

BAB II

TINJAUAN TEORI

A. Tinjauan Teori

1. Konsep Fraktur

a. Definisi

Fraktur merupakan kondisi terputusnya sebagian maupun seluruh kontinuitas tulang sehingga kedua ujung tulang terpisah. Fraktur juga diartikan sebagai gangguan pada kesinambungan tulang dan/atau tulang rawan yang umumnya terjadi akibat trauma atau tekanan fisik (Martini et al., 2024). Kondisi ini sering kali disertai cedera pada jaringan sekitar, seperti pembuluh darah, saraf, otot, ligamen, dan tendon. Fraktur juga dapat dijelaskan sebagai patah atau retaknya tulang yang muncul ketika gaya atau tekanan yang diterima tulang melebihi batas kekuatannya (Rosdahl, B. Caroline dan Kowalski, 2017).

Fraktur merupakan terputusnya kesinambungan tulang, tulang rawan sendi, maupun tulang rawan epifisis, baik secara sebagian maupun seluruhnya. Kondisi ini dapat mengganggu fungsi tulang sebagai penopang tubuh dan berpotensi menimbulkan kecacatan. Patah tulang dapat terjadi akibat cedera langsung maupun cedera tidak langsung (Fadilla, 2025).

Berdasarkan berbagai definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa fraktur adalah terjadinya retakan (sebagian) atau patah total pada tulang maupun tulang rawan akibat trauma atau tekanan yang melampaui daya tahan tulang, yang kerap disertai kerusakan pada jaringan di sekitarnya seperti otot, ligamen, tendon, pembuluh darah, dan saraf.

b. Etiologi

Fraktur terjadi akibat adanya tekanan (kekuatan) yang diterima tulang melebihi batas kemampuan tulang untuk menerima tekanan. Beberapa kategori penyebab fraktur diantaranya adalah sebagai berikut (Hurst, 2016) :

- 1) Trauma langsung (*Direct trauma*) yaitu pukulan langsung pada tulang menyebabkan tulang patah di titik benturan, sering kali disertai cedera jaringan lunak (misalnya: benturan pada kecelakaan lalu lintas).
- 2) Trauma tidak langsung (*Indirect Trauma*) yaitu tulang patah jauh dari titik benturan, atau karena kekuatan yang ditransmisikan, seperti jatuh bertumpu pada tangan sehingga menyebabkan patah tulang selangka.
- 3) Cidera traumatik mendadak yang terjadi akibat tekanan, pukulan, gerakan rotasi spontan yang terjadi secara tiba-tiba.
- 4) Kontraksi otot yang sangat kuat dan mendadak dapat menarik tulang hingga patah (fraktur avulsi).
- 5) Cidera akibat penggunaan berlebihan atau stress seperti tulang kering pada atlet.
- 6) Gangguan tulang yang melemahkan integritas tulang seperti tumor, infeksi, osteoporosis, kista atau penyakit paget dan penggunaan inhibitor pompa proton atau steroid.

c. Klasifikasi Fraktur

Menurut (Sjamsuhidajat & Jong, 2019) fraktur diklasifikasikan menjadi beberapa yaitu :

- 1) Berdasarkan kerusakan integritas kulit

- a) Fraktur tertutup

Kondisi dimana tulang mengalami patah namun tidak menembus kulit sehingga tidak ada luka terbuka di area sekitarnya.

b) Fraktur terbuka

Kondisi dimana fragmen tulang bisa terlihat atau menembus kulit dan berhubungan langsung dengan udara luar sehingga berisiko infeksi. Ada beberapa derajat luka berdasarkan berat dan ringannya luka, yaitu derajat I (luka kecil), derajat II (luka lebih besar) dan derajat III (luka besar).

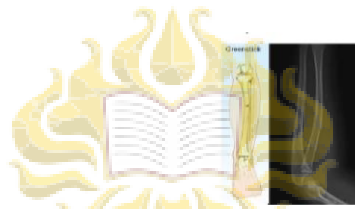
2) Berdasarkan garis fraktur

a) Komplet : tulang patah sepenuhnya.



Gambar 2. 1 Fraktur Komplet

b) Inkomplet : retak sebagian, termasuk fisura dan greenstick fracture.



Gambar 2. 2 Fraktur Inkomplet

c) Transversal : garis patah lurus horisontal.



Gambar 2. 3 Fraktur Transversal

d) Oblik : garis patah miring.



Gambar 2. 4 Fraktur Oblik

e) Spiral : garis patah melilit, akibat putaran.



Gambar 2. 5 Fraktur Spiral

- f) Kompresi : tulang tertekan, sering di tulang belakang.



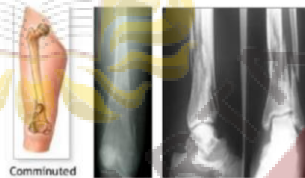
Gambar 2. 6 Fraktur Kompresi

- g) Simple : patah tanpa banyak fragmen.



Gambar 2. 7 Fraktur Simple

- h) Kominutif : patah dengan banyak fragmen



Gambar 2. 8 Fraktur Kominutif

- i) Segmental : dua atau lebih patahan di lokasi berbeda.



Gambar 2. 9 Fraktur Segmental

- j) Kupu-kupu : fragmen tulang belakang berbentuk segitiga



Gambar 2. 10 Fraktur Kupu-Kupu

k) Impaksi : tulang masuk ke tulang lainnya (impresi/ inklavasi).



Gambar 2. 11 Fraktur Impaksi

3) Berdasarkan lokasi patahan

a) Diafisis

Yaitu batang tulang. Diafisis berisi medula tulang, yang menyimpan sumsum kuning.

b) Metafisis

Terletak di ujung tulang panjang, biasanya bertanggung jawab untuk artikulasi. Epifisis juga merupakan sumber utama sumsum merah pada tulang panjang, tempat terjadinya eritropoiesis.

c) Epifisis

Daerah antara diafisis dan epifisis yang mengandung lempeng epifisis pada anak-anak. Lempeng epifisis bertanggung jawab atas pertumbuhan tulang linier dan tetap berupa tulang rawan hingga setelah pubertas. Setelah osifikasi, metafisis menjadi terutama bertanggung jawab untuk mentransfer beban mekanis dari epifisis ke diafisis (Paul T Cowan et al., 2024).

d. Manifestasi Klinis

Ada beberapa tanda dan gejala yang kemungkinan muncul pada pasien yang mengalami fraktur, diantaranya adalah sebagai berikut (Hurst, 2016) :

- 1) Nyeri secara terus menerus dan terasa meningkat apabila digerakkan setelah fraktur segera terjadi *spasme* otot.
- 2) Hilangnya fungsi, dukungan terhadap otot akan menghilang saat patah tulang. Salah satu kontribusi dalam hilangnya fungsi adalah nyeri.
- 3) Kelainan bentuk atau *deformitas*, akibat adanya edema dan kejang otot, bagian-bagian tubuh ekstermitas atau bagiannya dapat membengkok atau berputar secara tidak wajar.
- 4) Pemendekan ekstermitas, kejang otot menarik tulang keluar dari kelurusannya dan fragmen tulang bisa menjadi menyamping, bukan sejajar ujung ke ujung.
- 5) Krepitus, ketika pecahan tulang bergesekan satu sama lain, hal ini dapat menimbulkan krepitus, bunyi atau sensasi patah yang dapat semakin melukai jaringan, pembuluh darah dan syaraf.
- 6) Perubahan warna dan edema, gejala ini dapat disebabkan oleh kerusakan jaringan setelah kecelakaan.

e. Patofisiologi

Tulang memiliki kekuatan dan elastisitas yang memungkinkannya menahan tekanan dari luar. Namun, apabila tekanan yang diterima melebihi batas toleransi tulang, dapat terjadi trauma atau cedera yang menyebabkan kerusakan hingga patah tulang (fraktur). Saat fraktur terjadi, tubuh secara alami berupaya memperbaikinya dengan membentuk jaringan tulang baru di antara kedua ujung tulang yang patah melalui aktivitas osteosit. Tahap awal proses penyembuhan ditandai dengan terbentuknya hematoma dalam waktu 24–48 jam akibat pecahnya pembuluh darah.

Selanjutnya terjadi proses fagositosis, di mana sel-sel aktif membersihkan area fraktur, yang dapat menyebabkan nekrosis karena terputusnya suplai darah. Hematoma kemudian berkembang menjadi jaringan granulasi, yang menjadi dasar pembentukan tulang baru. Jaringan ini tersusun atas pembuluh darah baru, fibroblas, dan osteoblas (Kristina & Sasmito, 2024).

Tahap kedua ditandai dengan proses inflamasi dan proliferasi sel yang berlangsung selama 3 hari hingga 2 minggu. Pada fase ini, sel-sel dari periosteum, endosteum, dan sumsum tulang yang mengalami trauma akan mengalami proliferasi serta berdiferensiasi menjadi fibrokartilago. Selanjutnya, sel-sel tersebut menghasilkan osteoblas yang berperan dalam regenerasi dan pembentukan tulang baru. Dalam beberapa hari, jaringan tulang baru mulai terbentuk dan menyatukan kedua fragmen tulang yang patah. Lamanya proses ini dapat bervariasi, tergantung pada jenis serta tingkat keparahan fraktur (Kristina & Sasmito, 2024).

Tahap ketiga merupakan fase pembentukan kalus yang terjadi dalam rentang waktu 2–6 minggu. Kalus terdiri atas sel-sel berpotensi kondrogenik dan osteogenik yang berkembang dan secara bertahap membentuk jaringan tulang rawan. Aktivitas osteoblas berperan dalam meningkatkan populasi sel tersebut, sementara osteoklas mulai melakukan resorpsi terhadap jaringan tulang yang telah mati (Kristina & Sasmito, 2024).

Tahap keempat adalah fase integrasi yang berlangsung selama 6–8 bulan. Pada fase ini, aktivitas osteoklas dan osteoblas mengubah tulang fibrosa yang masih belum matang menjadi tulang lamelar yang lebih padat dan kuat. Proses ini berjalan secara bertahap dan memerlukan waktu beberapa bulan hingga tulang mampu kembali menahan beban secara normal. Tahap terakhir adalah fase remodeling atau transformasi yang terjadi dalam kurun waktu 6–12 bulan. Pada tahap ini, daerah

fraktur diperkuat oleh pembentukan tulang kompak yang menjembatani area patahan hingga tercapai penyatuan tulang secara sempurna (Kristina & Sasmito, 2024).

f. Pemeriksaan Penunjang

Menurut (Hurst, 2016) ada beberapa prosedur diagnostik yang dapat dilakukan, diantaranya adalah sebagai berikut :

- 1) Foto rontgen (*X-ray*) untuk menentukan lokasi dan luasnya fraktur.
- 2) Scan tulang, tomogram, atau CT/MRI scan untuk memperlihatkan fraktur secara lebih jelas dan mengidentifikasi kerusakan jaringan lunak.
- 3) Arteriogram dilakukan untuk memastikan ada tidaknya kerusakan vaskuler.
- 4) Hitung darah lengkap. Hemokonsentrasi mungkin meningkat atau menurun pada perdarahan. Selain itu, peningkatan lekosit mungkin terjadi sebagai respons terhadap peradangan.
- 5) Kretinin Trauma otot meningkatkan beban kretinin untuk klirens ginjal.
- 6) Profil koagulasi Perubahan dapat terjadi pada kehilangan darah, transfusi, atau cedera organ hati.

g. Penatalaksanaan Medis

Prinsip utama dalam penatalaksanaan fraktur adalah mengembalikan tulang yang patah ke posisi anatomisnya semula (reposisi) serta mempertahankan posisi tersebut selama masa penyembuhan melalui tindakan imobilisasi. Reposisi tidak selalu harus mencapai keadaan yang benar-benar sempurna seperti sebelum cedera, karena tulang memiliki kemampuan untuk melakukan proses rekonstruksi atau perbaikan secara alami (Sjamsuhidajat & Jong, 2019).

- 1) Perlindungan (proteksi) tanpa imobilisasi maupun reposisi dapat dilakukan pada kasus tertentu. Penggunaan mitela atau gendongan saja sudah memadai

pada fraktur dengan pergeseran fragmen yang minimal atau yang tidak berisiko menimbulkan kecacatan di kemudian hari. Contohnya adalah fraktur iga, fraktur klavikula pada anak, serta fraktur vertebra dengan kompresi ringan.

- 2) Imobilisasi eksternal tanpa reposisi dilakukan untuk mencegah terjadinya pergeseran fragmen yang lebih lanjut. Metode ini diterapkan, misalnya, pada fraktur tungkai bawah tanpa dislokasi bermakna.
- 3) Reposisi yang disertai imobilisasi melalui manipulasi dilakukan pada kasus seperti fraktur radius distal yang menunjukkan pergeseran fragmen yang jelas.
- 4) Reposisi juga dapat dilakukan dengan traksi terus-menerus dalam jangka waktu tertentu, yang biasanya berlangsung beberapa minggu dan disertai imobilisasi. Cara ini digunakan pada fraktur yang cenderung kembali bergeser setelah direduksi dan dipasang gips, seperti pada fraktur femur yang dikelilingi otot-otot kuat.
- 5) Imobilisasi dengan fiksasi eksternal dilakukan setelah reposisi, dengan cara memasukkan pin baja ke dalam fragmen tulang dan menghubungkannya dengan batang logam di luar kulit. Alat ini dikenal sebagai fiksator eksternal.
- 6) Reposisi pada beberapa kasus dilakukan secara nonoperatif terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan alat fiksasi secara operatif. Contohnya pada fraktur kolum femur, di mana reposisi awal dilakukan menggunakan meja traksi, lalu dilanjutkan dengan pemasangan prostesis secara pembedahan.
- 7) Fiksasi internal yang dilakukan setelah reposisi operatif dikenal sebagai reduksi terbuka dengan fiksasi internal (*Open Reduction and Internal*

Fixation/ORIF). Prosedur ini umumnya menggunakan pelat dan sekrup untuk menstabilkan tulang. Keunggulan ORIF adalah menghasilkan reposisi yang akurat dan fiksasi yang kuat sehingga memungkinkan mobilisasi dini tanpa penggunaan gips. Namun, tindakan ini memiliki risiko infeksi tulang. Contoh fraktur yang sering ditangani dengan metode *ORIF* antara lain fraktur femur, tibia, humerus, dan antebrakium.

2. Konsep *Isometrik Exercise*

a. Definisi

Isometric exercise merupakan jenis latihan fisik yang melibatkan kontraksi otot tanpa adanya perubahan panjang otot dan tanpa pergerakan sendi. *Isometric exercise* dilakukan dengan menahan posisi tertentu selama periode waktu tertentu, sehingga otot dalam bekerja secara statis. *Isometric exercise* efektif untuk meningkatkan kekuatan otot, memperbaiki stabilitas sendi, dan dapat dilakukan di mana saja tanpa memerlukan alat khusus (Wahyuni, 2019).

Isometric exercise yaitu jenis latihan fisik yang melibatkan kontraksi otot tanpa adanya perubahan panjang otot maupun pergerakan sendi aktif. *Isometric exercise* dilakukan dengan cara menegangkan otot tertentu secara statis, sehingga meningkatkan kekuatan otot dan stabilitas sendi tanpa melibatkan gerakan dinamis (Hafidh & Puspita, 2024).

b. Tujuan *Isometric Exercise*

Menurut (Hafidh & Puspita, 2024) terdapat beberapa tujuan dari *isometric exercise* yaitu :

- 1) Meningkatkan kekuatan otot di sekitar sendi tanpa melibatkan gerakan sendi secara aktif, sehingga mengurangi beban dan nyeri pada area yang terkena.

- 2) Meningkatkan stabilitas sendi dan memperbaiki fungsi otot, membantu mencegah cedera dan mempercepat proses pemulihan.
- 3) Mengurangi peradangan dan meningkatkan sirkulasi darah di area yang diintervensi, sehingga mempercepat proses penyembuhan dan mengurangi nyeri.

c. Manfaat *Isometric Exercise*

Menurut (Hafidh & Puspita, 2024) terdapat beberapa manfaat dari *isometric exercise* yaitu :

- 1) Mengurangi nyeri, terutama pada kondisi nyeri kronis seperti hiperurisemia dengan memperkuat otot penyangga sendi.
- 2) Meningkatkan kekuatan otot dan daya tahan, yang berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup pasien.
- 3) Memperbaiki fungsi sendi dan meningkatkan kemampuan melakukan aktivitas sehari-hari, sehingga mendukung pemeliharaan kesehatan secara keseluruhan.

d. Indikasi *Isometric Exercise*

Menurut (Panuntun, 2020) ada beberapa indikasi pada *isometric exercise*, diantaranya adalah :

- 1) Latihan gerak sendi yang terbatas karena jaringan lunak elastisnya akibat kotraktur, perlengketan dan terbentuknya jaringan parut.
- 2) Kelemahan otot atau pemendekan jaringan yang berlawanan mengakibatkan keterbatasan dalam latihan gerak sendi.

e. Kontra Indikasi *Isometric Exercise*

Menurut (Panuntun, 2020) ada beberapa kontra indikasi pelaksanaan *isometric exercise*, diantaranya adalah :

- 1) Pasien tidak dapat melakukan kontraksi *isometrik*.
- 2) *Bony block* yang membatasi gerakan.
- 3) Cidera akut.

f. Prosedur Pelaksanaan

Isometric exercise disetiap gerakan dihitung sebanyak 8 kali, frekuensi *isometric exercise* ialah setiap hari dalam waktu 20 menit selama 7 hari.

Terdapat beberapa tahapan prosedur pelaksanaan (Noorrachmanda, 2024).

1) Tahap Pra Interaksi

- a) Melakukan verifikasi data sebelumnya
- b) Mencuci tangan
- c) Siapkan alat dan bahan : NRS (*Numeric Rating Scale*) dan Handuk

2) Tahap Orientasi

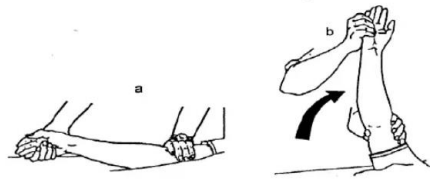
- a) Memberi salam dan menyapa nama pasien
- b) Memperkenalkan diri (nama dan identitas singkat peneliti) kepada pasien
- c) Evaluasi validasi meliputi menanyakan perasaan pasien saat ini.
- d) Menanyakan persetujuan, kontrak waktu dan kesiapan pasien.

3) Tahap Kerja

- a) Melatih ekstermitas atas (*shoulder* / bahu)

(1) Fleksi : pasien menggerakkan lengan kearah fleksi *shoulder* dan perawat menggerakkan tangan ke arah ekstensi yang berlawanan tetapi tidak ada pergerakan.

(2) Ekstensi : pasien menggerakkan lengan kearah ekstensi *shoulder* dan perawat menggerakkan tangan ke arah fleksi yang berlawanan tetapi tidak ada pergerakan.



Gambar 2. 12 (a) Fleksi (b) Esktensi

(3) Adduksi : perawat menggerakkan tangan pasien ke arah adduksi *shoulder*, sedangkan pasien memberikan tahanan ke arah abduksi tetapi tidak ada pergerakan.

(4) Abduksi : perawat menggerakkan tangan pasien ke arah abduksi *shoulder* , sedangkan pasien memberikan tahanan ke arah abduksi tetapi tidak ada pergerakan.

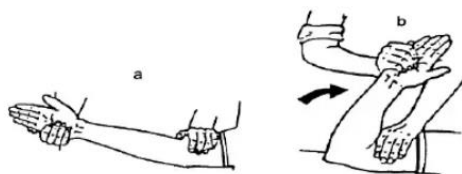


Gambar 2. 13 (a) Adduksi (b) Abduksi

b) Melatih ekstermitas atas (*elbow* / siku)

(1) Fleksi : perawat menggerakkan tangan pasien ke arah ekstensi *elbow*, sedangkan pasien memberikan tahanan ke arah fleksi *elbow* tetapi tidak ada pergerakan.

(2) Ekstensi : tangan pasien dalam posisi fleksi *elbow* 45°, pasien memfleksikan *elbow* dan perawat mengekstensikan *elbow* pasien dengan kekuatan yang sama besar sehingga tidak terjadi gerakan.

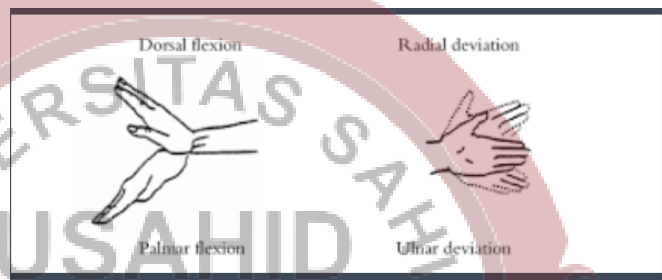


Gambar 2. 14 (a) Fleksi (b) Ekstensi

c) Melatih ekstermitas atas (*Wrist*/ pergelangan tangan)

(1) Palmar fleksi : perawat menggerakkan tangan pasien ke arah dorso fleksi, sedangkan pasien memberikan tahanan ke arah palmar fleksi tetapi tidak ada pergerakan.

(2) Dorso fleksi : perawat menggerakkan tangan pasien ke arah palmar fleksi *wrist*, sedangkan pasien memberikan tahanan ke arah dorso fleksi *wrist* tetapi tidak ada pergerakan.



Gambar 2. 15 Palmar Fleksi & Dorsofleksi

4) Tahap Terminasi

- a) Merapikan pasien
- b) Melakukan evaluasi tindakan
- c) Mencuci tangan
- d) Dokumentasi

3. Konsep *Infrared*

a. Definisi

Infrared (IR) merupakan salah satu modalitas yang digunakan fisioterapis dalam menangani pasien dengan berbagai gangguan fisik. Terapi infrared (inframerah) menjadi salah satu inovasi penting dalam bidang intervensi kesehatan. Teknologi ini memanfaatkan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang tertentu untuk menghasilkan berbagai efek terapeutik yang khas. Kemampuannya menembus jaringan tubuh hingga ke

lapisan yang lebih dalam memungkinkan penanganan beragam kondisi kesehatan secara noninvasif (Jasman et al., 2024).

Sinar *infrared* merupakan salah satu indikasi dalam spektrum gelombang elektromagnetik yang tampak berwarna merah, dengan rentang panjang gelombang antara 7.700 – 4.000.000 Å. Radiasi ini umumnya dihasilkan oleh suatu perangkat yang dapat dihasilkan oleh suatu perangkat yang dapat disebut *luminous generator* yang menggunakan satu atau lebih lampu pijar (*incandescent lamp*) sebagai sumber utama. Lampu pijar tersebut terdiri atas flamen yang berbahan dasar kawat tungsten atau karbon yang ditempatkan di dalam bola kaca berisi udara hampa atau gas tertentu yang bertekanan rendah. Daya listrik lampu pijar ini bervariasi antara 60 hingga 1.500 watt. Selain menghasilkan radiasi *infrared*, perangkat ini juga memancarkan cahaya tampak (*visible light*) serta sebagian kecil sinar *ultraviolet* dengan panjang gelombang keseluruhan yang dipancarkan berada dalam kisaran 3.500 hingga 40.000 Å (Amanda, 2023).

b. Manfaat Sinar *Infrared*

Menurut (Purwati & Setiyawati, 2023) sinar *infrared* yakni terapi inframerah yang diberikan memiliki manfaat sebagai penurun nyeri dan ketegangan otot. Terapi sinar *infrared* yang diberikan kepada pasien dapat membantu mengurangi nyeri melalui mekanisme pemanasan ringan (*mild heating*) yang menghasilkan efek sedatif pada ujung saraf sensorik superfisial, serta pemanasan yang lebih intens (*stronger heating*) yang memicu respons iritasi ringan (*counter-irritation*). Berikut beberapa manfaat sinar *infrared* :

- 1) Meningkatkan sirkulasi mikro

Paparan sinar *infrared* menyebabkan getaran pada molekul air dalam tubuh, menghasilkan efek panas yang memicu dilatasi kapiler. Proses ini membantu memperlancar aliran darah, meningkatkan suhu permukaan kulit, dan mengurangi beban kerja jantung.

2) Menyeimbangkan PH tubuh

Sinar *infrared* berperan dalam detoksifikasi darah, membantu mencegah gangguan rematik akibat kadar asam urat yang tinggi, serta berkontribusi dalam perbaikan kualitas dan elastisitas kulit.

3) Mengaktifkan molekul air dalam tubuh

Karena frekuensi getar sinar *infrared* sebanding dengan frekuensi getar molekul air, maka paparan sinar ini dapat memecah gugus molekul air menjadi bentuk tunggal yang lebih aktif. Hal ini mendukung peningkatan volume dan distribusi dalam tubuh.

4) Meningkatkan metabolisme tubuh

Dengan meningkatnya sirkulasi mikro, proses metabolisme tubuh juga mengalami peningkatan, sehingga mempercepat pengeluaran racun dari tubuh. Efek ini membantu mengurangi beban kerja hati dan ginjal dalam proses detoksifikasi.

5) Meredakan spasm

Pada otot-otot yang berperan dalam proses inspirasi, sehingga dapat mempermudah aktivitas pernafasan. Serta paparan sinar ini juga dapat memberikan efek hangat pada area dada yang secara fisiologis menimbulkan rasa nyaman dan relaksasi.

c. Indikasi Sinar *Infrared*

Menurut (Rianti & Soekanto, 2020) adapun indikasi yang perlu diketahui dalam memberikan terapi sinar *infrared* yaitu :

- 1) *Spasme* atau ketegangan pada otot.
- 2) Kekakuan atau keterbatasan gerak pada sendi yang disebabkan oleh berbagai faktor.
- 3) Penyembuhan pada jaringan kulit.
- 4) Nyeri pada otot, sendi, serta jaringan lunak di sekitar sendi, contohnya nyeri pada punggung bawah, leher, lutut, dan sendi tangan.

d. Kontra Indikasi Sinar *Infrared*

Terapi sinar *infrared* termasuk dalam kategori terapi non-farmakologis atau terapi komplementer yang tergolong aman dan memiliki resiko efek samping yang minimal. Namun dengan demikian, terdapat beberapa kontraindikasi yang harus diperhatikan sebelum melakukan terapi ini (Rianti & Soekanto, 2020) :

- 1) Kontra indikasi absolut (mutlak tidak diperbolehkan) meliputi :
 - a) Gangguan sensorik, baik pada kemampuan merasakan sentuhan maupun suhu.
 - b) Kelainan pada pembuluh darah atau kondisi peradangan pada pembuluh darah.
 - c) Adanya penyakit bawaan, tumor ganas atau kanker.
 - d) Penggunaan sinar *infrared* secara langsung pada area mata.
- 2) Kontra indikasi relatif (dapat diberikan dengan pengawasan tenaga kesehatan) meliputi : kehamilan, bengkak atau edema, luka terbuka, kerusakan saraf dan kulit yang diolesi dengan obat topikal atau ramuan herbal.obat-obatan atau obat gosok.

e. Karakteristik Sinar *Infrared*

Infrared atau infra merah adalah sinar elektromagnetik yang panjang gelombangnya lebih dari cahaya tampak yaitu 700nm dan 1mm. Sinar *infrared* merupakan bagian cahaya yang tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkan dapat dirasakan. Dalam hal ini, menurut (Rianti & Soekanto, 2020) *infrared* mempunyai karakteristik tersendiri yaitu :

- 1) Dihasilkan oleh komponen atau objek yang memancarkan panas.
- 2) Tidak mampu menembus bahan atau material yang bersifat tidak tembus cahaya.
- 3) Tidak dapat dideteksi secara visual oleh indera penglihatan manusia.
- 4) Panjang gelombang sinar *infrared* memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan suhu sehingga ketika suhu meningkat, panjang gelombang cenderung menurun.

f. Klasifikasi Sinar *Infrared*

Menurut (Rianti & Soekanto, 2020) klasifikasi sinar *infrared* dibagi menjadi 2 yaitu :

1) Berdasarkan panjang gelombang

a) Gelombang panjang (*non-penetrating*)

Memiliki panjang gelombang antara 12.000 hingga 150.000 Å, jenis gelombang ini hanya mampu menembus hingga lapisan superfisial epidermis dengan kedalaman sekitar 0,5 mm.

b) Gelombang pendek (*penetrating*)

Memiliki panjang gelombang berkisar antara 7.700 hingga 12.000 Å, gelombang ini memiliki daya penetrasi yang lebih dalam dibanding gelombang panjang. Penetrasinya mencapai jaringan subkutan dan dapat secara langsung memengaruhi pembuluh darah kapiler, pembuluh limfatik, ujung saraf, serta jaringan lain di bawah permukaan kulit.

2) Berdasarkan tipe

a) Tipe A

Panjang gelombang 780-1.500 nm, *penetrasi* dalam. Tipe ini memiliki daya penetrasi paling dalam dibandingkan tipe lainnya.

b) Tipe B

Panjang gelombang 1.500-3.000 nm, *penetrasi* dangkal. Tipe ini hanya mampu menembus jaringan secara pendek.

c) Tipe C

Panjang gelombang 3.000-10.000 nm, *penetrasi* dangkal. Tipe ini seperti tipe B, namun daya penetrasinya lebih terbatas pada lapisan permukaan jaringan.

g. Prosedur Penatalaksanaan Sinar *Infrared*

Pasien dianjurkan untuk mengenakan pakaian yang longgar sebelum menjalani terapi sinar *infrared*, guna mempermudah proses terapi dan memberikan kenyamanan selama prosedur berlangsung. Untuk area tubuh bagian atas, disarankan menggunakan pakaian tanpa lengan atau pakaian longgar, bahkan dalam beberapa kondisi dapat dilakukan tanpa mengenakan pakaian. Sementara itu, untuk bagian bawah, penggunaan rok longgar atau celana pendek yang nyaman lebih dianjurkan. Apabila pasien tidak membawa pakaian yang sesuai dengan ketentuan tersebut, terapis atau tenaga medis akan menyediakan pakaian khusus untuk terapi, seperti kemben atau rok terapi. Selain itu, sebelum pelaksanaan terapi, pasien tidak disarankan untuk mengoleskan lotion, minyak gosok, atau obat topikal lainnya pada area tubuh yang akan diterapi, karena bahan-bahan tersebut berisiko menyebabkan iritasi

kulit ketika terkena panas dari sinar *infrared*. Menurut (Junaidi, 2021) prosedur *infrared* adalah :

- 1) Pasien dianjurkan untuk mengenakan pakaian yang longgar dan nyaman guna memudahkan akses ke area tubuh yang akan di terapi.
- 2) Terapis melakukan pengkajian awal melalui wawancara untuk mengevaluasi indikasi dan kontraindikasi pemberian terapi, riwayat alergi, serta tujuan terapi berdasarkan kondisi klinis pasien.
- 3) Pasien kemudian di posisikan dalam posisi yang nyaman. Area tubuh yang akan di terapi dibersihkan dan dipastikan tidak tertutup oleh pakaian agar paparan sinar *infrared* dapat langsung mengenai kulit dan menghasilkan efek terapeutik yang optimal.
- 4) Terapis mengatur dosis, durasi, dan posisi alat terapi. Jarak antara sumber sinar *infrared* dan kulit pasien disesuaikan dengan usia yaitu jarak 30cm untuk dewasa, 45cm untuk anak-anak dan balita, serta >45cm untuk bayi. Waktu penyinaran ditetapkan selama 10-15 menit untuk setiap area tubuh yang di terapi.
- 5) Memastikan kepada pasien agar tidak melihat langsung lampu *infrared*.
- 6) Jika pasien mengalami ketidaknyamanan seperti rasa nyeri berlebihan atau panas yang intens, terapi dapat dihentikan sementara hingga kondisi memungkinkan untuk dilanjutkan.
- 7) Terapi dianggap selesai ketika alat menandai waktu berakhir melalui bunyi alarm (*timer*) atau saat lampu padam secara otomatis.
- 8) Setelah terapi selesai, terapis melakukan evaluasi dengan menanyakan keluhan atau perubahan yang dirasakan oleh pasien pasca terapi untuk menilai respon terhadap intervensi.

4. Konsep Kekuatan Otot

a. Definisi Kekuatan Otot

Kekuatan otot adalah kemampuan dasar otot untuk berkontraksi secara maksimal dalam menghadapi suatu beban atau tahanan. Berbagai faktor yang memengaruhi kekuatan otot antara lain genetik, pola atau intensitas latihan, usia, jenis kelamin, serta asupan nutrisi. Kekuatan otot berperan penting dalam menunjang aktivitas sehari-hari, meningkatkan performa fisik, serta memelihara kesehatan tubuh secara menyeluruh (Riviati & Indra, 2023).

Kekuatan otot merupakan hubungan antara ketegangan dan gaya yang dihasilkan. Jumlah serta frekuensi aktivasi serat otot dapat disesuaikan untuk menghasilkan gaya kontraksi yang seimbang. Kekuatan juga berperan dalam sistem *neuromuskular*. Peningkatan kekuatan otot terjadi seiring dengan bertambahnya stimulasi pada serat otot, yang bergantung pada kapasitas sistemnya. Pada pasien post *ORIF*, kekuatan otot yang sebelumnya baik dapat mengalami penurunan atau hilang (Munawaroh, 2024).

Berdasarkan definisi diatas dapat disimpulkan bahwa kekuatan otot merupakan kemampuan otot untuk menghasilkan kontraksi maksimal dalam menghadapi beban, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti genetik, latihan, usia, jenis kelamin, dan nutrisi. Kekuatan otot memiliki peranan penting dalam aktivitas sehari-hari, performa fisik, serta kesehatan tubuh secara keseluruhan karena berkaitan dengan kerja sistem neuromuskular dan mekanisme aktivasi serat otot.

b. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Otot

Kekuatan otot adalah kemampuan tubuh untuk menahan atau melakukan usaha secara maksimal. Faktor seperti usia, jenis kelamin, dan riwayat

kesehatan turut memengaruhi tingkat kekuatan otot. Menurut (Hermawan & Wihardja, 2020) ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan otot, diantaranya adalah sebagai berikut :

1) Usia

Proses penuaan secara fisiologis dapat menurunkan kemampuan tubuh dalam mensintesis dan memperbaiki protein otot, sehingga berdampak pada penurunan kekuatan otot.

2) Jenis kelamin

Pada masa remaja, laki-laki umumnya memiliki kekuatan otot yang lebih besar dibandingkan perempuan. Perbedaan jumlah serta proporsi serat otot antara laki-laki dan perempuan turut memengaruhi kekuatan otot. Selain itu, penurunan jumlah serat otot cenderung terjadi lebih cepat pada perempuan seiring bertambahnya usia.

3) Riwayat penyakit sebelumnya

Kekuatan otot dapat berkurang sekitar 10–15% per minggu ketika otot tidak digunakan sama sekali, dan sekitar 5,5% per minggu jika otot berada dalam kondisi imobilisasi total.

c. Penilaian Kekuatan Otot Menggunakan MMT (*Manual Muscle Testing*)

Pengujian otot manual mengukur kekuatan otot dengan *Manual Muscle Testing* (MMT) :

1) Tahap Pra Interaksi

a) Menyiapkan alat meliputi : sarung tangan, penggaris, bolpoint dan lembar dokumentasi.

2) Tahap Orientasi

a) Memperkenalkan diri

b) Menjelaskan maksud dan tujuan pemeriksaan

c) Memberikan posisi yang aman dan nyaman pada pasien

3) Tahap Kerja

- a) Meminta pasien untuk berdiri, amati struktur rangka dan perhatikan adanya kelainan atau *deformitas*.
- b) Amati adanya kontraktur dengan meminta pasien untuk menggerakkan persendian ekstermitas
- c) Meminta pasien merentangkan kedua lengan ke depan, amati adanya tremor, ukuran otot serta ukur lingkaran ekstermitas.
- d) Palpasi otot untuk memeriksa apakah ada kelainan otot.
- e) *Ternokleidomastoideus* : pasien menengok ke salah satu sisi dengan melawan tahanan tangan.
- f) *Trapezius* : letakkan kedua tangan pada bahu pasien, minta menaikkan bahu melawan tahanan tangan.
- g) *Deltoideus* : minta pasien mengangkat kedua lengan dan melawan dorongan tangan ke bawah
- h) Minta pasien merentangkan kedua lengan dan mencoba menekuknya, pemeriksaan menahan lengan agar tetap ekstensi.
- i) Minta pasien menekuk kedua lengan dan mencoba merentangkannya melawan usaha pemeriksaan untuk membuat lengan pasien tetap fleksi.
- j) Minta pasien meregangkan kelima jari dan melawan usaha pemeriksaan untuk mengumpulkan ke lima jari.
- k) Minta pasien menggenggamkan jari telunjuk dan jari tengah pemeriksaan, tarik kedua jari dari genggaman pasien.
- l) Posisikan pasien terlentang, lutut setengah ekstensi, pasien menahan usaha pemeriksaan untuk memfleksikan lutut.
- m) Minta pasien melawan usaha pemeriksaan untuk mendorsifleksikan kakinya dan kembali melawan usaha pemeriksaan untuk memfleksikan kakinya.
- n) Palpasi tulang ekstermitas dan setiap persendian untuk menemukan area yang mengalami edema atau nyeri tekan, bengkak.

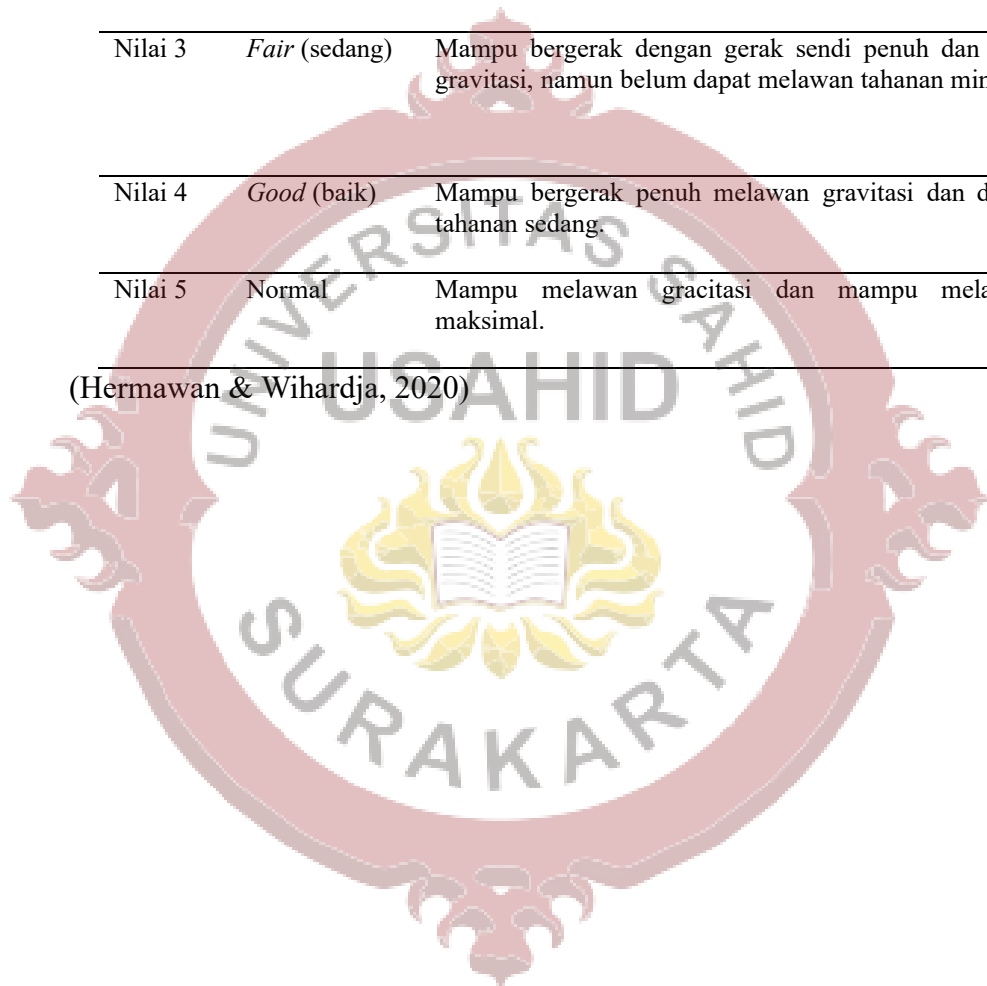
4) Tahap Terminasi

- a) Merapikan pasien
- b) Melakukan evaluasi tindakan
- c) Mencuci tangan

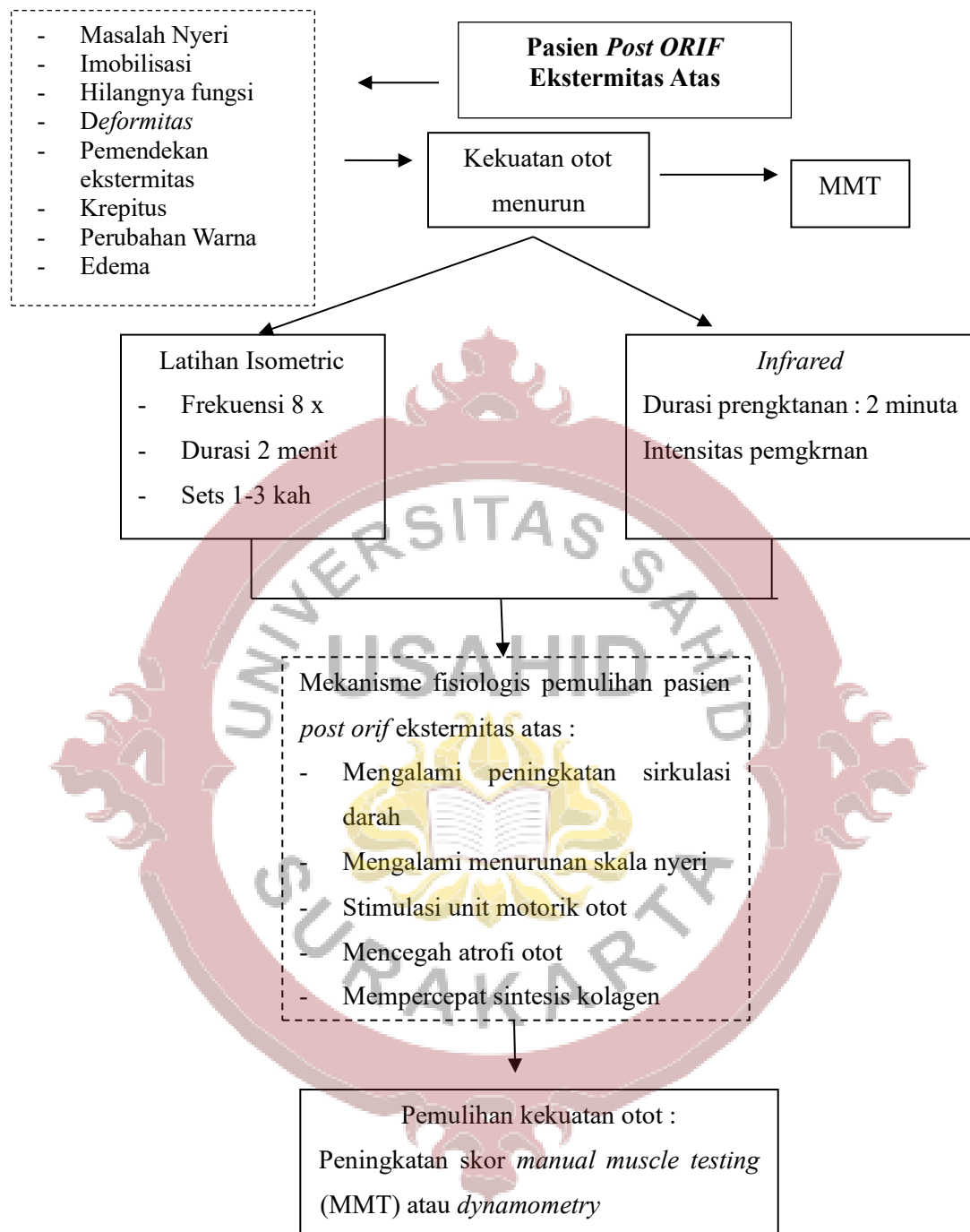
Tabel 2. 1 Nilai Kekuatan otot dengan *Manual Muscle Testing (MMT)*

Nilai	Skala	Keterangan
Nilai 0	<i>Zero</i> (tidak ada)	Tidak ada kontraksi atau tonus otot sama sekali
Nilai 1	<i>Trace</i> (sedikit)	Ada kontraksi atau tonus otot, tetapi tidak ada gerakan sama sekali.
Nilai 2	<i>Poor</i> (buruk)	Mampu melakukan gerakan, namun tidak dapat melawan gravitasi.
Nilai 3	<i>Fair</i> (sedang)	Mampu bergerak dengan gerak sendi penuh dan bisa melawan gravitasi, namun belum dapat melawan tahanan minimal
Nilai 4	<i>Good</i> (baik)	Mampu bergerak penuh melawan gravitasi dan dapat melawan tahanan sedang.
Nilai 5	Normal	Mampu melawan gravitasi dan mampu melawan tahanan maksimal.

(Hermawan & Wihardja, 2020)



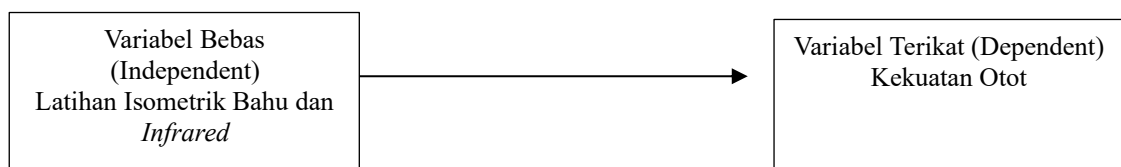
B. Kerangka Teori



Sumber : Dimodifikasi dari (Fadilla, 2025), (Hafidh & Puspita, 2024), (Hermawan & Wihardja, 2020)

Gambar 2. 16 Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



Keterangan :

- : Diteliti
- : Pengaruh
- : Tidak Diteliti

Gambar 2. 17 Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Hipotesis yaitu jawaban sementara atau dugaan sementara dari rumusan masalah dalam penelitian. Hipotesis pada penelitian ini adalah ada pengaruh pemberian latihan isometrik bahu dan *infrared* terhadap pemulihan kekuatan otot pada pasien *post orif* di Poli Orthopedi Diponegoro Dua Satu Klaten.

