

## Model Arsitektur Sistem Informasi Terintegrasi AI untuk Pemantauan dan Intervensi Anak dengan Autism Spectrum Disorder

Harkat Christian Zamasi<sup>#</sup>, Arden Sagiterry Setiawan<sup>\*</sup>

<sup>#</sup> Information Systems Department, School of Information Systems, Bina Nusantara University, Jakarta, Indonesia

<sup>\*</sup>Computer Science Department, School of Computer Science, Bina Nusantara University, Jakarta, Indonesia

E-mail: [harkat@binus.ac.id](mailto:harkat@binus.ac.id), [arden.setiawan001@binus.ac.id](mailto:arden.setiawan001@binus.ac.id)

### ABSTRACTS

The increasing number of children with Autism Spectrum Disorder (ASD) in Indonesia shows a continuing upward trend; however, it is still confronted with various fundamental challenges, such as the low level of parental understanding regarding early detection, the limited availability of medical professionals and therapists, and the absence of an integrated information system and data center. These conditions result in diagnosis, therapy, and developmental data of children with ASD being scattered and not continuously documented. On the other hand, the advancement of information technology, particularly Artificial Intelligence (AI), offers significant potential in supporting early detection, behavioral analysis, and the provision of personalized and data-driven intervention recommendations. This study aims to design an abstract information system architecture model integrated with AI to support monitoring and intervention processes for children with ASD. The method used is the Design Science Research (DSR) approach, which includes stages of problem identification, model design, conceptual artifact development, and validation through use case scenarios. The study results in an integrated information system architecture model comprising user applications, a data integration layer, AI analytics modules, and a human-in-the-loop mechanism. The contribution of this study is an AI-based integrated conceptual information system framework designed to address the limitations of existing systems, which are generally fragmented and isolated and serves as a foundation for the development of ASD monitoring and intervention systems in Indonesia.

Manuscript received Jun 22,2026;  
revised Jun 29 2026. accepted Jun  
30, 2026 Date of publication Jun  
30, 2026. International Journal,  
JITSI : Jurnal Ilmiah Teknologi  
Sistem Informasi licensed under a  
Creative Commons Attribution-  
Share Alike 4.0 International  
License



### ABSTRAK

Meningkatnya jumlah anak dengan Autism Spectrum Disorder (ASD) di Indonesia menunjukkan tren peningkatan yang berkelanjutan; namun, masih dihadapkan dengan berbagai tantangan mendasar, seperti rendahnya pemahaman orang tua mengenai deteksi dini, terbatasnya ketersediaan tenaga medis dan terapis, serta tidak adanya sistem informasi dan pusat data yang terintegrasi. Kondisi ini mengakibatkan data diagnosis, terapi, dan perkembangan anak dengan ASD tersebar dan tidak terdokumentasi secara berkelanjutan. Di sisi lain, kemajuan teknologi informasi, khususnya Artificial Intelligence (AI), menawarkan potensi signifikan dalam mendukung deteksi dini, analisis perilaku, dan penyediaan rekomendasi intervensi yang personal dan berbasis data. Studi ini bertujuan untuk merancang model arsitektur sistem informasi abstrak yang terintegrasi dengan AI untuk mendukung proses pemantauan dan intervensi bagi anak dengan ASD. Metode yang digunakan adalah pendekatan Design Science Research (DSR), yang meliputi tahapan identifikasi masalah, desain model, pengembangan artefak konseptual, dan validasi

---

melalui skenario kasus penggunaan. Hasil studi berupa model arsitektur sistem informasi terintegrasi yang terdiri dari aplikasi pengguna, lapisan integrasi data, modul analitik AI, dan mekanisme human-in-the-loop. Kontribusi studi ini adalah kerangka sistem informasi konseptual terintegrasi berbasis AI yang dirancang untuk mengatasi keterbatasan sistem yang ada, yang umumnya terfragmentasi dan terisolasi, serta berfungsi sebagai dasar untuk pengembangan sistem pemantauan dan intervensi ASD di Indonesia.

**Keywords / Kata Kunci** — *Artificial Intelligence; ASD; Human-in-the-loop; Information System; Intervention Recommendation; System Architecture.*

---

## **CORRESPONDING AUTHOR**

---

Harkat Christian Zamasi  
Information Systems Department, School of Information Systems, Bina Nusantara University, Jakarta, Indonesia  
Email: harkat[at]binus.ac.id

---

## **1. PENDAHULUAN**

### *1.1. Latar Belakang*

Jumlah anak dengan autisme di Indonesia menunjukkan tren peningkatan dari tahun ke tahun. UNESCO (2011) memperkirakan terdapat sekitar 35 juta penyandang autisme di seluruh dunia, yang berarti rata-rata sekitar 6 dari setiap 1.000 penduduk mengalami Autism Spectrum Disorder (ASD). Di Indonesia, jumlah anak dengan ASD juga terus mengalami peningkatan. Berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, jumlah penyandang autisme di Indonesia diperkirakan telah mencapai sekitar 2,4 juta jiwa [1].

Di balik meningkatnya jumlah anak dengan ASD, Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan mendasar dalam penanganan autisme. Pertama, rendahnya kesadaran orang tua terhadap gejala awal autisme sering kali menyebabkan keterlambatan deteksi dan intervensi. Kedua, keterbatasan jumlah dokter spesialis dan terapis yang memiliki kompetensi dalam penanganan autisme, terutama di luar wilayah perkotaan. Ketiga, belum tersedianya pusat data autisme yang terintegrasi secara nasional serta sistem informasi yang terpadu menyebabkan data terkait ASD masih tersebar di berbagai institusi layanan kesehatan, terapi, dan pendidikan. Keempat, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence (AI) berpotensi mendukung asesmen, pemantauan, dan intervensi ASD.

Namun, sebagian besar solusi masih bersifat terfragmentasi dan belum mengintegrasikan layanan maupun data ASD. Oleh karena itu, diperlukan sistem informasi terpadu yang menghubungkan orang tua, terapis, tenaga kesehatan, dan pusat intervensi dalam satu platform. AI telah banyak diterapkan dalam layanan kesehatan. Pada penanganan ASD, AI mendukung deteksi dini, intervensi, rekomendasi terapi, dan pemantauan perkembangan anak secara berkelanjutan [2], [3], serta berfungsi sebagai decision support system yang membantu tenaga kesehatan dan terapis dalam pengambilan keputusan intervensi [4].

Penelitian ini bertujuan, merancang model arsitektur sistem informasi terintegrasi berbasis AI sebagai kerangka konseptual untuk pengelolaan, integrasi, dan analisis data terkait ASD guna mendukung deteksi dini, pemantauan perkembangan, serta perencanaan intervensi berbasis data bagi anak dengan ASD. Sebuah arsitektur konseptual yang mengintegrasikan AI sehingga menyediakan kerangka terpadu untuk pemantauan dan intervensi ASD. Berbeda dengan berbagai solusi yang ada yang masih terfragmentasi, model konseptual yang diusulkan menggabungkan pengelolaan data ASD secara terpusat, analisis berbasis AI serta pengambilan keputusan yang didukung oleh terapis dalam satu ekosistem sistem informasi yang terpadu.

### *1.2. Tinjauan Literatur*

#### *a. Autism Spectrum Disorder*

*Autism Spectrum Disorder* (ASD) merupakan gangguan pada komunikasi dan interaksi sosial, minat yang terbatas serta perilaku repetitif, gangguan pada kemampuan reseptif dan ekspresif, serta tidak adanya perhatian bersama [5], dapat didiagnosis sejak usia 2-3 tahun dengan karakteristik yang menonjol berupa keterlambatan kemampuan berbicara. Faktor lingkungan, termasuk infeksi pada ibu selama kehamilan, paparan zat toksik, serta komplikasi yang terjadi selama masa kehamilan, berperan penting dalam terjadinya ASD [6], [7]. Penanganan anak dengan ASD berbeda dengan anak yang berkembang secara tipikal, meskipun demikian anak dengan ASD memiliki potensi berkembang secara optimal apabila memperoleh intervensi sejak dini melalui stimulasi dan terapi yang dilakukan secara konsisten.

#### *b. Teknologi AI dan Digital untuk ASD*

Berbagai penelitian telah mengeksplorasi pemanfaatan AI dan teknologi digital untuk mendukung proses pemantauan, asesmen, dan intervensi pada anak dengan ASD. Tabel 1 menyajikan ringkasan teknologi berbasis AI yang digunakan dalam intervensi ASD.

TABEL 1. Ringkasan Teknologi AI untuk Monitoring dan Intervensi ASD

Fungsi AI	Contoh teknologi / Tujuan	Penelitian representatif
<i>Computer Vision</i>	<i>Face recognition, gaze tracking:</i> Mendeteksi ekspresi wajah dan kontak mata	Deteksi autisme berdasarkan respons terhadap panggilan nama [8], pengenalan perilaku gerakan stereotip ( <i>stereotypical movement recognition</i> ) [9], serta sistem skrining berbasis emosi dan perhatian ( <i>emotion and attention-based screening systems</i> ) [10].
<i>Audio/NLP</i>	<i>Speech analysis, voice recognition:</i> Menganalisis kemampuan komunikasi	Analisis kemampuan bicara dan bahasa untuk asesmen dan intervensi [11], analisis fitur multimodal suara dan bahasa [12], peningkatan kemampuan komunikasi verbal melalui strategi <i>time-delay</i> [13], serta dukungan intervensi kemampuan bicara yang dimediasi oleh orang tua ( <i>parent-mediated speech intervention</i> ) [14].
<i>Behavior Classification</i>	<i>Machine Learning:</i> Mengidentifikasi pola perilaku	Klasifikasi perilaku menggunakan machine learning dan deep learning [15], penilaian tingkat keparahan ASD berdasarkan data MRI [16], identifikasi biomarker perilaku [17], serta deteksi dini multimodal melalui analisis arah pandangan ( <i>gaze</i> ) dan ekspresi wajah [15].
<i>Recommender System</i>	<i>AI-based recommendation:</i> Memberikan rekomendasi aktivitas intervensi	Skrining dini dan perencanaan intervensi [2], dukungan intervensi yang dipersonalisasi dan adaptif [18], penguatan dalam intervensi berbasis applied behavior analysis (ABA) [19], serta sistem pendukung keputusan yang dipersonalisasi [20].
<i>Progress Prediction</i>	<i>Predictive analytics:</i> Memprediksi perkembangan anak	Analitik prediktif untuk deteksi dini dan asesmen perkembangan yang dipersonalisasi [21], memantau perkembangan dan mengevaluasi hasil intervensi [22].
<i>Virtual Reality (VR) / Augmented Reality (AR)</i>	<i>Immersive learning:</i> Pelatihan keterampilan sosial	Pelatihan keterampilan sosial dan emosional, pengembangan kemampuan kognitif, pembelajaran dan keterampilan aktivitas sehari-hari [23], [24], [25].
<i>Wearable Devices</i>	<i>Smartwatch, biosensors:</i> Memantau tingkat stres dan sinyal fisiologis	Teknologi wearable untuk pemantauan secara real-time kondisi fisiologis, respons terhadap stres, serta pola perilaku [26], [27], [28].
<i>Robotics</i>	<i>Social robots:</i> Pelatihan interaksi sosial	Robot sosial humanoid (misalnya NAO dan Pepper) meningkatkan keterampilan sosial dan kemampuan komunikasi [29], [30].

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa beragam teknologi berbasis AI, termasuk robotics dan wearable devices, dapat mendukung proses deteksi, terapi, maupun intervensi pada anak dengan ASD. Dalam penelitian ini, teknologi robotika dan *wearable devices* disajikan sebagai bagian dari kajian penelitian terdahulu (*related work*) untuk menggambarkan perkembangan teknologi yang telah diterapkan pada bidang intervensi ASD. Oleh karena itu, teknologi tersebut tidak diintegrasikan ke dalam arsitektur sistem yang diusulkan karena berada di luar ruang lingkup penelitian. Meskipun demikian, hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar solusi yang ada masih berfokus pada fungsi-fungsi spesifik, seperti skrining, terapi, atau pemantauan, serta dikembangkan sebagai aplikasi yang berdiri sendiri tanpa integrasi pengelolaan data secara menyeluruh. Kondisi tersebut menyebabkan fragmentasi data, rendahnya interoperabilitas antarsistem, serta terbatasnya dukungan terhadap pemantauan perkembangan anak secara berkelanjutan. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah arsitektur sistem informasi terintegrasi yang menggabungkan berbagai kemampuan AI, pengelolaan data secara terpusat, mekanisme validasi melalui pendekatan *therapist-in-the-loop*, serta pemantauan longitudinal dalam satu platform yang terpadu.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metodologi *Design Science Research* (DSR) yang dikemukakan oleh Peffers dkk. [31] untuk merancang arsitektur sistem informasi terintegrasi berbasis AI untuk pemantauan dan intervensi anak dengan ASD. Proses penelitian dilaksanakan melalui tahapan sebagai berikut:

### 1. Identifikasi Masalah.

Tahap ini berfokus pada identifikasi berbagai permasalahan utama dalam penanganan ASD, meliputi meningkatnya prevalensi ASD, fragmentasi data medis dan data intervensi, belum tersedianya pusat data, serta terbatasnya integrasi sistem informasi dan teknologi AI dalam mendukung pemantauan dan intervensi ASD di Indonesia.

### 2. Penetapan Tujuan Solusi.

Tujuan utama penelitian adalah merancang arsitektur konseptual sistem informasi terintegrasi yang mampu mengelola data terkait ASD, mendukung pemantauan perkembangan secara berkelanjutan, serta menyediakan rekomendasi intervensi berbasis AI melalui satu platform terpadu yang melibatkan orang tua, terapis, dan tenaga kesehatan.

3. Analisis Kebutuhan.

Kebutuhan sistem diidentifikasi melalui tinjauan literatur mengenai praktik intervensi ASD, sistem informasi layanan kesehatan, sistem pendukung keputusan, serta teknologi layanan kesehatan berbasis AI. Tahap ini bertujuan untuk menentukan aktor sistem, kebutuhan fungsional, entitas data, modul AI, serta alur informasi yang diperlukan dalam arsitektur yang diusulkan.

**TABEL 2.** Kebutuhan pemangku kepentingan

Aktor	Kebutuhan utama	Komponen Arsitektur
Orang Tua	Observasi, pemantauan perkembangan, rekomendasi intervensi, komunikasi	Parent App
Terapis	Validasi AI, pemantauan, pengelolaan intervensi	Therapist App, Recommender System
Tenaga Kesehatan	Asesmen, rekam medis, diagnosis	Computer Vision Module, Integrated Database
Administrator	Pengelolaan sistem dan keamanan	Integrated Database, Security and Privacy Layer
Institusi	Monitoring layanan dan pelaporan	Analytics Dashboard

Berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi pada Tabel 2, komponen-komponen arsitektur sistem yang diusulkan dirancang untuk memenuhi kebutuhan pemantauan ASD, pelaksanaan intervensi, integrasi data, serta sistem pendukung keputusan dengan bantuan AI.

4. Perancangan dan Pengembangan.

Tahap ini mencakup perancangan arsitektur sistem yang terintegrasi, modul analitik berbasis AI, interaksi pengguna, serta model use case yang secara keseluruhan mendukung proses pemantauan dan intervensi ASD.

5. Demonstrasi.

Model yang diusulkan didemonstrasikan melalui skenario use case yang representatif serta simulasi alur kerja (workflow).

6. Validasi dan Evaluasi Konseptual.

Arsitektur yang diusulkan dievaluasi melalui validasi konseptual berbasis skenario untuk menilai konsistensi dan kelayakan model, tanpa melibatkan pengujian empiris maupun validasi klinis.

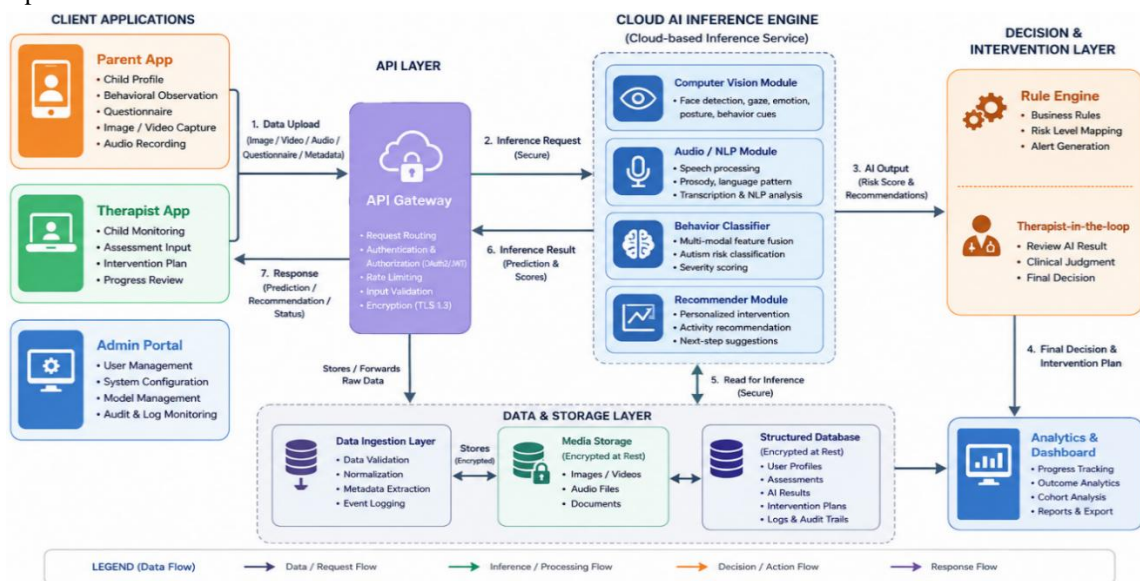
7. Luaran Penelitian dan Diseminasi.

Luaran akhir penelitian ini adalah model konseptual IS-AI yang terintegrasi, yang terdiri atas arsitektur sistem informasi, skema basis data, modul AI, serta model use case

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

3.1. Model Arsitektur Konseptual

Dalam arsitektur yang diusulkan, AI diposisikan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan yang membantu terapis dan tenaga kesehatan, bukan sebagai pengganti keahlian klinis maupun pertimbangan profesional. Keputusan akhir terkait intervensi tetap berada di bawah supervisi dan validasi terapis yang memiliki kompetensi.



**GAMBAR 1.** Model arsitektur IS-AI terintegrasi yang diusulkan untuk pemantauan dan intervensi ASD

Gambar 1 menunjukkan model arsitektur sistem informasi terintegrasi berbasis AI untuk pemantauan dan rekomendasi intervensi anak dengan ASD. Arsitektur yang diusulkan mengadopsi mekanisme *cloud-based AI inference*, di mana seluruh proses inferensi AI dilakukan pada sisi *server (cloud)* melalui *Cloud AI Inference Engine*, sehingga tidak terdapat model AI yang dijalankan secara lokal pada perangkat pengguna. Sistem terdiri atas tiga aplikasi utama, yaitu *Parent App*, *Therapist App*, dan *Admin Portal*, yang berkomunikasi dengan layanan *backend* melalui *API Gateway* sebagai pusat pengelolaan komunikasi, autentikasi, dan pengiriman data. Data yang dikumpulkan, meliputi observasi perilaku, respons kuesioner, citra atau video, rekaman audio, serta metadata terkait, dikirim secara aman melalui *API Gateway* menuju *Data Ingestion Layer* untuk proses validasi, normalisasi, dan ekstraksi metadata, kemudian disimpan pada *Media Storage* dan *Structured Database* sebagai repositori data terintegrasi. Selanjutnya, *Cloud AI Inference Engine* melakukan proses inferensi menggunakan beberapa modul, yaitu *Computer Vision Module* untuk menganalisis ekspresi dan perilaku visual, *Audio/NLP Module* untuk menganalisis pola komunikasi dan bahasa, *Behavior Classifier* untuk mengklasifikasikan tingkat risiko atau karakteristik perilaku, serta *Recommender Module* untuk menghasilkan rekomendasi intervensi yang dipersonalisasi. Hasil inferensi AI selanjutnya diproses melalui *Rule Engine* dan divalidasi oleh terapis melalui mekanisme *Therapist-in-the-loop*, sehingga keputusan akhir tetap berada di bawah pengawasan tenaga profesional. Seluruh hasil analisis, rekomendasi intervensi, dan riwayat perkembangan anak kemudian disajikan melalui *Analytics and Dashboard* untuk mendukung pemantauan longitudinal, evaluasi perkembangan, serta pengambilan keputusan oleh orang tua dan tenaga profesional.

Untuk menunjukkan bagaimana arsitektur yang diusulkan mampu menjawab tantangan yang telah diidentifikasi pada rumusan masalah, Tabel 3 memetakan berbagai permasalahan utama dalam layanan dan pengelolaan informasi ASD dengan komponen-komponen arsitektur yang sesuai.

TABEL 3. Pemetaan permasalahan penelitian terhadap komponen sistem

No	Permasalahan penelitian	Komponen sistem yang diusulkan
1	Fragmentasi data ASD	<i>Integrated Database</i>
2	Belum tersedianya rekam data ASD yang terpusat	Repositori data ASD
3	Keterbatasan jumlah terapis	Rekomendasi berbasis AI
4	Keterlambatan pemantauan perkembangan	<i>Analytics Dashboard</i>
5	Kebutuhan intervensi yang dipersonalisasi	<i>Recommender System</i>
6	Tantangan observasi perilaku	<i>Computer Vision Module</i>
7	Tantangan asesmen kemampuan komunikasi	<i>Audio/NLP Module</i>
8	Kekhawatiran keamanan dan validitas keputusan	Mekanisme <i>therapist-in-the-loop</i>
9	Kekhawatiran terkait privasi data	<i>Security and Privacy Layer</i>

### 3.2. Komponen Utama dan Fungsinya

Dalam perancangan model ini, beberapa komponen utama telah diidentifikasi, yaitu:

#### 1) Pengguna (*Client Application*)

TABEL 4. Kebutuhan pengguna dan peran fungsional

Pengguna / Teknologi	Peran
<i>Parent App</i> (Mobile)	Digunakan oleh orang tua untuk mencatat aktivitas anak, mengunggah data, dan menerima rekomendasi intervensi, dengan fungsi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merekam aktivitas atau sesi harian (<i>video/audio</i>)</li> <li>• Melihat rekomendasi latihan atau aktivitas intervensi</li> <li>• Memberikan umpan balik terhadap perkembangan anak</li> <li>• Menerima pengingat jadwal intervensi</li> </ul>
<i>Therapist App</i> (Web/Mobile)	Digunakan oleh terapis untuk memantau perkembangan anak dan mengevaluasi intervensi, dengan fungsi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melihat data perkembangan anak</li> <li>• Meninjau dan memvalidasi rekomendasi yang dihasilkan AI</li> <li>• Menyusun atau menyesuaikan rencana intervensi</li> <li>• Memberikan umpan balik terhadap hasil analisis AI untuk keperluan <i>retraining model</i></li> </ul>
<i>Admin / Institution</i> (Portal)	Digunakan untuk pengelolaan sistem, manajemen pengguna, dan pemantauan operasional, dengan fungsi mengelola pengguna, audit dan pelaporan, dan memantau kinerja sistem dan operasional

#### 2) *Knowledge Base (Data and Storage Layer)*.

Basis pengetahuan menyimpan data terstruktur dan tidak terstruktur yang berkaitan dengan ASD. Data terstruktur mencakup informasi dalam bentuk numerik atau kategorikal yang tersusun secara sistematis,

seperti data demografis anak, hasil skrining dan diagnosis, skor asesmen perkembangan, jadwal dan jenis terapi, serta catatan perkembangan terapi dalam bentuk indikator kuantitatif. Sementara itu, data tidak terstruktur mencakup informasi yang lebih kaya akan konteks, seperti catatan naratif dari orang tua dan terapis, rekaman video perilaku anak, rekaman audio latihan komunikasi atau sesi terapi wicara, gambar atau ekspresi wajah anak, serta hasil observasi bebas selama proses terapi.

3) *Integration and Infrastructure Layer.*

Lapisan ini terdiri atas *API Gateway* untuk komunikasi dan autentikasi antar layanan, *Data Ingestion Layer* untuk mengumpulkan dan mengelola data beserta metadata, serta *Security and Privacy Layer* yang menerapkan *Role-Based Access Control*, *consent management*, dan enkripsi guna menjamin keamanan serta privasi data anak.

4) *AI Engine (Cloud-based inference service).*

Terdiri dari Modul AI: Arsitektur yang diusulkan mencakup *Computer Vision Module* untuk mendeteksi ekspresi wajah, kontak mata, dan gerakan repetitif; *Audio/NLP Module* untuk menganalisis komunikasi; *Behavior Classifier* untuk mengklasifikasikan perilaku; *Recommender System* untuk menghasilkan rekomendasi intervensi yang dipersonalisasi; serta *Progress Predictor* untuk memprediksi perkembangan anak berdasarkan tren data.

5) *Rule Engine dan Therapist-in-the-Loop.*

Komponen ini mengintegrasikan hasil analisis AI dengan pedoman intervensi serta memungkinkan terapis memvalidasi dan menyesuaikan rekomendasi AI untuk memastikan keamanan dan akurasi keputusan intervensi.

6) *Analytics and Dashboard.*

Komponen ini menyajikan visualisasi perkembangan anak, laporan *Key Performance Indicators* (KPI), tren perilaku, perkembangan terapi, dan efektivitas intervensi untuk mendukung pemantauan berkelanjutan serta evaluasi jangka panjang oleh orang tua, terapis, dan tenaga kesehatan.

### 3.3. Alur Kerja Sistem (System Workflow)

Sistem mengumpulkan data melalui *Parent App*, memprosesnya melalui *API Gateway* dan *Data Ingestion Layer*, kemudian menganalisisnya menggunakan modul AI untuk menghasilkan rekomendasi intervensi. Setelah divalidasi oleh terapis melalui *Therapist App*, seluruh data dan hasil analisis disimpan dalam basis data terintegrasi serta disajikan melalui *Analytics Dashboard* untuk mendukung pemantauan perkembangan dan evaluasi longitudinal.

### 3.4. Klasifikasi Data (Data Classification)

Sistem yang diusulkan mengelola empat kategori utama data, yaitu *Structured Data*, *Unstructured Data*, *Metadata*, dan *AI Output Data*. Data terstruktur meliputi profil anak, hasil asesmen, sesi terapi, serta catatan intervensi, sedangkan data tidak terstruktur terdiri atas rekaman video, rekaman audio, dan gambar yang dikumpulkan selama kegiatan pemantauan dan terapi. Metadata digunakan untuk menjaga keterkaitan antara berbagai sumber data dan proses yang berlangsung di dalam sistem, sementara data keluaran AI menyimpan hasil analisis, seperti klasifikasi perilaku, rekomendasi intervensi, serta prediksi perkembangan anak. Klasifikasi data ini mendukung integrasi data ASD dan layanan pemantauan serta intervensi berbasis AI dalam satu platform terpadu.

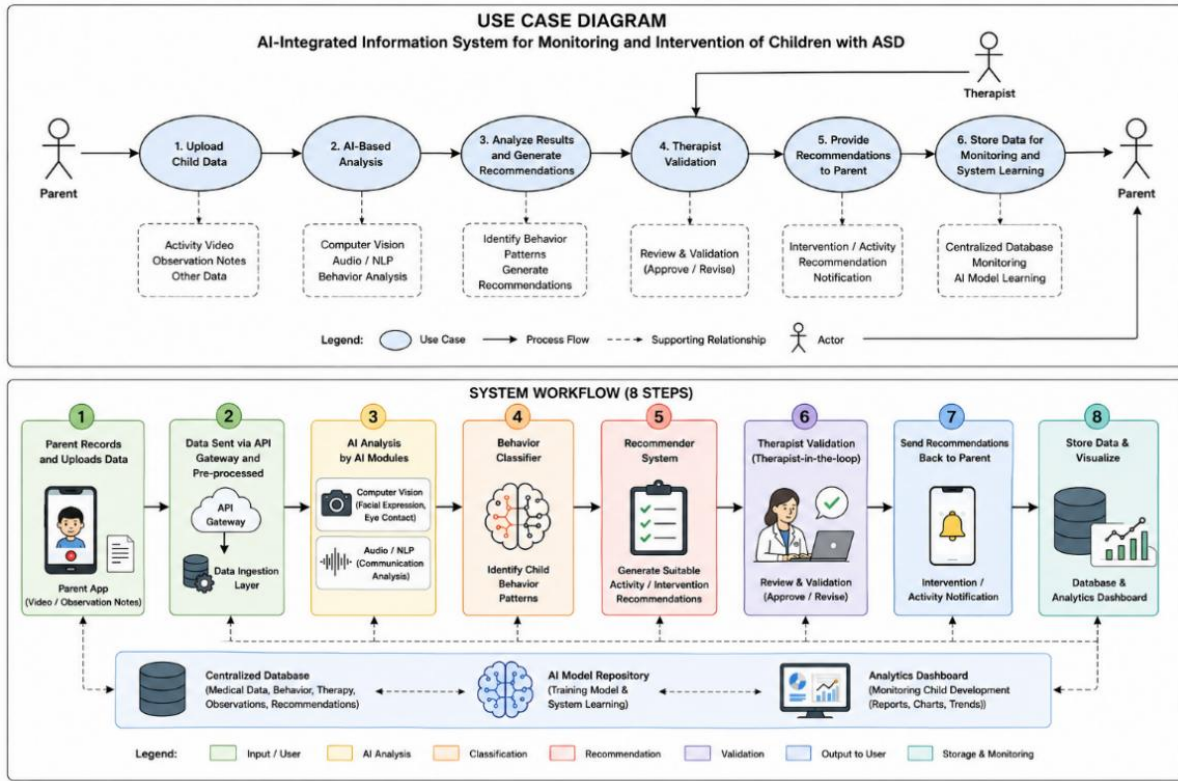
### 3.5. Demonstrasi Use Case

Sebagai bentuk demonstrasi konseptual, penelitian ini menyajikan beberapa skenario *use case* yang menggambarkan bagaimana sistem beroperasi. *Use case* tersebut merepresentasikan interaksi antara aktor utama, yaitu orang tua, terapis, administrator, dan sistem AI, dengan berbagai komponen dalam arsitektur sistem. Skenario ini berfungsi sebagai bentuk validasi konseptual dengan memperlihatkan bagaimana komponen-komponen sistem yang diusulkan saling berinteraksi untuk mendukung proses pemantauan, asesmen, intervensi, dan pengambilan keputusan. Secara umum, alur kerja sistem dapat diringkas sebagai berikut:

a) *Use Case 1: Pemantauan dan rekomendasi intervensi berbasis AI*

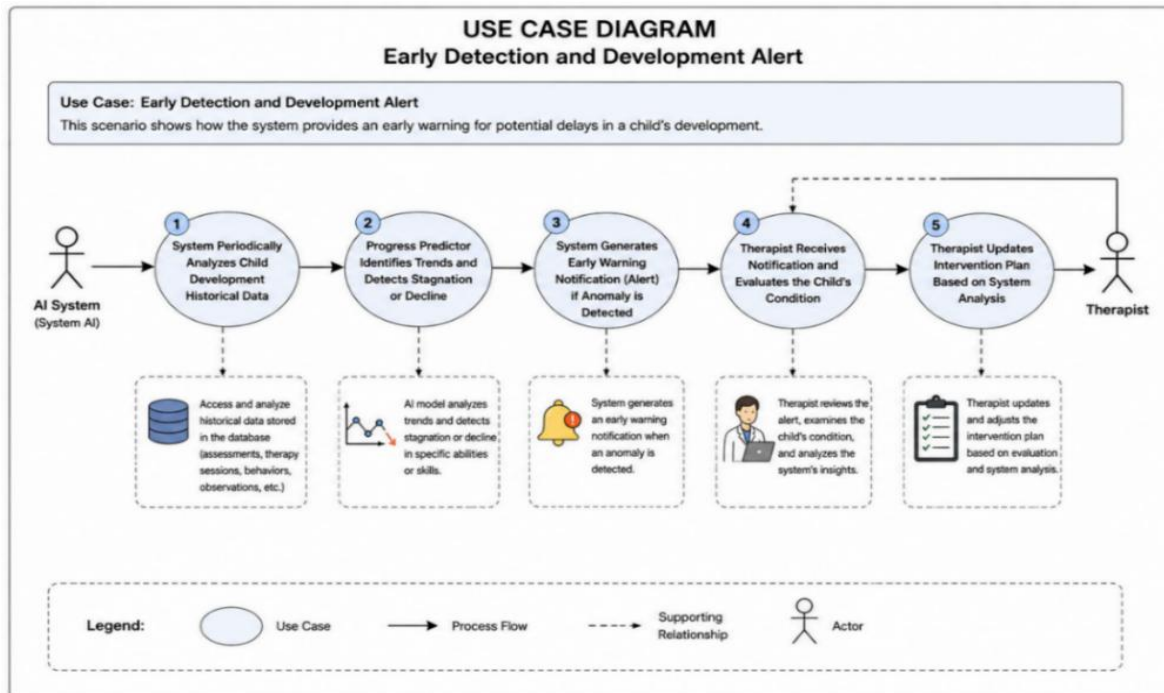
Gambar 2 menjelaskan proses ketika orang tua merekam aktivitas atau sesi latihan anak melalui *Parent App* dan mengunggah data berupa video serta catatan observasi ke dalam sistem. Data tersebut dikirim melalui *API Gateway* dan diproses oleh *Data Ingestion Layer* untuk tahap *pre-processing* sebelum dianalisis oleh modul AI, yaitu *Computer Vision Module* untuk mendeteksi ekspresi wajah dan kontak mata, serta *Audio/NLP Module* untuk menganalisis kemampuan komunikasi anak. Hasil analisis selanjutnya diproses oleh *Behavior Classifier* untuk mengidentifikasi pola perilaku anak, yang kemudian dimanfaatkan oleh *Recommender System* dalam menghasilkan rekomendasi aktivitas atau intervensi yang sesuai dengan kondisi dan perkembangan anak. Rekomendasi tersebut dikirim kepada terapis melalui *Therapist App* untuk ditinjau

dan divalidasi melalui mekanisme *therapist-in-the-loop*, sebelum diteruskan kembali kepada orang tua. Seluruh data aktivitas, hasil analisis, serta rekomendasi intervensi disimpan di dalam sistem dan divisualisasikan melalui *Analytics Dashboard* guna mendukung pemantauan perkembangan anak secara berkelanjutan.



GAMBAR 2. Diagram use case untuk pemantauan dan intervensi anak dengan ASD

b) Use Case 2: Deteksi Dini dan Peringatan Perkembangan

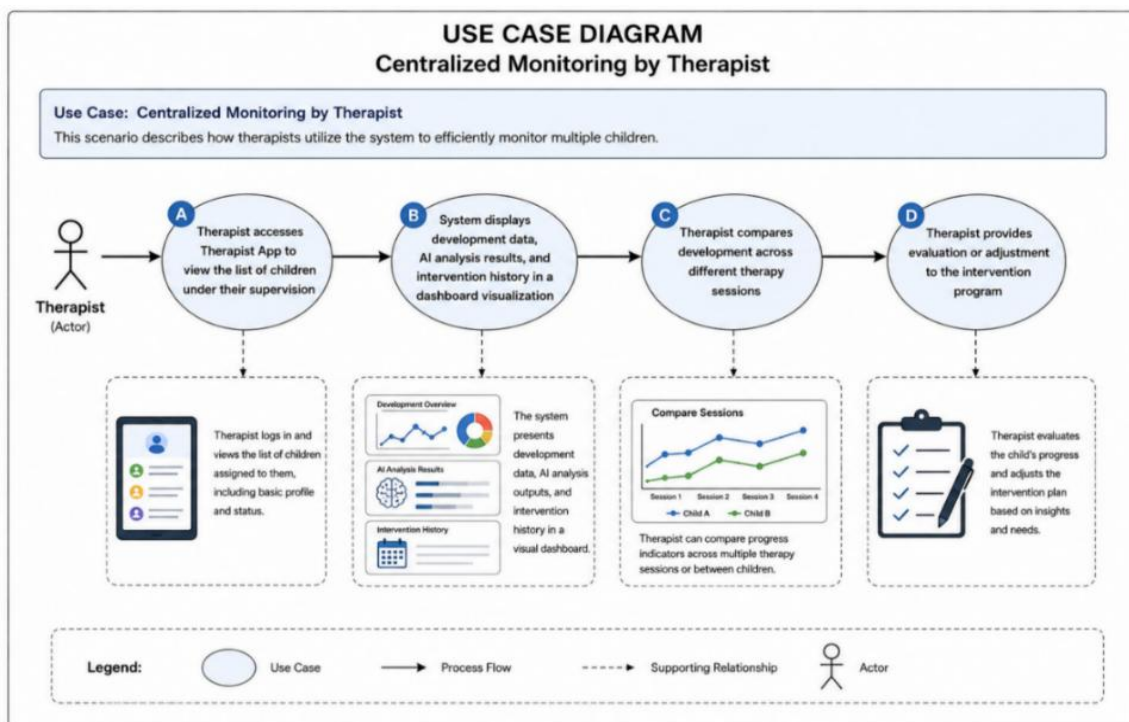


GAMBAR 3. Diagram use case untuk deteksi dini dan peringatan perkembangan

Gambar 3 menggambarkan skenario deteksi dini dan pemberian peringatan perkembangan, di mana sistem AI secara berkala menganalisis data historis perkembangan anak yang tersimpan dalam basis data untuk memantau pola perkembangan secara berkelanjutan. Selanjutnya, modul *Progress Predictor* mengidentifikasi tren perkembangan serta mendeteksi adanya stagnasi atau penurunan pada kemampuan tertentu berdasarkan hasil analisis data. Apabila ditemukan anomali atau indikasi keterlambatan perkembangan, sistem akan menghasilkan notifikasi peringatan dini yang dikirimkan kepada terapis. Berdasarkan notifikasi tersebut, terapis melakukan evaluasi terhadap kondisi anak dan dapat memperbarui atau menyesuaikan rencana intervensi sesuai dengan rekomendasi serta hasil analisis yang diberikan oleh sistem.

c) *Use Case 3: Pemantauan terpusat oleh terapis*

Pada Gambar 4 menggambarkan skenario pemantauan terpusat oleh terapis, di mana terapis menggunakan *Therapist App* untuk memantau perkembangan beberapa anak yang berada di bawah pendampingannya. Sistem menampilkan data perkembangan anak, hasil analisis berbasis AI, serta riwayat intervensi dalam bentuk visualisasi dashboard yang terintegrasi. Melalui dashboard tersebut, terapis dapat membandingkan perkembangan setiap anak pada berbagai sesi terapi untuk mengamati perubahan perilaku serta peningkatan perkembangan dari waktu ke waktu. Berdasarkan informasi tersebut, terapis dapat melakukan evaluasi dan menyesuaikan program intervensi agar lebih sesuai dengan kondisi dan kebutuhan masing-masing anak.



GAMBAR 4. Diagram use case untuk pemantauan terpusat oleh terapis

Tabel 5 merangkum skenario validasi use case, yang mencakup aktor yang terlibat, masukan yang diperlukan, aktivitas pemrosesan, keluaran yang diharapkan, serta manfaat yang dihasilkan.

TABEL 5. Skenario validasi use case

Use Case	Aktor	Masukan (Input)	Proses	Keluaran (Output)	Manfaat yang diharapkan
Pemantauan dan Intervensi	Orang Tua, Terapis	Video, Hasil Observasi	Analisis AI dan Validasi	Rekomendasi Intervensi	Dukungan intervensi yang dipersonalisasi
Peringatan Dini	AI, Terapis	Data Historis	Prediksi Perkembangan	Notifikasi Peringatan	Intervensi dini
Pemantauan oleh Terapis	Terapis	Catatan Terapi	Analisis Dashboard	Laporan Evaluasi	Pemantauan yang lebih efektif

Tabel 5 menunjukkan arsitektur yang diusulkan mendukung beberapa proses utama dalam intervensi ASD meliputi pemantauan berbasis AI, deteksi dini dan peringatan perkembangan, serta pemantauan terpusat oleh terapis. Setiap skenario use case menunjukkan interaksi antara pengguna, modul AI, dan komponen sistem dalam menghasilkan keluaran yang bermakna untuk mendukung pelaksanaan kegiatan intervensi.

Hasil demonstrasi menunjukkan bahwa arsitektur yang diusulkan mendukung pengumpulan data, analisis berbasis AI, validasi oleh terapis, rekomendasi intervensi, dan pemantauan perkembangan secara longitudinal. Meskipun belum divalidasi secara empiris, model ini menunjukkan konsistensi logis dan mampu memenuhi kebutuhan utama dalam pemantauan dan intervensi ASD.

### 3.6. Diskusi

Arsitektur yang diusulkan menunjukkan potensi untuk mendukung pemantauan dan rekomendasi intervensi anak dengan ASD di Indonesia, seiring dengan meningkatnya ketersediaan infrastruktur digital, penggunaan smartphone, dan layanan telehealth. Melalui integrasi pengelolaan data secara terpusat, analisis berbasis AI, serta kolaborasi antara orang tua, terapis, dan administrator, model ini menyediakan landasan bagi penyelenggaraan layanan ASD yang lebih terkoordinasi, berbasis data, dan berkelanjutan. Meskipun demikian, implementasi pada lingkungan nyata masih menghadapi tantangan, seperti keterbatasan jumlah tenaga profesional ASD, interoperabilitas antar fasilitas layanan kesehatan dan pusat terapi, serta kebutuhan infrastruktur komputasi yang memadai untuk mendukung implementasi dalam skala besar.

Meskipun AI menawarkan peluang untuk meningkatkan proses pemantauan perkembangan dan penyusunan rekomendasi intervensi, hasil yang dihasilkan tetap dipengaruhi oleh kualitas data, potensi model bias, serta kemungkinan terjadinya kesalahan prediksi. Oleh karena itu, arsitektur yang diusulkan menerapkan mekanisme *therapist-in-the-loop*, sehingga AI berperan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan (*decision support tool*) dan bukan sebagai pengganti keputusan klinis yang dilakukan oleh tenaga profesional.

Mengingat sistem mengelola data yang bersifat sangat sensitif, seperti data kesehatan anak, hasil diagnosis, rekaman perilaku, citra atau video wajah, serta rekaman suara, arsitektur ini juga dirancang dengan memperhatikan aspek keamanan, privasi, dan tata kelola data. Mekanisme yang diusulkan meliputi persetujuan orang tua (*parental consent*) sebelum pengumpulan data, kontrol akses berbasis peran (*Role-Based Access Control/RBAC*), enkripsi data baik selama transmisi maupun saat penyimpanan (*data in transit* dan *data at rest*), audit trail untuk mencatat seluruh aktivitas akses dan perubahan data, serta penerapan data governance guna menjamin integritas, kerahasiaan, dan akuntabilitas pengelolaan data. Sebagai arsitektur konseptual, rancangan ini disusun dengan mengacu pada prinsip-prinsip perlindungan data kesehatan yang diakui secara internasional, seperti *Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)*, serta selaras dengan Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Perlindungan Data Pribadi (*UU PDP*) di Indonesia. Dengan demikian, kepatuhan terhadap regulasi diposisikan sebagai prinsip desain yang menjadi dasar pengembangan sistem pada tahap implementasi.

Karena penelitian ini masih berada pada tahap perancangan konseptual, penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada pengembangan prototipe, validasi oleh pakar, evaluasi usability, pengujian interoperabilitas, serta pengujian empiris menggunakan data nyata dari layanan intervensi ASD untuk mengevaluasi kepraktisan, keamanan, dan efektivitas model yang diusulkan.

## 4. KESIMPULAN

Studi ini mengusulkan arsitektur sistem informasi terintegrasi AI konseptual sebagai artefak desain untuk mendukung pemantauan dan intervensi anak-anak dengan ASD. Model yang diusulkan memberikan kerangka kerja terpadu untuk mengintegrasikan manajemen data terkait ASD, dukungan pengambilan keputusan berbasis AI, dan pemantauan longitudinal dalam satu ekosistem informasi. Sebagai arsitektur konseptual, model ini menyediakan dasar untuk pengembangan prototipe di masa mendatang, manajemen data ASD terintegrasi, dan perencanaan intervensi berbasis AI. Namun, model yang diusulkan belum menjalani implementasi prototipe, validasi ahli, atau evaluasi empiris, dan oleh karena itu belum ada klaim mengenai efektivitas intervensi yang dapat dibuat pada tahap ini. Penelitian selanjutnya harus fokus pada pengembangan prototipe, penilaian kegunaan, validasi ahli yang melibatkan orang tua, terapis, dan profesional klinis, serta evaluasi empiris dalam lingkungan dunia nyata. Lebih lanjut, adopsi di tingkat institusional atau nasional akan memerlukan studi implementasi tambahan, penilaian tata kelola, tinjauan privasi dan keamanan, dan evaluasi kepatuhan peraturan untuk memastikan penerapan yang aman dan berkelanjutan.

## REFERENSI

- [1] Mediakom Kemenkes RI, "Anak-Anak Luar Biasa," Mar. 2023. [Online]. Available: [https://kemkes.go.id/app\\_asset/file\\_content\\_download/171090786265fa61d67ff2e9.83516065.pdf](https://kemkes.go.id/app_asset/file_content_download/171090786265fa61d67ff2e9.83516065.pdf)
- [2] S. Zhang, "AI-assisted early screening, diagnosis, and intervention for autism in young children," *Front. Psychiatry*, vol. 16, Apr. 2025, doi: 10.3389/fpsy.2025.1513809.

- [3] V. R. I and Z. Hussain, "Early Detection of Developmental Delays: The Role of Artificial Intelligence in Transforming Pediatric Care," *International Journal For Multidisciplinary Research*, vol. 7, no. 2, Mar. 2025, doi: 10.36948/ijfmr.2025.v07i02.39950.
- [4] A. Abdul-kareem, Z. Fayed, S. Rady, S. Amin, and B. Nema, "Advances in Decision Support Systems' design aspects: architecture, applications, and methods," *International Journal of Intelligent Computing and Information Sciences*, vol. 23, no. 2, pp. 74–104, Jun. 2023, doi: 10.21608/ijicis.2023.160460.1216.
- [5] Julia Maria Van Tiel, *Anakku Gifted Terlambat Bicara*. 2016.
- [6] R. S. Dhariyal, V. Kimothi, and S. Singh, "A Review on Autism," *Research Journal of Pharmacology and Pharmacodynamics*, vol. 11, no. 2, p. 76, 2019, doi: 10.5958/2321-5836.2019.00013.2.
- [7] R. M. Botelho, A. L. M. Silva, and A. U. Borbely, "The Autism Spectrum Disorder and Its Possible Origins in Pregnancy," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 21, no. 3, p. 244, Feb. 2024, doi: 10.3390/ijerph21030244.
- [8] R. A. J. de Belen, T. Bednarz, A. Sowmya, and D. Del Favero, "Computer vision in autism spectrum disorder research: a systematic review of published studies from 2009 to 2019," *Transl. Psychiatry*, vol. 10, no. 1, p. 333, Sep. 2020, doi: 10.1038/s41398-020-01015-w.
- [9] D. U. Reddy, K. V. P. Kumar, B. Ramakrishna, and U. G. Sankar, "Development of computer vision based assistive software for accurate analysis of autistic child stereotypic behavior," in *2023 International Conference on Recent Advances in Electrical, Electronics, Ubiquitous Communication, and Computational Intelligence (RAEEUCCI)*, IEEE, Apr. 2023, pp. 1–5. doi: 10.1109/RAEEUCCI57140.2023.10134091.
- [10] K. Xu, B. Ji, Z. Wang, J. Liu, and H. Liu, "An Auxiliary Screening System for Autism Spectrum Disorder Based on Emotion and Attention Analysis," in *2020 IEEE International Conference on SMC*, IEEE, Oct. 2020, pp. 2299–2304. doi: 10.1109/SMC42975.2020.9283365.
- [11] L. A. LeBlanc, K. B. Geiger, R. A. Sautter, and T. M. Sidener, "Using the Natural Language Paradigm (NLP) to increase vocalizations of older adults with cognitive impairments," *Res. Dev. Disabil.*, vol. 28, no. 4, pp. 437–444, Jul. 2007, doi: 10.1016/j.ridd.2006.06.004.
- [12] H. MacFarlane, A. C. Salem, L. Chen, M. Asgari, and E. Fombonne, "Combining voice and language features improves automated autism detection," *Autism Research*, vol. 15, no. 7, pp. 1288–1300, Jul. 2022, doi: 10.1002/aur.2733.
- [13] N. M. Alzrayer, R. Aldabas, A. Alhossein, and H. Alharthi, "Naturalistic teaching approach to develop spontaneous vocalizations and augmented communication in children with autism spectrum disorder," *Augmentative and Alternative Communication*, vol. 37, no. 1, pp. 14–24, Jan. 2021, doi: 10.1080/07434618.2021.1881825.
- [14] K. E. Laski, M. H. Charlop, and L. Schreibman, "Training Parents to Use The Natural Language Paradigm to Increase Their Autistic Children's Speech," *J. Appl. Behav. Anal.*, vol. 21, no. 4, pp. 391–400, Dec. 1988, doi: 10.1901/jaba.1988.21-391.
- [15] S. Pandya, S. Jain, and J. P. Verma, "AI based Classification for Autism Spectrum Disorder Detection using Video Analysis," in *2022 IEEE Bombay Section Signature Conference (IBSSC)*, IEEE, Dec. 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/IBSSC56953.2022.10037438.
- [16] M. T. Ali et al., "A personalized classification of behavioral severity of autism spectrum disorder using a comprehensive machine learning framework," *Sci. Rep.*, vol. 13, no. 1, p. 17048, Oct. 2023, doi: 10.1038/s41598-023-43478-z.
- [17] S. Fiza, S. MP, and G. Shukla, "Predictive Analytics and AI for Early Diagnosis and Intervention in Autism Spectrum Disorders," *IEEE*, Dec. 2023, pp. 1–8. doi: 10.1109/ICTBIG59752.2023.10456267.
- [18] N. Xing, "Artificial Intelligence to support Children with Autism," *Journal of AI-Powered Medical Innovations (International online ISSN 3078-1930)*, vol. 2, no. 1, pp. 31–43, Oct. 2024, doi: 10.60087/vol2iissue1.p43.

- [19] J. SHI, “The Application of AI as Reinforcement in the Intervention for Children With Autism Spectrum Disorders (ASD),” *J. Educ. Develop. Psychol.*, vol. 9, no. 2, p. 17, Jun. 2019, doi: 10.5539/jedp.v9n2p17.
- [20] P. Anagnostopoulou, V. Alexandropoulou, G. Lorentzou, A. Lykothanasi, P. Ntaountaki, and A. Drigas, “Artificial Intelligence in Autism Assessment,” *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, vol. 15, no. 06, p. 95, Mar. 2020, doi: 10.3991/ijet.v15i06.11231.
- [21] N. Wankhede et al., “Leveraging AI for the diagnosis and treatment of autism spectrum disorder: Current trends and future prospects,” *Asian J. Psychiatr.*, vol. 101, p. 104241, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.ajp.2024.104241.
- [22] R. Pandey, N. Maurya, P. Maurya, and P. Saxena, “Predictive approach for Autism Detection using Computer Vision and Deep Learning,” in *2024 MITADTSoCiCon*, IEEE, Apr. 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/MITADTSoCiCon60330.2024.10575142.
- [23] P. Mittal et al., “Effect of immersive virtual reality-based training on cognitive, social, and emotional skills in children and adolescents with autism spectrum disorder: A meta-analysis of randomized controlled trials,” *Res. Dev. Disabil.*, vol. 151, p. 104771, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.ridd.2024.104771.
- [24] H. H. S. Ip et al., “Enhance emotional and social adaptation skills for children with autism spectrum disorder: A virtual reality enabled approach,” *Comput. Educ.*, vol. 117, pp. 1–15, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2017.09.010.
- [25] N. Didehbani, T. Allen, M. Kandalaf, D. Krawczyk, and S. Chapman, “Virtual Reality Social Cognition Training for children with high functioning autism,” *Comput. Human Behav.*, vol. 62, pp. 703–711, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.chb.2016.04.033.
- [26] L. Billeci et al., “An Integrated Approach for the Monitoring of Brain and Autonomic Response of Children with Autism Spectrum Disorders during Treatment by Wearable Technologies,” *Front. Neurosci.*, vol. 10, Jun. 2016, doi: 10.3389/fnins.2016.00276.
- [27] R. Rahman, M. Samiun, N. Mohammad, M. Prabha, and A. M. Zaman, “Wearable Technology for Real-Time Monitoring of Stress and Behavior in Autistic Individuals in the USA,” *Journal of Management World*, vol. 2025, no. 2, pp. 70–77, Jan. 2025, doi: 10.53935/jomw.v2024i4.869.
- [28] D. Ahuja, A. Sarkar, S. Chandra, and P. Kumar, “Wearable technology for monitoring behavioral and physiological responses in children with autism spectrum disorder: A literature review,” *Technol. Disabil.*, vol. 34, no. 2, pp. 69–84, May 2022, doi: 10.3233/TAD-210349.
- [29] A. Robaczewski, J. Bouchard, K. Bouchard, and S. Gaboury, “Socially Assistive Robots: The Specific Case of the NAO,” *Int. J. Soc. Robot.*, vol. 13, no. 4, pp. 795–831, Jul. 2021, doi: 10.1007/s12369-020-00664-7.
- [30] J. Guggemos, S. Seufert, and S. Sonderegger, “Humanoid robots in higher education: Evaluating the acceptance of Pepper in the context of an academic writing course using the UTAUT,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 51, no. 5, pp. 1864–1883, Sep. 2020, doi: 10.1111/bjet.13006.
- [31] K. Peffers, T. Tuunanen, M. A. Rothenberger, and S. Chatterjee, “A Design Science Research Methodology for Information Systems Research,” *Journal of Management Information Systems*, vol. 24, no. 3, pp. 45–77, Dec. 2007, doi: 10.2753/MIS0742-122240302