

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Kasus

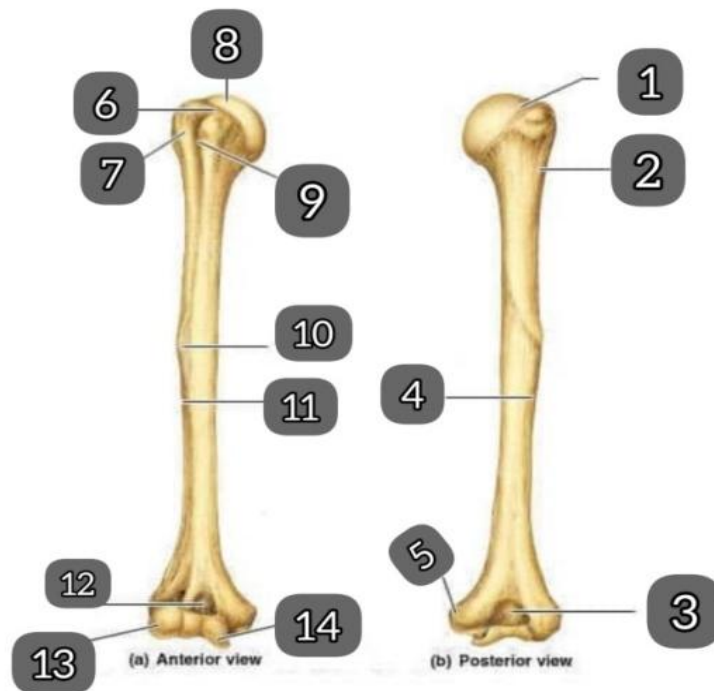
Fracture didefinisikan hilangnya kontinuitas tulang yang terjadi karena adanya trauma atau non-trauma. *Fracture* disebabkan oleh adanya kekuatan yang berlebihan (*overloading*), bisa juga disebabkan oleh adanya cedera langsung (*direct injury*) maupun cedera tidak langsung (*indirect injury*) (Singh *et al.*, 2021).

Fracture humerus distal adalah patah tulang pada ujung bawah tulang humerus dekat sendi siku sehingga dapat mengganggu fungsi gerak sendi siku. Berdasarkan letaknya *fracture* humerus distal terjadi di bagian epifisis tulang humerus dan sering melibatkan permukaan sendi siku, sehingga dikategorikan sebagai *fracture epifisial* dengan keterlibatan sendi (*intra-articular*), terutama pada kasus *intercondylar* dan *supracondylar*. (Samsir *et al.*, 2023).

Kondisi post operasi ORIF pada *fracture* adaah keadaan pasien setelah menjalani prosedur pembedahan *Open Reduction and Internal Fixation* (ORIF) dengan cara membuka area yang patah (*open reduction*) dan menstabilkannya menggunakan alat bantu seperti plate, sekrup, atau kawat (*internal fixation*). Tujuan dari tindakan ini adalah untuk menyatukan kembali fragmen tulang pada posisi anatomis yang benar, mempercepat penyembuhan dan memulihkan fungsi.

1. Anatomi Fisiologi

a. *Os Humerus*



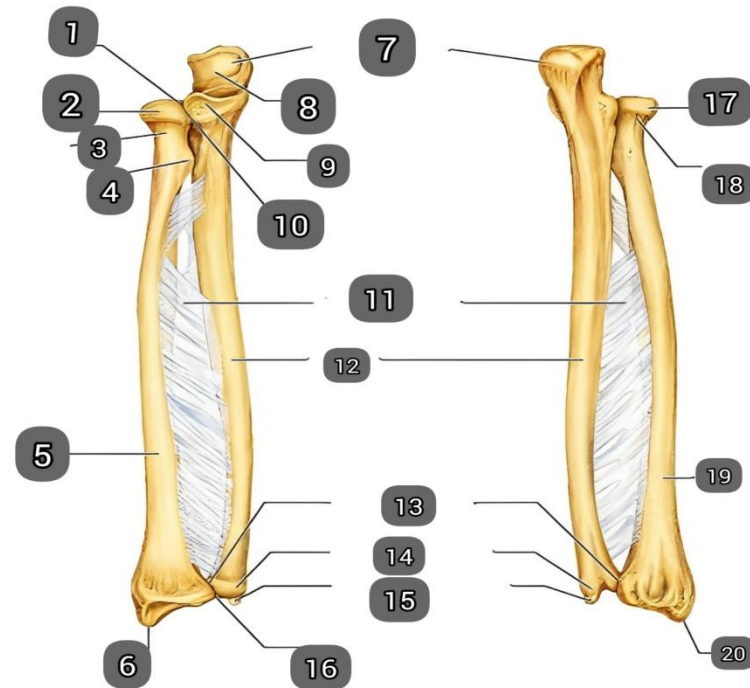
Gambar 2. 1 Ilustrasi Anatomi Tulang Humerus

(Paulsen and Waschke, 2013)

Keterangan Gambar :

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1) <i>Tuberositas mayor</i> | 8) Kepala |
| 2) <i>Leher chirurgikum</i> | 9) <i>Celas bispatal</i> |
| 3) <i>Fasa olecranon</i> | 10) <i>Tuberositas deltoid</i> |
| 4) <i>Celah spiral</i> | 11) <i>Celah spiral</i> |
| 5) <i>Epikondilus medialis</i> | 12) <i>Fasa koronoid</i> |
| 6) <i>Leher anatomic</i> | 13) <i>Kapitulum</i> |
| 7) <i>Tuberositas minor</i> | 14) <i>Trolea</i> |

b. *Os.Radius Ulnae*



Gambar 2. 2 Ilustrasi Anatomi Tulang Radius Ulna view

(Paulsen and Waschke, 2013)

Keterangan Gambar :

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Radial notch | 11 . Membran interosseus |
| 2. Kaput radialis | 12. Ulna |
| 3. Kolumna radialis | 13 . Ulnar notch |
| 4. Tuberositas radialis | 14. Kepala ulnar |
| 5. Radius | 15. Prosesus stiloid ulna |
| 6. Prosesus stiloid radialis | 16. Radioulnar distal |
| 7. Prosesus olecranon | 17. Kaput radius |
| 8. Trokhlear | 18. Kulumna radius |
| 9. Prosesus koronoid | 19. Radius |
| 10. Radioulnar proksimal | 20. Prosesus stiloid radius |

c. Otot



Gambar 2. 3 Ilustrasi Anatomi Otot Anggota Gerak Atas
(Paulsen and Waschke, 2013)

Tabel 2. 1 Keterangan Anatomi Otot *Humerus Sinistra*

<i>Musculus</i>	<i>Origo</i>	<i>Insertio</i>	<i>Persarafan</i>	<i>fungsi</i>
a. <i>Biceps brachii</i>	<i>Caput longum tuberculum supraglenoidale scapulae; caput breve-apex dari processus coracoideus</i>	<i>Tuberositas radii</i>	<i>Nervus musculotaneous [C5,C6]</i>	<i>Flexor kuat antebrachium pada sendi cubiti dan supinator antebrachium; flexor tambahan brachium pada sendi glenohumeral</i>
b. <i>Brachioradialis</i>	<i>Bagian proximal crista supraepicondylaris lateralis humeri dan septum intermusculare di dekatnya</i>	<i>Facies lateralis ujung distal radius</i>	<i>Nervus radialis [C5,C6] sebelum bercabang menjadi ramus superficialis dan ramus profundus</i>	<i>Flexor tambahan sendi cubiti saat anterabrachium dalam posisi setengah pronasi</i>
c. <i>Anconeus</i>	<i>Epicondylus lateralis humeri</i>	<i>Olecranon dan bagian proximal facies posterior ulnae</i>	<i>Nervus radialis [C6, C7,C8](melalui ramus musculares untuk caput mediale musculus triceps brachii)</i>	<i>Abduksi ulna saat pronasi; extensor tambahan sendi cubiti</i>

(Drake, Vogt and Mitchell, 2019)

2. Biomekanik

Biomekanik adalah ilmu yang mempelajari gaya serta gerakan yang bekerja pada tubuh manusia, termasuk bagaimana struktur tulang, sendi, otot, dan jaringan penyokong berinteraksi untuk menghasilkan pergerakan. *Articulatio* adalah hubungan antara dua atau lebih tulang yang memungkinkan terjadinya gerakan. *Articulatio* pada sendi *elbow* terdiri dari tiga yaitu ; *Articulatio humeroulnaris* merupakan sendi engsel yang menghasilkan gerakan fleksi-ekstensi, *articulatio humeroradialis* berbentuk menyerupai sendi bola dengan gerakan terbatas berperan dalam fleksi-ekstensi serta memungkinkan *rotasi radius*, *articulatio radioulnaris proximal* merupakan sendi pivot untuk gerakan *pronasi dan supinasi* melalui *rotasi* kepala *radius* terhadap *ulna* (Islam *et al.*, 2020).

a. Osteokinematika *Elbow Joint*

Gerakan osteokinematik dari sendi siku (*elbow joint*) mencakup gerakan antara humerus, radius dan ulna dalam dua bidang diantaranya bidang sagital yaitu gerakan fleksi dan ekstensi. Fleksi adalah gerakan menekuk siku dengan bantuan otot biceps brachii, brachialis dan brachioradialis. Untuk gerakan ekstensi yaitu gerakan meluruskan siku dengan otot triceps brachii dan anconeus. Rentang gerak normal fleksi sekitar 0 – 145 dan ekstensi kembali ke 0.

Selain fleksi dan ekstensi, sendi siku juga mendukung gerakan pronasi dan supinasi yang terjadi di sendi radioulnar proksimal dan distal. Supinasi memutar telapak tangan ke atas dengan bantuan otot biceps brachii dan supinator, sedangkan pronasi memutar telapak ke bawah melalui otot pronator

teres dan pronator quadratus. Rentang normal untuk supinasi sekitar 0 – 85/90, dan untuk pronasi sekitar 0 – 80/90.

b. Arthrokinematik *Elbow Joint*

Tulang pembentuk sendi siku humerus berbentuk convex, sedangkan radius dan ulna berbentuk concave dan terdapat gerakan roll dan slide. Pada gerakan fleksi ekstensi terjadi gerakan concave terhadap convex, jadi gerakan tersebut searah dengan gerakan arthrokinematika sehingga pada gerakan fleksi terjadi gerakan roll dan slide ke anterior dan pada gerakan ekstensi terjadi gerakan roll dan slide ke posterior.

Gerakan pronasi terjadi gerakan sendi humerus ulnar roll ke lateral dan dorsal, slide ke medial, dorsal dan distal. Sedangkan pada gerakan supinasi terjadi gerakan sendi humero ulnar roll ke medial dan ventral slide ke lateral, ventral dan proksimal.

3. Etiologi

Fracture distal Humerus sering terjadi dan menyerang semua kelompok umur. Pada orang dewasa muda *fracture distal Humerus* biasanya disebabkan oleh trauma seperti kecelakaan kendaraan, sedangkan pada orang dewasa yang lebih tua dengan adanya *osteoporosis* (Siwi *et al.*, 2023).

Fracture terjadi akibat trauma, beberapa *fracture* terjadi secara sekunder akibat proses penyakit seperti *osteoporosis* yang menyebabkan *fracture* patologi. *Fracture* dibagi berdasarkan dengan kontak dunia luar, yaitu meliputi *fracture* tertutup dan *fracture* terbuka. *Fracture* tertutup yaitu *fracture* dengan tanpa adanya komplikasi, kulit masih utuh, dan kondisi tulang tidak keluar melalui

kulit. *Fracture* terbuka merupakan *fracture* yang dapat merusak jaringan kulit, karena adanya hubungan dengan lingkungan luar, maka *fracture* terbuka sangat berpotensi menjadi infeksi (Andri *et al.*, 2020).

Menurut (Sams *et al.*, 2023) penyebab terjadinya *fracture* dapat dibedakan sebagai berikut :

a. Cedera traumatis

Cedera tulang traumatis dapat disebabkan oleh :

- 1) Cedera langsung, yaitu karena pukulan langsung pada tulang sehingga tulang patah dengan sendirinya.
- 2) Cedera tidak langsung, disebabkan karena pukulan langsung dari titik benturan, seperti jatuh dengan tangan terulur untuk menompang tubuh yang menyebabkan patah tulang selangka.
- 3) Patah tulang yang disebabkan oleh kontraksi keras yang tiba-tiba.

b. *Fracture* patologis

Kerusakan tulang akibat proses penyakit dengan penyebab truma ringan :

- 1) Tumor tulang adalah pertumbuhan jaringan baru yang tidak terkendali.
- 2) Infeksi seperti osteomielitis dapat terjadi akibat infeksi akut atau berkembang sebagai proses yang progresif.
- 3) *Rachitis* adalah suatu kondisi yang biasa terjadi pada anak-anak akibat defisiensi vitamin D, kalsium atau fosfor yang menyebabkan mineralisasi tulang. Akibatnya tulang lembek, lemah dan mudah bengkok, terutama pada tubuh yang menahan beban seperti kaki.

4) Spontan yang disebabkan oleh ketegangan tulang yang terus menerus

4. Patofisiologi

Fracture menimbulkan kerusakan tulang dan jaringan lunak yang memicu pelepasan mediator inflamasi (*histamin, prostaglandin, bradikinin*), sehingga timbul nyeri primer disertai *spasme* otot protektif. Setelah dilakukan tindakan pembedahan pemasangan ORIF untuk menstabilkan tulang, menimbulkan trauma jaringan sekunder yang memicu inflamasi *pasca* operasi. Akibatnya dapat terjadi nyeri residual yang bertahan hingga beberapa bulan, baik karena iritasi jaringan lunak, tekanan mekanis dari implan, maupun aktivasi saraf perifer di sekitar area fiksasi (Islam *et al.*, 2020).

Tindakan pembedahan ORIF dengan pemasangan *plate* dan *screw* berfungsi mengembalikan posisi anatomis tulang dan memberikan stabilitas, namun prosedur ini juga menyebabkan trauma jaringan sekunder. imobilisasi *pasca* operasi menyebabkan penurunan elastisitas kapsul sendi, kelemahan otot sekitar, dan meningkatkan risiko pembentukan jaringan parut (*arthrofibrosis*). Nyeri yang masih ada juga memperburuk keterbatasan melalui mekanisme inhibisi protektif dan pola *fear-avoidance*, di mana pasien menahan gerakan karena takut menambah rasa sakit (Mustaqim *et al.*, 2021)

5. Problematika

Problematika yang muncul pada *post operation fracture* ditunjukkan dengan adanya nyeri diam, nyeri gerak dan nyeri tekan, timbulnya *odema* (pembengkakan), keterbatasan lingkup gerak sendi (LGS) serta *deformitas*. Faktor seperti nyeri, kekuatan sendi, dan penurunan kekuatan otot berpengaruh

terhadap terbatasnya lingkup gerak sendi. Akibat kondisi ini, pasien cenderung mengurangi pergerakan untuk menghindari nyeri, yang pada akhirnya semakin memperburuk keterbatasan gerak sendi (Putri A.K, 2019).

6. Diagnosa Banding

Diagnosa banding merupakan penentu yang mana dari dua atau lebih penyakit atau kondisi yang dimiliki pasien dengan sistematis membandingkan dan mengkontraskan temuan klinisnya. Diagnosa bandinga yang umum menurut (Babu Muhammad Rafi, 2023) untuk kondisi *fracture distal humerus* meliputi ;

- a. *Elbow dan wrist sprain*. Cedera ligament yang terjadi akibat tarikan atau robekan karena trauma tumpul atau jatuh. Gejala utama seperti nyeri local, bengkak dan memar serta keterbatasan gerak, bedanya tidak disertai kerusakan tulang seperti *fracture*.
- b. *Dislocations elbow dan wrist*. Kondi tuulang yang bergeser keluar dari posisi sendinya disebabkan jatuh dengan tangan terbuka. Gejala yang ditimbulkan yaitu ; deformitas tampak, nyeri hebat, pembengkakan dan hilangnya fungsi sendi.
- c. *Fracture olecranon*. Patah tulang pada bagian atas *os.ulnae* (bagian belakang siku) terjadi akibat benturan langsung atau kontraksi otot trisep yang kuat. Gejalanya berupa nyeri hebat pada siku, pembengkakan dan kesulitan menekuk siku.
- d. *Fracture radius distal*. Patah tulang pada ujung bawah tulang radius (dekat pergelangan tangan). Akibat jatuh dengan posisi tangan menumpu dengan

gejala nyeri, deformitas pada pergelangan tangan dan keterbatasan gerak jari/tangan.

- e. *Neuropathic osteoarthropathy*. Kerusakan sendi akibat gangguan saraf sensorik, sering terjadi pada penderita diabetes. Sendi menjadi lemah , bengkak, tidak stabil dan bentuknya berubah. Tidak ada nyeri meskipun kerusakan berat karena kehilangan persepsi nyeri.
- f. *Bursitis olecranon*. Peradangan pada bursa yang melindungi gesekan antara jaringan pada olecranon yang ditandai dengan adanya bengkak lunak pada area belakang siku dan nyeri saat di tekan.

7. Komplikasi

Komplikasi adalah kondisi atau masalah tambahan yang muncul selama atau setelah proses penyembuhan suatu penyakit atau tindakan medis, yang memperburuk keadaan pasien atau menghambat pemulihan. Dalam kasus *fracture* lengan terdapat beberapa komplikasi yang bisa terjadi menurut (Rafi, 2023) diantaranya :

a. Infeksi

Infeksi dianggap sebagai komplikasi yang paling melemahkan. Organisme penyebab infeksi yang paling umum pada *fracture* lengan adalah stafilokokus aureus. Insiden Insiden infeksi pada *fracture* lengan bawah yang ditangani dengan fiksasi plat dan sekrup adalah sekitar 3% (berkisar antara 0,8% hingga 6% dalam berbagai penelitian). Temuan klinis yang umum meliputi kemerahan, pembengkakan, peningkatan suhu lokal, dan nyeri tekan di lokasi infeksi. Untuk infeksi superfisial ringan, infeksi ini

dapat diobati dengan antibiotik oral; namun, pada infeksi yang dalam, debridemen bedah merupakan pengobatan utama untuk mencegah non-union dan komplikasi lainnya.

b. *Non-union*

Insidensi non-union diperkirakan sekitar 2% hingga 10% dari seluruh *fracture* lengan. Penyebabnya multifaktorial, termasuk kurangnya stabilitas mekanis (reduksi atau fiksasi yang tidak memadai) dan gangguan biologi penyembuhan tulang seperti infeksi dan gangguan metabolik

c. *Malunion*

Kondisi Ketika tulang yang patah menyatu dalam posisi yang tidak anatomis atau tidak sesuai, baik secara sudut, panjang atau rotasi. Penyebabnya meliputi :

- 1) Reduksi yang tidak anatomis saat oprasi
- 2) Fiksasi internal yang tidak stabil (plate/screw Ikurang kuat)
- 3) Gangguan penyembuhan, seperti infeksi atau aliran darah terganggu
- 4) Pasien tidak patuh pada *protocol* rehabilitasi (terlalu cepat aktif)
- 5) Kesalahan Teknik operasi atau pemilihan implant yang kurang tepat
- 6) Kualitas tulang buruk, seperti pada lansia atau penderitaan *osteophorosis*.

d. *Refractur*

Refracture merupakan salah satu komplikasi yang paling jarang terjadi setelah *fracture* lengan bawah. Insiden *refracture* lebih tinggi pada pasien yang implannya telah dilepas setelah penyatuan. Fiksasi *fracture* lengan

bawah dengan osteosintesis plat membentuk konstruksi kaku yang menyebabkan perlindungan stres, mengurangi vaskularisasi, dan menyebabkan osteopenia, yang menyebabkan *refracture*.

B. Intervensi Fisioterapi

1. Infra Red Radiation

Infra Red Radiation (IR-R) merupakan pengobatan komplementer yang dapat diberikan untuk kondisi *musculoskeletal* dan nyeri kronis. IR juga dikenal sebagai cahaya infra merah, terdiri dari radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang (750 nm-1 mm) tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang mikro dan lebih panjang dari cahaya tampak. Interaksi antara radiasi *Infra Red Radiation* dan jaringan tubuh dipengaruhi oleh komposisi jaringan dan biomolekul dalam cairan tubuh. Pada Tingkat seluler, IRR memicu perubahan potensi sel membran melalui peningkatan kadar Ca^{2+} *intraseluler* akibat *premeabilitas membrane* yang meningkatkan dan pelepasan Ca^{2+} dari *reticulum endoplasma* karena spesies oksigen reaktif (ROS). Pada Tingkat jaringan IRR meningkatkan kadar *Nitric Oxide* (NOX), yang mengurangi faktor pertumbuhan serta pengendapan matriks *ekstraseluler* untuk pria. Dalam hal ini, peningkatan sirkulasi darah yang terkait dengan IRR dapat mendorong penyembuhan luka dan luka tekan, mengurangi kejang otot dan meningkatkan kecepatan konduksi sensorik, dan berpotensi meningkatkan *endorphin* yang memodulasi nyeri (Tsagkaris *et al.*, 2022).

Infra Red Radiation memberikan efek *thermal superficial* pada kulit, sehingga menimbulkan efek fisiologis yang diperlukan untuk proses

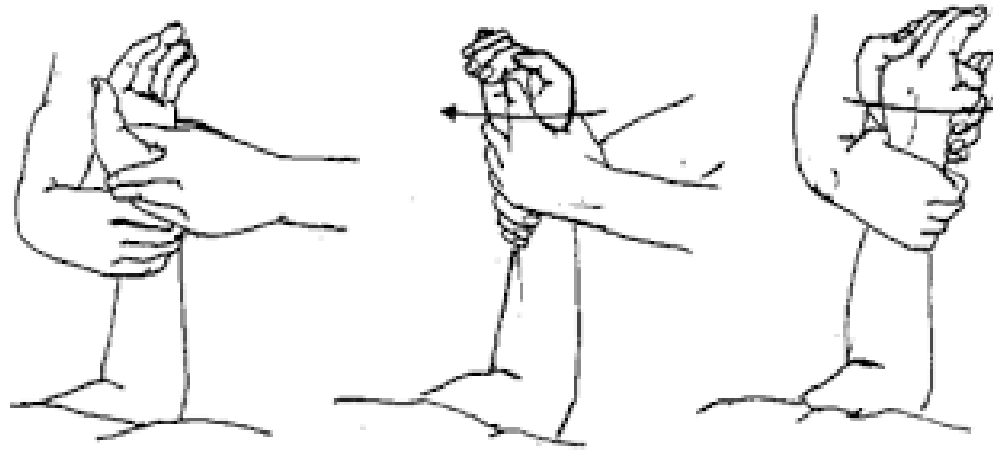
penyembuhan. Efek fisiologis tersebut dapat mengaktifkan reseptor *thermal superficial* pada kulit yang akan merubah transmisi saraf sensorik dalam menghantarkan nyeri, sehingga mengurangi rasa nyeri. Efek biologis lainnya adalah menyebabkan *vasodilatasi* atau pelebaran pada pembuluh darah yang dapat meningkatkan aliran darah pada area yang diberikan sinar, membantu meningkatkan *enzim-enzim* yang digunakan untuk metabolisme jaringan dan membuang sisa-sisa metabolisme yang tidak terpakai sehingga akan membantu proses penyembuhan jaringan (Hidayati *et al.*, 2021). Penatalaksanaan *Infra Red Radiation* dilakukan dengan posisi pasien *supine lying*, arahkan lampu *Infra Red Radiation* tegak lurus pada area yang akan di terapi dengan jarak 30-45 cm, dengan waktu selama 15 menit. Monitoring keadaan pasien setiap 5 menit sekali selama pemberian terapi *Infra Red Radiation*.

2. Hold Relax Exercise

Hold Relax Exercise adalah suatu terapi yang berperan dalam meningkatkan otot, memfasilitasi otot untuk berkontraksi, peningkatan *motor control* dan *motor learning*, perbaikan rileksasi pola antagonis, mobilisasi dan penurunan nyeri (Rosintan *et al.*, 2021). Latihan *Hold Relax* berpengaruh terhadap penurunan nyeri dan peningkatan lingkup gerak sendi. *Hold Relax Exercise* dengan kontraksi antagonis adalah suatu teknik menggunakan kontraksi *isometric* yang optimal dari kelompok otot antagonis yang memendek, kemudian setelah melalui fase rileksasi, otot agonis dikontraksikan secara *isotonic* untuk mengulur otot antagonis yang *spasme* atau memendek. Tujuan kontraksi *isometric* antagonis adalah untuk mendapatkan rileksasi yang optimal setelah

otot bekerja secara optimal sehingga memutus reflek *myotatic*. Hal itu dikenal dengan teori *autogenic inhibition*. (Wahyono *et al.*, 2016).

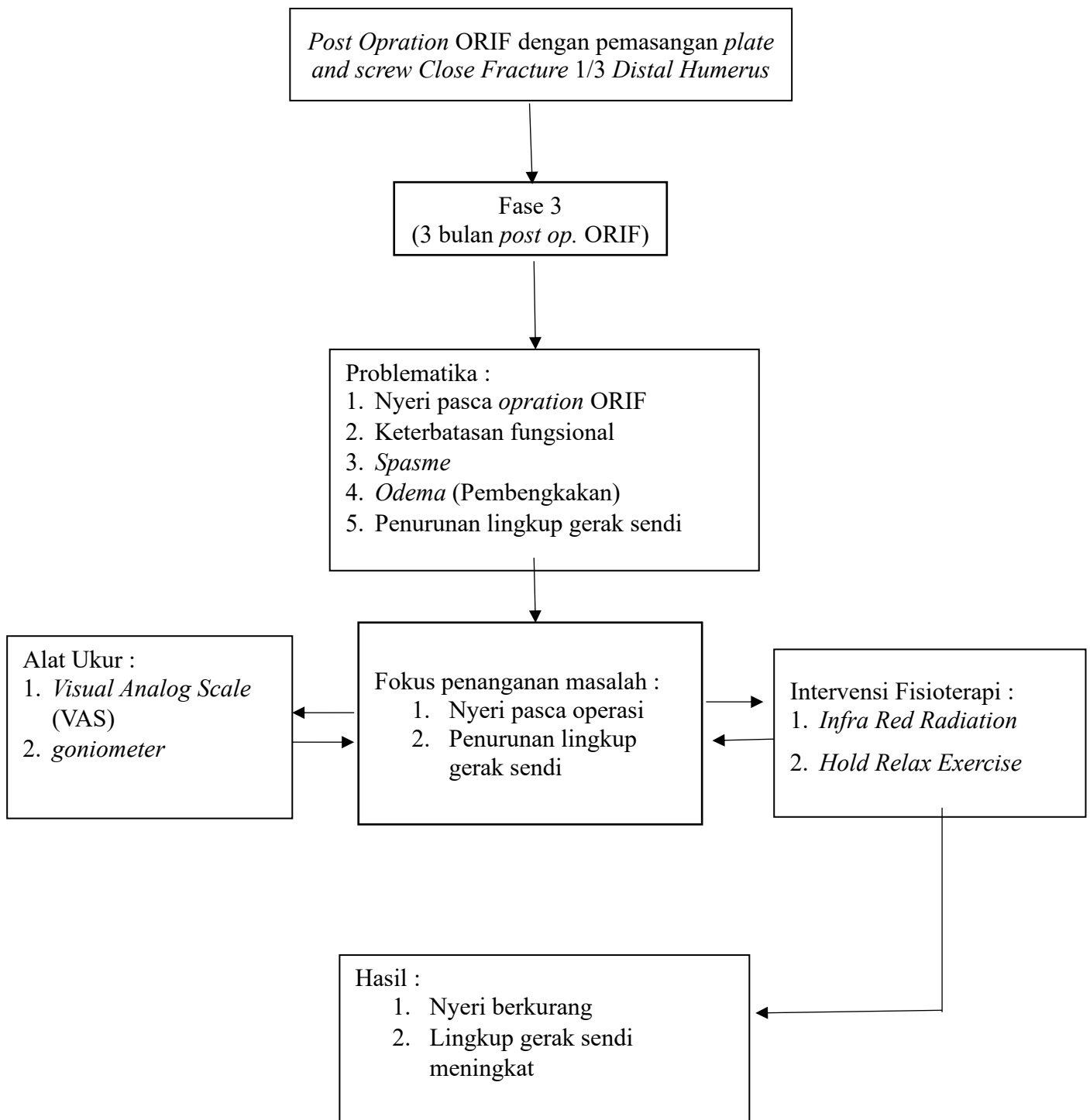
Hold Relax dengan teknik kontraksi *isometric resisted* yang difasilitasi dengan gaya yang sesuai, diikuti relaksasi ROM bertambah. Mekanisme pemberian *Hold Relax* yang diawali dengan kontraksi *isometric* otot antagonis akan berdampak pada terstimulusnya *Golgi Tendon Organs* (GTO) dan membangkitkan mekanisme *inhibitory*, sehingga menghambat kekuatan impuls *motoric* yang akan menuju ke otot antagonis. Hal tersebut berdampak terhadap melemahnya kontraksi otot antagonis dan menghambat kinerja otot agonis menurun, sehingga gerakan dari grup otot menjadi lebih mudah dan lebih luas. Penatalaksanaan *Hold Relax Exercise* dilakukan dengan posisi pasien *supine lying* di *bed*, instruksikan pasien melakukan gerakan aktif *fleksi*, *ekstensi*, *abduksi* dan *adduksi elbow*. Pada saat pasien melakukan gerakan tersebut, fisioterapis memberikan tahanan pada bagian distal dengan arah yang berlawanan dari gerakan pasien. Kemudian pasien diminta untuk mengkontraksikan kelompok otot antagonis tersebut tanpa adanya gerakan atau kontraksi *isometric*, dan minta pasien untuk mempertahankan posisi tersebut selama 7 hitungan yang pada hitungan ke 8 pasien rileks. Setelah pasien benar-benar rileks, fisioterapis melakukan penguluran ke arah *fleksi* dan *abduksi shoulder*. Ulangi gerakan-gerakan tersebut sampai 5 kali. (Ramadhani *et al.*, no date).



Gambar 2. 4 Hold Relax Exercise

(Susanti *et al.*, 2023)

C. Kerangka Berpikir



Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir