasi menyebabkan terganggunya mekanisme nutrisi tulang rawan. Yang disebabkan oleh kurangnya pembuluh darah untuk menyalurkan nutrisi. Selain nutrisi terganggu, zat sisa dalam tubuh akan kembali ke cairan sinovial dan berakhir ke aliran darah. Imobilisasi dipercepat dan berkontak langsung pada permukaan articular sekunder untuk imobilisasi. Jika terjadi dengan waktu yang lama akan menyebabkan perubahan struktural (Puspitasari, 2018).

#### **2.2.5 Klasifikasi**

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.

### 2.2.6 Faktor Risiko

Menurut Rosa (2018) Beberapa faktor risiko yang telah diketahui berhubungan dengan terjadinya *Osteoarthritis* lutut ini antara lain :

#### a. Usia

Pada penderita *Osteoarthritis* semakin bertambahnya usia maka semakin tinggi derajat penderita, dan disebabkan oleh berkurangnya volume *cartilage* (tulang rawan), yang meningkatkan risiko terjadinya *Osteoarthritis*.

#### b. Jenis Kelamin

Jenis kelamin perempuan lebih berisiko *Osteoarthritis* dibandingkan laki - laki disebabkan oleh hormon *estrogen* yang berkurang karena fase menopause.

#### c. Obesitas

Berat badan yang berlebih dapat meningkatkan tekanan pada sendi lutut. Semakin berat tumpuan maka semakin berat risiko terjadinya kerusakan tulang dan proses pengikisan juga semakin cepat. Studi di Chingford memaparkan setiap peningkatan risiko *osteoarthritis* lutut disebabkan Indeks Massa Tubuh (IMT). Maka orang yang mengalami obesitas sangat besar mengalami risiko *osteoarthritis*.

#### d. Trauma

Pada sendi dan kerusakan pada sendi sebelumnya Trauma, benturan atau cedera pada sendi lutut juga dapat menyebabkan perubahan struktur biokimia pada sendi sehingga terjadinya kerusakan pada tulang - tulang pembentuk sendi lutut.

#### e. Nutrisi

Menurut *Institute of Medicine*, menjelaskan bahwa vitamin D merupakan nutrisi yang sangat dibutuhkan pada penderita *Osteoarthritis* . Jika konsumsi vitamin D tidak tercukupi maka tulang menjadi tipis, rapuh dan

mengalami kecacatan. Dalam studi Framingham, derajat kadar vitamin D yang rendah dan menengah dapat menyebabkan tiga kali lebih berisiko terkena *Osteoarthritis*.

f. Herediter atau faktor genetik

Genetik pada struktur tulang rawan sendi, serta permukaan sendi yang tidak teratur atau tidak baik sesuai struktur merupakan faktor risiko terjadi *Osteoarthritis*.

g. Hormonal

Mekanisme kerja hormon *estrogen* belum diketahui dengan jelas tetapi hormon *estrogen* dalam tubuh dapat menurunkan endapan lemak yang lebih banyak dimiliki oleh wanita sehingga akan terjadi penumpukan lemak pada sendi bawah yang akan meningkatkan kerja beban pada sendi.

### 2.2.7 Tanda dan Gejala

Menurut Mauludina (2017) krepitasi merupakan tanda umum yang dapat dijumpai dalam *osteoarthritis*. Tanda dan gejala pada penderita *Osteoarthritis* yang dapat terjadi adalah sebagai berikut:

a. Nyeri

Nyeri dapat meningkat ketika beraktivitas karena tumpuan berat badan yang terus-menerus dan juga timbul saat istirahat.

b. *Muscle Spasm* (Otot kaku)

*Spasm* merupakan respon protektif dari tubuh ketika bergerak kemudian timbul nyeri, maka tubuh mencoba untuk berhenti bergerak sehingga spasme terjadi. *Spasm* juga terjadi karena proses metabolisme tubuh yang terganggu sehingga otot merasa lelah dan menyebabkan keterbatasan gerak sendi.

c. *Morning Stiffness*

Pada penderita *Osteoarthritis* salah satu ciri yang khas adalah terdapat morning stiffness yaitu kekakuan sendi yang terjadi di pagi hari dan dalam waktu 30 menit juga pada malam hari sebelum tidur. Keadaan tersebut terjadi ketika lutut tidak digerakan sama sekali.

d. *Muscle Atrophy* (Otot Mengecil)

Respon patologi atau inhibisi nyeri membuat sendi lutut takut untuk digerakan, sehingga dapat terjadi kelemahan otot yang menyebabkan *muscle atrophy*.

e. *Swelling* (Bengkak) dan *Deformitas* (Perubahan Struktur Tulang)

*Swelling* terjadi secara *intermittent*, dan adanya deformitas berbentuk varus (lutut berbentuk huruf “X”) dan valgus (lutut berbentuk huruf “O”) pada sendi lutut menandakan adanya kontraktur pada kapsul sendi dan *joint instability* yang berhubungan dengan *Osteoarthritis*.

f. *Joint Locking / Unstable* (Sendi Terkunci)

*Unstable joint* merupakan keadaan patologis yang terjadi pada penderita *Osteoarthritis* sehingga dapat mengganggu pergerakan sendi.

g. Krepitasi (Bunyi “krek”)

Krepitasi terjadi akibat adanya penekanan pada *cartilage* (tulang rawan) yang mengindikasikan *sinovitis*.

h. *Joint Instability* (Ketidakstabilan Sendi)

Ketidakstabilan sendi terjadi karena ketidakmampuan respon proprioseptif dan ketidakmampuan kontrol ligamen.

i. *Loss of Function* (Hilangnya Fungsi)

Gejala pada penderita *Osteoarthritis* yang sering terlihat yaitu seperti gangguan pola jalan, kesulitan menaiki anak tangga, kegiatan rekreasi dan sosial.

## 2.3 Nyeri

### 2.3.1 Definisi

Menurut *International Association for Study of Pain* (IASP), nyeri merupakan perasaan emosional yang tidak menyenangkan akibat dari kerusakan aktual maupun potensial dan juga bisa dikatakan sebagai terminologi beberapa kerusakan atau gangguan (Rosa 2018). Beberapa faktor yang juga berpengaruh diantaranya kebudayaan, ekonomi, sosial, demografi dan lingkungan. Seorang fisioterapi harus mengerti dan memahami faktor-faktor pendukung psikis untuk menganalisis suatu diagnosa dalam berbagai macam dimensi rasa nyeri setiap individu (Herawati, 2017). Menurut Rosa (2018) Nyeri memiliki klasifikasi berdasarkan timbulnya, antara lain:

#### 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.

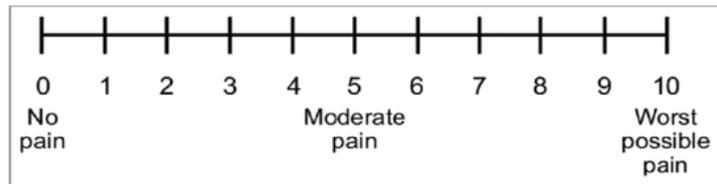
#### b. Nyeri Kronik

Nyeri kronik merupakan nyeri yang dengan waktu yang lama dan menetap, pada awalnya merupakan nyeri akut yang menetap. 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.

### 2.3.2 Pengukuran Nyeri *Numeric Rating Scale* (NRS)

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. 5** *Numeric Rating Scale* (Pinzon, 2016)

Menurut pinzon (2016) pada penggunaan NRS terdapat 3 klasifikasi nilai nyeri yaitu :

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

**2.3.3 Manual Muscle Testing (MMT)**

MMT adalah suatu usaha untuk menentukan atau mengetahui kemampuan seseorang dalam mengontraksikan otot atau group otot secara voluntary. Untuk 37 pemeriksaan MMT ini dengan sistem manual yaitu dengan cara terapis memberikan tahanan kepada pasien dan pasien disuruh melawan tahanan dan terapis dan saat itu terapis menilai sesuai dengan kriteria nilai kekuatan otot (Azizah, 2008).

Grade	Deskripsi	Kriteria
5	Normal	Pasien dapat melawan tahanan maksimal.
4	Good	Subyek bergerak dan mempertahankan posisi dengan melawan gravitasi dan tahanan kurang maximal
3	Fair	Subyekbergerak dan mempertahankan posisi dengan melawan tahanan
2	Poor	Subyek bisa bergerak sedikit dengan tanpa melawan gravitasi

1	Fraze	Kontraksi otot bisa dipalpasi tidak ada pergeseran sendi
0	Zero	Kontraksi otot tidak dapat dipalpasi

Tabel 2. 3 Tabel MMT

### 2.3.4 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.



Gambar 2. 6 *Mc Murray Test* (Achmad, 2019)

#### 2) *Varus dan Valgus Test*

Posisi pasien terlentang abduksikan tungkai pasien dan knee fleksi sekitarr 20°-30°, 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*



**Gambar 2. 7** *Varus Test* (Achmad, 2019)



**Gambar 2. 8** *Valgus Test* (Achmad, 2019)

### 3) *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. 9** *Appleby's Test* (Achmad, 2019)

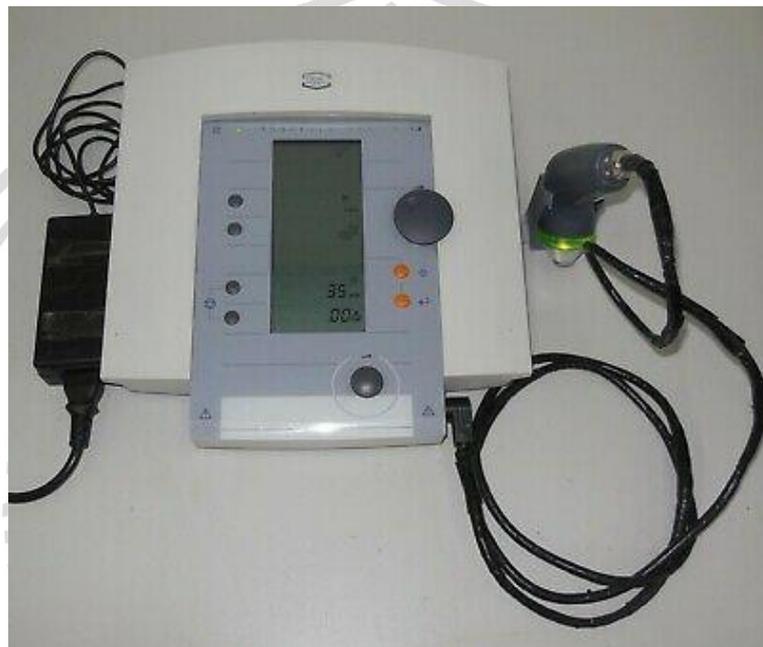
## 2.4 Ultrasound

### 2.4.1 Definisi Ultrasound

*Ultrasound* (US) merupakan gelombang suara berfrekuensi tinggi yang tidak dapat dideteksi oleh telinga manusia. Terapi *Ultrasound* (US) 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 dalam jaringan bergetar, sehingga menghasilkan energi mekanis dan panas.

Kondisi ini menghasilkan panas di lapisan dalam tubuh (seperti otot, tendon, ligamen, persendian dan tulang). Penetrasi energi *ultrasound* tergantung pada jenis dan ketebalan jaringan (Hayes & Hall, 2014). Ada dua metode dalam melakukan terapi *Ultrasound* (US), yaitu gelombang *continue* dan gelombang *intermittent (pulsed)*. Dalam situasi dimana tidak diinginkan terjadinya panas, seperti pada peradangan akut gelombang intermitten 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. 10** *Ultrasound Enraf Nonius Sonoplus 492*

#### **2.4.2 Efek Fisiologis Ultrasound (US)**

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* menurut Hayes & Hall (2014) antara lain :

- 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 antibodi yang mempermudah terjadinya perbaikan jaringan yang rusak.
- 5) Mengurangi nyeri dapat berkurang dengan menggunakan *ultrasound*, selain dipengaruhi oleh efek thermal, juga berpengaruh langsung pada saraf. Hal ini disebabkan oleh gelombang intensitas rendah.

### **2.4.3 Indikasi**

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

- a. Pemendekan jaringan lunak.
- b. Cedera
- 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
- i. *Carpal tunnel syndrome* (CTS).
- j. Nyeri pinggang akut karena bergesernya diskus.
- k. *Plantar fasciitis*.

#### **2.4.4 Kontraindikasi *Ultrasound* (US)**

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. Menurut Hayes & Hall (2014) 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 :

- 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).

#### **2.4.5 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. Menurut Hayes & Hall (2014) ada beberapa teknik yang dapat diterapkan dalam terapi *ultrasound* antara lain :

- 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 transducer 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 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).

#### **2.4.6 Dosis dan Durasi *Ultrasound* (US)**

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

## **2.5 *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)***

### **2.5.1 Definisi *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)***

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



**Gambar 2. 11** TENS *Enraf Nonius Sonoplus 492*

Pemberian *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) memiliki efek mengurangi rasa nyeri dengan pengaplikasian *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) menggunakan mekanisme *gate control* teori yang

#### **2.5.2 Indikasi *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS)**

Adapun menurut Hayes & Hall (2014) indikasi dari *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) antara lain sebagai berikut:

- 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

### 2.5.3 Kontraindikasi TENS

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

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

### 2.6 Static Bicycle



**Gambar 2. 12** *Static Bicycle*

*Static bicycle* merupakan salah satu olahraga *aerobic* yang memanfaatkan sistem laju putaran roda. Fungsi static bicycle antara lain untuk meningkatkan daya tahan tubuh, meningkatkan kekuatan otot dan meningkatkan fungsi kerja paru-paru (Khotimah, 2017). Agar kebugaran fisik meningkat maka dibutuhkan aktivitas fisik yang teratur dilakukan dengan melibatkan kontraksi dari kelompok otot-otot besar, kontraksi otot dan energi yang berasal dari pemecahan ATP dan ADP. Untuk menghasilkan energi tersebut memerlukan suplay oksigen yang cukup, suplay oksigen ini dipenuhi oleh sistem kardiorespirasi (Maulani et al., 2014). Latihan fisik dapat meningkatkan kebugaran kardiopulmonal dan memiliki efek positif pada

kualitas hidup yang berhubungan dengan kesehatan pada pasien asma. Latihan fisik berupa static bicycle pada penderita asma mampu di toleransi dengan baik sehingga mampu mengurangi terjadinya gejala sesak apabila di lakukan secara teratur (Carson et al., 2013).

