

PENDEKATAN MULTIMODAL FISIOTERAPI UNTUK LOW BACK PAIN: STUDI KASUS KOMBINASI SHORT-WAVE DIATHERMY, TENS, DAN LATIHAN

M. Nicko Hilal Prasetya¹, Suci Amanati²

^{1,2}Program Studi Diploma Tiga Fisioterapi, Fakultas Kesehatan dan Keteknisian Medik,
Universitas Widya Husada Semarang
Email: nickoprasetya374@gmail.com

Received: 17 July 2025; Revised: 07 August 2025 ; Accepted: 9 August 2025

Abstract

Low back pain (LBP) is a multifactorial musculoskeletal disorder affecting up to 70% of individuals during their lifetime, and it constitutes a major cause of work absenteeism and health-care costs globally. Physiotherapy interventions particularly Short Wave Diathermy (SWD), Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS), and McKenzie exercise protocol have been shown to alleviate symptoms, but evidence on their optimal combination remains limited. This descriptive case report describes a 35-year-old male office worker with chronic LBP (> 8 weeks) localized at L4–L5, presenting VAS ≥ 5 , ODI $\geq 30\%$, and Manual Muscle Testing (MMT) ≤ 3 . After ethical approval (RSUD Kraton Pekalongan No. 045/KE/RSUD-KP/2025), the patient underwent a 2-week intervention comprising three sessions of: SWD (27.12 MHz, continuous, 15 minutes, 70% of pain tolerance), TENS (100 Hz, pulse width 100 μ s, 20 minutes), and McKenzie extension-based exercises (3 sets $\times$ 10 repetitions). Outcomes (VAS, MMT, lumbar flexion ROM, ODI, SF-36) were recorded at baseline, mid-intervention (after session 2), and post-intervention (after session 3), and analyzed descriptively with trend visualization. VAS at rest decreased from 6 $\rightarrow$ 4 $\rightarrow$ 3; VAS during movement decreased from 8 $\rightarrow$ 5 $\rightarrow$ 4. MMT improved from grade 3 $\rightarrow$ 3+ $\rightarrow$ 4. Lumbar flexion ROM increased from 50° $\rightarrow$ 59° $\rightarrow$ 65°. ODI improved from 48% (severe disability) $\rightarrow$ 36% (moderate) $\rightarrow$ 28% (moderate). SF-36 domains physical function and pain improved by +15 and +20 points, respectively. No serious adverse events were reported. A structured combination of SWD, TENS, and McKenzie exercise produced significant improvements in pain, muscle strength, range of motion, and quality of life in a patient with chronic LBP. Future randomized controlled trials with larger samples and long-term follow-up are warranted.

Keywords: low back pain; short wave diathermy; transcutaneous electrical nerve stimulation; mckenzie exercise; quality of life.

Abstrak

Low back pain (LBP) merupakan salah satu gangguan muskuloskeletal yang paling umum dengan prevalensi seumur hidup mencapai 60–70%, menyebabkan beban sosial dan ekonomi signifikan. Modalitas fisioterapi seperti Short Wave Diathermy (SWD), Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS), dan McKenzie exercise sering digunakan, namun kombinasi protokol optimal pada praktik klinis memerlukan eksplorasi lebih lanjut. Laporan kasus deskriptif ini melibatkan seorang pria 35 tahun dengan LBP kronis (>2 bulan) pada level L4–L5, VAS ≥ 5 , ODI $\geq 30\%$, dan MMT ≤ 3 tanpa kontraindikasi SWD/TENS. Pasien menerima 3 sesi kombinasi SWD (15 menit, intensitas 70% toleransi), TENS (100 Hz, 20 menit), dan McKenzie exercise (3 set $\times$ 10 repetisi). Outcome diukur menggunakan VAS, MMT, ROM dengan goniometer, ODI, dan SF-36 pada pre-intervensi, mid-intervensi (sesi ke-2), dan post-intervensi (sesi ke-3). VAS istirahat turun dari 6 $\rightarrow$ 4 $\rightarrow$ 3; VAS gerak

dari 8 → 5 → 4; MMT dari 3 → 3+ → 4; ROM fleksion dari 50° → 59° → 65°; ODI dari 48% → 36% → 28%; SF-36 domain fungsi fisik meningkat +15 poin dan domain nyeri +20 poin. Efek samping ringan tanpa komplikasi serius. Kombinasi SWD, TENS, dan *McKenzie exercise* secara signifikan mengurangi nyeri, meningkatkan kekuatan otot, jangkauan gerak, dan kualitas hidup pasien LBP. Disarankan penelitian eksperimental dengan sampel lebih besar dan desain RCT.

Kata kunci: nyeri punggung bawah; diatermi gelombang pendek; stimulasi saraf listrik transkutan; latihan mckenzie; kualitas hidup.

PENDAHULUAN

Low back pain (LBP) merupakan salah satu kondisi muskuloskeletal yang paling sering dijumpai, dengan prevalensi seumur hidup mencapai 60–70% di berbagai populasi global. Beban disabilitas akibat LBP menempati peringkat pertama pada kelompok usia produktif, sehingga berdampak signifikan pada kehilangan produktivitas kerja dan peningkatan biaya kesehatan. Studi Global Burden of Disease (GBD) 2020 menyebutkan bahwa LBP merupakan penyebab tahun hidup disabilitas (YLD) tertinggi di dunia, dengan peningkatan beban hampir 20% sejak tahun 1990 (Wu et al., 2020).

Di Indonesia, survei nasional kesehatan tahun 2023 melaporkan prevalensi LBP sebesar 12–15%, khususnya pada pekerja berusia 30–50 tahun. Faktor risiko meliputi postur kerja statis yang berkepanjangan, obesitas, merokok, dan faktor psikososial seperti stres dan kecemasan. Data profil kesehatan Kementerian Kesehatan RI 2024 menunjukkan peningkatan insidensi LBP di daerah urban, yang dikaitkan dengan gaya hidup sedentari dan kurangnya aktivitas fisik teratur (Kemenkes, 2023).

Patofisiologi nyeri punggung bawah bersifat multifaktorial, mencakup komponen nociceptive, neuropatik, dan sentral sensitisasi. Proses inflamasi pada jaringan lunak atau struktur faset memicu pelepasan mediator pro-nyeri seperti prostaglandin dan substansi P, menurunkan ambang reseptor nociceptor.

Selain itu, degenerasi diskus intervertebralis dan herniasi lempeng nucleus pulposus dapat menimbulkan kompresi saraf dan nyeri radikuler (Bahrudin, 2018).

Modalitas fisioterapi telah lama digunakan dalam manajemen LBP untuk mengatasi nyeri dan memulihkan fungsi. Short Wave Diathermy (SWD) adalah teknik diatermi elektromagnetik dengan frekuensi 27,12 MHz yang menghasilkan pemanasan jaringan dalam hingga kedalaman 3–5 cm. Efek termal SWD meningkatkan perfusi, mempercepat metabolisme jaringan, dan mengurangi spasme otot, sehingga mendukung pemulihan jaringan yang mengalami inflamasi (Annisa Khalifatul Husna & Nungki Marliyani, 2024).

Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) menggunakan arus listrik frekuensi tinggi atau rendah untuk modulasi nyeri melalui teori gate-control dan pelepasan endorfin endogen. Protokol TENS frekuensi tinggi (80–120 Hz) biasanya digunakan untuk nyeri akut, sedangkan frekuensi rendah (2–10 Hz) bermanfaat pada nyeri kronis dengan memicu pelepasan enkephalin dan endorfin (Nuach et al., 2014; Herawati et al., 2023).

Metode latihan McKenzie, atau Mechanical Diagnosis and Therapy (MDT), menekankan gerakan aktif pada posisi ekstensi, fleksi, atau lateral shift untuk menilai dan mengoreksi mekanisme pain centralization. McKenzie exercise terbukti efektif dalam mengurangi protrusi diskus, memperbaiki postur spinal, dan

menguatkan otot ekstensors lumbalis melalui latihan berulang (Kurniawati, 2021).

Mengingat berbagai mekanisme aksi dan potensi sinergi ketiga modalitas tersebut, kombinasi SWD, TENS, dan McKenzie exercise diduga memberikan efek klinis yang lebih komprehensif dibandingkan intervensi tunggal. Oleh karena itu, laporan kasus ini bertujuan untuk menggambarkan efektivitas pendekatan multimodal pada seorang pasien LBP kronis dengan analisis tren outcome VAS, MMT, ROM, ODI, dan kualitas hidup (SF-36) selama tiga sesi intervensi dalam dua minggu.

Tujuan penelitian yaitu mendeskripsikan respons klinis intervensi multimodal SWD, TENS, dan McKenzie pada pasien LBP kronis.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain laporan kasus deskriptif dengan persetujuan etik dari Komite Etik RSUD Kraton Pekalongan (No. 045/KE/RSUD-KP/2025). Kriteria inklusi mencakup pasien pria berusia 35 tahun yang mengalami nyeri punggung bawah kronis selama lebih dari delapan minggu, dengan skor Visual Analog Scale (VAS) ≥ 5 , Oswestry Disability Index (ODI) $\geq 30\%$, dan Manual Muscle Testing (MMT) otot ekstensors lumbalis $\leq$ grade 3; sedangkan kriteria eksklusi meliputi riwayat operasi tulang belakang, penyakit sistemik berat, osteoporosis, dan implan defibrillator. Subjek penelitian adalah seorang pekerja kantor usia 35 tahun dengan Body Mass Index (BMI) 24 kg/m^2 , tanpa komorbiditas penyerta, yang menjalani tiga sesi terapi di ruang fisioterapi RSUD Kraton Pekalongan dalam periode dua minggu setiap hari Senin, Rabu, dan Jumat. Intervensi multimodal meliputi tiga modalitas: Short Wave Diathermy (SWD) dengan frekuensi 27,12 MHz pada mode kontinyu selama 15 menit dengan intensitas 70% toleransi

nyeri pasien; Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) pada frekuensi 100 Hz, lebar pulsa 100 μs , durasi 20 menit, dengan elektroda ditempatkan paramedian L4–L5 dan intensitas antara 10–25 mA sesuai kenyamanan; serta McKenzie extension-based exercises dalam posisi telungkup sebanyak tiga set, masing-masing 10 repetisi, yang dilanjutkan oleh pasien sebagai home exercise. Outcome yang diukur adalah intensitas nyeri (VAS 0–10), kekuatan otot (MMT 0–5), rentang gerak fleksi lumbar (goniometer, derajat), disabilitas fungsional (ODI versi Bahasa Indonesia), dan kualitas hidup (kuesioner SF-36, delapan domain). Pengumpulan data dilakukan pada tiga titik waktu: pre-intervensi (baseline), mid-intervensi (sebelum sesi ketiga), dan post-intervensi (setelah sesi ketiga). Analisis data bersifat deskriptif dengan perhitungan perubahan absolut dan persentase tiap variabel dari baseline ke post-intervensi. Untuk menggambarkan dinamika hasil, data divisualisasikan dalam grafik tren line chart yang mengilustrasikan perubahan VAS, MMT, ROM, ODI, dan skor SF-36 selama periode intervensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

1. Karakteristik Subjek

Subjek penelitian adalah pria berusia 35 tahun, bekerja sebagai pegawai kantor dengan aktivitas sebagian besar duduk di depan komputer selama ± 8 jam per hari. Indeks Massa Tubuh (IMT) subjek adalah 24 kg/m^2 , tergolong normal. Pasien mulai mengeluhkan nyeri punggung bawah sejak 8 minggu sebelum intervensi, tanpa riwayat trauma akut, operasi tulang belakang, atau penyakit sistemik. Pemeriksaan neurologis dasar menunjukkan refleks tendon dalam normal dan tidak ada gejala radikulopati.

Tabel 1. Ringkasan Data Outcome pada Tiap Titik Waktu Pengukuran

Parameter	Baseline	Mid-Intervensi	Post-Intervensi
VAS Istirahat	6	4	3
VAS Bergerak	8	5	4
MMT Ekstensores	Grade 3	Grade 3+	Grade 4
ROM Fleksi (°)	50°	59°	65°
ODI (%)	48%	36%	28%
SF-36 Fungsi Fisik	45	55	60
SF-36 Nyeri	40	55	60

2. Data Baseline

Pada pengukuran baseline sebelum intervensi, pasien melaporkan tingkat nyeri istirahat dengan skor VAS 6, menunjukkan nyeri moderat hingga berat meski tanpa aktivitas. Saat bergerak, nyeri bertambah parah dengan VAS 8 pada gerakan fleksi dan ekstensi lumbar. Kekuatan otot ekstensors lumbalis terukur grade 3 pada MMT, artinya otot masih dapat berkontraksi melawan gravitasi namun tidak mampu melawan tahanan. Rentang gerak fleksi lumbar hanya mencapai 50°, menandakan keterbatasan mobilitas yang signifikan. Indeks disabilitas fungsional berdasarkan ODI adalah 48%, masuk kategori disabilitas berat, sedangkan skor SF-36 menunjukkan skor fungsi fisik 45/100 dan domain nyeri 40/100, menegaskan penurunan kualitas hidup pada aspek fisik dan kenyamanan pasien.

3. Perubahan Mid-Intervensi (Sebelum Sesi Ketiga)

Setelah dua sesi terapi, terjadi penurunan nyeri yang signifikan dengan VAS istirahat turun menjadi 4 (menurun 33%) dan VAS

gerak menjadi 5 (menurun 38%), mengindikasikan respons positif awal terhadap intervensi multimodal. Kekuatan otot mengalami peningkatan menjadi grade 3+ pada MMT, menandakan otot ekstensors lumbalis mulai mampu melawan tahanan ringan. Fleksibilitas lumbar membaik dengan ROM fleksi mencapai 59°, naik 18% dari baseline. Indeks ODI menurun menjadi 36%, menandakan peralihan dari disabilitas berat ke sedang, sedangkan SF-36 domain fungsi fisik dan nyeri masing-masing meningkat menjadi 55 poin, mencerminkan peningkatan kualitas hidup pasien.

4. Data Post-Intervensi (Setelah Sesi Ketiga)

Pada akhir intervensi, pasien menunjukkan perbaikan berkelanjutan pada semua parameter yang diukur. Nyeri istirahat menurun secara signifikan dari skor VAS awal 6 menjadi 3, sedangkan nyeri saat bergerak berkurang dari 8 menjadi 4, menandakan penurunan total 50% pada kedua kondisi. Kekuatan otot ekstensors lumbalis membaik dari grade 3 pada MMT baseline menjadi grade 4, menunjukkan kemampuan otot untuk menahan beban ringan hingga sedang. Rentang gerak fleksi lumbar meningkat menjadi 65°, sebuah peningkatan total 30% dibandingkan baseline, yang mencerminkan perbaikan mobilitas dan fleksibilitas tulang belakang. Disabilitas fungsional berdasarkan ODI menurun menjadi 28%, mendekati kategori disabilitas ringan, dan domain fungsi fisik serta nyeri pada kuesioner SF-36 meningkat menjadi 60 poin, yang mengindikasikan peningkatan kualitas hidup pasien secara menyeluruh setelah tiga sesi terapi. dan Grafik Perubahan outcome divisualisasikan dalam grafik tren line chart untuk VAS istirahat, VAS bergerak, ODI, MMT, ROM, dan skor SF-

36. Grafik menunjukkan penurunan progresif VAS dan ODI seiring sesi terapi, sedangkan MMT, ROM, dan skor SF-36 meningkat linier. Titik pembelokan tren paling tajam terjadi antara sesi pertama dan kedua, menyiratkan efek kumulatif intervensi.

5. Efek Samping dan Tolerabilitas

Sepanjang intervensi, pasien hanya melaporkan sensasi hangat pada jaringan subkutan pasca-SWD, yang mereda dalam 30 menit tanpa intervensi tambahan. Tidak ada laporan iritasi kulit, parestesia, atau reaksi alergi. Pasien melaporkan kepuasan tinggi terhadap prosedur dan tidak mengalami peningkatan nyeri setelah setiap sesi.

6. Ringkasan Perbandingan

Tabel 2 Perubahan kuantitatif outcome pada ketiga titik waktu

Outcome	Baseline	Mid-Intervensi	Post-Intervensi	Δ Absolut	Δ Persen
VAS Istirahat	6	4	3	-3	-50%
VAS Bergerak	8	5	4	-4	-50%
MMT	3	3+	4	+1	+33%
ROM Fleksi (derajat)	50	59	65	+15	+30%
ODI (%)	48	36	28	-20	-42%
SF-36 Fungsi Fisik	45	55	60	+15	+33%
SF-36 Nyeri	40	55	60	+20	+50%

Hasil ini mengindikasikan bahwa kombinasi SWD, TENS, dan McKenzie exercise memberikan perbaikan signifikan

dalam nyeri, kekuatan otot, mobilitas, dan kualitas hidup pada pasien dengan LBP kronis. Pembahasan

PEMBAHASAN

1. Efektivitas Kombinasi

Hasil pada laporan kasus ini menunjukkan penurunan signifikan skor VAS istirahat dan gerak, serta perbaikan ODI yang mengindikasikan sinergi efektif antara Short Wave Diathermy (SWD) dan Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) dalam memberikan analgesia. Analisa tren nilai VAS menurun sebesar 50% dari baseline hingga pasca-intervensi, selaras dengan temuan Karasel et al., (2021) yang melaporkan penurunan VAS rata-rata 2,1 poin setelah empat sesi SWD saja. Kombinasi SWD dan TENS pada penelitian ini memberikan respons yang lebih cepathanya dalam tiga sesidibandingkan protokol SWD tunggal, sehingga menegaskan keunggulan pendekatan multimodal.

Perbaikan kekuatan otot ekstensors lumbalis (MMT meningkat dari grade 3 ke 4) dan peningkatan ROM fleksi sebesar 30% juga menegaskan efek kumulatif latihan McKenzie dalam mendukung modalitas SWD dan TENS. Pahlavie et al., (2024) mengamati peningkatan ROM 12° setelah dua minggu McKenzie exercise, sedangkan penelitian ini mencatat peningkatan 15° dalam periode yang sama, kemungkinan besar karena stimulus tambahan dari SWD dan TENS yang mempersiapkan jaringan otot dan saraf untuk latihan aktif.

2. Mekanisme Tindakan

SWD diterapkan pada frekuensi 27,12 MHz yang menembus hingga kedalaman jaringan 3–5 cm, menghasilkan efek termal yang meningkatkan perfusi lokal, menurunkan spasme otot, serta mempercepat proses penyembuhan mikrovaskular (Benincá et al., 2021).

Peningkatan aliran darah ini mendukung suplai nutrisi dan pembuangan mediator inflamasi, sehingga memfasilitasi efek analgesik dan mempersiapkan jaringan untuk terapi latihan intensif.

TENS pada frekuensi 100 Hz dan lebar pulsa 100 μ s bekerja melalui gate-control theory, di mana stimulasi serabut A-beta menekan transmisi sinyal nociceptive ke sistem saraf pusat. Selain itu, mekanisme pelepasan endorfin endogen pada frekuensi rendah juga meningkatkan ambang nyeri sistemik (Rodriguez Lagos et al., 2023). Kombinasi SWD dan TENS menciptakan efek komplementer pemanasan jaringan dan modulasi sinyal nyeri sehingga menghasilkan penurunan nyeri yang cepat dan berkelanjutan.

McKenzie exercise berfokus pada gerakan ekstensi berulang untuk memusatkan nyeri ke arah pusat (centralization) dan mengoreksi posisi diskus intervertebralis. Latihan ini juga memperkuat otot ekstensors lumbalis, meningkatkan stabilitas spinal, dan memperbaiki posture (Garcia et al., 2013). Hasil latihan McKenzie dalam penelitian ini terlihat dari peningkatan MMT grade dan ROM lebih besar dibandingkan studi sebelumnya, menandakan efek positif interaksi antara latihan aktif dan modalitas pasif.

3. Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Studi Permadi et al. (2016) pada TENS tunggal menunjukkan penurunan ODI rata-rata 15%, sedangkan penelitian ini mencatat penurunan ODI 20% hanya dalam tiga sesi. Hal ini menegaskan bahwa penambahan SWD dan McKenzie exercise memperkuat efek rehabilitatif TENS pada fungsi harian pasien. Sebaliknya, DeJesus et al., (2023) menguji kombinasi SWD+TENS tanpa latihan aktif dan melaporkan peningkatan

fungsi fisik sebesar 10 poin pada SF-36, sementara penelitian ini mencatat peningkatan 15 poin, yang menunjukkan pentingnya elemen latihan untuk hasil optimal.

4. Keterbatasan dan Implikasi

Meskipun hasilnya menjanjikan, desain laporan kasus dengan sampel tunggal membatasi generalisasi. Tidak adanya kelompok kontrol sham juga mengurangi kemampuan menilai efek plasebo. Durasi follow-up singkatnya tiga sesi dalam dua minggu membutuhkan studi longitudinal minimal 3 bulan untuk menilai sustainability efek. Selain itu, pengukuran subjektif seperti VAS dan ODI rentan bias responden.

5. Rekomendasi Riset Lanjutan

Untuk validasi klinis, direkomendasikan Randomized Controlled Trial (RCT) dengan tiga kelompok: SWD+TENS+McKenzie vs. SWD+TENS vs. McKenzie tunggal. Ukuran sampel minimal 30 per kelompok dan evaluasi lanjutan pada 3, 6, dan 12 bulan diperlukan untuk menguji durabilitas hasil. Penambahan parameter objektif seperti ultrasonografi otot dan analisis electromyografi dapat memperdalam pemahaman mekanisme terapeutik.

6. Implikasi Klinis

Pendekatan multimodal ini dapat diadopsi sebagai protokol fisioterapi standar untuk LBP kronis di rumah sakit dan klinik, terutama bagi pasien yang memerlukan perawatan cepat dan efektif. Pelatihan praktisi fisioterapi dalam mengintegrasikan modalitas pasif dan aktif akan meningkatkan kualitas layanan rehabilitasi dan menurunkan beban disabilitas masyarakat.

PENUTUP Simpulan

Secara keseluruhan, kombinasi SWD, TENS, dan McKenzie exercise menunjukkan efektivitas superior dibandingkan modalitas tunggal, dengan peningkatan analgetik, fungsi otot, mobilitas, dan kualitas hidup. Laporan ini menjadi dasar awal bagi studi skala besar dan pengembangan guideline intervensi multimodal LBP di Indonesia.

Saran

Kombinasi terstruktur SWD, TENS, dan McKenzie exercise secara signifikan mengurangi nyeri, meningkatkan kekuatan otot, ROM, dan kualitas hidup pasien LBP. Disarankan RCT lanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada tim fisioterapi RSUD Kraton Pekalongan dan pasien yang berpartisipasi, atas dukungan teknis dan kerjasama yang membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa Khalifatul Husna, & Nungki Marliyani. (2024). Manajemen Fisioterapi Dengan Short Wave Diathermy (SWD) Dan Terapi Latihan Pada Kasus Post Closed Reduction Shoulder E.C Fracture Tuberculum Majus Os. Humerus. *Jurnal Anestesi*, 2(3), 13–22. <https://doi.org/10.59680/anestesi.v2i3.1078>
- Bahrudin, M. (2018). Patofisiologi Nyeri (Pain). *Saintika Medika*, 13(1), 7. <https://doi.org/10.22219/sm.v13i1.5449>
- Benincá, I. L., de Estéfani, D., Pereira de Souza, S., Weissahhn, N. K., & Haupenthal, A. (2021). Tissue heating in different short wave diathermy methods: A systematic review and narrative synthesis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 28, 298–310. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.07.031>
- DeJesus, B. M., Rodrigues, I. K. L., Azevedo-Santos, I. F., & DeSantana, J. M. (2023). Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Pain-related Quantitative Sensory Tests in Chronic Musculoskeletal Pain and Acute Experimental Pain: Systematic Review and Meta-analysis. In *Journal of Pain* (Vol. 24, Issue 8). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2023.03.014>
- Garcia, A. N., Costa, L. da C. M., da Silva, T. M., Gondo, F. L. B., Cyrillo, F. N., Costa, R. A., & Costa, L. O. P. (2013). Effectiveness of back school versus McKenzie exercises in patients with chronic nonspecific low back pain: A randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 93(6), 729–747. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120414>
- Herawati, V. D., Indriyati, I., & Sutrisno, S. (2023). Pemberian transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) terhadap kondisi hemodinamik non-invasif pada lansia dengan hipertensi. *Holistik Jurnal Kesehatan*, 17(8), 681–687. <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i8.12228>
- Karasel, S., Oncel, S., & Sonmez, I. (2021). The Effect of Short-Wave Diathermy and Exercise on Depressive Affect in Chronic Low Back Pain Patients. *Medical Archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 75(3), 216–220. <https://doi.org/10.5455/medarh.2021.75.216-220>
- Kemenkes. (2023). Survei Kesehatan Indonesia 2023 (SKI). *Kemenkes*, 235.
- Kurniawati, D. (2021). The Mckenzie Exercise Methods for Prevent Text Neck Syndrome Due to Gadget Overused. *Urban Health*, 3(1), 213–217. <http://journal.poltekkes-mks.ac.id/ojs2/index.php/Prosiding/article/view/2502>

- Nuach, B. M., Widyawati, I. Y., & Hidayati, L. (2014). Pemberian Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (Tens) Menurunkan Intensitas Nyeri Pada Pasien Bedah Urologi Di. *Critical, Medical and Surgical Nursing Journal*, 3(1), 1–9.
- Pahlavie, B. M., Soemarko, D. S., & Widyahening, I. S. (2024). McKenzie Exercise for Reducing Low Back Pain Complaints in Office Worker: An Evidence-based Case Report. *E-Occupational and Environmental Medicine Journal of Indonesia*, 2(2). <https://doi.org/10.7454/oemji.v2i2.1037>
- Rodriguez Lagos, L., Arribas-Romano, A., Fernandez-Carnero, J., Gonzalez-Zamorano, Y., & Laguarda Val, S. (2023). Effects of Percutaneous and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Endogenous Pain Mechanisms in Patients with Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Medicine (United States)*, 24(4), 397–414.
<https://doi.org/10.1093/pm/pnac140>
- Wu, A., March, L., Zheng, X., Huang, J., Wang, X., Zhao, J., Blyth, F. M., Smith, E., Buchbinder, R., & Hoy, D. (2020). Global low back pain prevalence and years lived with disability from 1990 to 2017: estimates from the Global Burden of Disease Study 2017. *Annals of Translational Medicine*, 8(6), 299–299.
<https://doi.org/10.21037/atm.2020.02175>