

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Kasus

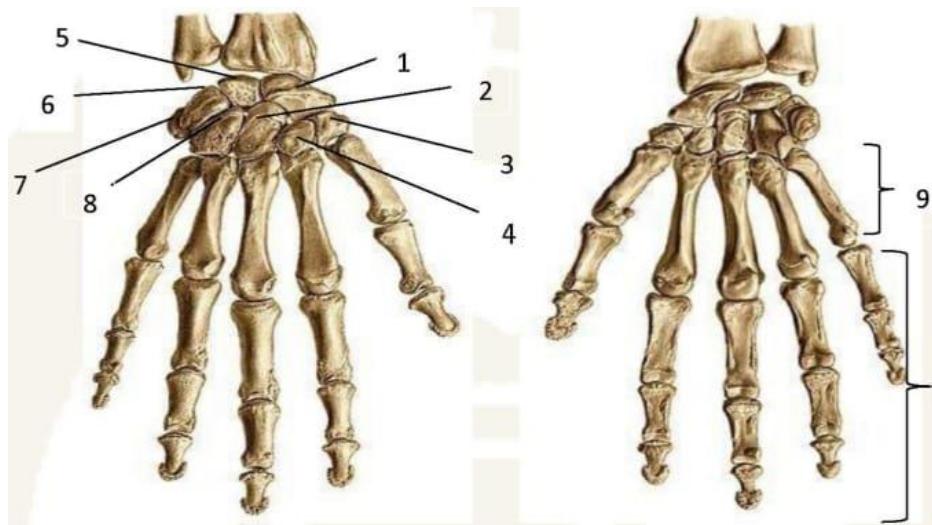
Carpal Tunnel Syndrome adalah gangguan neuropati paling umum, yang didefinisikan sebagai kerusakan saraf (khususnya saraf medianus) di lokasi saluran sempit. Laporan kasus pertama kompresi saraf medianus dipublikasikan oleh Paget pada tahun 1854. Penelitian oleh Phalen pada tahun 1950-an menjadi prinsip dasar untuk memahami *Carpal Tunnel Syndrome* (Garcia *et al.*, 2022).

Menurut Kemenkes (2024) *Carpal Tunnel Syndrome* adalah salah satu gangguan pada lengan tangan karena terjadi penyempitan pada terowongan karpal, baik akibat edema fasia pada terowongan tersebut maupun akibat kelainan tulang-tulang kecil tangan sehingga terjadi penekanan terhadap *nervus medianus* di pergelangan tangan. *Carpal Tunnel Syndrome* diartikan sebagai kelemahan pada tangan yang disertai nyeri pada daerah distribusi *nervus medianus*.

Carpal Tunnel Syndrome merupakan gangguan neuropati pada saraf medianus yang mengalami peradangan di terowongan karpal. Serabut saraf medianus bersifat sebagai sensoris dan motoris. Saraf medianus selain mensarafi permukaan telapak tangan juga berada *dorsal* dari tangan. Kompresi mungkin terkait dengan cedera traumatis tertentu atau kondisi sistemik yang mungkin disebabkan oleh penebalan selubung pelindung yang mengelilingi tendon flexor yang mengalir melalui terowongan karpal (Ricardo Nunes *et al.*, 2025).

1. Anatomi

Terowongan karpal adalah ruang sempit yang terletak pada permukaan palmar yang memungkinkan lewatnya berbagai struktur seperti saraf medianus dan berbagai tendon fleksor. Batas terowongan ini meliputi *fleksor retinakulum* (atas), tulang karpal (dasar), kait *hamate*, tulang *piramidal*, tulang *pisiform* (tepi ulnaris), tulang *skafoid* dan *trapezium*, serta tendon otot *fleksor carpi radialis* yang membentuk tepi radial. Tendon yang melewati terowongan karpal adalah empat *fleksor digitorum superfisialis*, empat *fleksor digitorum profundus*, dan *fleksor pollicis longus* (Garcia et al., 2022).

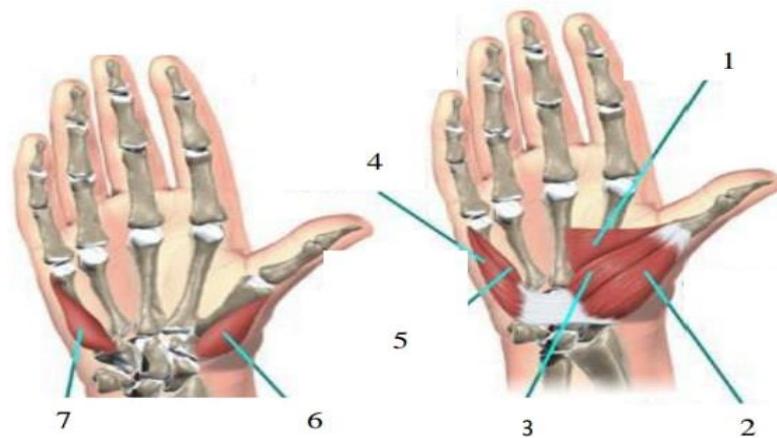


Gambar 2. 1 Tulang Carpal anterior view

(Sumber: Zulfikar, 2022)

Keterangan:

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. <i>Os. Schapoideum</i> | 6. <i>Os. Triquetum</i> |
| 2. <i>Os. Capitatum</i> | 7. <i>Os. Pisiform</i> |
| 3. <i>Os. Trapezoidum</i> | 8. <i>Os. Hamatum</i> |
| 4. <i>Os Trapezium</i> | 9. <i>Ossa Metacarpalia</i> |
| 5. <i>Os. Lunatum</i> | 10. <i>Ossa Digitorum</i> |



Gambar 2. 2 Otot-otot Carpal

(Sumber: Zulfikar, 2022)

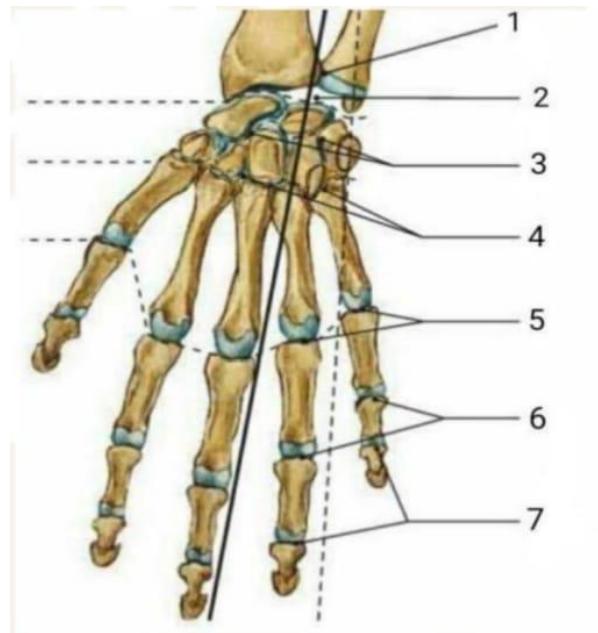
Keterangan:

1. m. *abductor pollicis*
2. m. *abductor pollicis brevis*
3. m. *flexor pollicis brevis*
4. m. *abductor digitiminimi brevis*
5. m. *flexor digitiminimi brevis*
6. m. *opponens pollicis*
7. m. *opponens digitii minimi*

Tabel 2. 1 Otot-otot Carpal

No.	Otot	Origo	Insersio	Fungsi	Inervasi
1.	<i>m. Flexor Carpi radialis</i>	<i>Epicondilus medialis humeri, Fascia antebrachii</i>	<i>Permukaan Palmar dasar os. Metacarpi II dan III</i>	<i>Palmar fleksi dan abduksi tangan pada pergelangan tangan</i>	<i>Nervus medianus</i>
2.	<i>m. Extensor Carpi superficialis</i>	<i>Epicondilus lateral fascia antebrachii</i>	<i>Melintas sampai dorsal phalangeal I-V</i>	<i>Dorsi fleksi wrist</i>	<i>Nervus radialis</i>
3.	<i>m. Extensor carpi Ulnaris</i>	<i>Epicondilus lateral antebrachii</i>	<i>Permukaan dorsal basis metacarpalis V</i>	<i>Dorsi fleksi wrist</i>	<i>Nervus radialis</i>
4.	<i>m. Pronator Teres</i>	<i>Pada caput humeral di epicondilus medialis humeri dan pada caput ulna di processus coroideus ulna</i>	<i>Sepertiga tengah radius bagian lateral</i>	<i>Pronasi pergelangan tangan</i>	<i>Nerve medianus</i>

(Sumber: Yuliana, 2023)

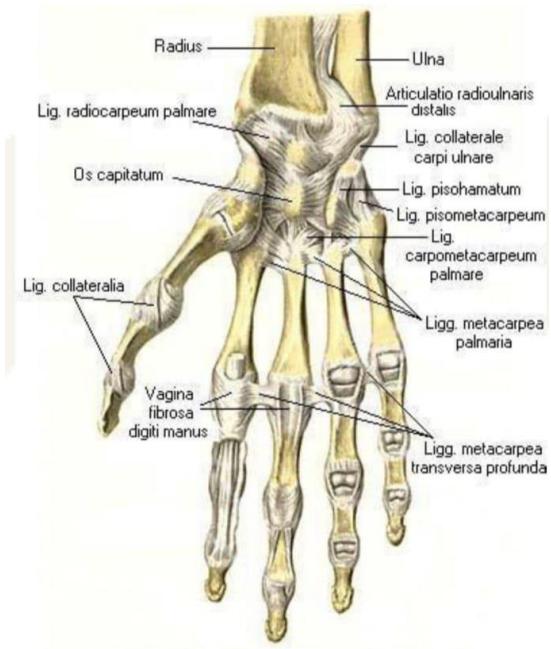


Gambar 2. 3 Wrist Joint

(Sumber: Hutomo, 2021)

Keterangan:

1. *Articulatio Distal Radio Ulnar*
2. *Articulatio Radio Carpalis*
3. *Articulatio Inter Carpalis*
4. *Articulatio Carpo Meta Carpal*
5. *Articulatio Meta Carpo Phalangeal*
6. *Articulatio Proximal Phlangeal*
7. *Articulatio Distal Interphalangeal*

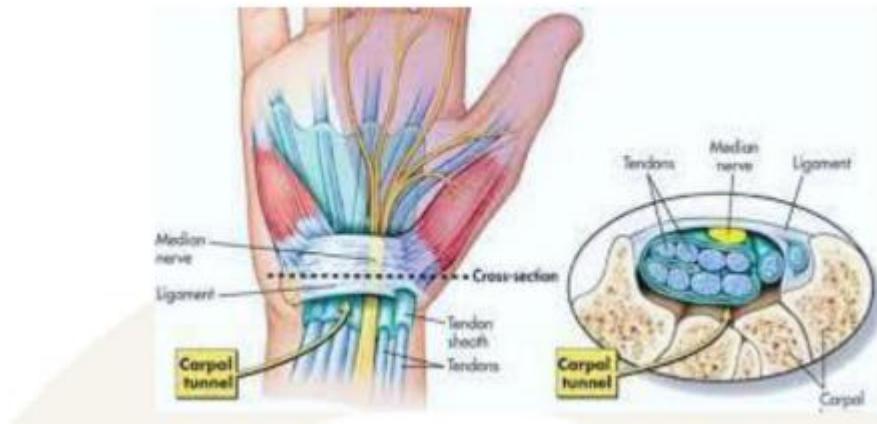


Gambar 2. 4 *Ligament Carpal*

(Sumber: Aprilia, 2021)

Pada *wrist joint* banyak terdapat ligamen yang tersusun, ligamen yang paling umum adalah *radial collateral ligament* dimana ligamen ini memanjang dari *processus styloideus radius* sampai bagian *radius os. Scapoideum*. Dibagian *medial* terdapat *ulnar collateral ligament* yang memanjang dari *processus styloideus ulna* sampai *Os. Triquetum* (Yuliana, 2023).

Ligamen *colateral carpi ulnar* yang melintang dari *processus styloideus ulna* menuju ke *triquetum* ligament *colateral carpi radialis* yang melintang dari *processus styloideus radius* kearah *os. Scapoideum* dan ligamen intercarpal yang terdiri dari ligamen *interlaveum collare* dan *dorsale*, ligamen *interseum* dan ligamen *carpiarquetrum* (Yuliana, 2023).



Gambar 2. 5 Nerve Medianus anterior view

(Sumber: Yuliana, 2023)

Nerve medianus bercabang menjadi komponen *radial* dan *ulnar*. Komponen *radial* dari *nerve medianus* menjadi cabang sensorik pada permukaan *palmar* jari-jari pertama dan kedua, cabang motorik *m. abductor pollicis brevis*, *m. opponeus pollicis*, dan bagian atas dari *m. flexor pollicis brevis*. Pada 33% dari individu, seluruh *flexor pollicis brevis* menerima persarafan dari *Nerve medianus*. Komponen *ulnaris* dari *nerve medianus* memberikan cabang sensorik ke permukaan jari kedua, ketiga, dan sisi radial jari keempat. Selain itu, saraf medianus dapat mempersarafi permukaan dorsal jari kedua, ketiga, dan keempat bagian *distal* sendi *interphalangeal proximal* (Zulfikar, 2021).

2. Etiologi

Carpal Tunnel Syndrome biasanya disebabkan oleh karena anatomi. Pemicu gejala klinis yang paling umum adalah peningkatan volume isi terowongan atau peningkatan tekanan di terowongan karpal. Beberapa penyebab terjadinya *Carpal Tunnel Syndrome*, yaitu *tenosivitas kronis* pada *fleksor*, infeksi di area tangan, pasca trauma misalnya setelah patah tulang *radius distal* atau patah tulang karpal, kehamilan. Penyebab yang lain adalah kelebihan beban kronis pada tangan seperti aktivitas yang berulang dengan gerakan *fleksi* dan *ekstensi* pergelangan tangan serta penyakit sistemik dan endokrin misalnya diabetes, amiloidosis, asam urat, penyakit reumatoid, hipo/hipertiroid, dan obesitas (Erni and Beise, 2023).

3. Patofisiologi

Carpal Tunnel Syndrome yang disebabkan oleh overuse pada pergelangan tangan terjadi akibat penggunaan pergelangan yang berulang dan berkepanjangan, terutama dalam posisi fleksi dan ekstensi. Aktivitas seperti menyapu, meremas baju, atau pekerjaan tangan manual dapat memicu gesekan yang berlebihan pada tendon-tendon fleksor yang melalui *Carpal Tunnel*. Gesekan yang berulang ini menyebabkan mikrotrauma pada tendon dan jaringan sinovial yang menyelubunginya. Sebagai respon tubuh terhadap iritasi tersebut, akan terjadi peradangan lokal yang dikenal sebagai tenosynovitas. Peradangan ini menyebabkan pembengkakan dan penumpukan cairan (edema) pada jaringan didalam *Carpal Tunnel*, yang merupakan ruang sempit dan kaku yang tidak mudah mengembang (Wu et al., 2023).

Akibat dari pembengkakan ini, tekanan didalam *Carpal Tunnel* meningkat secara signifikan. Kompresi ini akan menstimulasi pelepasan mediator inflamasi seperti bradikinin, histamin, sitokin, dan prostaglandin. Mediator-mediator tersebut mengaktifasi nociceptor (reseptor nyeri), sehingga menimbulkan persepsi nyeri yang khas, seperti kesemutan, kebas, atau nyeri menjalar. Sebagai bentuk perlindungan alami terhadap nyeri dan gangguan saraf, tubuh akan merespon dengan meningkatkan ketegangan otot dan mengurangi pergerakan area yang terkena. Respon ini berkurangnya aktivitas fungsional tangan, termasuk melemahnya kekuatan genggam dan keterbatasan gerak (Wu *et al.*, 2023).

4. Problematika

Menurut Genova *et al.*, (2020) *Carpal Tunnel Syndrome* mengakibatkan penurunan mobilitas dan kemandirian dalam kehidupan sehari-hari. Problematika yang lainnya yaitu penurunan lingkup gerak sendi, penurunan kekuatan otot, dan penurunan aktivitas fungsional.

Menurut Qomariyah *et al.*, (2023) problematika fisioterapi pada kondisi CTS antara lain adanya nyeri, penurunan lingkup gerak sendi, penurunan kekuatan otot, dan penurunan aktivitas fungsional.

5. Tanda dan Gejala

Gejala yang terjadi pada CTS berupa nyeri pada pergelangan tangan yang dapat menjalar sampai dengan persarafan saraf medianus. Selain itu, parastesia pada ibu jari, telunjuk, jari tengah, dan setengah jari manis yang dirasakan pada permukaan *palmar* tangan. Kompresi saraf medianus menyebabkan sensasi

terbakar atau kesemutan pada distribusi sensorik saraf medianus. Gejala CTS biasanya semakin parah pada saat mengemudi atau penggunaan tangan yang berulang (Sihaloho *et al.*, 2024).

6. Diagnosa Banding

Diagnosa banding merupakan penentuan yang mana dari dua atau lebih penyakit atau kondisi yang dimiliki pasien dengan sistematis membandingkan dan mengkontraskan temuan klinisnya (Sihaloho *et al.*, 2024). Diagnosa banding dari CTS antara lain:

1. *Cervical Radiculopathy*. Biasanya keluhannya berkurang bila leher diistirahatkan dan bertambah bila leher bergerak. Distribusi gangguan sensorik sesuai dermatomnya.
2. *Thoracic Outlet Syndrome*. Dijumpai atrofi otot-otot tangan lainnya selain otot-otot thenar. Gangguan sensorik dijumpai pada sisi ulnaris dari tangan dan lengan bawah.
3. *Pronator teres syndrome*. Keluhannya lebih menonjol pada rasa nyeri di telapak tangan daripada CTS karena cabang nervus medianus ke kulit telapak tangan tidak melalui terowongan karpal.
4. *De Quervain's syndrome*. Tenosinovitas dari tendon muskulus *abductor pollicis longus* dan *extensor pollicis brevis*, biasanya akibat gerakan tangan yang repetitif. Gejalanya adalah rasa nyeri dan nyeri tekan pada pergelangan tangan di dekat ibu jari.

7. Komplikasi

Komplikasi CTS dapat timbul dari itu sendiri atau pengobatan yang diberikan. CTS dapat menyebabkan kerusakan saraf medianus yang *irreversible*, yang mengakibatkan gangguan dan disabilitas permanen. Kelemahan dan atrofi otot di pangkal jari dapat menyebabkan penurunan ketangkasan. Pasien yang terkena kondisi ini juga dapat menderita nyeri kronis pada pergelangan tangan dan tangan, yang berpotensi berkembang menjadi sindrom nyeri regional kompleks (Saktiyarini, Pradana and Perdana, 2023).

Komplikasi yang paling sering terjadi dari operasi terowongan karpal adalah terbentuknya neuroma pada cabang kutan palmaris saraf medianus. Pasien juga dapat mengalami bekas luka hipertrofik, kekakuan sendi, disestesia, dan gejala yang tidak kunjung sembuh (Saktiyarini, Pradana and Perdana, 2023).

B. Modalitas Fisioterapi

1. *Micro Wave Diathermy*

Micro Wave Diathermy (MWD) merupakan radiasi elektromagnetik yang terletak diantara daerah gelombang pendek dan inframerah dari spektrum elektromagnetik. Frekuensi dan panjang gelombang yang digunakan untuk tujuan terapeutik. 2.450 MHz adalah frekuensi yang tersedia secara luas untuk tujuan terapeutik, penetrasi efektifnya sekitar 30mm, tetapi frekuensi yang lebih rendah memiliki kemampuan untuk menembus lebih dalam.

Pemberian modalitas *Micro Wave Diathermy* merupakan Tindakan efektif terhadap nyeri akibat trauma ataupun degeneratif. Efek terapeutik dengan

pemanasan lokal akan menimbulkan efek *sedative* sehingga nyeri dan parasthesia berkurang (Sinuhaji, 2020).

2. *Ultrasound* Terapi

Ultrasound Terapi (UT) merupakan salah satu modalitas fisioterapi yang bermanfaat dalam mengatasi keluhan akibat kondisi *Carpal Tunnel Syndrome*. Pemberian UT bertujuan untuk mengurangi nyeri, memperbaiki sensoris yang hilang, memulihkan kekuatan pergelangan otot, dan meningkatkan aktivitas fungsional (Nazarian *et al.*, 2024).

Parameter dari UT yaitu dengan mengatur intensitas dan frekuensi. Intensitas UT yang disarankan pada CTS tahap sub akut yaitu $0,8 \text{ W/cm}^2$, frekuensi UT yang disarankan yaitu 3 MHz, *Duty Cycle* 20%, dengan metode kontak langsung, dan durasi 5 menit (Hendrawan, no date).

3. *Upper Limb Tension Test*

Mobilisasi saraf (*nerve mobilization*) merupakan suatu teknik manipulasi jaringan saraf dengan digerakkan dan diregangkan dalam gerak relatif terhadap jaringan di sekitarnya. Efek mobilisasi adalah mengembalikan keseimbangan dinamis antara jaringan saraf dengan jaringan sekitarnya, sehingga dapat mengurangi tekanan internal pada saraf.

Mobilisasi saraf *Upper Limb Tension Test* (ULTT) merupakan metode yang memiliki efek terapeutik makro dimana saraf median yang diulurakan merangsang komponen mekanikal sehingga saraf beradaptasi ke mobilitas normal. Saraf memiliki perilaku mekanik ketika terjadi luka, akan tetapi ketika diberikan ULTT pada saraf yang mengalami injuri akan memberikan peregangan yang akan

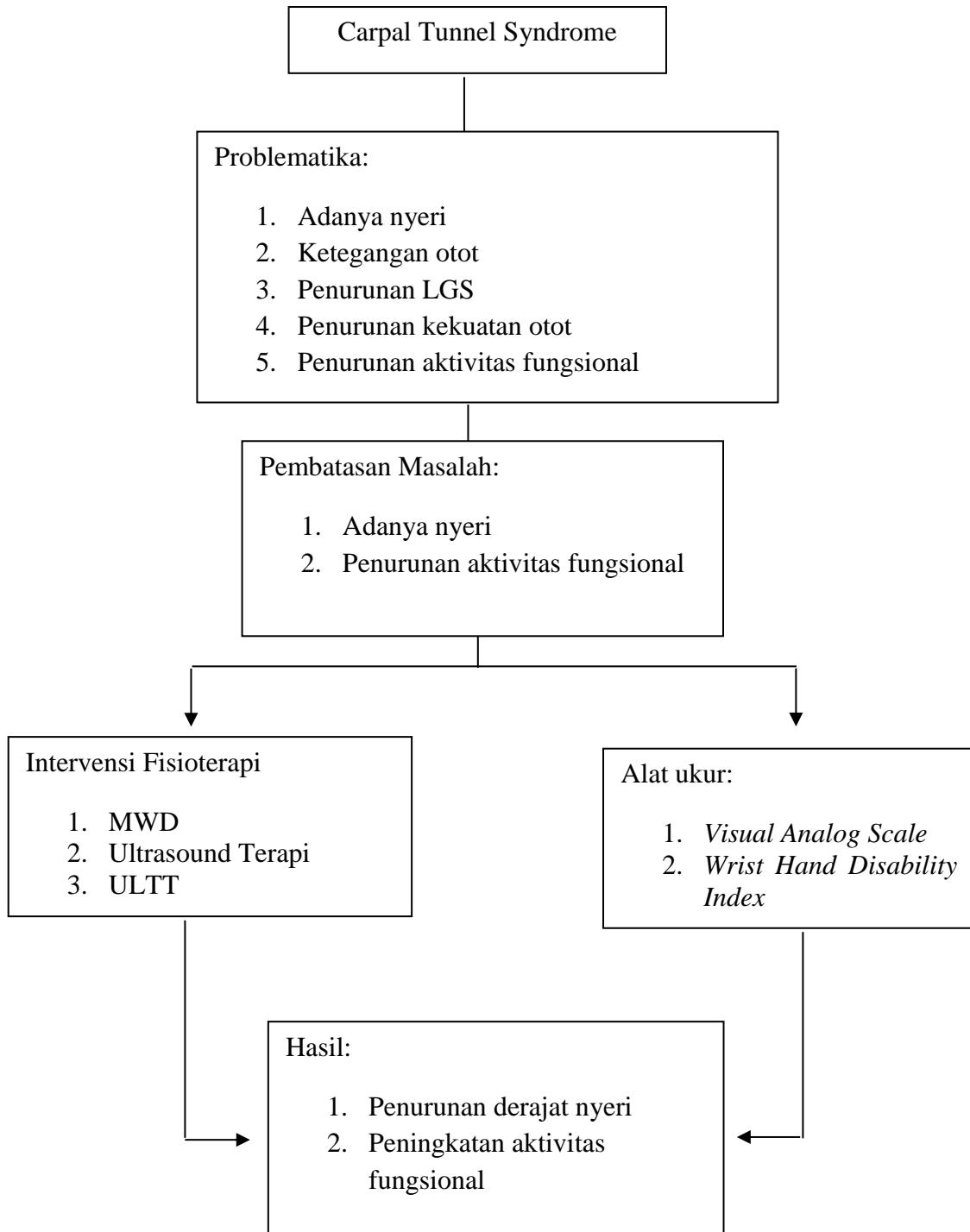
menstimulasi saraf dan memicu terjadinya regenerasi saraf. Mobilisasi saraf ULTT dapat memberikan tujuan yaitu, mengembalikan fungsi, mengurangi nyeri, dan meningkatkan aliran darah, sehingga fungsi pergelangan tangan dan tangan dapat pulih. Sehingga penderita CTS dapat melakukan aktivitas sehari-hari sesuai kebutuhan tanpa menimbulkan masalah pada pergelangan tangan dan tangan.

Penatalaksanaan mobilisasi saraf ULTT, (1) *abduksi glenohumeral* 90 dibidang *frontal*, (2) *external rotasi* bahu, (3) *supinasi* lengan bawah dan *extensi* pergelangan tangan serta jari, (4) *ekstensi* elbow, terapis mendorong lengan pasien dekat pahanya sementara lutut dan pinggang sedikit ditekuk, (5) leher bergerak ke *lateral fleksi kontra lateral*, (6) mobilisasi saraf dilakukan sekitar 10 menit untuk setiap sesi, dan ditahan selama 30 detik, 1 menit istirahat, seluruh terapi diberikan 5-8 kali repetisi, dan dilakukan 3-4 sesi (Hidayati *et al.*, 2022).



Gambar 2. 6 *Upper Limb Tension Test*

C. Kerangka Berpikir



Gambar 2. 7 Bagan Kerangka Berpikir