



Application of virtual reality-based sensorimotor intervention in motor skills for children with cerebral palsy

Riksma Nurahmi Rinalti Akhlan¹, Nita Nitiya Intan Tanbrin², Euis Heryati³, Ranti Nur Fathiah⁴, Destiyanti Wahyuni⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Pendidikan Indonesia, Kota Bandung, Indonesia

riksma_akhlan@upi.edu¹, nitanitiya@upi.edu², euis_heryati@upi.edu³, rantee@upi.edu⁴, destiyantiwr@upi.edu⁵

ABSTRACT

This study explores virtual reality media's influence on improving children's walking ability with CP diplegia. Children with this condition often face challenges in daily mobility, which significantly impacts their quality of life. This study used a quantitative approach with a single-subject research method on one subject, selected from a population of 50 CP children using purposive random sampling. The research instruments included action tests and observations to measure gait ability and response to interventions. The results showed a significant improvement in walkability after the virtual reality intervention, compared to the pre- and post-intervention phases. Data analysis indicated that the technology effectively provided additional stimulus for developing motor skills and balance, significantly improving the Gross Motor Function Measure (GMFM) score. While the results are promising, the study highlights the need for further studies to measure the long-term impacts and address the challenges of accessibility, cost, and training in using these technologies. This research makes an essential contribution to the development of more effective and innovative rehabilitation interventions, offering great potential to improve the quality of life of children with CP diplegia.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 26 Nov 2024

Revised: 6 May 2025

Accepted: 10 May 2025

Available online: 23 May 2025

Publish: 28 May 2025

Keywords:

cerebral palsy; movement coaching; sensorimotor intervention; virtual reality

Open access

Inovasi Kurikulum is a peer-reviewed open-access journal.

ABSTRAK

Penelitian ini mengeksplorasi pengaruh penggunaan media virtual reality dalam meningkatkan kemampuan berjalan anak-anak dengan CP diplegia. Anak-anak dengan kondisi ini sering menghadapi tantangan dalam mobilitas sehari-hari, yang berdampak signifikan pada kualitas hidup mereka. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode single subject research pada satu subjek, dipilih dari populasi 50 anak CP menggunakan purposive random sampling. Instrumen penelitian meliputi tes perbuatan dan observasi untuk mengukur kemampuan berjalan dan respons terhadap intervensi. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan berjalan setelah intervensi virtual reality, dibandingkan fase sebelum dan sesudah intervensi. Analisis data mengindikasikan bahwa teknologi ini efektif dalam memberikan stimulus tambahan bagi perkembangan keterampilan motorik dan keseimbangan, dengan peningkatan signifikan pada skor Gross Motor Function Measure (GMFM). Meskipun hasilnya menjanjikan, penelitian ini menyoroti perlunya studi lanjutan untuk mengukur dampak jangka panjang dan mengatasi tantangan aksesibilitas, biaya, serta pelatihan dalam penggunaan teknologi ini. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan intervensi rehabilitasi yang lebih efektif dan inovatif, menawarkan potensi besar untuk meningkatkan kualitas hidup anak-anak dengan CP diplegia.

Kata Kunci: bina gerak; cerebral palsy; intervensi sensorimotorik; virtual reality

How to cite (APA 7)

Akhlan, R. N. R., Tanbrin, N. N. I., Heryati, E., Fathiah, R. N., & Wahyuni, D. (2025). Application of virtual reality-based sensorimotor intervention in motor skills for children with cerebral palsy. *Inovasi Kurikulum*, 22(2), 1116-1128.

Peer review

This article has been peer-reviewed through the journal's standard double-blind peer review, where both the reviewers and authors are anonymised during review.

Copyright



2025, Riksma Nurahmi Rinalti Akhlan, Nita Nitiya Intan Tanbrin, Euis Heryati, Ranti Nur Fathiah, Destiyanti Wahyuni. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author, and source are credited. *Corresponding author: riksma_akhlan@upi.edu

INTRODUCTION

Perkembangan motorik pada anak adalah salah satu aspek penting yang harus diperhatikan oleh guru dan orang tua. Perkembangan motorik mengacu pada keterampilan fisik dan kemampuan mengendalikan gerakan (Ng *et al.*, 2025). Anak yang memiliki kemampuan motorik yang baik akan lebih luwes dalam bergaul dengan teman-temannya. Hal ini tentu saja akan berpengaruh pada kepercayaan diri anak saat bersosialisasi dengan teman-temannya. Namun hal ini akan lain maknanya ketika dikaitkan dengan *Cerebral Palsy* (CP). Dimana CP merupakan salah satu jenis dari hambatan motorik yang dapat dialami oleh anak-anak. Kelemahan otot dan hambatan motorik pada CP ini disebabkan oleh Sarcomere yang lebih panjang dan tidak berfungsi secara optimal (Romero *et al.*, 2024). Kondisi CP ini disebabkan oleh banyak faktor, entah itu kelainan pada masa prenatal, perinatal, ataupun postnatal. CP memiliki dampak pada kemampuan dalam menjalankan aktivitas fisik (Brien *et al.*, 2024). Seperti anak berkebutuhan khusus pada umumnya, anak CP memiliki hambatan terutama pada aspek motorik namun tidak menutup kemungkinan memiliki hambatan pada aspek selain motorik. Salah satu komponen pada anak CP yang mengalami keterlambatan adalah komponen motorik kasar (Oskoui *et al.*, 2013). Motorik kasar diartikan sebagai kemampuan anak untuk melawan gravitasi yang diwujudkan dalam gerakan menstabilkan posisi kepala dan badan, gerakan berguling tengkurap, gerakan duduk, merangkak, hingga berdiri dan berjalan (Kobesova & Kolar, 2014).

Kesadaran untuk mengurangi hambatan motorik yang dialami anak CP tidak muncul dengan sendirinya secara menyeluruh pada anak CP. Diperlukan penanaman kesadaran dan pemahaman bagi anak CP untuk mengatasi ataupun meminimalisir hambatan yang mereka miliki dan memaksimalkan potensi yang mereka miliki untuk mencapai kemandirian. Anak yang memiliki gejala CP memerlukan pelatihan mobilitas secara intensif dalam meningkatkan keterampilan motorik. Latihan terkait aspek motorik bagi anak CP biasa disebut dengan bina gerak. Dikarenakan kondisi anak CP beragam, maka terkadang diperlukan bantuan orang lain untuk mereka melakukan bina gerak. Alasan pentingnya bina gerak adalah untuk memantau perkembangan motorik karena keterlambatan gerak dapat menjadi indikator pada perkembangan lainnya (Airaksinen *et al.*, 2023). Metode latihan yang dipakai pun beragam, salah satunya adalah metode drill (Salma & Fatmawati, 2019).

Meskipun pemahaman tentang pentingnya latihan gerak bagi anak-anak CP sudah luas, masih ada sejumlah kesenjangan dan masalah yang perlu diatasi. Program latihan terstruktur mungkin tidak secara signifikan meningkatkan kebugaran fisik atau tingkat aktivitas dibandingkan dengan fisioterapi tradisional, menyoroti variabilitas dalam respons individu dan signifikansi klinis sederhana dari perbaikan yang diamati (Narayanan, 2015). Salah satunya adalah kurangnya media yang praktis untuk melatih kemampuan berjalan mereka di rumah. Biaya terapi fisik yang tinggi juga menjadi kendala bagi banyak orang tua. Selain itu, terbatasnya pengetahuan orang tua dalam melatih anak-anak mereka menjadi hambatan lainnya. Orang tua sering menghadapi biaya tinggi yang terkait dengan terapi fisik, yang dapat menjadi penghalang signifikan untuk mengakses perawatan yang diperlukan (Beveridge, *et al.*, 2015).

Meskipun teknologi virtual reality telah ada, pemanfaatannya dalam melatih kemampuan berjalan anak-anak CP belum optimal, terutama karena keterbatasan dalam pemanfaatan perangkat seperti smartphone. Penelitian terdahulu telah meneliti terkait penggunaan sistem pelatihan realitas virtual (VR) untuk meningkatkan fungsi motorik kasar dan keseimbangan pada anak-anak dengan CP menghasilkan peningkatan signifikan dalam keterampilan motorik dan keseimbangan saat menggunakan *Nintendo Wii Balance Board* bersama fisioterapi konvensional (Kolezoi *et al.*, 2025). Namun, perlunya penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki parameter intervensi, menunjukkan bahwa temuan saat ini mungkin tidak sepenuhnya dioptimalkan dan dapat mengambil manfaat dari penyesuaian untuk meningkatkan efektivitas dalam meningkatkan fungsi motorik kasar dan

keseimbangan pada anak-anak dengan cerebral palsy (Mirzoev *et al.*, 2022). Untuk mengisi kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh media virtual reality dalam meningkatkan kemampuan berjalan anak-anak dengan CP diplegia. Hipotesis penelitian ini adalah bahwa penggunaan media virtual reality sebagai alat terapi akan memberikan stimulus yang diperlukan bagi perkembangan keterampilan motorik dan keseimbangan mereka.

LITERATURE REVIEW

Virtual Reality (VR)

Perkembangan zaman memberikan kesempatan bagi bidang pendidikan untuk meningkatkan kualitasnya dan terus mengembangkan inovasi agar sesuai dengan kebutuhan siswa, guru, dan pemangku kepentingan. Di mana teknologi merupakan hasil dari berkembangnya ilmu pengetahuan, sehingga sudah wajar pendidikan memanfaatkan teknologi untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran (Lestari, 2018; Ulya *et al.*, 2021). Salah satu teknologi yang kini berkembang sangat cepat dan diuji efektivitasnya adalah Virtual Reality (VR) (Anthes *et al.*, 2016).

Pada dasarnya teknologi VR berkaitan erat dengan metaverse. Di mana metaverse secara umum dikenal sebagai ekosistem ruang virtual. Metaverse sendiri merupakan suatu lingkungan daring yang bersifat 3D dan imersif atau memberikan pengalaman nyata meskipun dalam lingkungan maya (Diaz, 2020). *Virtual Reality* kemudian menjadi salah satu teknologi inti yang memungkinkan pengguna untuk merasakan lingkungan virtual yang imersif. *Virtual reality* simulasi visual atau lingkungan yang dihasilkan oleh komputer dan dapat diakses melalui peralatan khusus, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan lingkungan virtual itu sendiri (Flavián *et al.*, 2019).

Teknologi *Virtual Reality* (VR) telah teruji mampu mendukung proses pembelajaran siswa di berbagai penelitian terdahulu. *Virtual Reality* sendiri kerap digunakan dalam pembelajaran guna meningkatkan motivasi siswa, memberikan pengalaman baru dalam belajar, meningkatkan suasana belajar yang menyenangkan seperti dengan penerapan kolaborasi dan gamifikasi, meningkatkan keberagaman pedagogi konstruktivis, dan lain sebagainya (Kavanagh *et al.*, 2017; Lampropoulos & Kinshuk, 2024; Monahan *et al.*, 2008). VR dapat memberikan pengalaman nyata bagi siswa untuk merasakan pembelajaran yang interaktif dan imersif, sehingga mampu meningkatkan kualitas pembelajaran dan motivasi siswa.

Cerebral Palsy

Cerebral Palsy (CP) merupakan yaitu suatu kondisi yang mempengaruhi pengendalian sistem motorik sebagai akibat lesi dalam otak (Dabney & Miller, 2012; Gupta, 2001). CP merupakan suatu penyakit neuromuskuler yang disebabkan oleh gangguan perkembangan atau kerusakan sebagian dari otak yang berhubungan dengan pengendalian fungsi motorik (Sandran *et al.*, 2024). Faktor utama penyebab CP yaitu karena faktor genetik, berdasarkan hasil identifikasi gen terhadap CP yaitu ditemukannya 55 gen yang secara konsisten dikaitkan dengan CP termasuk PLP1, ARG1, dan CTNNB1 (Janzing *et al.*, 2024). CP memiliki dampak yang signifikan terhadap kehidupan sehari-hari seperti gangguan motorik, kesulitan dalam menjalani aktivitas, gangguan sensoris, berdampak pada perkembangan kognitif, bahkan pada keterampilan sosial (Buonocore *et al.*, 2022). Klasifikasi CP berdasarkan tonus otot terdapat *spastic*, *dyskinetic*, *ataxic*, dan *mixed* (Al-Sowi *et al.*, 2023). Sedangkan klasifikasi CP berdasarkan keterbatasan motorik itu diukur dari semakin tinggi level GMFCS, maka akan semakin besar risiko keterbatasannya motorik (McGrath & Palmer, 2024). Berdasarkan paparan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa CP merupakan suatu kondisi yang disebabkan karena adanya kerusakan pada jaringan otak sehingga menyebabkan gangguan perkembangan dan gangguan pada postur tubuh.

Selain itu juga, CP dapat disebabkan oleh berbagai faktor kombinasi lainnya seperti faktor kelahiran prematur dan risiko pasca kelahiran (Vilhelmsson *et al.*, 2023).

Bina Gerak

Bina gerak merupakan kegiatan pengembangan dan latihan dalam mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan sikap bagi peserta didik yang mengalami gangguan motorik untuk membina gerakannya dalam melakukan aktivitas hidup sehari-hari. Bina gerak merupakan serangkaian latihan penguatan otot, peregangan, dan latihan keterampilan untuk meningkatkan koordinasi motorik dan kebugaran fisik pada anak CP (Sharova *et al.*, 2021). Badan Standar Nasional Pendidikan menjelaskan bahwa bina gerak merupakan suatu upaya pendidikan dalam bentuk kegiatan, pengembangan, dan latihan dalam mengembangkan pengetahuan, keterampilan, nilai dan sikap bagi anak yang mengalami gangguan motorik untuk membina gerakannya dalam melakukan aktivitas hidup sehari-hari. Bina gerak atau yang kerap disebut sebagai terapi fisik merupakan segala usaha dan rehabilitas yang dilakukan untuk mengubah, memperbaiki, dan membentuk pola gerak yang mendekati pola gerak normal (Wahyu, 2013; Yosafat, 2024). Bina gerak adalah upaya yang membantu meningkatkan fungsi motorik mengenai kontrol postur dan kontrol gerakan (Degerstedt *et al.*, 2025). Anak CP memerlukan rehabilitasi motorik atau bina gerak yang intensif sejak dini dengan tujuan untuk meningkatkan fungsi gerak mereka (Todrani, 2022). Maka dari itu, dikatakan bahwa bina gerak sangat berpengaruh dalam meningkatkan fungsi motorik dan kualitas hidup CP. CP memiliki kapasitas motorik yang terbatas sehingga memerlukan aktivitas bina gerak yang lebih terstruktur untuk meningkatkan daya tahan dan fungsi motorik mereka (Wijnhoud *et al.*, 2024).

Intervensi Sensorimotor

Intervensi sensorimotor merupakan pendekatan terapi yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan motorik dan sensorik melalui stimulasi sistem saraf. Dalam konteks anak dengan CP, intervensi ini berfokus pada pengembangan keterampilan motorik halus dan kasar, serta kemampuan koordinasi gerak. Intervensi tersebut dapat meningkatkan fungsi motorik dengan cara mengoptimalkan neuroplastisitas dan mengurangi spastisitas (Sharma *et al.*, 2023). Intervensi sensorimotor yang mencakup interaksi dan latihan pergerakan mampu mendukung perkembangan sensorimotor pada CP (Lucas *et al.*, 2024). Studi menunjukkan bahwa integrasi teknologi seperti *Virtual Reality* (VR) dalam terapi sensorimotor dapat memberikan pengalaman interaktif dan stimulasi multisensoris yang lebih efektif. Teknologi VR memberikan pengalaman belajar interaktif yang merangsang keterlibatan sensorik dan motorik, sekaligus terbukti meningkatkan keterampilan praktis dalam menghadapi sesuatu (Ladjar & Susanti, 2024). Melalui VR, anak-anak dapat dilibatkan dalam aktivitas berbasis permainan yang menarik, sehingga meningkatkan motivasi dan keterlibatan mereka dalam terapi. Intervensi melalui VR tidak hanya meningkatkan fungsi motorik dalam membangun keseimbangan dan kontrol postur tubuh, namun sekaligus dapat memberikan stimulasi multisensori yang berkontribusi terhadap peningkatan integrasi sensoris (Iqbal *et al.*, 2024). Penggunaan media berbasis teknologi juga dapat berpengaruh terhadap minat sebagai dasar pengembangan stimulasi sensorik anak (Idris *et al.*, 2025). Intervensi sensorimotor dapat meningkatkan performa kekuatan otot dan motorik yang mampu mendorong perbaikan fungsional CP (Busboom *et al.*, 2022). Pendekatan ini berpotensi mempercepat peningkatan keterampilan bina gerak dengan cara yang inovatif dan adaptif terhadap kebutuhan individu. Teknologi VR memberikan inovasi kurikulum yang responsif terhadap kebutuhan belajar dalam mendorong keterlibatan aktif melalui proses pembelajaran (Ardini & Safran, 2024).

METHODS

Metode penelitian menggunakan *single subject research*, yang digunakan untuk mengevaluasi efektivitas media *Virtual Reality* (VR) dalam meningkatkan kemampuan berjalan anak-anak dengan CP diplegia. Populasi yang diteliti adalah 50 anak CP, di mana 3 subjek dipilih menggunakan metode *purposive random sampling*. Pendekatan ini memungkinkan fokus yang mendalam pada setiap subjek, sehingga memungkinkan pengamatan yang detail terhadap perubahan yang terjadi dalam respons terhadap intervensi.

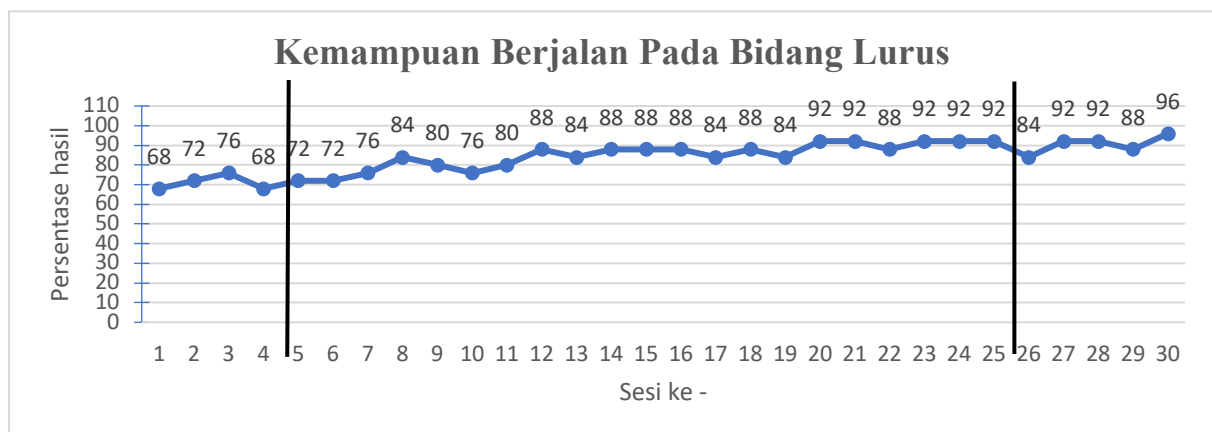
Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik tes perbuatan dan observasi. Tes perbuatan digunakan untuk mengukur kemampuan berjalan subjek, sementara observasi digunakan untuk memperoleh informasi tentang perilaku dan respons subjek terhadap intervensi. Hal ini memungkinkan peneliti untuk mendapatkan data yang komprehensif tentang kemajuan subjek selama periode penelitian.

Prosedur analisis data dilakukan dengan memanfaatkan analisis dalam kondisi dan antar kondisi berdasarkan subjek. Ini melibatkan perbandingan hasil pada fase baseline 1 (sebelum intervensi), fase intervensi, dan fase baseline 2 (setelah intervensi). Pengukuran hasil tes GMFM (Gross Motor Function Measure) digunakan sebagai indikator untuk mengevaluasi kemampuan berjalan subjek. Melalui pendekatan ini, dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang media VR dalam meningkatkan kemampuan berjalan anak dengan CP diplegia.

RESULTS AND DISCUSSION

Setelah melalui periode intervensi menggunakan media *virtual reality*, terjadi peningkatan signifikan dalam kemampuan berjalan pada semua subjek yang diteliti. Data yang dikumpulkan melalui teknik tes perbuatan dan observasi menunjukkan adanya perbaikan yang konsisten dalam kemampuan berjalan subjek selama periode penelitian. Penggunaan media virtual reality sebagai alat terapi secara efektif memberikan stimulus tambahan bagi perkembangan keterampilan motorik dan keseimbangan anak dengan CP diplegia. Subjek menunjukkan peningkatan dalam kekuatan otot, koordinasi gerakan, dan kontrol postural selama periode intervensi.

Analisis data dalam kondisi dan antar kondisi berdasarkan subjek menunjukkan bahwa perubahan yang diamati pada fase intervensi signifikan secara statistik dibandingkan dengan fase *baseline* 1 dan *baseline* 2. Hasil tes GMFM Kemampuan berjalan juga menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam skor kemampuan berjalan pada semua subjek. Berikut ini hasil analisis dalam kondisi rata-rata kemampuan ketiga subjek.



Gambar 1. Rata-rata Kemampuan Berjalan pada Bidang Lurus
Sumber: Penelitian 2024

Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi perubahan kemampuan berjalan anak-anak dengan *cerebral palsy diplegia* sebelum, selama, dan setelah intervensi menggunakan media Virtual Reality (VR). Hasil analisis dalam kondisi menunjukkan bahwa pada fase *baseline* 1 (pra-intervensi), durasi kondisi berlangsung selama lima sesi pengamatan. Estimasi kecenderungan arah pada fase ini bersifat mendatar (=), dengan tingkat stabilitas mencapai 100%. Rentang level kemampuan berjalan yang tercatat berada antara 68% hingga 72%, dengan perubahan level sebesar 4 poin. Hal ini mencerminkan bahwa kemampuan berjalan anak relatif stagnan sebelum diberikan intervensi, dan tidak terjadi peningkatan yang berarti secara alami tanpa perlakuan khusus.

Selama fase intervensi yang berlangsung selama 20 sesi, terdapat perubahan yang signifikan. Estimasi kecenderungan arah menunjukkan arah meningkat (+), dengan kecenderungan stabilitas sebesar 85%. Rentang *level* kemampuan berjalan meningkat dari 72% hingga 92%, dengan total perubahan level sebesar 20 poin. Data ini menunjukkan bahwa penggunaan media VR memberikan stimulus positif terhadap peningkatan kemampuan berjalan, khususnya dalam aspek kekuatan otot, koordinasi, dan kontrol postural. Media ini juga terbukti efektif dalam mempertahankan minat dan partisipasi anak selama proses latihan.

Setelah intervensi, fase *baseline* 2 menunjukkan bahwa kemajuan yang dicapai selama intervensi tidak hanya bersifat sementara, tetapi cenderung bertahan. Panjang kondisi pada fase ini adalah lima sesi, dengan estimasi kecenderungan arah tetap naik (+), dan tingkat stabilitas kembali ke 100%. Rentang level berjalan meningkat dari 84% hingga 96%, menghasilkan perubahan *level* sebesar 12 poin. Ini mengindikasikan bahwa efek dari intervensi tetap berlanjut meskipun latihan telah dihentikan, yang merupakan indikator penting bagi efektivitas jangka menengah dari terapi berbasis teknologi ini.

Analisis antar kondisi lebih lanjut memperkuat temuan tersebut. Perbandingan antara kondisi *baseline* 1 dengan fase intervensi (B/A1), serta antara fase intervensi dengan *baseline* 2 (A2/B), menunjukkan adanya perubahan yang konsisten dan positif dalam tren kemampuan berjalan pada ketiga subjek penelitian. Perubahan kecenderungan arah dari mendatar (=) menjadi naik (+) menunjukkan efek langsung dari intervensi. Stabilitas kemampuan berjalan juga tetap terjaga selama dan setelah intervensi. Meskipun terdapat perbedaan dalam persentase *overlap* antar kondisi (20% pada B/A1 dan 40% pada A2/B), hasil ini tetap mendukung bahwa media VR memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kemampuan berjalan.

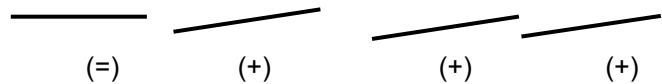
Secara keseluruhan, data yang diperoleh menunjukkan bahwa media VR merupakan pendekatan intervensi yang menjanjikan dan dapat digunakan sebagai pelengkap terapi fisik konvensional. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efektivitas latihan motorik, tetapi juga memperluas akses anak-anak *cerebral palsy* terhadap rehabilitasi berkualitas, terutama dalam konteks rumah dan komunitas. Studi ini memberikan implikasi penting bagi pengembangan intervensi yang lebih adaptif dan berorientasi pada kebutuhan individual anak. Rangkuman hasil analisis antar kondisi perkembangan kemampuan motorik tangan dirangkum dalam **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Analisis Antar Kondisi Kemampuan Berjalan

Kemampuan Berjalan Pada Bidang Lurus		
Kondisi	B/A1	A2/B
Jumlah Variabel (Number of Variable Changed)	1	1

Kemampuan Berjalan Pada Bidang Lurus

Perubahan Kecenderungan Arah dan efeknya
(*Changed in trend Variable and Effect*)



Perubahan Kecenderungan Stabilitas
(*Changed in Trend Stability*)

Stabil	Stabil
Ke	Ke
Stabil	Stabil

Perubahan Level
(*Changed in Level*)

72-72	84-92
(0)	(-8)

Persentase Overlap

20	40
----	----

Sumber: Penelitian 2024

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media *virtual reality* memiliki potensi besar dalam meningkatkan kemampuan berjalan anak-anak dengan CP *diplegia*. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan manfaat teknologi dalam konteks rehabilitasi. Namun, terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil ini. Penting untuk diakui bahwa meskipun terjadi peningkatan signifikan dalam kemampuan berjalan, perubahan tersebut mungkin belum mencapai ambang klinis yang dianggap sebagai perbaikan fungsional yang nyata dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks ini, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengukur dampak jangka panjang dari intervensi ini pada kemandirian dan partisipasi anak-anak dengan CP dalam aktivitas sehari-hari mereka. Pengimplementasian teknologi ini dalam praktik klinis, perlu mempertimbangkan faktor-faktor seperti aksesibilitas, biaya, dan dukungan dari orang tua dan tenaga medis. Meskipun teknologi *virtual reality* menawarkan potensi untuk latihan di rumah, masih ada tantangan terkait dengan aksesibilitas perangkat dan pelatihan yang diperlukan untuk penggunaan yang efektif. Selain itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi jenis intervensi *virtual reality* yang paling efektif dan cocok untuk anak-anak dengan CP *diplegia*. Hal ini termasuk penelitian tentang desain permainan yang paling sesuai, durasi dan frekuensi intervensi yang optimal, serta integrasi dengan terapi fisik dan kognitif lainnya. Terakhir, hasil penelitian ini menyoroti pentingnya pendekatan individual dalam rehabilitasi anak-anak dengan CP. Setiap anak memiliki kebutuhan dan respons yang unik terhadap intervensi, dan oleh karena itu, pendekatan yang personal dan terintegrasi menjadi kunci dalam mencapai hasil yang optimal. Secara keseluruhan, temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk melanjutkan penelitian dan pengembangan dalam penggunaan media *virtual reality* dalam rehabilitasi anak-anak dengan CP *diplegia*. Dengan kerjasama antara peneliti, klinisi, dan orang tua, teknologi ini memiliki potensi untuk mengubah paradigma dalam perawatan dan meningkatkan kualitas hidup anak-anak yang hidup dengan kondisi ini.

Discussion

Temuan penelitian menunjukkan bahwa media *virtual reality* memiliki potensi besar dalam meningkatkan kemampuan berjalan anak-anak dengan CP *diplegia*. Media *virtual reality* (VR) memiliki hasil yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan berjalan anak-anak dengan CP *diplegia*, sebagaimana dibuktikan oleh beberapa penelitian sebelumnya. VR menyediakan lingkungan interaktif dan memotivasi yang dapat meningkatkan keseimbangan, fungsi motorik, dan aktivitas kehidupan sehari-hari pada anak-anak dengan CP (Komariah et al., 2024). Secara khusus, *exergaming* yang dibantu VR telah terbukti lebih efektif daripada fisioterapi konvensional dalam meningkatkan fungsi motorik kasar, termasuk dimensi berjalan dan berdiri, serta mobilitas keseluruhan dan domain kognitif

(Tobaiqi *et al.*, 2023). Selain itu, pelatihan VR telah ditemukan untuk secara signifikan meningkatkan parameter gaya berjalan seperti kecepatan, panjang langkah, dan irama, dengan hasil optimal dicapai melalui sesi yang berlangsung 20-30 menit, dilakukan hingga empat kali per minggu selama periode setidaknya delapan minggu (Ghai & Ghai, 2019).

Virtual Reality (VR) yang merupakan teknologi imersif, dapat membantu proses pelatihan atau rehabilitasi. Dalam hal ini, pelatihan VR dapat meningkatkan keseimbangan dan fungsi motorik kasar, meskipun dampaknya pada kemampuan hidup sehari-hari masih agak diperdebatkan (Liu *et al.*, 2022). Sifat imersif VR juga membantu dalam meningkatkan keterampilan visuospasial dan navigasi, yang sangat penting untuk gerakan dan orientasi yang efektif pada anak-anak dengan CP (Nossa *et al.*, 2022). Secara kolektif, temuan ini menunjukkan bahwa media VR, melalui platformnya yang menarik dan mudah beradaptasi, dapat memainkan peran penting dalam rehabilitasi anak-anak dengan CP diplegia, terutama dalam meningkatkan kemampuan berjalan dan fungsi motorik secara keseluruhan. Lebih lanjut, VR terbukti efektif di mana memberikan efek yang besar dalam meningkatkan fungsi motorik, termasuk fungsi lengan dan kontrol postural, dengan efek sedang pada ambulasi, menunjukkan potensi VR dalam meningkatkan kemampuan berjalan (Chen *et al.*, 2018).

Hasil penelitian ini memberikan landasan empiris yang kuat bagi pengembangan intervensi rehabilitasi yang lebih efektif dan inovatif untuk meningkatkan kualitas hidup anak-anak dengan CP diplegia. Dengan terus mengeksplorasi dan mengembangkan teknologi ini, diharapkan dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi mereka yang membutuhkan. *Virtual Reality* (VR) telah muncul sebagai alat yang menjanjikan dalam rehabilitasi anak-anak dengan *Cerebral Palsy* (CP), terutama dalam meningkatkan fungsi motorik dan kemampuan berjalan. Ketika VR diintegrasikan dengan terapi konvensional, menunjukkan manfaat jangka pendek yang signifikan dalam meningkatkan fungsi ekstremitas atas, meskipun efek jangka panjang pada keseimbangan dan fungsi motorik kasar tetap tidak meyakinkan karena studi yang terbatas (Kilcioglu *et al.*, 2023). Pentingnya VR dalam meningkatkan fungsi ekstremitas atas dan kinerja motorik, merekomendasikan minimal 360 menit intervensi VR selama lebih dari tiga minggu untuk peningkatan yang nyata (Bell *et al.*, 2024). Desain sistem VR, mencatat bahwa representasi abstrak dalam VR dapat menyebabkan gerakan yang lebih halus dan lebih hemat energi, yang dapat bermanfaat dalam pengaturan rehabilitasi (Garcia-Hernandez *et al.*, 2021). Kelayakan program VR multi-komponen dalam meningkatkan keterampilan motorik dan kontrol postural fungsional, meskipun mereka menyerukan penelitian lebih lanjut untuk menetapkan manfaat jangka Panjang (Roostaei *et al.*, 2023). Namun, bukti saat ini yang mendukung kemanjuran VR dalam rehabilitasi ekstremitas atas lemah dan tidak pasti, terutama karena ketergantungan pada game VR komersial non-imersif, menggarisbawahi perlunya penelitian berkualitas tinggi untuk mengeksplorasi potensi VR yang imersif (Alrashidi *et al.*, 2023). Secara kolektif, temuan ini menunjukkan bahwa VR, dengan platformnya yang menarik dan mudah beradaptasi, memiliki janji yang signifikan dalam rehabilitasi anak-anak dengan CP, terutama dalam meningkatkan fungsi motorik dan berpotensi meningkatkan kemampuan berjalan, meskipun penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan penerapannya dan mengkonfirmasi manfaat jangka panjang.

CONCLUSION

Temuan penelitian secara langsung menjawab tantangan yang dihadapi dalam rehabilitasi anak-anak dengan kondisi neurologis kompleks tersebut. Integrasi media virtual reality dalam program rehabilitasi memiliki dampak yang signifikan terhadap praktik klinis, karena teknologi ini memperluas aksesibilitas terhadap terapi, meningkatkan motivasi dan partisipasi anak-anak, serta mengoptimalkan hasil rehabilitasi secara keseluruhan. Dalam konteks teori rehabilitasi, temuan ini memberikan landasan empiris yang kuat untuk memperkaya pemahaman tentang intervensi rehabilitasi anak-anak dengan CP diplegia. Dengan mendemonstrasikan efektivitas media virtual reality dalam meningkatkan

kemampuan berjalan, studi ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan pendekatan terapi yang lebih holistik dan terintegrasi. Temuan ini juga menyoroti pentingnya pendekatan individual dalam rehabilitasi, memperkuat prinsip bahwa setiap anak memiliki kebutuhan dan respons yang unik terhadap intervensi. Melangkah ke depan, implikasi praktis dari temuan ini sangat signifikan. Pengembangan program rehabilitasi yang terintegrasi dan personal menjadi penting untuk memastikan bahwa setiap anak dengan CP diplegia mendapatkan perawatan yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Selain itu, peningkatan aksesibilitas dan pemanfaatan teknologi dalam praktek klinis sehari-hari menjadi kunci dalam memaksimalkan manfaat dari intervensi ini. Dengan demikian, temuan ini menawarkan pandangan optimis tentang masa depan rehabilitasi anak-anak dengan CP diplegia, dengan potensi untuk meningkatkan kualitas hidup mereka dan membawa dampak positif bagi komunitas secara luas.

AUTHOR'S NOTE

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait publikasi artikel ini. Penulis menegaskan bahwa data dan isi artikel bebas dari plagiarisme.

REFERENCES

- Airaksinen, M., Taylor, E., Gallen, A., Ilén, E., Saari, A., Sankilampi, U., Räsänen, O., Haataja, L. M., & Vanhatalo, S. (2023). Charting infants' motor development at home using a wearable system: Validation and comparison to physical growth charts. *EBioMedicine*, 92(1), 1-12.
- Alrashidi, M., Wadey, C. A., Tomlinson, R. J., Buckingham, G., & Williams, C. A. (2023). The efficacy of virtual reality interventions compared with conventional physiotherapy in improving the upper limb motor function of children with cerebral palsy: a systematic review of randomised controlled trials. *Disability and Rehabilitation*, 45(11), 1773-1783.
- Al-Sowi, A. M., AlMasri, N., Hammo, B., & Al-Qwaqzeh, F. A.-Z. (2023). Cerebral palsy classification based on multi-feature analysis using machine learning. *Informatics in Medicine Unlocked*, 37(1), 1-2.
- Anthes, C., García-Hernández, R. J., Wiedemann, M., & Kranzlmüller, D. (2016). State of the art of virtual reality technology. *IEEE Aerospace Conference*, 18(1), 1-19.
- Ardini, R., & Safran, S. (2024). Pop-up book Putri Tujuh to improve the ability to read aloud. *Inovasi Kurikulum*, 21(4), 1955-1966.
- Bell, J., Decker, B., Eichmann, A., Palkovich, C., & Reji, C. (2024). Effectiveness of virtual reality for upper extremity function and motor performance of children with cerebral palsy: A systematic review. *The American Journal of Occupational Therapy*, 78(2), 1-10.
- Beveridge, L. A., Struthers, A. D., Khan, F., Jorde, R., Scragg, R., Macdonald, H. M., ... & d-pressure collaboration. (2015). Effect of vitamin D supplementation on blood pressure: A systematic review and meta-analysis incorporating individual patient data. *Jama Internal Medicine*, 175(5), 745-754.
- Brien, M., Krishna, D., Ponnusamy, R., Cameron, C., Moineddin, R., & Coutinho, F. (2024). Motor development trajectories of children with cerebral palsy in a community-based early intervention program in rural South India. *Research in Developmental Disabilities*, 154(1), 1-12.

- Buonocore, G., De Bernardo, G., De Falco, M., Menale, F., Giordano, M., & Lieto, A. Di. (2022). Perinatal ischemic stroke as a misunderstood cause of cerebral palsy: Literature review, future perspectives and forensic problems. *Global Pediatrics*, 29(1), 1-8.
- Busboom, M., Corr, B., Reelfs, A., Trevarrow, M., Reelfs, H., Baker, S., Bergwell, H., Wilson, T. W., Moreau, N. G., & Kurz, M. J. (2022). Therapeutic lower extremity power training alters the sensorimotor cortical activity of individuals with cerebral palsy. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*, 4(1), 1-9.
- Chen, Y., Fanchiang, H. D., & Howard, A. (2018). Effectiveness of virtual reality in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 98(1), 63-77.
- Dabney, K. W., & Miller, F. (2012). Current approaches in cerebral palsy, a focus on gait problems: editorial comment. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 470(5), 1247-1248.
- Degerstedt, F., Enberg, B., Ng, N., Keisu, B. I., & Björklund, M. (2025). Quality of life, physical activity, and social determinants in teenagers with cerebral palsy: A cross-sectional study in Sweden. *Disability and Health Journal*, 1(1), 1-7.
- Diaz, J. H. (2020). Hypothesis: Angiotensin-converting enzyme inhibitors and angiotensin receptor blockers may increase the risk of severe COVID-19. *Journal of Travel Medicine*, 27(3), 1-2.
- Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S., & Orús, C. (2019). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*, 100(1), 547-560.
- Garcia-Hernandez, N., Guzman-Alvarado, M., & Parra-Vega, V. (2021). Virtual body representation for rehabilitation influences on motor performance of cerebral palsy children. *Virtual Reality*, 25(3), 669-680.
- Ghai, S., & Ghai, I. (2019). Virtual reality enhances gait in cerebral palsy: A training dose-response meta-analysis. *Frontiers in Plant Science*, 10(1), 236-245.
- Gupta, R. (2001). Cerebral palsy: not always what it seems. *Archives of Disease in Childhood*, 85(5), 356-360.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119.
- Idris, M., Pramono, S. E., & Yulianto, A. (2025). The influence of using articulate storyline media on learning interest and results. *Inovasi Kurikulum*, 22(1), 235-248.
- Iqbal, H. A. M., Zanudin, A., Sheng, H. W., Ahmad, M. A., & Nordin, N. A. M. (2024). Evaluating the effectiveness of virtual reality-based therapy as an adjunct to conventional rehabilitation in the management of adolescents with cerebral palsy: An intervention protocol. *MethodsX*, 13(1), 1-8.
- Janzing, A. M., Eklund, E., De Koning, T. J., & Eggink, H. (2024). Clinical characteristics suggestive of a genetic cause in cerebral palsy: A systematic review. *Pediatric Neurology*, 153(1), 144-151.
- Kilcioglu, S., Schiltz, B., Araneda, R., & Bleyenheuft, Y. (2023). Short- to long-term effects of virtual reality on motor skill learning in children with cerebral palsy: Systematic review and meta-analysis. *JMIR Serious Games*, 11(1), 1-10.
- Kobesova, A., & Kolar, P. (2014). Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 18(1), 23-33.

- Kolezoi, A., Lepoura, A., Christakou, A., Chrysagis, N., Lalou, P., & Sakellari, V. (2025). The use of a virtual reality training system on gross motor function and balance in children with cerebral palsy: A multiple single-subject experimental report. *Applied Sciences*, 15(1), 443-457.
- Komariah, M., Amirah, S., Abdurrahman, M. F., Handimulya, M. F. S., Platini, H., Maulana, S., Nugrahani, A. D., Mulyana, A. M., Qadous, S., Mediani, H. S., & Mago, A. (2024). Effectivity of virtual reality to improve balance, motor function, activities of daily living, and upper limb function in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 20(1), 95-109.
- Ladjar, Y. F. L., & Susanti, A. I. (2024). Effectiveness of technology in midwifery education for enhancing knowledge and clinical skills. *Inovasi Kurikulum*, 21(4), 1995-2008.
- Lampropoulos, G., & Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 72(3), 1691-1785.
- Lestari, S. (2018). Peran teknologi dalam pendidikan di era globalisasi. *Edureligia: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2(2), 94-100.
- Liu, C., Wang, X., Chen, R., & Zhang, J. (2022). The effects of virtual reality training on balance, gross motor function, and daily living ability in children with cerebral palsy: Systematic review and meta-analysis. *JMIR Serious Games*, 10(4), 1-32.
- Lucas, B. R., Bowen, J., Morgan, C., Novak, I., Badawi, N., Elliott, E., Dwyer, G., Venkatesha, V., & Harvey, L. A. (2024). The best start trial: a randomised controlled trial of ultra-early parent-administered physiotherapy for infants at high risk of cerebral palsy or motor delay. *Early Human Development*, 198(1), 1-12.
- McGrath, T. M., & Palmer, S. T. (2024). Integrated hip surveillance pathways for pain, function and quality of life in children with cerebral palsy: A systematic literature review. *European Journal of Paediatric Neurology*, 53(1), 166-173.
- Mirzoev, T., Topp, S. M., Afifi, R. A., Fadlallah, R., Obi, F. A., & Gilson, L. (2022). Conceptual framework for systemic capacity strengthening for health policy and systems research. *BMJ Global Health*, 7(8), 1-7.
- Monahan, T., McArdle, G., & Bertolotto, M. (2008). Virtual reality for collaborative e-learning. *Computers & Education*, 50(4), 1339-1353.
- Mufti, A., Jain, S., Kochhar, K. P., Gulati, S., Wadhwa, S., Sikka, K., Saxena, R., & Alam, M. I. (2025). Primed low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation rebalances cortical excitatory-inhibitory circuitry and improves functional outcomes in infantile cerebral palsy patients: A randomized controlled trial. *Journal of Neurorestoratology*, 13(1), 1-9.
- Narayanan, U. G. (2015). Should children with cerebral palsy exercise?. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 57(7), 597-598.
- Ng, J. Y. Y., Jiang, S., Chan, C. H. S., & Ha, A. S. (2025). Assessing fundamental movement skills using the Test of Gross Motor Development (TGMD): Challenges and solutions to comparability and standardization. *Sports Medicine and Health Science*, 7(4), 299-301.
- Nossa, R., Gagliardi, C., Panzeri, D., Diella, E., Maghini, C., Genova, C., Turconi, A. C., & Biffi, E. (2022). Could an immersive virtual reality training improve navigation skills in children with cerebral palsy? A pilot controlled study. *Journal of Clinical Medicine*, 11(20), 1-9.

- Oskoui, M., Majnemer, A., Dagenais, L., & Shevell, M. I. (2013). The relationship between gross motor function and manual ability in cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, 28(12), 1646-1652.
- Romero, B., Hoque, P., Robinson, K. G., Lee, S. K., Sinha, T., Panda, A., Shrader, M. W., Parashar, V., Akins, R. E., & Batish, M. (2024). The circular RNA circNFIX regulates MEF2C expression in muscle satellite cells in spastic cerebral palsy. *Journal of Biological Chemistry*, 300(12), 1-18.
- Roostaei, M., Babaei, M., Alavian, S., Jafari, N., Rayegani, S. M., & Behzadipour, S. (2023). Effects of a multi-component virtual reality program on motor skills and functional postural control in children with hemiplegic cerebral palsy. *Heliyon*, 9(9), 1-10.
- Salma, Y., & Fatmawati, F. (2019). Metode Drill dalam meningkatkan keterampilan membuat tas makrame untuk anak tunarungu di SLB Bina Bangsa. *Golden Age: Jurnal Ilmiah Tumbuh Kembang Anak Usia Dini*, 4(3), 27-34.
- Sandran, N. G., Badawi, N., Gecz, J., & van Eyk, C. L. (2024). Cerebral palsy as a childhood-onset neurological disorder caused by both genetic and environmental factors. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 29(2), 1-9.
- Sharma, P., Gupta, M., & Kalra, R. (2023). Recent advancements in interventions for cerebral palsy - A review. *Journal of Neurorestoratology*, 11(3), 1-10.
- Sharova, O., Smiyan, O., & Borén, T. (2021). Immunological effects of cerebral palsy and rehabilitation exercises in children. *Brain, Behavior, and Immunity - Health*, 18(1), 1-8.
- Tobaiqi, M. A., Albadawi, E. A., Fadlalmola, H. A., & Albadrani, M. S. (2023). Application of virtual reality-assisted exergaming on the rehabilitation of children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 12(22), 1-32.
- Todrani, M. (2022). Les recommandations de bonne pratique de la haute autorité de santé apportent un nouveau souffle à la paralysie cérébrale, mais quelles réponses apportent-elles aux familles?. *Motricité Cérébrale*, 43(2), 72-74.
- Ulya, A., Muqtadiroh, F. A., & Muklason, A. (2021). Identifikasi faktor resistansi guru terhadap teknologi sebagai pendukung pembelajaran di Pondok Pesantren Salaf. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 7(1), 18-26.
- Vilhelmsson, A., Rylander, L., Jöud, A., Lindh, C. H., Mattsson, K., Liew, Z., Guo, P., Ritz, B., Källén, K., & Thacher, J. D. (2023). Exposure to per- and polyfluoroalkyl substances in early pregnancy and risk of cerebral palsy in children. *Science of The Total Environment*, 899(1), 1-8.
- Wahyu, E. (2013). Jarog Dance for children with special needs: Case study in the celebration of the international dance day in Surakarta. *Harmonia: Journal of Arts Research and Education*, 13(2), 100-109.
- Wijnhoud, E. J., Bos, A. M. M. E., Buizer, A. I., & Beckerman, H. (2024). Aerobic fitness in children with cerebral palsy compared to typically developing peers: A systematic review and meta-analysis. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 28(6), 1-10.
- Yosafat, F. (2024). Mengatasi gangguan motorik gerak dengan alat bantu (orthosis) dan layanan bina gerak (terapi fisik). *Grab Kids: Journal of Special Education Need*, 4(1), 1-9.