

TESIS PERBANDINGAN AKURASI PEMERIKSAAN USG dan ENMG PENDERITA CTS dr. Ferawaty.docx

by arrizputrpali@gmail.com 1

Submission date: 02-Dec-2024 02:14AM (UTC-0600)

Submission ID: 2520520435

File name:

TESIS_PERBANDINGAN_AKURASI_PEMERIKSAAN_USG_dan_ENMG_PENDERITA_CTS_dr._Ferawaty.docx
(4.33M)

Word count: 17266

Character count: 109529

TESIS

**PERBANDINGAN AKURASI PEMERIKSAAN
ULTRASONOGRAFI DENGAN PEMERIKSAAN
KONDUKSI SARAF PADA PENDERITA *CARPAL
TUNNEL SYNDROME***



FERAWATY

0472722125003

Pembimbing:

dr. Theresia Christin, Sp.S(K)

dr. Henry Sugiharto, Sp.S(K)

Dr. dr. Legiran, M.Kes

**PROGRAM STUDI DOKTER SPESIALIS NEUROLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA
RS MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG**

2024

TESIS

**PERBANDINGAN AKURASI PEMERIKSAAN
ULTRASONOGRAFI DENGAN PEMERIKSAAN KONDUKSI
SARAF PADA PENDERITA *CARPAL TUNNEL SYNDROME***

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Dokter Spesialis Neurologi pada**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA



FERAWATY

04072722125004

**PROGRAM STUDI DOKTER SPESIALIS NEUROLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA
RS MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG**

2024

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Carpal tunnel syndrome (CTS) merupakan neuropati yang paling sering terjadi pada ekstremitas atas.¹ Berdasarkan data dari *American Academy of Family Physicians* (AAFP) menunjukkan bahwa CTS terjadi pada 3% dari keseluruhan populasi dewasa di dunia.¹ Prevalensi penyakit ini diperkirakan berkisar antara 5% hingga 15%, tergantung pada kriteria diagnostik yang digunakan. Sebuah studi melaporkan di Amerika Serikat (AS), 1-3 kasus CTS ditemukan setiap 1000 orang setiap tahunnya. Namun, kejadian CTS tercatat bisa mencapai 150 kasus per 1000 orang setiap tahunnya.² CTS merupakan gangguan muskuloskeletal ekstremitas atas yang berdampak pada psikologi dan ekonomi penderitanya.³ CTS juga dilaporkan memakan biaya pelayanan kesehatan yang sangat besar.¹ Di Indonesia, perempuan dilaporkan paling banyak mengalami CTS dibandingkan laki-laki dan umumnya terjadi pada kedua lengan dengan lengan dominan yang lebih berat.³

Pada CTS, nervus medianus tertekan atau mengalami kompresi pada tingkat terowongan karpal di pergelangan tangan yang menyebabkan pelebaran area penampang nervus medianus yang dapat bersifat akut maupun kronis.^{1,4} Jebakan ini menyebabkan gejala dan tanda yang beragam. Pasien umumnya mengeluh nyeri pada pergelangan tangan serta parestesia pada tangan yang sesuai dengan distribusi nervus medianus.³ Berbagai etiologi dapat menyebabkan CTS, meskipun sebagian besar kasus bersifat idiopatik. Pekerjaan atau aktivitas menggunakan tangan yang bersifat repetitif meningkatkan risiko terjadinya CTS. Beberapa kondisi lain yang juga dapat meningkatkan risiko CTS antara lain adanya kelainan endokrin seperti hipotiroid, penyakit jaringan konektif seperti reumatoid arthritis, trauma, pasien yang menjalani hemodialisis dan kehamilan.³

Berdasarkan kriteria *American Academy of Neurology* (AAN) dan *American Association of Neuromuscular and Elektrodiagnostic Medicine* (AAEM), diagnosis CTS meliputi keluhan, riwayat klinis, pemeriksaan fisik dan bukti hasil pemeriksaan

elektrofisiologi.^{5,6} Selain itu diagnosis CTS juga dapat diperkuat dengan pemeriksaan *imaging*, dan pemeriksaan laboratorium.⁶ Pemeriksaan elektrodagnostik, yang terdiri dari studi konduksi saraf (NCS) dan elektromiografi (EMG) dapat digunakan untuk menilai fungsi nervus medianus di terowongan karpal dan menentukan tingkat lesi.⁶ NCS dianggap sebagai *gold standard* untuk mendiagnosis CTS dengan tingkat sensitivitas antara 82–94% dan spesifisitas antara 65–97%.⁴ Studi penelitian lain juga menyebutkan bahwa NCS memiliki sensitivitas 49-84% dan spesifisitas 95-99% dalam mendiagnosis CTS.^{6,7}

NCS dapat membantu dalam menyingkirkan diagnosis banding kondisi lain yang menunjukkan gejala serupa seperti radikulopati cervical, polineuropati, dan sindrom jebakan saraf median lainnya.⁷ Namun, pemeriksaan elektrofisiologi merupakan pemeriksaan invasif yang sulit diterima oleh sebagian pasien. Selain itu pemeriksaan elektrofisiologi relatif mahal dan hanya ditemukan di pusat layanan kesehatan tertentu.⁶ Beberapa studi menjelaskan bahwa sulit untuk mendiagnosis CTS hanya dengan menggunakan studi elektrofisiologi pada kasus CTS awal. NCS juga menunjukkan tingkat negatif palsu yang substansial sebesar 10-20% dan positif palsu dalam beberapa kasus.² Hal ini diduga disebabkan saraf yang memiliki serabut kecil (*small fiber*) yang tidak bermyelin tidak dapat terdeteksi.⁸

Pemeriksaan ultrasonografi (USG) semakin banyak digunakan karena dianggap memiliki kelebihan sebagai penunjang dalam mendiagnosis CTS.² Pemeriksaan ini lebih nyaman dilakukan oleh pasien karena non- invasif, tidak nyeri, lebih murah dan waktu pemeriksaan yang lebih singkat. Selain itu juga USG mudah dijumpai di pelayanan kesehatan. USG dapat digunakan untuk menilai sejumlah parameter nervus medianus seperti ukuran, vaskularisasi dan mobilitas karena dapat memberikan visualisasi anatomi dan saraf yang baik secara langsung. USG juga dapat memberikan informasi anatomi mengenai penyebab CTS, sehingga membantu dalam merencanakan terapi dan *follow up* pasien serta sebagai penunjuk atau pemandu dalam melakukan tindakan intervensi injeksi pada pasien CTS.⁹

Sensitivitas dan spesifisitas USG dilaporkan sangat beragam dalam mendiagnosis CTS. Hasil dari studi yang disertakan dalam sebuah metaanalisis menunjukkan bahwa sensitivitas dan spesifisitas USG adalah 80% dan 90%.²

Sedangkan Hernawan (2012) di Departemen Neurologi RSCM melaporkan bahwa USG dalam mendiagnosis CTS memiliki sensitivitas sebesar 86,04% dan spesifisitas 73,33%.¹⁰ Emril (2017) dkk telah menyebutkan bahwa ditemukan kesesuaian dari hasil pemeriksaan USG dengan hasil pemeriksaan konduksi saraf (NCS) pada kasus CTS sehingga USG dapat dilakukan di daerah yang tidak memiliki ENMG.⁶

Salah satu parameter yang dinilai pada USG adalah dengan mengukur *Cross Sectional Area* (CSA). *American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine* (AANEM) menggarisbawahi bahwa CSA sebagai tes diagnostik yang akurat untuk mendiagnosis CTS.¹¹ Akan tetapi nilai *cut off point* dari penampang lintang (CSA) nervus medianus pada pemeriksaan USG yang menunjukkan CTS, masih kontroversial dan belum ada konsensus mengenai nilai optimal parameter tersebut. Misalnya, Azami dkk. melaporkan bahwa akurasi diagnostik USG terbaik dicatat ketika menggunakan CSA di saluran masuk terowongan dengan ambang batas 9,15 mm² (sensitivitas 99,2% dan spesifisitas 88,3%). Di sisi lain Kwon dkk. melaporkan bahwa CSA di saluran masuk terowongan karpal dengan ambang batas 10,7 mm² menunjukkan akurasi diagnostik (sensitivitas 66% dan spesifisitas 63%).²

Penelitian Emril (2017) dkk melakukan penilaian CSA pada dua tingkat pengukuran yaitu, pada lipatan pergelangan tangan (CSAc=*carpal tunnel cross-sectional area*) dan pada tingkat pronator quadratus (CSAp=*proximal cross-sectional area*). Nilai dari perbedaan antara CSAc dan CSAp disebut Δ CSA dihitung untuk untuk setiap pergelangan tangan. Subjek didiagnosis menderita CTS jika selisih antara CSAc dan CSAp (Δ CSA) $\geq 2,10$ mm² berdasarkan penelitian Emril dkk.⁶ Penelitian Elnady dkk memasukan nilai rata-rata CSApd (CSAp+CSAd/2) sebagai parameter tambahan dalam pemeriksaan USG dengan nilai *cut off point* dibagi menjadi 3 kelompok.⁴

Keterbatasan alat ENMG untuk menunjang penegakkan diagnosis CTS pada berbagai pusat pelayanan kesehatan khususnya di Sumatera Selatan, menjadikan landasan penelitian ini dilakukan. Selain itu meskipun banyak penelitian sebelumnya yang melakukan perbandingan akurasi antara USG dan

NCS, namun belum banyak penelitian yang menggunakan berbagai parameter pengukuran CSA pada pemeriksaan USG. Penelitian serupa juga belum pernah dilakukan di RS Mohammad Hoesin yang akan memberikan data tentang uji diagnosis USG yang secara tidak langsung memberikan gambaran luas penampang lintang (CSA) nervus medianus pada populasi ini sehingga diharapkan dapat menjadi standar penerapan pada pelayanan USG di rumah sakit sebagai alat diagnostik penunjang pada kasus CTS khususnya di Sumatera Selatan.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana tingkat akurasi pemeriksaan ultrasonografi (USG) dengan pemeriksaan konduksi saraf (NCS) pada penderita *carpal tunnel syndrome* (CTS)?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menilai tingkat akurasi pemeriksaan ultrasonografi (USG) dengan pemeriksaan konduksi saraf (NCS) pada penderita *carpal tunnel syndrome* (CTS) di Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengidentifikasi karakteristik demografi dan klinis penderita yang memiliki gejala CTS di Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang
2. Mengidentifikasi hubungan hasil pemeriksaan USG dengan hasil pemeriksaan pemeriksaan konduksi saraf (NCS)
3. Menghitung tingkat akurasi pemeriksaan ultrasonografi (USG) dengan NCS pada penderita *carpal tunnel syndrome* (CTS).

1.4. Hipotesis

Pemeriksaan USG memiliki akurasi sama dengan atau lebih baik dari pemeriksaan NCS pada penderita CTS.

1.5. Manfaat Penelitian

1.4.1 Bidang Penelitian

Dapat memberikan informasi tambahan dalam memahami pemeriksaan ultrasonografi tangan dan pemeriksaan NCS untuk mendiagnosis CTS.

1.4.2 Bidang Pelayanan

Dengan diketahuinya tingkat akurasi pemeriksaan ultrasonografi (USG) dapat membantu konfirmasi diagnosis *carpal tunnel syndrome* (CTS) terutama di wilayah yang tidak memiliki ENMG sebagai modalitas standar baku emas serta dapat memberikan layanan pelayanan kesehatan yang lebih efektif dan efisien.

1.4.3 Bidang Masyarakat

Dengan mengetahui tanda-tanda CTS melalui pemeriksaan USG dan NCS diharapkan dapat memberikan tatalaksana yang tepat sehingga mencegah kecacatan fungsional lebih lanjut.

1.6 Originalitas Penelitian

Di dunia ada beberapa penelitian mengenai akurasi pemeriksaan ultrasonografi (USG) dengan pemeriksaan konduksi saraf (NCS). Meta analisis juga telah diaporkan mengenai analisis perbandingan antara studi USG dan ENMG dalam mendiagnosis CTS. Akan tetapi, hasil yang didapat sangat bervariasi dan belum ada penelitian tentang akurasi pemeriksaan USG yang dilakukan pada populasi di Sumatera Selatan.

Tabel 1.1 Tabel penelitian terdahulu

Penelitian	Lokasi	Tujuan	Hasil
A Zaki, dkk 2022	Doha, Qotar	Tinjauan sistematis membandingkan akurasi diagnostik USG dengan NCS dan elektromiografi pada CTS.	USG memiliki sensitivitas yang sebanding dan spesifisitas yang sedikit lebih tinggi dibandingkan NCS dan elektromiografi.
Emril, dkk 2017	Banda Aceh, Indonesia	Untuk membandingkan nilai diagnostik USG dengan hasil NCS dan menentukan efikasi USG untuk diagnosis CTS.	Sensitivitas, spesifisitas, nilai prediksi positif, nilai prediksi negatif, rasio kemungkinan positif, rasio kemungkinan negatif, dan nilai akurasi masing-masing 88,5, 65, 76,6, 81,25, 2,52, 0,17, dan 78.2% dengan nilai ($p < 0.005$).
Hernawan et al, dkk 2012	RSCM, Jakarta	Menilai sensitivitas dan spesifisitas kombinasi gambaran klinis dan USG untuk diagnosis sindroma terowongan karpal di RSCM.	Sensitivitas dan spesifisitas dari kombinasi gambaran klinis dan USG adalah 86,04% dan 73,33%. Sedangkan akurasi kombinasi gambaran klinis dan USG sebesar 82,75%. Terdapat kesesuaian antara pemeriksaan kombinasi klinis dan USG dengan kombinasi klinis dan elektroneurografi dalam mendeteksi CTS

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

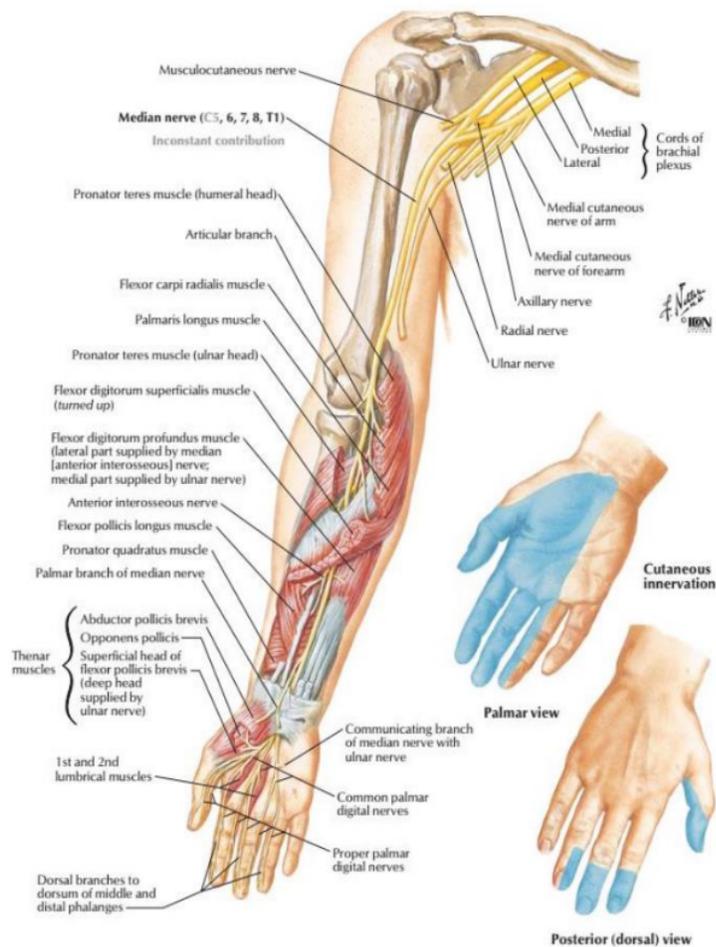
2.1 Anatomi

2.1.1 Nervus Medianus

Nervus medianus merupakan salah satu cabang terminal pleksus brakialis serabut lateral setinggi C5,6,7 dan serabut medial setinggi C8-T1. Serabut lateral dan medial pleksus brakialis bersisian dengan arteri aksilaris pada proksimal lengan atas. Setinggi satu per tiga proksimal arteri aksilaris, serabut lateral dan medial menyatu pada sisi anterior-lateral membentuk nervus medianus. Dari level ini nervus medianus berjalan ke inferior, lateral dari arteri brakialis sampai pada pertengahan lengan atas. Kemudian menyeberang arteri brakialis, berjalan ke medial dan berada disisi medial arteri brakialis. Pada aksila dan lengan atas, nervus medianus tidak mempunyai percabangan. Nervus medianus mulai memberikan percabangan dan persarafan pada regio siku.¹²

Nervus medianus melewati fossa kubiti bagian medial dengan tetap berjalan dimedial. Nervus medianus keluar dari fossa kubiti kemudian berjalan ke lengan bawah kompartemen anterior. Diantara dua kaput muskulus pronator teres. Pada level ini, nervus medianus juga memberikan cabang persarafan untuk muskulus pronator teres, muskulus fleksor karpus radialis dan muskulus palmaris longus. Kemudian berjalan ke inferior pada lekukan tendon, diantara dua kaput muskulus fleksor digitorum superfisialis dan anterior dari muskulus fleksor digitorum profundus. Persarafan interoseus anterior merupakan cabang nervus medianus dimulai dari kaput muskulus pronator teres dan berjalan pada aspek anterior lengan bawah. Persarafan interoseus anterior murni merupakan pronator kuadratus, muskulus fleksor polisis longus, muskulus fleksor digitorum profundus dan jari tengah.^{12,13}

Nervus medianus melalui terowongan karpal mempersarafi motorik otot daerah thenar, dan sensorik palmar manus untuk jari I, II, III dan sisi medial jari IV di pergelangan tangan. Sedangkan persarafan sensorik diberikan oleh nervus kutaneus palmaris yang berjalan di luar terowongan karpal pada daerah thenar.¹²



Gambar 2.1 Perjalanan Nervus Medianus dan Innervasinya (Frank Netter et al,2002)

Pada bagian distal tangan, saraf medianus menjadi lebih superfisial, berjalan diantara tendon dari fleksor digitorum superficialis (daerah ulna) dan fleksor karpi radialis (daerah radial), dorsal atau dorsoradial ke tendon Palmaris longus. Hampir 5cm proksimal ke lipatan pergelangan tangan, cabang kutaneus palmar dari saraf medianus berpisah. Cabang ini paralel terhadap saraf median sepanjang 1.6-2.5 cm dan kemudian berpisah dibawah fascia antebrachial diantara tendon Palmaris longus dan fleksor karpi radialis.¹⁴

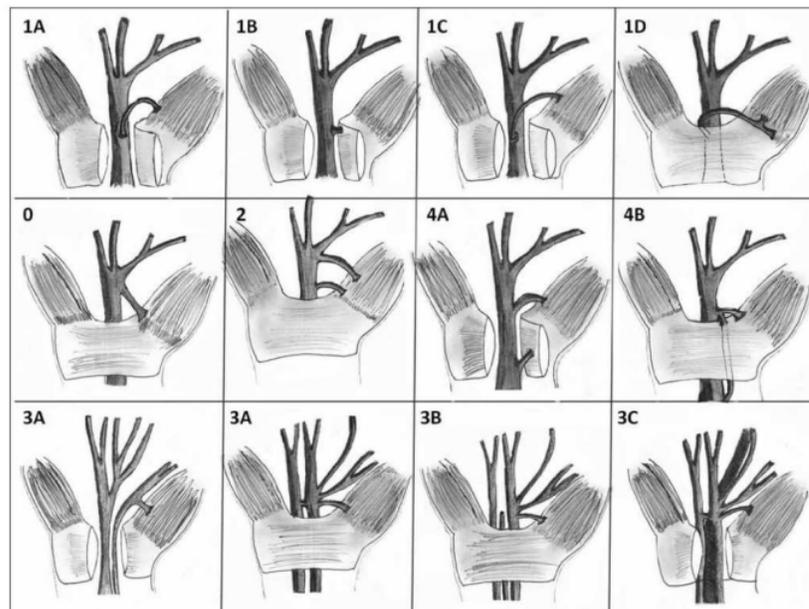
Cabang kutaneus palmar dari saraf medianus kemudian menembus bagian dalam fascia antebrachial menjadi superficial terhadap fleksor retinakulum, hampir 0.8 cm proksimal ke lipatan pergelangan tangan. Bagian ini kemudian terbagi menjadi satu radial dan satu atau beberapa cabang ulnar yang kemudian mempersarafi bagian palmar proksimal tangan. Setelah keluar dari terowongan karpal, saraf medianus kemudian terbagi menjadi 6 cabang terminal. Cabang motorik mensuplai inervasi aferen ke otot thenar (fleksor policis brevis, abductor policis brevis, dan opponen policis).¹⁴ Nervus medianus melalui terowongan karpal menuju telapak tangan yang terbagi menjadi saraf digitalis memberikan sensasi pada ibu jari, telunjuk, tengah, dan setengah radial jari manis.¹⁴

Nervus medianus memiliki beberapa variasi anatomi dan variasi ini cukup sering ditemukan. Vashishtha K meneliti 50 tangan dan mendapatkan 35 dari 50 tangan yang diteliti ditemukan variasi anatomi. Menurut klasifikasi Lanz terdapat 4 grup dengan subgrup pada masing-masing grup, yaitu¹⁵

- a. Grup 0 adalah cabang ekstraligamentus thenar
- b. Grup I (88,2%) yang merupakan variasi pada rangkaian cabang thenar yang dibagi lagi menjadi 4 subgrup yaitu, Ia (cabang motorik nervus medianus mulai setinggi ligamentum transversum dan kemudian menyatu pada bagian distal (subligamentum)), Ib (cabang motorik dari sisi radial dan melewati ligamentum transversum (transligamentum)), Ic (cabang motorik berasal dari sisi ulnar), dan Id (menyatunya cabang motorik distal dari ligamentum (supraligamentum))
- c. Grup II (7,3%) merupakan cabang asesori nervus medianus pada bagian distal terowongan karpal dengan karakteristik merupakan duplikasi

langsung dari cabang thenar dengan sebagian kecil cabang sensorik berasal dari nervus medianus sisi ulnar atau palmar.

- d. Grup III (2,8%) terpisahnya nervus medianus menjadi dua bagian pada posisi yang lebih tinggi diatas terowongan karpal. Pada grup III dibagi lagi menjadi IIIa (tidak ditemukan arteri medianus), IIIb (disertai arteri medianus), IIIc (disertai asesori musculus lumbrikal antara nervus medianus yang terbagi 2 di proksimalnya).
- e. Grup IV (1,7%) cabang asesori proksimal dari terowongan karpal. Pada grup IV dibagi menjadi IVa (cabang tambahan thenar langsung pada musculus thenar), IVb (cabang asesori thenar bersatu terlebih dahulu dengan cabang lainnya).

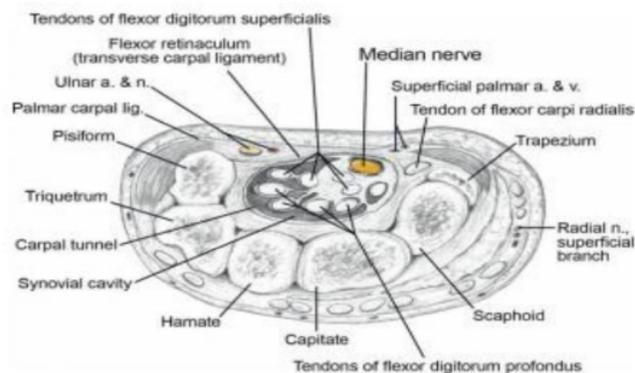


Gambar 2.2. Variasi anatomi nervus medianus (Emre Demircay,2011)

2.1.2 Carpal Tunnel (Terowongan Karpal)

Carpal tunnel atau terowongan karpal terdiri dari struktur kanal osteofibrous berbentuk huruf “U” yang sempit di pergelangan tangan. Tulang-tulang karpal membentuk bagian bawah terowongan karpal. Bagian atasnya dibentuk oleh jaringan ikat fibrosa yang kuat yang dikenal sebagai fleksor retinakulum (ligamen karpal transversal) yang melekat pada tulang skafoid, trapezium, ulnaris, dan pisiform. Struktur pendukung lainnya berupa retinakulum ekstensor.¹⁶ Secara konvensional dibagi menjadi dua bagian yaitu segmen proksimal dan segmen distal. Dinding bagian proksimal dibentuk oleh tulang pisiform (di sisi ulnaris) dan tulang skafoid (sisi radial) dan segmen distal adalah dibentuk oleh pengait hamate (sisi ulnaris) dan tuberkulum trapezium.¹⁷

Sembilan tendon dan satu saraf median berjalan melalui terowongan ini. Tendon fleksor pollicis longus memiliki selubungnya sendiri, tendon flexor digitorum superficial dan profundus memiliki selubung yang sama. Di luar terowongan karpal – tetapi bersentuhan dekat dengan fleksor karpi tendon radialis yang masuk ke dalam *scaphoid*, fleksor karpi ulnaris, yang masuk ke dalam pisiform, dan tendon palmaris longus yang bersambungan dengan palmaris fascia atau masuk ke dalam fleksor retinakulum.¹⁷



Gambar 2.3 Anatomi Carpal Tunnel (Yugueros et al, 2007)

2.2 *Carpal Tunnel Syndrome*

2.2.1 Sejarah dan Definisi

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) adalah neuropati jebakan paling umum yang disebabkan oleh gangguan saraf medianus akibat kompresi saat melewati terowongan karpal. Karpal bersal dari kata Yunani yaitu karpos, yang berarti “pergelangan tangan”. Sir James Paget (1854) adalah orang pertama yang menjelaskan ciri-ciri CTS dan mendefinisikan sebagai kumpulan gejala dan tanda klinis yang disebabkan oleh kompresi nervus median pada pergelangan tangan.¹ Paget juga menjelaskan bahwa CTS adalah neuropati jebakan pascatrauma pada sendi pergelangan tangan. Pada tahun 1960-an, Phalen mempopulerkan CTS idiopatik yang jauh lebih umum, dan meningkatkan pengenalan tentang sindrom ini. Saat ini, CTS diakui sebagai yang paling sering terjadi pada kasus neuropati perifer.¹⁸

2.2.2 Epidemiologi

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) adalah mononeuropati yang paling umum. Penyakit ini menyerang 2,7% hingga 5,8% populasi umum, dan ditemukan pada 80% kasus pada orang berusia di atas 40 tahun. Beberapa penulis memperkirakan prevalensinya dalam populasi sebesar 9% pada wanita dan 0,6% pada pria dengan rasio perempuan atau laki-laki berkisar antara 3:1 hingga 10:1. Prevalensi CTS tertinggi pada wanita dengan obesitas dan terendah pada pria asthenic atau normostenic. CTS terjadi pada 1% populasi dunia dan menduduki peringkat ke-6 dalam daftar penyakit akibat kerja.⁶

Angka kejadian CTS adalah 1-3 kasus per 1.000 orang per tahun dengan prevalensi 50 kasus per 1.000 orang per tahun berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *American Academy of Orthopaedic Surgeons* di Amerika Serikat. Prevalensi 500 per 1.000 orang pada kelompok usia 45-60 tahun.⁶ Sebagian besar negara barat menunjukkan peningkatan jumlah *work-related musculoskeletal disorder* (WMSDs). Tingkat kejadian CTS yang tinggi menunjukkan tingkat kesulitan yang signifikan, yang memerlukan strategi manajemen yang efektif.¹⁹ Brenna Bath mendapatkan prevalensi CTS menggunakan acuan standar klinis dan elektrodagnostik sebesar 51,4 %.²⁰ Di Indonesia sendiri insidensi CTS belum

diketahui dikarenakan masih sangat terbatasnya pelaporan tentang kasus ini.⁶ Namun didapatkan prevalensi CTS 5,6% sampai 15% pada penelitian yang dilakukan pada populasi dengan pekerjaan berisiko tinggi.²¹

2.2.3 Etiologi dan Faktor Risiko

Banyak faktor risiko yang berkaitan dengan CTS meskipun seringkali idiopatik. Faktor risiko medis CTS diklasifikasikan ke dalam empat kategori, yaitu:

1. Faktor ekstrinsik yang dapat meningkatkan volume di dalam *tunnel* di kedua sisi saraf seperti: obesitas, kehamilan, menopause, gagal ginjal, hipotiroidisme, penggunaan kontrasepsi oral, dan gagal jantung kongestif.
2. Faktor intrinsik yang meningkatkan volume di dalam *tunnel*, seperti benjolan dan strain seperti tumor.
3. Faktor ekstrinsik yang mengubah kontur *tunnel*, seperti riwayat trauma atau artritis
4. Faktor neuropatik, seperti diabetes, alkoholisme, kekurangan vitamin atau toksisitas.¹⁹

Penelitian Kouyoumdjian menyatakan CTS terjadi karena kompresi nervus medianus dibawah ligamentum karpal transversal berhubungan dengan peningkatan berat badan dan IMT. Pekerja dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) di atas 25 memiliki risiko lebih tinggi terkena CTS (Carpal Tunnel Syndrome). Berdasarkan data dari *American Obesity Association*, 70% penderita CTS adalah orang dengan kelebihan berat badan. Risiko CTS juga meningkat setiap peningkatan nilai IMT 8%.²² Pada kehamilan terjadi banyak perubahan metabolisme akibat terjadinya perubahan hormon endokrin antara lain peningkatan lipid total dan kolesterol, kecenderungan retensi air dan garam, peningkatan volume plasma dan sistem pembekuan. Adanya retensi cairan yang umum terjadi selama kehamilan dapat meningkatkan tekanan dalam terowongan karpal yang relatif sempit dan tidak fleksibel, dan kondisi ini akan menekan saraf yang berjalan melaluinya.²³

Dari metaanalisis yang dilakukan pada tahun 2008, menunjukkan bahwa jenis kelamin, usia, faktor genetik dan antropometri (ukuran terowongan karpal) merupakan faktor predisposisi terpenting. *Carpal tunnel syndrome* (CTS)

meningkat secara bertahap seiring pertambahan usia. Pada wanita CTS mencapai puncaknya setelah menopause (sesuai dengan kelompok usia 50-54 tahun). Pada penelitian Tana dijelaskan adanya perbedaan hormonal pada wanita, terutama saat menopause dan wanita hamil. Tulang pergelangan tangan pada wanita secara alami lebih kecil sehingga menciptakan ruang yang lebih sempit sehingga perbedaan anatomi tulang karpal juga menjadi penyebab CTS.²⁴ Griffith menyatakan bahwa bahwa CTS sering terjadi pada wanita berusia 29-64 tahun. Hal ini sejalan dengan beberapa studi yang mengungkapkan bahwa CTS umumnya dialami oleh wanita berusia 30-an.²⁵

Bentuk dan dimensi pergelangan tangan juga dianggap sebagai faktor predisposisi dan berbagai pengukuran antropometri pergelangan tangan serta rasionya telah dijelaskan dalam upaya untuk menentukan hubungan lebih lanjut.^{26,27} Menurut penelitian Prasetyo et al, terdapat hubungan antara rasio pergelangan tangan dan rasio tangan terhadap kejadian CTS. Pada kelompok CTS memiliki rasio tangan yang lebih kecil dan rasio pergelangan tangan yang lebih besar dibandingkan orang normal^{26,27} Etiologi *carpal tunnel syndrome* secara ringkas antara lain pada tabel 2.2:

Tabel 2.1 Etiologi *carpal tunnel syndrome*²⁸

Kategori	Etiologi
1. Kelainan autoimun atau hematologi	Amilodosis, paraproteinemia, psoriasis, multiple myeloma, lupus erythematosus, dematomiositis, polyneuritis, blood dyscrasia, penyakit reumatik.
2. Kongenital	Hemofilia, anaomali anatomi
3. Idiopatik	Stenosis primer terowongan karpal
4. Infeksi atau inflamasi	Tenosinovitis, tuberkulosis
5. Metabolik atau hormonal	Kehamilan, menopause, kontrasepsi oral, Diabetes melitus, gagal ginjal, dialisis
6. Neoplasma	Terapi antikoagulan, akromegali, <i>nerve sheath tumor</i> , tumor tulang atau kista ganggliom, lipoma
7. Trauma	Neurofibromatosis, metastasis, fraktur, Gerakan berulang, pekerjaan
8. Vaskuler	Degenerasi sendi, pseudoarthrosis skafoid, gangguan sirkulasi, fenomena <i>Raynaud</i>

2.2.4 Patofisiologi

Neuropati entrapment menggabungkan fenomena kompresi dan traksi. Gangguan pada mikrosirkulasi intraneural, lesi pada selubung mielin dan akson, serta perubahan pada jaringan ikat pendukung merupakan penyebab dari fenomena kompresi dan traksi pada patofisiologi terjadinya CTS. Perjalanan nervus medianus melalui kompartemen anatomis yang terlalu sempit mengakibatkan terjebaknya nervus medianus sehingga menyebabkan perubahan fungsi dan berujung pada disfungsi atau kerusakan saraf di area kompresi dan sekitarnya.²⁹ Patofisiologi CTS melibatkan interaksi beberapa mekanisme, dapat dibagi menjadi:

1. Peningkatan tekanan di dalam terowongan karpal

Pada postur netral pergelangan tangan, tekanan rata – rata yang diketahui ialah 32 mmHg dan ketika fleksi pergelangan tangan, tekanan mencapai 94 mmHg, namun pada ekstensi pergelangan tangan tekanan mencapai 110 mmHg. Pada terowongan karpal, perubahan posisi pergelangan tangan dapat mengakibatkan perubahan dramatis dalam tekanan cairan. Pada CTS, tekanan di pergelangan tangan dapat meningkat secara dramatis menjadi sekitar 8-10 kali lipat.¹⁹ Ekstensi meningkatkan tekanan hingga lebih dari 10 kali tingkat awalnya, sementara fleksi pergelangan tangan menyebabkan peningkatan tekanan 8 kali lipat. Sehingga, gerakan berulang di pergelangan tangan merupakan faktor risiko yang signifikan untuk kejadian CTS.

Perubahan patologikal terjadi pada ligamen – ligamen yang mengelilingi saraf meliputi kerusakan dari fleksibilitas jaringan ikat. Peningkatan dari tekanan pada terowongan karpal diperkirakan menjadi penyebab dari kompresi iskemik pada saraf median. Beberapa studi eksperimental telah mendukung teori iskemia ini dengan memberikan kompresi eksternal.²⁹

2. *Nerve injury*

Proses penting dalam kerusakan nervus medianus berupa demielinasi yang terjadi ketika saraf sering terkena kekuatan berulang. Demielinasi saraf berkembang di lokasi kompresi dan menyebar ke segmen

intramodal dimana akson masih utuh. Dengan kompresi terus menerus menyebabkan perubahan pada sawar darah yang dibentuk oleh sel dari perineurium dan sel endothelial dari kapiler endoneurial dan nervus sehingga akan menimbulkan edema endoneurium.¹⁹

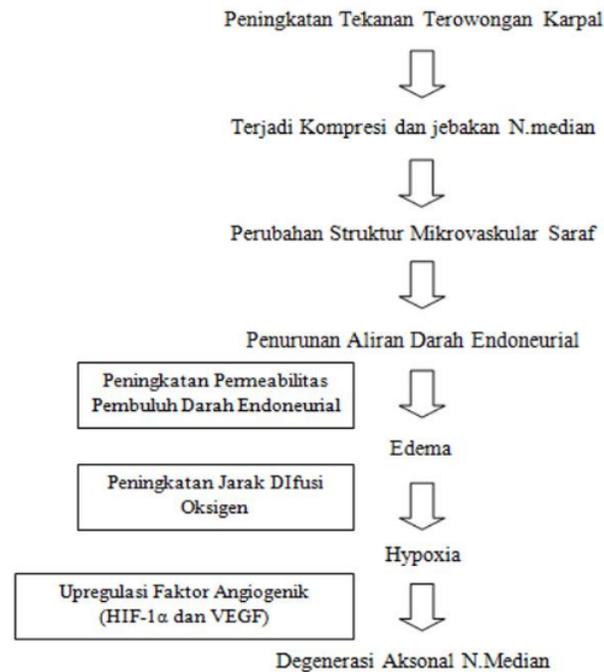
Peningkatan dari tekanan di dalam terowongan dapat menyebabkan kerusakan dari vaskularisasi di dalamnya sehingga menyebabkan akumulasi protein dan sel – sel inflamasi. Hal ini akan menginduksi sindroma kompartemen kecil dengan peningkatan permeabilitas serta dengan peningkatan tekanan cairan endoneurial, dan pembentukan edema intrafasikular. MacKinnon dan kolega juga telah mendiskripsikan bahwa adanya perubahan neurovaskular progresif yang terjadi pada studi eksperimental, yang dilihat berdasarkan pemeriksaan histologikal pada bagian yang mengalami jebakan. Hal ini meliputi penebalan dari perineural dan endoneural mikrovesel dengan duplikasi ulang membran basal, pembentukan badan Renault's, fibrosis perineural dan epineural, dan hilangnya serat yang berhubungan dengan penipisan myelin sehingga menyebabkan demielinisasi dan degenerasi serat saraf.

Penyebab terakhir yang mampu meningkatkan kompresi dari saraf medianus, terutama pada pasien dengan diabetes ialah adanya perubahan dari struktur mikrovaskular dari saraf dan peningkatan biokemikal yang kemudian akan menyebabkan penurunan aliran darah endoneurial dan oksigen. Kompresi fokal akan menyebabkan perubahan sirkulasi intraneural secara lokal dan peningkatan permeabilitas pembuluh darah endoneurial serta edema pada rongga endoneurial. Munculnya edema ini akan menyebabkan peningkatan jarak difusi untuk oksigen dari kapiler sehingga mengakibatkan hipoksia. Hipoksia ini selanjutnya akan mengaktivasi regulasi dari faktor – faktor, seperti hypoxia-inducible factor 1 α (HIF-1 α) dan vascular endothelial growth factor (VEGF). Faktor – faktor ini kemudian akan menyebabkan degenerasi aksonal dari saraf medianus dan neuritis.²⁹

3. Hipertropi jaringan synovial

Beberapa studi menyebutkan bahwa tenosinovitis memiliki ikatan yang kuat dengan faktor risiko terbentuknya CTS. Hal ini telah dikonfirmasi dengan adanya peningkatan ekspresi dari prostaglandin E2 dan VEGF pada biopsi jaringan sinovial dari pasien CTS. Pada respon terhadap injuri ini, terdapat peningkatan densitas ukuran serat kolagen, fibroblast, proliferasi vaskular, dan kolagen tipe III di jaringan ikat sinovial. Jaringan konstriktif dapat terbentuk di sekitar saraf medianus yang kemudian akan menyebabkan penarikan dari saraf. Penebalan inflamasi dari jaringan sinovial meningkatkan volume jaringan sehingga menyebabkan peningkatan dari tekanan cairan di dalam terowongan karpal.

Bagian dari jaringan sinovial yang ditemukan paling menebal ialah pada bagian masuk dan keluarnya terowongan, dimana tendon – tendon berjalan di fulkrum fleksor retinakulum. Strain dan kerusakan mikro terhadap jaringan sinovial serta saraf medianus dapat terjadi akibat dari perbedaan derajat perjalanan diantara tendon fleksor dan saraf medianus. Perubahan struktur ini dapat meningkat dengan adanya diabetes mellitus, dimana terjadi peningkatan non-enzimatik glycosylation dari kolagen. Peningkatan glycosylation ini akan menyebabkan degradasi kolagen sehingga terjadi akumulasi jaringan ikat dan fibrosis.²⁹ Sehingga, hipertrofi dari jaringan synovial pada tendon fleksor dapat juga meningkatkan tekanan pada terowongan karpal dan menyebabkan pembentukan CTS.



Gambar 2.4. Skema Injuri Nervus Medianus Pada CTS (Moutasem S. Aboonq, 2015)

2.2.5 Diagnosis

Berdasarkan kriteria *American Academy of Neurology (AAN)* dan *American Association of Neuromuscular and Elektrodiagnostic Medicine (AAEM)*, diagnosis CTS meliputi keluhan, riwayat klinis dan bukti hasil pemeriksaan electroneurografi yang berupa pemanjangan latensi distal motorik nervus medianus.^{5,6}

1. Manifestasi klinis

Gejala utama CTS meliputi nyeri pada tangan, kesemutan serta rasa yang tidak menyenangkan, nyeri atau mati rasa di bagian distal dari distribusi saraf medianus (ibu jari, telunjuk, tengah jari dan sisi radial jari manis) dan berkurangnya kekuatan menggenggam serta fungsi dari tangan yang terpengaruh. Gejala cenderung muncul dan memberat di malam hari, serta kekakuan dilaporkan terjadi sepanjang hari terutama pada aktivitas

membutuhkan fleksi pergelangan tangan. Pasien sering menggambarkan adanya fenomena yang disebut "*flick sign*", dimana menggoyangkan atau mengibaskan pergelangan tangan dapat meredakan gejala.

Nyeri yang bisa disertai dengan parestesi pada CTS timbul pada pergelangan ke telapak tangan dan jari I sampai jari IV sisi lateral. Eksaserbasi nyeri timbul seringkali nokturnal. Nyeri bertambah saat aktivitas seperti gerakan repetitif tangan dan pergelangan atau posisi tangan menetap. CTS dapat diklasifikasikan berdasarkan tanda dan gejala yang muncul, dapat menjadi tiga tahapan.³⁰

Pada tahap pertama, tanpa pembengkakan yang nyata. Pasien cenderung bangun dan tidur dengan perasaan mati rasa atau bengkak di tangan. Pasien mungkin merasakan sakit yang luar biasa dari pergelangan tangan yang menyebar ke bahu dengan rasa kesemutan di tangan dan jari yang didefinisikan sebagai *brachialgia paresthetica nokturna*. Pada sebagian besar kondisi, rasa sakit berhenti setelah mengibaskan tangan meskipun terasa kencang nantinya.

Tahap kedua perkembangan CTS pada pasien ditandai terjadinya gejala yang timbul sepanjang hari. Gejala tersebut terjadi ketika pasien melakukan aktivitas berulang yang melibatkan tangan dan pergelangan tangan atau jika mempertahankan pada posisi tertentu dalam waktu yang lama. Demikian pula, pasien mungkin juga menyadari adanya *clumsiness* saat menggunakan tangan mereka untuk memegang benda sehingga menyebabkan benda tersebut terlepas. Tahap akhir perkembangan CTS muncul ketika ada hipotrofi atau atrofi eminensia tenar. Terjadinya tahap ini juga melibatkan gangguan pada gejala sensorik pasien.¹⁹ Hilangnya nyeri pada fase lanjut menunjukkan adanya kehilangan fungsi sensorik secara permanen.¹⁶

2. Pemeriksaan fisik

Kebanyakan pasien dengan CTS awal, ringan sampai sedang tidak akan mendapatkan hasil pemeriksaan fisik yang bermakna. Namun, pemeriksaan awal pada tangan dan pergelangan tangan dapat memberikan

petunjuk tentang faktor pencetus.¹⁶ Pemeriksaan lengkap pada seluruh ekstremitas atas, termasuk leher, bahu, siku, dan pergelangan tangan, harus dilakukan untuk menyingkirkan penyebab lain. Dua tes diagnosis dan provokatif yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi CTS adalah tes phalen dan tes tinel. Nyeri atau parestesia pada nervus medianus, pada pergelangan tangan yang diekstensikan dan dipertahankan pada posisi tersebut selama 60 detik, merupakan indikasi tanda positif CTS.¹⁷

Uji phalen memiliki rentang sensitivitas 67% hingga 83% sedangkan spesifisitasnya berkisar antara 40% hingga 98%. Rentang sensitivitas tes tinel adalah 48% hingga 73% dan spesifisitas adalah 30% hingga 94%. Nilai prognostik dan diagnostik dari tes ini sering digabungkan dengan evaluasi riwayat klinis pasien dan metode diagnosis lainnya seperti *nerve conduction study* (NCS).¹⁷ Dari penelitian yang dilakukan Yusril di RSMH dikatakan bahwa untuk STK ringan diantara ketiga tes provokasi, tes Tinel memiliki sensitivitas yang tinggi 100%, sedangkan tes Phalen pada titik potong waktu 30 detik memiliki spesifisitas yang paling tinggi 90,62% namun tidak bermakna dengan nilai $p > 0,087$. Tes Tinel secara signifikan memiliki nilai $p < 0,05$ dapat menilai derajat keparahan CTS ringan dengan Sn 100% dan Sp 15,63%. Berikut akan dijelaskan prosedur pemeriksaan provokasi pada kasus CTS.³¹

a. Tes Phalen

Penderita diminta melakukan fleksi tangan secara maksimal. Jika dalam waktu 60 detik timbul gejala CTS, tes ini dikatakan positif. Tes ini akan menyebabkan parestesi dalam kurun waktu 30 detik hingga 2 menit pada kasus CTS.³²

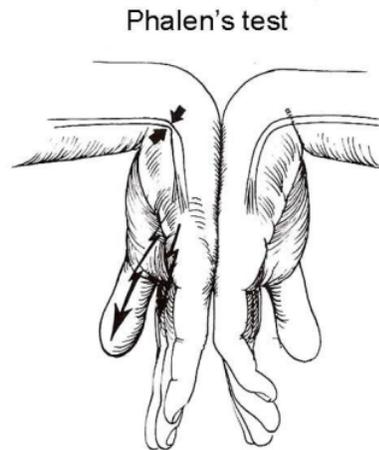
b. Tes Reverse Phalen (*Wormser's sign*)

Dilakukan hiperekstensi pergelangan tangan, jika dalam waktu 60 detik timbul gejala CTS, tes ini dikatakan positif.³²

c. Tinel's sign

Pemeriksa melakukan perkusi pada Apabila pada terowongan karpal dengan posisi tangan sedikit dorsofleksi. Tes

positif jika timbul parestesia atau nyeri pada daerah distribusi nervus medianus saat dilakukan perkusi.³²



Gambar 2.5 Pemeriksaan Phalen (David C.Preston, et al,2013)

d. Tes Torniquet

Pada pemeriksaan ini dilakukan pemasangan torniket dengan menggunakan tensimeter diatas siku dengan tekanan sedikit diatas tekanan sistolik. Bila dalam 1 menit timbul gejala seperti CTS, test ini menyokong diagnosis CTS.^{22,32}

e. Flick's sign

Penderita diminta mengibas-ibaskan tangan atau menggerakkan jari-jarinya jika keluhan berkurang atau menghilang akan menyokong diagnosis CTS. Akan tetapi ini juga ditemukan pada penyakit Raynaud.^{22,32}

f. Thenar Wasting

Pada inspeksi dan palpasi dapat ditemukan adanya atrofi otot-otot thenar. Atrofi otot tenar merupakan tanda lanjut yang menunjukkan adanya kehilangan fungsi yang sangat signifikan. Kelemahan pada jari berhubungan dengan ketidakmampuan untuk

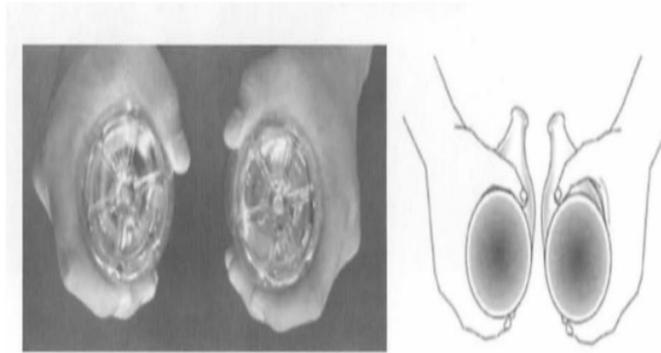
gerakan mencubit dan seringnya menjatuhkan objek saat menggenggam. Kerusakan yang terjadi ialah atrofi otot tenar yang berhubungan dengan hilangnya abduksi ibu jari dan kekuatan oposisi ibu jari serta hilangnya sensasi pinprick pada distribusi saraf medianus. Pemeriksaan atrofi tenar ini dapat dilakukan oleh pemeriksa dengan membandingkan kedua telapak tangan penderita. Atrofi otot abductor policis brevis, policis opponens, dan fleksor policis brevis juga ditemukan pada 41% tangan pasien CTS dimana abductor policis brevis merupakan otot yang paling sering terlibat dan dapat menjadi petunjuk diagnosis CTS.¹⁶

g. Durkan's Test

Hasil positif dari tes ini ialah adanya nyeri, kesemutan, dan baal pada distribusi saraf medianus ketika pemeriksa menekan dengan menggunakan ibu jarinya pada bagian palmar pergelangan tangan pasien pada level terowongan karpal selama 60 detik. Sensitivitas pemeriksaan ini ialah 28%-63% dan spesifisitasnya 33%-74%.³³

h. Luthy 's sign (Bottle's sign)

Penderita diminta melingkarkan ibu jari dan jari telunjuk pada botol atau gelas. Bila kulit tangan penderita tidak dapat menyentuh dinding botol dengan rapat, tes dinyatakan positif dan mendukung diagnosis.^{33,34}



Gambar 2.6 Tanda Luthy (Wardah Rahmatul, et al,2018)

i. OK sign

Manuver OK sign biasanya dilakukan untuk menegakkan diagnosis jeratan komponen motorik saraf medianus (bagian proksimal) di regio antebrakii antara os radialis dan os ulnaris. Kondisi ini ditemukan pada lesi *Anterior Intraosseus Nerve(AIN)*

34



Gambar 2.7 Tangan kanan pasien OK sign normal, tangan kiri pasien tidak dapat membentuk OK sign (Wardah Rahmatul, et al,2018)

j. Pemeriksaan Sensibilitas

Pasien diminta untuk duduk santai dan meletakkan tangan yang terkena di tempat tidur. Setelah menutup mata, *Touch Test Two-point discriminator* digunakan tegak lurus dengan ujung ibu jari, telunjuk dan jari tengah. Pemeriksa memulai dengan 2 mm dan meningkat 1 mm sampai pasien membedakan 2 poin dan mencatat jaraknya. kemampuan untuk diskriminasi dua titik dikatakan berkurang apabila pasien tidak mampu untuk membedakan titik-titik yang jaraknya kurang dari 6 mm.¹⁶

Suatu penelitian yang dilakukan oleh Benthungo (2021) telah menggunakan CTS-6 sebagai referensi uji klinis untuk membandingkan sensitivitas dan spesifisitas antara USG terhadap studi konduksi saraf (NCS). CTS-6 ini terdiri dari:

Tabel 2.2 Tabel skor CTS-6³⁵

Finding	Points
Numbness predominantly or exclusively in median nerve distribution	3.5
Nocturnal symptoms	4
Thenar atrophy or weakness	5
Positive Phalen test	5
Loss of 2-point discrimination (>5 mm)	4.5
Positive Tinel sign	4

skor CTS \geq 12 : diagnosis positif CTS

3. Pemeriksaan penunjang

Pemeriksaan fisik saja tidak dapat dianggap sebagai metode skrining yang dapat diandalkan untuk CTS karena akurasi klinis tidak selalu 100% sehingga kriteria diagnostik tambahan sangat direkomendasikan.⁶ Studi elektrodagnostik membantu dalam memastikan diagnosis pada kasus atipikal, menentukan keparahan, dan perencanaan

pembedahan. Bukti juga menunjukkan bahwa ultrasonografi dapat juga berguna dalam mendiagnosis CTS.¹⁶

a. Pemeriksaan Elektromiografi (ENMG)

Pada beberapa literatur menyebutkan bahwa ENMG (Electroneuromiography) merupakan baku emas untuk mendiagnosis CTS.³⁶ ENMG sering kali penting dilakukan untuk mengkonfirmasi diagnosis CTS dan mengeksklusi kemungkinan penyebab lainnya, seperti radikulopati servikal atau polineuropati perifer. Di lain pihak, ENMG ini dapat juga berguna untuk memprediksi risiko perkembangan gejala CTS dan menilai luaran.

Pemeriksaan ini merupakan teknik yang cukup akurat dan sensitif dengan sensitivitas 82-94% dan spesifisitas 65-97%.⁴ Pada sebuah review literatur dari *The American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine* (AANEM) menemukan bahwa *distal medianus latency* (DML), sensorik median (antara pergelangan tangan dan jari, antara pergelangan tangan dan telapak tangan), perbandingan konduksi sensorik median dan ulnar antara pergelangan dan telapak tangan, perbandingan KHS saraf ulnar dan radial, serta EMG otot abductor policis brevis merupakan pemeriksaan EMG yang terbaik untuk mendiagnosis CTS. AANEM menemukan ada hilangnya atau keterlambatan distal latensi sensorik terjadi pada 49-66% pasien CTS dengan spesifisitas 97,5-100% dan adanya keterlambatan distal motor latensi pada 60-74% pasien CTS dengan spesifisitas 95-99%. *Nerve conduction study* (NCS) memberikan informasi tentang kondisi fisiologis nervus medianus melintasi terowongan *carpal*. Pada sisa lainnya NCS akan menurun dan masa latensi distal memanjang yang menunjukkan adanya gangguan konduksi saraf dipergelangan tangan. Pada pemeriksaan EMG dapat menunjukkan adanya fibrilasi, polifasik, gelombang positif dan berkurangnya jumlah motor unit pada otot-otot tenar. Pada beberapa

kasus tidak dijumpai kelainan pada otot-otot lumbrikal. EMG bisa normal pada 31 % kasus CTS.²²

Perlambatan latensi motorik dan sensorik pada saraf medianus disertai dengan penurunan velositas konduksi sensorik dan motorik merupakan kriteria diagnostik CTS. Hasil dari pemeriksaan ENMG ini kemudian di evaluasi dan dinilai derajat sesuai dengan table sebagai berikut:

Skala ini diklasifikasikan menjadi CTS derajat ringan yaitu grade 1 dan 2, derajat sedang yaitu grade 3 dan 4, dan derajat berat untuk grade 5 dan 6.³⁷

Tabel 2.3 Derajat keparahan CTS berdasarkan *Bland's Neurophysiological Grading Scale*³⁷

Derajat		Hasil Pemeriksaan Konduksi Saraf
0	Normal	Normal konduksi motorik dan sensorik
1	<i>Very mild</i>	CTS hanya dapat dibuktikan dengan tes yang paling sensitif (PWDSLSD)
2	<i>Mild</i>	Median DML <4.5 dan sensori NCV <40
3	<i>Moderate</i>	Median DML >4.5 dan <6.5 dengan preserved SNAP
4	<i>Severe</i>	Median DML >4.5 dan <6.5 dengan absent SNAP
5	<i>Very severe</i>	Median DML >6.5 dengan CMAP >0.2 mv
6	<i>Extremely severe</i>	Potensial sensorik dan motorik secara efektif tidak dapat direka. Potensi motor permukaan dari amplitudo APB <0,2mV

*PWDSLSD = palm wrist distal sensory latency difference; DML menunjukkan latensi motorik distal; APB menunjukkan muskulus *abductor policis brevis*.

b. Ultrasonografi (USG)

Ultrasonografi (USG) diperkenalkan sebagai pemeriksaan penunjang diagnostik CTS pada tahun 1990-an. Berbeda dengan pemeriksaan ENMG yang menilai malfungsi fisiologis dari nervus median, USG mampu menilai abnormalitas struktur dari CTS.

Dengan melihat pencitraan anatomi dari terowongan karpal, dapat terlihat perubahan – perubahan anatomikal yang terjadi, seperti sinovitis, tumor, dan malformasi anatomikal dari penyebab yang idiopatik. ENMG memiliki tingkat sensitivitas dan spesifisitas cukup tinggi namun demikian, klinis parestesia dapat terjadi sebelum adanya perubahan fungsi yang mampu ditangkap oleh ENMG.^{4,29}

Pemeriksaan ultrasonografi sering kali juga dapat mengungkapkan penyebab gejala seperti tenosinovitis fleksor yang dimanifestasikan oleh cairan anechoic pada tingkat selubung tendon. Ultrasonografi juga dapat menunjukkan adanya ganglia dan otot atau tendon aksesori yang menempati ruang dan menimpa struktur yang biasanya ada di dalam terowongan sehingga menghasilkan gejala khas CTS. Selain peran untuk diagnostik, ultrasonografi juga dapat diindikasikan untuk *follow up* pasca operasi pasien CTS. Komplikasi pembedahan yang dapat diidentifikasi dengan USG seperti trauma neuroma yang melibatkan nervus median atau lebih sering pada cabang palmar cutaneous.³⁶

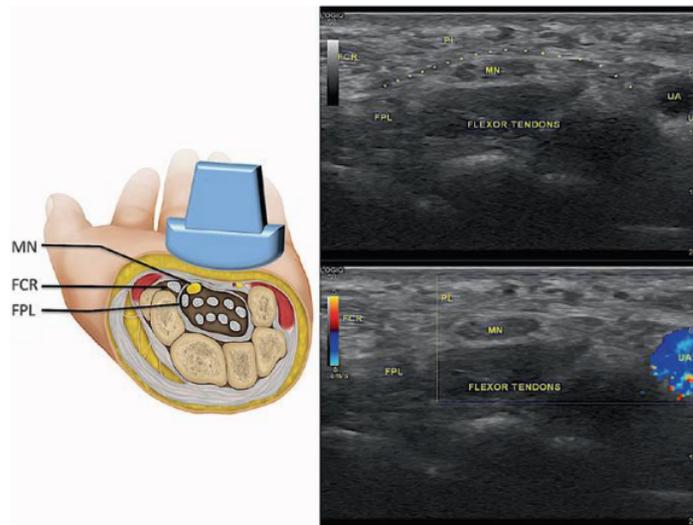
USG dengan resolusi tinggi telah dibuktikan memiliki kemampuan untuk menilai pencitraan struktur muskuloskeletal yang sangat kecil terutama gambaran nervus peripheral. Meena dan kolega juga menyebutkan bahwa untuk akurasi diagnostik juga dapat dipertimbangan pemeriksaan USG yang selanjutnya dikorelasikan dengan pemeriksaan standard ENMG pada seluruh derajat CTS.³⁶

Pemeriksaan ultrasonografi terowongan karpal umumnya dilakukan di sepanjang sumbu pendek tendon. Pemeriksaan biasanya dimulai dengan eksplorasi *nervus medianus* pada tingkat lengan bawah. Di sini, *nervus medianus* terletak di antara fleksor profunda dan *superficialis digitorum* dan memberikan tampilan fasikulasi yang khas dari saraf. Ketika menyusuri ke arah perifer,

saraf menjadi lebih dangkal dan berhubungan erat dengan tendon flektor karpi radialis. Kemudian melewati terowongan karpal secara posisi tepat di bawah flektor retinakulum. Pada tingkat ini, saraf median terletak di atas flektor pollicis longus dan laminae dari flektor digitorum superfisialis yang masuk ke dalam jari telunjuk dan jari tengah.³⁶

Pada kondisi USG normal menunjukkan, saraf-saraf perifer merupakan struktur hipoeoik yang dibatasi oleh septa hiperekoik membentuk *honeycomb-like appearance*. Area hiperekoik adalah perinerium interfasikular sedangkan area hipoeoik adalah fasikula. Arsitektur fasikula lebih jelas membentuk *bundle of straws appearance* pada potongan longitudinal jika dibandingkan dengan struktur disekitarnya, struktur saraf lebih terlihat ekogenik.³⁸

Salah satu temuan khas terkait dengan CTS adalah peningkatan luas penampang saraf medianus proksimal atau distal dari lokasi kompresi. Temuan lain yang dapat diidentifikasi dengan pemeriksaan ini adalah penurunan ekogenisitas (hipoekogenisitas) dan mobilitas saraf, peningkatan vaskularisasi dan variasi anatomis saraf medianus, yang dapat berkontribusi terhadap gambaran klinis kompresi.³⁸



Gambar 2.8 Nervus medianus dilihat dari USG (MN = Median nerve, FCR = Flexor carpi radialis, FPL = Flexor pollicis longus (Philip Peng, 2020)

Pada pemeriksaan USG nervus medianus pasien dengan CTS didapatkan gambaran hipervaskuler sampai hipovaskuler, edema, *bowing* flekor retinaculum dan pendataran nervus medianus terowongan karpal. Gambaran hipervaskuler ditemukan pada fase akut, sedangkan hipovaskuler ditemukan pada fase kronis. Fleksor retinaculum juga tampak membesar dan hypoechoic dengan volar yang menonjol.³⁸

Terlepas dari etiologi yang berbeda yang dapat menyebabkan CTS, pada USG untuk mendiagnosis CTS dilakukan penilaian pada 3 komponen pengukuran yaitu:

1. Luas penampang lintang (CSA)

Banyak penulis telah menunjukkan bahwa peningkatan cross sectional area (CSA) pada pintu masuk di terowongan karpal merupakan pengukuran yang lebih mudah dilakukan, menghasilkan sensitivitas dan spesifisitas tertinggi untuk

mendiagnosis CTS. Dari sebuah metaanalisis, berdasarkan 28 penelitian yang diterbitkan selama periode 20 tahun, memperkirakan keakuratan USG untuk mendiagnosis CTS. Temuan paling penting dari metaanalisis ini adalah bahwa CSA yang ditentukan pada saluran masuk terowongan karpal pada tingkat tulang pisiformis merupakan parameter terbaik untuk mendiagnosis CTS.²

American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine (AANEM) menggarisbawahi bahwa CSA sebagai tes diagnostik yang akurat untuk mendiagnosis CTS dan menganjurkan agar tes tersebut digunakan untuk menyaring kelainan struktural pada pasien dengan CTS.⁹ Luas penampang lintang (CSA) merupakan indikator yang cukup sensitif untuk mendeteksi kelainan nervus medianus pada pasien CTS. Pembesaran luas penampang lintang nervus medianus di proksimal inlet, diidentifikasi dengan *rising sun appearance* proksimal dari tulang lunatum. *Notch sign* merupakan sebutan dari ukuran nervus medianus yang langsung mengecil pada saat memasuki terowongan karpal.³⁹

Berbagai faktor yang mempengaruhi ukuran normal penampang lintang nervus medianus. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa ada hubungan faktor demografis terhadap ukuran nervus medianus yang akan berdampak pada kejadian CTS.²² Luas penampang lintang (CSA) dapat diambil setinggi lengan bawah dan pergelangan tangan. Pengukuran dilakukan setinggi tulang skapoid dan pisiformis atau dikenal dengan *inlet* (proximal) pada pengukuran di area pergelangan tangan sedangkan disebut *outlet* (distal) jika pengukurannya setinggi trapezium dan lekukan tulang hamatum.⁴⁰

Akan tetapi nilai *cut off point* dari penampang lintang (CSA) nervus medianus pada pemeriksaan USG yang

menunjukkan CTS, masih kontroversial dan belum ada konsensus mengenai nilai optimal parameter tersebut. Misalnya, Azami dkk. melaporkan bahwa akurasi diagnostik USG terbaik dicatat ketika menggunakan CSA di saluran masuk terowongan dengan ambang batas 9,15 mm² (99,2% dan 88,3%, masing-masing sensitivitas dan spesifisitas). Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Duncan dkk juga tampaknya setuju dengan hasil ini dengan melaporkan titik potong sebesar 9,0 mm² adalah kriteria yang paling prediktif untuk CTS (masing-masing 82,4% dan 97%, sensitivitas dan spesifisitasnya).²

Di sisi lain Kwon dkk. melaporkan bahwa CSA di saluran masuk terowongan karpal dengan ambang batas 10,7 mm² menunjukkan akurasi diagnostik terbaik (masing-masing 66% dan 63%, sensitivitas dan spesifisitas). Sebuah studi sebelumnya oleh Nakamichi dan Tachibana menggunakan nilai *cut-off* 13 mm² juga melaporkan sensitivitas 57% dan spesifisitas 97%. Spesifisitas tinggi yang tercatat dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa USG memiliki kemampuan untuk mendiagnosis CTS. Mondelli dkk. juga menunjukkan bahwa nilai *cut-off* 8,5 mm² memberikan prediksi terbaik untuk CTS, menghasilkan nilai sensitivitas dan spesifisitas gabungan masing-masing sebesar 97-100% dan 98-100%.²

Berdasarkan kriteria Buchberger (1992), luas penampang (CSA) nervus medianus yang diukur pada saluran masuk terowongan karpal (pada tulang pisiformis) dengan menelusuri garis kontinu di sekitar tepi hyperechoic bagian dalam MN dan menentukan lebar maksimum, dimana nilai normal yaitu 7,0–10,0 mm², pembengkakan ringan 10,0–13,0 mm², pembengkakan sedang 13,0–15,0 mm², pembengkakan berat >15,0 mm².^{41,42}

El Miedany et al merekomendasikan titik potong CSA saraf median untuk membedakan tingkat keparahan CTS yang

berbeda dan korelasinya dengan pemeriksaan elektrofisiologi. Hal ini juga didukung oleh Karadag et al yang menemukan kesesuaian yang tinggi antara ultrasonografi dengan pemeriksaan elektrofisiologi yang menentukan tingkat keparahan CTS.⁴²

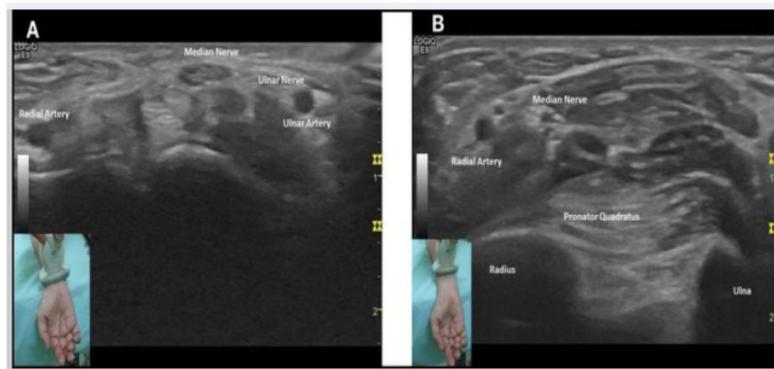
Terdapat beberapa penelitian yang menggunakan berbagai macam pengukuran CSA saraf medianus untuk menentukan nilai diagnostik USG yang bertujuan untuk menambah keakuratan dari pemeriksaan CSA. Penelitian yang dilakukan oleh Elnady dkk menggunakan pengukuran CSA distal pada dimensi maksimal yang tampak bagian tebal nervus medianus (CSAd), CSA proximal pada otot pronator quadratus (CSAp), nilai rata-rata CSApd dan Δ CSA, dengan hasil bahwa korelasi positif yang signifikan juga ditemukan antara pengukuran CSAd, Δ CSA dan CSApd terhadap tingkat keparahan dari pemeriksaan NCS ($P = 0,001$). Ambang batas Δ CSA sebesar 2,5 mm² menunjukkan sensitivitas dan spesifisitas tertinggi untuk mendiagnosis CTS di Saudi.⁴

Tabel 2.4 Derajat CTS berdasarkan ultrasonografi dan studi elektrofisiologi⁴²

Derajat	CSA median nerve	Hasil Pemeriksaan Elektrofisiologi
Ringan	>10-13mm ²	Abnormal sensori KHS, normal motorik distal latensi
Sedang	13-15mm ²	Abnormal sensori KHS, abnormal motorik distal latensi
Berat	>15mm ²	SNAP KHS (-), abnormal motorik distal latensi

Penelitian Emril dkk di tahun 2017 melakukan penilaian CSA pada dua tingkat pengukuran yaitu, pada lipatan pergelangan tangan (CSAc=*carpal tunnel cross-sectional area*) dan pada tingkat pronator quadratus (CSAp=*proximal cross-sectional area*). Hasil pengukuran kedua lengan kedua lengan diperiksa

menggunakan teknik yang sama. Nilai dari perbedaan antara CSAc dan CSAp disebut Δ CSA dihitung untuk untuk setiap pergelangan tangan. Pada penelitian ini didapatkan Δ CSA *cut off point* sebesar Δ CSA $\geq 2,10$ mm². Dengan perbandingan *cut off point* dari penelitian sebelumnya sebesar 2 mm² menghasilkan sensitivitas terbesar yaitu 99% dan spesifisitas 100% untuk diagnosis CTS.^{6,43}



Gambar 2.9 A. Pemeriksaan CSAc (lipatan pergelangan tangan); B. Pemeriksaan CSAp (tingkat pronator quadratus) (Emril, 2017)

2. Perataan nervus medianus di distal terowongan karpal atau *flattening ratio* (FR)

Ratio flattening dihitung dari aksis mayor panjang saraf medianus terhadap aksis pendek. Normal ratio flattening pada level distal terowongan karpal < 3.44 . Azami dkk. melaporkan bahwa menggunakan FR diproksimal terowongan karpal dengan titik potong 1,02 menghasilkan sensitivitas dan spesifisitas ultrasonografi masing-masing sebesar 98,3% dan 46,7%. Menyesuaikan titik potong menjadi 1,01 dan 0,94 menghasilkan sensitivitas sebesar 94,2% dan 99,2% serta spesifisitas 55% dan 75%. Sebuah studi yang lebih baru oleh El-Shintenawy dkk juga

melaporkan bahwa penggunaan FR2 pada tingkat hamate, sebagai kriteria diagnostik, memiliki sensitivitas dan akurasi yang lebih baik daripada CSA (masing-masing 91,3% dan 95,5% vs. 80,4% dan 87,2%). Namun penelitian tersebut menjelaskan bahwa CSA masih merupakan pengukuran sonografi utama yang digunakan dalam diagnosis CTS.^{2,11}

Terdapat juga bukti bahwa ketebalan retinakulum fleksor memiliki kemampuan untuk mendiagnosis CTS. Menurut Keleş dkk. ketebalan fleksor retinaculum dengan nilai ambang batas 3,7 mm dianggap signifikan dalam diagnosis CTS (masing-masing 71,4% dan 55%, sensitivitas dan spesifisitasnya).^{2,12}



Gambar 2.10 Pemeriksaan *flattening ratio* (FR)
(Draghi, 2014)

3. Ketebalan dari fleksor retinakulum atau *palmar bowing* (PB).³⁸

Untuk menentukan bowing atau pergeseran palmar diukur jarak dari tulang trapezium dan hamatum ke puncak fleksor retinaculum dengan nilai normal pergeseran <4mm. Pengukuran ini dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Pemeriksaan nervus medianus pada USG PB (*palmar bowing*) (Draghi, 2014)

USG dapat digunakan sebagai modalitas utama pada pasien dengan dugaan klinis CTS, sedangkan NCS dapat digunakan pada kasus dengan hasil USG yang samar-samar. Ada korelasi yang baik antara temuan USG dan NCS. USG juga banyak ditemui di rumah sakit yang ada di Indonesia. Emril dan kolega pada journal Fontiers telah menyebutkan bahwa pemeriksaan USG ditemukan kesesuaian dengan hasil pemeriksaan ENMG yang selama ini lebih rutin dilakukan pada pasien dengan CTS sehingga

CTS dapat dilakukan pada pasien dengan CTS yang didaerahnya tidak memiliki ENMG.⁶

Pengukuran ultrasonografi sangat membantu untuk mendiagnosis pasien CTS yang tidak memberikan respon terhadap pemeriksaan elektrofisiologi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa USG memiliki keuntungan yaitu:

1. Ultrasonografi tidak menimbulkan rasa sakit dan cepat serta membutuhkan waktu pemeriksaan yang lebih singkat dengan biaya yang lebih murah.
2. Pencitraan ultrasonografi dapat membedakan berbagai penyebab jebakan saraf median seperti seperti lipoma, hemangioma, hematoma, dan lainnya anomali anatomi lainnya yang dapat berkontribusi pada CTS. Penemuan arteri median yang persisten, varian yang mempengaruhi sekitar 5% dari pasien, sehingga dapat mengarahkan ahli bedah untuk memilih *open surgery* atau pendekatan pembedahan endoskopi.^{2,41}

c. Pemeriksaan Radiologi

Pemeriksaan radiologi dengan menggunakan sinar X pada pergelangan tangan dapat membantu melihat apakah ada penyebab lain seperti fraktur atau artritis. Foto polos leher berguna untuk menyingkirkan adanya penyakit lain pada vertebra. MRI dengan resolusi spasial yang lebih tinggi dapat mendeteksi perubahan morfologi saraf median pada CTS. Peningkatan sinyal pada gambar T2W, perubahan luas penampang (CSA), dan perataan saraf medianus merupakan kelainan yang paling umum terjadi pada pasien CTS. Kelemahan MRI termasuk biaya, ketersediaan, klaustrofobia, waktu pemindaian yang lama, dan kontraindikasi pada pasien yang menggunakan alat pacu jantung atau implan logam tertentu.

Studi komparatif juga menunjukkan korelasi yang baik antara pengukuran area potong lintang dari nervus medianus yang diambil dengan USG dan dengan MRI. Keuntungan USG dibandingkan MRI meliputi efektivitas biaya, portabilitas, pencitraan real-time dan dinamis, serta kemampuan prosedur dengan cepat dan efisien. USG juga dapat dilakukan pada pasien yang tidak memenuhi syarat untuk MRI. Setiap temuan abnormal yang terdeteksi dapat dengan mudah dibandingkan dengan sisi kontralateral.⁴⁴

d. Pemeriksaan Laboratorium

Jika penyebab CTS belum jelas, misalnya pada penderita usia muda tanpa gerakan tangan yang berulang, beberapa pemeriksaan dapat dilakukan, seperti pemeriksaan kadar gula darah, kadar hormon tiroid, atau tes darah lengkap.

2.2.6 Diagnosis Banding

Selama penegakan diagnosis CTS penting untuk diketahui bahwa kondisi lain juga dapat memberikan gejala yang sama seperti CTS. Penilaian fisiologis menyeluruh merupakan strategi penting untuk diagnosis yang tepat dalam rangka membedakan CTS dengan penyakit lainnya. Diagnosis banding meliputi :^{3,19,22}

a. Arthritis karpometakarpal pada ibu jari

Gejalanya berupa rasa nyeri dan kaku saat pergerakan ibu jari. Selain itu disertai adanya keterbatasan ruang gerak sendi dan hasil radiografi yang mendukung arthritis.

b. Radikulopati servikal

Pada kondisi ini biasanya keluhan berkurang bila leher diistirahatkan dan bertambah berat bila leher digerakkan. Distribusi gangguan sensorik sesuai dermatomnya.

c. Tendinopati de Quervain

Tenosinovitis dari tendon muskulus abduktor pollicis longus dan ekstensor pollicis brevis biasanya akibat gerakan repetitif. Gejalanya adalah rasa nyeri dan nyeri tekan pada pergelangan tangan di dekat ibu

jari. Pada pemeriksaan KHS normal. Pada pemeriksaan KHS normal. Pada *finkelstein's test* positif dengan melakukan palpasi otot abduktor ibu jari pada saat abduksi pasif ibu jari dan nilai positif bila nyeri bertambah.

d. Neuropati perifer

Pasien yang mengalami neuropati perifer dengan riwayat diabetes ataupun gangguan metabolik lainnya. Pada neuropati diabetik dapat timbul rasa nyeri atau baal dengan distribusi *hand and gloves stocking*. Polineuropati juga timbul akibat bahan toksik (beracun) seperti timah dan arsen, defisiensi zat dalam metabolisme saraf perifer, gangguan sistem imun serta herediter.

e. Thoracic outlet syndrome

Dijumpai atrofi otot-otot tangan lainnya selain otot-otot thenar. Gangguan sensorik dijumpai pada sisi ulnaris dari tangan dan lengan bawah.

f. Sindrom pronator teres

Selain itu terdapat pula sindrom pronator yang gejalanya meliputi nyeri lengan bawah, kehilangan sensorik di atas eminensia thenar, kelemahan saat fleksi ibu jari dan ekstensi pergelangan tangan. Keluhannya lebih menonjol pada rasa nyeri di telapak tangan daripada CTS karena cabang saraf medianus ke kulit telapak tangan tidak melalui terowongan karpal.

g. Sindrom Raynaud

Pasien menunjukkan gejala terkait dengan paparan dingin dan perubahan otonom yang turut menjadi diagnosis banding CTS.

2.2.7 Tatalaksana

Penatalaksanaan CTS tergantung pada intensitas kompresi saraf, etiologi, dan durasi gejala. Jika CTS adalah suatu penyakit sekunder akibat penyakit endokrin, hematologi, atau penyakit sistemik lain, penyakit primer harus diobati.²² Strategi pengobatan untuk CTS diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu konservatif dan pembedahan.

1. Terapi konservatif (Non-Invasive)

Terapi ini meliputi modifikasi perilaku melalui edukasi, *Splinting*, latihan fisik, *low level heat wrap*, terapi *Ultrasound*, fisioterapi dan terapi okupasi, injeksi kortikosteroid lokal, obat antiinflamasi nonsteroid (NSAID), dan vitamin B6. Tangan yang mengalami CTS diistirahatkan dari gerakan fleksi dan ekstensi yang berulang selama dua sampai enam minggu. Diharapkan akan terjadi perbaikan pada jaringan yang mengalami inflamasi sehingga penekanan pada saraf medianus berkurang.

Untuk pasien dengan gejala CTS ringan, pengobatan sederhana adalah dengan penggunaan splinting pergelangan tangan di malam hari. Metode ini dikenal sebagai terapi yang murah dan memiliki tingkat komplikasi yang minimal. Terapi ini membantu pasien menghindari posisi ekstrem pergelangan tangan, mengurangi tekanan pada terowongan karpal, memperbaiki parameter hemodinamik, menurunkan edema, serta mempersempit gesekan dan kompresi saraf. Penggunaan splinting untuk mempertahankan tangan dalam posisi netral. Splinting memberikan efek yang baik pada 80% kasus, terutama pada kasus yang ringan. Splint telah dilakukan lebih dari 40 tahun untuk pengobatan CTS. Penelitian menunjukkan penggunaan splint saat malam hari selama 4 minggu dapat memperbaiki luaran klinis yang dievaluasi dengan Boston Carpal tunnel Questionnaire.^{45,46}

Pada suatu penelitian dengan ultrasound therapy didapatkan perbaikan bermakna pada gejala klinik dan studi konduksi saraf. Terapi ini menghasilkan panas lokal pada kapsul sendi, tendon, ligamen, dan otot, dan dapat menghasilkan peningkatan aktivitas seluler dan vasodilatasi lokal, sehingga meningkatkan suplai nutrisi dan oksigen, dan membuang sisa metabolisme. Hal ini mengurangi ujung saraf nosiseptif yang menjengkelkan dan oleh karena itu, menurunkan rasa sakit. US tidak akan mempengaruhi proses perbaikan jaringan saraf, tetapi mempercepat perbaikan jaringan fibrotik dengan mempercepat induksi zat-zat inflamasi.

Injeksi kortikosteroid cukup efektif dalam tatalaksana penghilang gejala CTS secara temporer dalam waktu yang singkat. Penggunaan NSAID dapat mengurangi inflamasi dan membantu menghilangkan nyeri ringan sampai sedang. Pilihannya bisa ibuprofen atau pilihan lainnya seperti ketoprofen dan naproxen. Beberapa penelitian menunjukkan adanya perbaikan gejala dan gambaran elektordiagnostik dengan pemberian vitamin B6 dan diuretik. Evaluasi terapi konservatif pada kasus ringan dilakukan pada rentang waktu 6 sampai 8 bulan. Jika tidak terjadi perbaikan atau gejala klinis memburuk harus dilakukan operasi dekompresi. CTS disebut stabil jika waktu 2 tahun terapi konservatif terdapat perbaikan atau tidak tampak perburukan gejala klinis.^{45,46}

Beberapa alternatif terapi dalam tatalaksana CTS saat ini, seperti akupunktur. Sebuah penelitian menyatakan bahwa akupunktur lebih efektif daripada terapi biasa, seperti obat anti-inflamasi. Akupunktur secara efektif mengurangi rasa sakit, mati rasa, peradangan, dan mengembalikan fungsi motorik. *Dry needling (DN)* biasanya digunakan sebagai pengobatan untuk sindrom nyeri neuromuskuloskeletal yang melibatkan ligamen, otot, tendon, fascia subkutan, saraf tepi, jaringan parut, dan kumpulan neurovaskular. Terapi ini bekerja pada CTS dengan menstimulasi saluran non-TRP.⁴⁵

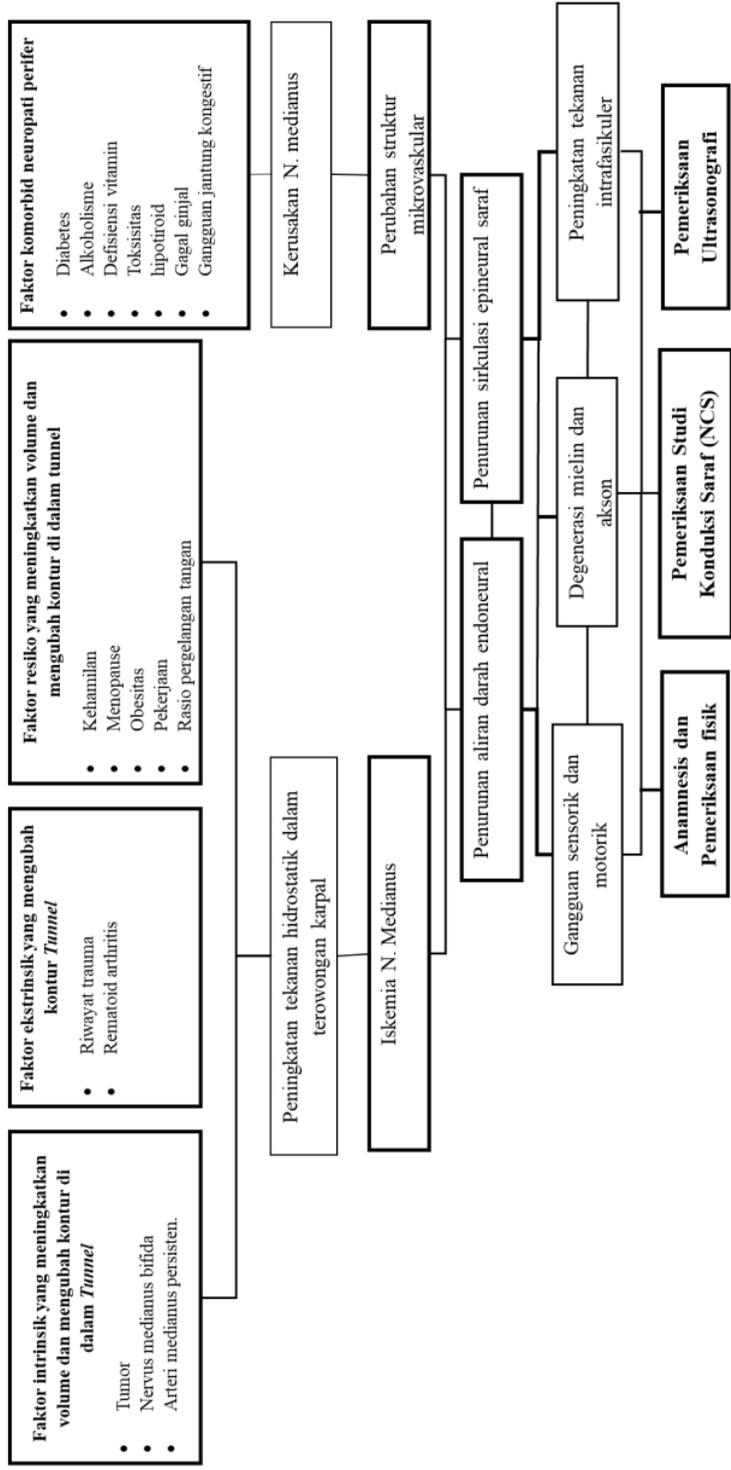
2. Terapi pembedahan

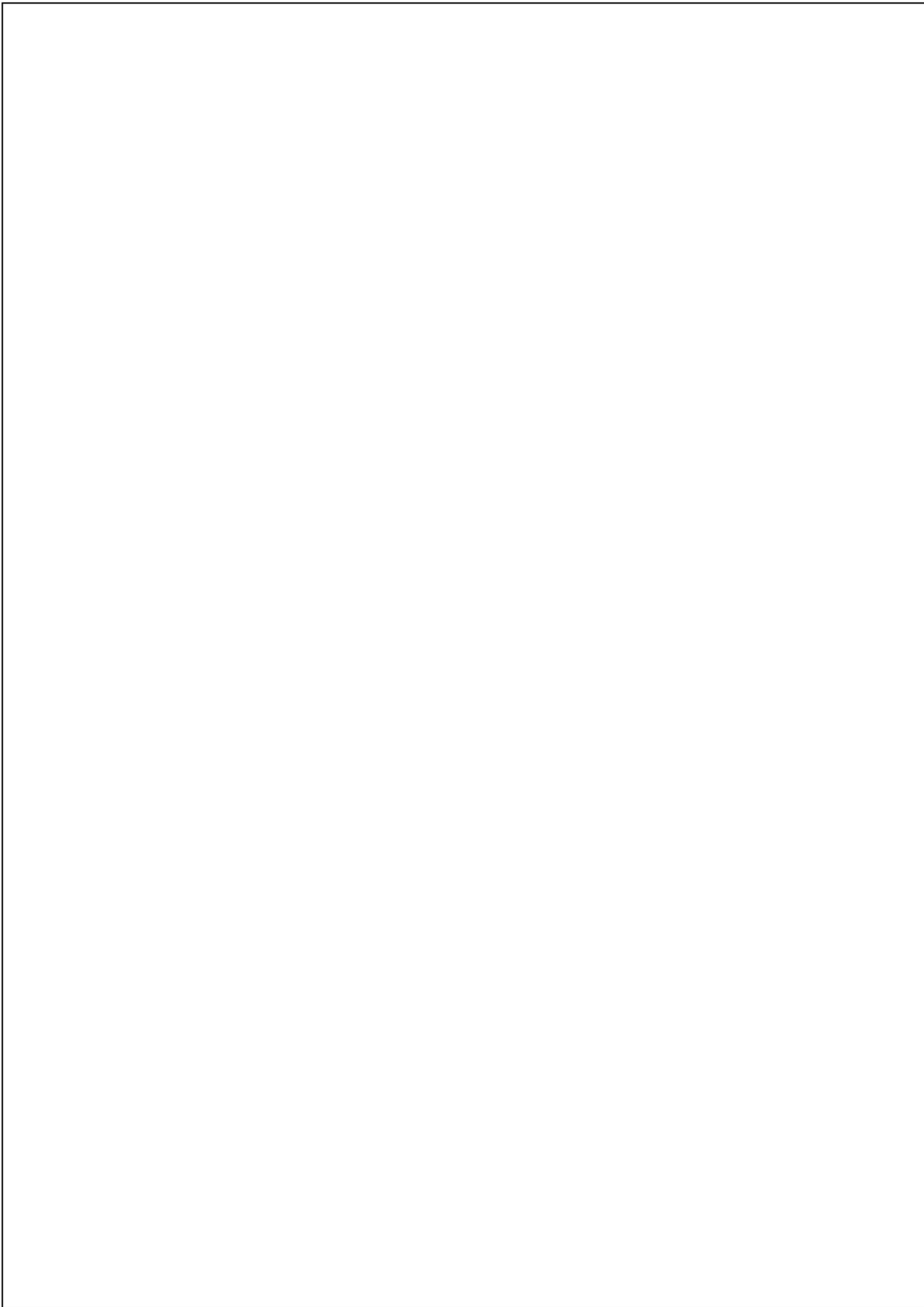
Terapi operatif dilakukan pada kasus yang tidak mengalami perbaikan dengan terapi konservatif, jika terjadi gangguan sensorik yang berat, atau adanya atrofi otot-otot thenar. Tindakan operasi ini disebut dengan neurektomi saraf medianus. Lebih dari 80% orang menderita CTS memiliki respon positif terhadap perawatan konservatif. Namun, ada kemungkinan sebesar 80% untuk timbulnya gejala berulang pada pasien CTS dalam satu tahun.

Salah satu teknik pembedahan adalah *carpal tunnel release (CTR)* yang terdiri dari *open surgey* dan teknik endoskopi. Bedah pelepasan terowongan karpal endoskopik (ECTR) telah sangat populer selama dua dekade terakhir karena pemulihannya yang cepat dan rasa sakit yang lebih sedikit tanpa hasil yang negatif. Operasi ini dapat menghasilkan

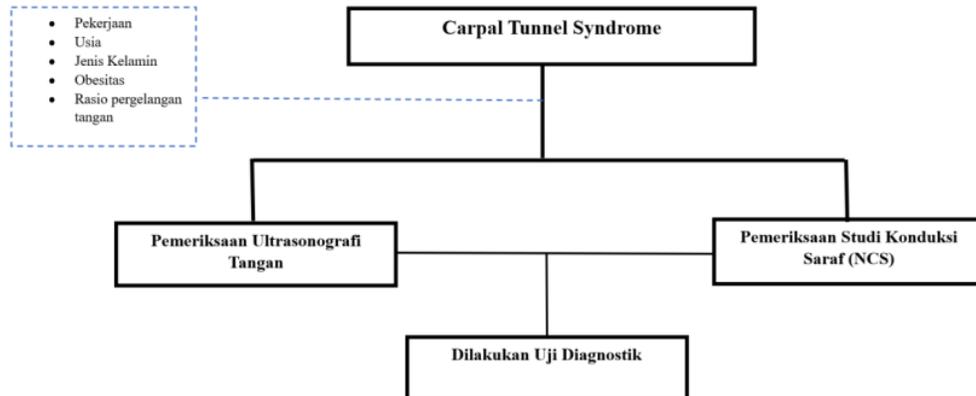
dekompresi yang kuat untuk saraf ulnaris dan median di pergelangan tangan. Pelepasan ligamentum terowongan karpal transversal akan mendekompresikan kanal Guyon dan terowongan karpal. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa hasil yang dilaporkan dan tes diskriminasi dua titik terkait gejala saraf ulnaris menunjukkan perbaikan setelah *open carpal tunnel release (OCTR)*.

2.12 Kerangka Teori





2.13. Kerangka Konsep



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Desain penelitian merupakan penelitian uji diagnostik untuk mengetahui tingkat akurasi pemeriksaan ultrasonografi (USG) dibandingkan pemeriksaan konduksi saraf (NCS).

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di poli ENMG dan poli Nyeri di Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang. Penelitian ini dilakukan mulai April 2024 sampai Agustus 2024.

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah semua pasien yang memiliki gejala CTS yang datang ke poliklinik Neurologi Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang selama periode penelitian.

3.3.2 Sampel

Besar sampel diperoleh dengan metode *total sampling*. *Total sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan mengambil seluruh anggota populasi sebagai sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

3.3.3 Teknik Sampling

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode konsekutif, semua subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dipilih dan dimasukkan dalam penelitian sampai dipenuhi jumlah sampel yang diperlukan. Pengukuran pada penelitian diagnostik dengan metode blinding yaitu dilakukan dengan cara membuat orang yang melakukan masing-masing tahap pemeriksaan tidak mengetahui hasil pemeriksaan lainnya.

3.4. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

3.4.1 Kriteria Inklusi

- a. Semua pasien yang memiliki gejala CTS berdasarkan kriteria CTS6
- b. Usia ≥ 18 tahun
- c. Bersedia mengikuti penelitian

3.4.2. Kriteria Eksklusi

- a. Hamil
- b. Trauma atau fraktur pergelangan tangan atau post tindakan operasi dan injeksi serta luka pada pergelangan tangan bagian volar, tumor, nervus medianus bifida
- c. Pasien dengan neuropati perifer lain yang dibuktikan dengan hasil NCS.

3.5. Besar Sampel

Besar sampel pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *total sampling* yaitu dimana seluruh pasien dengan klinis CTS yang telah melakukan NCS dan USG tangan yang datang ke poliklinik neurologi Rumah Sakit Muhammad Hoesin Palembang mulai 1 April 2024 sampai Agustus 2024 yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak memenuhi kriteria eksklusi akan dimasukkan sebagai sampel penelitian. Dengan perhitungan sampel minimal sebagai berikut :

$$N = Z\alpha^2 PQ/d^2$$

$$N = 1,96^2 \times 0,80 \times 0,20 / 0,05^2$$

$$N = 17,9$$

$N =$ jumlah sampel

$Z\alpha = Z$ pada tingkat kemaknaan α ($\alpha=0,05 \rightarrow Z\alpha = 1,96$)

$P =$ sensitivitas uji diagnostik USG (dari daftar pustaka) 80,2% ($P=0,80$)

$Q = 1-P$

$D =$ tingkat kemaknaan absolut yang dikehendaki (0,05)

Jumlah sampel minimal total yang dibutuhkan $N \times 1/\text{prevalensi} = 17,9 \times 1/51,4\% = 35,01 = 35$ orang

3.6. Variabel Penelitian

- a. Variabel Independen (bebas)
 - Pemeriksaan konduksi saraf (NCS)
 - Pemeriksaan ultrasonografi (USG)
- b. Variabel Dependen (terikat)
 - Akurasi diagnostik CTS

3.7 Definisi Operasional

3.1 Tabel Definisi Operasional

No	Nama Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Skala Ukur	Hasil Ukur
1	Usia	Lama hidup responden dihitung dari saat lahir sampai ulang tahun terakhir saat pencatatan di rekam medis	Data rekam medis	Observasional	Ordinal	1 = 18 – 25 tahun 2 = 26 – 45 tahun 3 = 46 – 65 tahun 4 = > 65 tahun
2.	Jenis Kelamin	Jenis kelamin yang tercatat pada data rekam medis pasien	Data rekam medis	Observasional	Nominal	1=perempuan 2=laki-laki
3.	Pekerjaan	Pekerjaan yang dilakukan penderita setiap harinya sebelum adanya keluhan CTS	Data rekam medis	Wawancara	Nominal	1= PNS 2= Tenaga Medis 3= IRT 4= Wiraswasta
4. s	IMT	Berat badan seseorang dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tinggi badan dalam meter saat dilakukan pengambilan data (Kemenkes)	Meteran dan timbangan yang sudah di kalibrasi	Berat badan diukur dengan timbangan dalam kg, tinggi badan dengan meteran dalam meter. Indeks massa tubuh dihitung dengan membagi berat badan dengan kuadrat tinggi badan	Ordinal	Underweight = < 18,5 Normal = 18,5-22,9 Overweight = 23-24,9 Obesitas I = 25,0-29,9 Obesitas II = ≥ 30

5.	Rasio Pergelangan tangan	Nilai yang didapat dari pembagian tebal dengan lebar pergelangan tangan	Caliper	Pengukuran pergelangan tangan dilakukan pada lipatan pergelangan tangan distal.	Ordinal	1 = ≤ 0.7 2 = > 0.7
6.	Gejala CTS	Pasien yang memiliki salah satu gejala sesuai kriteria CTS6 <i>American Association of Surgery</i> .	Data rekam medis	Observasional wawancara	Nominal	1 = tidak ada gejala CTS 2 = ada gejala CTS
7.	Pemeriksaan konduksi saraf (NCS)	Pemeriksaan elektrodagnostik saraf yang terdiri dari distal latensi, amplitude, dan KHS	ENMG	Hasil ENMG yang telah memiliki interpretasi	Nominal	Normal NCS: negatif CTS Abnormal NCS: positif CTS
8.	Derajat CTS berdasarkan Elektrofisiologi	Tingkat keparahan CTS yang dinilai berdasarkan pemeriksaan NCS ^{3,1,36}	ENMG	Hasil ENMG	Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> • Normal = Derajat 0 • Ringan = Derajat 1 dan derajat 2 • Sedang = Derajat 3 dan derajat 4 • Berat = Derajat 5 dan derajat 6
9.	Cross sectional area (CSA)	Nilai yang didapat dari hasil pengukuran terowongan karpal pada luas penampang lintang.	USG	Hasil USG	Numerik	\geq <i>cut off point</i> * = positif CTS $<$ <i>cut off point</i> * = negatif CTS
10.	CSAc (<i>carpal tunnel cross-sectional area</i>)	Pengukuran yang dilakukan pada lipatan pergelangan tangan	USG	Hasil USG	Numerik	\geq <i>cut off point</i> * = positif CTS $<$ <i>cut off point</i> * = negatif CTS

11.	CSAp (<i>proximal cross-sectional area</i>).	Pengukuran yang dilakukan pada musculus pronator quadratus	USG	Hasil USG	Numerik	\geq <i>cut off point</i> * = positif CTS $<$ <i>cut off point</i> * = negatif CTS
12.	MeanCSAcp	Nilai dari rata-rata CSAc dan CSAp	Kalkulator	Hasil USG	Numerik	\geq <i>cut off point</i> * = positif CTS $<$ <i>cut off point</i> * = negatif CTS
13.	ΔCSA	Nilai selisih antara pengukuran CSA pada CSAc (lipatan pergelangan tangan) dan CSAp (tingkat pronator quadratus)	Kalkulator	Hasil USG	Nominal	\geq <i>cut off point</i> * = positif CTS $<$ <i>cut off point</i> * = negatif CTS

Ket :

**cut off point* yang didapat dari hasil penelitian ini (mm²)

3.8. **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pita ukur, pemeriksaan konduksi saraf alat elektroneuromiografi CADWELL Sierra Summit EMG & EP 6 Channel integrated Ultrasound produksi Amerika Serikat tahun 2020 dan Ultrasonografi Wisonic Navi.

3.9. **Prosedur Kerja**

1. Pemilihan peserta penelitian sesuai kriteria inklusi dan eksklusi
2. Peserta penelitian diberikan penjelasan mengenai penelitian dan subjek yang telah setuju dan telah menandatangani lembar persetujuan akan diikutsertakan dalam penelitian.
3. Peserta penelitian yang memiliki gejala klinis CTS yang bersedia mengikuti penelitian akan dilakukan pemeriksaan Electroneuromyography (ENMG) dan pemeriksaan antropometri pergelangan masing-masing tangan untuk menghitung rasio pergelangan tangan.
4. Pengambilan data dengan mencatat penilaian pemeriksaan electroneuromyography (ENMG) serta derajat CTS sesuai kriteria *Bland's Neurophysiological Grading Scale*^{31,36} dan dengan ketentuan nilai normal nervus medianus sebagai berikut:

Tabel 3.2 Derajat keparahan CTS berdasarkan *Bland's Neurophysiological Grading Scale*³⁷

Derajat	Hasil Pemeriksaan Konduksi Saraf
0 Normal	Normal konduksi motorik dan sensorik
1 <i>Very mild</i>	CTS hanya dapat dibuktikan dengan tes yang paling sensitif (PWDSLDD)
2 <i>Mild</i>	Median DML <4.5 dan sensori NCV <40
3 <i>Moderate</i>	Median DML >4.5 dan <6.5 dengan preserved SNAP
4 <i>Severe</i>	Median DML >4.5 dan <6.5 dengan absent SNAP
5 <i>Very severe</i>	Median DML >6.5 dengan CMAP >0.2 mv
6 <i>Extremely severe</i>	Potensial sensorik dan motorik secara efektif tidak dapat direkam. Potensi motor permukaan dari amplitudo APB <0,2mV

*PWDSLDD = palm wrist distal sensory latency difference; DML menunjukkan latensi motorik distal; APB menunjukkan muskulus *abductor policis brevis*.

Tabel 3.3 Daftar nilai normal pemeriksaan konduksi saraf di Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang

<i>Motor Nerve Conduction Studies</i>			
<i>Variabel</i>	<i>Latency (mdet)</i>	<i>Amplitudo (mv)</i>	<i>CV (m/s)</i>
<i>Median</i>	< 4,4	≥4,0	≥49

<i>Sensory Nerve Conduction Studies</i>			
<i>Variabel</i>	<i>Latency (mdet)</i>	<i>Amplitudo (mv)</i>	<i>CV (m/s)</i>
<i>Median</i>	< 3,5	≥ 20	≥ 50

5. Subjek penelitian kemudian dilakukan pemeriksaan USG oleh dokter neurologi konsultan nyeri. Probe dipertahankan pada sudut tegak lurus selama analisis untuk mencegah anisotropi dan deformasi saraf median. Subyek duduk menghadap pemeriksa. Dengan lengan terentang, pergelangan tangan bertumpu pada permukaan yang keras, dengan lengan bawah terlentang dan jari setengah terentang. Akan dinilai nervus medianus dan anatomi sekitarnya yang terdiri dari:
 - a. Luas penampang (CSA) saraf median (diukur dalam mm²) diukur ke terowongan karpal proksimal pada tingkat tulang pisiform. CSA saraf median diukur dengan metode langsung seperti yang disarankan oleh Duncan et al. yang dihitung secara otomatis dengan menelusuri batas bagian dalam epineurium saraf median, dengan asumsi memiliki bentuk elips. Pengukuran CSA terdiri dari CSAc pada lipatan pergelangan tangan seperti gambar 3.1 dan tingkat pronator quadratus disebut CSAp seperti gambar 3.2. Hasil pengukuran kedua lengan kedua lengan diperiksa menggunakan teknik yang sama.
 - b. Menghitung mean CSAcp dari nilai CSAc+CSAp/2
 - c. Menghitung ΔCSA dinilai dari perbedaan antara CSAc dan CSAp dihitung untuk untuk setiap tangan.

- d. Setelah mendapatkan hasil masing-masing nilai parameter pemeriksaan USG maka akan dilakukan perhitungan *cut off point* dari masing-masing parameter pengukuran.



Gambar 3.1 Pengukuran CSAc (posisi di pergelangan tangan)



Gambar 3.2. Pengukuran CSAp (posisi di tingkat pronator quadratus)

3.10. Pengolahan Data dan Analisis Data

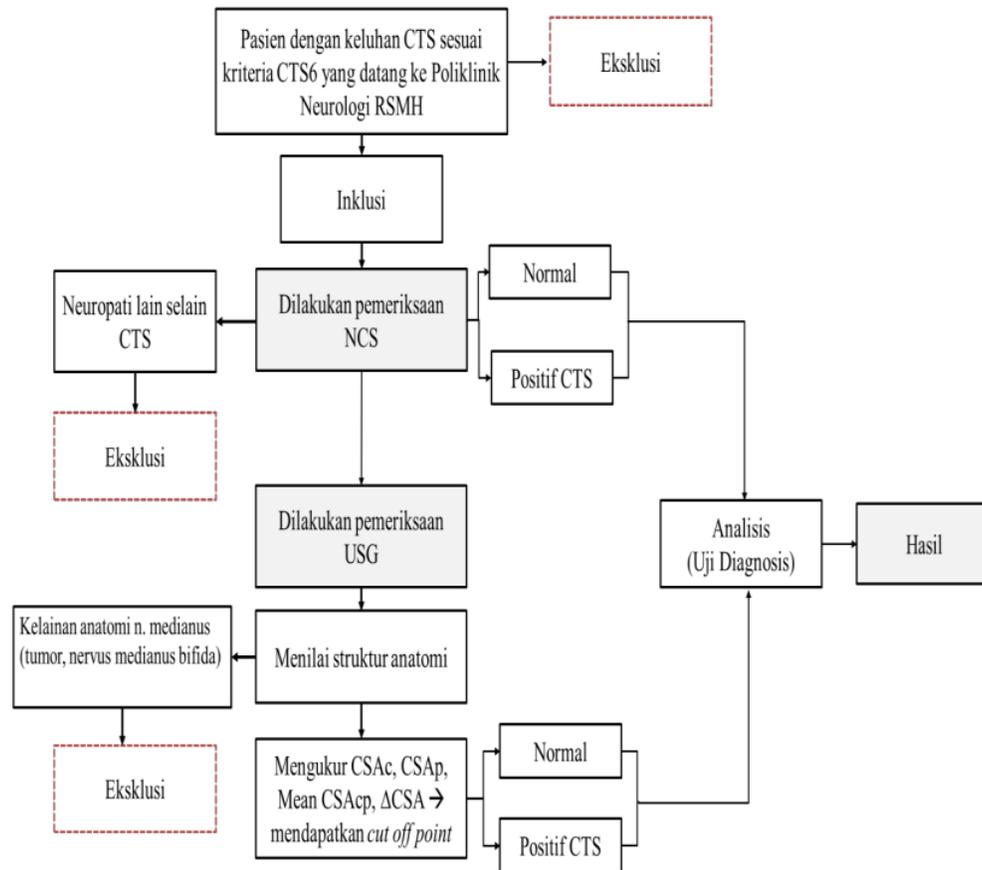
3.10.1. Pengolahan data

Seluruh data dicatat dalam status penelitian. Selanjutnya, dilakukan entry cleaning, editing, dan coding ke computer menggunakan program Statistical Programme for Social Sciences 27.0 (SPSS Inc., Chicago).

3.10.2. Analisis Statistik

Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS 27 for Windows. Data deskriptif dengan menyajikan distribusi frekuensi masing-masing variabel yang diteliti. Data yang diperoleh dicatat pada formulir penelitian kemudian dilakukan penyuntingan dan pemberian kode untuk menjaga kualitasnya. Data yang sudah diberi kode lalu direkam ke dalam komputer untuk dilakukan proses validasi untuk pembersihan data. Data disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Tabel 2x2 kemudian dilakukan perhitungan sensitivitas, spesifisitas, nilai prediksi positif, dan nilai prediksi negatif serta dilanjutkan dengan uji reliabilitas perbandingan dengan menggunakan uji statistika kappa.

3.11 Alur Penelitian



Gambar 3.3. Alur Penelitian

3.12 Tim Penelitian

Tim peneliti terdiri dari:

1. dr. Theresia Christin, Sp.S (K)
2. dr. Henry Sugiharto, Sp.S (K)
3. Dr. dr. Legiran, M.Kes.
4. dr. Ferawaty

3.13 Konflik Kepentingan

Peneliti menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan baik untuk institusi, peneliti, dan peserta penelitian dalam aspek penelitian, penulisan, pendanaan, serta publikasi pada penelitian ini.

3.14 Justifikasi Etik

Aspek etika penelitian terhadap pelaksanaan penelitian melalui presentasi proposal berkaitan dengan etika penelitian telah disetujui Komisi Etik Penelitian Kesehatan RSMH Palembang dengan surat keterangan layak etik No.DP.04.03/D.XVIII.6.8/ETIK/059/204.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di RS Mohammad Hoesin Palembang selama periode bulan April 2024 – Agustus 2024 dengan data primer seluruh penderita yang memiliki gejala CTS yang datang ke laboratorium ENMG RS Mohammad Hoesin Palembang dalam rentang waktu yang sama. Subjek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan memenuhi kriteria eksklusi sebanyak 52 orang. 2 orang setelah dilakukan pemeriksaan NCS subjek dikeluarkan karena dari hasil NCS yaitu polineuropati. Sehingga didapatkan total subjek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak memenuhi kriteria eksklusi sebanyak 50 orang dengan 86 pergelangan tangan yang termasuk sebagai subjek penelitian.

4.1 Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik penderita yang memiliki gejala CTS yang melakukan pemeriksaan NCS di Laboratorium ENMG Gedung *Brain and Heart Centre* (BHC) RS Mohammad Hoesin Palembang pada periode April sampai dengan Agustus 2024 dapat dilihat pada **Tabel 4.1**. Data karakteristik subjek penelitian yang dinilai dalam penelitian ini terdiri dari usia, jenis kelamin, IMT, pekerjaan, rasio pergelangan tangan, gejala dan derajat CTS.

Distribusi usia subjek penelitian menunjukkan usia paling muda adalah 29 tahun dan usia paling tua 73 tahun. Rerata usia subjek penelitian adalah 52 ± 11 tahun dengan kelompok usia terbanyak 46-65 tahun sebanyak 28 orang (56,0%). Distribusi jenis kelamin pada penelitian ini didapatkan sebagian besar subjek penelitian adalah perempuan sebanyak 43 orang (86,0%) dan laki-laki sebanyak 7 orang (14,0%). Berdasarkan nilai IMT didapatkan kriteria *overweight* sebanyak 16 orang (32,0%), *obese I* sebanyak 13 orang (26,0%), normal sebanyak 14 orang (28,0%), *obese II* sebanyak 5 orang (10,0%), dan paling sedikit yaitu *underweight* sebanyak 2 orang (4,0%). Berdasarkan pekerjaan didapatkan sebagian besar subjek penelitian yang memiliki pekerjaan sebagai ibu rumah tangga (IRT) sebanyak 29 orang (58,0%) diikuti wiraswasta sebanyak 10 orang (20,0%), pegawai negeri sipil (PNS) sebanyak 9 orang (18,0%) dan tenaga medis 2 orang (4,0%). Berdasarkan

rasio pergelangan tangan didapatkan rasio $>0,7$ sebanyak 58 orang (67,4%) dan rasio $\leq 0,7$ sebanyak 28 orang (32,6%). Berdasarkan gejala CTS yang timbul pada pergelangan tangan didapatkan sebagian besar gejala bilateral sebanyak 36 orang (72,0%) dan yang memiliki gejala unilateral 14 orang (28,0%). Distribusi subjek penelitian berdasarkan hasil pemeriksaan NCS didapatkan sebagian besar sampel penelitian dengan derajat ringan sebesar 48 orang (55,8%), derajat sedang sebesar 26 orang (30,2%) dan derajat berat sebesar 3 orang (3,5%), sedangkan subjek penelitian yang memiliki hasil normal berdasarkan pemeriksaan NCS sebesar 9 orang (10,5%).

Tabel 4.1 Distribusi karakteristik demografi dan klinis pasien yang memiliki gejala CTS

Variabel	Jumlah (n)	Persentasi (%)
Usia		
18-45 tahun	15	30,0
46-65 tahun	28	56,0
> 65 tahun	7	14,0
Jenis Kelamin		
Perempuan	43	86,0
Laki-laki	7	14,0
IMT		
<i>Underweight</i>	2	4,0
<i>Normal</i>	14	28,0
<i>Overweight</i>	16	32,0
<i>Obese I</i>	13	26,0
<i>Obese II</i>	5	10,0
Pekerjaan		
Wiraswasta	10	20,0
IRT	29	58,0
PNS	9	18,0
Tenaga medis	2	4,0
Rasio pergelangan tangan		
$\leq 0,7$	28	32,6
$> 0,7$	58	67,4
Gejala		
Bilateral	36	72,0
Unilateral	14	28,0
Derajat CTS		
Normal	9	10,5
Ringan	48	55,8
Sedang	26	30,2
Berat	3	3,5

4.2 Hubungan Karakteristik Subjek Penelitian terhadap Kejadian CTS

Analisis bivariat digunakan untuk menentukan hubungan kejadian CTS dengan karakteristik subjek penelitian disajikan pada **Tabel 4.2**. Dari 50 orang sampel yang memiliki gejala CTS didapatkan CTS positif berdasarkan pemeriksaan NCS sebesar 41 orang (82%) dan CTS negatif sebesar 9 orang (18%), sedangkan untuk proporsi pergelangan tangan didapatkan CTS positif sebesar 77 pergelangan tangan (89%) dan CTS negatif sebesar 9 pergelangan tangan (11%). Pada penelitian ini berdasarkan uji bivariat didapatkan faktor yang memiliki hubungan signifikan dengan kejadian CTS berdasarkan pemeriksaan NCS antara lain usia, jenis kelamin, status IMT dan rasio pergelangan tangan dengan masing-masing memiliki nilai $P < 0,05$.

Tabel 4.2 Hubungan karakteristik subjek penelitian dengan kejadian CTS

Variabel	CTS		Total	P value
	Positif	Negatif		
Usia				
≤45 tahun	10(62,5%)	6 (37,5%)	16 (100%)	0,022*
>45 tahun	31(91,2%)	3 (8,8%)	34 (100%)	
Jenis Kelamin				
Perempuan	39 (90,7%)	4 (9,3%)	43 (100%)	0,001*
Laki-laki	2 (28,6%)	5 (71,4%)	7 (100%)	
IMT				
Underweight-Normal	10 (62,5%)	6 (37,5%)	16 (100%)	0,022*
Overweight	31 (91,2%)	3 (8,8,0%)	34 (100%)	
Pekerjaan				
Wiraswasta	6 (60,0%)	4 (40,0%)	10 (100%)	0,078**
IRT	27 (93,1%)	2 (6,9%)	29 (100%)	
PNS	7 (77,8%)	2 (22,2%)	9 (100%)	
Tenaga medis	1 (50,0%)	1 (50,0%)	2 (100%)	
Rasio pergelangan tangan				
≤0.7	20 (71,4%)	8 (28,6%)	28 (100%)	<0,001*
>0.7	57 (98,3%)	1 (9,3%)	58 (100%)	

Ket :

*Fisher's Exact Test

**LikelihoodRatio

4.3 Hubungan Derajat NCS terhadap Hasil Pemeriksaan USG

Pengukuran pada pemeriksaan USG dinilai 4 komponen yaitu terdiri dari CSAc, CSAp, Mean CSApc dan Δ CSA yang lebih dahulu dilakukan uji normalitas, yang menyatakan bahwa data subjek penelitian tidak berdistribusi normal dengan *p value* <0.05 sehingga uji Kruskal Wallis digunakan sebagai uji non parametris untuk mencari hubungan antara derajat CTS dari hasil pemeriksaan NCS dengan pemeriksaan USG yang disajikan pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Hubungan derajat CTS dengan hasil pemeriksaan USG

USG	NCS				P Value
	Berat	Sedang	Ringan	Normal	
CSAc					
Mean \pm SD	20,1 \pm 2,0	15,7 \pm 3,2	12,0 \pm 2,3	8,9 \pm 1,8	<0,001*
Median	20,4	15,9	11,3	8,4	
CSAp					
Mean \pm SD	16,9 \pm 1,9	12,7 \pm 2,8	9,6 \pm 2,1	7,8 \pm 1,6	<0,001*
Median	16,1	13,0	9,1	7,1	
Mean CSApc					
Mean \pm SD	18,5 \pm 1,0	14,2 \pm 0,5	10,8 \pm 0,3	8,4 \pm 0,6	<0,001*
Median	18	14,6	10,3	7,9	
ΔCSA					
Mean \pm SD	3,2 \pm 1,4	3,0 \pm 1,1	2,4 \pm 0,6	1,0 \pm 0,6	<0,001*
Median	2,9	2,9	2,5	0,8	

Ket :

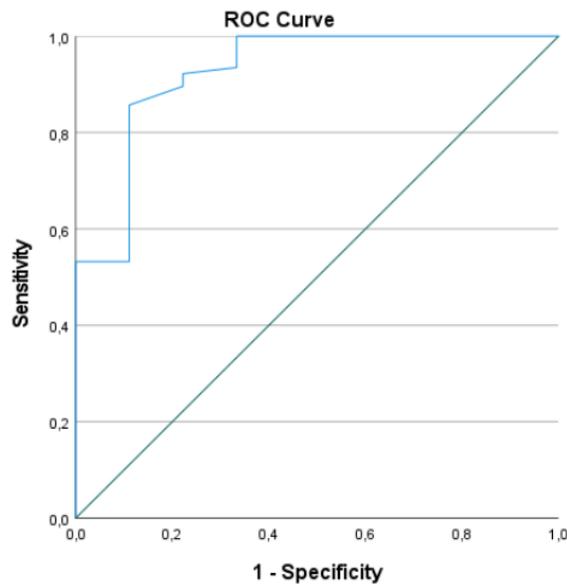
*Uji Kruskal Wallis

Pada parameter pemeriksaan CSAc didapatkan hasil NCS normal dengan nilai rata-rata 8,9 \pm 1,8mm², derajat ringan dengan nilai rata-rata 12,0 \pm 2,3 mm², derajat sedang dengan nilai rata-rata 15,7 \pm 3,2 mm² dan derajat berat dengan nilai 20,1 \pm 2,0 mm² dengan nilai P <0,001. Pada parameter pemeriksaan CSAp didapatkan hasil NCS normal dengan nilai rata-rata 7,8 \pm 1,6 mm², derajat ringan dengan nilai rata-rata 9,6 \pm 2,1 mm², derajat sedang dengan nilai rata-rata 12,7 \pm 2,8 mm² dan derajat berat dengan nilai 16,9 \pm 1,9 mm² dengan nilai P <0,001. Pada parameter pemeriksaan mean CSApc didapatkan hasil NCS normal dengan nilai rata-rata 8,4 \pm 0,6 mm², derajat ringan dengan nilai rata-rata 10,8 \pm 0,3 mm², derajat sedang dengan nilai rata-rata 14,2 \pm 0,5 mm² dan derajat berat dengan nilai 18,5 \pm 1,0 mm² dengan nilai P <0,001. Pada parameter pemeriksaan Δ CSA didapatkan hasil NCS normal dengan nilai rata-rata 1,0 \pm 0,6 mm², derajat ringan dengan nilai rata-rata

$2,4 \pm 0,6 \text{ mm}^2$, derajat sedang dengan nilai rata-rata $3,0 \pm 1,1 \text{ mm}^2$ dan derajat berat dengan nilai $3,2 \pm 1,4 \text{ mm}^2$ dengan nilai $P < 0,001$.

4.4 Akurasi Pemeriksaan USG dibandingkan dengan NCS

Akurasi pemeriksaan USG dilakukan pada 86 pergelangan tangan yang menjadi subjek penelitian ini. Pada **Gambar 4.1** menunjukkan *ROC Curve* untuk menentukan *cut off point* dari pengukuran CSAc. Dari *ROC Curve* CSAc didapatkan AUC (*area under the curve*) sebesar 92% dengan *cut off point* $\geq 10,7 \text{ mm}^2$ yang menyatakan positif CTS pada subjek penelitian. Uji diagnostik pemeriksaan USG dinilai dari pengukuran CSAc yang dibandingkan dengan pemeriksaan NCS disajikan pada **Tabel 4.4**. Uji diagnostik pemeriksaan USG didapatkan sensitivitas CSAc sebesar 89,7%, spesifisitas sebesar 77,7%, nilai prediktif positif sebesar 97,1%, nilai prediktif negatif 46,7%, rasio kemungkinan positif sebesar 4,0, rasio kemungkinan negatif sebesar 0,1 dan akurasi sebesar 88,4% serta tingkat reliabilitas dengan uji Kappa Cohen sebesar 0,50 dengan nilai $P\text{-Value} < 0,05$.

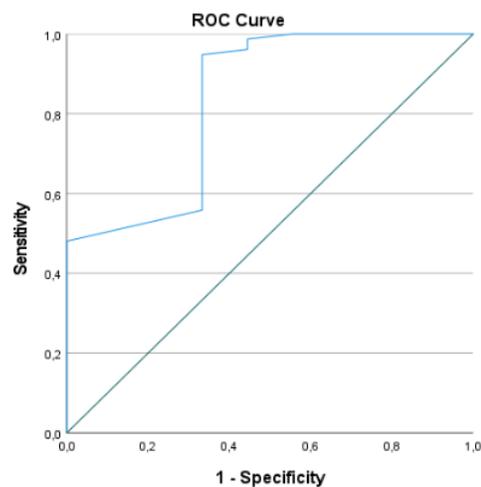


Gambar 4.1 ROC Curve CSAc

Tabel 4.4 Crosstabulation NCS dengan USG (CSAc)

USG (CSAc)	NCS		Total
	Positif	Negatif	
Positif	69	2	71
Negatif	8	7	15
Total	77	9	86

Pada **Gambar 4.2** menunjukkan *ROC Curve* untuk menentukan *cut off point* dari pengukuran CSAp. Dari *ROC Curve* CSAp didapatkan *AUC (area under the curve)* sebesar 83,4% dengan *cut off point* $\geq 9,0$ yang menyatakan positif CTS pada subjek penelitian. Uji diagnostik pemeriksaan USG dinilai dari pengukuran CSAp yang dibandingkan dengan pemeriksaan NCS disajikan pada **Tabel 4.5**. Uji diagnostik pemeriksaan USG didapatkan sensitivitas CSAp sebesar 72,7%, spesifisitas sebesar 66,7%, nilai prediktif positif sebesar 94,9%, nilai prediktif negatif 22,2% , rasio kemungkinan positif sebesar 2,18, rasio kemungkinan negatif sebesar 0,41 dan akurasi sebesar 72,1% serta tingkat reliabilitas dengan uji Kappa Cohen sebesar 0,2 dengan nilai *P-Value* $< 0,05$.

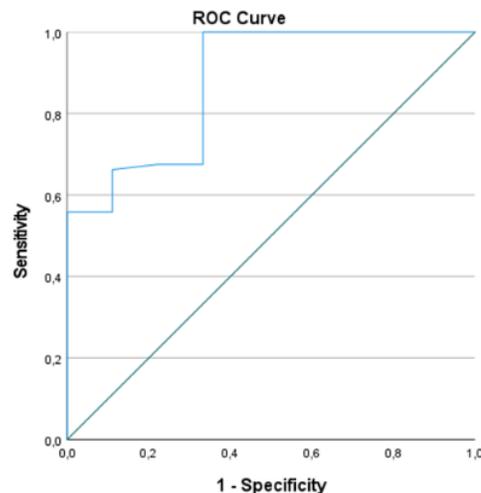


Gambar 4.2 ROC Curve CSAp

Tabel 4.5 *Crosstabulation* NCS dengan USG (CSAp)

USG (CSAp)	NCS		Total
	Positif	Negatif	
Positif	56	3	59
Negatif	21	6	27
Total	77	9	86

Pada **Gambar 4.3** menunjukkan *ROC Curve* untuk menentukan *cut off* point dari pengukuran mean CSAcp. Dari *ROC Curve* mean CSAcp didapatkan AUC (*area under the curve*) sebesar 87,8% dengan *cut off* point $\geq 10,2$ mm² yang menyatakan CTS pada subjek penelitian. Uji diagnostik pemeriksaan USG dinilai dari pengukuran mean CSAcp yang dibandingkan dengan pemeriksaan NCS disajikan pada **Tabel 4.6**. Uji diagnostik pemeriksaan USG didapatkan sensitivitas mean CSAcp sebesar 67,5%, spesifisitas sebesar 66,7%, nilai prediktif positif sebesar 94,6%, nilai prediktif negatif 19,3% , rasio kemungkinan positif sebesar 2,0 rasio kemungkinan negatif sebesar 0,5 dan akurasi sebesar 67,4% serta tingkat reliabilitas dengan uji Kappa Cohen sebesar 0,1 dengan nilai *P-Value* < 0,05.

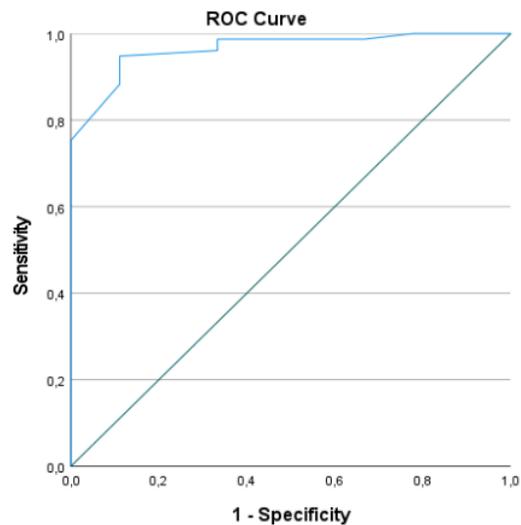


Gambar 4.3 ROC Curve Mean CSAcp

Tabel 4.6 Crosstabulation NCS dengan USG (Mean CSAcp)

USG (CSAp)	NCS		Total
	Positif	Negatif	
Positif	52	3	59
Negatif	25	6	31
Total	77	9	86

Pada **Gambar 4.4** menunjukkan *ROC Curve* untuk menentukan *cut off point* dari pengukuran Δ CSA. Dari *ROC Curve* Δ CSA didapatkan AUC (*area under the curve*) sebesar 96,5% dengan *cut off point* $\geq 2,0$ yang menyatakan CTS pada subjek penelitian. Uji diagnostik pemeriksaan USG dinilai dari pengukuran Δ CSA yang dibandingkan dengan pemeriksaan NCS disajikan pada **Tabel 4.7**. Uji diagnostik pemeriksaan USG didapatkan sensitivitas Δ CSA sebesar 92,2%, spesifisitas sebesar 88,9%, nilai prediktif positif sebesar 98,6%, nilai prediktif negatif 57,1%, rasio kemungkinan positif sebesar 8,3, rasio kemungkinan negatif sebesar 0,1 dan akurasi sebesar 91,9% serta tingkat reliabilitas dengan uji Kappa Cohen sebesar 0,65 dengan nilai *P-Value* $< 0,05$.

Gambar 4.4 ROC Curve Δ CSA

Tabel 4.7 *Crosstabulation* NCS dengan USG (Δ CSA)

USG (Δ CSA)	NCS		Total
	Positif	Negatif	
Positif	71	1	72
Negatif	6	8	17
Total	77	9	86

Rekapitulasi uji diagnostik dari pemeriksaan USG yang terdiri dari pengukuran CSAc, CSAp, dan Δ CSA disajikan pada **Tabel 4.8**. Dari tabel tersebut didapatkan bahwa pengukuran Δ CSA memiliki sensitivitas yang tertinggi yaitu 92,2%, spesifisitas 88,9%, dan nilai akurasi tertinggi yaitu 91,9% dan uji reliabilitas yang tertinggi yaitu dengan nilai Kappa Cohen 0,6.

Tabel 4.8 Rekapitulasi uji dignostik pemeriksaan USG

	Pemeriksaan USG			
	CSAc	CSAp	Mean CSAcp	Δ CSA
<i>Cut off point</i> (mm ²)	10,7	9,0	10,2	2,0
Sensitivitas	89,6%	72,7%	67,5%	92,2%
Spesifisitas	77,8%	66,7%	66,7%	88,9%
Nilai Prediktif positif	89,5%	94,9%	89,5%	98,6%
Nilai Prediktif negatif	46,7%	22,2%	19,3%	57,1%
Rasio kemungkinan positif	4,0	2,1	2,0	8,3
Rasio kemungkinan negatif	0,1	0,4	0,5	0,1
Reliabilitas (Uji Kappa)	0,5	0,2	0,2	0,6
Akurasi	88,3%	72,1%	67,4%	91,9%

BAB V

PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan uji diagnostik untuk mengetahui tingkat akurasi pemeriksaan ultrasonografi (USG) dibandingkan pemeriksaan konduksi saraf (NCS). Uji dignostik pada penelitian ini menilai berbagai variasi pengukuran dalam pemeriksaan USG, yang terdiri dari CSAc, CSAp, mean CSAcp dan Δ CSA yang dibandingkan dengan pemeriksaan NCS sehingga menghasilkan nilai sensitivitas, spesifisitas, nilai prediktif positif, nilai prediktif negatif, rasio kemungkinan positif, rasio kemungkinan negatif, reliabilitas dan akurasi. Subjek penelitian merupakan pasien yang datang ke poli neurologi RS Mohammad Hoesin Palembang dengan keluhan klinis CTS kemudian dilakukan pemeriksaan NCS dan USG.

Pada penelitian ini didapatkan subjek penelitian berdasarkan usia terbanyak yaitu kategori usia 46-65 tahun sebesar 56% dengan nilai rata-rata usia 52 ± 11 tahun. Hal ini sesuai dengan studi kepustakaan bahwa CTS banyak dijumpai pada penderita dengan umur 40-60 tahun. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Regina di RSMH (2020) didapatkan bahwa usia 46 – 60 tahun merupakan usia terbanyak.⁴⁷ Pada penelitian yang dilakukan Rienzie dkk di RSMH (2021) berdasarkan usia, kategori usia 51-60 tahun merupakan kelompok dominan yang dilaporkan.⁴⁸ Pada uji analisis yang dilakukan antara variabel usia dengan kejadian CTS berdasarkan hasil pemeriksaan NCS didapatkan CTS positif lebih banyak pada usia >45 tahun dibandingkan kelompok CTS negatif serta didapatkan perbedaan yang signifikan dengan nilai $P < 0,05$ dengan membagi menjadi 2 kelompok sehingga bisa menggunakan *Fisher's Exact Test*. Studi lain yang dilakukan Pourmemari et al. menunjukkan bahwa usia mempengaruhi risiko CTS yaitu lebih dari 2 kali lebih sering pada kelompok usia 40-49 tahun (HR 2,5, 95% CI: 1,7-3,8).⁴⁹

Kejadian CTS akan meningkat seiring dengan bertambahnya usia yang disebabkan proses degeneratif dapat mempengaruhi sistem saraf perifer melalui beberapa faktor seperti perubahan degeneratif pada jaringan ikat, penurunan elastisitas jaringan, peningkatan risiko penyakit degeneratif, dan penurunan aktivitas fisik yang berkontribusi pada perkembangan kondisi ini pada populasi usia lanjut. Proses pembengkakan jaringan di sekitar terowongan karpal ini dapat mengakibatkan

terjadinya penyempitan ruang di dalam terowongan, yang kemudian memberikan tekanan pada nervus medianus. Selain itu, penurunan aktivitas fisik pada usia lanjut juga dapat menyebabkan penurunan kekuatan otot dan fleksibilitas serta aktivitas berulang yang dilakukan seiring dengan bertambahnya usia mengakibatkan lebih banyak tekanan pada saraf medianus sehingga mengalami perubahan bentuk yang dapat memperburuk gejala CTS. Sehingga semua proses degeneratif ini dapat mengubah parameter konduksi saraf. Pada penelitian sebelumnya menghubungkan proses degeneratif dengan amplitudo yang menurun sekitar 50% setelah usia 70 tahun dengan kecepatan konduksi motorik dan sensorik yang mengalami penurunan sebesar 10-20% diikuti distal latensi yang memanjang.^{50,51}

Berdasarkan distribusi jenis kelamin, jumlah subjek penelitian yang memiliki gejala CTS yang terbanyak yaitu perempuan dibandingkan laki-laki sebesar 43 orang (86%) dengan perbandingan 6:1. Pada penelitian ini didapatkan kelompok CTS positif terbanyak pada perempuan sebesar 90,7% jika dibandingkan dengan kelompok CTS negatif serta ditemukannya perbedaan yang signifikan antara jenis kelamin dengan kejadian CTS berdasarkan hasil pemeriksaan NCS dengan nilai $p < 0,05$. Beberapa penulis memperkirakan prevalensinya dalam populasi sebesar 9% pada wanita dan 0,6% pada pria dengan rasio perempuan atau laki-laki berkisar 3:1 hingga 10:1.⁶ Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Il Ho Lee dkk menunjukkan bahwa jumlah pasien CTS 2,5 kali lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki.⁵² Pada penelitian Tana dijelaskan bahwa adanya perbedaan hormonal pada wanita, terutama saat menopause dan wanita hamil. Insiden CTS yang tinggi telah dilaporkan pada wanita hamil, terutama selama trimester ketiga yang mencapai 62%. Hal ini disebabkan fluktuasi kadar estrogen yang menyebabkan akumulasi cairan sehingga terjadi kecenderungan edema, hipersensitivitas saraf dan fluktuasi kadar glukosa. Selain itu adanya perbedaan anatomi tulang karpal juga menjadi penyebab, dimana tulang pergelangan tangan pada wanita secara alami lebih kecil sehingga menciptakan ruang yang lebih sempit.^{24,53} Kejadian CTS pada perempuan juga dikaitkan dengan peranan dalam pekerjaan atau tugas yang dapat meningkatkan risiko CTS.^{24,53}

Pada penelitian ini didapatkan indeks massa tubuh (IMT) subjek penelitian lebih banyak memiliki kategori *overweight* sebesar 16 orang (32%) jika

dibandingkan dengan kategori IMT lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Gilang di Padang yang melaporkan bahwa dominan IMT pada subjek penelitian yaitu IMT *overweight-obese* sebesar 55,8%.⁵⁴ Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Regina yang membagi kategori IMT menjadi 2 kelompok didapatkan dominan subjek penelitian dengan IMT normal sebesar 67,6%.⁴⁷ Pada uji analisis didapatkan jumlah terbanyak dengan IMT kategori *overweight* pada kelompok CTS positif jika dibandingkan dengan kelompok CTS negatif serta didapatkan perbedaan yang signifikan pada antara IMT dan kejadian CTS berdasarkan hasil NCS dengan nilai $p < 0,05$. Penelitian Gilang melaporkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara IMT dengan derajat CTS.⁵⁴ Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wiberg et al. bahwa pasien obesitas dua kali lebih mungkin mengalami CTS dan setiap peningkatan satu unit dalam BMI meningkatkan risiko CTS sebesar 7,4%. Pasien dengan *overweight* (BMI 25 - 29,9 kg/m²) dan obesitas (BMI > 30 kg/m²) meningkatkan risiko terkena CTS.²⁵ Akan tetapi mekanisme BMI yang tinggi dapat meningkatkan risiko CTS masih belum diketahui.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa proses dislipidemia, hiperglikemia, dan peningkatan proses polyol menyebabkan peningkatan produksi *advanced glycation end product* (AGE) pada pasien obesitas. Peningkatan AGE ini meningkatkan jumlah diacylglycerol dan protein kinase C, yang menghasilkan peningkatan angiotensin II dan endothelin-1, sementara penurunan proses nitric oxide, prostacyclin, dan faktor pemanasan yang berasal dari endothelium dapat menyebabkan timbulnya efek samping yang lebih. Kelainan ini menyebabkan neuropati dan tekanan karpal yang lebih tinggi yang dapat menyebabkan CTS jika terjadi pada nervus medianus. Karena proliferasi jaringan lemak di sekitar terowongan karpal menyebabkan terowongan karpal pada pasien obesitas menyempit. Selain itu, jaringan lemak menghasilkan sitokin, yang mempermudah inflamasi sehingga membuat terjadinya edema dan tekanan pada terowongan karpal meningkat.⁵⁵

Pada penelitian ini didapatkan pekerjaan terbanyak sebagai IRT sebesar 29 orang (58,0%), hal ini sesuai dengan temuan oleh Saputra yang melaporkan bahwa dominan pekerjaan sebagai IRT pada penderita CTS di Sumatera Selatan.⁵⁶ Pada penelitian ini didapatkan pekerjaan sebagai IRT sebagai subjek penelitian yang

dominan pada kelompok CTS positif jika dibandingkan dengan CTS negatif. Akan tetapi tidak dijumpai perbedaan yang signifikan yang ditemukan antara variabel pekerjaan dengan kejadian CTS berdasarkan hasil NCS pada penelitian ini. Hal ini sejalan dengan penelitian Regina pada uji analisis didapatkan bahwa pekerjaan juga tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan nilai $p=0.743$.⁴⁷ Variasi intensitas pekerjaan yang mirip dalam hal frekuensi, durasi, dan beban kerja di penelitian ini mungkin membuat perbedaan kejadian CTS menjadi tidak terlalu terlihat. Akan tetapi, IRT menjadi pekerjaan dominan yang didapatkan dari hasil penelitian yang merupakan faktor resiko terjadinya CTS yang disebabkan oleh kebiasaan dalam penggunaan pergelangan tangan yang berulang. Terdapat bukti hubungan positif dengan pekerjaan yang melibatkan gerakan tangan yang berulang dan pekerjaan yang melibatkan gerakan tangan dengan kuat yang dapat menyebabkan tekanan berulang pada nervus medianus pada terowongan carpal.²⁵

Berdasarkan distribusi rasio pergelangan tangan didapatkan 58 orang (67,4%) subjek penelitian dengan dominan rasio pergelangan tangan $>0,7$, berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Dena dkk yang melaporkan rasio pergelangan tangan $\leq 0,7$ yang lebih dominan pada subjek penelitiannya. Dari hasil uji analisis didapatkan bahwa rasio pergelangan tangan $>0,7$ dominan pada kelompok CTS positif jika dibandingkan dengan kelompok CTS negatif serta pada penelitian ini didapatkan hubungan yang signifikan antara rasio pergelangan tangan dengan kejadian CTS berdasarkan hasil NCS. Pada penelitian Dena dkk didapatkan perbedaan yang juga signifikan antara variabel rasio pergelangan tangan dengan kejadian CTS berdasarkan skor BCTQ dengan nilai $P < 0,05$ dan kemungkinan 6,6 kali risiko terjadinya CTS pada subjek penelitian yang memiliki rasio pergelangan tangan $>0,7$.⁵⁷ Rasio pergelangan tangan dan rasio tangan menurut penelitian Boz, dkk dan Kamoltz dkk bahwa rasio pergelangan tangan penderita CTS lebih besar daripada kontrol. Chiotis dkk meneliti bahwa kecepatan konduksi sensorik dan latensi motor distal dari nervus medianus berhubungan dengan rasio tangan, rasio pergelangan tangan, rasio carpal tunnel inlet dan outlet.⁵⁸

Pada penelitian ini paling banyak ditemukan CTS derajat ringan yaitu 44 orang (55,4%) berdasarkan hasil pemeriksaan NCS. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian tentang hubungan USG terhadap derajat keparahan CTS yang

dilakukan oleh Tugba dkk bahwa dominan subjek penelitian adalah CTS derajat ringan.⁵⁹ Hal ini berbeda hasilnya dengan penelitian sebelumnya di RSMH yang dilakukan oleh Rianzie dkk (2021) bahwa CTS derajat sedang yang dominan ditemukan.⁴⁸ Hal ini dapat disebabkan adanya perbedaan populasi dan karakteristik subjek penelitian. Tingginya kesadaran pada pasien terhadap gejala awal CTS dapat mempengaruhi hasil penelitian ini.

Pada penelitian ini didapatkan dominan subjek penelitian mengalami CTS bilateral sebesar 36 orang (72,0%). Hal ini sejalan dengan penelitian Gilang yang melaporkan dominan subjek penelitiannya mengalami CTS bilateral sebesar 76,5%.⁵⁴

Pada penelitian ini juga dilakukan uji analisis hubungan antara derajat CTS berdasarkan pemeriksaan NCS dengan masing-masing parameter pengukuran pada pemeriksaan USG bahwa didapatkan perbedaan yang signifikan dengan nilai $p < 0,05$. Hal ini sejalan dengan penelitian Elnady dkk bahwa ada perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata dari CSAc, mean CSAcp dan Δ CSA dengan nilai $p < 0,05$.⁴ Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Emril dkk didapatkan perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata CSAc dan Δ CSA terhadap kelompok CTS dan bukan CTS dengan nilai $p < 0.001$.⁶ penelitian sebelumnya, penelitian ini membandingkan dengan derajat CTS terhadap pemeriksaan USG.

Pada kelompok normal yang dinilai berdasarkan hasil pemeriksaan NCS didapatkan nilai rata-rata CSAc $8,9 \pm 1,8 \text{ mm}^2$. Hal ini hampir memiliki hasil yang sama dengan penelitian oleh Klauser (Austria) dkk bahwa didapatkan nilai rata-rata CSAc yaitu $9,0 \pm 1,5 \text{ mm}^2$ pada kelompok subjek penelitian normal.⁴³ Sejalan juga dengan penelitian oleh Widya (Jakarta) didapatkan nilai rata-rata CSAc $8,3 \pm 1,4 \text{ mm}^2$ pada kelompok normal.⁶⁰ Akan tetapi berbeda dengan penelitian oleh Emril (Aceh) dkk didapatkan nilai rata-rata CSAc pada kelompok normal yaitu $13,26 \text{ mm}^2$ dan berbeda juga dengan penelitian yang dilakukan Elnady (Saudi Arabia) dkk dengan nilai rata-rata CSAc pada kelompok normal yaitu sebesar $9.3 \pm 1.6 \text{ mm}^2$.^{4,6} Nilai normal rata-rata CSA saraf medianus pada saluran masuk atau inlet (CSAc) terowongan karpal bervariasi diantara laporan-laporan penelitian yang ada, berkisar 6,1 hingga $10,4 \text{ mm}^2$.⁶¹

Nilai rata-rata CSAp pada kelompok normal pada penelitian ini adalah $7,8 \pm 1,6 \text{ mm}^2$ yang sejalan dengan penelitian Zhang (China) dkk yang melaporkan nilai rata-rata CSAp pada kelompok normal sebesar $7,7 \pm 1,41 \text{ mm}^2$, tetapi berbeda jika dibandingkan dengan penelitian oleh Cheng (China) dkk sebesar $8,7 \pm 0,3 \text{ mm}^2$.^{62,63} Penelitian Emril dkk melaporkan hasil yang berbeda bahwa nilai rata-rata kelompok subjek normal yaitu $13,32 \text{ mm}^2$. Pada penelitian ini didapatkan nilai rata-rata dari mean CSAcp sebesar $8,4 \pm 0,6 \text{ mm}^2$, hal ini hampir sama dengan hasil penelitian yang dilakukan Elnady yaitu sebesar $8,8 \pm 1,5 \text{ mm}^2$.⁴ Saat ini masih sedikit penelitian yang menggunakan parameter mean CSAcp, sehingga sulit membandingkan nilai rata-rata pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya.

Pada penelitian ini, nilai rata-rata ΔCSA pada kelompok normal lebih kecil jika dibandingkan dengan kelompok CTS yaitu sebesar $1,0 \pm 0,6 \text{ mm}^2$, hal ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Elnady (Saudi Arabia) dkk didapatkan hasil rata-rata ΔCSA pada kelompok normal sebesar $0,9 \pm 1,5 \text{ mm}^2$ dan hasil sedikit berbeda dengan penelitian oleh Emril dkk yaitu pada kelompok normal didapatkan nilai rata-rata ΔCSA sebesar $0,8 \text{ mm}^2$.^{4,6} Penelitian oleh Klauser dkk memiliki hasil yang jauh berbeda yaitu sebesar $0,25 \pm 0,43 \text{ mm}^2$.^{4,3} Hal ini disebabkan karena ΔCSA ditentukan dari variasi sampel pada ukuran CSAc dan CSAp yang mungkin tidak sama pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Akan tetapi perbedaan antara CSAc dan CSAp yang dinyatakan dalam ΔCSA merupakan parameter yang lebih baik untuk mengatasi perbedaan individu dengan mengkompensasi variabilitas CSA antar individu, sehingga parameter ini memiliki keunggulan lebih akurat dalam mendiagnosis CTS dibandingkan CSAc atau CSAp saja.⁶³

Hasil distribusi nilai rata-rata parameter pengukuran USG terhadap derajat CTS berdasarkan pemeriksaan NCS didapatkan bahwa pada CTS derajat ringan memiliki nilai rata-rata CSAc $12,0 \pm 2,3 \text{ mm}^2$, CTS derajat sedang $15,7 \pm 3,2 \text{ mm}^2$ dan CTS derajat berat $20,1 \pm 2,0 \text{ mm}^2$. Hal ini sesuai dengan kriteria Buchberger bahwa CTS derajat ringan memiliki ukuran CSAc sebesar $10,0\text{--}13,0 \text{ mm}^2$, CTS derajat sedang $13,0\text{--}15,0 \text{ mm}^2$ dan CTS derajat berat $>15,0 \text{ mm}^2$.^{42,43} Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zhang dkk didapatkan nilai rata-rata CSAc pada CTS derajat ringan $9,53 \pm 1,64 \text{ mm}^2$, CTS derajat sedang $12,88 \pm 4,57 \text{ mm}^2$ dan CTS derajat berat $15,21 \pm 5,98 \text{ mm}^2$.⁶² Pada penelitian ini didapatkan perbedaan yang signifikan antara

nilai rata-rata CSAc dengan derajat CTS. Hal ini juga didukung oleh Karadag et al yang menemukan kesesuaian yang tinggi antara ultrasonografi dengan pemeriksaan elektrofisiologi yang menentukan tingkat keparahan CTS.⁴²

Distribusi nilai rata-rata CSAp berdasarkan derajat CTS dari pemeriksaan NCS didapatkan CTS derajat ringan $9,6 \pm 2,1 \text{ mm}^2$, sedang $12,7 \pm 2,8 \text{ mm}^2$, dan berat $16,9 \pm 1,9 \text{ mm}^2$ hal ini berbeda dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Zhang dkk yang menghasilkan nilai rata-rata CSAp untuk CTS derajat rendah $8,29 \pm 1,33 \text{ mm}^2$, CTS derajat sedang $9,45 \pm 3,59 \text{ mm}^2$ dan CTS derajat berat $8,10 \pm 3,19 \text{ mm}^2$.⁶² Meskipun didapatkan hubungan yang signifikan antara nilai rata-rata CSAp terhadap derajat CTS pada penelitian ini, akan tetapi sedikit penelitian yang membahas tentang nilai rata-rata CSAp terhadap derajat CTS. Banyak penelitian membahas derajat CTS dikaitkan dengan nilai rata-rata CSAc yang dianggap lebih bermakna jika dibandingkan dengan CSAp seperti pada penelitian Emril dkk. Pada penelitian Klauser dkk hanya membandingkan 2 kelompok derajat CTS yaitu CTS ringan atau sedang dan CTS berat didapatkan nilai rata-rata CSAp meningkat pada CTS berat dibandingkan dengan CTS ringan atau sedang.⁴³

Distribusi nilai rata-rata pada mean CSAp berdasarkan derajat CTS didapatkan hasil pada CTS derajat ringan memiliki sebesar $10,8 \pm 0,3 \text{ mm}^2$, CTS derajat sedang $14,2 \pm 0,5 \text{ mm}^2$ dan CTS derajat berat $18,5 \pm 1,0 \text{ mm}^2$. Pada penelitian Elnady mengelompokkan hasil nilai rata-rata pada mean CSAp hanya pada 2 kelompok yaitu kelompok CTS dan kelompok kontrol, dimana didapatkan hasil pada kelompok CTS memiliki nilai rata-rata pada mean CSAp sebesar $14,5 \pm 4,2 \text{ mm}^2$ yang memiliki nilai lebih besar dibandingkan kelompok kontrol yaitu sebesar $8,8 \pm 1,5 \text{ mm}^2$.⁴ Pada penelitian Cheng, nilai rata-rata R-CSA diukur sebagai hasil dari rasio CSAc dan CSAp yang dibagi menjadi dua kelompok. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai rata-rata R-CSA pada kelompok CTS sebesar $16,3 \pm 0,07 \text{ mm}^2$ dan pada kelompok kontrol sebesar $1,1 \pm 0,2 \text{ mm}^2$. Namun, penelitian ini tidak mengelompokkan hasil tersebut berdasarkan derajat CTS, seperti yang dilakukan dalam penelitian ini.⁶³

Distribusi nilai rata-rata Δ CSA berdasarkan derajat CTS didapatkan hasil semakin parah derajat maka semakin bertambah nilai rata-rata Δ CSA. CTS derajat ringan memiliki nilai rata-rata Δ CSA $2,4 \pm 0,6 \text{ mm}^2$, derajat sedang $3,0 \pm 1,1 \text{ mm}^2$ dan

derajat berat $3,2 \pm 1,4 \text{ mm}^2$. Hal ini sejalan dengan penelitian Klauser dkk melaporkan bahwa makin parah tingkat CTS makin besar nilai rata-rata ΔCSA . Pada penelitian ini hanya membagi 2 kelompok yaitu CTS derajat ringan atau sedang yang memiliki rata-rata ΔCSA $5,2 \pm 3,1 \text{ mm}^2$ sedangkan pada CTS derajat berat sebesar $8,9 \pm 6,4 \text{ mm}^2$.⁴³ Berbeda penelitian El Shewi yang melaporkan bahwa rata-rata ΔCSA pada derajat ringan $3,4 \pm 1,1 \text{ mm}^2$, derajat sedang $8,2 \pm 4,4 \text{ mm}^2$, dan derajat berat $12,3 \pm 3,0 \text{ mm}^2$.⁶⁴

Pasien yang terbukti secara elektrodagnostik CTS mengalami peningkatan CSA nervus medianus secara signifikan jika dibandingkan pada kelompok normal. Terlihat dari penelitian ini didapatkan perbedaan signifikan antara parameter pengukuran yaitu CSAc, CSAp, mean CSAcp dan ΔCSA terhadap derajat CTS dengan nilai $P < 0,05$. Tidak ada penjelasan yang jelas mengapa nervus medianus ditemukan menebal atau membesar pada pemeriksaan USG pada CTS. Akan tetapi salah satu patofisiologi yang mungkin dapat diasumsikan bahwa adanya rangkaian respon biologis terhadap kompresi pada saraf perifer yaitu meliputi edema endoneurial, demielinasi, inflamasi, degenerasi aksonal distal, fibrosis, pertumbuhan akson baru, remielinasi, dan penebalan perineural dan endotel. Derajat degenerasi aksonal dikaitkan dengan jumlah edema endoneurial. Oleh karena itu, tingkat neuropati medianus yang lebih parah pada pemeriksaan elektrodagnostik dapat menghasilkan peningkatan edema endoneurial yang akan muncul sebagai peningkatan ukuran CSA saraf medianus melalui pemeriksaan USG.^{29,61,63}

Meena dan kolega menyebutkan bahwa untuk akurasi diagnostik juga dapat dipertimbangkan pemeriksaan USG yang selanjutnya dikorelasikan dengan pemeriksaan standard ENMG pada seluruh derajat CTS.³⁶ El Miedany et al merekomendasikan titik potong CSA saraf median untuk membedakan tingkat keparahan CTS yang berbeda dan korelasinya dengan pemeriksaan elektrofisiologi. Hal ini juga didukung oleh Karadag et al yang menemukan kesesuaian yang tinggi antara ultrasonografi dengan pemeriksaan elektrofisiologi yang menentukan tingkat keparahan CTS.⁴² Namun Mhoon dkk. melaporkan bahwa meskipun USG adalah alat skrining yang sangat sensitif untuk kelainan elektrodagnostik pada saraf medianus, akan tetapi tidak dapat menentukan tingkat keparahan CTS.⁴ Dalam hal kriteria klasifikasi CTS menggunakan ultrasonografi, semakin banyak penelitian yang

menyediakan data mengenai hubungan antara CSA saraf median (MN) dan tingkat keparahan CTS. Namun, standar ini belum seragam karena beberapa alasan. Pertama, penelitian menggunakan standar klasifikasi yang berbeda. Kedua, teknologi ultrasonografi, metode pengukuran, dan resolusi mesin yang bervariasi menyebabkan bias dalam hasil. Ketiga, nilai CSA saraf median (CSAc) terkait erat dengan faktor individu seperti usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh, dan etnis demografis.^{43,63}

Ultrasonografi (USG) diperkenalkan sebagai alat diagnostik untuk CTS pada awal 1990-an. USG telah menjadi alat pilihan untuk penelitian dan penggunaan klinis di bidang neurologi berkat kemajuan dalam kualitas dan portabilitasnya. Hubungan positif antara pengukuran ultrasonografi (USG) dan elektrodiagnostik menunjukkan bahwa ultrasonografi merupakan alat yang menjanjikan untuk skrining kasus CTS.⁶⁵ Salah satu temuan khas terkait dengan CTS adalah peningkatan luas penampang saraf medianus proksimal atau distal dari lokasi kompresi. Berbeda dengan studi ENMG yang menilai malfungsi fisiologis dari nervus median, USG mampu menilai abnormalitas struktur dari CTS. Dengan melihat pencitraan anatomi dari terowongan karpal, dapat terlihat perubahan – perubahan anatomikal yang terjadi, seperti sinovitis, tumor, dan malformasi anatomikal dari penyebab yang idiopatik. USG juga memiliki kemampuan mengukur perubahan akut fisiologi, sehingga USG dapat membantu dalam mengevaluasi keluhan pasien yang memiliki nilai normal pada pemeriksaan NCS.⁶⁵

Berbagai parameter untuk menilai CTS pada pemeriksaan USG seperti luas penampang lintang (CSA), *flattening ratio* (FR) dan *palmar bowing* (PB). *American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine* (AANEM) menggarisbawahi bahwa CSA sebagai tes diagnostik yang akurat untuk mendiagnosis CTS dan menganjurkan tes tersebut digunakan untuk menyaring kelainan struktural pada pasien dengan CTS.⁹ Meski demikian, masih kurangnya konsensus mengenai nilai batas diagnostik untuk CTS.

Penelitian ini melakukan uji diagnostik dengan membandingkan beberapa pengukuran tambahan pada CSA nervus medianus yaitu CSAc, CSAp, mean CSAcp dan Δ CSA. Sebelum dilakukan uji diagnostik masing-masing pengukuran, penelitian ini akan menentukan *cut off point* terlebih dahulu. Pada penelitian ini nilai dari ROC Curve CSAc didapatkan AUC (*area under the curve*) yang baik, mendekati 100%

sebesar 92% dengan cut off point $\geq 10,7$ mm² (sensitivitas 89,6%; spesifisitas 77,8%) yang menyatakan CTS pada subjek penelitian. Hal ini sejalan dengan penelitian lain Kwon dkk. melaporkan bahwa CSAc di saluran masuk terowongan karpal dengan ambang batas 10,7 mm² (sensitivitas 66% dan spesifisitas 63%).⁶⁶ Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan di Indonesia oleh Widya tahun 2017 didapatkan bahwa titik potong CSAc sebesar 10,6 mm² (sensitivitas 95%; spesifisitas 95%).⁶⁰ Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Jae Hyun dkk di Korea yang melaporkan cut off point CSAc 9,0 mm² (sensitivitas 86,7% dan spesifisitas 88%).⁶¹ Begitu juga hasil penelitian oleh Azami dkk di Iran yang melaporkan cut off point CSAc 9,15 mm² (sensitivitas 99,2% dan spesifisitas 88,3%).⁶⁷

Hasil *cut off point* CSAp pada penelitian ini adalah sebesar $\geq 9,0$ mm² (sensitivitas 72,7% dan spesifisitas 66,7%) dengan nilai AUC 83,4%. Hal ini sedikit berbeda dari hasil penelitian Benedictus dkk bahwa *cut off point* CSAp atau dinyatakan dalam penelitian tersebut sebagai CSA inlet sebesar 9,50 mm² (sensitivitas 63,2% dan spesifisitas 38,1%).⁶⁸ Sedikit penelitian yang menghitung *cut off point* CSAp disebabkan karena dari hasil penelitian sebelumnya didapatkan perbedaan yang tidak signifikan pada pengukuran CSAp.^{4,6,43,62,63} Meskipun pengukuran CSAp memiliki sensitivitas dan spesifitas yang rendah akan tetapi CSAp dapat mendeteksi pembesaran nervus medianus di bagian proksimal sehingga dapat memberikan informasi tambahan tentang sejauh mana keterlibatan nervus medianus pada kasus CTS. Pengukuran CSAp tetap bisa menjadi pelengkap yang berguna untuk mengukur komponen dari Δ CSA.

Hasil *cut off point* dari mean CSAcp didapatkan sebesar $\geq 10,2$ mm² (sensitivitas 67,5% dan spesifisitas 66,7 %) dengan nilai AUC 87,8%. Hal ini hampir sama dengan hasil penelitian Elnady dkk yang memiliki hasil *cut off point* dari mean CSAcp sebesar 10,0 mm² (sensitivitas 83% dan spesifisitas 85%).⁴ Seperti halnya CSAp, sedikit penelitian sebelumnya yang menyertakan *cut off point* dari nilai mean CSAcp walaupun secara statistika pada penelitian ini berkorelasi dengan tingkat keparahan CTS.

Pengukuran Δ CSA memiliki sensitivitas yang sebesar 92,2%, spesifisitas sebesar 88,9% dan akurasi sebesar 91,9% dengan nilai *cut off point* sebesar $\geq 2,0$ mm² dengan nilai AUC 96,5%. Pada penelitian Elnady dkk *cut off point* Δ CSA sebesar 2,0

mm² menghasilkan sensitivitas 97% dan spesifisitas 90%. Tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan Cheng dkk dengan *cut off point* Δ CSA 2,03 mm² menghasilkan sensitivitas 100% dan spesifisitas 100%. Sedangkan pada penelitian Emril dkk dengan *cut off point* Δ CSA sebesar 2,10 mm² menghasilkan sensitifitas 88,5% dan spesifisitas 65%. Dibandingkan dengan parameter pengukuran lainnya, Δ CSA memiliki komponen uji diagnostik yang lebih unggul. Hal ini sejalan dengan penelitian Elnady, Emril dan Cheng.^{4,6,63} Nilai kappa yang dihasilkan pada parameter Δ CSA sebesar 0,65 yang memiliki tingkat kesesuaian *moderate*. Tingkat kesesuaian ini menunjukkan bahwa Δ CSA dapat digunakan dalam praktik klinis. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Emril yang menghasilkan nilai Kappa yang lebih tinggi dari penelitian ini sebesar 0,71.⁶ Meskipun, CSAc di pintu masuk terowongan karpal bisa mencerminkan pembesaran pada nervus medianus akan tetapi pengukuran ini dapat dipengaruhi faktor – faktor yang telah disebutkan sebelumnya, sehingga berpotensi menghasilkan diagnosis positif palsu. Maka dari itu pemilihan parameter Δ CSA dapat mengatasi keterbatasan ini dengan membandingkan luas penampang CSAc di pintu masuk terowongan karpal dimana kompresi paling mungkin terjadi dengan CSAp di lokasi proksimal yang relatif tidak terpengaruh.⁶⁴

Pemeriksaan elektodiagnostik (NCS) dianggap sebagai *gold standar* untuk mendiagnosis CTS dengan tingkat sensitivitas antara 82–94% dan spesifisitas antara 65–97%.⁴ Jika dibandingkan dengan pemeriksaan NCS maka pemeriksaan Δ CSA memiliki sensitivitas hampir sama sedangkan untuk spesifisitas lebih rendah dibandingkan pemeriksaan NCS. Semakin besar perbedaan antara CSAc dan CSAp maka semakin parah kompresi nervus medianus. Hubungan langsung antara Δ CSA dengan tingkat kompresi saraf berkontribusi pada akurasi diagnostiknya yang tinggi dalam mendiagnosis CTS. Selain itu juga Δ CSA memiliki nilai prediktif positif (PPV) dan nilai prediktif negatif (NPV) yang tinggi dibandingkan dengan parameter lain menegaskan kemampuannya untuk meningkatkan keyakinan dalam mendiagnosis CTS.

Pemeriksaan elektrofisiologi dapat menunjukkan tingkat keparahan cedera nervus medianus, tetapi tidak bisa mengungkapkan perubahan histomorfologi pada saraf medianus dan jaringan sekitarnya. Pemeriksaan ini juga memiliki tingkat negatif palsu sebesar 5–10%, hal ini mungkin terjadi karena gejala muncul lebih awal

sebelum gangguan pada konduksi saraf serabut sensorik mielin terdeteksi.^{63,69} Sehingga pemeriksaan USG dapat digunakan sebagai alat awal untuk menilai CTS pada pasien dengan hasil studi elektrofisiologi yang negatif atau dalam batas normal.⁴ Terdapat korelasi antara pemeriksaan ultrasonografi dan NCS dalam memberikan dasar yang obyektif untuk diagnosis klinis dan klasifikasi CTS. Kedua metode diagnostik ini dapat saling melengkapi dalam mendiagnosis CTS. Kamolz dkk. menyarankan bahwa pasien yang dicurigai menderita CTS dapat didiagnosis terlebih dahulu melalui pemeriksaan fisik dan kemudian menilai nervus medianus dan struktur di sekitarnya yang dinilai dengan USG untuk mengesampingkan variasi anatomis atau etiologi lainnya. Akan tetapi untuk pasien dengan gejala atipikal atau neuropati yang lebih luas, NCS dapat menjadi pilihan pertama dengan USG digunakan sebagai tes tambahan.⁶³

Penelitian ini sudah dilakukan dengan metode yang sesuai, akan tetapi masih memiliki keterbatasan berupa terdapat bias pengacakan referensi dimana dalam hal ini kurangnya data perbandingan dengan metode diagnostik lain seperti MRI yang dapat memberikan perbandingan langsung secara jelas sehingga studi ini dapat memberikan bukti yang lebih kuat. Selain itu, pengelompokan variabel pekerjaan yang luas yang menyebabkan kemungkinan tidak terdapatnya hubungan signifikan antara pekerjaan dengan kejadian CTS. Keterbatasan standar *cut off point* atau kriteria yang belum disepakati dalam mendiagnosis CTS melalui pemeriksaan USG menjadikan tantangan dalam melakukan penelitian ini yang diharapkan dari hasil penelitian ini dapat menjadi sumber referensi pada populasi di Sumatera Selatan khususnya di RS Muhammad Hoesin Palembang.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil, analisis dan pembahasan, didapatkan kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa sebagian besar subjek penelitian adalah perempuan berusia 46-65 tahun, dengan rata-rata usia 52 tahun. Kategori *overweight* merupakan indeks massa tubuh terbanyak yang dijumpai sebesar 32% dan mayoritas subjek penelitian adalah ibu rumah tangga (58%). Selain itu, 67,4 % peserta menunjukkan rasio pergelangan tangan $>0,7$. CTS derajat ringan adalah yang paling umum ditemukan sebesar 55,4% berdasarkan hasil pemeriksaan NCS. Adanya perbedaan signifikan ($p < 0,05$) antara kejadian CTS dengan jenis kelamin, usia, indeks massa tubuh, dan rasio pergelangan tangan.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CSAc, CSAp, mean CSApc, dan Δ CSA berbeda secara signifikan di berbagai derajat NCS, dengan nilai P 0,001. Nilai rata-rata CSA meningkat pada semua parameter seiring dengan derajat NCS.
3. Dengan sensitivitas sebesar 92,2%, spesifisitas sebesar 88,9%, dan akurasi sebesar 91,9% pada nilai batas (*cut off point*) 2,0 mm², pengukuran Δ CSA memiliki keunggulan dibandingkan dengan parameter pengukuran lainnya. Sensitivitas pengukuran Δ CSA hampir sama, tetapi spesifisitasnya lebih rendah daripada pemeriksaan NCS.

5.2 Saran

1. Pemeriksaan USG dapat dijadikan sebagai alat diagnostik awal CTS bagi pusat pelayanan yang belum memiliki pemeriksaan elektrodiagnostik. *Cut off point* dari penelitian ini diharapkan menjadi standar penerapan pelayanan USG di rumah sakit khususnya di Sumatera Selatan yang selanjutnya dapat dilakukan pengembangan multimodal untuk diagnostik CTS yang dapat mengkombinasikan USG dengan pemeriksaan klinis dan tes diagnostik lainnya.

2. Dengan mengetahui hubungan derajat CTS dengan parameter pemeriksaan USG diharapkan akan menjadi penelitian selanjutnya mengenai *cut off point* dari tiap-tiap derajat, sehingga kita dapat menggunakannya sebagai alat untuk evaluasi perkembangan penyakit dan respon terapi.
3. Dapat dilakukan penelitian mengenai analisis efektifitas biaya pada pemeriksaan USG sehingga membantu rumah sakit mengevaluasi apakah penggunaan USG untuk mendiagnosis CTS memberikan keuntungan dalam hal efisiensi biaya, waktu dan kepuasan pasien dibandingkan metode diagnostik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wright AR, Atkinson RE. Carpal tunnel syndrome: an update for the primary care physician. *Hawai Journal of Health & Social Welfare*. Vol. 78. 2019:6-10
2. Zaki HA, Shaban E, Salem W, Bilal F, Fayed M, Hendy M, et al. A comparative analysis between ultrasound and electromyographic and nerve conduction studies in diagnosing carpal tunnel syndrome (cts): a systematic review and meta-analysis. *Cureus*. 2022 Oct 19:1-12.
3. Tiara Aninditha Winnugroho Wiratman, Salim Harris, Winnugroho Wiratman. *Neuropati: Sindrom terowongan karpal*. 2022:2.801–802.
4. Elnady B, Rageh EM, Ekhouly T, Fathy SM, Alshaar M, Fouda ES, et al. Diagnostic potential of ultrasound in carpal tunnel syndrome with different etiologies: Correlation of sonographic median nerve measures with electrodiagnostic severity. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Dec 29;20:2-8
5. İlhan D, Toker S, Kilincioglu V, Gülcan E, Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Kütahya DA, Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ADKütahya D, et al. Assessment of the Boston Questionnaire in Diagnosis of Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome: Comparing Scores with Clinical and Neurophysiological Findings. Vol. 3, *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*. 2008;3:4-9
6. Emril DR, Zakaria I, Amrya M. Agreement between high-resolution ultrasound and electro-physiological examinations for diagnosis of carpal tunnel syndrome in the Indonesian population. *Front Neurol*. 2019;10:1-6
7. Küçükakkaş O, Yurdakul OV. The diagnostic value of clinical examinations when diagnosing carpal tunnel syndrome assisted by nerve conduction studies. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2019 Mar 1;61:136–41.
8. Wright S.A. Nerve conduction studies as a routine diagnostic aid in. *British Society for Rheumatology*. 2003;42:602–3.
9. Elsobky H, Kassem M, Youssif T, Abd-Elkhalek A, Khalil AF. Ultrasound Role in Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome and Postoperative Evaluation in Endoscopic Carpal Tunnel Release. *Open Journal of Modern Neurosurgery*. 2019;09(03):248–57.
10. Hermawan. *Tingkat Sensitivitas dan Spesifisitas Kombinasi Gambaran Klinis dan Ultrasonografi untuk Diagnosis Sindroma Terowongan Karpal di RSCM*. [Jakarta]: Universitas Indonesia; 2012:56-59
11. Moschovos C, Tsigoulis G, Kyrozis A, Ghika A, Karachalia P, Voumvourakis K, et al. The diagnostic accuracy of high-resolution ultrasound in screening for carpal tunnel syndrome and grading its severity is moderated by age. *Clinical Neurophysiology*. 2019;130(3):321–30.
12. Soubeyrand M, Melhem R, Protais M, Artuso M, Crézé M. Anatomy of the median nerve and its clinical applications. Vol. 39, *Hand Surgery and Rehabilitation*. Elsevier Masson SAS; 2020:2–18.
13. Netter FH, Craig JA, Perkins J, Hansen JT, Koeppen BM. *Atlas of neuroanatomy and neurophysiology*. The Netter Collection of Medical Illustrations. 2002:44-45.
14. P.Yugueros, R.A.Berger. *Anatomy of the carpal tunnel*. 2007:2–10

15. Demircay E, Civelek E, Cansever T, Kabatas S, Yilmaz C. Anatomic variations of the median nerve in the carpal tunnel: a brief review of the literature. *Turk Neurosurg.* 2011;21(3):388-396
16. Wipperman J, Goerl K. *Diagnosis and Management of Carpal Tunnel Syndrome.* Vol. 94. 2016:993-999
17. Zamborsky R, Kokavec M, Simko L, Bohac M. Carpal tunnel syndrome: symptoms, causes and treatment options. *Literature Reviev. Ortop Traumatol Rehabil.* 2017 Jan 26;19(1):1-8.
18. Yoshii Y, Zhao C, Amadio PC. Recent advances in ultrasound diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Diagnostics.* 2020 Aug 15;10(8):596.
19. Genova A, Dix O, Saefan A, Thakur M, Hassan A. Carpal tunnel syndrome: a review of literature. *Cureus.* 2020 Mar 19;12(3):2-8
20. Brena Bath. *Rehability and diagnosis validity of clinical examination and patient self-report measures in carpal tunnel syndrome. A Thesis. University of Saskatchewan Saskatoon; 2006:13-18*
21. Shahdevi Nandar Kumiawan, Machlusil Husna, Harun Al Rasyid, Nadiya Elfira Bilqis. The relationship of carpal tunnel syndrome clinical symptoms and electroneuromyography results in rssa malang. *Malang Neurology Journal.* 2016;2:1.
22. M.Bahrudin. *Carpal Tunnel Syndrome (CTS).* *SaintikaMed.* 2012;7(1):78-87.
23. Afshar A, Tabrizi A. *Pregnancy-related hand and wrist problems.* *Archives of Bone and Joint Surgery.* 2021 May 1;9(3):345-9.
24. RF Abdellah, KM Morsy, I Elshaboury. *Prevalence and risk factor of carpal tunnel syndrome among workers in the construction industry.* *Egypt J Occup Med.* 2016 Jan 1;40(1):1-13.
25. Nowak W, Znamirowska P, Szmigielska N, Zemsta K, Miśkiewicz J, Plata H, et al. *Risk factors for carpal tunnel syndrome.* *Journal of Pre-Clinical and Clinical Research.* 2023 Sep 29;17(3):167-70.
26. D Prastiyo, I Widaga. *Perbandingan konfigurasi tangan dan pergelangan tangan pada pasien carpal tunnel syndrome dengan orang normal.* *J Kedokt Diponegoro.* 2015;4:592-9.
27. Kamolz Lp, Beck H, Haslik W, Högler R, Rab M, Schrögenderfer Kf, Et Al. *Carpal Tunnel Syndrome: A Question of Hand and Wrist Configurations?* *Journal of Hand Surgery.* 2004 Aug 1;29(4):321-4.
28. Pecina MM, Markiewitz AD, Krmptotic-Nemanic J. *Tunnel Syndromes.* CRC Press; 2001;8:1-16
29. Aboonq MS. *Pathophysiology of carpal tunnel syndrome.* *Neurosciences Journal.* 2015;20:4-9.
30. Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. *Carpal tunnel syndrome: A review of the recent literature.* *Open Orthop J.* 2012 Feb 23;6(1):69-76.
31. Yusril. *Akurasi pemeriksaan fisik pada CTS.* Thesis. Universitas Sriwijaya; 2011:66-69
32. David C. Preston, Barbara Shapiro. *Electromyography and neuromuscular disorders: Clinical Electrophysiologic Correlations.* Vol. 3. Elsevier; 2013:267-287
33. Zhang D, Chruscielski CM, Blazar P, Earp BE. *Accuracy of provocative tests for carpal tunnel syndrome.* *J Hand Surg Glob Online.* 2020 May;2(3):121-5.

34. Ramdinal Aviesena, Wardah Rahmatul, Riwanti Estiasari. Pemeriksaan klinis neurologi praktis khusus. *Kolegium Neurologi Indonesia*; 2018:148–152.
35. Tungoe NB, Chopra RK, Agarwal Y, Jaiman A. Role of ultrasound and electrodiagnostic studies in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: A comparative study. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2021;9(1):29–39.
36. Kanagasabai K. Ultrasound of median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome-correlation with electrophysiological studies. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2022 Apr 6;32(1):16–29.
37. Kanikannan MA, Boddu DB, Umamahesh, Sarva S, Durga P, Borgohain R. Comparison of high-resolution sonography and electrophysiology in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Ann Indian Acad Neurol*. 2015 Apr 1;18(2):219–25.
38. Peng P, Finlayson R, Lee SH, Bhatia A. An illustrated procedural guide ultrasound for interventional pain management. *Springer*. 2020:56-59
39. Lawande AD, Warriar SS, Joshi MS. Role of ultrasound in evaluation of peripheral nerves. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2014 Aug 2;24(03):254–8.
40. Ferdinando Draghi. *Ultrasonography of the upper extremity: Carpal Tunnel*. Spinger; 2014:43–49.
41. Wiesler ER, Chloros GD, Cartwright MS, Smith BP, Rushing J, Walker FO. The use of diagnostic ultrasound in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am*. 2006 May;31(5):726–32.
42. Kumar N, Chandan SK, Jalan D, Sinha S, Jaiswal B, Singh DK. Ultrasound-guided interventions in primary carpal tunnel syndrome: perineural injection to thread carpal tunnel release. *Br J Radiol*. 2023 Oct 1;96(1150):2-10
43. Klauser AS, Halpern EJ, De Zordo T, Feuchtner GM, Arora R, Gruber J, et al. Carpal tunnel syndrome assessment with US: Value of additional cross-sectional area measurements of the median nerve in patients versus healthy volunteers. *Radiology*. 2009 Jan;250(1):171–7.
44. Alkaphoury MG, Dola EF. Ultrasound and magnetic resonance imaging neurography assessment of diagnostic criteria in patients with carpal tunnel syndrome using electrophysiological tests as gold standard: A prospective study. *SAGE Open Med*. 2024 Jan 29;12:1-12
45. Mohammed, SH, Nadar, Naser, M, Alotaibi, Fahad, Manee. Efficacy of splinting the wrist and metacarpophalangeal joints for the treatment of Carpal tunnel syndrome: an assessor-blinded randomised controlled trial. *BMJ Open*, 2023:1-8
46. Hidayati HB, Subadi I, Fidiana, Puspamanian VA. Current diagnosis and management of carpal tunnel syndrome: Anaesthesia, Pain and Intensive Care. *Faculty of Anaesthesia, Pain and Intensive Care (AFMS)*; 2022:394–404.
47. Regina Marissa. Faktor-faktor yang berhubungan dengan derajat ringan dan berat carpal tunnel syndrome di rsup dr. mohammad hoesin palembang. *Tesis. UNSRI*. 2020:49-52
48. Raissa Rianzie. Profil penderita carpal tunnel syndrome (CTS) di laboratorium enmg rsmh palembang. *Tesis. UNSRI*. 2020:3
49. Pourmemari M, Heliövaara M, Viikari-Juntura E, Shiri R. Carpal tunnel release: Lifetime prevalence, annual incidence, and risk factors. *Muscle Nerve*. 2018 Oct 18;58(4):497–502.

50. Guimarães Naves T, Kouyoumdjian JA. Carpal tunnel syndrome in the elderly Nerve conduction parameters. *Arq Neuropsiquiatr*. 2010;68:87-92
51. Sumarwoto T, Poetera CY, Abimanyu D. Peripheral nerve injury and its regeneration processes: a biomolecular point of view. *Bali Medical Journal. Sanglah General Hospital*; 2021(10):927-34.
52. Lee IH, Kim YK, Kang DM, Kim SY, Kim IA, Kim EM. Distribution of age, gender, and occupation among individuals with carpal tunnel syndrome based on the national health insurance data and national employment insurance data. *Ann Occup Environ Med*. 2019 Nov 7;31(1):1-14
53. Manosroi W, Atthakomol P, Phinyo P, Danpanichkul P. Hormone replacement therapy in women and risk of carpal tunnel syndrome: a systematic review and metaanalysis. *Journal of Orthopaedics and Traumatology. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*; 2023;24:2-10
54. Gilang Muhammad, Putraa Dwi, Permana Hendra. The relation between body mass index with severity level of carpal tunnel syndrome at RSUP DR. M. Djamil Padang period 2017–2018. *J Neurol Sci*. 2021 Oct;429:118557:201
56. Zimmerman M, Gottsäter A, Dahlin LB. Carpal tunnel syndrome and diabetes-a comprehensive review. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;10:1-16
55. AM Saputra, Christin T, Nindela R. Profil Pasien Carpal Tunnel Syndrome (CTS) DI Departemen Neurologi RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang Periode 1 Januari-31 Desember 2019. Tesis: UNSRI. 2019:40-42
57. Triana D, Agustini D, Bustamam DN, Studi P, et al. Hubungan konfigurasi tangan, pergelangan tangan dan pergerakan repetitif terhadap skor boston carpal tunnel questionnaere pada pekerja sewing di pabrik sepatu. *Seminar Nasional Riset Kedokteran*. 2020;1:162-172
58. Chiotis K, Dimisianos N, Rigopoulou A, Chrysanthopoulou A, Chroni E. Role of anthropometric characteristics in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(4):737-44.
59. Ozsoy-Unubol T, Bahar-Ozdemir Y, Yagci I. Diagnosis and grading of carpal tunnel syndrome with quantitative ultrasound: Is it possible? *Journal of Clinical Neuroscience*. 2020.1;75:25-9.
60. Prasetyo M, Yanuar Safri A, Prihartono J, Imanuel Setiawan S. The Diagnostic Value of the Median Nerve Sonography in Chronic Phase Carpal Tunnel Syndrome Cases in Indonesia. *J Indon Med Assoc*;72:174-180
61. Shim JH, Doh J won, Lee KS, Shim JJ, Yoon SM, Bae HG. The Diagnostic Value of Ultrasonography in Korean Carpal Tunnel Syndrome Patients. *Korean J Neurotrauma*. 2013;9(1):1
62. Zhang L, Rehemutula A, Peng F, Yu C, Wang T Bin, Chen L. Does the ratio of the carpal tunnel inlet and outlet cross-sectional areas in the median nerve reflect carpal tunnel syndrome severity? *Neural Regen Res*. 2015 Jul 1;10(7):1172-6.
63. Xu C, Zhou Y, He Z, Liu W, Zou M, Sun Y, et al. Difference and ratio of the cross-sectional area of median nerve at the carpal tunnel and the pronator quadratus muscle in diagnosing carpal tunnel syndrome: a cross-sectional study. *Ann Transl Med*. 2022 Mar;10(6):340-340.
64. El-Shewi IEH, Tawfeek AA, Mohamed AA, Mostafa MA. Role of conventional ultrasound and shear wave elastography of median nerve in diagnosis and

- differentiation of carpal tunnel syndrome severity in correlation with electrodiagnostic studies. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2024 Dec 1;55(1): 1-14
65. Roll SC, Case-Smith J, Evans KD. Diagnostic accuracy of ultrasonography vs. electromyography in carpal tunnel syndrome: A Systematic Review of Literature. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2011;37:1539–53.
 66. Kwon BC, Jung KI, Baek GH. Comparison of sonography and electrodiagnostic testing in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am*. 2008 Jan;33(1):65–71.
 67. Azami A, Maleki N, Anari H, Iranparvar Alamdari M, Kalantarhormozi M, Tavosi Z. The diagnostic value of ultrasound compared with nerve conduction velocity in carpal tunnel syndrome. *Int J Rheum Dis*. 2014 Jul 20;17(6):612–20.
 68. Deriano B, Bramantya Karna M, Ridia M. Accuracy of ultrasonography diagnostic tests in carpal tunnel syndrome (electromyography-nerve conduction velocity as gold standard). *International Journal of Research and Review*. 2024 Jun 26;11(6):719–36.
 69. de la Paz Murciano Casas M, Rodríguez-Piñero M, et al. Evaluation of ultrasound as diagnostic tool in patients with clinical features suggestive of carpal tunnel syndrome in comparison to nerve conduction studies: Study protocol for a diagnostic testing study. *PLoS One*. 2023;18:1-19

TESIS PERBANDINGAN AKURASI PEMERIKSAAN USG dan ENMG PENDERITA CTS dr. Ferawaty.docx

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
2	docshare.tips Internet Source	1%
3	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
4	proceedings.ums.ac.id Internet Source	1%
5	digilib.unila.ac.id Internet Source	1%
6	pdfslide.tips Internet Source	1%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%

TESIS PERBANDINGAN AKURASI PEMERIKSAAN USG dan ENMG PENDERITA CTS dr. Ferawaty.docx

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

SURAT KETERANGAN PENGECEKAN SIMILARITY

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : FERAWATY
NIM : 04072722125003
Prodi : SP1 NEUROLOGI

Menyatakan bahwa benar hasil pengecekan similarity Tesis yang berjudul Perbandingan Akurasi Pemeriksaan Ultrasonografi dengan Pemeriksaan Konduksi Saraf Pada Penderita *Carpal Tunnel Syndrome* adalah 5%.

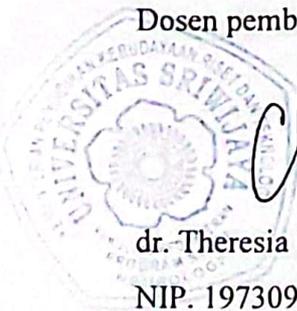
Dicek oleh operator*: ① Dosen Pembimbing
2. UPT Perpustakaan

Demikianlah surat keterangan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat saya pertanggung jawabkan.

Indralaya, 3 Desember 2024

Menyetujui

Dosen pembimbing,



dr. Theresia Christin, Sp.S(K)

NIP. 197309112014122002

Yang menyatakan,



dr. Ferawaty

NIM. 04072722125003

***Lingkari salah satu jawaban, tempat anda melakukan pengecekan Similarity**