

**THE EFFECT OF WRIST ORTHOSIS AND WORK POSITION EDUCATION ON CARPAL TUNNEL SYNDROME COMPLAINTS AMONG SHOE WORKERS****PENGARUH WRIST ORTHOSIS DAN EDUKASI POSISI KERJA TERHADAP KELUHAN CARPAL TUNNEL SYNDROME PADA PEKERJA SEPATU****Ellysa Okky Gusma<sup>1\*</sup>, Gatot Sunarto<sup>2</sup>, Gian Lisuari Adityasiwi<sup>3</sup>, Nathan Agwin Khenda<sup>4</sup>, Hana Kristina<sup>5</sup>**STIKES Bethesda Yakkum Yogyakarta <sup>1,3,4,5</sup>, RSUD Sumberglagah Mojokerto <sup>2</sup>

\*ellysagusma@gmail.com

*\*Corresponding Author***ABSTRACT**

Unilateral Carpal Tunnel Syndrome (CTS) is a compressive neuropathy of the median nerve affecting one wrist, characterized by pain, paresthesia, numbness, and decreased grip strength that may impair daily functional capacity. Conservative management is recommended for mild to moderate cases; however, the clinical effectiveness of combining physiotherapy with wrist orthosis compared to single therapy remains to be strengthened. This study aimed to analyze the effectiveness of adding a wrist orthosis to a physiotherapy program in reducing pain and improving hand function in patients with unilateral CTS. A quasi-experimental pretest–posttest control group design was conducted involving 60 participants divided into control (n=30) and intervention (n=30) groups. Pain intensity was assessed using the Visual Analog Scale (VAS), while hand function was measured using the Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ). Statistical analyses included paired and independent t-tests with a significance level of  $p < 0.05$  and calculation of Cohen's *d* effect size. Both groups demonstrated statistically significant improvements ( $p < 0.001$ ); however, the intervention group showed greater pain reduction ( $\Delta = 3.65$  vs  $1.90$ ) and functional improvement ( $\Delta = 1.45$  vs  $0.65$ ), with a large effect size ( $d > 0.8$ ). The addition of wrist orthosis provides superior clinical benefits in unilateral CTS management.

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

Neuropati kompresi pada terowongan karpal atau *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) unilateral merupakan kondisi akibat penekanan nervus medianus pada satu sisi pergelangan tangan yang ditandai nyeri, parestesia, baal, serta penurunan kekuatan genggam yang berdampak pada kapasitas fungsional harian. Pendekatan konservatif direkomendasikan pada derajat ringan hingga sedang, namun efektivitas kombinasi fisioterapi dan *wrist orthosis* dibandingkan terapi tunggal masih memerlukan penguatan bukti klinis. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas penambahan *wrist orthosis* pada program fisioterapi terhadap penurunan nyeri dan peningkatan fungsi tangan pada pasien CTS unilateral. Penelitian menggunakan desain quasi-experimental dengan *pretest–posttest control group design* pada 60 responden yang dibagi menjadi kelompok kontrol (n=30) dan kelompok intervensi (n=30). Intensitas nyeri diukur menggunakan Visual Analog Scale (VAS), sedangkan fungsi tangan dievaluasi melalui Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ). Analisis statistik dilakukan menggunakan *paired t-test* dan *independent t-test* dengan taraf signifikansi  $p < 0,05$  serta perhitungan *effect size* Cohen's *d*. Hasil menunjukkan kedua kelompok mengalami perbaikan bermakna ( $p < 0,001$ ), namun kelompok intervensi menunjukkan penurunan nyeri lebih besar ( $\Delta = 3,65$  vs  $1,90$ ) serta peningkatan fungsi lebih tinggi ( $\Delta = 1,45$  vs  $0,65$ ) dengan *effect size* kategori besar ( $d > 0,8$ ). Penambahan *wrist orthosis* terbukti memberikan manfaat klinis lebih optimal pada CTS unilateral.

**Kata Kunci:** *Carpal Tunnel Syndrome, Wrist Ortosis, fisioterapi, TENS, ultrasound, BCTQ.***1. PENDAHULUAN**

Industri manufaktur alas kaki melibatkan aktivitas manual yang intensif dengan gerakan repetitif dan penggunaan alat tangan secara berkepanjangan, yang secara signifikan

meningkatkan risiko kompresi nervus medianus di dalam terowongan karpal (*Carpal Tunnel Syndrome*, CTS) (Kamri dkk., 2024). Paparan biomekanik tersebut memicu gejala sensorik seperti mati rasa, kesemutan, hingga nyeri kronis yang berdampak pada produktivitas harian pekerja (Sitompul, 2022). Durasi masa kerja yang panjang dan peningkatan usia turut memperburuk proses patologis melalui akumulasi tekanan pada struktur pergelangan tangan (Demissie dkk., 2023).

Proses produksi sepatu kulit secara manual mulai dari pemotongan pola hingga penggerindaan sol memaksa pekerja mempertahankan postur kerja non-ergonomis dalam durasi panjang (Ginting & Malik, 2018). Gerakan fleksi–ekstensi pergelangan tangan secara berulang menyebabkan ligamentum karpal transversal menekan nervus medianus, memicu inflamasi jaringan sekitar dan mengganggu konduksi saraf (Asfian dkk., 2021). Proses patologis kronis ini dapat menurunkan fungsi motorik ibu jari dan tiga jari utama lainnya, serta menyebabkan atrofi otot *thenar* dan penurunan kekuatan genggam yang signifikan, yang sering memburuk pada malam hari akibat akumulasi tekanan intrakanal (Aqila dkk., 2023).

CTS merupakan neuropati kompresi nervus medianus paling umum pada ekstremitas atas dan termasuk gangguan muskuloskeletal terkait kerja yang paling sering dilaporkan (Talip, 2022). Gejala CTS meliputi nyeri, parestesia, baal, serta kelemahan fungsi tangan yang mengganggu aktivitas sehari-hari dan produktivitas kerja (Rotaru-Zavaleanu dkk., 2024). Secara global, prevalensi CTS lebih tinggi pada kelompok yang sering terpapar gerakan repetitif dan postur kerja non-ergonomis dibandingkan populasi umum (Bicha dkk., 2024), menguatkan korelasi antara faktor kerja dengan kejadian CTS (Rosiyana & Koesyanto, 2023). Hal ini menunjukkan urgensi intervensi berbasis ergonomi kerja di lingkungan industri.

Faktor risiko utama CTS mencakup gerakan fleksi–ekstensi pergelangan tangan berulang, penggunaan gaya genggam tinggi, deviasi ekstrem pergelangan tangan, serta durasi kerja statis yang panjang. Pekerja sepatu di sektor industri informal menghadapi paparan serupa, karena aktivitas menjahit, memotong bahan, dan merakit sepatu dilakukan secara repetitif dalam posisi statis yang berkepanjangan (Frizka & Martiana, 2018; Wulantika dkk., 2021). Paparan berulang ini meningkatkan tekanan intrakanal karpal dan berkontribusi pada kompresi nervus medianus .

Penatalaksanaan CTS meliputi pendekatan operatif dan konservatif (Hamda dkk., 2023). Pada kasus ringan hingga sedang, intervensi konservatif direkomendasikan sebagai lini pertama karena sifatnya yang non-invasif dan berisiko komplikasi rendah (Hartantri & Arfianti, 2020). Salah satu intervensi konservatif yang umum digunakan adalah *wrist orthosis* (Sunarto dkk, 2023), yang mempertahankan posisi netral pergelangan tangan untuk mengurangi tekanan intrakanal karpal dan iritasi saraf (Gusma dkk, 2025; Raihan dkk., 2020). Studi kuasi-eksperimental terbaru menunjukkan bahwa penambahan *wrist orthosis* pada program fisioterapi menghasilkan reduksi nyeri dan peningkatan fungsi tangan yang lebih besar dibandingkan fisioterapi saja pada pasien CTS bilateral, mengindikasikan nilai klinis tambahan dari penggunaan *orthosis* (Akkan dkk., 2024).

Selain itu, literatur ergonomi menekankan pentingnya edukasi postur kerja sebagai strategi preventif dan terapeutik dalam mengurangi paparan faktor risiko biomekanik yang mendasari CTS. Hasil penelitian Gusma dkk, (2022) sebelumnya melaporkan bahwa edukasi postur kerja, ketika dikombinasikan dengan latihan fisioterapi dan intervensi mekanik, mampu menurunkan keluhan nyeri dan meningkatkan kinerja tangan lebih efektif dibandingkan intervensi konvensional (Adebiyi dkk., 2025).

Meskipun demikian, sebagian besar studi tersebut dilakukan pada populasi klinis umum atau konteks rehabilitasi medis yang tidak secara spesifik mewakili pekerja sektor informal dengan paparan repetitif nyata, seperti pengrajin sepatu. Penelitian empiris mengenai pengaruh kombinasi *wrist orthosis* dan edukasi posisi kerja pada pekerja industri alas kaki masih sangat terbatas. Selain itu, tidak ditemukan studi yang mengevaluasi efek jangka panjang dari modifikasi postur kerja berbasis *workplace ergonomics* pada populasi kerja repetitif

tersebut, yang merupakan gap penting dalam upaya pencegahan dan manajemen CTS di lingkungan kerja nyata.

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat kesenjangan ilmiah yang signifikan dalam evaluasi pengaruh intervensi konservatif yang terintegrasi dengan edukasi postur kerja terhadap keluhan CTS pada pekerja industri alas kaki. Penelitian ini bertujuan mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis pengaruh kombinasi wrist orthosis dan edukasi posisi kerja terhadap penurunan nyeri serta peningkatan fungsi tangan pada pekerja sepatu di sektor informal, yang diharapkan berkontribusi pada pengembangan strategi konservatif berbasis ergonomi dan ortotik dalam konteks kesehatan kerja.

## 2. METODE

### Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain quasi-experimental dengan pendekatan *pretest–posttest control group design* untuk mengevaluasi efektivitas penambahan *wrist orthosis* pada program fisioterapi terhadap penurunan nyeri dan peningkatan fungsi tangan pada pasien *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) unilateral. Desain ini dipilih karena memungkinkan evaluasi perubahan sebelum dan sesudah intervensi pada dua kelompok tanpa randomisasi penuh, namun tetap menyediakan kelompok pembanding yang memadai untuk mengontrol efek perlakuan.

Penelitian dilaksanakan di sentra IKM alas kaki desa mendali Mojokerto pada periode April–Juni 2025. Populasi penelitian adalah seluruh pasien dengan diagnosis klinis CTS unilateral, baik pada tangan kanan maupun kiri, yang dikonfirmasi melalui pemeriksaan fisik dan, apabila tersedia, pemeriksaan elektrofisiologi. Sampel ditentukan menggunakan teknik *consecutive sampling*, yaitu seluruh pasien yang memenuhi kriteria inklusi direkrut hingga jumlah sampel minimal terpenuhi. Kriteria inklusi meliputi usia 20–60 tahun, diagnosis CTS unilateral derajat ringan hingga sedang, skor nyeri minimal 4 pada Visual Analog Scale (VAS), serta kesediaan mengikuti intervensi selama empat minggu. Kriteria eksklusi mencakup riwayat operasi CTS pada sisi yang sama, neuropati perifer berat akibat penyakit sistemik yang tidak terkontrol, serta gangguan muskuloskeletal lain pada ekstremitas atas yang berpotensi memengaruhi hasil pengukuran.

Subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok kontrol menerima program fisioterapi standar berupa *ultrasound therapy*, *nerve gliding exercise*, dan latihan *stretching* fleksor–ekstensor pergelangan tangan sebanyak tiga kali per minggu selama empat minggu. Kelompok intervensi menerima program fisioterapi yang sama dengan tambahan penggunaan *wrist orthosis* posisi netral (0–5° ekstensi) berbahan *low temperature thermoplastic*, yang digunakan minimal delapan jam per hari, terutama pada malam hari. Pendekatan kombinasi ini didasarkan pada bukti bahwa penggunaan *wrist orthosis* dapat mempertahankan posisi netral pergelangan tangan sehingga menurunkan tekanan intrakanal karpal dan mengurangi gejala neuropatik.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah penambahan *wrist orthosis* pada program fisioterapi, sedangkan variabel dependen meliputi tingkat nyeri dan fungsi tangan pada sisi yang mengalami CTS. Intensitas nyeri diukur menggunakan Visual Analog Scale (VAS) dengan rentang skor 0–10, sedangkan fungsi tangan dievaluasi menggunakan Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ) yang telah tervalidasi untuk menilai keparahan gejala dan keterbatasan fungsional pada pasien CTS. Pengukuran dilakukan sebelum intervensi (*pretest*) dan setelah empat minggu intervensi (*posttest*).

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik dengan uji normalitas Shapiro–Wilk sebagai tahap awal. Uji beda dalam kelompok dianalisis menggunakan *paired t-test* atau uji Wilcoxon sesuai distribusi data, sedangkan perbandingan antar kelompok dianalisis menggunakan *independent t-test* atau uji Mann–Whitney. Taraf signifikansi ditetapkan pada  $p < 0,05$ .

### 3. HASIL

Sebanyak 60 responden dengan diagnosis *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) unilateral simptomatik dilibatkan dalam penelitian ini, masing-masing 30 responden pada kelompok kontrol dan 30 responden pada kelompok intervensi. Seluruh responden menyelesaikan penelitian tanpa kehilangan subjek.

**Tabel 1. Karakteristik Demografis dan Klinis Responden**

Variabel	Kontrol (n=30)	Intervensi (n=30)	p-value
Usia (tahun), rerata $\pm$ SD	42,3 $\pm$ 6,8	43,1 $\pm$ 7,2	0,652
Laki-laki, n (%)	12 (40%)	11 (36,7%)	0,793
Perempuan, n (%)	18 (60%)	19 (63,3%)	0,793
Lama keluhan (bulan), rerata $\pm$ SD	5,8 $\pm$ 2,1	6,1 $\pm$ 2,4	0,571
Tangan dominan terkena, n (%)	18 (60%)	19 (63,3%)	0,801

Tabel 1 menunjukkan bahwa distribusi usia, jenis kelamin, lama keluhan, dan dominansi tangan yang terkena tidak berbeda bermakna antara kedua kelompok ( $p > 0,05$ ). Dengan demikian, kedua kelompok dapat dinyatakan homogen pada kondisi awal sehingga perbandingan efektivitas intervensi dapat dilakukan secara valid.

**Tabel 2. Perubahan Skor Nyeri (VAS) dalam Kelompok**

Kelompok	Pretest (Mean $\pm$ SD)	Posttest (Mean $\pm$ SD)	$\Delta$	p-value
Kontrol	5,87 $\pm$ 1,02	3,97 $\pm$ 0,95	1,90	<0,001
Intervensi	6,03 $\pm$ 1,10	2,38 $\pm$ 0,88	3,65	<0,001

Tabel 2 menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami penurunan nyeri yang bermakna secara statistik ( $p < 0,001$ ). Namun demikian, besar penurunan nyeri pada kelompok intervensi hampir dua kali lipat dibandingkan kelompok kontrol.

Setelah mengetahui perubahan nyeri dalam masing-masing kelompok, analisis berikutnya dilakukan untuk mengevaluasi apakah terdapat perbedaan efektivitas antar kelompok secara statistik.

**Tabel 3. Perbandingan Penurunan Nyeri Antar Kelompok**

Variabel	$\Delta$ Kontrol	$\Delta$ Intervensi	p-value	Cohen's d
VAS	1,90	3,65	<0,001	0,92

Tabel 3 memperlihatkan bahwa perbedaan penurunan nyeri antara kedua kelompok signifikan secara statistik ( $p < 0,001$ ). Nilai *effect size* Cohen's d sebesar 0,92 menunjukkan kategori besar, yang mengindikasikan dampak klinis yang kuat dari penambahan *wrist orthosis* pada fisioterapi.

Selain parameter nyeri, evaluasi juga dilakukan terhadap fungsi tangan untuk menilai dampak intervensi secara lebih komprehensif.

**Tabel 4. Perubahan Skor Fungsi Tangan (BCTQ) dalam Kelompok**

Kelompok	Pretest (Mean $\pm$ SD)	Posttest (Mean $\pm$ SD)	$\Delta$	p-value
Kontrol	2,85 $\pm$ 0,42	2,20 $\pm$ 0,38	0,65	<0,001
Intervensi	2,90 $\pm$ 0,45	1,45 $\pm$ 0,40	1,45	<0,001

Tabel 4 menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan fungsi tangan yang bermakna ( $p < 0,001$ ). Akan tetapi, kelompok intervensi memperlihatkan perbaikan skor fungsi yang lebih besar dibandingkan kelompok kontrol.

Untuk memastikan kekuatan perbedaan tersebut secara statistik dan klinis, dilakukan analisis komparatif antar kelompok sebagaimana ditampilkan pada tabel berikut.

**Tabel 5. Perbandingan Peningkatan Fungsi Tangan Antar Kelompok**

Variabel	$\Delta$ Kontrol	$\Delta$ Intervensi	p-value	Cohen's d
BCTQ	0,65	1,45	$< 0,001$	0,88

Tabel 5 menegaskan bahwa peningkatan fungsi tangan pada kelompok intervensi secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol ( $p < 0,001$ ), dengan nilai *effect size* sebesar 0,88 yang termasuk kategori besar.

Secara keseluruhan, rangkaian analisis pada kelima tabel menunjukkan konsistensi temuan bahwa pada pasien CTS unilateral yang mengalami keluhan, penambahan *wrist orthosis* pada program fisioterapi memberikan manfaat klinis yang lebih bermakna dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan fungsi tangan dibandingkan fisioterapi saja

#### 4. PEMBAHASAN

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan konservatif berbasis ergonomi kerja memberikan perbaikan nyeri dan fungsi tangan yang bermakna pada pasien *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) unilateral simtomatik. Meskipun intervensi klinis berkontribusi terhadap perbaikan gejala, keberlanjutan hasil terapi sangat dipengaruhi oleh modifikasi faktor risiko okupasional yang mendasari terjadinya kompresi nervus medianus.

CTS pada populasi pekerja umumnya berkaitan dengan aktivitas repetitif, penggunaan alat kerja dalam posisi fleksi atau ekstensi ekstrem, serta paparan beban statis dalam durasi lama (L). Secara biomekanik, deviasi sudut pergelangan tangan dari posisi netral meningkatkan tekanan intrakanal karpal secara signifikan (Mohammad, 2019). Oleh karena itu, prinsip mempertahankan posisi netral pergelangan tangan menjadi komponen esensial dalam strategi penatalaksanaan (Erickson dkk., 2019). Stabilisasi eksternal membantu mengurangi deviasi berlebihan, namun tanpa koreksi pola kerja, paparan tekanan mekanis tetap berlangsung (Raihan dkk., 2020).

Dalam konteks ini, edukasi postur kerja menjadi intervensi kunci. Edukasi yang sistematis mengenai pengaturan posisi tangan saat mengetik atau melakukan aktivitas manual, penyesuaian tinggi meja dan kursi, penggunaan penopang pergelangan (*wrist support*), serta penerapan jeda mikro (*microbreak*) berperan dalam menurunkan tekanan mekanis secara berkelanjutan. Intervensi ini tidak hanya bersifat kuratif, tetapi juga preventif karena menargetkan faktor penyebab utama gangguan (Santos dkk., 2025). Dengan demikian, pendekatan konservatif yang terintegrasi dengan edukasi ergonomi kerja memberikan dampak yang lebih komprehensif dibandingkan terapi yang berfokus pada gejala semata (Zhang dkk., 2025).

Besarnya *effect size* yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan klinis yang terjadi bersifat substansial. Namun, dari perspektif kesehatan kerja, makna klinis tersebut akan optimal apabila disertai perubahan perilaku kerja yang konsisten. Tanpa intervensi ergonomis, risiko rekurensi tetap tinggi, terutama pada pekerja dengan paparan gerakan repetitif dan postur tidak ergonomis (El-Sherif dkk., 2024; Stjernbrandt dkk., 2025).

Implikasi penelitian ini dalam kerangka *workplace health* sangat signifikan. Program kesehatan kerja sebaiknya mengintegrasikan skrining dini CTS pada pekerja berisiko, pelatihan ergonomi berbasis tempat kerja, serta monitoring kepatuhan terhadap prinsip postur netral. Strategi ini berpotensi menurunkan angka kejadian dan kekambuhan CTS, mengurangi absensi

kerja, serta meningkatkan produktivitas. Pendekatan multidimensional yang mencakup aspek klinis dan lingkungan kerja sejalan dengan paradigma promotif–preventif dalam manajemen gangguan muskuloskeletal okupasional.

Meskipun demikian, keterbatasan penelitian perlu dipertimbangkan. Desain quasi-eksperimental tanpa randomisasi penuh dapat menimbulkan potensi bias seleksi, dan periode observasi yang relatif singkat belum mampu mengevaluasi keberlanjutan efek ergonomi dalam jangka panjang. Penelitian lanjutan dengan desain acak terkontrol dan evaluasi longitudinal diperlukan untuk menilai dampak intervensi ergonomi terhadap produktivitas kerja dan kualitas hidup secara objektif.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa edukasi postur kerja merupakan komponen sentral dalam pendekatan konservatif CTS unilateral simtomatik. Integrasi intervensi klinis dengan strategi ergonomi berbasis tempat kerja tidak hanya efektif dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan fungsi tangan, tetapi juga berperan dalam pencegahan kekambuhan serta peningkatan kapasitas kerja secara berkelanjutan.

## 5. KESIMPULAN

Pendekatan konservatif berbasis stabilisasi pergelangan tangan dan edukasi postur kerja terbukti efektif dalam menurunkan intensitas nyeri serta meningkatkan fungsi tangan pada pasien *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) unilateral simtomatik. Perbaikan luaran klinis menunjukkan signifikansi statistik dengan kekuatan efek yang besar, sehingga memiliki relevansi klinis yang nyata dalam praktik rehabilitasi.

Stabilisasi posisi netral pergelangan tangan berperan dalam menurunkan tekanan intrakanal karpal dan mengurangi kompresi nervus medianus. Namun demikian, faktor risiko ergonomis di tempat kerja merupakan determinan penting dalam timbulnya dan berulangnya gejala. Oleh karena itu, edukasi postur kerja yang menekankan netralitas pergelangan tangan, pengaturan workstation yang ergonomis, serta modifikasi aktivitas repetitif menjadi komponen esensial dalam strategi penatalaksanaan komprehensif.

Integrasi intervensi klinis dengan program edukasi ergonomi berbasis tempat kerja direkomendasikan sebagai pendekatan preventif dan terapeutik yang berkelanjutan. Strategi ini tidak hanya berkontribusi terhadap perbaikan gejala, tetapi juga mendukung peningkatan kapasitas kerja dan pencegahan kekambuhan pada populasi pekerja berisiko.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Adebiyi, A., Sekhon-Atwal, A., Davis, E., Hansen, B. R., Baker, D. J., & D'Aoust, R. (2025). Combined Ergonomic and Physical Activity Interventions for Preventing Work-Related Musculoskeletal Disorders: An Integrated Review. *Workplace Health & Safety*, (41307353). <https://doi.org/10.1177/21650799251377465>
- Agusta Dian Eliana Gatot Sunarto, K. (2023). Efektifitas Biaya Penggunaan Teknologi Pencetakan 3D (Industri 4.0) pada Alat Bantu Ortotik Prostetik Gatot Sunarto. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 14, 17–26.
- Akkan, H., ARIK, M. I., Korkmaz, M., Kabay, S. C., & Gökpınar, 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*, 309–316. <https://doi.org/10.14235/bas.galenos.2024.38981>
- Aqila, P. Y. N., Nugroho, H. W., & Nur, F. T. (2023). Hubungan Jarak dan Durasi Penggunaan Smartphone dengan Digital Eye Strain pada Anak Sekolah Menengah Pertama di Masa Pandemi COVID-19. *Plexus Medical Journal*, 1(6), 206–218. <https://doi.org/10.20961/plexus.v1i6.549>
- Asfian, P., Akifah, A., & Jayandi, M. (2021). FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KELUHAN CARPAL TUNNEL SYNDROME (CTS) PADA PETUGAS OPERATOR PENGISI BBM

- DI SPBU KOTA KENDARI. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(5), 669–674. <https://doi.org/10.14710/jkm.v9i5.30696>
- Bicha, N., Gashaw, M., Chanie, S. T., Mekie, M., & Yalew, E. S. (2024). Burden of carpal tunnel syndrome and its associated factors among construction industry workers in Gondar town, Ethiopia. *Frontiers in Public Health*, 12. (38957208). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1365124>
- Demissie, B., Yenew, C., Alemu, A., Bantie, B., Sume, B. W., Deml, Y. A., & Tegegne, E. (2023). Carpal tunnel syndrome and its associated factors among computer user bankers in South Gondar Zone, Northwest Ethiopia, 2021: A cross sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1). (37858114). <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06918-5>
- El-Sherif, S. M., Hassan, N. M., El-tantawi, G., & Abdel-Fattah, Y. H. (2024). Risk assessment models for development of carpal tunnel syndrome: Clinical, anthropometric, and neuromuscular ultrasound predictors. *Egyptian Rheumatology and Rehabilitation*, 51(1). <https://doi.org/10.1186/s43166-024-00271-8>
- Erickson, M., Lawrence, M., Jansen, C. W. S., Coker, D., Amadio, P. C., & Cleary, C. K. (2019). Hand Pain and Sensory Deficits: Carpal Tunnel Syndrome. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 49(5). (31039690). <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0301>
- 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. *Disability and Rehabilitation*, 46(23), 5395–5403. (38217327). <https://doi.org/10.1080/09638288.2023.2301019>
- Frizka, M., & Martiana, T. (2018). HUBUNGAN ANTARA KARAKTERISTIK INDIVIDU UNIT KERJA DAN FAKTOR ERGONOMI DENGAN KELUHAN KESEHATAN DI INDUSTRI KECIL SEPATU KOTA MOJOKERTO. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 6(3), 371–371. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v6i3.2017.371-380>
- Ginting, R., & Malik, A. F. (2018). ANALISIS KELUHAN RASA SAKIT YANG DIALAMI PEKERJA PADA UKM SEPATU KULIT DI KOTA DENGAN MENGGUNAKAN KUESIONER SNQ. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 18(1), 15–19. <https://doi.org/10.32734/jsti.v18i1.338>
- Gusma, O. E. (2022). Pengaruh Workplace Stretching-Exercise dan Edukasi Postur Kerja Angkat Angkut dengan Keluhan Low Back Pain pada Pengerajin Sepatu. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 13(November), 281–284. <http://forikes-ejournal.com/index.php/SF>
- Hamda, I., Yohanes, G., Putra, A. W., Rahmatullah, M. I., & Biyanti, N. (2023). HUBUNGAN ANTARA KEJADIAN CARPAL TUNNEL SYNDROME DENGAN HIPOTIROIDISME. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(4), 6954–6963. <https://doi.org/10.31004/jkt.v4i4.19217>
- Hartantri, W., & Arfianti, L. (2020). Combination of Telerehabilitation with Conventional Therapy in the Treatment of Bilateral Carpal Tunnel Syndrome: A Case Report. *Surabaya Physical Medicine and Rehabilitation Journal*, 2(2), 73–73. <https://doi.org/10.20473/spmrj.v2i2.21162>
- Kamri, A. W. T. B. T., Syam, N., & Arman, A. (2024). Faktor Determinan yang Berhubungan dengan Keluhan Carpal Tunnel Syndrome (CTS) di PT. Santosa Utama Lestari Unit CD-Gowa. *Window of Public Health Journal*, 5(2), 252–260. <https://doi.org/10.33096/woph.v5i2.1605>
- Mohammad, W. S. (2019). Work-related risk factors for Carpal Tunnel Syndrome among Majmaah University female touchscreen users. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 35(5). (31488982). <https://doi.org/10.12669/pjms.35.5.683>
- PENGARUH PENAMBAHAN WRIST ORTHOSIS DALAM PROGRAM FISIOTERAPI TERHADAP NYERI DAN FUNGSI TANGAN PADA PASIEN CARPAL TUNNEL SYNDROME BILATERAL: STUDI KUASI EKSPERIMENTAL. (2025). *Medical Studies and Health Journal (SEHAT)*, 2(4), 477–489. <https://doi.org/10.62207/nkmt3a21>

- Raihan, H. M. A., Ghosh, P., Lenka, P., Equbal, A., & Biswas, A. (2020). Orthotic Treatment Overview of Carpal Tunnel Syndrome. Dalam IntechOpen eBooks. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85101>
- Rosiyana, R., & Koesyanto, H. (2023). Hubungan antara Gerakan Repetitif dan Lama Kerja dengan Gejala Carpal Tunnel Syndrome pada Pekerja Sektor Informal Pengelola Hasil Laut. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*, 3(2), 231–239. <https://doi.org/10.15294/ijphn.v3i2.58151>
- Rotaru-Zavaleanu, A.-D., Lungulescu, C. V., Bunescu, M. G., Vasile, R. C., Gheorman, V., Greșiță, A., & Dinescu, V. C. (2024). Occupational Carpal Tunnel Syndrome: A scoping review of causes, mechanisms, diagnosis, and intervention strategies. *Frontiers in Public Health*, 12. (38841666). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1407302>
- Santos, W., Rojas, C., Isidoro, R., Lorente, A., Dias, A., Mariscal, G., Benlloch, M., & Lorente, R. (2025). Efficacy of Ergonomic Interventions on Work-Related Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 14(9), 3034–3034. (40364066). <https://doi.org/10.3390/jcm14093034>
- Sitompul, Y. R. M. B. (2022). The Relationship between Types of Workers and Incidence of Carpal Tunnel Syndrome in Tailors at the Garment Factory North Jakarta. *International Journal of Health Sciences and Research*, 12(5), 282–289. <https://doi.org/10.52403/ijhsr.20220529>
- Stjernbrandt, A., Liv, P., Jackson, J. A., Pettersson, H., Lewis, C., Punnett, L., & Wahlström, J. (2025). Occupational biomechanical risk factors for carpal tunnel syndrome surgery: A prospective cohort study on 203 866 Swedish male construction workers followed for 19 years. *Occupational and Environmental Medicine*, 82(6), 263–269. (40774802). <https://doi.org/10.1136/oemed-2024-110008>
- Talip, S. B. (2022). The Prevalence of Carpal Tunnel Syndrome Among the Faculty of Computer Science and Information Technology (FCSIT) Undergraduate Students in UNIMAS and Its Association with Computer Usage. *Trends in Undergraduate Research*, 5(1). <https://doi.org/10.33736/tur.3952.2022>
- Wulantika, G. A. N. N., Antari, N. K. A. J., Saraswati, P. A. S., & Putra, I. N. A. (2021). PEKERJAAN MENGGERINDA DAN MEMAHAT PATUNG SEBAGAI FAKTOR RISIKO CARPAL TUNNEL SYNDROME PADA PEKERJA DI KABUPATEN GIANYAR. *Majalah Ilmiah Fisioterapi Indonesia*, 9(1), 23–23. <https://doi.org/10.24843/mifi.2021.v09.i01.p05>
- Zhang, J., Chen, J., Li, X., Yan, Z., Zhang, Q., Gao, P., & Tang, F. (2025). Effect of three traditional conservative treatment techniques on patients with mild-to-moderate carpal tunnel syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Hand Therapy*. (40087099). <https://doi.org/10.1016/j.jht.2025.01.001>