



PENGARUH INTERVENSI LATIHAN FISIK TERHADAP KONTROL POSTURAL PADA ANAK DENGAN SINDROM DOWN LITERATURE REVIEW

Kinanti Sih Purboriri*, Anggi Setiorini, Nanda Fitri Wardani, Roro Rukmi Windi Perdani

Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Sumatri Brojonggoro No. 1, Bandar

Lampung, Lampung, 35145, Indonesia

*14kinantis@gmail.com

ABSTRAK

Kontrol postural adalah kemampuan untuk mempertahankan stabilitas tubuh secara statis dan dinamis melalui integrasi sistem sensorimotor, visual, dan vestibular. Anak dengan sindrom down umumnya mengalami gangguan kontrol postural akibat hipotonia, kelemahan otot, dan gangguan integrasi sensorimotor, sehingga memerlukan intervensi latihan yang tepat. Tinjauan ini bertujuan menganalisis pengaruh berbagai latihan terhadap peningkatan kontrol postural pada anak dengan sindrom down menggunakan desain literature review dengan pendekatan PICO. Artikel yang dikaji merupakan studi eksperimen tahun 2017–2025 dengan kata kunci aktivitas fisik, latihan fisik, kontrol postural, keseimbangan statis, dan sindrom down. Intervensi yang ditinjau meliputi *virtual reality-based training*, *core stability training*, *Pilates*, *treadmill training*, *hippotherapy*, *whole-body vibration*, dan latihan trampolin berbasis *stretch-shortening cycle*. Hasil telaah menunjukkan semua intervensi meningkatkan kontrol postural, keseimbangan, kekuatan otot, dan koordinasi motorik. Latihan multimodal yang mengombinasikan beberapa metode memberikan hasil paling efektif melalui peningkatan adaptasi neuromuskular dan integrasi sensorimotor. Disimpulkan bahwa latihan fisik dan sensorimotor berperan penting dalam meningkatkan kontrol postural dan keseimbangan anak dengan sindrom down serta mendukung kemandirian fungsional.

Kata kunci: keseimbangan; kontrol postural; latihan fisik; sindrom down

EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE INTERVENTIONS ON POSTURAL CONTROL IN CHILDREN WITH DOWN SYNDROME LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Postural control is the ability to maintain body stability in both static and dynamic positions through the integration of sensorimotor, visual, and vestibular systems. Children with Down syndrome generally experience postural control impairments due to hypotonia, muscle weakness, and sensorimotor integration disorders, requiring appropriate exercise interventions. This review aims to analyze the effects of various exercise interventions on improving postural control in children with Down syndrome using a literature review design with a PICO approach. The reviewed articles were experimental studies published between 2017 and 2025 with the keywords physical activity, exercise, postural control, static balance, and Down syndrome. The interventions examined included virtual reality-based training, core stability training, Pilates, treadmill training, hippotherapy, whole-body vibration, and trampoline exercises based on the stretch-shortening cycle. The review findings showed that all interventions improved postural control, balance, muscle strength, and motor coordination. Multimodal exercises combining several methods were the most effective through enhanced neuromuscular adaptation and sensorimotor integration. It is concluded that physical and sensorimotor exercises play an essential role in improving postural control and balance in children with Down syndrome and support functional independence.

Keywords: balance; down syndrome; physical exercise; postural control

PENDAHULUAN

Jumlah kasus down syndrome (DS) di dunia menunjukkan tren peningkatan selama tiga dekade terakhir. Secara global, prevalensi Down syndrome mencapai sekitar 1.579.784 kasus (95% UI: 1.251.955–1.962.089) pada tahun 2019 (Chen *et al.*, 2022). Prevalensi down syndrome di Indonesia pada anak usia 24–59 bulan tercatat sebesar 0,21% (95% CI: 0,13–0,34) dari total 57.361 anak yang diteliti. Angka ini menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan hasil Riskesdas tahun 2013 yang mencatat prevalensi sebesar 0,13%, dan tahun 2010 sebesar 0,12%, sehingga menggambarkan adanya tren peningkatan kasus down syndrome pada anak di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir (Kementrian Kesehatan RI, 2018). Sindrom down disebabkan oleh adanya kromosom 21 ekstra, yang mengakibatkan gangguan perkembangan mental dan motorik, dismorfia wajah, serta berbagai kelainan bawaan lainnya, termasuk penyakit jantung kongenital yang sering menyertai (Verstegen *et al.*, 2020).

Anak dengan down syndrome memiliki kemampuan kontrol postural dan keseimbangan statis yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan anak yang berkembang normal. Penelitian menunjukkan bahwa pada berbagai uji keseimbangan seperti one-leg standing test, Romberg's test, dan Sharpened Romberg's test, anak dengan down syndrome hanya mampu mempertahankan posisi dalam waktu yang jauh lebih singkat, misalnya 0,63 detik dibandingkan 45,54 detik pada anak tipikal. Perbedaan ini disebabkan oleh penurunan propriosepsi, kecepatan reaksi otot yang lebih lambat, serta gangguan pada kontrol visual dan motorik yang menyebabkan mereka cenderung memiliki basis tumpuan lebih lebar untuk mempertahankan stabilitas tubuh. Anak down sindrom menunjukkan ketergantungan tinggi terhadap umpan balik visual dalam menjaga keseimbangan dan kesulitan besar saat melakukan Sharpened Romberg dengan mata tertutup, di mana sebagian tidak mampu mempertahankan posisi sama sekali. Berbeda dengan anak normal yang menunjukkan peningkatan keseimbangan seiring pertumbuhan, kemampuan keseimbangan anak dengan sindrom down tetap rendah meskipun telah mencapai kemampuan berjalan mandiri, menunjukkan adanya gangguan sensorimotor yang persisten (Hee-Kyoung *et al.*, 2017).

Perkembangan fisiologis keseimbangan postural pada anak dengan down syndrome mengalami hambatan yang signifikan akibat adanya perubahan struktural dan fungsional pada sistem saraf pusat dan perifer. Anak dengan down syndrome menunjukkan keterlambatan perkembangan motorik yang disebabkan oleh perubahan anatomi otak, seperti penurunan volume *grey matter* dan *white matter* pada *cerebellum*, *lobus frontal* dan *parietal*, *corpus callosum*, serta *hipocampus*, disertai keterlambatan mielinisasi saraf pusat dan perifer. Kondisi ini menyebabkan gangguan pada koordinasi neuromuskular, hipotonia otot, serta ketidakstabilan sendi akibat kelemahan pada mekanisme kontraksi otot dan integrasi sensorik. Hipoplasia serebelum dan korpus kalosum berperan besar dalam timbulnya penurunan kontrol aksial, inkoordinasi gerakan, serta gangguan keseimbangan. Anak dengan sindrom down menunjukkan keterlambatan perkembangan motorik, seperti duduk, berdiri, dan berjalan mandiri, yang baru dapat dicapai rata-rata pada usia 3–4 tahun. Saat mempertahankan keseimbangan statis, mereka cenderung memperlebar langkah untuk meningkatkan stabilitas, sementara pada keseimbangan dinamis tampak peningkatan osilasi pusat tekanan (*Center of Pressure*) terutama pada arah mediolateral. Hal ini menunjukkan penggunaan strategi kompensasi yang kurang efisien akibat keterlambatan mielinisasi dan lemahnya kontrol neuromotor. Anak dengan sindrom down juga memiliki waktu reaksi yang lebih lambat dalam menyesuaikan posisi tubuh terhadap gangguan keseimbangan, serta sering menggunakan strategi seperti kekakuan batang tubuh (*trunk stiffening*) dan peningkatan dislokasi posterior untuk mempertahankan postur (Jain *et al.*, 2022).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa berbagai bentuk intervensi latihan fisik memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan keseimbangan dan kontrol postural pada anak dengan down syndrome. Penelitian melaporkan bahwa penambahan latihan Pilates dalam program fisioterapi menghasilkan peningkatan bermakna pada keseimbangan, koordinasi motorik kasar, serta kualitas hidup anak dengan down syndrome. Hasil tersebut dikaitkan dengan peningkatan kekuatan dan stabilitas otot inti yang berperan penting dalam kontrol postural (Al-Nemr & Reffat, 2024). Studi lain menemukan bahwa pemberian mechanical vestibular stimulation dalam program latihan fisik memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan latihan keseimbangan tradisional, ditandai dengan penurunan indeks ketidakstabilan postural dan peningkatan kemampuan anak dalam mempertahankan posisi tubuh. Stimulasi vestibular mekanik dianggap efektif karena dapat meningkatkan integrasi sensorik dari sistem vestibular, visual, dan proprioseptif yang berperan penting dalam pengaturan keseimbangan (Nahla *et al.*, 2022). Tinjauan sistematis menunjukkan bahwa berbagai intervensi latihan fisik seperti treadmill training, core stability exercises, berenang, bersepeda, dan menari secara signifikan memperbaiki keseimbangan statis pada anak dengan down syndrome. Latihan-latihan tersebut meningkatkan kekuatan otot, koordinasi, serta kemampuan kontrol postural melalui stimulasi neuromuskular yang berkelanjutan (Lei *et al.*, 2025). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meninjau dan menganalisis berbagai bentuk intervensi latihan fisik yang berpengaruh terhadap peningkatan kontrol postural pada anak dengan sindrom down, serta mengidentifikasi jenis latihan yang paling efektif dalam memperbaiki keseimbangan statis dan dinamis melalui mekanisme adaptasi neuromuskular dan integrasi sensorimotor.

METODE

Studi literatur ini merupakan tinjauan literatur yang mengumpulkan berbagai sumber dari artikel penelitian yang ditemukan melalui Google Scholar dan Pubmed. Artikel dipilih berdasarkan kriteria inklusi yang mencakup kata kunci aktivitas fisik, latihan fisik, kontrol postural, keseimbangan statis, dan sindrom down. Artikel penelitian yang digunakan sebagai sumber data adalah yang menggunakan intervensi latihan fisik untuk memperbaiki kontrol postural pada anak dengan sindrom down antara tahun 2017-2025. Dari 35 artikel yang ditemukan, hanya 15 artikel primer yang memenuhi kriteria inklusi dan dapat diakses secara lengkap yang dikumpulkan dan dirangkum untuk menganalisis pengaruh intervensi latihan fisik terhadap kontrol postural pada anak dengan sindrom down.

HASIL

Berdasarkan telaah sistematis terhadap 15 artikel yang dipublikasikan antara tahun 2017 hingga 2025, mayoritas penelitian menunjukkan bahwa intervensi aktivitas fisik berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kontrol postural pada anak dengan sindrom down. Berbagai bentuk latihan seperti *virtual reality-based training* (VRBT), *core stability training*, *pilates*, *treadmill training*, *whole-body vibration* (WBV), *hippotherapy*, serta latihan trampolin berbasis *stretch-shortening cycle* (SSC) terbukti efektif dalam meningkatkan keseimbangan statis, dinamis, dan fungsional. Hasil meta-analisis menunjukkan peningkatan skor keseimbangan (*Pediatric Balance Scale*/PBS) dan penurunan waktu *Timed Up and Go* (TUG) secara signifikan ($p < 0,05$). Efek positif ini terjadi melalui peningkatan kekuatan otot, rekrutmen unit motorik, serta integrasi sistem sensorimotor, vestibular, dan visual yang berperan dalam stabilitas tubuh. Latihan fisik terstruktur seperti Pilates dan *core stability exercise* memperbaiki koordinasi motorik dan kualitas hidup anak, sedangkan intervensi jangka menengah hingga panjang (6–24 minggu) memberikan hasil yang lebih optimal. Peningkatan kontrol postural dipengaruhi oleh adaptasi neuromuskular dan neuroplastisitas yang terjadi di otak kecil (*cerebellum*), sehingga latihan fisik yang terencana dan progresif sangat direkomendasikan untuk mendukung keseimbangan dan fungsi adaptif anak dengan Down syndrome.

PEMBAHASAN

Hasil telaah literatur menunjukkan bahwa berbagai bentuk intervensi aktivitas fisik berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kontrol postural pada anak dengan sindrom down. Temuan ini memperkuat konsep neurodevelopmental yang menyatakan bahwa stimulasi multisistem (vestibular, visual, dan proprioseptif) berperan penting dalam membentuk kemampuan koordinasi dan keseimbangan tubuh. Latihan seperti *core stability training*, *pilates*, dan *isokinetic training* secara konsisten dilaporkan mampu meningkatkan kekuatan otot batang tubuh dan ekstremitas bawah yang menjadi fondasi utama dalam menjaga postur dan stabilitas tubuh (Eid *et al.*, 2017; Zulfiqar *et al.*, 2022). Selain memperkuat otot, latihan-latihan tersebut juga berkontribusi terhadap peningkatan kontrol motorik dan kemampuan adaptasi tubuh terhadap perubahan posisi.

Intervensi berbasis sensorimotor seperti *virtual reality-based training (VRBT)* dan stimulasi vestibular mekanik menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam memperbaiki keseimbangan statis maupun dinamis. Pendekatan berbasis realitas virtual menstimulasi sistem visual, vestibular, dan proprioseptif secara simultan melalui aktivitas interaktif yang meningkatkan motivasi anak untuk berpartisipasi aktif (Gómez Álvarez *et al.*, 2018; Piñar-Lara *et al.*, 2024). Stimulasi vestibular mekanik yang dikombinasikan dengan fisioterapi konvensional terbukti lebih efektif dibandingkan latihan keseimbangan tradisional karena mampu mengoptimalkan persepsi gerak dan tonus otot antigravitasi (Nahla *et al.*, 2022). Kedua pendekatan ini menunjukkan bahwa keterlibatan multisensorik dapat memperkuat sistem kontrol postural melalui peningkatan integrasi sensorimotor.

Selain itu, pendekatan multimodal seperti kombinasi *whole-body vibration (WBV)*, *hippotherapy*, dan latihan trampolin menghasilkan peningkatan signifikan terhadap keseimbangan fungsional dan kemampuan adaptif anak dengan DS (Azab *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2025). Mekanisme perbaikan ini terjadi melalui peningkatan rekrutmen unit motorik, efisiensi sinaptik, serta sekresi *brain-derived neurotrophic factor (BDNF)* yang berperan dalam proses neuroplastisitas otak. Adaptasi neuromuskular yang dihasilkan dari latihan-latihan tersebut memperkuat konektivitas saraf dan meningkatkan kemampuan anak dalam mempertahankan postur tubuh pada berbagai situasi. Dengan demikian, latihan fisik yang dilakukan secara teratur, progresif, dan disesuaikan dengan kemampuan anak tidak hanya meningkatkan kontrol postural, tetapi juga mendukung fungsi adaptif, kemandirian, serta partisipasi sosial anak dengan sindrom down.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil telaah berbagai penelitian, dapat disimpulkan bahwa intervensi latihan fisik dan sensorimotor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kontrol postural pada anak dengan *sindrom down (SD)*. Beragam bentuk latihan seperti *virtual reality-based training (VRBT)*, *core stability training*, *Pilates*, *treadmill training*, *hippotherapy*, serta latihan trampolin dan *whole-body vibration (WBV)* terbukti efektif dalam memperbaiki keseimbangan statis, dinamis, dan fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Azab, W S Mahmoud, M A Basha, S M Hassan, E N Morgan, A E Elsayed, F H Kamel, & R K Elnaggar. (2022). Distinct effects of trampoline-based stretch-shortening cycle exercises on muscle strength and postural control in children with Down syndrome: a randomized controlled study. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 26, 1952–1962.
- AL-Nemr, A., & Reffat, S. (2024). Effect of Pilates exercises on balance and gross motor coordination in children with Down syndrome. *Acta Neurologica Belgica*, 124(1), 1499–1505. <https://doi.org/10.1007/s13760-024-02517-w>

- Chen, L., Wang, L., Wang, Y., Hu, H., Zhan, Y., Zeng, Z., & Liu, L. (2022). Global, Regional, and National Burden and Trends of Down Syndrome From 1990 to 2019. *Frontiers in Genetics*, *13*, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.908482>
- Eid, M. A., Aly, S. M., Huneif, M. A., & Ismail, D. K. (2017). Effect of isokinetic training on muscle strength and postural balance in children with Down's syndrome. *International Journal of Rehabilitation Research*, *40*(2), 127–133. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000218>
- Gómez Álvarez, N., Venegas Mortecinos, A., Zapata Rodríguez, V., López Fontanilla, M., Maudier Vásquez, M., Pavez-Adasme, G., & Hernández-Mosqueira, C. (2018). Effect of an intervention based on virtual reality on motor development and postural control in children with down syndrome [Efecto de una intervención basada en realidad virtual sobre las habilidades motrices básicas y control postural de niños con síndr. *Revista Chilena de Pediatría*, *89*(6), 747–752. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85060047844&doi=10.4067%2FS0370-41062018005001202&partnerID=40&md5=c53eabf552bd19d371d3607dd4d3efd4>
- Hee-Kyoung, J., Eunjung, C., & Byoung-hee, L. (2017). A Comparison of the Balance and Gait function between Children with Down Syndrome and Typically Developing Children. *The Journal of Physical Therapy Science*, *29*(1), 123–127. <https://doi.org/10.19049/jsped.2018.19.1.03>
- Jain, P. D., Nayak, A., Karnad, S. D., & Doctor, K. N. (2022). Gross motor dysfunction and balance impairments in children and adolescents with Down syndrome: a systematic review. *Clinical and Experimental Pediatrics*, *65*(3), 142–149. <https://doi.org/10.3345/cep.2021.00479>
- Lei, Z., Yuan, K., Xu, J., Miao, Y., Dai, Y., Wang, J., & Chang, J. (2025). Effects of physical exercises on balance in children with down syndrome: a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, *17*(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01222-2>
- Li, Q., Wang, S., & Ouyang, ; Congying. (2025). Exercise Interventions Improve Balance of Children with Down Syndrome: A Systematic Review. *MedRxiv*, 2025.03.30.25324917. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2025.03.30.25324917v1%0Ahttps://www.medrxiv.org/content/10.1101/2025.03.30.25324917v1.abstract>
- Nahla, M. I., El-Sayed, S. E., Ragaa, A. E. E., & El Ghafar, A. E. H. A. A. (2022). Mechanical vestibular stimulation versus traditional balance exercises in children with Down syndrome. *African Health Sciences*, *22*(1), 377–383. <https://doi.org/10.4314/ahs.v22i1.46>
- Piñar-Lara, M., Cortés-Pérez, I., Díaz-Fernández, Á., Montilla-Ibáñez, M. de A., Sedeño-Vidal, A., & Obrero-Gaitán, E. (2024). Virtual Reality-Based Therapy Can Enhance Balance and Muscular Endurance in Children and Adolescents with Down Syndrome: A Systematic Review with a Meta-Analysis. *Bioengineering*, *11*(11), 1–18. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11111112>
- RI, K. K. (2018). Laporan Nasional RISKESDAS. In *Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan* (156).
- Verstegen, R. H. J., Chang, K. J. J., & Kusters, M. A. A. (2020). Clinical implications of immune-mediated diseases in children with Down syndrome. *Pediatric Allergy and Immunology*, *31*(2), 117–123. <https://doi.org/10.1111/pai.13133>
- Zulfiqar, H., Rehman, H., Nisa, Z., Hina, M., Bashir, H., Saeed, H., & Ashraf, N. (2022). Effect of

Core Stability Exercise and Balance Training in Postural Control among Children with Down Syndrome. *Pakistan Biomedical Journal*, 5(7), 18–22.