



Integrasi Elemen *Fun–Playful* dan *Science-Based Futuristic Design* dalam Perancangan Ruang Anak Belajar Sains dan Teknologi

Nur Hadiyatun Nabawi^{1*}, Husnul Masyitoh²

¹⁻²Program Studi Arsitektur, Universitas Sriwijaya, Indonesia

Email: nhnabawi@unsri.ac.id¹, husnulmasyitoh@unsri.ac.id²

*Penulis Korespondensi: nhnabawi@unsri.ac.id¹

Abstract. *This study develops an architectural design framework integrating fun and playful spatial characteristics with futuristic, science-based approaches to enhance children's engagement with science and technology learning. Traditional learning environments are often rigid and fail to stimulate curiosity, especially among children aged 7–11. Utilizing a qualitative conceptual analysis, this research synthesizes architectural theory, neuroscience learning principles, children's spatial psychology, and science-based design methodologies. The results show that playful spatial elements—dynamic forms, color contrasts, sensory interactions, and imaginative environments—significantly improve motivation, exploration, and conceptual understanding. Futuristic design components further support scientific literacy by projecting technological possibilities and integrating interactive digital tools. The study produces a conceptual architectural model linking playfulness, scientific experience, and future-oriented visualization. It concludes that learning environments must be intentionally designed to merge emotional engagement, cognitive stimulation, and technological representation. The implications extend to the design of children's museums, science centers, and early STEM learning facilities.*

Keywords: *Architecture; Futuristic Design; Playful Design; Science Learning; Science-Based Approach*

Abstrak. Penelitian ini mengembangkan kerangka perancangan arsitektur yang mengintegrasikan karakter ruang fun dan playful dengan pendekatan futuristik berbasis science untuk meningkatkan keterlibatan anak dalam pembelajaran sains dan teknologi. Lingkungan belajar tradisional cenderung kaku dan kurang mampu menstimulasi rasa ingin tahu anak usia 7–11 tahun. Melalui analisis konseptual kualitatif, penelitian ini menggabungkan teori arsitektur, prinsip neuroscience learning, psikologi ruang anak, serta metodologi desain berbasis sains. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elemen playful—seperti bentuk dinamis, warna kontras, interaksi sensorik, dan ruang imajinatif—secara signifikan meningkatkan motivasi, eksplorasi, dan pemahaman konsep ilmiah pada anak. Komponen futuristik mendukung literasi sains dengan memberikan proyeksi visual masa depan dan mengintegrasikan teknologi digital interaktif. Penelitian menghasilkan model konseptual arsitektur yang menghubungkan playfulness, pengalaman ilmiah, dan visualisasi masa depan. Kesimpulannya, lingkungan belajar perlu dirancang dengan sengaja untuk menggabungkan keterlibatan emosional, stimulasi kognitif, dan representasi teknologi. Temuan ini relevan untuk museum anak, pusat sains, serta fasilitas pembelajaran STEM usia dini.

Kata kunci: Arsitektur; Desain Futuristik; Desain *Playful*; Pembelajaran Sains; Pendekatan Berbasis Sains

1. LATAR BELAKANG

Tulisan ini bertujuan menelaah bagaimana konsep ruang yang *fun* dan *playful*, pendekatan desain futuristik, serta prinsip *science-based design* dapat diintegrasikan dalam perancangan arsitektur untuk menciptakan lingkungan belajar sains dan teknologi yang lebih menarik, relevan, dan efektif bagi anak. Pembahasan difokuskan pada bagaimana ruang berfungsi sebagai elemen aktif yang memengaruhi motivasi, persepsi, dan pengalaman belajar anak, serta bagaimana pendekatan desain yang menyeluruh mampu menjawab tuntutan pendidikan masa kini.

Perkembangan arsitektur saat ini tidak lagi hanya menitikberatkan pada bentuk fisik bangunan, tetapi juga pada kemampuan ruang dalam memenuhi kebutuhan psikologis dan

kognitif penggunanya. Dalam ranah pembelajaran sains dan teknologi, ruang belajar memegang peran penting dalam membangun minat, motivasi, dan cara anak memaknai ilmu pengetahuan. Meski demikian, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa banyak anak masih menganggap sains sebagai bidang yang membosankan, sulit dipahami, dan kurang berkaitan dengan kehidupan mereka sehari-hari (Plowman, Stephen, & McPake, 2010). Persepsi tersebut umumnya muncul karena ruang belajar yang digunakan cenderung seragam, terlalu kaku, dan tidak mampu memberikan rangsangan yang mendorong imajinasi maupun rasa ingin tahu anak.

Pada perancangan arsitektur, integrasi antara aspek ilmiah, teknologi, dan pengalaman pengguna menjadi semakin penting. Groat & Wang (2013) menegaskan bahwa desain arsitektur merupakan proses kompleks yang menuntut keseimbangan antara ilmu pengetahuan dan aspek sosial. (Groat & Wang, 2013). Dalam praktik perancangan, arsitek tidak hanya memanfaatkan teknologi sebagai sarana pendukung, tetapi juga mengadopsi pendekatan ilmiah untuk memahami bagaimana pengguna berinteraksi dengan ruang, mulai dari bagaimana mereka memersepsinya secara visual, meresponsnya secara emosional, hingga bagaimana ruang tersebut memengaruhi perilaku eksploratif mereka.

Kondisi ini menunjukkan perlunya pendekatan desain yang mampu menjadikan pengalaman belajar sains lebih menarik, menyenangkan, dan bermakna. Penerapan elemen *fun* dan *playful* diyakini dapat memicu rasa ingin tahu serta meningkatkan motivasi internal anak. Sementara itu, pendekatan futuristik menyediakan gambaran visual dan kognitif yang selaras dengan perkembangan teknologi masa depan, dan *science-based design* memastikan setiap keputusan desain ditopang oleh bukti empiris serta pemahaman ilmiah mengenai perilaku pengguna.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran sains membutuhkan dukungan ruang yang tidak hanya bersifat informatif, tetapi juga interaktif, imajinatif, dan berlandaskan prinsip ilmiah, sehingga mampu menghasilkan sistem perancangan arsitektur yang lebih tanggap terhadap kebutuhan belajar anak.

2. KAJIAN TEORITIS

Kajian teoritis ini disusun untuk memberikan dasar konseptual mengenai bagaimana elemen *fun* dan *playful*, pendekatan desain futuristik, serta prinsip *science-based design* dapat diterapkan dalam perancangan arsitektur yang mendukung proses pembelajaran sains dan teknologi pada anak. Pembahasan ini merangkum sejumlah teori dan penelitian yang relevan, sekaligus menawarkan pemahaman menyeluruh tentang bagaimana ruang berperan dalam

membentuk perilaku, motivasi, serta perkembangan kognitif anak dalam lingkungan pendidikan.

Fun dan Playful dalam Perancangan Arsitektur

Konsep ruang yang *fun* dan *playful* menonjolkan unsur kesenangan, imajinasi, serta interaksi sebagai bagian penting dari pengalaman ruang, terutama bagi anak-anak. Elemen-elemen *playful* tidak sekadar berfungsi sebagai aspek dekoratif, tetapi berperan sebagai pemicu rasa ingin tahu dan keterlibatan anak dalam proses pembelajaran. Willis (2011) menjelaskan bahwa suasana yang menyenangkan merangsang pelepasan dopamin dalam otak, neurotransmitter yang meningkatkan motivasi, fokus, dan daya ingat (Ragnarsdóttir & Björnsdóttir, 2023; Siregar & Rahmawati, 2022). Hal ini menjelaskan bahwa ruang yang bersifat *playful* secara biologis membantu menciptakan keadaan mental yang lebih ideal bagi berlangsungnya proses belajar.

Selain itu, penerapan warna-warna cerah, bentuk yang tidak kaku, variasi pencahayaan, serta elemen interaktif terbukti mampu meningkatkan daya tarik visual dan mendorong berkembangnya kreativitas anak (van Lier & Rouw, 2020; Wood & Hall, 2021). Dalam ranah arsitektur, konsep *playful* dapat diterapkan melalui perwujudan bentuk massa bangunan yang imajinatif, penggunaan elemen interior yang menyerupai objek yang akrab bagi anak, hingga instalasi interaktif yang mendorong mereka untuk menyentuh, mencoba, dan menjelajah ruang.

Berdasarkan berbagai teori yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa ruang *playful* tidak sekadar menjadi area bermain, tetapi juga berfungsi sebagai ruang belajar yang secara psikologis dan kognitif membantu anak menyerap pengetahuan sains secara lebih natural.

Dengan demikian, pendekatan *fun* dan *playful* menunjukkan bahwa suasana ruang yang menyenangkan bukan hanya berperan sebagai aspek estetika, tetapi menjadi elemen pedagogis penting yang memungkinkan anak memahami konsep sains secara lebih mendalam melalui keterlibatan emosional dan pengalaman sensorik.

Psikologi Ruang Anak, Imajinasi, dan Eksplorasi

Proses belajar pada anak sangat dipengaruhi oleh cara mereka memersepsikan rangsangan sensorik serta oleh tahapan perkembangan kognitifnya. Anak berusia 7–11 tahun, berdasarkan teori perkembangan Piaget, berada pada fase *concrete operational*, yakni tahap di mana pembelajaran berlangsung paling efektif ketika mereka berinteraksi secara langsung dengan objek dan lingkungan nyata. (Elsen, Schütte, & Zender, 2021; Liu & Wang, 2023). Oleh karena itu, desain ruang belajar perlu memfasilitasi pengalaman multisensori yang memberi kesempatan bagi anak untuk mengamati, menyentuh, merasakan, dan bereksperimen.

Dalam konteks arsitektur, ruang yang menghadirkan kontras—seperti terang–gelap, sempit–luas, atau terbuka–tertutup—dapat merangsang kemampuan navigasi ruang, menumbuhkan rasa ingin tahu, serta mendorong anak untuk bereksplorasi (Yun & Park, 2020). Barnett (1990) menjelaskan bahwa imajinasi adalah komponen dasar dari *playfulness*, di mana anak membangun makna dan skenario fiktif dari lingkungan yang mereka amati (Barnett, 1990). Ruang yang dirancang secara imajinatif memungkinkan anak menghubungkan fenomena ilmiah dengan pengalaman visual yang konkret. (Ludvigsen & Cukurova, 2022; Murray & Kwon, 2022) Ruang yang *fun–playful* bukan sekadar aspek estetika, tetapi merupakan strategi pedagogis yang efektif untuk merangsang fungsi kognitif, mengaktifkan imajinasi, dan memperkuat pemahaman konsep.

Sebagai contoh, ruang yang dirancang menyerupai planetarium dapat mempermudah anak memahami materi astronomi, sedangkan terowongan dengan permainan cahaya mampu membantu mereka mengenali konsep optik. Pendekatan arsitektural semacam ini menyatukan dunia imajinasi dengan pengetahuan ilmiah secara selaras.

Dari pemaparan tersebut, terlihat bahwa desain ruang belajar sains idealnya menempatkan pengalaman sensorik dan imajinatif sebagai elemen utama, karena kedua aspek ini terbukti memperkuat pemahaman melalui pengalaman langsung dan kegiatan eksploratif.

Pendekatan Futuristik dalam Arsitektur

Pendekatan futuristik dalam arsitektur berfokus pada visi masa depan dengan menghadirkan inovasi dalam bentuk, pemilihan material, serta penerapan teknologi secara terpadu. Sant’Elia (1914) menggambarkan arsitektur futuristik sebagai desain yang progresif, dinamis, dan berorientasi pada perkembangan zaman (Sant’Elia, 1914). Dalam ranah pendidikan sains, pendekatan ini menjadi penting karena mampu menyajikan gambaran nyata tentang perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan.

Ruang dengan karakter futuristik umumnya menggunakan bentuk-bentuk geometris yang lebih kompleks—seperti poligon, kurva bebas, atau struktur modular. Tampilan tersebut tidak hanya memberikan nilai estetika, tetapi juga menghadirkan pengalaman ruang yang merefleksikan kemajuan teknologi. (Almaiah, Al-Khasawneh, & Althunibat, 2020; Bower, Wood, & Donovan, 2020). Penggunaan teknologi digital seperti sensor gerak, layar interaktif, *augmented reality* (AR), atau *virtual reality* (VR) memperkaya pengalaman eksplorasi sains secara langsung. (Cai, Fan, & Du, 2021; Hidayati & Wibowo, 2022).

Dengan demikian, ruang futuristik tidak hanya berfungsi untuk menampilkan gambaran masa depan, tetapi juga memberi kesempatan bagi anak untuk merasakan langsung berbagai simulasi fenomena ilmiah secara *real-time*. Contohnya, anak dapat mengamati bagaimana

energi mengalir melalui tampilan LED atau memahami prinsip resonansi dengan berada di dalam ruang akustik yang dirancang secara futuristik.

Pendekatan ini memperluas fungsi arsitektur dari sekadar ruang belajar menjadi media pedagogis yang mampu menghadirkan pengalaman mengenai masa depan. Melalui cara ini, pembelajaran sains tidak hanya disampaikan secara verbal, tetapi diwujudkan melalui pengalaman ruang yang interaktif dan visioner.

Pendekatan *Science-Based Design* sebagai Kerangka Metodologis

Science-based design merupakan pendekatan yang mengintegrasikan temuan ilmiah, teori tentang perilaku manusia, serta metode penelitian untuk menghasilkan desain arsitektur yang optimal baik dari sisi fungsi maupun aspek psikologis (Pascal, Thomas, & Romme, 2013; Zhang & Lin, 2021). Pendekatan ini menjamin bahwa setiap keputusan desain tidak hanya bergantung pada intuisi, tetapi ditopang oleh data serta hasil penelitian empiris.

Dalam pendidikan sains (Kang, Lee, & Park, 2021), *science-based design* memungkinkan arsitek merancang ruang yang:

- a. Meminimalkan distraksi,
- b. Memaksimalkan fokus,
- c. Mendukung eksplorasi,
- d. Aman dan ergonomis, serta
- e. Mendukung gaya belajar berbasis inquiry.

Pascal, dkk. (2013) Pendekatan berbasis sains juga dipandang sebagai pendekatan yang berorientasi pada manusia, di mana kebutuhan pengguna menjadi fokus utama dalam proses analisis (Fisher & Newton, 2021; Pascal et al., 2013). Prinsip ini sangat penting dalam perancangan ruang belajar anak, mengingat tahap perkembangan mereka berbeda dari orang dewasa dan memerlukan perhatian khusus.

Pendekatan ini turut menjamin bahwa penerapan elemen *fun-playful* maupun bentuk futuristik tetap mempertahankan fungsi edukatif serta tidak mengurangi aspek keselamatan ruang (Ludvigsen & Cukurova, 2022). Dengan demikian, desain dapat bersifat inovatif tanpa kehilangan dasar ilmiahnya.

Science-based design memberikan legitimasi metodologis untuk integrasi aspek *fun*, unsur futuristik, dan edukasi sains dalam desain arsitektur, sehingga ruang yang dihasilkan tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga aman, efektif, dan mendukung proses belajar anak secara optimal. (Kang et al., 2021; Liu & Wang, 2023).

Secara keseluruhan, berbagai teori yang dibahas menegaskan bahwa pembelajaran sains yang optimal memerlukan ruang yang dapat merangsang aspek emosional, kognitif, sensorik,

dan daya imajinasi anak. Kombinasi antara elemen *fun–playful*, pendekatan futuristik, dan prinsip *science-based design* menjadi landasan penting dalam merancang ruang yang mampu meningkatkan motivasi belajar sekaligus membantu anak memahami konsep ilmiah melalui pengalaman ruang yang nyata dan menyenangkan.

Penerapan Konsep Fun–Playful dalam Arsitektur: Studi Kasus *Children’s Museum of the Arts*

Penerapan integrasi elemen *fun–playful* dalam desain arsitektur tidak hanya sebatas konsep teoretis, tetapi telah diwujudkan dalam berbagai proyek ruang belajar dan ruang publik bagi anak-anak. Salah satu contoh yang menonjol adalah *Children’s Museum of the Arts* di New York, yang dirancang sebagai ruang kreatif yang mampu merangsang imajinasi serta mendorong anak untuk bereksplorasi. Desain museum tersebut memperlihatkan bagaimana pendekatan *playful* dapat memperkaya pengalaman belajar melalui pengolahan ruang, penggunaan warna, pemilihan material, dan bentuk-bentuk yang variatif. (WORKac, 2012).



Gambar 1. Aksonometri Denah *Children’s Museum of the Arts*.
Sumber: WORKac (2012).

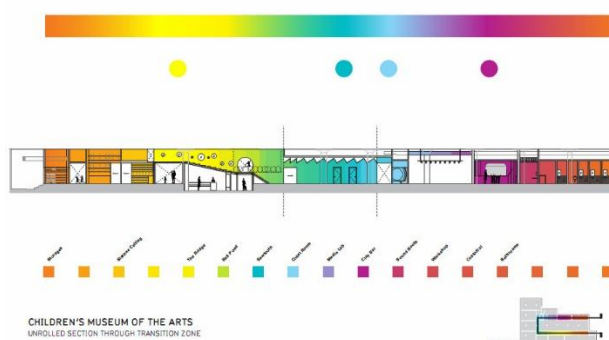
Museum ini mengoptimalkan ruang-ruang fleksibel dengan pola yang organik sehingga anak dapat bergerak leluasa dan melakukan berbagai bentuk eksplorasi. Interior yang didominasi oleh garis-garis lengkung, area aktivitas yang dirancang menyerupai “zona bermain kreatif”, serta penggunaan warna cerah menjadi pendekatan utama dalam menciptakan suasana yang interaktif dan menyenangkan. Dari perspektif teori arsitektur, elemen-elemen tersebut secara langsung mendukung konsep *embodied learning*, yaitu proses belajar yang berlangsung melalui interaksi fisik antara anak dan lingkungannya.



Gambar 2. Potongan Transisi Zona *Children's Museum of the Arts*.

Sumber: WORKac (2012).

Selain itu, museum ini menerapkan pengelompokan ruang berdasarkan fungsi kognitif, di mana setiap zona dirancang dengan tujuan pembelajaran yang berbeda—seperti area seni, ruang eksplorasi material, dan zona pertunjukan. Pendekatan tersebut selaras dengan prinsip *science-based design* yang menekankan pentingnya memahami perilaku pengguna serta tahap perkembangan anak dalam perancangan tata ruang. Dengan demikian, museum ini menunjukkan bahwa ruang yang bersifat *playful* tetap dapat diorganisasi secara sistematis dan berlandaskan pertimbangan ilmiah.

**Gambar 3.** Transisi Zona *Children's Museum of the Arts*.

Sumber: WORKac (2012).

Dikaitkan dengan perancangan ruang belajar sains dan teknologi, studi kasus ini memperlihatkan bahwa karakter ruang yang *playful* dapat menjadi pendorong penting bagi peningkatan keterlibatan anak. Kehadiran elemen-elemen yang membangkitkan rasa ingin tahu terbukti membuat anak lebih aktif dalam mengamati, melakukan percobaan, dan berinteraksi—tiga aspek utama dalam pembelajaran sains. Dengan demikian, pendekatan yang diterapkan pada *Children's Museum of the Arts* dapat menjadi rujukan empiris dalam merancang sistem ruang yang menggabungkan unsur *fun-playful*, desain futuristik, dan prinsip-prinsip berbasis sains.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini disusun untuk menjelaskan langkah analitis dan prosedural yang digunakan dalam merancang model arsitektur yang mengintegrasikan unsur *fun-playful*, pendekatan futuristik, dan prinsip *science-based design* guna mendukung proses pembelajaran sains dan teknologi bagi anak-anak. Karena penelitian ini bersifat konseptual, pendekatan metodologis yang digunakan lebih menekankan pada eksplorasi teori, analisis perbandingan, serta penyusunan sintesis desain yang didasarkan pada kajian literatur dan perspektif multidisiplin.

Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif deskriptif–konseptual yang bertujuan menggali secara mendalam hubungan antara teori desain arsitektur, psikologi anak, dan kebutuhan pembelajaran sains serta teknologi. Pendekatan tersebut dipilih karena fokus penelitian tidak berada pada analisis kuantitatif, melainkan pada pemaknaan teoritis, interpretasi konsep, dan perumusan model desain yang bersifat konseptual.

Pelaksanaan penelitian terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu:

- a. Analisis literatur, yaitu penelaahan sistematis terhadap berbagai sumber ilmiah terkait *playful architecture*, psikologi perkembangan anak, desain futuristik, dan prinsip *science-based design*. Tahap ini digunakan untuk mengidentifikasi konsep dasar, ruang lingkup teori, serta temuan-temuan sebelumnya yang relevan dengan perancangan ruang belajar sains.
- b. Sintesis konsep, yaitu proses menghubungkan berbagai teori untuk menemukan pola hubungan, kesesuaian prinsip desain, serta potensi integrasi antar pendekatan. Melalui sintesis ini, diperoleh pemahaman holistik mengenai bagaimana elemen *fun-playful*, futuristik, dan pendekatan ilmiah dapat saling melengkapi.
- c. Penelitian memasuki tahap perumusan model desain konseptual, yaitu penyusunan kerangka perancangan yang memadukan hasil analisis dan sintesis menjadi satu struktur sistematis yang dapat diterapkan pada desain ruang belajar anak.

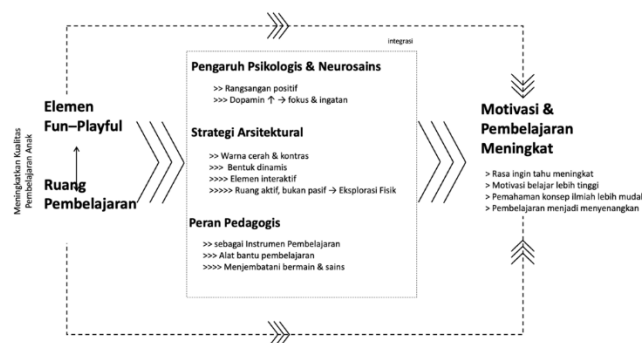
Secara keseluruhan, metode penelitian ini memberikan dasar bagi peneliti untuk merumuskan model desain arsitektur yang relevan, memiliki ketepatan teoretis, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran anak. Pendekatan kualitatif deskriptif–konseptual yang diterapkan juga membuka peluang untuk memahami secara mendalam hubungan antara teori desain dan pengalaman pengguna anak, sehingga temuan penelitian memiliki dasar ilmiah yang kuat dan dapat diterapkan dalam pengembangan arsitektur pendidikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil dan pembahasan ini disusun untuk menjelaskan secara sistematis bagaimana temuan konseptual dari kajian literatur, analisis teori, dan proses sintesis desain berkontribusi pada pengembangan model perancangan arsitektur yang menggabungkan elemen *fun–playful*, pendekatan futuristik, dan prinsip *science-based design* dalam konteks pembelajaran sains dan teknologi bagi anak. Karena penelitian ini bersifat konseptual, hasil yang disajikan tidak berupa data numerik atau analisis statistik, melainkan berupa kerangka pemikiran, prinsip-prinsip desain, serta model ruang yang dapat digunakan sebagai referensi dalam praktik perancangan.

Integrasi Elemen Fun–Playful dalam Ruang Pembelajaran

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa elemen *fun–playful* memainkan peran penting dalam membentuk kualitas pengalaman belajar anak. Ruang yang menghadirkan keceriaan, kejutan visual, serta peluang interaksi fisik terbukti lebih efektif dalam memicu rasa ingin tahu dan meningkatkan motivasi dibandingkan ruang yang kaku dan monoton. Secara teoretis, hal ini berkaitan dengan respons otak terhadap rangsangan emosional positif, di mana suasana yang menyenangkan dapat merangsang pelepasan dopamin yang mendukung fokus dan daya ingat.



Gambar 4. *Mind map* Integrasi Elemen *Fun–Playful* dalam Ruang Pembelajaran.

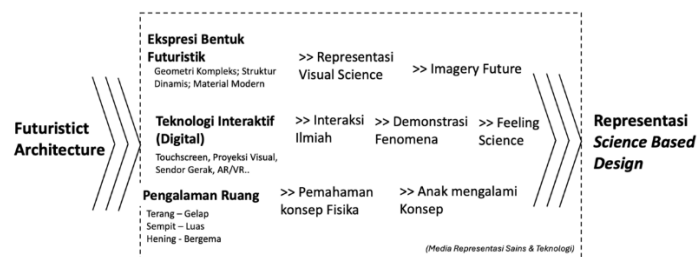
Dalam ranah arsitektur, penerapan elemen *fun–playful* dapat diwujudkan melalui berbagai strategi desain, seperti penggunaan warna cerah dan kontras dengan komposisi yang harmonis; penerapan bentuk geometris yang dinamis seperti lengkungan, modul bertingkat, atau massa bangunan yang menyerupai objek imajinatif; serta penyediaan elemen interior yang mendorong aktivitas fisik seperti menyentuh, memanjat, dan menjelajah. Dengan demikian, ruang tidak lagi berfungsi sebagai latar pasif, tetapi menjadi bagian integral dari proses belajar yang mendorong keterlibatan fisik dan mental anak.

Secara konseptual, temuan ini menegaskan bahwa elemen *fun–playful* bukan sekadar aspek estetika, melainkan perangkat pedagogis yang membantu anak berada pada kondisi mental yang lebih siap menerima materi sains. Dengan kata lain, elemen tersebut berperan sebagai jembatan emosional yang menghubungkan dunia bermain dengan pembelajaran sains yang sering kali dipandang abstrak dan menantang.

Peran Pendekatan Futuristik sebagai Media Representasi Sains dan Teknologi

Pendekatan futuristik dalam perancangan arsitektur menambahkan dimensi makna yang lebih kaya terhadap pengalaman belajar anak. Berdasarkan sintesis konsep, bentuk-bentuk futuristik—mulai dari geometri yang kompleks, struktur yang tampak dinamis, hingga penggunaan material modern—dapat berfungsi sebagai representasi visual dari kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan hadirnya ekspresi desain tersebut, anak tidak hanya

memasuki sebuah ruang, tetapi juga merasakan seolah-olah mereka sedang “melangkah ke masa depan” melalui bahasa visual yang disajikan oleh arsitektur.



Gambar 5. Pendekatan Arsitektur Futuristik dalam Representasi *Science Based*.

Contohnya, bentuk massa bangunan yang terinspirasi dari kapsul, pesawat luar angkasa, atau pola modular dapat dikaitkan dengan berbagai tema sains seperti eksplorasi antariksa, teknologi robotik, maupun energi terbarukan. Kehadiran perangkat digital interaktif—seperti layar sentuh, proyeksi visual, sensor gerak, atau teknologi *augmented reality* (AR) dan *virtual reality* (VR)—semakin memperkuat fungsi ruang sebagai sarana demonstrasi konsep ilmiah secara langsung. Selain itu, pengaturan ruang dengan transisi terang–gelap, sempit–luas, atau hening–bergaung dapat dimanfaatkan untuk menjelaskan fenomena fisika seperti cahaya, suara, atau akustik.

Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan futuristik tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetika, tetapi juga sebagai media naratif dan edukatif yang menyampaikan gagasan tentang sains dan teknologi melalui bentuk, pencahayaan, dan teknologi ruang. Dengan demikian, arsitektur futuristik dalam penelitian ini diposisikan sebagai sarana representasi yang membantu anak memahami konsep-konsep ilmiah secara lebih nyata, mudah dibayangkan, dan lebih dekat dengan pengalaman mereka.

Pendekatan *Science-Based Design* sebagai Pengikat Ruang dan Proses Belajar

Dari sisi metodologis, pendekatan *science-based design* berfungsi sebagai kerangka yang memastikan bahwa penggabungan elemen *fun-playful* dan karakter futuristik tetap sejalan dengan tujuan pembelajaran. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanpa dasar ilmiah yang kuat, desain ruang dapat berakhir hanya sebagai bentuk yang menarik namun tidak mendukung pembelajaran, atau sebaliknya, memiliki nilai edukatif tetapi kurang menarik bagi anak. Pendekatan berbasis sains menjembatani persoalan ini dengan menghubungkan temuan dari psikologi anak, *neuroscience*, pedagogi sains, serta teori arsitektur ke dalam keputusan desain yang spesifik.

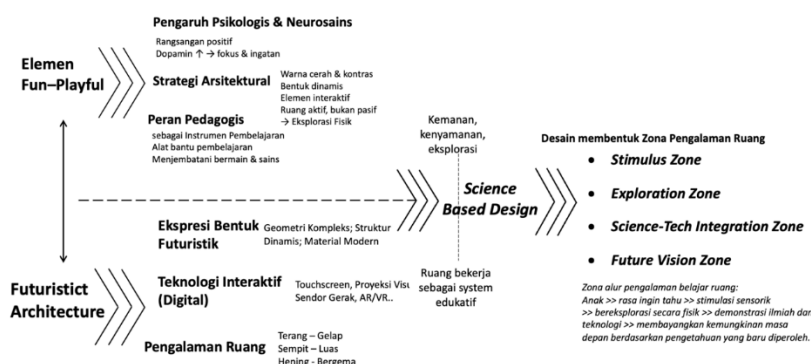
Melalui pendekatan tersebut, setiap aspek desain-mulai dari penentuan zona bermain, pemilihan warna, pengaturan pencahayaan, hingga tinggi elemen interaktif-dipertimbangkan berdasarkan bagaimana hal-hal tersebut mempengaruhi fokus, kenyamanan, rasa ingin tahu,

serta rasa aman anak. Dengan demikian, elemen *fun-playful* dan futuristik tidak hanya berfungsi sebagai visual yang menarik, tetapi dapat mendukung tujuan pedagogis secara nyata. *Science-based design* menjadi kerangka ilmiah yang memastikan bahwa setiap elemen ruang telah dievaluasi efektivitasnya dalam menstimulasi fokus, keamanan, imajinasi, eksplorasi, serta capaian belajar anak.

Pada tahap ini, analisis terhadap interaksi antara ruang dan pengguna menjadi sangat penting. Pendekatan ini mengkaji pengaruh tinggi instalasi interaktif, intensitas cahaya, komposisi warna, hingga tata letak ruang terhadap respons dan perilaku anak. Prinsip-prinsip ini menegaskan bahwa desain yang baik tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga sesuai dengan kebutuhan psikologis dan pedagogis anak. Proses analitis tersebut kemudian dirangkum ke dalam kerangka zonasi ruang yang dalam penelitian ini terdiri atas empat zona utama:

- Stimulus Zone*: area yang memicu ketertarikan awal melalui rangsangan visual, suara, atau sentuhan.
- Exploration Zone*: ruang untuk aktivitas fisik yang mendorong eksplorasi, percobaan bebas, dan permainan.
- Science-Tech Integration Zone*: area yang memungkinkan demonstrasi teknologi dan percobaan ilmiah secara langsung.
- Future Vision Zone*: ruang imajinatif yang membantu anak membangun gambaran tentang sains dan inovasi masa depan.

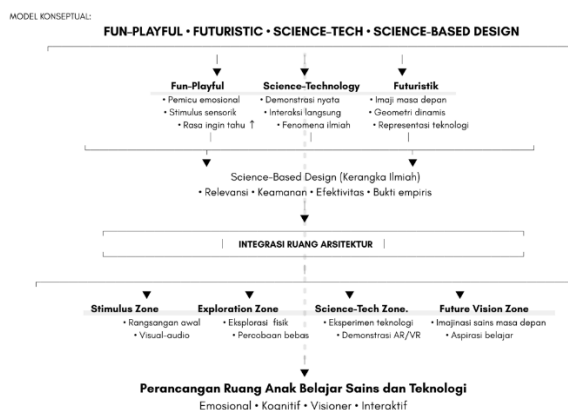
Keempat zona tersebut memiliki fungsi edukatif yang berbeda tetapi saling melengkapi, membentuk alur pengalaman belajar yang terstruktur-dimulai dari stimulasi awal, dilanjutkan dengan eksplorasi, pemahaman konsep, hingga pembentukan visi masa depan. Dengan demikian, *science-based design* memastikan bahwa seluruh bagian ruang bekerja sebagai satu sistem pembelajaran yang efektif, aman, dan tidak sekadar berfungsi sebagai ruang bermain atau pameran teknologi.



Gambar 6. Integrasi *Fun-Playful* dan *Science Based Futuristik Design*.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa *science-based design* bukan hanya sekadar pendekatan metodologis, melainkan elemen pengikat yang menjaga agar seluruh komponen desain-baik yang bersifat *playful* maupun futuristik-tetap memiliki fungsi edukatif yang jelas. Dengan kata lain, pendekatan ini memastikan bahwa desain yang menarik dan spektakuler tetap berorientasi pada kebutuhan nyata anak serta mendukung proses pembelajaran sains secara optimal.

Model Konseptual Fun–Playful Futuristic Science-Based Architecture



Gambar 7. Modul Konseptual: Perancangan Ruang Anak Belajar Sains dan Teknologi.

Hasil akhir dari rangkaian analisis dan sintesis adalah terbentuknya model konseptual yang mengintegrasikan empat pendekatan utama ke dalam satu sistem perancangan arsitektur. Model ini memetakan keterkaitan antara:

- Fun-Playful* sebagai pemicu emosional dan sensorik yang membuka pintu bagi keterlibatan anak.
- Science-Technology* sebagai inti pembelajaran yang diwujudkan melalui demonstrasi dan interaksi nyata.
- Futuristik sebagai representasi visual masa depan yang membentuk imajinasi dan aspirasi.
- Science-Based* sebagai kerangka ilmiah yang menjamin relevansi, keamanan, dan efektivitas desain.

Model ini membangun ruang belajar sains bukan sebagai ruang kelas tradisional, tetapi sebagai pengalaman emosional, intelektual, dan futuristik. Anak tidak hanya belajar sains, tetapi "mengalami" sains, "memasuki" masa depan, dan "memainkan" perannya sebagai penjelajah ilmu pengetahuan. Ruang belajar pun berkembang menjadi medium transformatif yang menyatukan permainan, kreativitas, dan pengetahuan ilmiah dalam satu kesatuan arsitektur.

Keberadaan empat zona (*Stimulus*, *Exploration*, *Science-Tech Integration*, dan *Future Vision*) dalam model ini memperjelas alur pengalaman belajar ruang: anak pertama-tama dibangkitkan rasa ingin tahunya melalui stimulasi sensorik, kemudian diajak bereksplorasi secara fisik, diperkenalkan pada demonstrasi ilmiah dan teknologi, lalu akhirnya diajak

membayangkan kemungkinan masa depan berdasarkan pengetahuan yang baru diperoleh. Alur ini bukan hanya narasi ruang, tetapi juga mencerminkan proses internalisasi pengetahuan dari tahap pengenalan, eksplorasi, pemahaman, hingga pembentukan aspirasi.

Secara konseptual, model ini menunjukkan bahwa pembelajaran sains melalui arsitektur dapat dirancang sebagai pengalaman yang utuh: menyenangkan, bermakna, dan visioner. Dengan demikian, hasil dan pembahasan dalam penelitian ini menegaskan bahwa ruang belajar sains tidak perlu lagi ditempatkan sebagai ruang yang "serius dan kaku", melainkan dapat menjadi medium yang menyatukan dunia bermain anak, dunia pengetahuan ilmiah, dan imajinasi masa depan dalam satu kesatuan desain yang terstruktur dan berbasis sains.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggabungan *elemen fun-playful*, pendekatan futuristik, serta prinsip *science-based design* dalam perancangan arsitektur dapat menjadi solusi untuk mengatasi rendahnya minat dan keterlibatan anak dalam pembelajaran sains dan teknologi. Temuan utama memperlihatkan bahwa ruang yang dirancang dengan karakter *playful* mampu meningkatkan motivasi, mendorong aktivitas fisik-kognitif, dan memperkuat interaksi sosial anak. Sementara itu, pendekatan futuristik memperluas pengalaman belajar melalui visualisasi teknologi masa depan dan penyajian simulasi fenomena ilmiah. Pendekatan berbasis sains memastikan bahwa seluruh unsur tersebut tetap berfokus pada tujuan pedagogis, aman digunakan, dan efektif dalam mendukung proses pemahaman konsep ilmiah. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa ruang belajar sains yang ideal harus bersifat menyenangkan, visioner, dan berbasis bukti ilmiah agar mampu menghadirkan pengalaman belajar yang holistik dan relevan bagi anak.

Berdasarkan temuan penelitian, disarankan agar dilakukan studi empiris lanjutan melalui pembuatan prototipe ruang dan observasi langsung terhadap perilaku anak untuk menilai sejauh mana model desain yang diusulkan benar-benar efektif. Kerja sama lintas disiplin—melibatkan arsitek, pendidik, psikolog perkembangan, serta perancang teknologi—juga diperlukan agar penerapan desain dapat dilakukan secara menyeluruh dalam konteks nyata. Selain itu, penelitian lanjutan perlu mempertimbangkan keberagaman budaya dan variasi lingkungan belajar agar model desain dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pada tiap daerah. Keterbatasan utama penelitian ini terletak pada sifatnya yang masih konseptual dan belum diuji dalam skala ruang fisik. Oleh karena itu, studi eksperimental dan analisis studi kasus pada fasilitas pendidikan sains nyata diharapkan dapat memperkuat dan memvalidasi temuan penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Almaiah, M. A., Al-Khasawneh, A., & Althunibat, A. (2020). Exploring the critical challenges and factors influencing the usability of mobile learning applications. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5671–5695. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10381-1>
- Barnett, L. A. (1990). Playfulness: Definition, design, and measurement. *Play and Culture*, 3(4), 319–336.
- Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y., & Barrett, L. (2021). The holistic impact of classroom design on learning: A review of contemporary evidence. *Building and Environment*, 196, 107805. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107805>
- Bower, M., Wood, L., & Donovan, C. (2020). Using technology to support student learning in contemporary spaces: A systematic review. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(1), 1–21. <https://doi.org/10.14742/ajet.5682>
- Cai, Z., Fan, X., & Du, J. (2021). Enhancing children's STEM learning through immersive virtual reality: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(2), 324–338. <https://doi.org/10.1111/jcal.12488>
- Elsen, G., Schütte, A., & Zender, R. (2021). Designing interactive learning environments for children: A framework based on cognitive and motivational theories. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 100285. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100285>
- Fisher, K., & Newton, C. (2021). Transforming the twenty-first-century campus: Learning environments aligned with student learning needs. *Educational Research Review*, 34, 100402. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100402>
- Groat, L., & Wang, D. (2013). *Architectural research methods* (2nd ed.). Wiley.
- Hidayati, N., & Wibowo, F. C. (2022). Futuristic architectural design for educational spaces: A conceptual approach. *Journal of Architecture and Urbanism*, 46(3), 245–259. <https://doi.org/10.3846/jau.2022.17140>
- Kang, M., Lee, J., & Park, H. (2021). Effects of immersive learning environments on children's scientific curiosity. *Computers & Education*, 171, 104238. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104238>
- Liu, Z., & Wang, S. (2023). Designing playful learning spaces: Impacts on cognitive engagement and exploratory behavior in children. *Learning Environments Research*, 26, 421–439. <https://doi.org/10.1007/s10984-022-09417-2>
- Ludvigsen, K., & Cukurova, M. (2022). Designing AI-supported playful learning environments for children: Opportunities and challenges. *British Journal of Educational Technology*, 53(5), 1251–1268. <https://doi.org/10.1111/bjet.13208>
- Murray, J., & Kwon, M. (2022). Designing science museums for children: Architectural factors influencing inquiry-based learning. *Museum Management and Curatorship*, 37(5), 467–485. <https://doi.org/10.1080/09647775.2022.2050891>
- Pascal, A., Thomas, C., & Romme, A. G. L. (2013). Developing a human-centred and science-based approach to design. *British Journal of Management*, 24(2), 264–280. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.2011.00805.x>

- Plowman, L., Stephen, C., & McPake, J. (2010). Supporting young children's learning with technology at home and in preschool. *Research Papers in Education*, 25(1), 93–113. <https://doi.org/10.1080/02671520802584061>
- Ragnarsdóttir, H. K., & Björnsdóttir, A. (2023). Children's spatial behavior in innovative learning environments: Insights from movement tracking. *Learning Environments Research*, 26, 411–430. <https://doi.org/10.1007/s10984-022-09412-7>
- Sant'Elia, A. (1914). *Futurist architecture manifesto*.
- Siregar, M. A., & Rahmawati, D. (2022). Playful design strategies for improving children's STEM learning engagement. *International Journal of Education and Development Using ICT*, 18(3), 155–170. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2022.02.015>
- van Lier, T., & Rouw, R. (2020). Colorful classrooms: The impact of architectural color on children's cognitive performance. *Journal of Environmental Psychology*, 70, 101439. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101439>
- Wood, E., & Hall, E. (2021). Playful learning spaces: Designing environments that support creativity and exploration in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 49, 1023–1036. <https://doi.org/10.1007/s10643-020-01130-7>
- WORKac. (2012, February 15). *Children's Museum of the Arts / WORKac*. ArchDaily. Retrieved December 4, 2025, from <https://www.archdaily.com/237560/childrens-museum-of-the-arts-work-ac>
- Yun, H., & Park, J. (2020). Architectural elements influencing children's spatial exploration and creativity. *Journal of Environmental Psychology*, 71, 101477. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101477>
- Zhang, Y., & Lin, H. (2021). Science-based design in educational architecture: Linking cognitive principles with spatial design. *Frontiers in Psychology*, 12, 724918. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.724918>