

Diterima: 04-05-2026

Disetujui: 15-07-2026

Dipublikasi: 18-07-2026

Menata Ruang, Membuka Akses: Analisis Ergonomi Pembelajaran Motorik Anak Usia Dini Dalam Perspektif *Universal Design For Learning*

***Miratul Hayati**

Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta Indonesia
miratul.hayati@uinjkt.ac.id

*Penulis Koresponden

ABSTRAK: Pembelajaran motorik anak usia dini membutuhkan lingkungan fisik yang menjamin kenyamanan tubuh, keamanan, serta akses yang setara bagi seluruh anak. Penelitian ini bertujuan menganalisis penataan ruang pembelajaran motorik anak usia dini dari perspektif ergonomi dan Universal Design for Learning (UDL). Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif melalui analisis literatur dan kajian konseptual terhadap praktik ergonomi furnitur, postur tubuh anak, dan fleksibilitas ruang belajar. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan furnitur yang sesuai ukuran tubuh anak, postur kerja yang mendukung stabilitas, serta tata ruang yang fleksibel berperan penting dalam kelancaran aktivitas motorik halus. Kondisi fisik yang nyaman membantu anak mempertahankan fokus dan kontrol gerak tangan saat melakukan kegiatan manipulatif. Perspektif UDL memperkuat temuan ini dengan menekankan penyediaan pilihan posisi, alat, dan cara beraktivitas sesuai keragaman kemampuan motorik anak. Dengan demikian, penataan ruang belajar yang ergonomis dan inklusif menjadi fondasi penting dalam mendukung perkembangan motorik halus anak usia dini secara optimal dan berkeadilan.

KATA KUNCI: Ergonomi pembelajaran; Pembelajaran motorik; Universal Design for Learning; Penataan ruang belajar

Organizing Space, Expanding Access: Ergonomic Analysis of Motor Learning in Early Childhood Education within UDL Perspective

ABSTRACT: Early childhood motor development learning requires a physical environment that ensures bodily comfort, safety, and equitable access for all children. This study aims to analyze the arrangement of learning spaces for early childhood motor development from the perspectives of ergonomics and Universal Design for Learning (UDL). A qualitative approach was employed through a literature review and conceptual analysis of ergonomic furniture practices, children's body posture, and the flexibility of learning spaces. The analysis shows that the use of furniture suited to children's body sizes, supportive working postures, and flexible spatial layouts play an important role in facilitating fine motor activities. Comfortable physical conditions help children maintain focus and hand-movement control when performing manipulative tasks. The UDL perspective strengthens these findings by emphasizing the provision of choices in positions, tools, and ways of engaging in activities based on the diversity of children's motor abilities. Therefore, ergonomic and inclusive learning space design is a fundamental foundation for supporting optimal and equitable fine motor development in early childhood.

KEYWORDS: ergonomics in learning; motor learning; Universal Design for Learning; classroom arrangement.

Pendahuluan

Pembelajaran motorik pada anak usia dini bukan tentang sekadar anak mampu bergerak, melainkan adalah proses anak mengenal tubuh, melatih koordinasi, membangun kemandirian, dan percaya diri melalui pengalaman yang berulang (Hayati & Fadila, 2025). Namun, pengalaman motorik itu sangat ditentukan oleh ruang yaitu seberapa leluasa anak bergerak, seberapa mudah anak menjangkau alat, seberapa aman lantai dan sudut-sudut kelas, sampai seberapa pas ukuran meja kursi dengan tubuh anak (Clevenger et al., 2022; Knauf, 2019).

Di banyak lembaga PAUD, hal-hal ini sering dianggap urusan penataan semata. Padahal, ruang yang tidak pas dapat menjadi penghalang belajar sehingga anak cepat lelah saat menulis karena meja terlalu tinggi (Rot Vrhovec, 2024), anak enggan mencoba aktivitas motorik karena ruang sempit dan padat, atau anak sulit fokus karena harus menyesuaikan tubuhnya terus-menerus agar nyaman. Dalam kerangka pendidikan inklusif, ruang seperti ini bukan masalah anak yang kurang mampu, melainkan desain lingkungan yang belum ramah terhadap keragaman anak.

Secara konsep, ergonomi berbicara tentang kecocokan antara manusia dan lingkungan kerjanya termasuk lingkungan belajar (Ergonomics H, 2024). Pada anak usia dini, ergonomi menjadi sangat penting karena tubuh anak masih berkembang, postur dan kebiasaan gerakanya sedang dibentuk, serta kemampuan motorik halus dan kasar bertumbuh melalui latihan yang sensitif terhadap kenyamanan (Castellucci et al., 2017). Kajian menegaskan bahwa kemampuan menulis dan keterampilan motorik halus sangat dipengaruhi oleh stabilitas postur (core stability), posisi duduk, tinggi meja, serta penopang kaki, ketika postur berantakan karena kursi dan meja tidak sesuai, anak sulit menghasilkan gerakan jari yang halus dan cepat lelah (Abdulraheem et al., 2025).

Pada praktik, banyak pendidik menghadapi situasi klasik yaitu meja terlalu tinggi sehingga bahu anak naik dan tangan cepat pegal, kursi terlalu tinggi sehingga kaki menggantung dan anak gelisah (Hiromi et al., 2021), ruang gerak terbatas karena perabot menumpuk, sirkulasi antarsentra sempit sehingga aktivitas motorik kasar terhambat, dan alat permainan edukatif (APE) diletakkan di tempat tinggi sehingga anak harus meminta bantuan untuk mengambilnya. Temuan juga menjelaskan postur menulis meja yang terlalu tinggi mendorong posisi bahu tegang dan kepala mendekat ke kertas, sedangkan kursi yang terlalu tinggi (tanpa penopang kaki) mengurangi kestabilan (Abdulraheem et al., 2025), sehingga energi anak habis untuk bertahan duduk ketimbang memusatkan perhatian pada tugas. Kondisi seperti ini sering tidak tampak sebagai masalah besar, tetapi dampaknya pelan-pelan anak menjadi tidak nyaman, tidak tekun, dan pengalaman belajar motoriknya tidak optimal (Ergonomics H, 2024).

Di Indonesia, Pedoman Prasarana PAUD menekankan bahwa anak usia dini membutuhkan keleluasaan bergerak, kenyamanan, dan rancangan prasarana yang memperhatikan kebutuhan anak, termasuk penataan ruang dan mebel yang mendukung stimulasi motorik. Bahkan, pedoman pengelolaan kelas PAUD juga

menekankan pentingnya ruang gerak dan pengorganisasian kelas yang mempertimbangkan jumlah anak dan kelompok usia, karena semakin muda anak, semakin besar kebutuhan Bergeraknya (Kemendikdasmen, 2014). Sayangnya, antara pedoman dan kenyataan sering ada jarak. Berbagai kajian nasional menunjukkan keterbatasan fasilitas masih menjadi persoalan ruang kelas sempit, APE terbatas, atau area luar ruang tidak memadai sehingga pembelajaran aktif menjadi sulit diwujudkan (Anggraini & Batubara, 2021; Hijriyani et al., 2025).

Sejumlah penelitian nasional juga telah menggarisbawahi masalah ergonomi secara lebih spesifik. Studi antropometri dan ergonomi mebel PAUD misalnya menekankan pentingnya ukuran mebel yang sesuai data tubuh anak untuk mencegah ketidaknyamanan dan risiko kelainan akibat ketidaksesuaian fasilitas (Hasinjaya et al., 2017). Penelitian lain tentang perancangan fasilitas belajar dan bermain ergonomis pada PAUD menunjukkan bahwa di beberapa TK/PAUD masih dijumpai fasilitas kelas yang kurang nyaman dan kurang aman, sehingga diperlukan rekomendasi perbaikan sarana kelas dan area bermain (Susanti et al., 2024). Bahkan ada studi evaluasi penataan ruang belajar pada PAUD yang menerapkan BCCT yang menemukan bahwa layout ruang dan penataan perabot memengaruhi ruang gerak anak dan belum memenuhi standar pedoman pengelolaan kelas (Utami & Setiawan, 2023). Temuan-temuan ini memberi sinyal kuat bahwa ergonomi adalah kebutuhan nyata.

Banyak penelitian ergonomi di PAUD sering berhenti pada rekomendasi ukuran mebel yang tepat atau tentang tata ruang yang ideal. Padahal, di praktik sehari-hari guru menghadapi situasi yang lebih rumit karena anak-anak sangat beragam yaitu ada yang perlu banyak bergerak, ada yang sensitif terhadap suara dan tekstur, ada anak berkebutuhan khusus, ada anak kidal, dan ada pula yang motorik halusnya belum matang. Karena itu, pertanyaannya bukan hanya meja-kursinya sudah pas atau belum, tetapi juga apakah ruang kelas sudah membantu semua anak belajar, atau justru membuat sebagian anak kesulitan?

Di sinilah pendekatan *Universal Design for Learning* (UDL) menjadi penting. UDL menekankan bahwa hambatan belajar sering kali bukan karena kekurangan anak, melainkan karena desain lingkungan dan pembelajaran yang belum ramah keragaman. Ketika lingkungan dan kurikulum dirancang untuk mengurangi hambatan, lebih banyak anak dapat terlibat dan belajar secara bermakna (CAST, 2024). Intinya, UDL mengajak pendidik merancang sejak awal untuk menyediakan lebih dari satu jalur agar semua anak punya akses (Hovey et al., 2022).

Jika biasanya UDL dibahas dalam hal strategi mengajar, dalam penelitian ini UDL menjadi lensa untuk membaca ruang dan ergonomi sebagai bagian dari akses belajar. UDL secara eksplisit menyebut pentingnya menghormati metode respons, navigasi, dan gerak, serta mengoptimalkan akses ke material dan alat bantu (Khurana, 2022). Ini berarti, ruang yang memungkinkan anak bergerak aman, alat yang dapat dijangkau, dan meja-kursi yang sesuai tubuh anak bukan sekadar urusan fasilitas, melainkan bagian dari desain pembelajaran inklusif. Dengan bahasa

sederhananya UDL membantu guru bertanya, “di bagian mana ruang kelas menjadi penghalang?” lalu mencari desain yang membuka akses. Inilah yang membuat penelitian ini menjadi penting.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian analisis pustaka (library research). Analisis pustaka dipilih karena tujuan penelitian adalah mengkaji secara mendalam dan sistematis konsep, temuan, serta kecenderungan literatur terkait ergonomi pembelajaran motorik anak usia dini dalam perspektif Universal Design for Learning (UDL), tanpa melakukan pengumpulan data lapangan. Pendekatan ini mengintegrasikan berbagai hasil penelitian, dokumen kebijakan, dan kerangka teoretis untuk membangun pemahaman konseptual yang menyeluruh serta relevan dalam PAUD.

Sumber data penelitian terdiri atas sumber primer dan sekunder. Sumber primer meliputi artikel jurnal nasional dan internasional yang membahas UDL, ergonomi pendidikan, pembelajaran motorik anak usia dini, serta lingkungan belajar inklusif. Sementara itu, sumber sekunder mencakup buku teks ilmiah, pedoman resmi (seperti pedoman prasarana PAUD dan panduan UDL), laporan organisasi internasional, serta karya ilmiah lain yang relevan. Literatur dipilih dengan mempertimbangkan relevansi topik, kredibilitas penerbit, keterkinian sumber, dan keterkaitan langsung dengan fokus penelitian.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur secara sistematis, menggunakan basis data jurnal elektronik, repositori institusi, dan sumber terbuka lainnya. Peneliti menyeleksi literatur dengan tahapan: (1) identifikasi tema besar (UDL, ergonomi, motorik anak usia dini), (2) penyaringan berdasarkan kesesuaian PAUD dan tujuan penelitian, serta (3) telaah isi untuk mengidentifikasi konsep kunci, temuan utama, dan implikasi praktis yang berkaitan dengan penataan ruang dan akses belajar anak.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis tematik (thematic analysis). Analisis tematik dilakukan untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, dan menafsirkan pola-pola makna (tema) yang muncul dari keseluruhan literatur yang dikaji. Proses analisis dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu: (1) membaca dan memahami literatur secara menyeluruh, (2) melakukan pengodean awal terhadap konsep, gagasan, dan temuan yang relevan dengan ergonomi dan UDL, (3) mengelompokkan kode menjadi tema-tema utama, dan (4) menafsirkan hubungan antartema untuk membangun kerangka pemahaman yang utuh.

Keabsahan data dalam penelitian ini dijaga melalui triangulasi sumber pustaka, yaitu dengan membandingkan berbagai temuan dari peneliti dan konteks yang berbeda, serta melalui ketekunan peneliti dalam membaca dan menelaah literatur secara kritis.

Hasil

Tubuh Nyaman, Motorik Lancar: Ergonomi Furnitur dan Postur sebagai Fondasi Motorik

Kenyamanan tubuh anak merupakan prasyarat penting bagi kelancaran perkembangan motorik halus. Ergonomi furnitur dan postur kerja yang sesuai dengan karakteristik fisik anak usia dini berperan dalam menjaga stabilitas tubuh, meningkatkan fokus, serta memfasilitasi kontrol gerak tangan saat melakukan aktivitas manipulatif. Tabel 1 menyajikan temuan-temuan utama dari berbagai kajian yang menegaskan bahwa penyesuaian furnitur, tata ruang, dan dukungan postur merupakan fondasi penting dalam pembelajaran motorik halus yang efektif dan inklusif

Tabel 1. Temuan Ergonomi Furnitur dan Postur sebagai Fondasi Motorik

No	Penulis Tahun Jurnal (Vol/No)	Judul
1	(Hasimjaya et al., 2017). JURNAL INTRA Vol. 5, No. 2	Kajian Antropometri dan Ergonomi Desain Mebel Pendidikan Anak Usia Dini 3–4 Tahun di Siwalankerto
2	(Setiawan et al., 2021) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 729, International Conference on Biospheric Harmony Advanced Research (ICOBAR 2020)	Anthropometry in furniture design for early childhood school in West Jakarta
3	(Andrianawati & Haristianti, 2023) Ekalaya: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia, Vol.2 No.3	Pengembangan Desain Interior Kelas dan Furnitur Sarana Belajar TK Karya Putra Sesuai Ergonomi Anak Usia Dini
4	(Sejdiu et al., 2024) BioResources, 19(4)	Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in children aged 3 to 6 years: Case study of the South-West Region of Kosovo
5	(Alibegović et al., 2020) Drvna industrija, 71(1)	School furniture ergonomics in prevention of pupils' poor sitting posture.
6	(Khurana, 2022) Front. Educ., Sec. Special Educational Needs	Converting physical spaces into learning spaces: Integrating universal design and universal design for learning

Ruang Gerak adalah Ruang Belajar: Layout, Sirkulasi, dan Akses Motorik

Ruang gerak anak usia dini merupakan bagian integral dari ruang belajar itu sendiri, karena melalui pergerakan tubuh anak membangun pengalaman sensorimotor, kognitif, dan sosial secara terpadu. Penataan *layout* ruang, kelancaran sirkulasi, serta keterbukaan akses motorik menentukan sejauh mana anak dapat bergerak bebas, aman, dan terlibat aktif dalam kegiatan belajar. Tabel 2 menyajikan temuan-temuan utama mengenai bagaimana pengaturan ruang belajar yang memperhatikan *layout* dan sirkulasi mampu mendukung perkembangan motorik anak secara optimal dan inklusif.

Tabel 2. Layout, Sirkulasi, dan Akses Motorik

No	Penulis dan Tahun Terbit	Judul
1	(Cemali et al., 2025) BMC Pediatrics, 25, Article 885	Ergonomic suitability of special education kindergarten for children with special needs: pilot school example
2	(Mariyana & Setiasih, 2018) JPUD: Jurnal Pendidikan Usia Dini, Vol. 12 No. 1	Desain Lingkungan Belajar untuk Mengoptimalkan Multiple Intelligences Anak Usia Dini
3	(Yusra et al., 2019). Edukids, Vol. 16 No. 2	Penataan Kelas pada PAUD Inklusi
4	(Parera et al., 2025) ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat, Vol. 8 No. 4	Designing ergonomic learning spaces based on Kula Babong local wisdom at PAUD Restorasi Patisomba.
5	(Ti\`gere et al., 2025) Education Sciences, 15(6), 638	Developing Inclusive Preschool Education for Children with Autism Applying Universal Learning Design Strategy

Akses ke Alat-Akses ke Belajar: UDL, Variasi Representasi, dan Ketersediaan Material Motorik yang Ramah Anak

Akses anak terhadap alat dan material pembelajaran merupakan prasyarat penting bagi terbukanya akses belajar yang bermakna. Dalam perspektif Universal Design for Learning (UDL), ketersediaan material motorik yang ramah anak serta penyajian aktivitas dalam berbagai bentuk representasi memungkinkan anak dengan kemampuan yang beragam untuk terlibat secara aktif. Tabel 3 menyajikan temuan-temuan utama yang menunjukkan bahwa variasi alat, fleksibilitas penggunaan, dan keterjangkauan material motorik berperan penting dalam mendukung pembelajaran yang inklusif dan partisipatif.

Tabel. 3: UDL, Variasi Representasi, dan Ketersediaan Material Motorik yang Ramah Anak

No	Penulis Tahun Terbit	Judul
1	(Haris et al., 2025)Early Childhood Research Journal (ECRJ), 8(2)	Universal Design for Learning (UDL) Dalam Pendidikan Anak Usia Dini
2	(Sasanelli et al., 2025a) Journal of Inclusive Methodology and Technology in Learning and Teaching, 5(2).	Embodied Education in the framework of Universal Design for Learning: connections and synergies.
3	(Radzi et al., 2020a) Environment-Behaviour Proceedings Journal, Vol. 5. No. 15	Ergonomics concept in inclusive public playground targeting on children with disabilities
4	(Savolainen & Kärpänen, 2025) Applied Human Factors and Ergonomics International (AHFE International; No. 197,	Creating safer learning environments through Universal Design for Learning framework.
5	(Ti\`gere et al., 2025) Education Sciences, 15(6), 638	Developing Inclusive Preschool Education for Children with Autism Applying Universal Learning Design Strategy

Dari Penataan ke Keberlanjutan Tata Kelola

Bagian ini mengawali pembahasan tentang bagaimana upaya menata ruang belajar yang ergonomis tidak cukup berhenti pada kegiatan merapikan atau mendesain kelas, perlu ditopang oleh tata kelola sarpras yang terencana, dipelihara, dan dievaluasi secara berkelanjutan. Tabel 4 merangkum sejumlah penelitian yang menunjukkan bahwa kualitas ergonomi dan inklusi di PAUD

Tabel 4. Dari Penataan ke Keberlanjutan Tata Kelola

No	Penulis TahunJurnal	Judul
1	Jabeen, R., Bhutto, G. H., Fatima, K., & Anwer, M. (2023). Russian Law Journal, 11(3)	How effective is implementing macro ergonomics for children in their early years of schooling? A qualitative study at Montessori in Karachi.
2	(Niciejewska, 2023) Materials Research Forum	Ergonomics of Organizational and Technical Space in the Educational Process of Children in Kindergarten
3	(Rolina et al., 2026) QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama, Vol. 18. No.1,	The effect of the ergonomics of the Reggio Emilia approach and mastery motivation on early childhood independence.
4	Anggraini, E. S., Damayanti, N. A., Fauziah, F. S., Ilmaknun, L., Mahya, V. A., & Lubis, P. (2023). Jurnal Pendidikan Tambusai, 7(2)	Pentingnya Penataan Lingkungan Belajar yang Kondusif bagi Anak Usia Dini
5	Andrianawati, A., & Harisianti, V. (2023). Ekalaya, 2(3)	Pengembangan Desain Interior Kelas dan Furnitur Sarana Belajar TK Karya Putra Sesuai Ergonomi Anak Usia Dini

Pembahasan

Tubuh Nyaman, Motorik Lancar: Ergonomi Furnitur dan Postur sebagai Fondasi Motorik

Dari lintas penelitian menjelaskan furnitur yang tidak sesuai ukuran tubuh anak (mismatch) membuat anak duduk dengan postur terpaksa (kaki menggantung, punggung tidak tersangga, badan condong), sehingga rasa nyaman berkurang dan risiko masalah postur meningkat. Pada PAUD, Hasimjaya dkk. menegaskan bahwa mebel yang tidak sesuai antropometri anak usia 3–4 tahun dan perlu rekomendasi ukuran berdasarkan pengukuran tubuh anak agar lebih nyaman dan mengurangi risiko kelainan akibat ketidaksesuaian dimensi.

Temuan tersebut selaras dengan studi Setiawan dkk. yang menekankan bahwa antropometri adalah data kunci untuk merancang meja-kursi dan fasilitas kelas PAUD yang mendukung kesehatan, keselamatan, keamanan, dan kenyamanan anak saat beraktivitas di kelas. Pada level penataan ruang, Andrianawati dkk. menunjukkan bahwa masalah ergonomi tidak bisa dilepaskan dari keterbatasan ruang, kapasitas murid, dan layout kelas. Mereka menekankan kebutuhan penataan interior dan furnitur yang mengikuti standar ergonomi anak

usia dini agar ruang belajar lebih nyaman dan menjadi solusi atas masalah ruang yang sempit dan aktivitas belajar yang membutuhkan fleksibilitas.

Penelitian Internasional memperkuat gambaran *mismatch* ini sebagai masalah yang sangat umum. Sejdiu dkk. meneliti anak usia 3–6 tahun di Kosovo dan menemukan ketidaksesuaian yang signifikan antara ukuran meja-kursi kelas dengan ukuran tubuh anak pada berbagai institusi yang diteliti. Mereka juga menekankan bahwa postur buruk pada anak berkaitan dengan masalah kesehatan dan dapat menghambat proses pendidikan.

Sementara itu, Alibegović dkk. menjelaskan bahwa duduk lama dengan furnitur yang tidak ergonomis berhubungan dengan postur duduk buruk dan keluhan muskuloskeletal (misalnya nyeri punggung), dan kursi-meja sekolah merupakan faktor penting untuk membantu postur tubuh yang benar selama kegiatan belajar. Mereka menyoroti bahwa tuntutan ergonomi sering kurang diperhatikan padahal berkaitan dengan kesehatan dan motivasi belajar.

Khurana menambah sudut pandang yang lebih luas yaitu ruang sekolah seharusnya dipandang sebagai sumber belajar, bukan hanya bangunan. Ia mengusulkan integrasi Universal Design dan Universal Design for Learning (UDL) agar ruang (kelas, koridor, area bermain) lebih aksesibel, inklusif, dan mengurangi hambatan belajar bagi semua anak, termasuk anak dengan kebutuhan yang beragam.

Penelitian-penelitian di atas juga diperkuat oleh beberapa temuan yang menunjukkan *mismatch* furnitur yang sangat tinggi (misalnya pada tinggi kursi, kedalaman duduk, dan tinggi meja), dan ditemukan adanya nyeri punggung terkait duduk lama; bahkan *mismatch* tertentu (*buttock-popliteal length/seat depth*) terhubung signifikan dengan keluhan nyeri (Assiri et al., 2019).

Penelitian besar pada siswa sekolah menengah menunjukkan adanya hubungan bermakna antara *mismatch* dimensi furnitur dengan abnormalitas kurva tulang belakang (misalnya *mismatch* tinggi kursi-*popliteal height*, lebar kursi-*hip breadth*, tinggi sandaran-*shoulder height*). Ini mempertegas bahwa masalah ergonomi dapat berkaitan dengan risiko deformitas postur bila berlangsung lama dan berulang (Aiyegbusi et al., 2023).

Dari sisi kajian ringkasan ilmiah, *systematic review* tentang ergonomi furnitur duduk/kerja (periode 2012–2022) menunjukkan bahwa penelitian ergonomi banyak menilai aspek seperti kenyamanan, postur, keluhan muskuloskeletal, dan metode penilaian ergonomi. Review ini juga menegaskan bahwa isu ergonomi furnitur duduk berkaitan erat dengan kesehatan akibat aktivitas sedentari dan pentingnya pendekatan penilaian ergonomi yang tepat (Bai et al., 2024).

Dari temuan tersebut terlihat bahwa ergonomi furnitur adalah bagian dari pencegahan yaitu mencegah postur duduk buruk, mengurangi keluhan fisik, dan mendukung anak tetap nyaman mengikuti aktivitas kelas. Pada anak usia dini, kenyamanan ini sangat penting karena aktivitas motorik (halus maupun kasar)

sering terjadi bergantian cepat duduk, berdiri, pindah pusat bermain, menulis awal, bermain konstruktif sehingga furnitur yang pas membantu anak bergerak dan bekerja dengan lebih stabil.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa ergonomi bukan berarti hanya furnitur mahal. Kadang perubahan kecil berdampak besar seperti tinggi kursi yang tepat, sandaran yang mendukung, meja yang tidak membuat bahu terangkat, atau penataan ruang yang memberi ruang gerak. Di kelas PAUD, kita juga bisa memikirkan pilihan posisi untuk anak yaitu ada area duduk di kursi, ada area kerja lantai, ada sudut bermain yang membuat anak bebas bergerak. Ini sejalan dengan gagasan ruang yang inklusif, bahwa ruang belajar perlu mengurangi hambatan dan menerima keragaman cara anak belajar.

Ruang Gerak adalah Ruang Belajar: Layout, Sirkulasi, dan Akses Motorik

Dari kajian lintas penelitian tampak satu pesan utama yang terbaca yaitu anak belajar lewat gerak, dan karena itu ruang yang memberi gerak sebenarnya sedang mengajar. Saat *layout* kelas rapi, jalur pergerakan jelas, dan semua area mudah diakses, anak lebih mudah berpindah, memilih aktivitas, mencoba tantangan motorik, lalu kembali focus tanpa banyak hambatan fisik maupun sosial. Ide ini terlihat kuat pada penelitian tentang desain lingkungan belajar yang mengintegrasikan ruang dalam (indoor) dan luar (outdoor) sebagai satu kesatuan pengalaman belajar, agar anak punya banyak kesempatan eksplorasi, manipulasi benda, dan aktivitas gerak yang beragam.

Di PAUD inklusi, Yusra dkk. menunjukkan bahwa kelas inklusif yang hidup bukan sekadar menempatkan anak berkebutuhan khusus di ruangan yang sama, tetapi menata ruang supaya aksesnya benar-benar ramah. Temuan mereka menonjolkan dua hal: (1) ruang stimulus sebagai tempat anak berkebutuhan khusus mendapat stimulasi yang sesuai kebutuhannya; dan (2) penataan outdoor yang memperhatikan bahan aman dan aksesibilitas agar anak dapat bergerak dan bermain dengan lebih nyaman.

Cemali dkk. memberi gambaran yang lebih teknis, mereka mengevaluasi kesesuaian ergonomi taman kanak-kanak pendidikan khusus berdasarkan pedoman standar. Hasilnya menarik, beberapa aspek dalam ruang (misalnya kelas, pencahayaan, area tunggu orang tua, mainan, toilet, kantin, dan standar keamanan) belum sepenuhnya memenuhi standar, sementara aspek lain (pemanas/AC, ventilasi, higiene) relatif terpenuhi. Untuk area luar, halaman dan fitur keamanan sudah memenuhi standar, tetapi masih ada kekurangan kecil di area bermain/rekreasi. Ini menegaskan bahwa layout dan sirkulasi yang aman (termasuk fasilitas pendukung seperti toilet dan area tunggu) sangat menentukan kualitas aktivitas belajar anak berkebutuhan khusus.

Sementara itu, Tigere dkk. membawa konsep Universal Design for Learning (UDL) dalam pendidikan prasekolah inklusif untuk anak dengan autisme. Mereka menunjukkan bahwa strategi UDL yang fleksibel membantu perkembangan keterampilan komunikasi dan interaksi sosial melalui praktik di kelas, dan

keberhasilan implementasi sangat dipengaruhi oleh kompetensi guru dalam menerapkan strategi yang responsif terhadap kebutuhan anak. Walau fokusnya pedagogis, implikasinya jelas: kalau ruang kelas mendukung pilihan, keteraturan, dan akses, guru lebih mudah memberi dukungan yang tepat dan anak lebih mudah masuk dalam aktivitas.

Jika dibandingkan dengan beberapa peneliti lain, gambaran ini makin kuat bahwa lingkungan fisik adalah alat bantu belajar yang sangat aktif. Standar NAEYC tentang lingkungan fisik-sosial-temporal di PAUD inklusif menegaskan bahwa modifikasi kecil pada lingkungan, misalnya pengaturan furnitur, distribusi material, dukungan visual, pencahayaan, serta pengaturan rutinitas yang bisa meningkatkan keterlibatan (engagement) semua anak (Rausch et al., 2021).

Smith, dkk menjelaskan secara praktis bagaimana layout yang baik membutuhkan batas area yang jelas, pengawasan yang mudah (anak terlihat oleh guru), penempatan pusat bermain yang mempertimbangkan tingkat kebisingan, serta ruang cukup agar anak tidak berdesakan dan anak dengan alat bantu mobilitas dapat bergerak (Smith et al., 2003). Penelitian Yang dkk menekankan bahwa keterampilan motorik berkembang karena kesempatan latihan yang cukup, dan guru perlu strategi untuk memastikan semua anak termasuk anak dengan hambatan mobilitas atau autisme tetap dapat ikut aktivitas motorik. Tanpa ruang yang memungkinkan latihan (misalnya jalur obstacle mini, ruang transisi yang tidak sempit, area outdoor yang aman), strategi motorik guru akan sulit berjalan (Yang et al., 2019).

Kerangka *promoting access and participation* di kelas PAUD inklusif menempatkan UDL sebagai pendekatan untuk memperluas akses dan partisipasi. Di sini, akses ditunjukkan dalam akses materi serta rutinitas dan aktivitas harian. Pandangan ini sejalan dengan studi yang menunjukkan UDL efektif mendukung perkembangan anak ASD dalam setting inklusif dan menekankan kompetensi guru sebagai kunci (G. Coogle et al., 2022).

Dari temuan-temuan tersebut menjelaskan bahwa anak usia dini itu belajar sambil bergerak dengan berjalan mengambil alat, berlari kecil saat transisi, jongkok saat bermain balok, naik turun saat di luar, lalu duduk sebentar untuk menggambar. Ketika ruangan penuh barang, jalurnya sempit, atau pusat bermain terlalu rapat, anak jadi mudah bertabrakan, mudah rewel saat pindah kegiatan, dan guru pun lebih sering mengingatkan jangan lari daripada memfasilitasi anak belajar. Di sisi lain, saat *layout* dibuat jelas misalnya area balok punya batasnya, area baca lebih tenang, area seni mudah dijangkau, dan ada ruang kecil untuk menenangkan diri, anak seolah paham apa yang bisa dilakukan di setiap sudut. Anak tidak harus terus diarahkan karena ruangnya sendiri sudah memberi petunjuk.

Ruang gerak anak ternyata tidak selalu identik dengan ruang besar. Bahkan di kelas sempit pun, guru dan pengelola bisa membuat ruang terasa lega kalau barang disusun rapi, jalur sirkulasi tidak diputus oleh furnitur, dan material diletakkan pada tempat yang mudah dijangkau anak. Saat akses mudah, anak lebih

mandiri yang bisa mengambil, mengembalikan, memilih aktivitas, dan itu semua sebenarnya bagian dari belajar. Dalam perspektif UDL, semakin sedikit hambatan di lingkungan, semakin banyak anak yang bisa terlibat dengan caranya masing-masing, dan guru lebih mudah memberi dukungan yang tepat (Sturges et al., 2025).

Pelajaran penting dari pendekatan berbasis kearifan lokal seperti yang muncul pada kegiatan desain ruang belajar ergonomis berbasis Kula Babong, Ketika ruang disusun dengan prinsip keselamatan, kenyamanan, kemudahan dipakai, dan tetap dekat dengan nilai lokal, ruang menjadi tempat anak tumbuh sekaligus merasa ini milik kita.

Akses ke Alat-Akses ke Belajar: UDL, Variasi Representasi, dan Ketersediaan Material Motorik yang Ramah Anak

Dari temuan di atas, tampak satu gagasan besar yang saling menguatkan yaitu anak lebih mudah belajar ketika akses terhadap alat belajar dibuat terbuka, variatif, dan ramah tubuh. UDL menjadi kuncinya karena sejak awal mengajak guru mendesain pembelajaran yang fleksibel dan bisa diakses semua anak, bukan menunggu anak kesulitan dulu baru diberi penyesuaian. Dalam kajian sistematis Haris dkk. (2025), UDL di PAUD dipahami sebagai pendekatan inklusif yang menata kurikulum dan kegiatan belajar agar adaptif terhadap keberagaman anak yaitu strategi yang sering muncul mencakup desain pembelajaran fleksibel, memahami gaya belajar anak, serta memperkuat kapasitas guru, dan hasilnya dilaporkan dapat meningkatkan aksesibilitas, partisipasi, dan motivasi belajar, termasuk untuk anak dengan kebutuhan khusus.

Jika Haris dkk. memberi peta mengapa UDL penting di PAUD, maka Sasanelli dkk. (2025) menambahkan kedalaman penting yaitu belajar tidak hanya terjadi di kepala, tetapi juga lewat tubuh. Dengan menghubungkan Embodied Education dengan UDL dan menekankan tubuh sebagai mediator utama dalam membangun pengetahuan dipandang dapat memperkuat keterlibatan, integrasi sensori, dan personalisasi belajar. Yang menarik, mereka secara eksplisit menautkan gagasan ini dengan UDL (termasuk rujukan UDL Guidelines 3.0), bahwa lingkungan belajar yang baik menyediakan pluralitas cara representasi, aksi-ekspresi, dan keterlibatan, sehingga anak bisa masuk ke materi lewat lebih dari satu pintu.

Di sisi material dan ruang luar, Radzi dkk. (2020) membawa pada alat motorik dalam bermain. Dengan menyoroti bahwa taman bermain publik sering kurang terpakai untuk mendukung perkembangan fisik-sosial anak berkebutuhan khusus karena hambatan desain. Studi mereka memetakan kriteria ergonomi dan universal design pada alat bermain lebih ergonomis dan inklusif.

Savolainen & Kärpänen (2025) menambahkan perspektif keselamatan yang terasa sangat relevan untuk PAUD dengan mengaitkan UDL sebagai upaya menciptakan lingkungan belajar yang lebih aman secara fisik dan psikososial. Mereka menyoroti risiko seperti atmosfer sosial negatif, desain ruang fisik yang

kurang memadai, kekurangan keamanan, dan tantangan kognitif, lalu mengusulkan bahwa prinsip UDL seperti aksesibilitas, fleksibilitas, adopsi teknologi, serta desain ruang yang lebih *thoughtful* dapat memperbaiki iklim psikososial dan mendukung lingkungan belajar yang lebih aman dan inklusif.

Tigere dkk. (2025) memberi bukti praktik pada prasekolah inklusif untuk anak dengan ASD. Mereka menerapkan strategi UDL (mengacu pada UDL Guidelines 3.0) dalam studi kasus anak usia 4-8 tahun, menilai perkembangan keterampilan komunikasi dan interaksi sosial, serta menekankan pentingnya scaffolding dan kompetensi guru dalam menjalankan UDL. Artinya, alat bantu, variasi cara mengakses informasi, dan cara menunjukkan pemahaman menjadi jembatan agar anak ASD tetap bisa ikut belajar bersama teman.

Temuan di atas diperkuat dengan analisis dari pedoman CAST UDL Guidelines 3.0 menegaskan bahwa UDL bukan hanya tiga slogan, melainkan kumpulan rekomendasi operasional: menyediakan cara beragam untuk representasi, serta mengoptimalkan akses terhadap material dan teknologi bantu dan memvariasikan cara respons/navigasi/gerak (CAST, 2024).

Penelitian Gauvreau dkk. secara spesifik membahas *multiple means of representation* di kelas anak usia dini: konten perlu disajikan lewat cara yang beragam (visual, auditif, taktil, multimodal) agar hambatan akses berkurang dan anak bisa memahami konsep dengan jalur yang sesuai. Ini memperjelas bahwa variasi representasi merupakan strategi untuk memastikan semua anak benar-benar menangkap makna pembelajaran (Gauvreau et al., 2019).

Panduan HeadStart tentang UDL menulisnya dalam bahasa yang sangat praktis: guru diminta *walk-through* ruang kelas dari perspektif anak. Apakah aku bisa mencapai setiap area? Apakah aku bisa menggunakan materialnya? Apakah transisi antar area jelas? Panduan ini menegaskan bahwa UDL berjalan baik ketika material disiapkan dan dapat dijangkau, serta anak tahu apa yang harus dilakukan di setiap area. Ini nyambung langsung dengan fokus ketersediaan material motorik ramah anak yaitu material yang bagus tapi disimpan tinggi, jauh, atau membingungkan tetap menjadi hambatan akses (Administration for Children & Families, Office of Head Start, 2025).

Bila dikaitkan ke ruang bermain, kajian Radzi dkk. tentang taman bermain inklusif dapat dibaca bahwa alat bermain harus mengikuti prinsip universal design dan ergonomi agar anak berkebutuhan khusus mendapat kesempatan yang sama untuk mengembangkan kemampuan motorik, sosial, dan kognitif melalui bermain. Dalam bahasa sederhana, alat bermain yang aksesibel adalah media pembelajaran motorik yang paling nyata (Radzi et al., 2020).

Anak belajar dari hal yang sangat sederhana, misalnya tangannya bisa memegang apa, matanya bisa melihat apa, tubuhnya bisa bergerak ke mana. Kajian akses ke alat menjadi sangat penting. Anak yang ingin menyusun balok tapi baloknya disimpan tinggi, anak yang butuh alat bantu menggenggam tapi tidak tersedia, atau anak yang peka sensori tapi ruangnya terlalu bising dan penuh

rangsangan, mereka bukan tidak mau belajar, mereka hanya terhalang untuk masuk ke pengalaman belajar. UDL mengingatkan kita agar hambatan seperti itu dicegah sejak awal dengan cara menyediakan pilihan dan jalan masuk yang beragam.

Dari pendekatan *embodied* dapat diambil pemahaman bahwa anak memahami dunia dengan tubuhnya. Anak belajar ukuran lewat meraba, belajar keseimbangan lewat melompat, belajar sebab-akibat lewat mendorong, belajar bahasa lewat menunjuk dan bergerak bersama. Jadi ketika guru menyediakan material motorik yang ramah misalnya alat yang mudah digenggam, tekstur yang aman, benda yang tidak terlalu berat, area yang memberi ruang gerak, maka guru sebenarnya sedang membuka pintu belajar yang lebih luas. Bahkan teknologi pun, jika dipakai bijak, bisa menambah cara anak merasakan konsep lewat pengalaman yang imersif dan multisensori, bukan sekadar layar pasif (Sasanelli et al., 2025).

Akses itu juga termasuk urusan rasa aman. Ketika anak punya pilihan cara belajar dengan melihat gambar, mendengar cerita, memegang benda nyata, meniru gerak makan anak menjadi lebih tenang karena tidak dipaksa satu cara. Ketika anak bisa menunjukkan pemahaman dengan cara yang cocok, bukan harus selalu lewat menjawab atau menulis, maka anak lebih percaya diri. Rasa percaya diri ini menjadi benteng kecil yang mencegah stres, konflik, bahkan penarikan diri dari kelas. Karena itu, gagasan bahwa UDL bisa membantu menciptakan lingkungan yang lebih aman dan suportif menunjukkan akses yang baik menurunkan ketegangan dan meningkatkan keterlibatan.

Dari Penataan ke Keberlanjutan Tata Kelola

Kajian literatur di atas menyimpulkan bahwa inklusi dan UDL tidak akan stabil jika hanya mengandalkan variasi metode mengajar, karena anak hanya bisa benar-benar ikut belajar ketika lingkungan fisik, alat, dan pengelolaannya mendukung seperti pencahayaan, kebisingan, akses alat, kebersihan, hingga perawatan fasilitas yang berulang. Artinya, strategi pengajaran yang inklusif perlu dibantu oleh tata kelola sarpras (sarana prasarana) yang jelas, rutin, dan terukur.

Jabeen dkk. (2023) menegaskan bahwa yang memengaruhi pengalaman belajar anak usia awal selain furnitur, juga dipengaruhi pengaturan tempat duduk, pencahayaan, kebisingan, dan perencanaan kurikulum dan ini ciri pendekatan makro ergonomi. Mereka menemukan bahwa makro-ergonomi mendukung kesejahteraan, keterlibatan, serta perkembangan fisik-kognitif anak dan mendorong kinerja akademik lebih baik. Penelitian ini menekankan perlunya integrasi di level kebijakan sekolah dan pelatihan guru.

Niciejewska (2023) memperkuat dimensi tata kelola, dalam temuannya ia menilai ergonomi TK pada aspek ruang teknis dan organisasi yang terkait persyaratan keselamatan atau ergonomi. Studi kuantitatif pada tujuh TK memetakan kekuatan dan kelemahan, dan menyoroti bahwa ada banyak kesulitan nyata bagi perancang dan kepala TK dalam menciptakan lingkungan yang ergonomis dan aman. Pesannya, kalau ergonomi dianggap proyek sekali jadi, ia

akan kalah oleh tantangan praktik harian karena itu dibutuhkan pengelolaan sistemik (cek standar, perbaikan bertahap, dan keputusan manajerial).

Anggraini dkk. (2023) menunjukkan bagian yang sangat harian yaitu lingkungan belajar kondusif membuat anak lebih fokus dan berkembang sosial-emosional. Namun, kuncinya bukan hanya menata awal, melainkan menjaga sarpras lewat rutinitas dengan membersihkan, merawat, memperbaiki yang rusak dan aus, menjaga kebersihan-kesehatan lingkungan, dan peran guru memastikan kelas tetap bersih, teratur, aman. Ini adalah bentuk tata kelola mikro yang berjalan setiap hari yang kalau tidak ada jadwal dan pembagian peran, akan mudah hilang.

Andrianawati & Haristianti (2023) menyoroti masalah khas PAUD yaitu ruang terbatas, kapasitas murid bertambah, metode belajar butuh ruang nyaman. Melalui penelitian ini dirancang desain interior dan furnitur sesuai ergonomi anak usia dini sebagai solusi. Tapi justru dari sini terlihat bahwa desain yang bagus adalah awal, sedangkan keberlanjutan bergantung pada pengaturan ulang berkala, pemeliharaan, dan adaptasi sesuai perubahan jumlah anak dan kegiatan. Jadi, desain perlu dilanjutkan dengan tata kelola sarpras (pemakaian, penyimpanan, dan perawatan).

Untuk memperkuat bahwa UDL tidak cukup mengandalkan strategi mengajar, beberapa penelitian dan panduan lain menunjukkan bahwa UDL memang menuntut desain lingkungan dan sarpras. Haris dkk. (2025) melalui SLR menyimpulkan bahwa implementasi UDL di PAUD meningkatkan aksesibilitas, partisipasi, dan motivasi belajar, serta menekankan desain pembelajaran fleksibel dan penguatan kapasitas guru. Namun, kata kunci “aksesibilitas” pada praktiknya selalu punya sisi fisik yaitu bagaimana ruang, alat, dan material tersedia serta mudah diakses .

Savolainen & Kärpänen (2025) mengaitkan UDL dengan penciptaan lingkungan belajar yang lebih aman. Mereka menekankan bahwa prinsip UDL (aksesibilitas, fleksibilitas, adopsi teknologi, desain ruang yang baik) dapat membantu membangun lingkungan yang lebih suportif dan aman. Ini menguatkan alasan mengapa tata kelola sarpras (ruang, penataan, keteraturan, pengurangan hazard kecil) menjadi bagian dari keberhasilan .

Jika dilihat praktik di lapangan, sering sekali inklusi dipahami sebagai cara guru mengajar yaitu dengan guru membuat variasi kegiatan, memberi bantuan tambahan, atau membuat pilihan tugas. Itu benar, tetapi tidak cukup. Anak usia dini belajar dengan tubuhnya dengan berjalan ke area bermain, mengambil alat, memegang benda, duduk di tempat yang nyaman, mendengar instruksi tanpa terganggu bising, dan merasa aman saat berpindah kegiatan. Jadi, saat ruang sempit, alat sulit dijangkau, pencahayaan kurang pas, atau barang berantakan, yang terjadi bukan hanya kelas jadi tidak rapi, tetapi akses belajar anak ikut tertutup.

Peneliti menangkap bahwa lingkungan kondusif itu sering diperlakukan seperti pekerjaan awal tahun dengan menata sudut, menempel poster, membeli alat. Padahal yang menentukan adalah bagaimana sarpras itu dikelola setelahnya. Ketika

sekolah punya sistem (jadwal cek, daftar Periksa, pembagian tanggung jawab), ruang tetap aman dan alat tetap siap pakai. Tanpa sistem, kelas akan kembali semrawut, dan guru akhirnya menghabiskan energi untuk menertibkan kelas, bukan mendampingi anak belajar.

Dari temuan-temuan tersebut terlihat jelas bahwa sarpras bisa menjadi pendidik diam-diam. Dalam pendekatan yang menekankan kemandirian, lingkungan yang terancang baik membuat anak mampu mengambil keputusan sederhana, anak diberikan akses memilih alat, menyelesaikan tugas, lalu merapikan kembali. Namun ini hanya terjadi jika alat mudah diakses, area jelas, dan aturan penggunaan konsisten. Kalau setiap hari posisi alat berubah, atau tidak ada tempat penyimpanan yang jelas, anak akan bergantung pada guru terus-menerus. Jadi tata kelola sarpras sebenarnya membantu anak belajar tanggung jawab dan mandiri yang merupakan bagian penting dari inklusi yang bermakna.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa penataan ruang pembelajaran motorik anak usia dini yang ergonomis dan fleksibel berperan penting dalam membuka akses belajar yang setara bagi seluruh anak. Ruang yang dibagi ke dalam zona motorik yang jelas, memiliki jarak aman untuk bergerak, serta menyediakan alat permainan dengan variasi tinggi, ukuran, dan tekstur terbukti mampu meminimalkan hambatan fisik dan meningkatkan partisipasi aktif anak. Dalam perspektif Universal Design for Learning (UDL), ergonomi ruang mendukung prinsip *multiple means of engagement dan action*, karena anak diberi kebebasan memilih cara bergerak dan berpartisipasi sesuai kemampuan motoriknya. Lingkungan belajar yang aman dan responsif juga mendorong rasa percaya diri, kemandirian, dan eksplorasi gerak secara natural.

Berdasarkan temuan tersebut, direkomendasikan agar pendidik dan pengelola PAUD merancang ruang kelas dan ruang bermain dengan prinsip fleksibilitas tata letak, akses alat yang mudah dijangkau, serta pengaturan zona motorik yang adaptif. Pemilihan media dan alat bermain perlu mempertimbangkan keragaman postur, kekuatan otot, dan kebutuhan sensorimotor anak. Selain itu, pendidik disarankan mengintegrasikan prinsip UDL dalam perencanaan pembelajaran motorik agar setiap anak memperoleh pengalaman belajar yang inklusif, aman, dan bermakna. Penelitian lanjutan dapat mengkaji implementasi ergonomi berbasis UDL secara empiris di kelas PAUD.

Referensi

Abdulraheem, B. T., Ayinla, A. K., & Oladimeji, S. B. (2025). Ergonomic Mismatch, Classroom Posture, and Musculoskeletal Discomfort among Nigerian Primary School Pupils. *Journal of Geomatics and Environmental Research*, 8 (2). Pp153, 164, 2.

- Administration for Children & Families, Office of Head Start. (2025). *Universal Design for Learning (UDL). Head Start Early Childhood Learning & Knowledge Center (ECLKC)*.
- Aiyegbusi, A. I., Gbiri, C. A., Oyeniran, T. O., & Balogun, O. J. (2023). Mismatch between school furniture dimensions and anthropometric parameters is a risk for spinal deformities in secondary school students in Lagos, Nigeria: A cross-sectional study. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 28(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s43161-023-00145-8>
- Alibegović, A., Hadžiomerović, A. M., Pašalić, A., & Domljan, D. (2020). School Furniture Ergonomics in Prevention of Pupils' Poor Sitting Posture. *Wood Industry/Drvna Industrija*, 71(1). https://hrcak.srce.hr/file/342621?utm_source=consensus
- Andrianawati, A., & Haristianti, V. (2023). Pengembangan Desain Interior Kelas Dan Furnitur Sarana Belajar Tk Karya Putra Sesuai Ergonomi Anak Usia Dini. *Ekalaya: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia*, 2(3), 583–590.
- Anggraini, E. S., & Batubara, L. F. (2021). Evaluasi pemenuhan standar minimal sarana dan prasarana pendidikan anak usia dini. *Jurnal Usia Dini E-ISSN*, 2502(7239), 70–78.
- Assiri, A., Mahfouz, A. A., Awadalla, N. J., Abouelyazid, A. Y., Shalaby, M., Abogamal, A., Alsabaani, A., & Riaz, F. (2019). Classroom furniture mismatch and back pain among adolescent school-children in Abha City, Southwestern Saudi Arabia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(8), 1395.
- Bai, Y., Kamarudin, K. M., & Alli, H. (2024). A systematic review of research on sitting and working furniture ergonomic from 2012 to 2022: Analysis of assessment approaches. *Heliyon*, 10(7).
- CAST. (2024). *CAST Universal Design for Learning Guidelines version 3.0*. <https://udlguidelines.cast.org>
- Castellucci, H. I., Arezes, P. M., Molenbroek, J. F. M., De Bruin, R., & Viviani, C. (2017). The influence of school furniture on students' performance and physical responses: Results of a systematic review. *Ergonomics*, 60(1), 93–110. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1170889>
- Cemali, M., Cimilli, E., Alataş, D. M., & Karaduman, A. A. (2025). Ergonomic suitability of special education kindergarten for children with special needs: Pilot school example. *BMC Pediatrics*, 25(1), 885. <https://doi.org/10.1186/s12887-025-06317-w>
- Clevenger, K. A., McKee, K. L., & Pfeiffer, K. A. (2022). Classroom Location, Activity Type, and Physical Activity During Preschool Children's Indoor Free-Play. *Early Childhood Education Journal*, 50(3), 425–434. <https://doi.org/10.1007/s10643-021-01164-7>

- Ergonomics H, E. H. A. (2024). *Ergonomics for Children in the Classroom*. ergonomicshealth.com
- G. Coogle, C., Storie, S., & Rahn, N. L. (2022). A Framework for Promoting Access, Increasing Participation, and Providing Support in Early Childhood Classrooms. *Early Childhood Education Journal*, 50(5), 867–877. <https://doi.org/10.1007/s10643-021-01200-6>
- Gauvreau, A. N., Lohmann, M. J., & Hovey, K. A. (2019). Using a universal design for learning framework to provide multiple means of representation in the early childhood classroom. *The Journal of Special Education Apprenticeship*, 8(1), 3.
- Haris, F. I., Zaman, B., Kurniati, E., Apsari, N., Khoerunnisa, S., Sidqia, T. L., Shofia, A. F., & Hamid, A. I. (2025). Universal Design For Learning (UDL) Dalam Pendidikan Anak Usia Dini. *Early Childhood Research Journal (ECRJ)*, 8(2), 248–257.
- Hasimjaya, J., Wibowo, M., & Wondo, D. (2017). Kajian antropometri & ergonomi desain mebel pendidikan anak usia dini 3-4 tahun di Siwalankerto. *Intra*, 5(2), 449–459.
- Hayati, M., & Fadila, S. N. (2025). *Perkembangan Fisk Motorik Anak Usia Dini dengan Hypercontent* (Vol. 1–1). RajaGrafindo Persada.
- Hijriyani, Y. S., Ragil, Y. A., & Utami, F. B. (2025). Infrastruktur PAUD di Indonesia: Antara Standar Ideal dan Realita Lapangan. *WISDOM: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(1), 40–58.
- Hiromi, H., Astiarani, Y., Irawan, R., & Santosa, M. (2021). Chair dimension compatibility with elementary school students anthropometric data in North Jakarta. *Jurnal Biomedika Dan Kesehatan*, 4(1), 12–18.
- Hovey, K. A., Gauvreau, A. N., & Lohmann, M. J. (2022). Providing multiple means of action and expression in the early childhood classroom through a universal design for learning framework. *The Journal of Special Education Apprenticeship*, 11(2), 7.
- kemendikdasmen. (2014). *NSPK Pedoman Prasarana Pendidikan Anak Usia Dini*. https://repositori.kemendikdasmen.go.id/18851/1/pedoman_prasarana.pdf
- Khurana, A. (2022). Converting physical spaces into learning spaces: Integrating universal design and universal design for learning. *Frontiers in Education*, 7, 965818.
- Knauf, H. (2019). Physical environments of early childhood education centres: Facilitating and inhibiting factors supporting children's participation. *International Journal of Early Childhood*, 51(3).
- Mariyana, R., & Setiasih, O. (2018). Desain lingkungan belajar untuk mengoptimalkan multiple intelligences anak usia dini. *JPUD-Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 12(1), 141–152.

- Niciejewska, M. (2023). Ergonomics of organizational and technical space in the educational process of children in kindergarten. *Materials Research Proceedings*, 34. <https://mrforum.com/product/9781644902691-47/>
- Parera, Y. P. P., Gobang, Y. K. G. D., Boer, A., & Yufrinalis, M. (2025). Designing Ergonomic Learning Spaces Based on Kula Babong Local Wisdom at PAUD Restorasi Patisomba. *ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 8(4), 2314–2329.
- Radzi, N. A. M., Ismail, K., & Ab Wahab, L. (2020a). Ergonomics Concept in Inclusive Public Playground Targeting on Children with Disabilities. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 5(15), 3–9.
- Radzi, N. A. M., Ismail, K., & Ab Wahab, L. (2020b). Ergonomics Concept in Inclusive Public Playground Targeting on Children with Disabilities. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 5(15), 3–9.
- Rausch, A., Joseph, J., Strain, P. S., & Steed, E. A. (2021). Fostering engagement within inclusive settings. *YC Young Children*, 76(4), 16–21.
- Rolina, N., Degeng, I. N. S., Sulthoni, S., & Kuswandi, D. (2026). The Effect of the Ergonomics of the Reggio Emilia Approach and Mastery Motivation on Early Childhood Independence. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama*, 18(1), 317–330.
- Rot Vrhovec, A. (2024). Preparation for writing from a biomechanical and ergonomic point of view. *International Journal of Educational Methodology*, 10(3), 517–530.
- Sasanelli, L. D., Ranieri, G., & Campanale, R. (2025a). Embodied Education in the framework of Universal Design for Learning: Connections and synergies. *Journal of Inclusive Methodology and Technology in Learning and Teaching*, 5(2).
- Sasanelli, L. D., Ranieri, G., & Campanale, R. (2025b). Embodied Education in the framework of Universal Design for Learning: Connections and synergies. *Journal of Inclusive Methodology and Technology in Learning and Teaching*, 5(2).
- Savolainen, T., & Kärpänen, T. (2025). *Creating Safer Learning Environments Through Universal Design for Learning Framework*. <https://aaltodoc.aalto.fi/items/42ad3099-1174-4a48-b042-ebd5bc060104>
- Sejdiu, R., Braha-Mazreku, S., Sejdiu, M., Idrizi, L., & Bajraktari, A. (2024). Mismatch between Classroom Furniture and Anthropometric Measures in Children Aged 3 to 6 Years: Case Study of the South-West Region of Kosovo. *BioResources*, 19(4).
- Setiawan, B., Abdullah, N., & Pratama, A. F. (2021). Anthropometry in furniture design for early childhood school in West Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 729(1), 012037. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/729/1/012037/meta>

- Smith, D. D., Naomi, T., Skow, K., Stark, A., & Baca, L. (2003). *Effective Inclusion of Students with Disabilities in General Education Classrooms: The IRIS Center for Faculty Enhancement*. <https://eric.ed.gov/?id=ED473260>
- Sturges, M., Gray, T., & Galbraith, C. (2025). Theorising Universal Design for Learning to create more inclusive outdoor play spaces: A preliminary review. *Education Sciences*, 15(12), 1623.
- Susanti, M. R., Fadhila, K. H., & Munawaroh, H. (2024). Desain Interior Ruang Kelas Untuk Menunjang Aktivitas Belajar Anak Di Pos PAUD Mawar Tlogojati. *Journal of Islamic Education for Early Childhood*, 6(2), 147–155.
- Tĩ`gere, I., Bethere, D., Jurs, P., & Ľubkina, V. (2025). Developing inclusive preschool education for children with autism applying universal learning design strategy. *Education Sciences*, 15(6), 638.
- Utami, D. S., & Setiawan, W. (2023). Evaluasi Penataan Ruang Belajar terhadap Ruang Gerak Anak dengan Pendekatan Pembelajaran BCCT. *Prosiding (SIAR) Seminar Ilmiah Arsitektur*, 833–843. <https://proceedings.ums.ac.id/siar/article/view/3051>
- Yang, H.-W., Ostrosky, M. M., Favazza, P. C., Stalega, M. V., & Block, M. E. (2019). Embedding Motor Activities Into Inclusive Preschools. *Young Exceptional Children*, 22(4), 177–186. <https://doi.org/10.1177/1096250618783994>
- Yusra, S. R., Mariyana, R., & Djohaeni, H. (2019). Penataan Kelas Pada Paud Inklusi. *EDUKIDS: Jurnal Pertumbuhan, Perkembangan, Dan Pendidikan Anak Usia Dini*, 16(229), 66–75.

