

THE EFFECT OF ADDING A WRIST ORTHOSIS TO A PHYSIOTHERAPY PROGRAM ON PAIN AND HAND FUNCTION IN PATIENTS WITH BILATERAL CARPAL TUNNEL SYNDROME: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY**PENGARUH PENAMBAHAN WRIST ORTHOSIS DALAM PROGRAM FISIOTERAPI TERHADAP NYERI DAN FUNGSI TANGAN PADA PASIEN CARPAL TUNNEL SYNDROME BILATERAL: STUDI KUASI EKSPERIMENTAL**

Ellysa Okky Gusma¹, Gatot Sunarto², Gian Lisuari Adityasiwi³, Nathan Agwin Khenda⁴, Nicolas Adi Perdana Susanto⁵

S1 Fisioterapi, STIKES Bethesda Yakkum Yogyakarta^{1,3,4,5}, RSUD Sumberglagah Mojokerto²
ellysagusma@gmail.com¹

*Corresponding Author

ABSTRACT

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) is a prevalent peripheral neuropathy associated with pain, sensory disturbances, and functional impairment of the hand, which may significantly reduce quality of life and work productivity. Conservative management, including physiotherapy, is commonly recommended for mild to moderate CTS; however, the additional clinical value of wrist orthosis combined with physiotherapy requires further empirical evidence. This study aimed to evaluate the effectiveness of adding wrist orthosis to a structured physiotherapy program in reducing pain and improving hand function among patients with bilateral CTS. A quasi-experimental pretest–posttest two-group design was conducted involving 60 participants allocated into a control group (standard physiotherapy) and an intervention group (standard physiotherapy plus wrist orthosis). The intervention was administered over four weeks. Pain intensity was assessed using the Visual Analog Scale (VAS), and hand function was evaluated using a validated functional questionnaire. Statistical analyses included normality testing, paired t-tests, independent t-tests, effect size estimation, and confidence interval analysis. Both groups demonstrated significant improvements ($p < 0.001$); however, the intervention group showed greater reductions in pain and greater functional gains, with large to very large effect sizes and clinically meaningful percentage improvements. High adherence to orthosis use further supported the clinical relevance of the findings. These results indicate that combining wrist orthosis with physiotherapy provides superior clinical outcomes compared with physiotherapy alone and may strengthen evidence-based conservative management strategies for bilateral CTS.

Keywords: Carpal Tunnel Syndrome, Wrist Orthosis, physiotherapy, TENS, ultrasound, BCTQ.

ABSTRAK

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) merupakan neuropati perifer yang sering menyebabkan nyeri dan keterbatasan fungsi tangan sehingga mengganggu aktivitas sehari-hari. Fisioterapi merupakan terapi konservatif yang umum digunakan, namun efektivitas kombinasi fisioterapi dan wrist orthosis masih memerlukan penguatan bukti klinis. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan wrist orthosis dalam program fisioterapi terhadap nyeri dan fungsi tangan pada pasien CTS bilateral. Penelitian menggunakan desain quasi-eksperimental dengan pendekatan pretest–posttest two-group design. Sebanyak 60 pasien CTS bilateral dibagi menjadi kelompok kontrol (fisioterapi standar) dan kelompok intervensi (fisioterapi dan wrist orthosis). Intervensi dilakukan selama 4 minggu. Nyeri diukur menggunakan Visual Analog Scale (VAS) dan fungsi tangan dinilai menggunakan kuesioner fungsi tangan. Analisis menggunakan uji paired t-test dan independent t-test dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil menunjukkan penurunan nyeri dan peningkatan fungsi tangan yang signifikan pada kedua kelompok ($p < 0,001$), dengan perbaikan lebih besar pada kelompok intervensi. Disimpulkan bahwa penambahan wrist orthosis dalam program fisioterapi efektif meningkatkan outcome klinis pada pasien CTS bilateral dan dapat dipertimbangkan sebagai bagian dari manajemen konservatif.

Kata kunci: Carpal Tunnel Syndrome, Wrist Orthosis, fisioterapi, TENS, ultrasound, BCTQ.

1. PENDAHULUAN

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) merupakan salah satu neuropati perifer yang paling sering terjadi pada ekstremitas atas dan menjadi penyebab utama gangguan fungsi tangan pada populasi usia produktif. Kondisi ini disebabkan oleh kompresi nervus medianus di dalam terowongan karpal, yaitu ruang anatomis sempit yang dibatasi oleh tulang karpal dan ligamen karpal transversal. Kompresi yang berlangsung kronis dapat menimbulkan nyeri, parestesia, penurunan kekuatan otot, serta keterbatasan fungsi tangan yang berdampak signifikan terhadap aktivitas sehari-hari, kemampuan kerja, dan kualitas hidup pasien (Joshi et al., 2022; Lu et al., 2017).

Secara epidemiologis, prevalensi CTS dilaporkan berkisar antara 3–5% pada populasi umum dan lebih sering terjadi pada perempuan dibandingkan laki-laki (Kadow et al., 2018). Faktor risiko utama meliputi aktivitas repetitif pergelangan tangan, penggunaan kekuatan genggam berlebihan, postur kerja yang tidak ergonomis, serta faktor degeneratif dan metabolik (Osiak et al., 2021). Seiring meningkatnya penggunaan perangkat digital dan aktivitas kerja manual berulang, insidensi CTS diperkirakan terus meningkat, sehingga menjadi tantangan penting dalam pelayanan rehabilitasi medik (Rotaru-Zavaleanu et al., 2024).

Aktivitas yang melibatkan gerakan fleksi dan ekstensi pergelangan tangan secara berulang, penggunaan kekuatan genggam yang berlebihan, serta posisi kerja yang tidak ergonomis diketahui dapat meningkatkan tekanan di dalam terowongan karpal. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap terjadinya iritasi dan kompresi nervus medianus, baik pada aktivitas kerja maupun domestik seperti pekerjaan rumah tangga (Anderson et al., 2022; Cowley et al., 2017; Mathew & John, 2021).

Penatalaksanaan CTS dapat dilakukan melalui pendekatan operatif maupun konservatif. Intervensi bedah umumnya direkomendasikan pada kasus berat atau pasien yang tidak menunjukkan perbaikan setelah terapi konservatif. Namun, pada kasus ringan hingga sedang, terapi konservatif menjadi pilihan utama karena bersifat non-invasif, memiliki risiko komplikasi lebih rendah, serta dapat memberikan perbaikan gejala yang bermakna bila dilakukan secara tepat dan terintegrasi (Weng et al., 2016).

Fisioterapi merupakan salah satu pendekatan konservatif yang memiliki peran penting dalam penatalaksanaan CTS. Tujuan utama fisioterapi adalah mengurangi nyeri, menurunkan parestesia, meningkatkan lingkup gerak sendi, memperbaiki kekuatan otot, serta meningkatkan kemampuan fungsional tangan. Berbagai intervensi fisioterapi telah digunakan dalam praktik klinis, termasuk Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS), ultrasound, serta terapi latihan yang berfokus pada mobilisasi saraf dan jaringan lunak (Kacaribu & Ismanda, 2021; Utami et al., 2022).

Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) merupakan modalitas elektroterapi yang digunakan untuk mengontrol nyeri melalui mekanisme neuromodulasi. Stimulasi listrik yang diberikan melalui permukaan kulit dapat menghambat transmisi impuls nyeri ke sistem saraf pusat, sehingga persepsi nyeri berkurang. Penelitian terkini menunjukkan bahwa TENS dapat memberikan penurunan nyeri yang bermakna pada pasien CTS dan meningkatkan toleransi terhadap aktivitas fungsional tangan.

Selain TENS, ultrasound juga sering digunakan dalam penatalaksanaan CTS karena memiliki efek termal dan mekanik pada jaringan lunak (Ebadi et al., 2012; Morishita et al., 2014; Rajasekhar, 2024; Suzuki, 2017; Zaslav, 2012). Efek termal ultrasound dapat meningkatkan sirkulasi darah lokal, meningkatkan elastisitas jaringan, serta mengurangi spasme otot dan kekakuan jaringan di sekitar pergelangan tangan. Kondisi ini berkontribusi terhadap penurunan nyeri dan peningkatan mobilitas sendi pada pasien CTS (Morishita et al., 2014; Nazarian et al., 2024).

Terapi latihan merupakan komponen penting lainnya dalam fisioterapi CTS. Salah satu bentuk terapi latihan yang banyak digunakan adalah mobilisasi saraf, seperti teknik Upper Limb Tension Test 1 (ULTT 1). Mobilisasi saraf bertujuan untuk meningkatkan adaptasi mekanik

nervus medianus, mengurangi iritasi saraf, serta memperbaiki fungsi ekstremitas atas. Beberapa studi melaporkan bahwa mobilisasi saraf memberikan efek positif terhadap penurunan nyeri dan perbaikan fungsi tangan pada pasien CTS (Zaheer & Ahmed, 2023), (Arifin & Dheanisa, 2023).

Meskipun efektivitas fisioterapi maupun wrist orthosis telah banyak diteliti, sebagian besar penelitian mengevaluasi intervensi tersebut secara terpisah atau pada populasi dengan CTS unilateral. Bukti ilmiah yang secara khusus mengevaluasi efektivitas kombinasi program fisioterapi dengan penambahan wrist orthosis pada pasien CTS bilateral masih terbatas, terutama dalam konteks pelayanan klinis yang merefleksikan praktik sehari-hari. Selain itu, beberapa studi terdahulu memiliki keterbatasan pada ukuran sampel yang kecil, variasi protokol intervensi, serta kurangnya evaluasi outcome fungsional secara komprehensif, sehingga hasilnya belum sepenuhnya memberikan dasar yang kuat untuk rekomendasi praktik klinis.

Kesenjangan penelitian tersebut menunjukkan perlunya studi yang mengevaluasi efektivitas kombinasi intervensi fisioterapi dan wrist orthosis secara lebih terstruktur, dengan pengukuran outcome yang mencakup nyeri dan fungsi tangan sebagai indikator utama keberhasilan terapi. Penelitian semacam ini penting untuk memperkuat bukti ilmiah mengenai pendekatan konservatif yang efektif, efisien, dan aplikatif dalam penatalaksanaan CTS bilateral.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan wrist orthosis dalam program fisioterapi terhadap nyeri dan fungsi tangan pada pasien Carpal Tunnel Syndrome bilateral.

2. METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimental dengan pendekatan pretest–posttest control group design untuk mengevaluasi pengaruh penambahan wrist orthosis dalam program fisioterapi terhadap nyeri dan fungsi tangan pada pasien Carpal Tunnel Syndrome bilateral (Ünal et al., 2023). Desain ini dipilih karena memungkinkan penilaian perubahan sebelum dan sesudah intervensi serta perbandingan hasil antara kelompok kontrol dan kelompok intervensi secara etis tanpa randomisasi penuh, yang sesuai untuk setting klinis nyata pada pasien CTS bilateral.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di unit fisioterapi fasilitas pelayanan kesehatan Klinik X pada periode Januari - Maret 2025, memastikan konsistensi pengawasan intervensi dan pengumpulan data.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh pasien dengan diagnosis Carpal Tunnel Syndrome bilateral yang menjalani fisioterapi di lokasi penelitian. Sampel penelitian berjumlah 60 responden (30 per kelompok) yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, dengan ukuran sampel dihitung berdasarkan power analysis ($\alpha=0,05$; power=0,80; effect size=0,5) untuk mendeteksi perbedaan bermakna antar kelompok.

Responden dibagi menjadi dua kelompok secara acak sederhana:

1. Kelompok kontrol: menerima program fisioterapi standar.
2. Kelompok intervensi: menerima program fisioterapi standar ditambah penggunaan wrist orthosis.

Kriteria inklusi

1. Pasien dengan diagnosis Carpal Tunnel Syndrome bilateral berdasarkan pemeriksaan klinis dan elektromiografi konfirmatif.
2. Usia 25 - 60 tahun.
3. Skor nyeri NRS ≥ 4 dan gangguan fungsi tangan sedang (BCTQ >2).
4. Bersedia mengikuti seluruh rangkaian terapi dan evaluasi (informed consent).

Kriteria eksklusi

1. Riwayat operasi carpal tunnel release.
2. Gangguan neurologis lain pada ekstremitas atas (misalnya, radikulopati servikal).
3. Penyakit sistemik berat (diabetes tidak terkontrol, rheumatoid arthritis) yang dapat memengaruhi fungsi tangan.
4. Penggunaan kortikosteroid lokal/injeksi dalam 3 bulan terakhir.

Variable Penelitian

Variabel independen: Penambahan wrist orthosis dalam program fisioterapi.

Variable dependent:

1. Nyeri tangan (skala Numeric Rating Scale/NRS).
2. Fungsi tangan (Boston Carpal Tunnel Questionnaire/BCTQ).

Variabel pengganggu yang dikendalikan: Usia, lama keluhan, frekuensi terapi, dan tingkat keparahan awal (baseline NRS dan BCTQ), melalui stratifikasi dan analisis kovariat.

Prosedur Intervensi

Seluruh responden memperoleh program fisioterapi standar selama 30 menit/sesi, meliputi:

1. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation: Frekuensi 80–100 Hz, intensitas sub-motor threshold, 20 menit, digunakan untuk mengurangi nyeri melalui neuromodulasi dan gate control theory (Stark et al., 2022).
2. Ultrasound terapi: 1 MHz, 1 W/cm², 10 menit, digunakan untuk meningkatkan sirkulasi lokal, elastisitas jaringan lunak, dan mengurangi adhesi di terowongan karpal.
3. Terapi latihan: Mobilisasi saraf medianus (sliding techniques) dan penguatan grip, 10–15 repetisi, bertujuan meningkatkan mobilitas nervus medianus dan fungsi tangan.

Pada kelompok intervensi diberikan tambahan wrist orthosis netral (immobilisasi 0° ekstensi) yang digunakan saat istirahat, aktivitas ringan, dan malam hari (minimal 6 jam/hari) selama periode penelitian, sesuai rekomendasi untuk CTS ringan-sedang (Erickson et al., 2019; Ünal et al., 2023).

Intervensi dilakukan 3 kali per minggu selama 4 minggu (total 12 sesi), dengan compliance dipantau melalui logbook harian.

Instrumen Penelitian

Pengukuran Nyeri

Nyeri diukur menggunakan Numeric Rating Scale (NRS; 0=tanpa nyeri, 10=nyeri terburuk), instrumen valid dan reliabel untuk nyeri muskuloskeletal (ICC $>0,9$).

Pengukuran Fungsi Tangan

Fungsi tangan diukur menggunakan Boston Carpal Tunnel Questionnaire versi validasi Indonesia, mencakup Symptom Severity Scale dan Functional Status Scale, yang telah digunakan secara luas dalam evaluasi CTS dan sensitif terhadap perubahan terapi (Ünal et al., 2023).

Prosedur Pengumpulan Data

1. Screening dan pengukuran awal (pretest: NRS, BCTQ).
2. Pelaksanaan intervensi sesuai kelompok dengan supervisi fisioterapis terlatih.
3. Pengukuran akhir (posttest: NRS, BCTQ) setelah 4 minggu.

Data dikumpul oleh peneliti independen untuk mengurangi bias.

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik SPSS versi 26.0.

1. Uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk test; data nyeri dan fungsi tangan pada kedua kelompok berdistribusi normal ($p > 0,05$).
2. Paired t-test digunakan untuk menganalisis perubahan pretest–posttest dalam masing-masing kelompok.
3. Independent t-test (atau ANCOVA jika kovariat signifikan) digunakan untuk membandingkan perbedaan perubahan antara kelompok kontrol dan intervensi.

Tingkat signifikansi ditetapkan pada $p < 0,05$, dengan effect size dilaporkan untuk interpretasi klinis.

3. HASIL

Sebanyak 60 pasien dengan Carpal Tunnel Syndrome bilateral yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dibagi secara acak sederhana ke dalam kelompok kontrol dan kelompok intervensi, masing-masing terdiri dari 30 responden. Seluruh subjek menyelesaikan intervensi selama 4 minggu tanpa adanya dropout. Analisis data dilakukan secara bertahap untuk mengevaluasi kesetaraan karakteristik dasar, distribusi data, serta perubahan nyeri dan fungsi tangan sebelum dan sesudah intervensi.

Karakteristik Responden

Tabel 1. Karakteristik Dasar Responden

Variabel	Kontrol (n=30) Mean ± SD	Intervensi (n=30) Mean ± SD	p-value
Usia (tahun)	46,3 ± 6,2	45,8 ± 6,5	0,742
Durasi keluhan (bulan)	7,8 ± 2,1	8,1 ± 2,3	0,618
Skor nyeri awal (VAS)	5,21 ± 0,62	5,18 ± 0,58	0,811
Skor fungsi tangan awal	2,13 ± 0,34	2,10 ± 0,31	0,706

Distribusi jenis kelamin

Jenis Kelamin	Kontrol n (%)	Intervensi n (%)
Perempuan	23 (76,7)	24 (80,0)
Laki-laki	7 (23,3)	6 (20,0)

Karakteristik dasar responden dirangkum dalam Tabel 1. Secara keseluruhan, sebagian besar responden merupakan perempuan, dengan rata-rata usia pada kedua kelompok yang relatif serupa. Durasi keluhan CTS antar kelompok juga menunjukkan kesamaan nilai. Uji homogenitas mengonfirmasi tidak adanya perbedaan signifikan pada karakteristik dasar antar kelompok ($p > 0,05$), sehingga kedua kelompok dianggap setara untuk analisis lanjutan.

Uji Normalitas Data

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas (Shapiro–Wilk)

Variabel	Kelompok	p-value	Interpretasi
Nyeri pretest	Kontrol	0,221	Normal
Nyeri posttest	Kontrol	0,187	Normal
Nyeri pretest	Intervensi	0,264	Normal
Nyeri posttest	Intervensi	0,195	Normal
Fungsi pretest	Kontrol	0,312	Normal
Fungsi posttest	Kontrol	0,276	Normal
Fungsi pretest	Intervensi	0,298	Normal
Fungsi posttest	Intervensi	0,241	Normal

Distribusi data diuji menggunakan Shapiro–Wilk test sebelum analisis inferensial. Hasil pada Tabel 2 mengindikasikan bahwa semua variabel—nyeri dan fungsi tangan pada pretest serta posttest—memiliki nilai $p > 0,05$, yang menyatakan distribusi normal sehingga memungkinkan penerapan statistik parametrik.

Perubahan Nyeri Sebelum dan Sesudah Intervensi

Tabel 3. Perubahan Nyeri Sebelum dan Sesudah Intervensi

Kelompok	Pretest Mean \pm SD	Posttest Mean \pm SD	Selisih Mean	95% CI	p-value	Cohen's d
Kontrol	5,21 \pm 0,62	3,64 \pm 0,59	-1,57	-1,82 s.d. -1,32	<0,001	1,02
Intervensi	5,18 \pm 0,58	2,35 \pm 0,55	-2,83	-3,10 s.d. -2,56	<0,001	1,89

Perubahan intensitas nyeri intrakelompok dianalisis dengan paired t-test. Tabel 3 menampilkan penurunan nyeri yang signifikan secara statistik pada kedua kelompok. Pada kelompok kontrol, rata-rata skor nyeri menurun 1,57 poin dengan effect size besar, sedangkan kelompok intervensi menunjukkan penurunan lebih besar yakni 2,83 poin dengan effect size sangat besar. Interval kepercayaan 95% pada kelompok intervensi tidak melintasi nol, menandakan stabilitas efek intervensi.

Perubahan Fungsi Tangan Sebelum dan Sesudah Intervensi

Tabel 4. Perubahan Fungsi Tangan Sebelum dan Sesudah Intervensi

Kelompok	Pretest Mean \pm SD	Posttest Mean \pm SD	Selisih Mean	95% CI	p-value	Cohen's d
Kontrol	2,13 \pm 0,34	2,87 \pm 0,36	0,74	0,58 s.d. 0,90	<0,001	0,98
Intervensi	2,10 \pm 0,31	3,43 \pm 0,38	1,33	1,15 s.d. 1,51	<0,001	1,67

Analisis intrakelompok serupa dilakukan untuk fungsi tangan. Tabel 4 mengungkapkan peningkatan fungsi yang signifikan pada kedua kelompok. Kelompok kontrol mencatat peningkatan 0,74 poin dengan effect size besar, sementara kelompok intervensi mencapai 1,33

poin dengan effect size sangat besar, menegaskan kontribusi tambahan wrist orthosis terhadap perbaikan fungsional.

Perbandingan Selisih Perubahan Nyeri dan Fungsi Tangan

Tabel 5. Perbandingan Selisih Perubahan Nyeri dan Fungsi

Variabel	Kontrol Mean \pm SD	Intervensi Mean \pm SD	Selisih Antar Kelompok	95% CI	p-value	Cohen's d
Nyeri	-1,57 \pm 0,66	-2,83 \pm 0,72	-1,26	-1,63 s.d. -0,89	<0,001	1,52
Fungsi tangan	0,74 \pm 0,41	1,33 \pm 0,44	0,59	0,36 s.d. 0,82	<0,001	1,34

Selisih perubahan absolut antar kelompok dibandingkan seperti pada Tabel 5, yang menunjukkan penurunan nyeri dan peningkatan fungsi lebih superior pada kelompok intervensi dibandingkan kontrol. Temuan ini menandakan bahwa kombinasi fisioterapi dengan wrist orthosis menghasilkan manfaat klinis optimal.

Perbandingan Antar Kelompok

Tabel 6. Perbandingan Antar Kelompok (Independent t-test)

Variabel	p-value	Interpretasi
Selisih nyeri	<0,001	Signifikan
Selisih fungsi tangan	<0,001	Signifikan

Perbandingan interkelompok menggunakan independent t-test pada selisih perubahan, seperti terlihat pada Tabel 6. Terdapat perbedaan signifikan secara statistik untuk nyeri dan fungsi tangan ($p < 0,05$), dengan effect size besar hingga sangat besar, yang mengimplikasikan relevansi klinis substansial.

Persentase Perubahan Klinis

Tabel 7. Persentase Perubahan Klinis

Variabel	Kontrol (%)	Intervensi (%)
Penurunan nyeri	30,1%	43,3%
Peningkatan fungsi tangan	25,8%	38,2%

Persentase perubahan klinis pada Tabel 7 mengilustrasikan penurunan nyeri 43,3% dan peningkatan fungsi 38,2% pada kelompok intervensi, yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Hal ini memperkokoh efektivitas penambahan wrist orthosis dalam mengurangi gejala dan meningkatkan fungsi pada pasien CTS bilateral.

Kepatuhan penggunaan wrist orthosis pada kelompok intervensi dievaluasi melalui catatan harian pasien dan verifikasi pada setiap sesi terapi. Parameter yang diamati meliputi rata-rata lama pemakaian per hari serta tingkat kepatuhan berdasarkan persentase hari penggunaan sesuai anjuran (≥ 6 jam per hari). Hasil rekapitulasi ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Durasi Pemakaian dan Kepatuhan Penggunaan Wrist Orthosis (Kelompok Intervensi)

Variabel	Mean \pm SD	Rentang
Lama pemakaian per hari (jam)	7,4 \pm 1,2	5,5 – 9,5
Tingkat kepatuhan (%)	86,7 \pm 8,5	70 – 100

Kategori kepatuhan

Kategori	n (%)
Kepatuhan tinggi ($\geq 80\%$)	24 (80%)
Kepatuhan sedang (60–79%)	6 (20%)
Kepatuhan rendah ($< 60\%$)	0 (0%)

Sebagian besar responden menunjukkan tingkat kepatuhan yang baik terhadap penggunaan wrist orthosis. Rata-rata lama pemakaian mencapai lebih dari 7 jam per hari, dengan mayoritas pasien menggunakan orthosis secara rutin terutama pada malam hari. Tingkat kepatuhan yang tinggi ini mendukung konsistensi efek terapi dan memperkuat interpretasi bahwa perbaikan klinis yang terjadi berkaitan dengan penggunaan orthosis secara adekuat.

Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa meskipun fisioterapi standar efektif, penambahan wrist orthosis menghasilkan perbaikan nyeri dan fungsi yang lebih besar, konsisten, serta bermakna klinis—melampaui minimal clinically important difference—sehingga layak diaplikasikan dalam praktik fisioterapi.

4. PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa baik kelompok kontrol maupun kelompok intervensi mengalami penurunan nyeri dan peningkatan fungsi tangan setelah menjalani program fisioterapi selama empat minggu. Namun, besarnya perubahan yang terjadi pada kelompok intervensi secara konsisten lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, baik dari segi nilai rata-rata perubahan, persentase perbaikan klinis, maupun effect size. Temuan ini menunjukkan bahwa penambahan wrist orthosis memberikan kontribusi tambahan yang bermakna terhadap keberhasilan terapi konservatif pada pasien Carpal Tunnel Syndrome bilateral.

Penurunan nyeri yang signifikan pada kedua kelompok menunjukkan bahwa fisioterapi standar yang mencakup modalitas elektroterapi dan terapi latihan memiliki efektivitas dalam mengurangi gejala CTS (Tservinioti et al., 2023). Modalitas seperti TENS diketahui bekerja melalui mekanisme neuromodulasi yang menghambat transmisi impuls nyeri pada tingkat spinal dan supraspinal (Shi & Wu, 2023), sedangkan ultrasound memberikan efek termal dan mekanik yang dapat meningkatkan perfusi jaringan dan elastisitas jaringan lunak di sekitar terowongan karpal (Page et al., 2013). Terapi latihan, khususnya mobilisasi saraf, berperan dalam meningkatkan adaptasi mekanik nervus medianus dan mengurangi adhesi jaringan, sehingga berkontribusi terhadap penurunan nyeri dan peningkatan fungsi tangan (Oskouei et al., 2014).

Meskipun demikian, kelompok intervensi menunjukkan penurunan nyeri yang lebih besar dengan effect size yang sangat besar, yang mengindikasikan relevansi klinis yang kuat. Temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan wrist orthosis pada fisioterapi standar memberikan penurunan nyeri dan peningkatan fungsi tangan yang lebih signifikan dibandingkan fisioterapi saja, sejalan dengan bukti sebelumnya bahwa kombinasi orthosis dan latihan menghasilkan perbaikan status fungsional dengan effect size yang besar (Akkan et al., 2024). Penggunaan wrist orthosis berfungsi untuk memposisikan pergelangan tangan dalam posisi netral, sehingga mengurangi tekanan pada saraf median dan memungkinkan pemulihan jaringan yang lebih optimal selama periode istirahat maupun aktivitas (Türker et al., 2019).

Mekanisme tersebut didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan splint posisi netral, terutama pada malam hari, dapat mengurangi edema intraneural dan memfasilitasi aliran vena, sehingga berkontribusi pada resolusi gejala dan perbaikan fungsi pada pasien CTS derajat ringan hingga sedang (Akkan et al., 2024). Selain itu, kombinasi orthosis dan latihan juga dilaporkan mampu menurunkan luas penampang

melintang saraf median, yang mengindikasikan penurunan edema dan pencegahan progresivitas menuju stadium fibrosis (Akkan et al., 2024).

Peningkatan fungsi tangan yang lebih tinggi pada kelompok intervensi juga menunjukkan bahwa stabilisasi posisi pergelangan tangan dapat meminimalkan iritasi mekanik selama aktivitas fungsional, sehingga pasien dapat melakukan latihan penguatan dan aktivitas motorik dengan lebih efektif tanpa memperburuk gejala. Hal ini sejalan dengan rekomendasi klinis yang menekankan penggunaan orthosis posisi netral sebagai bagian dari manajemen non-operatif untuk meningkatkan kapasitas fungsional tangan dan mengurangi gejala pada pasien CTS (Erickson et al., 2019).

Temuan penelitian ini juga diperkuat oleh analisis persentase perubahan klinis yang menunjukkan bahwa kelompok intervensi mengalami penurunan nyeri dan peningkatan fungsi yang lebih besar dibandingkan kelompok kontrol. Persentase perubahan ini memberikan gambaran yang lebih mudah diinterpretasikan secara klinis dan menunjukkan bahwa manfaat intervensi tidak hanya signifikan secara statistik tetapi juga bermakna dalam praktik klinis sehari-hari.

Selain itu, evaluasi kepatuhan penggunaan wrist orthosis menunjukkan bahwa sebagian besar responden menggunakan orthosis sesuai anjuran dengan rata-rata durasi pemakaian lebih dari tujuh jam per hari dan tingkat kepatuhan yang tinggi. Tingkat kepatuhan yang baik ini berperan penting dalam memastikan efektivitas immobilisasi pergelangan tangan dalam mengurangi tekanan pada saraf median (Weng et al., 2016). Kepatuhan pasien merupakan faktor yang sering diabaikan dalam penelitian klinis (Yu et al., 2020), padahal sangat menentukan keberhasilan terapi konservatif (Ramli et al., 2022), karena penggunaan orthosis yang tidak konsisten dapat mengurangi efek terapeutik yang diharapkan (Weng et al., 2016).

Pendekatan terapi konservatif yang menggabungkan modalitas fisioterapi dan penggunaan alat bantu ortotik dalam penelitian ini menunjukkan efektivitas yang baik tanpa memerlukan tindakan invasif. Hal ini memiliki implikasi penting dalam praktik klinis, terutama pada fasilitas pelayanan kesehatan dengan keterbatasan sumber daya atau pada pasien yang belum memerlukan tindakan pembedahan.

Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan temuan yang kuat, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. Pertama, durasi intervensi yang relatif singkat belum dapat menggambarkan efek jangka panjang dari penggunaan wrist orthosis terhadap progresivitas gejala atau kebutuhan tindakan operatif di masa mendatang. Kedua, penelitian ini belum mengevaluasi perubahan morfologi saraf median secara objektif menggunakan pemeriksaan ultrasonografi atau elektrodiagnostik, sehingga mekanisme fisiologis yang mendasari perbaikan klinis belum dapat dijelaskan secara langsung. Ketiga, meskipun kepatuhan penggunaan orthosis telah dievaluasi, faktor lain seperti aktivitas kerja, ergonomi, dan variasi tingkat keparahan CTS belum dianalisis secara mendalam sebagai variabel yang dapat mempengaruhi hasil terapi.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan desain randomized controlled trial dengan durasi intervensi dan follow-up yang lebih panjang, serta menambahkan parameter objektif seperti luas penampang saraf median atau kecepatan hantaran saraf. Pendekatan tersebut akan memberikan bukti yang lebih kuat mengenai efektivitas jangka panjang intervensi konservatif pada Carpal Tunnel Syndrome.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi fisioterapi dan wrist orthosis memberikan manfaat klinis yang lebih besar dibandingkan fisioterapi saja dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan fungsi tangan pada pasien Carpal Tunnel Syndrome bilateral. Perbaikan yang diperoleh tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga bermakna secara klinis dan didukung oleh tingkat kepatuhan penggunaan orthosis yang tinggi. Temuan ini memperkuat bukti bahwa pendekatan konservatif multimodal merupakan strategi yang efektif,

rasional, dan aplikatif dalam manajemen Carpal Tunnel Syndrome, serta berpotensi menjadi bagian dari praktik fisioterapi berbasis bukti di fasilitas pelayanan kesehatan

5. KESIMPULAN

Penelitian ini mengonfirmasi efektivitas fisioterapi standar dalam mereduksi nyeri serta meningkatkan fungsi tangan pada pasien dengan Carpal Tunnel Syndrome bilateral. Meskipun demikian, suplementasi dengan wrist orthosis menghasilkan keuntungan tambahan yang superior, yang tercermin dari reduksi nyeri yang lebih dalam, peningkatan fungsi tangan yang lebih optimal, persentase perubahan klinis yang lebih tinggi, serta ukuran efek yang besar hingga sangat besar. Temuan ini menegaskan bahwa kombinasi fisioterapi dan wrist orthosis mewakili strategi konservatif yang tidak hanya bermakna secara statistik, tetapi juga relevan secara klinis.

Tingkat kepatuhan yang tinggi terhadap penggunaan orthosis dalam studi ini semakin memperkuat interpretasi bahwa stabilisasi posisi pergelangan tangan memainkan peran krusial dalam mengurangi kompresi pada nervus medianus serta memfasilitasi pemulihan jaringan. Oleh karena itu, integrasi wrist orthosis ke dalam protokol fisioterapi direkomendasikan sebagai komponen esensial dari penatalaksanaan non-invasif bagi pasien CTS dengan derajat ringan hingga sedang.

Walaupun demikian, studi lanjutan dengan durasi intervensi dan pemantauan pasca-intervensi yang lebih panjang, disertai pengukuran objektif morfologi nervus medianus, tetap diperlukan untuk menilai keberlanjutan efek klinis serta memperkuat derajat bukti intervensi konservatif pada Carpal Tunnel Syndrome.

6. REFERENCES

- Akkan, H., ARIK, M. I., Korkmaz, M., Kabay, S. C., & Gökpinar, H. H. (2024). The Effects of Orthosis and Exercise on The Median Nerve Morphology and Functional Status of Patients with Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Pilot Study. *Bezmialem Science*, 309. <https://doi.org/10.14235/bas.galenos.2024.38981>
- Anderson, D. A., Oliver, M., & Gordon, K. (2022). Carpal tunnel volume distribution and morphology changes with flexion-extension and radial-ulnar deviation wrist postures. *PLoS ONE*, 17(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277234>
- Arifin, S., & Dheanisa, F. (2023). Neurodynamic Technique Terhadap Penurunan Nyeri, Peningkatan Grip Strength, dan Peningkatan Kemampuan Fungsional Pada Carpal Tunnel Syndrome. *Jurnal Fisioterapi Terapan Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.7454/jfti.v2i1.1051>
- Asadi, M. R., Saremi, H., Radinmehr, H., Rahbar, S., Talimkhani, A., Hajvalie, G., & Majidi, L. (2021). Effect of Low-Level Laser Therapy Combined with Therapeutic Ultrasound on Hand Pain and Function Following Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies*, 8(4). <https://doi.org/10.5812/mejrh.116063>
- Bağcı, S., Yılmaz, R., & Şahin, N. (2023). Efficiency of therapeutic underwater ultrasound therapy in mild-to-moderate carpal tunnel syndrome: A randomized sham-controlled study. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 69(2), 366. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2023.12467>
- Beddaa, H., Kably, B., Marzouk, B., Mouhi, I., Marfak, A., Azemmour, Y., Alaoui, I. B., & Birouk, N. (2022). The effectiveness of the median nerve neurodynamic mobilisation techniques in women with mild or moderate bilateral carpal tunnel syndrome: A single-blind clinical randomised trial. *South African Journal of Physiotherapy*, 78(1). <https://doi.org/10.4102/sajp.v78i1.1823>
- Chen, W.-H., Chou, W., Hsu, M., You, Y.-L., Wang, Y., Cheng, Y., Lui, I.-T., Liu, C.-C., & Guo, L.-Y. (2024). Effects of Kinesio tape on individuals with carpal tunnel syndrome: a

- randomized controlled study. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 5. <https://doi.org/10.3389/fresc.2024.1494707>
- Cowley, J. C., Leonardis, J. M., Lipps, D. B., & Gates, D. H. (2017). The influence of wrist posture, grip type, and grip force on median nerve shape and cross-sectional area. *Clinical Anatomy*, 30(4), 470. <https://doi.org/10.1002/ca.22871>
- Delkhoush, C. T., Binaei, F., Pakdaman, M., & Oskoie, M. (2022). Comparing the Effect of High-intensity and Low-intensity Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Pain Relief and Functional Activity Improvement in Patients with Knee Osteoarthritis. *Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies*, 9(4). <https://doi.org/10.5812/mejrh-126592>
- Ebadi, S., Ansari, N. N., Naghdi, S., Jalaei, S., Sadat, M. M., Bagheri, H., Tulder, M. W. van, Henschke, N., & Fallah, E. (2012). The effect of continuous ultrasound on chronic non-specific low back pain: a single blind placebo-controlled randomized trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-192>
- Figueiredo, D. S., Ariboni, R. R., Tucci, H. T., & Carvalho, R. de P. (2024). Effects of wrist orthoses in reducing pain in individuals with carpal tunnel syndrome: a systematic review [Review of Effects of wrist orthoses in reducing pain in individuals with carpal tunnel syndrome: a systematic review]. *Disability and Rehabilitation*, 46(23), 5395. Informa. <https://doi.org/10.1080/09638288.2023.2301019>
- Fryżlewicz, A., Budnicka, K., Dusza, M., Kania, A., Rusin, G., Kosowska, J., & Antczak, J. (2024). Validation of the Polish version of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire, and the influence of treatment for disordered sleep and daytime sleepiness in carpal tunnel syndrome. *Postępy Psychiatrii i Neurologii*, 33(1), 1. <https://doi.org/10.5114/ppn.2024.136429>
- Ghasemi, A., Olyaei, G., Bagheri, H., Hadian, M. R., Jalaei, S., Otadi, K., & Ghasemi, D. (2023). The Effects of Radial Extra Corporeal Shock Wave and Low-power Laser Therapies on Clinical and Electrophysiological Parameters in Moderate Carpal Tunnel Syndrome: A Blinded Randomized Control Trial. *Iranian Rehabilitation Journal*, 21(3), 513. <https://doi.org/10.32598/irj.21.3.1903.1>
- Gunay, B., & Alp, A. (2015). The Effectiveness of Carpal Bone Mobilization Accompanied by Night Splinting in Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 61(1), 45. <https://doi.org/10.5152/tftrd.2015.70446>
- Healy, A., Farmer, S., Pandyan, A., & Chockalingam, N. (2018). A systematic review of randomised controlled trials assessing effectiveness of prosthetic and orthotic interventions [Review of A systematic review of randomised controlled trials assessing effectiveness of prosthetic and orthotic interventions]. *PLoS ONE*, 13(3). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192094>
- Joshi, A. A., Patel, K. A., Mohamed, A., Oak, S., Zhang, M., Hsiung, H., Zhang, A., & Patel, U. (2022). Carpal Tunnel Syndrome: Pathophysiology and Comprehensive Guidelines for Clinical Evaluation and Treatment [Review of Carpal Tunnel Syndrome: Pathophysiology and Comprehensive Guidelines for Clinical Evaluation and Treatment]. *Cureus*. Cureus, Inc. <https://doi.org/10.7759/cureus.27053>
- Kacaribu, I. A., & Ismanda, S. N. (2021). PENATALAKSAAN FISIOTERAPI PADA SPRAIN ANKLE SINISTRA DENGAN MODALITAS ULTRASOUND DAN TERAPI LATIHAN. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 2(4), 89. <https://doi.org/10.31004/jkt.v2i4.2726>
- Kadow, T., Kaufmann, R. A., Goitz, R. J., & Fowler, J. R. (2018). Prevalence of Carpal Tunnel Syndrome in a Hand Surgeon's Practice. *Journal of Hand and Microsurgery*, 10(2), 79. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1626688>
- Kaplan, J., Roth, C. A., Melillo, A., Koko, E., Fuller, D., & Perry, A. (2020). Analysis of surgical options for patients with bilateral carpal tunnel syndrome. *Journal of Orthopaedics*, 22, 86. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2020.03.060>

- Kinandana, G. P., Suyasa, I. K., Wahyuddin, W., Astawa, P., Wirawan, I. M. A., & Karmaya, N. M. (2020). UPPER LIMB NEURODYNAMIC BILATERAL LEBIH MENURUNKAN SKOR NYERI DAN TENSION NERVUS MEDIANUS DIBANDINGKAN DENGAN UPPER LIMB NEURODYNAMIC IPSILATERAL PADA PENDERITA CERVICAL RADICULOPATHY. *Sport and Fitness Journal*, 8(3), 175. <https://doi.org/10.24843/spj.2020.v08.i03.p10>
- Listed, N. authors. (2016). ABSTRACTS of The 10th World Congress of International Society of Physical and Rehabilitation Medicine May 29?June 2, 2016, Kuala Lumpur, Malaysia. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 48, 1. <https://doi.org/10.2340/16501977-2139>
- Lu, S., Xiu, K., Li, K., Marquardt, T. L., Evans, P., & Li, Z. (2017). Effects of Carpal Tunnel Syndrome on Force Coordination and Muscle Coherence during Precision Pinch. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 37(3), 328. <https://doi.org/10.1007/s40846-017-0232-6>
- Mathew, A. E., & John, T. (2021). A Clinical and Neurophysiological Analysis of Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome with Respect to Gender and Occupation. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 24(6), 865. https://doi.org/10.4103/aian.aian_148_21
- Morishita, K., Karasuno, H., Yokoi, Y., Morozumi, K., Ogihara, H., Ito, T., Hanaoka, M., Fujiwara, T., Fujimoto, T., & Abe, K. (2014). Effects of Therapeutic Ultrasound on Range of Motion and Stretch Pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(5), 711. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.711>
- Nazarian, M., Rahimi, M. S., Ghanbari, A., & Ghoreishi, S. A. (2024). Comparison of Effects of Ultrasound Therapy and Nerve-Gliding Techniques on Patients with Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *Anesthesiology and Pain Medicine*, 14(3). <https://doi.org/10.5812/aapm-147159>
- Osiak, K., Elnazir, P., Walocha, J. A., Pasternak, A., Osiak, K., Elnazir, P., Walocha, J. A., & Pasternak, A. (2021). Carpal tunnel syndrome: state-of-the-art review. *Folia Morphologica*, 81(4), 851. <https://doi.org/10.5603/fm.a2021.0121>
- Qomariyah, Q., Filmasari, F., Rania, R., Adelin, S. P., Dianingtyas, A. S., Kinanti, D. K. A., Herawati, I., & Wahyuni, W. (2023). EFEKTIVITAS TRANSCUTANEOUS (TENS), ULTRASOUND (US) DAN TERAPI LATIHAN PADA KONDISI CARPAL TUNNEL SYNDROME (CTS): STUDY KASUS. *FISIO MU Physiotherapy Evidences*, 4(3), 140. <https://doi.org/10.23917/fisiomu.v4i3.22021>
- Raihan, H. M. A., Ghosh, P., Lenka, P., Equbal, A., & Biswas, A. (2020). Orthotic Treatment Overview of Carpal Tunnel Syndrome. In *IntechOpen eBooks*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85101>
- Rajasekhar, S. (2024). Therapeutic Ultrasound Applications in Physical Therapy: A Comprehensive Review of Its Role in Soft Tissue Healing and Pain Reduction [Review of Therapeutic Ultrasound Applications in Physical Therapy: A Comprehensive Review of Its Role in Soft Tissue Healing and Pain Reduction]. *International Journal of Emerging Research in Engineering and Technology*, 5, 20. <https://doi.org/10.63282/3050-922x.ijeret-v5i4p103>
- Šošić, L., Bojnec, V., Lonžarić, D., & Papež, B. J. (2020). An advanced stage of carpal tunnel syndrome – is night-time splinting still effective? *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 33(6), 771. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01611>
- Soyuer, F. (2021). Effectiveness of current physiotherapy in carpal tunnel syndrome. *International Journal of Family & Community Medicine*, 5(3), 87. <https://doi.org/10.15406/ijfcm.2021.05.00228>
- Supianti, Y. I., & Rahman, F. (2021). Penatalaksanaan Extracorporeal Shock Wave Therapy Dan Pemasangan Kinesio Tape Serta Nerve Gliding Exercise Pada Kasus Carpal Tunnel Syndrome Sinistra di RSJD RM. dr. Soedjarwadi. *FISIO MU Physiotherapy Evidences*, 2(2), 65. <https://doi.org/10.23917/fisiomu.v2i2.10535>

- Suzuki, T. (2017). Clinical Physical Therapy. In InTech eBooks. <https://doi.org/10.5772/65235>
- Tservinioti, C., Trevlaki, E., Chalkia, A., & Trevlakis, E. (2023). The efficacy of physical therapy interventions in carpal tunnel syndrome: A narrative review [Review of The efficacy of physical therapy interventions in carpal tunnel syndrome: A narrative review]. *International Journal of Orthopaedics Sciences*, 9(2), 352. Orthopaedic Surgeon And Practitioner's Society. <https://doi.org/10.22271/ortho.2023.v9.i2e.3389>
- Ünal, Z. K., Umay, E., & Akyüz, E. Ü. (2023). Splinting in carpal tunnel syndrome—should we use it during the daytime? *Egyptian Rheumatology and Rehabilitation*, 50(1). <https://doi.org/10.1186/s43166-023-00214-9>
- Utami, K. P., Astuti, T. A., & Lubis, Z. I. (2022). The Impact of Neurodynamic Mobilization and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Pain Intensity in Cigarette Company Workers at Risk of Carpal Tunnel Syndrome. *KnE Medicine*. <https://doi.org/10.18502/kme.v2i3.11854>
- Weng, C., Dong, H., Chu, H., & Lu, Z. (2016). Clinical and electrophysiological evaluation of neutral wrist nocturnal splinting in patients with carpal tunnel syndrome. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(8), 2274. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2274>
- Yu, M., Lin, Z., Liang, C., Li, C., Zhang, Z., Liu, K., Li, X., Liu, J., & Fei, Y. (2020). How to improve participant compliance in clinical trials: A Scoping Review of process factors [Review of How to improve participant compliance in clinical trials: A Scoping Review of process factors]. *Research Square (Research Square)*. Research Square (United States). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-52627/v1>
- Zaheer, S. A., & Ahmed, Z. (2023). Neurodynamic Techniques in the Treatment of Mild-to-Moderate Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis [Review of Neurodynamic Techniques in the Treatment of Mild-to-Moderate Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis]. *Journal of Clinical Medicine*, 12(15), 4888. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/jcm12154888>
- Zaslav, K. R. (2012). An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury. In InTech eBooks. <https://doi.org/10.5772/1503>