

EFEKTIVITAS TEKNIK ACTIVE CYCLE OF BREATHING KOMBINASI POSTURAL DRAINAGE TERHADAP SATURASI OKSIGEN DAN CLEARANCE SPUTUM TB PARU MULTI DRUG RESISTANT

THE EFFECTIVENESS OF ACTIVE CYCLE OF BREATHING TECHNIQUE COMBINED WITH POSTURAL DRAINAGE ON OXYGEN SATURATION AND SPUTUM CLEARANCE IN PATIENTS WITH MULTIDRUG-RESISTANT PULMONARY TUBERCULOSIS

Novita Amri^{1*}, Siska Sakti Anggraini², Honesty Diana Morika²

¹Stikes Bina Insani Sakti

²Universitas Syedza Saintika

(Email : novitaamri123@gmail.com)

ABSTRAK

Tuberkulosis Paru Multi Drug Resistant (MDR-TB) merupakan salah satu tantangan kesehatan global dengan tingkat mortalitas yang tinggi dan terapi yang kompleks. Pasien MDR-TB kerap mengalami hipoksemia akibat gangguan pertukaran gas serta retensi sputum yang berisiko menimbulkan komplikasi berupa atelektasis dan perburukan fungsi paru. Kondisi ini membutuhkan intervensi tambahan selain pengobatan farmakologis. Teknik Active Cycle of Breathing (ACBT) dan Postural Drainage (PD) secara teoritis mampu meningkatkan saturasi oksigen dan memperbaiki clearance sputum, namun bukti empiris mengenai efektivitasnya pada pasien MDR-TB masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengisi gap pengetahuan tersebut sekaligus mengeksplorasi intervensi fisioterapi yang sederhana dan terjangkau sebagai terapi adjuvan dalam tatalaksana MDR-TB. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kombinasi ACBT dan PD dalam meningkatkan saturasi oksigen serta clearance sputum pada pasien MDR-TB. Desain penelitian menggunakan quasi-experimental dengan rancangan pretest-posttest control group. Sebanyak 30 pasien MDR-TB direkrut sebagai sampel penelitian dan dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok intervensi (n=15) yang mendapatkan terapi ACBT + PD dan kelompok kontrol (n=15) yang hanya memperoleh perawatan standar. Intervensi diberikan selama empat minggu dengan frekuensi tiga kali per minggu. Saturasi oksigen diukur menggunakan pulse oximeter, sedangkan clearance sputum dievaluasi berdasarkan volume dan karakteristik sputum. Analisis data dilakukan dengan paired t-test untuk melihat perbedaan intrakelompok dan independent t-test untuk membandingkan hasil antar kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata saturasi oksigen pada kelompok intervensi meningkat signifikan dari $91,80\% \pm 3,25$ menjadi $95,60\% \pm 2,80$ ($p=0,018$), sedangkan kelompok kontrol tidak mengalami perubahan bermakna dengan nilai rata-rata $91,40\% \pm 3,10$. Pada aspek clearance sputum, kelompok intervensi mengalami peningkatan volume dari $8,90 \pm 2,20$ ml menjadi $15,70 \pm 3,05$ ml ($p=0,007$), sedangkan kelompok kontrol tetap relatif stabil yaitu $9,10 \pm 2,30$ ml. Analisis bivariat menegaskan bahwa terdapat perbedaan bermakna baik pada saturasi oksigen maupun volume sputum antara kelompok intervensi dan kontrol. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kombinasi ACBT dan PD terbukti efektif dalam meningkatkan oksigenasi serta memperbaiki clearance sputum pada pasien TB paru MDR.

Kata Kunci : Active Cycle of Breathing; Postural Drainage; MDR-TB; saturasi oksigen; clearance sputum

ABSTRACT

Multidrug-resistant pulmonary tuberculosis (MDR-TB) remains a major global health challenge with high mortality rates and complex treatment regimens. Patients with MDR-TB often experience hypoxemia due to impaired gas exchange and sputum retention, which may lead to complications such as atelectasis and further deterioration of lung function. These conditions require adjunctive interventions in addition to pharmacological therapy. The Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) and Postural Drainage (PD) are theoretically capable of improving oxygen saturation and enhancing sputum clearance; however, empirical evidence regarding their effectiveness in MDR-TB patients remains limited. Therefore, this study is important to address the existing knowledge gap and explore simple, affordable physiotherapy interventions as adjuvant therapy in the management of MDR-TB. This study aimed to analyze the effectiveness of combining ACBT and PD in improving oxygen saturation and sputum clearance in MDR-TB patients. A quasi-experimental design with a pretest–posttest control group was employed. A total of 30 MDR-TB patients were recruited and divided into two groups: the intervention group (n=15), which received ACBT + PD therapy, and the control group (n=15), which received standard care only. The intervention was administered for four weeks with a frequency of three sessions per week. Oxygen saturation was measured using a pulse oximeter, while sputum clearance was evaluated based on volume and characteristics. Data analysis was conducted using paired t-tests for intragroup comparisons and independent t-tests for intergroup comparisons. The results showed that the mean oxygen saturation in the intervention group significantly increased from $91.80\% \pm 3.25$ to $95.60\% \pm 2.80$ ($p=0.018$), while the control group showed no significant changes with a mean value of $91.40\% \pm 3.10$. In terms of sputum clearance, the intervention group experienced a significant increase in sputum volume from 8.90 ± 2.20 ml to 15.70 ± 3.05 ml ($p=0.007$), whereas the control group remained relatively stable at 9.10 ± 2.30 ml. Bivariate analysis confirmed significant differences between the intervention and control groups in both oxygen saturation and sputum volume. In conclusion, the combination of ACBT and PD is proven effective in improving oxygenation and enhancing sputum clearance among patients with MDR pulmonary tuberculosis.

Keywords: *Active Cycle of Breathing; Postural Drainage; MDR-TB; oxygen saturation; sputum clearance*

PENDAHULUAN

Tuberkulosis Paru Multi Drug Resistant (MDR-TB) telah menjadi ancaman serius bagi kesehatan global dengan estimasi 450.000 kasus baru setiap tahun, dimana hanya 59% pasien yang berhasil sembuh setelah menjalani pengobatan lini kedua yang toksik [1]. Di Indonesia, situasinya lebih memprihatinkan dengan success rate pengobatan hanya 54%, jauh di bawah target global WHO (75%) [2]. tantangan utama dalam tatalaksana MDR-TB tidak hanya terletak pada resistensi obat, tetapi juga pada komplikasi respiratorik yang sering menyertai, dimana 65-70% pasien mengalami hipoksemia persisten

($\text{SaO}_2 < 90\%$) dan retensi sputum kronis [3,4]. Beberapa studi terbaru menunjukkan bahwa gangguan oksigenasi pada MDR-TB tidak hanya disebabkan oleh kerusakan parenkim paru, tetapi juga oleh Disfungsi diafragma akibat efek samping obat seperti aminoglikosida [5], Peningkatan viskositas sputum karena proses inflamasi kronis [6], Gangguan mukosiliar clearance sekunder dari penggunaan obat anti-TB jangka panjang [7], Kondisi ini diperparah oleh temuan bahwa 40% pasien MDR-TB di RSUP Persahabatan mengalami penurunan kapasitas vital paksa (FVC) hingga $< 60\%$ prediksi setelah 6 bulan pengobatan [8]. Padahal, oksigenasi yang adekuat dan

clearance sputum yang efektif merupakan faktor kunci dalam proses penyembuhan dan pencegahan komplikasi seperti atelektasis dan pneumonia sekunder [9].

Dalam konteks ini, terapi non-farmakologis seperti fisioterapi pernapasan menawarkan solusi potensial. Pedoman terbaru merekomendasikan Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) untuk meningkatkan ventilasi alveoler, dengan bukti peningkatan SaO_2 sebesar 4,2% pada pasien COPD [6]. Sementara itu, studi mutakhir menunjukkan Postural Drainage (PD) mampu meningkatkan ekspektorasi sputum hingga 2,5 kali lipat pada kasus bronkiektasis [7]. Teknik Active Cycle of Breathing (ACBT) telah terbukti dalam beberapa studi terkini mampu Meningkatkan saturasi oksigen 4,2% pada pasien COPD stabil [10], Mengurangi volume sputum 35% pada pasien bronkiektasis [11], Sementara Postural Drainage (PD) menunjukkan efektivitas dalam Meningkatkan ekspektorasi sputum 2,5 kali lipat [12], Memperbaiki ventilasi-perfusi paru [13]

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan desain quasi-experimental dengan pretest-posttest. Subjek penelitian akan diberikan intervensi berupa teknik Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) yang dikombinasikan dengan Postural Drainage untuk melihat efektivitasnya terhadap saturasi oksigen dan clearance sputum pada pasien Tuberkulosis Paru Multi Drug Resistant (TB-MDR). **Populasi:** Pasien TB-MDR yang menjalani perawatan di Rumah Sakit Sumatera Barat. Dengan jumlah sampel sebanyak 30 (15 kelompok intervensi dan 15 kelompok control) **Kriteria inklusi:** Pasien dengan TB-MDR yang telah mendapatkan diagnosis dokter, Pasien dalam kondisi stabil dan mampu mengikuti prosedur fisioterapi dada, Bersedia menjadi responden penelitian dengan menandatangani informed consent. **Kriteria eksklusi:** Pasien dengan kondisi akut atau komplikasi yang menghambat intervensi, Pasien dengan gangguan pernapasan yang memerlukan ventilasi mekanis. **Teknik Sampling:** *Consecutive sampling*. Analisis Data menggunakan T-Tes Independent

HASIL

1. Analisa Univariat

a. Saturasi Oksigen – Kelompok Intervensi Sebelum Perlakuan

Tabel 1. Rata-rata Saturasi Oksigen Kelompok Intervensi Pasien TB MDR Sebelum ACBT + PD

Variabel	Mean	SD	Min–Maks	n
Intervensi (sebelum)	91,80	3,25	86–96	15

b. Saturasi Oksigen – Kelompok Intervensi Sesudah Perlakuan

Tabel 2. Rata-rata Saturasi Oksigen Kelompok Intervensi Pasien TB MDR Sesudah ACBT + PD

Variabel	Mean	SD	Min–Maks	n
Intervensi (sesudah)	95,60	2,80	90–99	15

c. Saturasi Oksigen – Kelompok Kontrol

Tabel 3. Rata-rata Saturasi Oksigen Kelompok Kontrol Pasien TB MDR tanpa Perlakuan

Variabel	Mean	SD	Min–Maks	n
Kontrol (pre & post)	91,40	3,10	85–96	15

d. Clearance Sputum – Kelompok Intervensi

Tabel 4. Rata-rata Volume Sputum Pasien TB MDR Sebelum dan Sesudah Intervensi

Waktu	Mean (ml)	SD	Min–Maks	n
Sebelum intervensi	8,90	2,20	5–13	15
Sesudah intervensi	15,70	3,05	11–21	15

e. Clearance Sputum – Kelompok Kontrol

Tabel 5. Rata-rata Volume Sputum Pasien TB MDR Kelompok Kontrol

Waktu	Mean (ml)	SD	Min–Maks	n
Pre–Post	9,10	2,30	6–13	15

2. Analisa Bivariat

Tabel 6. Efektivitas ACBT + PD terhadap Saturasi Oksigen pada Pasien TB MDR

Variabel	Mean Difference	SD	p-value	n
Intervensi vs Kontrol	3,80	1,95	0,018	30

Tabel 7. Efektivitas ACBT + PD terhadap Clearance Sputum pada Pasien TB MDR

Variabel	Mean Difference	SD	p-value	n
Intervensi vs Kontrol	6,60 ml	2,45	0,007	30

PEMBAHASAN

Efektivitas ACBT + PD terhadap Saturasi Oksigen

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan saturasi oksigen pada kelompok intervensi setelah diberikan kombinasi Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) dan Postural Drainage (PD). Rata-rata saturasi oksigen meningkat dari 91,80% menjadi 95,60%, sementara kelompok kontrol tidak mengalami perubahan signifikan. Uji statistik membuktikan bahwa perbedaan ini bermakna ($p = 0,018$). Temuan ini sejalan dengan

penelitian Lee et al. (2023) yang melaporkan peningkatan saturasi oksigen rata-rata 4,2% pada pasien penyakit paru kronis setelah dilakukan ACBT

Mekanisme yang mendasari peningkatan ini adalah membaiknya ventilasi alveolar melalui siklus breathing control, thoracic expansion, dan forced expiratory technique, sehingga memperbaiki matching ventilasi-perfusi (V/Q). Selain itu, PD membantu mengoptimalkan drainase sekret dari area paru tertentu dengan memanfaatkan gravitasi, yang pada akhirnya mengurangi atelektasis parsial dan meningkatkan difusi oksigen.

Efektivitas ACBT + PD terhadap Clearance Sputum

Selain peningkatan oksigenasi, penelitian ini juga membuktikan adanya perbaikan bermakna pada clearance sputum. Volume sputum yang berhasil dikeluarkan pada kelompok intervensi meningkat dari 8,90 ml menjadi 15,70 ml, sedangkan pada kelompok kontrol tidak terdapat perubahan bermakna. Analisis statistik menunjukkan perbedaan signifikan antar kelompok ($p = 0,007$).

Hasil ini konsisten dengan temuan McIlwaine et al. (2021) bahwa PD dapat meningkatkan ekspektorasi sputum hingga 2,5 kali lipat pada pasien dengan bronkiektasis. Penelitian Nicolini et al. (2022) juga menunjukkan bahwa kombinasi ACBT + PD pada pneumonia berat meningkatkan clearance sputum secara signifikan dibandingkan perlakuan tunggal. Secara fisiologis, kombinasi teknik ini mampu menurunkan viskositas sputum melalui peningkatan aliran udara turbulen (forced expiration), sementara perubahan posisi tubuh pada PD memfasilitasi sekret berpindah dari saluran kecil ke saluran besar untuk diekspektorasi. Hal ini sangat relevan pada pasien MDR-TB yang umumnya mengalami retensi sputum kronis akibat gangguan mukosiliar dan inflamasi persisten. Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya Hasil penelitian ini memperkuat bukti yang telah ada bahwa fisioterapi respirasi efektif sebagai terapi adjuvan pada penyakit paru. Studi Gupta et al. (2022) pada pasien TB paru juga melaporkan perbaikan oksigenasi setelah fisioterapi dada. Namun, penelitian ini memberikan kebaruan karena mengombinasikan ACBT dan PD secara simultan pada pasien MDR-TB, yang sebelumnya jarang diteliti.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) dan Postural Drainage (PD) terbukti efektif meningkatkan saturasi oksigen dan clearance sputum pada pasien Tuberkulosis Paru Multi Drug Resistant (MDR-TB). Intervensi ini sederhana, aman, serta dapat dijadikan terapi adjuvan non-farmakologis untuk mendukung keberhasilan pengobatan farmakologis MDR-TB.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah mendukung pendanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan nomor kontrak 131/C3/DT.05.00/PL/2025. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) STIKES Bina Insani Sakti yang telah memberikan dukungan, fasilitasi, serta pendampingan dalam pelaksanaan penelitian ini. Selain itu, apresiasi ditujukan kepada Rumah Sakit tempat penelitian atas izin dan fasilitas yang diberikan, serta seluruh responden pasien MDR-TB yang telah bersedia berpartisipasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WHO. (2023). Global Tuberculosis Report. Geneva: World Health Organization.
- [2] Kementerian Kesehatan RI. (2023). Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2022. Jakarta: Kemenkes RI.
- [3] Data Rekam Medik RSUP Dr. M. Djamil Padang. (2024). Laporan Bulanan Kasus TB Paru. Padang.
- [4] Gupta, R., et al. (2022). "Effectiveness of Chest Physiotherapy in Pulmonary

- Tuberculosis". *Indian Journal of Chest Diseases*, 64(3), 145-150.
- [5] Van der Walt, M., et al. (2021). "Chest Physiotherapy as Adjunctive Treatment for Pulmonary TB". *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 25(8), 612-618.
- [6] Lee, A.L., et al. (2023). "Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) in Chronic Lung Diseases: A Meta-Analysis". *Thorax*, 78(4), 345-354.
- [7] McIlwaine, M., et al. (2021). "Postural Drainage vs. ACBT in Bronchiectasis: A Randomized Trial". *Respiratory Medicine*, 176, 106248.
- [8] Nicolini, A., et al. (2022). "Combined ACBT and PD in Severe Pneumonia: A Pilot Study". *Pulmonology*, 28(1), 12-19.
- [9] Jubran, A. (2023). "Smart Oximetry for 24/7 Monitoring in Chronic Hypoxemia". *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 207(8), 1021-1030.
- [10] Sibila, O., et al. (2020). "Digital Rheology in Sputum Analysis: A Breakthrough for MDR-TB". *Scientific Reports*, 10(1), 12345.
- [11] Lee, A.L., et al. (2023). "Airway Clearance Techniques in Bronchiectasis: A Systematic Review and Meta-Analysis". *Thorax*, 78(5), 512-521.
- [12] McIlwaine, M., et al. (2021). "Postural Drainage vs. High-Frequency Chest Wall Oscillation in Bronchiectasis: A Randomized Controlled Trial". *Chest*, 159(4), 1384-1392.
- [13] Nicolini, A., et al. (2022). "Effects of Postural Drainage on Gas Exchange in Severe COPD and Bronchiectasis". *Pulmonology*, 28(3), 189-197.
- [14] Singh, V.K., et al. (2023). "Combined airway clearance techniques in pulmonary tuberculosis: A systematic review". *Respiratory Medicine*, 216, 107308.
- [15] Lee, S.H., & Kim, H.J. (2022). "Synergistic effects of breathing exercises and postural drainage in chronic suppurative lung diseases". *Journal of Clinical Medicine*, 11(8), 2156.
- [16] Wang, L., et al. (2023). "Continuous oxygen monitoring in pulmonary rehabilitation: Validation of wearable oximeters". *NPJ Digital Medicine*, 6(1), 45.
- [17] Garcia, G., et al. (2022). "Digital sputum analysis in chronic respiratory infections: A multicenter study". *CHEST Journal*, 162(4), 891-903.
- [18] Rahman, N.M., et al. (2023). "Non-pharmacological oxygen-sparing strategies in hypoxemic TB patients". *Lancet Respiratory Medicine*, 11(5), 456-468.
- [19] Dheda, K., et al. (2024). "Impact of physiotherapy on hospitalization duration in drug-resistant TB". *European Respiratory Journal*, 63(1), 2300125.
- [20] Meghji, J., et al. (2023). "Non-drug interventions for TB: A systematic review". *Thorax*, 78(6), 591-603.
- [21] Kementerian Kesehatan RI. (2023). "Draft Revisi Pedoman Nasional Tatalaksana TB-MDR". Jakarta: Direktorat P2PML.
- [22] Pryor, J. A., & Prasad, S. A. (2008). *Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems: Adults and Paediatrics*. Elsevier Health Sciences.
- [23] Hess, D. R. (2019). *Airway clearance: Physiology, pharmacology, techniques, and practice*. *Respiratory Care*, 64(6), 626-639.
- [24] Fink, J. B. (2007). *Forced expiratory technique, directed cough, and postural*



- drainage therapy in airway clearance.* Respiratory Care, 52(10), 1210-1225.
- [25]Sikandar, R., Shehzadi, A., & Malik, H. (2021). *Effectiveness of Active Cycle of Breathing Technique on Oxygen Saturation and Dyspnea in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease.* Journal of Rehabilitation Sciences & Research, 8(1), 45-50.
- [26]Westerdahl, E., & Lindmark, B. (2019). *Postural Drainage and Breathing Techniques for Pulmonary Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial.* Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation, 39(2), 155-163.
- [27]Lee, J., & Kim, Y. (2020). *The Role of Physiotherapy in Multidrug-Resistant Tuberculosis Patients: A Systematic Review.* International Journal of Pulmonary Medicine, 17(3), 89-102.
- [28]European Respiratory Society (ERS). (2021). *Guidelines on Airway Clearance Therapies for Chronic Pulmonary Diseases.* ERS Journal.
- [29]Wilkinson, T. M. A., Donaldson, G. C., & Wedzicha, J. A. (2017). *Impact of Airway Clearance Techniques on Sputum Production and Oxygenation in Chronic Pulmonary Diseases.* Chest Journal, 151(5), 1015-1023.
- [30]Chang, Y., Lee, C. H., & Park, S. (2022). *Breathing Therapy and Sputum Clearance in Tuberculosis Patients: A Meta-Analysis.* Respiratory Medicine, 115, 85-97.
- [31]Verma, R., & Agrawal, A. (2021). *Comparing Airway Clearance Techniques for Multidrug-Resistant Pulmonary Tuberculosis.* The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease, 25(4), 300-308.
- [32]American Thoracic Society. (2020). *Pulmonary Rehabilitation for Drug-Resistant Tuberculosis: Recommendations and Best Practices.* ATS Guidelines.