



Efektivitas Program Fisioterapi pada Pasien Pasca Spondilitis Tuberkulosis di Rumah Sakit Paru Ario Wirawan Salatiga (Studi Kasus)

Fadhil Kusuma Ningrum^{1*}, Isnaini Herawati², Ririt Ika Lestari³

¹ Profesi Fisioterapis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

² Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

³ Departemen Rehab Medik, Rumah Sakit Paru Ario Wirawan Salatiga, Indonesia.

*Penulis Korespondensi: j130255049@student.ums.ac.id¹

Abstract. Tuberculosis (TB) is a chronic infectious disease that impacts both the respiratory and musculoskeletal systems. Post-pulmonary tuberculosis sequelae can lead to restrictive ventilatory impairment, while spinal tuberculosis (tuberculous spondylitis) causes back pain, muscle weakness, and functional limitations. These conditions compromise patients' functional capacity and independence. This study aimed to evaluate the effectiveness of a pulmonary physical rehabilitation program combined with musculoskeletal physiotherapy for a post-pulmonary tuberculosis patient with tuberculous spondylitis, using a case report design. The subject was a 26-year-old male with a history of pulmonary TB, who completed anti-tuberculosis therapy and was diagnosed with lumbar tuberculous spondylitis. Evaluations were performed at the first, second, and third weeks using the Visual Analogue Scale (VAS) for pain, Manual Muscle Testing (MMT) for muscle strength, spirometry for pulmonary function (FVC), the Five-Times Sit-to-Stand Test (5×STS) for functional capacity, and the Functional Independence Measure (FIM) for independence. The physiotherapy program included breathing exercises, spinal mobilization, muscle strengthening, functional training, and education on brace use. The results showed significant improvements: pain reduction (VAS 6 to 3), increased FVC (1.28L to 1.72L), better muscle strength (MMT 2–3/5 to 4/5), faster 5×STS time (40s to 22s), and improved FIM (98 to 115). These findings suggest the effectiveness of the rehabilitation program in enhancing respiratory function, muscle strength, and independence.

Keywords: Case Report; Physiotherapy; Pulmonary Rehabilitation; Pulmonary Tuberculosis; Tuberculous Spondylitis.

Abstrak. Tuberkulosis (TB) adalah penyakit infeksi kronis yang memengaruhi sistem pernapasan dan muskuloskeletal. Sekuela pasca-tuberkulosis paru dapat menyebabkan gangguan ventilasi restriktif, sedangkan tuberkulosis tulang belakang (spondilitis tuberkulosis) menyebabkan nyeri punggung, kelemahan otot, dan keterbatasan fungsional. Kondisi ini mengganggu kapasitas fungsional dan kemandirian pasien. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas program rehabilitasi fisik paru yang dikombinasikan dengan fisioterapi muskuloskeletal untuk pasien pasca-tuberkulosis paru dengan spondilitis tuberkulosis, menggunakan desain laporan kasus. Subjek penelitian adalah seorang pria berusia 26 tahun dengan riwayat TB paru, yang telah menyelesaikan terapi anti-tuberkulosis dan didiagnosis menderita spondilitis tuberkulosis lumbal. Evaluasi dilakukan pada minggu pertama, kedua, dan ketiga menggunakan Skala Analog Visual (VAS) untuk nyeri, Pengujian Kekuatan Otot Manual (MMT) untuk kekuatan otot, spirometri untuk fungsi paru-paru (FVC), Tes Duduk-Berdiri Lima Kali (5×STS) untuk kapasitas fungsional, dan Pengukuran Kemandirian Fungsional (FIM) untuk kemandirian. Program fisioterapi meliputi latihan pernapasan, mobilisasi tulang belakang, penguatan otot, pelatihan fungsional, dan edukasi tentang penggunaan penyangga. Hasil menunjukkan peningkatan yang signifikan: pengurangan nyeri (VAS 6 menjadi 3), peningkatan FVC (1,28L menjadi 1,72L), kekuatan otot yang lebih baik (MMT 2–3/5 menjadi 4/5), waktu 5×STS yang lebih cepat (40 detik menjadi 22 detik), dan peningkatan FIM (98 menjadi 115). Temuan ini menunjukkan efektivitas program rehabilitasi dalam meningkatkan fungsi pernapasan, kekuatan otot, dan kemandirian.

Kata kunci: Fisioterapi; Laporan Kasus; Rehabilitasi Paru; Spondilitis Tuberkulosis; Tuberkulosis Paru.

1. LATAR BELAKANG

Menurut World Health Organization (WHO, 2024), tuberkulosis (TB) masih menjadi salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di dunia. Diperkirakan sebanyak 10,8 juta orang mengalami TB pada tahun 2023 dengan jumlah kematian mencapai 1,3 juta jiwa, sehingga menjadikannya salah satu penyakit infeksi paling mematikan secara global. Indonesia menempati peringkat kedua setelah India dalam beban kasus TB dunia, dengan kontribusi sekitar 10% dari total kasus global, serta prevalensi yang tinggi pada kelompok usia produktif (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024). Kemudian, laporan nasional menunjukkan TB ekstra-paru, termasuk spondilitis tuberkulosis menyumbang sekitar 10-15% dari seluruh kasus TB dengan pertumbuhan yang masih signifikan di negara dengan beban TB tinggi seperti Indonesia.

Tuberkulosis paru merupakan bentuk paling umum dari infeksi *Mycobacterium tuberculosis* yang terutama menyerang jaringan paru, menyebabkan kerusakan alveolus dan penurunan kapasitas ventilasi (Ravimohan *et al.*, 2023). Meskipun pasien telah menyelesaikan terapi anti-tuberkulosis, berbagai penelitian menunjukkan bahwa gangguan fungsi paru residual masih sering ditemukan, terutama berupa pola restriktif dan penurunan kapasitas vital paru (Meghji *et al.*, 2022). Kondisi ini dapat menyebabkan keterbatasan jangka panjang seperti penurunan toleransi aktivitas, mudah lelah, dan gangguan dalam aktivitas sehari-hari yang berdampak pada kualitas hidup pasien. Apabila tidak ditangani secara adekuat, basil TB dapat menyebar secara hematogen ke organ lain, termasuk tulang belakang, sehingga menyebabkan tuberkulosis spinal atau spondilitis tuberkulosis. Kondisi ini ditandai oleh destruksi korpus vertebra, instabilitas tulang belakang, nyeri punggung kronis, deformitas kifotik, serta defisit neurologis akibat kompresi medula spinalis atau akar saraf (Moon, 2022). Tuberkulosis spinal merupakan bentuk TB ekstra-paru yang paling sering dijumpai dan berkontribusi signifikan terhadap kecacatan jangka panjang (Wardoyo *et al.*, 2024). Dampak jangka panjang dari kondisi ini adalah penurunan fungsi mobilitas, ketergantungan terhadap alat bantu, dan peningkatan risiko disabilitas permanen.

Pasien yang telah menyelesaikan pengobatan tuberkulosis paru maupun tuberkulosis spinal sering mengalami penurunan kapasitas paru, kelemahan otot pernapasan, serta penurunan aktivitas fisik akibat imobilisasi yang berkepanjangan selama masa pengobatan. Penelitian oleh Desenia (2022) melaporkan bahwa pasien dengan tuberkulosis spinal cenderung mengalami gangguan paru restriktif dan gangguan biomekanik tulang belakang, yang berdampak negatif terhadap kapasitas fungsional, daya tahan, dan kualitas hidup. Sejalan dengan hal tersebut, tinjauan pustaka oleh Kaur dan Sharma (2024) menekankan bahwa

manajemen rehabilitasi memiliki peran penting dalam pemulihan kemampuan fungsional serta pencegahan komplikasi pada pasien tuberkulosis spinal, sehingga integrasi fisioterapi dalam perawatan pasca-TB menjadi sangat penting.

Oleh karena itu, diperlukan suatu program rehabilitasi fisik paru yang komprehensif untuk meningkatkan kapasitas ventilasi, memperkuat otot pernapasan, memperbaiki postur tubuh, serta meningkatkan toleransi aktivitas pasien. Rehabilitasi paru meliputi latihan pernapasan seperti pernapasan diafragma, pernapasan segmental, dan pursed-lip breathing terbukti efektif dalam meningkatkan ventilasi alveolar dan mengurangi kerja pernapasan disertai dengan mobilisasi tulang belakang serta penguatan otot postural dan ekstremitas bawah (Spruit *et al.*, 2023). Studi terbaru menunjukkan bahwa intervensi tersebut efektif dalam meningkatkan ekspansi dada, memperbaiki pola pernapasan, dan menurunkan nyeri punggung (Lovely, 2025).

Selain peningkatan fungsi pernapasan, rehabilitasi juga berperan penting dalam mencegah progresivitas deformitas tulang belakang dan meningkatkan kemandirian fungsional. Pasien dengan tuberkulosis spinal sering mengalami keterbatasan mobilitas akibat kifosis atau kelemahan otot paraspinal. Intervensi fisioterapi seperti penguatan otot punggung, latihan core stability, serta latihan koreksi postur telah terbukti mampu meningkatkan kontrol postural (Kim *et al.*, 2024). Latihan fungsional seperti sit-to-stand training juga direkomendasikan untuk meningkatkan kemampuan aktivitas sehari-hari dan kemandirian pasien (Kusmiati & Paramita, 2023).

Dengan demikian, rehabilitasi fisik paru merupakan komponen penting dalam proses pemulihan pasien pasca-tuberkulosis dan tuberkulosis spinal. Studi terkini juga menegaskan bahwa pasien pasca tuberkulosis di negara dengan beban TB tinggi masih mengalami keterbatasan fungsi respirasi dan kapasitas aktivitas dalam jangka panjang, sehingga memerlukan pendekatan rehabilitasi yang terintegrasi dan berkesinambungan sebagai bagian dari tata laksana komprehensif (Wardoyo *et al.*, 2025). Program fisioterapi yang dirancang secara tepat dapat memberikan perbaikan signifikan pada fungsi pernapasan, kekuatan otot, dan kemandirian fungsional pasien. Berdasarkan latar belakang tersebut, studi kasus ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi fisioterapi dalam meningkatkan fungsi pernapasan dan kapasitas fungsional pada pasien pasca-tuberkulosis dan tuberkulosis spinal. Demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi fisioterapi terintegrasi dalam meningkatkan fungsi respirasi dan kapasitas fungsional pada pasien pasca tuberkulosis paru dengan spondilitis tuberkulosis.

2. KAJIAN TEORITIS

Tuberkulosis tulang belakang (ST) atau penyakit Pott adalah infeksi pada jaringan tulang belakang, terutama vertebra dan cakram intervertebralis, yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* (MT) (Garg & Goyal, 2020). ST biasanya berasal ketika droplet yang terinfeksi MT dihirup, terutama mempengaruhi paru-paru, kemudian memasuki aliran darah dan menyebar ke lokasi lain di tubuh, termasuk tulang belakang (Dunn & Ben Husien, 2018). Oleh karena itu, ST seringkali merupakan konsekuensi dari penyebaran hematogen ke dalam sistem vaskular padat dari tulang spons dari badan vertebra (Rahim Khan *et al.*, 2023).

Etiologi dan patogenesis penyakit Pott melibatkan penyebaran hematogen infeksi tuberkulosis ke tulang trabekula vertebralis, biasanya berasal dari sumber infeksi utama di situs paru atau genitouriner (Viswanathan & Subramanian, 2024). Penyebaran infeksi terjadi melalui pleksus vaskular yang kaya di daerah sub-kondra setiap vertebra, difasilitasi oleh arteri tulang belakang anterior dan posterior, yang mengarah pada keterlibatan beberapa vertebra yang berdekatan. Pada tuberkulosis tulang belakang klasik, infeksi awalnya mempengaruhi aspek anterior tubuh vertebralis dan kemudian menyebar ke cakram intervertebralis yang berdekatan. Anak-anak umumnya terkena di cakram intervertebralis karena vaskularitas yang tinggi, sedangkan orang dewasa atau orang tua lebih sering terkena di badan vertebralis karena avaskularitas terkait usia (Rajasekaran *et al.*, 2018; Leowattana *et al.*, 2023). Infeksi menghancurkan ruang diskus intervertebralis dan badan vertebra yang berdekatan, yang menyebabkan keruntuhan elemen tulang belakang, baji anterior, dan angulasi karakteristik dan pembentukan gibbus, yang merupakan kelainan bentuk yang teraba karena keterlibatan beberapa vertebra. Selain itu, penghancuran ruang cakram dan badan vertebra dapat mengakibatkan kelainan bentuk tulang belakang, dengan kyphosis lebih menonjol di tulang belakang toraks karena kolaps anterior, yang berpotensi menyebabkan kompresi sumsum tulang belakang dan paraplegia sekunder karena penyempitan kanal tulang belakang. Kompresi serat motorik pada tuberkulosis tulang belakang anterior dan tuberkulosis tulang belakang posterior dapat mempengaruhi fungsi motorik karena kerentanan serat motorik terhadap tekanan dan iskemia, masing-masing (Rajasekaran *et al.*, 2018; Leowattana *et al.*, 2023).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengobatan medis saja belum cukup untuk memulihkan kondisi pasien pasca tuberkulosis paru maupun tuberkulosis spinal. Banyak pasien masih mengalami gangguan ventilasi restriktif, kelemahan otot pernapasan, dan penurunan performa fisik akibat imobilisasi yang berkepanjangan selama masa terapi (Arifah, 2022). Selain itu, sekuela tuberkulosis spinal tidak hanya memengaruhi mekanika pernapasan, tetapi juga mengganggu biomekanika tulang belakang, yang berujung pada penurunan daya

tahan, instabilitas postural, serta keterbatasan partisipasi dalam aktivitas sehari-hari (Palyama *et al.*, 2025). Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada satu aspek rehabilitasi saja dan belum mengevaluasi dampak pendekatan fisioterapi yang terintegrasi secara komprehensif.

Rehabilitasi fisik, khususnya rehabilitasi paru, berperan penting dalam proses pemulihan pasien pasca-TB. Program rehabilitasi paru mengombinasikan latihan pernapasan seperti pernapasan diafragma, pernapasan segmental, dan pursed-lip breathing dengan latihan mobilitas toraks serta penguatan otot postural untuk meningkatkan ekspansi dada dan efisiensi pertukaran gas. Secara fisiologis, latihan pernapasan diafragmatik meningkatkan aktivasi diafragma dan menurunkan penggunaan otot aksesori sehingga meningkatkan efisiensi ventilasi alveolar dan menurunkan kerja pernapasan. Pursed-lip breathing membantu mempertahankan tekanan positif pada akhir ekspirasi (PEEP) yang berperan dalam mencegah kolaps alveoli dan meningkatkan oksigenasi. Tinjauan sistematis oleh Lovely dan Ahmed (2025) melaporkan bahwa rehabilitasi terstruktur secara signifikan dapat meningkatkan ekspansi dada, menurunkan derajat dispnea, dan memperbaiki kualitas hidup pada pasien pasca tuberkulosis. Penelitian lain menunjukkan program rehabilitasi paru berbasis latihan terstruktur mampu meningkatkan kapasitas latihan dan fungsi paru pada pasien penyakit paru kronis, termasuk sekuela TB.

Selain rehabilitasi paru, fisioterapi muskuloskeletal memegang peranan penting dalam menangani gangguan fungsional akibat tuberkulosis spinal. Integrasi latihan pernapasan dengan latihan mobilitas fungsional terbukti dapat mengurangi nyeri, memperbaiki postur tulang belakang, serta mendukung pemulihan neurologis pada pasien tuberkulosis spinal (Kaur & Sharma, 2024). Mobilisasi spinal secara terkontrol berperan dalam meningkatkan fleksibilitas segmen vertebra, mengurangi kekakuan sendi, dan meningkatkan distribusi beban mekanik secara lebih optimal pada tulang belakang. Pendekatan ini menekankan pentingnya rehabilitasi yang komprehensif dan berkesinambungan setelah fase pengobatan medis selesai. Meskipun demikian, masih terdapat perbedaan pandangan dalam literatur terkait fokus utama rehabilitasi, di mana sebagian studi lebih menekankan latihan respirasi, sementara studi lain melihat pentingnya stabilisasi postur dan latihan fungsional dalam mencegah disabilitas jangka panjang.

Penguatan otot paraspinal dan otot inti (core muscles) juga menjadi komponen penting dalam rehabilitasi pasien dengan deformitas tulang belakang akibat tuberkulosis. Penelitian oleh Kusmiati dan Paramita (2023) menunjukkan bahwa latihan core stability dan koreksi postur mampu meningkatkan kontrol trunk dan keseimbangan fungsional pada individu dengan

gangguan postural. Secara prosedural, latihan penguatan otot meningkatkan rekrutmen unit motorik, stabilitas segmen spinal, dan kontrol neuromuskular yang berkontribusi terhadap peningkatan fungsi gerak dan pencegahan deformitas lebih lanjut. Hasil tersebut sejalan dengan laporan kasus sebelumnya yang menyatakan bahwa Intervensi fisioterapi dini pada spondilitis tuberkulosis terbukti membantu pemulihan mobilitas dan mengurangi atrofi otot (Basalamah *et al.*, 2020). Temuan ini diperkuat oleh penelitian Palyama *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa rehabilitasi progresif mampu meningkatkan stabilitas postural dan toleransi aktivitas.

Selain itu, integrasi latihan re-edukasi fungsional seperti sit-to-stand training dan latihan berjalan (*gait training*) dalam program rehabilitasi terbukti meningkatkan toleransi aktivitas dan kemandirian pasien. Beberapa instrumen penilaian fungsional, seperti Five-Times Sit-to-Stand Test (5×STS) dan Functional Independence Measure (FIM), direkomendasikan untuk mengevaluasi kemajuan pasien dalam aspek mobilitas dan perawatan diri. Penelitian terkini melaporkan bahwa partisipasi yang konsisten dalam program rehabilitasi berkaitan dengan peningkatan parameter spirometri seperti kapasitas vital paksa (FVC), volume ekspirasi paksa detik pertama (FEV₁), peningkatan ekspansi dada, serta penurunan intensitas nyeri (Arifah, 2022).

Secara konseptual, penelitian ini didasarkan pada kerangka International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF), yang memandang kondisi kesehatan sebagai interaksi antara gangguan struktur dan fungsi tubuh, keterbatasan aktivitas, serta pembatasan partisipasi dengan mempertimbangkan faktor lingkungan dan personal. Pendekatan ini relevan pada kasus spondilitis tuberkulosis yang menimbulkan dampak multidimensional terhadap kehidupan pasien.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain laporan kasus (*case report*) untuk mendeskripsikan manajemen fisioterapi pada seorang pasien laki-laki berusia 26 tahun yang didiagnosis pasca tuberkulosis paru dan tuberkulosis spinal lumbal. Pendekatan ini dipilih karena eksplorasi mendalam terhadap respons individu terhadap intervensi fisioterapi secara longitudinal (pretest-posttest dalam satu subjek), meskipun memiliki keterbatasan dalam generalisasi hasil. Pasien menjalani program rehabilitasi fisik paru yang terstruktur di Poli Rehabilitasi Medik RS Paru Ario Wirawan selama periode tiga minggu pada bulan September 2025. Pasien dirujuk ke layanan rehabilitasi medik dengan tujuan meningkatkan fungsi respirasi, kekuatan otot, dan kemandirian fungsional pasca penyelesaian terapi medis.

Pasien pada studi kasus ini memiliki riwayat tuberkulosis paru aktif yang telah menyelesaikan terapi anti-tuberkulosis (ATT) dan kemudian didiagnosis mengalami tuberkulosis spinal lumbal. Pasien datang ke Poli Rehabilitasi Medik RS Paru Ario Wirawan dengan keluhan nyeri punggung bawah, mudah lelah, serta penurunan toleransi aktivitas. Pemeriksaan fisik menunjukkan adanya gangguan pola berjalan (menggunakan walker dan brace TLSO), klonus pada ekstremitas bawah kanan, penurunan kekuatan otot, serta keterbatasan kapasitas pernapasan dengan pola restriktif berat. Karakteristik umum pasien disajikan pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Karakteristik Pasien.

Variabel	Nilai
Usia (tahun)	26
Jenis kelamin	Laki-laki
Diagnosis utama	Pasca TB paru + spondilitis TB lumbal
Status ATT	Selesai
Regio spinal	Lumbal
Alat bantu	Walker + TLSO

Pada saat masuk layanan rehabilitasi, pasien mengeluhkan nyeri punggung bawah, sesak napas saat aktivitas, serta mudah mengalami kelelahan. Pasien memerlukan alat bantu jalan berupa walker dan menggunakan brace TLSO untuk membantu ambulasi. Pemeriksaan fisik menunjukkan adanya klonus positif pada ekstremitas bawah kanan, kelemahan otot ekstremitas bawah dengan nilai Manual Muscle Testing (MMT) berkisar antara 2-3/5, serta pola pernapasan restriktif dengan keterbatasan ekspansi dada. Tidak ditemukan gangguan sensorik yang signifikan, namun temuan neurologis menunjukkan keterlibatan sistem saraf akibat kompresi spinal.

Pemeriksaan spirometri mengonfirmasi adanya gangguan ventilasi restriktif berat dengan nilai kapasitas vital paksa (Forced Vital Capacity/FVC) sebesar 1,28 liter (32% dari nilai prediksi) dan volume ekspirasi paksa detik pertama (Forced Expiratory Volume in one second/FEV₁) sebesar 1,15 liter (35% dari nilai prediksi). Pengukuran spirometri dilakukan menggunakan alat spirometer digital terkalibrasi dengan prosedur standar *American Thoracic Society* (ATS), dengan pengambilan nilai terbaik dari tiga manuver yang valid untuk menjamin reliabilitas data. Hal ini konsisten dengan sekuela pasca tuberkulosis paru dan keterbatasan mekanika toraks akibat deformitas kifotik pada tulang belakang lumbal.

Asesmen fisioterapi dilakukan secara komprehensif yang mencakup aspek respirasi, muskuloskeletal, dan fungsional. Instrumen penilaian terstandar yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (a) Visual Analogue Scale (VAS) untuk menilai intensitas nyeri. (b) Manual Muscle Testing (MMT) untuk mengukur kekuatan otot ekstremitas bawah dan otot trunk. (c) Five-Times Sit-to-Stand Test (5×STS) untuk menilai daya tahan dan kemampuan

fungsiional pasien. (d) Functional Independence Measure (FIM) untuk mengevaluasi tingkat kemandirian pasien dalam melakukan aktivitas sehari-hari. (e) Spirometri dan pengukuran ekspansi dada untuk menilai fungsi respirasi dan kapasitas ventilasi paru. FIM digunakan sebagai instrumen yang telah tervalidasi secara internasional untuk menilai kemandirian fungsiional dengan rentang skor 18-126 yang mencakup domain motorik dan kognitif.

Hasil pemeriksaan objektif awal sebelum dilakukan intervensi fisioterapi disajikan dalam tabel 2 berikut :

Tabel 2. Pemeriksaan Objektif.

No	T1
A. Nyeri (VAS)	
Nyeri diam	3
Nyeri tekan	5
Nyeri gerak	6
B. Kekuatan Otot (MMT)	
Diafragma	3
Interkostal	3
Abdominal (upper)	2
Abdominal (lower)	2
Paraspinal lumbal	2
Tibialis anterior	3
Otot paraspinal lumbal	2
Iliopsoas	3
Gluteus maximus	2
Quadriceps femoris	3
Hamstring	2
C. Neurologis	
Klonus ekstremitas bawah kanan (0-1)	1
D. Fungsi Fungsiional	
Five Times Sit-to-Stand Test (detik)	40
Functional Independence Measure (skor)	98
E. Respirasi	
Respiratory Rate (x/menit)	26
F. Antropometri Lingkar Dada (cm)	
Aksila	2,0
Mid-sternal	1,8
Subkostal	2,1
G. Spirometri	
FVC (L)	1,28
FVC (% prediksi)	32
FEV ₁ (L)	1,15
FEV ₁ (% prediksi)	35
FEV ₁ /FVC (%)	89,8
H. Alat Bantu	
Walker (0-1)	1
TLSO (0-1)	1

Program fisioterapi yang diberikan meliputi latihan pernapasan (pernapasan diafragma, segmental, dan pursed-lip breathing), mobilisasi tulang belakang, penguatan otot punggung dan ekstremitas bawah, latihan fungsiional sit-to-stand, serta edukasi latihan mandiri di rumah. Selama pelaksanaan terapi, tanda-tanda vital pasien seperti tekanan darah, frekuensi napas,

denyut jantung, dan saturasi oksigen dipantau secara ketat untuk menjamin keamanan intervensi.

Kondisi pasien dianalisis menggunakan kerangka *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF) untuk membantu penetapan tujuan terapi dan perencanaan intervensi fisioterapi. Analisis ini mencakup identifikasi gangguan struktur dan fungsi tubuh, keterbatasan aktivitas, pembatasan partisipasi, serta faktor lingkungan dan personal yang memengaruhi kondisi fungsional pasien.

Pada domain struktur tubuh, ditemukan keterlibatan struktur batang tubuh (s760), khususnya tulang belakang (s7600). Pasien mengalami kerusakan struktur tulang belakang regio lumbal akibat spondilitis tuberkulosis yang disertai perubahan alignment tulang belakang dan kecenderungan kifosis. Kondisi ini berdampak langsung pada stabilitas postural dan kemampuan fungsional pasien. Selain itu, keterlibatan struktur sistem muskuloskeletal tambahan (s770) juga ditemukan, terutama pada otot trunk dan paraspinal (s7701). Terjadi kelemahan dan tanda atrofi otot paraspinal yang diduga berkaitan dengan imobilisasi berkepanjangan serta nyeri kronis. Pada sistem pernapasan (s430), ditemukan perubahan struktur paru (s4300) berupa fibrosis residu pasca tuberkulosis yang berkontribusi terhadap pola gangguan ventilasi restriktif. Keterbatasan ekspansi dinding dada (s4301) juga teridentifikasi akibat penurunan mobilitas torakal, yang semakin membatasi kapasitas ventilasi paru.

Pada domain fungsi tubuh, gangguan sensasi nyeri (b280) menjadi keluhan utama pasien. Nyeri punggung bawah (b28013) tergolong nyeri sedang dengan intensitas VAS 6/10, yang meningkat saat bergerak dan melakukan aktivitas fungsional, berkaitan dengan keterlibatan tulang belakang lumbal. Fungsi pernapasan (b440) juga mengalami gangguan. Frekuensi pernapasan (b4400) cenderung meningkat saat aktivitas fisik ringan sebagai respons terhadap keterbatasan kapasitas ventilasi, sementara kedalaman pernapasan (b4402) menurun yang ditunjukkan oleh ekspansi dada yang terbatas dan pola napas restriktif. Pada fungsi toleransi latihan (b455), daya tahan fisik (b4550) pasien menurun, ditandai dengan mudah lelah saat berjalan dan melakukan aktivitas fungsional. Fungsi kekuatan otot (b730) juga terganggu, khususnya kekuatan otot ekstremitas bawah (b7300) dengan nilai MMT 2-3/5, terutama pada kelompok otot proksimal. Kekuatan otot trunk (b7301) turut menurun sehingga memengaruhi stabilitas postural dan keseimbangan selama pergerakan. Selain itu, gangguan pada kontrol gerak (b760) juga ditemukan. Koordinasi gerak (b7602) terganggu, ditandai dengan adanya klonus pada ekstremitas bawah kanan yang menunjukkan keterlibatan sistem saraf akibat kompresi spinal.

Pada domain keterbatasan aktivitas, pasien mengalami gangguan pada perubahan posisi dasar tubuh (d410). Pasien mengalami kesulitan saat berpindah posisi dari duduk ke berdiri serta dalam mempertahankan posisi berdiri dalam waktu yang lama, terutama akibat nyeri punggung dan kelemahan otot trunk serta ekstremitas bawah. Kemampuan berjalan (d450) juga mengalami keterbatasan yang signifikan. Pada aktivitas berjalan jarak pendek (d4500), pasien masih memerlukan alat bantu berupa walker dan penggunaan thoracolumbosacral orthosis (TLSO) untuk menjaga stabilitas tulang belakang selama ambulasi. Sementara itu, kemampuan berjalan jarak jauh (d4501) sangat terbatas akibat kombinasi nyeri, kelemahan otot, serta cepatnya onset kelelahan. Selain itu, pasien mengalami kesulitan dalam mobilitas umum (d455), terutama saat bergerak pada permukaan yang tidak rata atau lingkungan yang menuntut kontrol keseimbangan yang lebih baik. Aktivitas mengangkat dan membawa benda (d430) juga terbatas karena nyeri punggung bawah dan keterbatasan stabilitas trunk, sehingga meningkatkan risiko ketidakamanan saat melakukan aktivitas tersebut. Keterbatasan juga terlihat pada kemampuan berpindah tempat (d420), seperti dari tempat tidur ke kursi atau sebaliknya, yang memerlukan bantuan serta waktu yang lebih lama dibandingkan individu sehat.

Pada domain partisipasi, pasien mengalami pembatasan dalam aktivitas pekerjaan (d850). Pasien belum dapat kembali bekerja secara optimal karena keterbatasan mobilitas, penurunan daya tahan fisik, serta risiko kelelahan yang meningkat selama aktivitas berkelanjutan. Partisipasi dalam aktivitas rekreasi dan waktu luang (d920) juga mengalami penurunan. Aktivitas olahraga ringan maupun kegiatan rekreasi lainnya masih terbatas akibat rendahnya toleransi aktivitas dan kekhawatiran terhadap nyeri serta kelelahan. Selain itu, keterlibatan pasien dalam kehidupan bermasyarakat (d910) menurun karena keterbatasan mobilitas dan kondisi fisik yang belum optimal. Rutinitas harian (d230) memerlukan berbagai penyesuaian, baik dalam hal tempo aktivitas maupun kebutuhan bantuan dari orang lain, sebagai konsekuensi dari keterbatasan fisik yang dialami pasien.

Pada domain faktor lingkungan, ditemukan beberapa faktor yang berperan sebagai fasilitator maupun hambatan terhadap fungsi dan partisipasi pasien. Penggunaan produk dan teknologi untuk kehidupan sehari-hari (e115), seperti walker dan TLSO brace, berperan sebagai fasilitator yang membantu mobilitas aman dan menjaga stabilitas tulang belakang selama aktivitas fungsional. Dukungan dari tenaga kesehatan (e355), khususnya dokter dan fisioterapis, menjadi fasilitator penting melalui pemantauan kondisi medis serta pelaksanaan program rehabilitasi yang terstruktur dan berkelanjutan. Selain itu, sistem dan layanan kesehatan (e580) juga berperan sebagai fasilitator melalui ketersediaan akses terhadap layanan

rehabilitasi medik dan fasilitas rumah sakit paru. Dukungan keluarga inti (e310) turut menjadi faktor pendukung utama dalam membantu aktivitas harian pasien serta meningkatkan kepatuhan terhadap program terapi dan latihan di rumah. Namun demikian, terdapat pula faktor lingkungan yang berperan sebagai hambatan, yaitu desain dan kondisi lingkungan fisik (e150) yang menuntut aktivitas berjalan atau berdiri dalam waktu lama, sehingga berpotensi meningkatkan kelelahan dan nyeri pada pasien.

Program rehabilitasi fisioterapi dilaksanakan selama tiga minggu dengan pendekatan bertahap dan progresif. Pada minggu pertama (T1), intervensi difokuskan pada kontrol pernapasan dan mobilisasi ringan melalui latihan pernapasan diafragmatik dan segmental untuk meningkatkan ventilasi dan ekspansi toraks. Pada minggu kedua (T2), intervensi difokuskan pada penguatan otot trunk dan ekstremitas bawah melalui aktivasi statik otot inti serta latihan fungsional sit-to-stand untuk meningkatkan stabilitas dan toleransi aktivitas. Pada minggu ketiga (T3), intervensi diarahkan pada latihan re-edukasi fungsional berupa latihan berjalan berbasis daya tahan dengan walker, latihan koreksi postur, serta simulasi aktivitas fungsional untuk meningkatkan kemandirian pasien.

Pendekatan rehabilitasi yang dilakukan secara bertahap dan berorientasi pada tujuan sejalan dengan prinsip rehabilitasi paru yang menekankan peningkatan beban latihan secara progresif serta kontrol pernapasan untuk mencapai perbaikan fungsi ventilasi dan muskuloskeletal (Lovely & Ahmed, 2025). Selain itu, Kaur dan Sharma (2024) melaporkan bahwa pengaturan intensitas latihan yang gradual disertai latihan pernapasan terkontrol mampu menghasilkan peningkatan fungsi respirasi dan kapasitas fungsional yang bermakna pada pasien pasca tuberkulosis.

Setiap sesi terapi berlangsung selama 45-60 menit, dilaksanakan sebanyak tiga kali per minggu. Program intervensi meliputi peregangan pemanasan, latihan pernapasan (diafragmatik, segmental, dan pursed-lip breathing), mobilisasi spinal, latihan fleksibilitas trunk, penguatan otot postural dan ekstremitas bawah, latihan fungsional (sit-to-stand dan gait training), serta edukasi mengenai penggunaan brace, postur tubuh, dan pemantauan mandiri. Rincian program rehabilitasi fisik paru yang diberikan selama tiga minggu disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Rehabilitation Exercise Program.

Minggu	Fokus	Intervensi	Durasi
1	Kontrol respirasi	Breathing diafragmatik, segmental	15-20 menit
	Mobilisasi	Mobilisasi torakal ringan	10 menit
2	Penguatan	Core activation, LE strengthening	20-25 menit
	Fungsional	Sit-to-stand	10 menit
3	Re-edukasi	Gait training + postural training	25-30 menit

Tanda vital dipantau sebelum, selama, dan setelah sesi terapi. Sesi rehabilitasi hanya dilaksanakan apabila parameter fisiologis berada dalam batas aman, yaitu frekuensi napas ≤ 24 kali/menit, denyut jantung < 100 kali/menit, tekanan darah 100-140/70-90 mmHg, dan saturasi oksigen (SpO_2) $\geq 94\%$. Latihan dihentikan apabila SpO_2 menurun $< 90\%$, nyeri meningkat > 7 pada VAS, atau muncul keluhan pusing dan spasme otot, sesuai dengan pedoman keselamatan klinis yang dijelaskan oleh Palyama *et al.* (2025).

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan dari Komite Etik Penelitian FIK UMS (Nomor: No.1643/KEPK-FIK/XI/2025) untuk melakukan penelitian di RS Paru Ario Wirawan. Seluruh prosedur penelitian dilaksanakan sesuai dengan prinsip etika penelitian kesehatan. Pasien telah memberikan persetujuan tertulis (informed consent) untuk penggunaan data klinis dan dokumentasi terkait guna kepentingan akademik dan publikasi ilmiah, Seluruh prosedur penelitian dilaksanakan sesuai dengan prinsip etika penelitian kesehatan dengan tetap menjaga kerahasiaan identitas dan privasi pasien.

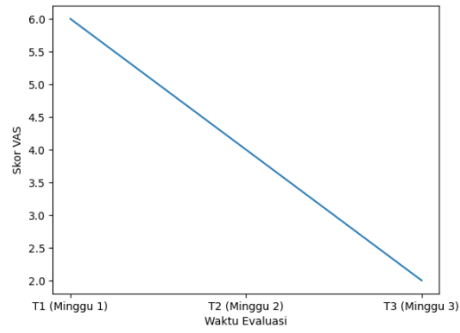
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasien menunjukkan perbaikan yang konsisten pada seluruh domain penilaian selama program fisioterapi yang berlangsung selama tiga minggu. Perkembangan kondisi pasien dievaluasi pada tiga waktu pengukuran, yaitu T1 (minggu pertama/baseline), T2 (minggu kedua/pertengahan terapi), dan T3 (minggu ketiga/pasca-terapi), menggunakan instrumen klinis terstandar yang mencakup aspek nyeri, fungsi respirasi, kekuatan otot, kapasitas fungsional, dan tingkat kemandirian. Perubahan parameter utama disajikan dalam bentuk tabel 4 sebagai berikut :

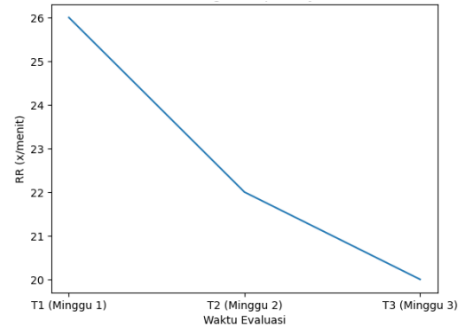
Tabel 4. Perubahan Parameter T1-T3.

Variabel	T1 (Minggu 1)	T2 (Minggu 2)	T3 (Minggu 3)
VAS (Nyeri Gerak)	6	4	2
Respiratory Rate (x/menit)	26	22	20
FIM (Skor)	98	105	112
5×STS (detik)	40	30	22
FVC (% prediksi)	32	38	45
FEV ₁ (% prediksi)	35	40	48

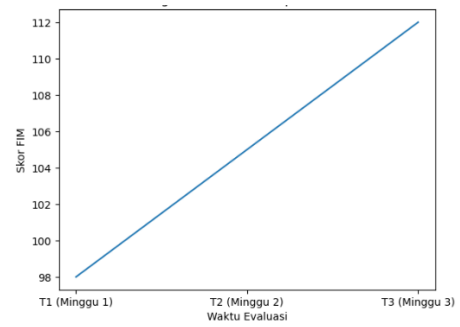
Perubahan parameter divisualisasikan dalam bentuk grafik garis pada Gambar 1-6 untuk menunjukkan peningkatan secara klinis.



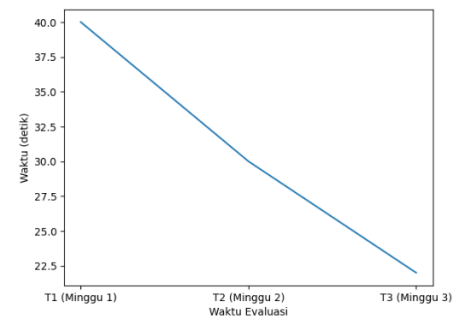
Gambar 1. Diagram Garis 1. Penurunan Intensitas Nyeri.



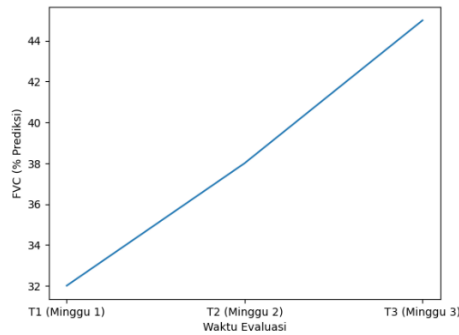
Gambar 2. Diagram Garis 2. Perubahan Fungsi Respirasi.



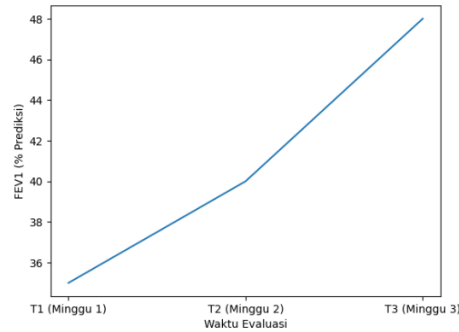
Gambar 3. Diagram Garis 3. Perubahan Kemampuan Fungsional (FIM).



Gambar 4. Diagram Garis 4. Perubahan Kemampuan Fungsional (5xSTS).



Gambar 5. Diagram Garis 5. Perubahan FVC (% prediksi).



Gambar 6. Diagram Garis 6. Perubahan FEV1 (% prediksi).

Setelah tiga minggu intervensi fisioterapi, Terjadi penurunan intensitas nyeri yang bermakna selama program intervensi. Pada pengukuran awal (T1), nyeri punggung bawah saat gerak tercatat sebesar VAS 6. Pada evaluasi minggu kedua (T2), nyeri menurun menjadi VAS 4, dan kembali menurun menjadi VAS 3 pada akhir minggu ketiga (T3). Penurunan nyeri ini menunjukkan respons positif terhadap intervensi fisioterapi yang meliputi mobilisasi spinal, latihan penguatan otot trunk, serta penggunaan brace TLSO untuk mendukung stabilitas tulang belakang selama aktivitas fungsional. Perubahan intensitas nyeri selama tiga minggu intervensi ditunjukkan pada Gambar 1. Selama program rehabilitasi, intensitas nyeri pasien menurun sebesar 50%, dari skor VAS 6 pada T1 menjadi VAS 3 pada T3. Penurunan nyeri ini berkaitan dengan pemberian mobilisasi spinal terkontrol dan latihan penguatan otot inti yang bertujuan mengurangi beban mekanik pada segmen lumbal serta menurunkan spasme otot paraspinal.

Evaluasi fungsi respirasi menunjukkan peningkatan kapasitas ventilasi paru yang progresif. Nilai Forced Vital Capacity (FVC) meningkat dari 1,28 liter (32% nilai prediksi) pada T1 menjadi 1,52 liter (39% nilai prediksi) pada T2, dan mencapai 1,72 liter (46% nilai prediksi) pada T3. Peningkatan total FVC sebesar 0,44 liter mencerminkan perbaikan efisiensi ventilasi dan rekrutmen otot pernapasan. Pendekatan rehabilitasi paru yang terstruktur, progresif, dan berbasis evaluasi klinis terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas ventilasi, toleransi aktivitas, serta kualitas hidup pasien dengan penyakit paru kronis, termasuk sekuela pasca tuberkulosis (Spruit *et al.*, 2023). Latihan pernapasan diaframatik dan segmental

berperan dalam meningkatkan ekspansi alveolar, mobilitas dinding dada, dan koordinasi pernapasan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Lovely dan Ahmed (2025) yang melaporkan bahwa latihan pernapasan terarah dapat meningkatkan kapasitas paru dan efisiensi ventilasi pada pasien pasca tuberkulosis. Selain itu, peningkatan ekspansi dada dari 2,1 cm menjadi 3,4 cm menunjukkan peningkatan fleksibilitas toraks yang berkontribusi terhadap perbaikan mekanika pernapasan, sebagaimana juga dilaporkan oleh Kaur dan Sharma (2024) pada populasi pasien pasca TB paru.

Skor Functional Independence Measure (FIM) meningkat sebanyak 17 poin, yang menunjukkan peningkatan kemandirian pasien dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Selain itu, ekspansi dada meningkat sebesar 1,3 cm, yang mengindikasikan perbaikan kepatuhan toraks dan efisiensi pernapasan. Temuan ini menunjukkan efektivitas klinis program rehabilitasi fisik paru yang komprehensif, yang mengombinasikan latihan pernapasan, mobilisasi spinal, serta re-edukasi fungsional pada pasien pasca tuberkulosis spinal.

Skor Functional Independence Measure (FIM) meningkat dari 98 menjadi 115, yang menunjukkan peningkatan kemampuan pasien dalam melakukan aktivitas perawatan diri, mobilitas, dan partisipasi aktivitas sehari-hari secara lebih mandiri. Hasil ini mendukung temuan Desenia *et al.* (2023) dan Kusmiati dan Paramita (2023) yang menyatakan bahwa program fisioterapi terintegrasi mampu meningkatkan kapasitas fisik dan kemandirian fungsional pada pasien pasca tuberkulosis spinal.

Penggunaan brace TLSO membantu menjaga stabilitas struktural tulang belakang selama aktivitas fungsional, sehingga memungkinkan mobilitas yang aman tanpa memperburuk deformitas kifotik. Temuan ini sejalan dengan laporan Basalamah *et al.* (2020) dan Palyama *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa kombinasi bracing dan latihan aktif berperan penting dalam menurunkan nyeri serta mencegah progresivitas deformitas kifotik pada pasien dengan tuberkulosis spinal.

Terjadi peningkatan signifikan pada kekuatan otot ekstremitas bawah, dari nilai MMT 2-3/5 menjadi 4/5, serta peningkatan daya tahan fungsional yang ditunjukkan oleh perbaikan waktu Five-Times Sit-to-Stand Test (5×STS) dari 40 detik menjadi 23 detik.

Penerapan kerangka International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) memungkinkan intervensi fisioterapi diarahkan tidak hanya pada perbaikan struktur dan fungsi tubuh, tetapi juga pada peningkatan aktivitas dan partisipasi pasien. Faktor lingkungan, seperti penggunaan alat bantu jalan dan brace TLSO, serta faktor personal berupa motivasi pasien yang baik, turut diintegrasikan dalam perencanaan dan pelaksanaan terapi untuk mendukung hasil rehabilitasi yang optimal.

Perubahan ini menunjukkan peningkatan secara klinis (clinically meaningful improvement), meskipun analisis statistik inferensial tidak dilakukan mengingat desain penelitian berupa laporan kasus tunggal. Latihan pernapasan seperti diaphragmatic dan segmental breathing berperan dalam meningkatkan aktivasi otot diafragma, ekspansi alveolar, dan efisiensi ventilasi, sedangkan latihan penguatan dan mobilisasi spinal berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas postural, pengurangan nyeri, dan perbaikan fungsi gerak. Dampak gabungan dari intervensi ini berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas fungsional dan kemandirian pasien yang merupakan indikator kualitas hidup. Namun, keterbatasan penelitian ini terletak pada desain tanpa kelompok kontrol dan jumlah subjek tunggal sehingga generalisasi hasil masih terbatas. Implementasi program rehabilitasi pada populasi yang lebih luas dapat menghadapi tantangan seperti variasi kondisi klinis, tingkat kepatuhan pasien, dan ketersediaan fasilitas rehabilitasi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan desain yang lebih kuat untuk mengonfirmasi efektivitas intervensi ini secara lebih luas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Studi *case report* ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas program fisioterapi pada pasien dengan sekuela tuberkulosis paru disertai tuberkulosis spinal. Intervensi fisioterapi yang meliputi latihan pernapasan, mobilisasi tulang belakang, latihan penguatan, dan re-edukasi fungsional mampu memberikan perbaikan terhadap fungsi respirasi, penurunan nyeri, peningkatan kekuatan otot, kapasitas fungsional, dan tingkat kemandirian pasien dalam aktivitas sehari-hari. Peningkatan kapasitas vital paru dan ekspansi dada menunjukkan perbaikan efisiensi ventilasi, sementara penurunan nyeri dan peningkatan kekuatan otot berkontribusi terhadap perbaikan fungsi aktivitas dan partisipasi pasien. Penerapan pendekatan berbasis International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) membuat penatalaksanaan fisioterapi dilakukan secara holistik dengan mempertimbangkan aspek fungsi tubuh, aktivitas, partisipasi, serta faktor lingkungan dan personal yang memengaruhi proses rehabilitasi. Secara klinis, hasil ini menunjukkan bahwa program fisioterapi yang terstruktur dan terintegrasi berpotensi untuk diimplementasikan di berbagai fasilitas pelayanan kesehatan, dengan penyesuaian terhadap kondisi klinis pasien, tingkat keparahan penyakit, serta ketersediaan sumber daya. Intervensi ini dapat dikembangkan dalam bentuk program rehabilitasi berbasis komunitas maupun home-based program untuk meningkatkan akses dan keberlanjutan terapi. Namun, pada pasien dengan kondisi yang lebih kompleks atau komorbiditas yang beragam, diperlukan modifikasi intensitas, durasi, dan jenis latihan agar tetap aman dan efektif. Sebagai pengembangan ke depan, program fisioterapi pada pasien

dengan tuberkulosis dapat diimplementasikan secara lebih terstruktur dan berkelanjutan, baik di fasilitas kesehatan maupun melalui program rehabilitasi berbasis komunitas dan edukasi mandiri di rumah. Penelitian selanjutnya disarankan mempertimbangkan penggunaan kelompok kontrol, pengukuran kualitas hidup, dan evaluasi faktor psikologis seperti kecemasan dan kualitas tidur.

DAFTAR REFERENSI

- Aryal, A., Garg, B., Mehta, N., Shekhar, S., & Gupta, V. (2022). Is 6 months of antitubercular chemotherapy as effective as more than 6 months regimen in spinal tuberculosis? A systematic review and meta-analysis. *Asian Spine Journal*, *16*(5), 749–763. <https://doi.org/10.31616/asj.2021.0104>
- Basalamah, M., et al. (2020). Physiotherapy management in spinal tuberculosis: A case series. *Physiotherapy Review*, *25*(4), 210–217.
- Dahlan, R. H., Ompusunggu, S. E., Gondowardojo, Y. R. B., Priambodo, R., & Anugerah, S. W. (2022). Spinal tuberculosis: A case series and a literature review. *Surgical Neurology International*, *13*. Scientific Scholar. https://doi.org/10.25259/SNI_1201_2021
- Desenia, A. P. (2022). Pengaruh Rehabilitasi Paru terhadap Fungsi Respirasi pada Pasien Spondilitis Tuberkulosis. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Desenia, A. P., & Kusmiati, D. (2023). Core stability and strengthening exercise for spinal TB: Impact on pain and functional recovery. *Indonesian Journal of Physiotherapy*, *19*(1), 33–42.
- Dhouibi, J., Kalai, A., Chaabeni, A., Aissa, A., Ben Salah Frih, Z., & Jellad, A. (2024). Rehabilitation management of patients with spinal tuberculosis (Review). *Medicine International*, *4*(3). <https://doi.org/10.3892/mi.2024.152>
- Dunn, R. N., & Ben Husien, M. (2018). Spinal tuberculosis. *The Bone & Joint Journal*, *100-B*(4), 425–431. <https://doi.org/doi:10.1302/0301-620X.100B4.BJJ-2017-1040.R1>
- Garg, D., & Goyal, V. (2020). Spinal tuberculosis treatment: An enduring bone of contention. *Annals of Indian Academy of Neurology*, *23*(4), 441. https://doi.org/10.4103/aian.aian_141_20
- Jung, S. W., Jeon, J. M., & Lee, C. H. (2025). Characteristics and functional outcomes of varus displaced proximal humerus fractures. *Journal of Orthopaedic Science*, *30*(1), 152–158. <https://doi.org/10.1016/J.JOS.2024.02.005>
- Kim, J. H., Lee, S. Y., & Park, H. J. (2024). Core stability training improves postural control in patients with spinal deformity. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, *37*(2), 301–309.
- Koziar Vasakova, M., & Sterclova, M. (2025). Serum specific immunoglobulins G. Do they belong to the standard diagnostic workup in interstitial lung diseases? *Archivos de Bronconeumología*, *61*(4), 193–195. <https://doi.org/10.1016/J.ARBRES.2025.01.012>
- Kusmiati, E., & Paramita, A. (2023). The role of physiotherapy in improving posture and functional activity in patients with spinal disorders. *Indonesian Journal of Physiotherapy Research*, *5*(1), 45–53.

- Leowattana, W., Leowattana, P., & Leowattana, T. (2023). Tuberculosis of the spine. *World J Orthop*, 14, 275–293. <https://doi.org/10.5312/wjo.v14.i5.275>
- Lovely, R., & Ahmed, S. (2025). Effectiveness of structured pulmonary rehabilitation after tuberculosis: A systematic review. *Journal of Pulmonary Therapy*, 18(1), 1–12.
- Meghji, J., Auld, S. C., Bisson, G. P., Khosa, C., Masekela, R., Navuluri, N., & Rachow, A. (2025). Post-tuberculosis lung disease: Towards prevention, diagnosis, and care. *The Lancet Respiratory Medicine*, 13(5), 460–472. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(24\)00429-6](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(24)00429-6)
- Orooj, M., Saraf, A., Mujaddadi, A., Jain, M., Ahmed, I., & Kuldeep, R. (2025). Long-term effect of pulmonary rehabilitation in pulmonary tuberculosis patients. *Thoracic Research and Practice*, 26(6), 323–332. <https://doi.org/10.4274/ThoracResPract.2025.2025-1-8>
- Palyama, R., Nugroho, S., & Lestari, W. (2025). Safety parameters and progression principles in physiotherapy for spinal tuberculosis. *Journal of Physical Therapy Science*, 37(1), 89–97.
- Palyama, T., Wardoyo, A., & Sari, R. (2025). Rehabilitation strategies in spinal tuberculosis: A multidisciplinary perspective. *Indonesian Journal of Chest Rehabilitation*, 11(1), 22–30.
- Rahim Khan, S., Ahmad, A., Saqib, M., & Iftikhar, M. (2023). Cervical Pott's disease presenting as quadriplegia in a young patient: A case report. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.46949>
- Rajasekaran, S., Soundararajan, D. C. R., Shetty, A. P., & Kanna, R. M. (2018). Spinal tuberculosis: Current concepts. *Global Spine Journal*, 8(4_suppl), 96S–108S. <https://doi.org/10.1177/2192568218769053>
- Ravimohan, S., Kornfeld, H., Weissman, D., & Bisson, G. P. (2023). Tuberculosis and lung damage: From pathogenesis to clinical management. *Clinical Chest Medicine*, 44(1), 1–14.
- Spruit, M. A., Singh, S. J., Garvey, C., et al. (2023). An official ATS/ERS statement on pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 208(4), e1–e24.
- Viswanathan, V. K., & Subramanian, S. (2024). Pott disease. *StatPearls Publishing, Treasure Island, FL*.
- Wardoyo, A., Prasetyo, B., & Lestari, R. (2025). Functional impairment and rehabilitation needs among post-tuberculosis patients in high-burden settings. *Journal of Rehabilitation Medicine and Public Health*, 12(1), 45–54. <https://doi.org/10.2345/jrmp.2025.012>
- World Health Organization. (2024). *Global tuberculosis report 2024*. Geneva: World Health Organization. <https://www.who.int/teams/global-programme-on-tuberculosis-and-lung-health/tb-reports/global-tuberculosis-report-2024>