

RESPON PERNAPASAN ANAK DENGAN PNEUMONIA YANG MENDAPATKAN TERAPI OKSIGEN

Fredita Andriana Putri¹, Siti Arifah²
Universitas Muhammadiyah Surakarta^{1,2}
siti_arifah@ums.ac.id²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan respon pernapasan pada anak dengan pneumonia yang mendapatkan terapi oksigen. Metode penelitian yang digunakan adalah *case study* pada dua pasien anak berusia 9 dan 11 tahun dengan pneumonia yang mendapatkan terapi oksigen dan diobservasi perubahan saturasi oksigen (SpO_2) dan *Respiratory Rate* (RR) secara bertahap sebelum terapi, serta 1 jam, 2 jam, dan 4 jam setelah pemberian terapi oksigen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terapi oksigen memberikan perbaikan pada kondisi pernapasan kedua pasien. Pada pasien dengan nasal kanul (3 L/menit), SpO_2 meningkat dari 93% menjadi 97% dalam 1 jam dan mencapai 98% pada 4 jam, disertai penurunan RR secara bertahap. Pada penggunaan NRM (6 L/menit), SpO_2 meningkat dari 89% menjadi 96% dalam 1 jam dan mencapai 97% pada 4 jam dengan penurunan RR yang lebih cepat pada jam awal terapi. Simpulan, adanya perbaikan pernapasan setelah pemberian terapi oksigen, dengan respon yang tampak lebih cepat pada penggunaan NRM pada fase awal.

Kata Kunci: Nasal Kanul, *Non-Rebreathing Mask*, Pneumonia, Respon pernapasan, Terapi Oksigen

ABSTRACT

This study aimed to describe the respiratory response in children with pneumonia receiving oxygen therapy. The research method used was a case study of two children, aged 9 and 11 years with pneumonia who received oxygen therapy. Changes in oxygen saturation (SpO_2) and respiratory rate (RR) were observed gradually before therapy, and 1 hour, 2 hours, and 4 hours after administration. The results showed that oxygen therapy improved the respiratory condition of both patients. In patients using nasal cannula (3 L/minute), SpO_2 increased from 93% to 97% within 1 hour and reached 98% at 4 hours, accompanied by a gradual decrease in RR. In patients using NRM (6 L/minute), SpO_2 increased from 89% to 96% within 1 hour and reached 97% at 4 hours, with a more rapid decrease in RR in the initial hours of therapy. In conclusion, there was respiratory improvement after oxygen therapy, with a more rapid response appearing in the early phase of NRM use.

Keywords: Nasal Cannula, *Non-Rebreathing Mask*, Pneumonia, Respiratory Response, Oxygen Therapy

PENDAHULUAN

Pneumonia merupakan infeksi saluran pernapasan akut yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur, parasit (WHO, 2022). Pneumonia merupakan

salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada anak di negara berkembang maupun negara maju, terutama pada kelompok usia balita yang memiliki kerentanan anatomi dan fisiologis terhadap gangguan pernapasan. Menurut data profil kesehatan Indonesia, pneumonia menyumbang 12,5% kematian pada balita kelompok usia 12-59 bulan pada tahun 2022 dan 0,13% kematian balita akibat pneumonia pada tahun 2023 (Kemenkes, 2023).

Kondisi ini menyebabkan terjadinya gangguan pertukaran gas dan hipoksemia, sehingga suplementasi oksigen menjadi komponen esensial dalam tata laksana awal guna mempertahankan oksigenasi jaringan serta mencegah perburukan klinis. Gangguan fungsi paru tidak hanya terjadi pada pneumonia, tetapi juga pada penyakit paru lainnya seperti tuberkulosis yang dapat memengaruhi fungsi respirasi dan oksigenasi (Pakpahan et al., 2025). Berdasarkan panduan WHO, intervensi oksigenasi pada anak dengan pneumonia harus disesuaikan dengan tingkat keparahan dan respons fisiologis pasien terhadap terapi.

Terapi oksigen menjadi salah satu terapi agar mendapatkan pasokan oksigen (O_2), untuk mencegah atau memperbaiki hipoksia jaringan dan mempertahankan oksigenisasi jaringan agar tetap adekuat dengan cara meningkatkan daya angkut (O_2) ke dalam sistem pernapasan (Herman et al., 2023). Saturasi oksigen menjadi persentase hemoglobin terhadap (O_2) yang bisa diukur menggunakan oksimetri nadi. Ukuran persentase (O_2) yang dibawa oleh hemoglobin yang berkaitan dengan oksigen disebut dengan saturasi hemoglobin. Saturasi yang bernilai di bawah 85% menyebabkan jaringan tubuh mengalami kekurangan suplai oksigen. Nilai saturasi oksigen normal yang diukur menggunakan oksimetri berada pada kisaran 95-100% (Bearman et al., 2014 : Herman et al., 2023).

Seiring berkembangnya praktik klinik, terdapat berbagai metode pemberian oksigen yang digunakan pada pasien pediatrik, termasuk nasal kanul (NC) yang memberikan aliran rendah dan *Non-Rebreathing Mask* (NRM) yang mampu memberikan fraksi oksigen inspirasi (FiO_2) tinggi. Efektivitas kedua perangkat tersebut terhadap perbaikan kondisi pernapasan anak masih menjadi perhatian, terutama di fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa perbedaan dalam metode pemberian oksigen dapat memengaruhi respons klinis, termasuk peningkatan saturasi oksigen, penurunan frekuensi napas, dan penurunan kerja napas. Penelitian oleh Kandasamy et al., (2024) menegaskan bahwa karakteristik aliran oksigen dan efisiensi perangkat berpengaruh terhadap keberhasilan terapi pada anak dengan pneumonia hipoksemik.

Studi observasional dan meta analisis pediatrik menunjukkan juga bahwa penurunan RR (*Respiratory Rate*) adalah salah satu indikator awal keberhasilan terapi oksigen dan termasuk parameter yang dipantau rutin pada 30–120 menit setelah inisiasi terapi. Nilai ambang (penurunan RR absolut atau persentase) sering dipakai untuk menentukan keberhasilan awal atau kebutuhan eskalasi. Untuk nasal kanul arus rendah (NC) dan *Non-Rebreathing Mask* (NRM), bukti langsung yang membandingkan *respiratory rate* antara NC vs NRM pada anak dengan pneumonia masih terbatas. Banyak studi membandingkan HFNC vs “*standard oxygen*” (kelompok yang berisi NC/*face mask*/NRM), sehingga inferensi tentang NC vs NRM biasanya ditarik dari studi komparatif tersebut yaitu perangkat yang dapat memberikan FiO_2 /flow lebih tinggi dan sedikit dukungan tekanan (mis. HFNC, CPAP, NRB pada aliran tinggi) sehingga secara fisiologis berpotensi memperbaiki oksigenasi dan menurunkan *respiratory rate* (Wyatt et al., 2022). Penelitian ini memiliki pembaruan berfokus pada gambaran respon pernapasan anak dengan pneumonia yang mendapatkan terapi oksigen nasal kanul dan *Non-Rebreathing Mask* (NRM) pada praktik klinik sehari-hari khususnya melalui pemantauan perubahan saturasi oksigen dan *respiratory rate* sebagai indikator awal keberhasilan terapi oksigen.

Pada kebanyakan rumah sakit, nasal kanul lebih sering digunakan sebagai terapi awal karena kenyamanan dan kemudahan penggunaan, sedangkan NRM cenderung digunakan ketika pasien membutuhkan FiO_2 lebih tinggi untuk mencapai target saturasi oksigen. Namun, gambaran respon pernapasan awal terhadap kedua metode tersebut pada anak dengan pneumonia masih terbatas, khususnya dalam praktik klinik sehari-hari. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menggambarkan respon pernapasan anak dengan pneumonia yang mendapatkan terapi oksigen menggunakan nasal kanul dan *Non-Rebreathing Mask* (NRM). Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi tenaga kesehatan dalam pemantauan efektivitas terapi oksigen serta mendukung pengambilan keputusan klinis pada pasien anak dengan pneumonia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain studi kasus (*case study*). Penelitian dilakukan di rumah sakit di daerah Surakarta pada September 2025 dengan subjek sebanyak dua pasien anak yang memenuhi kriteria penelitian. Kriteria inklusi meliputi pasien anak usia (1–12 tahun) yang mengalami dispnea atau tanda gangguan pernapasan, mendapatkan terapi oksigen menggunakan nasal kanul atau *Non-Rebreathing Mask* (NRM), serta berada dalam kondisi hemodinamik stabil. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini yaitu pasien dengan prognosis buruk atau kondisi terminal selama proses pengkajian dan pemberian intervensi.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dengan mengukur *Respiratory Rate* (RR) dan saturasi oksigen (SpO_2) sebelum dan sesudah pemberian terapi oksigen, serta didukung dengan dokumentasi. Analisis data menggunakan analisis deskriptif dengan melihat perubahan nilai RR dan SpO_2 pada masing-masing pasien.

HASIL PENELITIAN

Tabel. 1
Karakteristik Responden

Nama Pasien	Usia	Jenis Kelamin
An.A	11 tahun	Perempuan
An.D	9 tahun	Perempuan

Berdasarkan tabel 1, karakteristik responden pada studi kasus (*case study*) melibatkan dua pasien anak perempuan dengan diagnosis pneumonia. Responden pertama yaitu An.A berusia 11 tahun dan mendapatkan terapi oksigen menggunakan nasal kanul 3 L/menit. Responden kedua yaitu An.D berusia 9 tahun dan mendapatkan terapi oksigen menggunakan *Non-Rebreathing Mask* (NRM) 6 L/menit. Kedua responden berada pada kelompok usia sekolah yang mengalami gangguan pernapasan akibat pneumonia.

Tabel. 2
Respon Pernapasan Sebelum dan Sesudah Pemberian Terapi Oksigen

Responden	Terapi	Sebelum		Sesudah					
				1 jam		2 jam		4 jam	
		SpO_2	RR	SpO_2	RR	SpO_2	RR	SpO_2	RR
An.A	NK 3L/menit	93	28	97	26	97	25	98	25
An.D	NRM 6L/menit	89	35	96	32	97	31	97	30

Berdasarkan tabel 2, kedua pasien anak dengan pneumonia menunjukkan terjadinya perbaikan kondisi pernapasan setelah diberikan terapi oksigen. Evaluasi dilakukan secara bertahap pada sebelum terapi, 1 jam, 2 jam, dan 4 jam setelah terapi oksigen dengan mengobservasi perubahan saturasi oksigen (SpO_2) dan *Respiratory Rate* (RR).

Pada pasien An.A dengan nasal kanul 3 L/menit, terlihat peningkatan SpO_2 dari 93% menjadi 98% dan RR mengalami penurunan dari 28x/menit menjadi 25x/menit dalam 4 jam. Pada pasien An.D dengan NRM 6 L/menit, SpO_2 meningkat dari 89% menjadi 97% dan RR menurun dari 35x/menit menjadi 30x/menit dalam 4 jam.

PEMBAHASAN

Pada pasien An.A usia 11 tahun yang mendapatkan terapi oksigen menggunakan nasal kanul 3 L/menit, terlihat bahwa *Respiratory Rate* (RR) sebelum terapi 28x/menit dan menurun menjadi 26x/menit setelah 1 jam. Secara fisiologis, pemberian oksigen dapat meningkatkan tekanan parsial oksigen di alveoli sehingga memperbaiki proses difusi oksigen ke dalam darah dan menurunkan rangsangan hipoksia pada pusat pernapasan, yang pada akhirnya menurunkan frekuensi napas (Harris, 2019). Penurunan RR dalam 1 jam pertama dapat menggambarkan bahwa berkurangnya kerja napas akibat perbaikan oksigenasi jaringan. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Wyatt et al., (2022) yang menyatakan bahwa penurunan *respiratory rate* merupakan indikator awal yang sensitif terhadap keberhasilan terapi oksigen pada pasien dengan gangguan respirasi.

Penurunan *respiratory rate* kembali terjadi pada 4 jam kemudian menjadi 25x/menit. Kondisi ini menunjukkan bahwa RR tidak mengalami peningkatan melainkan terjadi penurunan dan mendekati nilai normal. Pada anak usia sekolah (6-12 tahun), nilai normal RR berdasarkan distribusi persentil berada pada 16-24 kali per menit (Herbert et al., 2020). Selanjutnya terjadi penurunan RR dari 1 jam ke 4 jam menunjukkan bahwa oksigenasi jaringan telah tercapai secara adekuat. Hal ini didukung oleh penelitian Kandasamy et al., (2024) yang mengatakan bahwa stabilisasi atau penurunan *respiratory rate* dalam beberapa jam setelah pemberian terapi oksigen merupakan tanda keberhasilan awal terapi dan berhubungan dengan perbaikan kondisi klinis pasien.

Dari sisi saturasi oksigen (SpO_2) pada pasien An.A, nilai awal sebesar 93% meningkat menjadi 97% dalam 1 jam. Peningkatan SpO_2 dalam 1 jam pertama menunjukkan adanya respon awal yang baik terhadap terapi oksigen. Hal ini menyebabkan peningkatan kadar oksigen dalam darah yang tercermin dari naiknya nilai SpO_2 . Selain itu, perbaikan oksigenasi juga membantu mengurangi ketidakseimbangan ventilasi dan perfusi yang terjadi pada pneumonia (Harris, 2019).

Peningkatan SpO_2 dari 1 jam ke 4 jam yang mencapai 98% menunjukkan bahwa oksigenasi terus membaik dan tidak mengalami penurunan. Nilai awal SpO_2 pada pasien termasuk dalam kategori hipoksemia moderat, yaitu pada rentang 89%-93% (Sjödahl & Ekström, 2023). Peningkatan nilai SpO_2 setelah pemberian terapi oksigen, menunjukkan bahwa nasal kanul mampu memperbaiki oksigenasi secara bertahap pada kondisi hipoksemia ringan hingga sedang. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Chidini et al., (2023) yang menyatakan bahwa terapi oksigen aliran rendah mampu meningkatkan oksigenasi dan menurunkan kerja napas, meskipun perbaikannya tidak secepat metode dengan aliran oksigen lebih tinggi.

Pada pasien An.D usia 9 tahun yang mendapatkan terapi oksigen menggunakan *Non-Rebreathing Mask* (NRM) 6 L/menit, *Respiratory Rate* (RR) awal sebesar 35x/menit menurun menjadi 32x/menit dalam 1 jam. Penurunan yang cepat ini menunjukkan respon awal yang lebih baik. Hal ini dapat dijelaskan karena NRM mampu memberikan fraksi

oksigen inspirasi (FiO_2) yang lebih tinggi sehingga mempercepat pemenuhan kebutuhan oksigen jaringan dan mengurangi beban kerja pernapasan (Hardavella et al., 2019). Penurunan RR dalam 1 jam pertama ini juga sesuai dengan penelitian Wyatt et al., (2022) yang mengatakan bahwa *respiratory rate* merupakan indikator awal yang sensitif dalam menilai keberhasilan terapi oksigen, dimana perbaikan dapat terlihat dalam 30-120 menit setelah intervensi diberikan. Penelitian ini juga didukung oleh penelitian Frat et al. (2024) yang menyebutkan bahwa kegagalan terapi oksigen seringkali ditandai dengan tidak adanya penurunan *respiratory rate* dalam 2 jam pertama.

Respiratory rate tidak mengalami peningkatan dalam 1-4 jam melainkan terus menurun hingga 30x/menit. Kondisi ini menunjukkan bahwa pasien mulai mencapai kondisi yang lebih stabil. Penelitian yang dilakukan oleh Febtrina & Malfasari (2018) mengatakan bahwa frekuensi pernapasan merupakan salah satu parameter tanda vital yang digunakan untuk menilai kondisi klinis pasien dan respon terhadap terapi. Hal ini didukung oleh penelitian Crimi et al., (2022) yang menegaskan bahwa penurunan *respiratory rate* dalam 1 sampai 4 jam pertama setelah inisiasi terapi oksigen berhubungan dengan perbaikan outcome klinis pada pasien pneumonia anak.

Saturasi oksigen (SpO_2) pada pasien An.D meningkat dari 89% sebelum terapi menjadi 96% dalam 1 jam. Secara fisiologis, peningkatan SpO_2 lebih cepat pada penggunaan *non-rebreathing mask* terjadi karena alat ini mampu memberikan fraksi oksigen inspirasi (FiO_2) yang tinggi. NRM dengan aliran oksigen 6-15 L/menit dapat menghasilkan FiO_2 hingga sekitar 90-95% terutama apabila reservoir bag terisi optimal dan tidak terjadi kebocoran pada masker (Ebisu et al., 2024). Penelitian lain oleh Sangsungner et al., (2025) mengatakan bahwa penggunaan NRM pada pasien pediatrik dapat mencapai FiO_2 tinggi hingga sekitar 86-90% ketika posisi masker tepat dan aliran oksigen adekuat.

Pada 4 jam berikutnya saturasi oksigen mencapai 97% menunjukkan bahwa oksigenasi mengalami peningkatan. Tidak terjadinya penurunan SpO_2 mengindikasikan bahwa kebutuhan oksigenasi jaringan telah terpenuhi secara adekuat. Penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh Graham et al., (2024) yang menyebutkan bahwa pemberian oksigen dengan konsentrasi tinggi dapat mempercepat peningkatan saturasi oksigen serta menurunkan risiko perburukan klinis pada anak dengan pneumonia.

Secara keseluruhan, kedua metode terapi oksigen pada penelitian ini menunjukkan adanya perbaikan kondisi pernapasan yang ditandai dengan penurunan *Respiratory Rate* (RR) dan peningkatan saturasi oksigen (SpO_2) pada masing-masing pasien. Berdasarkan hasil pengamatan, penggunaan NRM terlihat memberikan peningkatan saturasi oksigen yang lebih cepat pada fase awal, terutama pada pasien dengan kondisi hipoksemia yang lebih berat. Sementara itu, penggunaan nasal kanul menunjukkan perbaikan yang terjadi secara bertahap pada kondisi hipoksemia yang lebih ringan.

Selain intervensi terapi oksigen, pendekatan nonfarmakologis seperti terapi bermain dapat diberikan kepada pasien anak setelah beberapa hari karena dapat menurunkan respon stres dan juga berperan dalam mendukung perbaikan kondisi pernapasan anak dengan pneumonia. Terapi bermain telah terbukti memiliki efek positif pada perilaku anak-anak yang menerima terapi oksigen kanula hidung aliran tinggi dengan mengurangi tingkat ketakutan dan kecemasan mereka (Deniz et al., 2025). Anak yang menjalani hospitalisasi sering mengalami kecemasan akibat lingkungan baru dan prosedur medis yang dapat memicu respon stres. Kondisi ini berdampak pada perubahan tanda vital, termasuk peningkatan frekuensi napas dan kebutuhan oksigen (Hakim et al., 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi & Arifah (2025) menunjukkan bahwa pemberian terapi bermain

balon roket dapat menurunkan tingkat kecemasan anak selama hospitalisasi, penurunan kecemasan ini penting karena kondisi psikologis yang lebih tenang dapat membantu menstabilkan pola napas dan menurunkan frekuensi pernapasan yang sebelumnya meningkat akibat stres.

Intervensi ini dapat direkomendasikan sebagai intervensi pendukung yang dapat diterapkan di rumah sakit, khususnya pada anak dengan pneumonia yang mengalami kecemasan selama perawatan. Pendekatan ini sejalan dengan konsep perawatan holistik yang tidak hanya berfokus pada terapi medis, tetapi juga memperhatikan aspek psikologis anak dalam mendukung proses penyembuhan.

SIMPULAN

Terapi oksigen menggunakan nasal kanul dan *Non-Rebreathing Mask* (NRM) pada penelitian menunjukkan adanya perbaikan kondisi pernapasan pada anak dengan pneumonia, ditandai dengan peningkatan saturasi oksigen (SpO₂) dan penurunan *Respiratory Rate* (RR). NRM terlihat memberikan respon yang lebih cepat pada fase awal. Nasal kanul menunjukkan perbaikan yang bertahap. Temuan ini menggambarkan adanya perbedaan respon pernapasan berdasarkan metode terapi oksigen yang digunakan, dengan hasil terbatas pada kasus yang diamati dalam penelitian ini.

SARAN

Peneliti selanjutnya disarankan melakukan penelitian dengan jumlah sampel yang lebih besar dan waktu observasi lebih lama supaya diperoleh hasil yang lebih optimal terkait efektivitas berbagai metode terapi oksigen pada anak dengan pneumonia.

DAFTAR PUSTAKA

- Chidini, G., Mauri, T., Conti, G., Catenacci, S. S., Marchesi, T., Dona, G., Figini, M. A., Babini, G., & Calderini, E. (2023). Physiological Effects of Standard Oxygen Therapy, High-Flow Nasal Cannula, and Helmet CPAP in Acute Bronchiolitis: A Randomized Cross-Over Study. *Intensive Care Medicine – Paediatric and Neonatal*, 2, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s44253-023-00013-2>
- Crimi, C., Noto, A., Madotto, F., Ippolito, M., Nolasco, S., Campisi, R., Vuono, S. De, Fiorentino, G., Pantazopoulos, I., Chalkias, A., Libra, A., Mattei, A., Scala, R., Clini, E. M., Ergan, B., Lujan, M., Winck, J. C., Giarratano, A., Carlucci, A., ... Cortegiani, A. (2022). High Flow Nasal Oxygen Versus Conventional Oxygen Therapy in Patients With COVID-19 Pneumonia and Mild Hypoxaemia: A Randomised Controlled Trial. *Thorax*, 78(4), 1–8. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2022-218806>
- Deniz, K., Çetin, K., & Co, D. (2025). Determining the Effect of Therapeutic Play on Fear, Anxiety Levels, and Behavioural Responses in Children Receiving High-Flow Nasal Cannula Oxygen Treatment: A Randomized Controlled Study. *Journal of Pediatric Nursing*, 85, 332–344. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2025.08.013>
- Ebisu, H., Takada, J., Cappiello, J., Koster, M. S., & McHenry, K. L. (2026). Delivered Oxygen Concentrations of Two Non-Rebreather Reservoir Masks. *SAGE Publications in Respiratory Care*. <https://doi.org/10.1177/19433654261418973>
- Febtrina, R., & Malfasari, E. (2018). Analisa Nilai Tanda-Tanda Vital Pasien Gagal Jantung. *Health Care: Jurnal Kesehatan*, 7(2), 62–68. <https://doi.org/10.36763/healthcare.v7i2.26>

- Frat, J.-P., Coudroy, R., Quenot, P., Guitton, C., Badie, J., Gacouin, A., Ehrmann, S., Demoule, A., Jarousseau, F., Carreaux, G., Rigaud, J. P., Reignier, J., Sedillot, N., Besse, C., Ferre, A., Turbil, E., Fatah, A., Galerneau, M., Lacombe, B., ... Prat, G. (2024). Effect of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Versus Standard Oxygen on Mortality in Patients with Acute Hypoxaemic Respiratory Failure: Protocol for a Multicentre, Randomised Controlled Trial (SOHO). *BMJ Open*, *14*(10), 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-083232>
- Graham, H. R., King, C., Duke, T., Ahmed, S., Baqui, A. H., Colbourn, T., Falade, A. G., & Hildenwall, H. (2024). Viewpoint Hypoxaemia and Risk of Death Among Children: Rethinking Oxygen Saturation, Risk-Stratification, and the Role of Pulse Oximetry in Primary Care. *The Lancet Global Health*, *12*(8), 1359–1364. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(24\)00209-2](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(24)00209-2)
- Hakim, A., Shima, S., Kaldozkhi, H., Tashakori, A., & Ghanbari, S. (2023). The Effect of Non-Verbal Music on Anxiety in Hospitalized Children. *BMC Pediatrics*, *23*(1), 4–9. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04101-2>
- Hardavella, G., Karampinis, I., Frille, A., Sreter, K., & Rousalova, I. (2019). Oxygen Devices and Delivery Systems. *Breathe*, *15*(3), 108–116. <https://doi.org/10.1183/20734735.0204-2019>
- Harris, D. E. (2019). Role of Alveolar-Arterial Gradient in Partial Pressure of Oxygen and PaO₂/Fraction of Inspired Oxygen Ratio Measurements in Assessment of Pulmonary Dysfunction. *AANA Journal*, *87*(3), 214–221. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31584399>
- Herbert, A., Pearn, J., & Wilson, S. (2020). Normal Percentiles for Respiratory Rate in Children — Reference Ranges Determined from an Optical Sensor. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, *7*(10), 1–13. <https://doi.org/10.3390/children7100160>
- Herman, A., Thalib, S., & Madji, N. A. (2023). Terapi Oksigen terhadap Perubahan Kadar Saturasi Oksigen pada Pasien dengan Cedera Kepala. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, *12*(1), 1–7. <https://www.researchgate.net/publication/371218485>
- Kandasamy, S., Rameshkumar, R., & Sangaralingam, T. (2024). High Flow Nasal Oxygen in Infants and Children for Early Respiratory Management of Pneumonia Induced Acute Hypoxemic Respiratory Failure: The CENTURI Randomized Clinical Trial. *Intensive Care Medicine – Paediatric and Neonatal*, *8*, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s44253-024-00031-8>
- Kemkes. (2023). Profil Kesehatan Indonesia 2022. Jakarta. Diakses dari : <https://kemkes.go.id/id/profil-kesehatan-indonesia-2022>
- Pakpahan, C. P., Septiani, W., Purba, C. V. G., Alamsyah, A., & Priwahyuni, Y. (2025). Hubungan Status Gizi, Pengetahuan, Pekerjaan, Kebiasaan Merokok terhadap Kejadian Tuberkulosis Paru. *Health Care: Jurnal Kesehatan*, *14*(2), 340–347. <https://doi.org/10.36763/arh5tc18>
- Pratiwi, B., & Arifah, S. (2025). The Effect of Balloon Rocket Play Therapy on Anxiety in Preschool Children During Hospitalization. *Indonesian Journal of Global Health Research*, *7*(1), 229–234. <https://doi.org/10.37287/ijghr.v7i1.4180>
- Sangsungrern, P., Thanharak, S., & Chanthawong, S. (2025). The Performance of Blow-by Method Using Pediatric Non-Rebreathing Mask for Oxygen Delivery During Transport of Pediatric Patients: A Laboratory Study. *Medical Devices: Evidence and Research Publish*, *18*, 573–578. <https://doi.org/10.2147/MDER.S565302>

- Sjödahl, M. V., & Ekström, M. (2023). Peripheral Oxygen Saturation Misclassifies Hypoxemia. *Annals of the American Thoracic Society*, 20(7), 1070-1073. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202208-702RL>
- WHO. (2022). *Pneumonia in Children*. Diakses dari : <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>
- Wyatt, K. D., Goel, N. N., & Whittle, J. S. (2022). Recent Advances in the Use of High Flow Nasal Oxygen Therapies. *Frontiers in Medicine*, 9, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1017965>