

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Game* Edukasi

Fullerton (2024, h.506) menyatakan bahwa *game* edukasi adalah permainan yang dibuat interaktif untuk mengedukasi pemain dengan cara yang lebih menyenangkan. Jenis *game* ini biasanya menargetkan ke anak-anak, namun tidak menutup kemungkinan untuk di targetkan ke orang dewasa. *Game* edukasi juga dapat membantu dalam pengembangan keterampilan dan pemecahan masalah. *Game* edukasi sendiri dirancang secara khusus untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu, dengan menggunakan mekanisme *game* seperti poin, *feedback*, hingga alur tantangan yang semakin sulit untuk memotivasi pengguna dalam belajar. Hal ini sejalan dengan perancangan UI/UX *game* aritmatika yang mengutamakan progres belajar anak secara bertahap melalui mekanisme yang konsisten dan dapat diprediksi menjadikan *game* edukasi menjadi lebih inklusif dan efektif bagi anak penyandang autisme.

2.1.1 *User Experience*

User Experience (UX) adalah persepsi dan respons yang dilakukan oleh pengguna saat berinteraksi dengan sebuah produk atau sistem. ISO 9241-210 (2019) menekankan, UX juga melibatkan emosi, preferensi, kenyamanan, hingga perilaku pengguna sebelum, saat, dan sesudah berinteraksi dengan produk atau sistem tersebut.

Dalam perkembangan *game* edukasi untuk anak penyandang autisme, dengan karakteristik kognitif dan sensoris yang unik menjadikan UX sebagai hal yang sangat penting. Alur interaksi yang mudah diprediksi, konsistensi dari tiap halaman, respons cepat dari sistem dan minimnya fitur atau elemen menjadi prinsip yang dapat diutamakan untuk *user experience* yang baik. Oleh karena itu, perancangan UX dalam *game* aritmatika harus mempertimbangkan kebutuhan kognitif dan sensoris anak dengan kebutuhan

khusus autisme, melalui alur interaksi yang konsisten, respons cepat, dan tampilan yang minim distraksi dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih nyaman, inklusif, dan efektif.

2.1.1.1 Applied Behaviour Analysis

Applied Behaviour Analysis (ABA) adalah metodologi instruksional yang menggunakan prinsip-prinsip psikologis yang bersumber dari teori belajar untuk memodifikasi perilaku yang umumnya terdapat pada anak penyandang autisme. Putri & Saidah (2024) menyatakan, metode ABA efektif untuk digunakan kepada subjek dengan kebutuhan khusus autisme, metode ini akan memecahkan setiap keahlian yang rumit menjadi bagian yang kecil agar mudah untuk dipelajari dan dipahami. Dalam ABA terdapat teknik utama, yakni *Discrete Trial Training* (DTT) yang dikembangkan oleh Lovaas. DTT menggunakan struktur pembelajaran yang singkat, jelas, berulang, dan telah dipecah menjadi bagian-bagian yang kecil. Tak hanya itu, dalam DTT juga terdapat prinsip *prompt*, yakni bantuan atau sebuah petunjuk visual yang diberikan agar anak dapat merespons dengan benar. Kemudian terdapat juga *prompt fading* (*Stimulus Fading*), yakni mengurangi bantuan secara bertahap agar anak mampu merespons secara mandiri tanpa memerlukan bantuan apa pun (Cooper et al, 2020, h.448–451).

Melalui integrasi metode ini ke dalam perancangan level *game*, pemain diajak untuk mengasah kemampuan dan mengembangkan perilakunya secara bertahap. Materi pembelajaran yang sulit dipecah menjadi bagian-bagian kecil agar pemain dapat memahami materi tersebut dengan baik. Proses ini diulang secara konsisten hingga pemain telah menguasai materi sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Selain itu, prinsip *prompt fading* juga diterapkan untuk menciptakan progresif level yang halus, mulai dari tingkat yang mudah hingga ke tingkatan yang lebih menantang.

2.1.1.2 *Reward Mechanism*

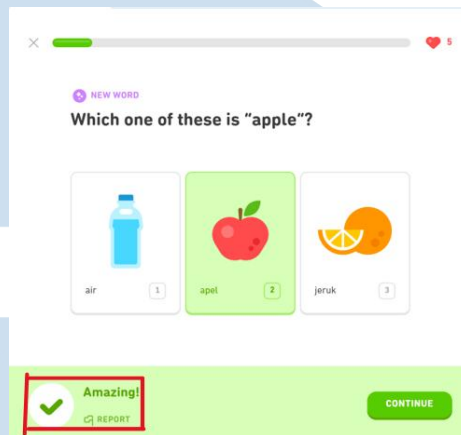
Reward mechanism adalah komponen krusial dalam *game* edukasi, *reward* berfungsi untuk memotivasi pemain agar terus terlibat dan menyelesaikan tantangan dalam permainan. Schell (2020, h.231-233) menyatakan bahwa pemain ingin diberikan penilaian, namun bukan sembarang penilaian melainkan penilaian yang menguntungkan dan menyenangkan pemain. Oleh karena itu *reward* menjadi sangat penting untuk memenuhi keinginan pemain dan sebagai indikator untuk memberi tahu bahwa pemain telah melakukannya dengan baik, hal ini sejalan dengan perancangan UX yang baik dalam memberikan *feedback* dan motivasi kepada pemainnya.

Reward mechanism yang digunakan biasanya beragam mulai dari *praise* hingga memberikan sebuah hadiah, hadiah tersebut dapat berupa uang atau token yang dapat ditukarkan dengan objek yang diinginkan oleh pemain dalam *game*. Sejalan dengan teori ABA terkait penggunaan *token economy* yang dapat menjadi motivasi bagi anak dalam bermain agar dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Selain itu, dengan adanya token ini, anak juga diajarkan terkait *value* dari token tersebut, hal ini dapat menjadi langkah bagi anak penyandang autisme dalam memahami logika dasar dari sistem transaksi (ICEP Europe, 2013; Cooper et al. 2020).

1. *Praise*

Praise merupakan salah satu bagian paling sederhana dari *rewards*, seperti kalimat langsung, *sound effect* yang spesial, atau bahkan yang memuji pemain secara langsung karena telah melakukan pekerjaannya dengan baik (Schell, 2020, h.231–232). Dengan adanya elemen *praise* pemain tidak hanya akan merasa di perhatikan, namun pemain juga

akan merasa termotivasi dan mengetahui apa yang harus dilakukan dan apa yang tidak boleh dilakukan.



Gambar 2.1 Contoh *Praise*
Sumber: <https://www.duolingo.com/lesson>

Gambar tersebut merupakan contoh dari *praise*, *praise* dalam gambar berupa kata “*Amazing!*” yang memiliki arti mengagumkan. Dengan adanya kata seperti “*Amazing!*” pemain lebih termotivasi untuk bermain serta kata “*Amazing!*” juga dapat menjadi indikator *feedback* atas aksi yang dilakukan oleh pemain. Indikator ini akan diterapkan dalam perancangan UX yang baik agar dapat memberikan pengalaman pengguna yang baik. Selain itu, kehadiran sistem *praise* ini berfungsi sebagai umpan balik (*feedback*) instan yang membantu pemain memahami hubungan sebab-akibat dari setiap tindakan atau keputusan yang mereka ambil di dalam *game*.

2. Status

Status seperti peringkat pada *leaderboard*, pencapaian khusus, atau hal lain dapat menjadi salah satu hal yang diinginkan oleh pemain, terutama bagi pemain yang memiliki jiwa kompetitif (Schell, 2020 h.233). Melalui

visualisasi status ini, anak penyandang autisme dapat merasa termotivasi untuk terus menyelesaikan tantangan dan memperbaiki performa belajar mereka di dalam *game*.

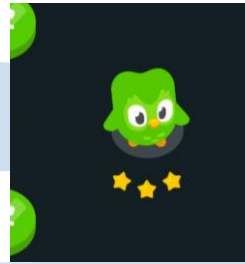


Gambar 2.2 Contoh Status
Sumber: Duolingo APP

Status dalam gambar dapat terlihat dari *leaderboard*, dengan adanya status seperti *leaderboard* pemain akan lebih termotivasi untuk menyelesaikan tiap tantangan yang ada dalam permainan untuk mendapatkan peringkat atas.

3. *Completion*

Completion memiliki arti semua tujuan dalam sebuah *game* terselesaikan, dengan mencapai *completion* pemain akan merasa puas atas usaha yang dikeluarkan (Schell, 2020 h.233). Contoh dari *completion* dapat berupa bintang ataupun *badge* yang didapatkan setelah menyelesaikan tantangan tertentu. Prinsip *completion* ini diintegrasikan ke dalam *game* dalam bentuk visual halaman hasil akhir berisikan tiga buah bintang sebagai indikator bahwa siswa penyandang autisme telah melakukan tugasnya dengan baik dan benar tanpa melakukan kesalahan. Penerapan prinsip ini dapat memberikan motivasi dan kepuasan kepada pemain karena telah menyelesaikan permainan dengan baik.



Gambar 2.3 Contoh *Completion*
Sumber: Duolingo APPS

2.1.1.3 *Progress Tracking*

Progress tracking adalah komponen atau fitur yang terdapat dalam *game* untuk melacak kemajuan dan mengidentifikasi tugas-tugas yang tersisa untuk mencapai kemenangan (Schell, 2020, h.258). *Progress Tracking* juga berguna untuk memberikan motivasi kepada pemain, bahwa pemain telah berprogress dan dapat menyelesaikan permainan dengan baik. Selain memberikan manfaat bagi pemain, fitur *progress tracking* juga dapat diintegrasikan ke dalam perancangan antarmuka khusus berupa halaman *dashboard* pantauan untuk orang tua dan guru. Implementasi prinsip ini bertujuan untuk memberikan visualisasi data perkembangan belajar anak penyandang autisme secara berkala, sehingga mempermudah para pendidik maupun wali dalam mengevaluasi proses pemahaman anak secara praktis



Gambar 2.4 Contoh *Progress Tracking*
Sumber: <https://www.duolingo.com/lesson>

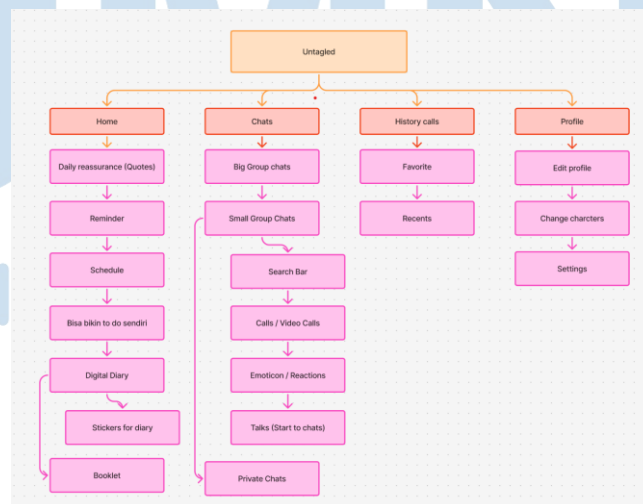
2.1.1.4 *User Persona*

User persona merupakan salah satu elemen yang krusial dalam merancang suatu media, *user persona* digunakan untuk membantu desainer memahami target lebih dalam. *User persona* merupakan representasi fiktif yang realistis mengenai pengguna yang berisikan biodata diri, lingkungan, detail dari psikologis, tujuan dan

juga segmen (Saleh & Kusuma, 2022). *User persona* dalam penelitian ini didasarkan pada karakteristik siswa penyandang autisme, yang berfungsi sebagai acuan agar seluruh proses perancangan menjadi lebih terstruktur dan berpusat pada kebutuhan pengguna. Melalui *user persona*, pemahaman terkait latar belakang, preferensi visual, hingga motivasi di balik setiap perilaku anak dapat dilakukan secara mendalam.

2.1.1.5 Information Architecture

Information architecture (IA) adalah metode pengorganisasian, penataan, dan penamaan suatu isi konten serta navigasi dalam aplikasi. Salah satu alat utama dalam IA adalah *sitemap*, yakni representasi visual hierarkis dari setiap halaman pada aplikasi. *Sitemap* yang bersifat linear dan sederhana dapat membuat aplikasi menjadi lebih mudah diprediksi dan konsisten sehingga anak penyandang autisme dapat lebih mudah menjelajahi isi *game* (Pavlov, 2014). Oleh karena itu, perancangan *site map* dilakukan secara linear dengan membatasi percabangan yang rumit dan menghilangkan penggunaan navigasi *bar*, sehingga perpindahan antar halaman menjadi lebih mudah diprediksi dan dipahami oleh anak penyandang autisme



Gambar 2.5 Contoh *Information Architecture*

2.1.1.6 Prototype

Prototype adalah representasi awal dari suatu produk yang akan digunakan untuk melakukan eksplorasi, pengujian, dan pengembangan secara penuh (Kirjavainen et al., 2023). *Prototype* memiliki dua jenis tingkatan, yakni *low fidelity* dan *high fidelity*, *low fidelity* merupakan bentuk representasi berupa coretan di kertas yang berguna sebagai bahan eksplorasi ide, sedangkan *high fidelity* yang merupakan sebutan untuk *prototype* yang mendekati dengan tampilan produk final *Prototype* juga digunakan untuk mengumpulkan *insight* dan mengurangi risiko kesalahan fatal pada aplikasi *game*.

2.1.2 User Interface

Deacon (2020) menyatakan bahwa *User Interface* (UI) adalah tampilan visual yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan suatu perangkat baik perangkat lunak maupun keras. UI sendiri terbagi menjadi empat elemen utama yaitu: *Usability*, *Visualization*, *Functionality* dan *Accessibility*. Deacon (2020) juga menekankan bahwa untuk mengetahui empat elemen utama tersebut, diperlukan target pengguna yang tepat. Hal ini sejalan dengan prinsip *user-centered design* yang menempatkan pengguna sebagai tumpuan utama dalam merancang tampilan pada perangkat. Pavlov (2014) dalam jurnalnya yang berjudul "User Interface for People with Autism Spectrum Disorders", menegaskan beberapa persyaratan yang diperlukan untuk merancang *user interface* yang baik untuk anak autisme. Berikut adalah tabel mengenai persyaratan yang harus dilakukan dalam merancang *user interface* yang inklusif untuk penyandang autisme.

Tabel 2.1 Tabel Aturan Umum

No.	Aturan
1	Setiap ide harus disertai dengan kata-kata.
2	Gambar dan kata-kata harus diletakkan berdampingan.
3	Gambar harus terlihat jelas dan mudah dipahami.
4	Gambar dapat berupa sketsa, foto atau gambar lainnya.
5	Gambar dapat diletakkan di sebelah kiri.

6	Gambar dapat di buat sebesar mungkin.
7	Kata-kata harus mudah dipahami.
8	Jika menggunakan kata yang sulit maka jelaskanlah artinya dengan kata yang sederhana.
9	Kata-kata dapat diletakkan di sebelah kanan.
10	Kata-kata harus ditulis dengan jelas (<i>font</i> yang baik).
11	Kata-kata harus ditulis dengan <i>font</i> yang besar setidaknya 14 pt.
12	Setiap kalimat harus di buat sesingkat mungkin lebih dari 15 kata akan sulit untuk dibaca.

Sumber: Pavlov (2014)

Dalam jurnal yang sama ditemukan juga laporan yang dibuat oleh Freyhoff, Hess, Kerr, Tronbacke dan Van Der Veken. Dalam laporan tersebut terdapat beberapa tambahan rekomendasi *layout* yang dapat digunakan untuk membuat perancangan *user interface* lebih inklusif. Berikut adalah tabel rekomendasi *layout* berdasarkan isi yang telah dirangkum oleh Pavlov (2014).

Tabel 2.2 Tabel Rekomendasi *Layout*

No.	Rekomendasi <i>Layout</i>
1	Jangan pernah menggunakan gambar sebagai <i>background</i> tulisan, hal ini dapat membuat tulisan sulit dibaca
2	Buat kalimat menjadi satu baris pendek
3	Jangan terlalu banyak informasi di dalam satu halaman dan perhatikan alur bacanya (<i>sequence</i>)
4	Gunakan maksimal 2 jenis <i>typeface</i>
5	Menggunakan ukuran <i>font</i> yang besar dengan minimal 14 pt
6	Jangan menggunakan <i>block capital</i> dan <i>italic</i> untuk penekanan, melainkan gunakanlah <i>bold</i> dan <i>underline</i> .
7	Pastikan gambar yang digunakan adalah kualitas yang baik
8	Jangan menggunakan warna kalimat yang terang di latar gelap, melainkan gunakanlah tulisan yang gelap di latar yang terang.
9	Gunakan warna untuk gambar, kotak, dan sebagainya.
10	Gunakan <i>headings</i> .
11	Untuk tanggal harus menggunakan format "Sabtu, 26 September 1998".

12	Selalu gunakan numerik dan bukan tulisan - contohnya, 3, 67, 239.
13	Jangan menggunakan angka romawi
14	Jangan menggunakan format justifikasi pada teks bagian kanan
15	Jangan memenggal kata

Sumber: Pavlov (2014)

Pavlov (2014) dalam jurnalnya juga memberikan rekomendasi UI untuk anak autisme. Rekomendasi yang dijabarkan telah mengikuti panduan yang ditetapkan oleh World Wide Web Consortium (W3C). Rekomendasi akan dibagi menjadi empat kategori yang meliputi *presentation*, *navigation and page loading*, *interaction*, dan *personalization*. Berikut adalah penjabaran dari tiap kategori:

1. *Presentation*

Presentation dalam UI merujuk pada keseluruhan representasi visual dan estetika, seperti tata letak, tipografi, serta skema warna yang membentuk cara informasi disampaikan kepada pengguna. *Presentation* merupakan bagian yang krusial dalam perancangan UI untuk siswa autisme. Hal ini dikarenakan, *presentation* merupakan jembatan komunikasi visual antara perancang dengan pengguna. Berikut adalah tabel *do* dan *do not* dalam merancang aspek UI kategori *presentation*.

Tabel 2.3 Tabel *Do* dan *Do Not presentation*

No.	Do	Do Not
1	Menggunakan kontras yang baik sebagai pemisah antara <i>font</i> dan latar belakang	Jangan menggunakan warna yang terlalu terang
2	Gunakan warna yang lembut dan ringan	Jangan menggunakan foto sebagai <i>background</i>
3	Tampilkan tulisan dalam satu <i>column</i>	Pastikan foto transparan tidak menimpa tulisan
4	Gunakan gambar yang sederhana	Tidak ada elemen yang menonjol secara berlebihan

5	Gunakan <i>font sans-serif</i>	Jangan menggunakan <i>scrolling</i> format horizontal
---	--------------------------------	---

Sumber: Pavlov (2014)

2. *Navigation and Page Loading*

Navigation merupakan sebuah sistem pemandu dalam sebuah aplikasi yang dapat membantu perpindahan pengguna antar-layar secara terstruktur dan sistematis. Sementara itu, *page loading* merupakan fase teknis saat sistem sedang memproses informasi untuk menyajikan halaman baru atau lain. Kedua hal ini merupakan bagian yang penting dalam perancangan UI yang inklusif untuk siswa autisme, dengan adanya indikator progres yang memiliki visual dapat membantu dan menenangkan pengguna bahwa aplikasi tetap berfungsi dengan baik. Berikut adalah tabel *do* dan *do not* dalam merancang aspek UI kategori *navigation and page loading*.

Tabel 2.4 Tabel *Do* dan *Do Not Navigation and Page Loading*

No.	Do	Do Not
1	Pastikan halaman terlihat sederhana dengan navigasi yang jelas	Jangan menggunakan menu yang terlalu kompleks atau rumit
2	Pastikan pengguna tahu tempat dia berada	-
3	Pastikan ada tombol <i>search</i>	-
4	Halaman harus <i>load</i> dengan cepat	-
5	Gunakan visual sebagai indikator untuk halaman yang memakan waktu banyak	-
6	Memiliki tombol bantuan	-

Sumber: Pavlov (2014)

3. *Interaction*

Interaction merupakan dialog dinamis atau pertukaran aksi dan reaksi antara pengguna dengan perangkat yang dituju. Tampilan UI *interaction* harus dirancang secara sederhana agar siswa dapat

meminimalisir kebingungan. Berikut adalah tabel *do* dan *do not* dalam merancang aspek UI kategori *interaction*.

Tabel 2.5 Tabel *Do* dan *Do Not Interaction*

No.	Do	Do Not
1	Pastikan halaman terlihat sederhana dengan elemen yang tidak terlalu banyak	Jangan gunakan tampilan yang berantakan
2	Coba untuk memiliki satu <i>toolbar</i>	Jangan gunakan ikon dengan warna yang beragam
3	Gunakan ikon dan tulisan yang jelas dan besar	Jangan gunakan tombol dengan ikon saja, kecuali untuk ikon yang sudah di kenal, seperti tombol kembali, jeda, dan sebagainya
4	Berikan tutorial singkat untuk tiap hal baru	-

Sumber: Pavlov (2014)

4. *Personalization*

Personalization merupakan penyesuaian tampilan, fitur, atau pengalaman pengguna guna menyelaraskan sistem dengan kebutuhan serta preferensi unik setiap individu. Berikut adalah beberapa *personalization* yang dapat dilakukan.:

Tabel 2.6 Tabel *Personalization*

No.	Allow Personalization
1	Jenis <i>font</i> dan ukuran
2	<i>Line-Spacing</i>
3	Tema untuk latar belakang tulisan dan warna teks utama

Sumber: Pavlov (2014)

Guideline Pavlov (2014) juga telah diujicobakan dalam penelitian yang dilakukan oleh Pavlov dan timnya (2016). Dalam penelitian tersebut, sebuah perancangan *Open Book* di buat dengan menggunakan standar dari *Guidelines* Pavlov (2014). Penelitian tersebut mendapati hasil bahwa *Open*

Book yang dirancang khusus untuk penyandang autisme lebih disukai dibanding dengan *Open Book* yang tidak dirancang khusus.

Groba et al (2021), dalam jurnalnya yang berjudul “Stakeholder Perspectives to Support Graphical User Interface Design for Children with Autism Spectrum Disorder: A Qualitative Study” memberikan beberapa hal yang harus diperhatikan dalam mendesain UI untuk anak berkebutuhan khusus autisme. Berikut adalah tabel penjabarannya:

Tabel 2.7 Tabel Rekomendasi

No.	Rekomendasi
1	Aplikasi apa pun harus dapat mendukung <i>customisation</i> .
2	Jangan menggunakan visual yang terlalu rumit agar perhatian anak tidak terganggu.
3	Selalu menggunakan penuh area kosong dalam aplikasi.
4	Struktur terarah sesuai cara membaca (kiri – kanan) atau bersifat horizontal.
5	Informasi dalam bentuk visual lebih efektif dibandingkan informasi secara verbal.
6	Mengombinasikan ikon atau simbol yang digunakan dengan keterangannya dalam bentuk kata – kata, kata – kata dapat diletakkan di bawah ikon atau simbol.
7	Menggunakan <i>synthesised voice</i> direkomendasikan.
8	Warna merah pada <i>button</i> digunakan untuk aksi keluar atau kembali ke halaman sebelumnya.
9	Warna kuning pada <i>button</i> digunakan untuk instruksi aktivitas yang berbeda.
10	Warna hijau pada <i>button</i> digunakan untuk tombol bantuan.

Sumber: Groba et al (2021)

Panduan antarmuka pengguna (UI) dari Pavlov (2014) serta Groba et al. (2021) digunakan sebagai acuan dasar dalam merancang visual yang adaptif bagi siswa autisme. Melalui penerapan integratif dari pedoman tersebut, perancangan UI dapat lebih inklusif, terarah, dan terstruktur dengan mempertimbangkan berbagai rekomendasi yang telah dirumuskan oleh para peneliti terdahulu.

2.2 System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) adalah instrumen pengukuran *usability* yang dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan dipublikasikan pada tahun 1996. SUS dirancang untuk dapat dengan cepat dan mudah digunakan dalam menilai suatu *usability* sistem digital (Brooke, 1996). Instrumen ini terdiri dari 10 butir pernyataan dengan skala respons *likert* satu hingga lima, setelah itu hasil akhir akan dikonversi ke dalam rentang 0 – 100.

Sepuluh butir pertanyaan SUS terdiri atas pernyataan positif dan pernyataan negatif. Pernyataan positif berada pada nomor 1, 3, 5, 7, 9, dan pernyataan negatif berada pada nomor 2, 4, 6, 8, 10. Pernyataan disusun secara bergantian (positif – negatif – positif – negatif) untuk menghindari respons yang bias. Interpretasi skor SUS mengacu pada kategori yang telah ditetapkan, sebuah sistem digital dinyatakan berhasil jika dapat mencapai minimal skor 71. Berikut adalah tabel kategori dari SUS:

Tabel 2.8 Tabel Kategori

Skor SUS	Nilai	Keterangan
>85	A	Sempurna
71—84	B	Bagus
51—70	C	Sedang
31—50	D	Kurang
<30	F	Sangat Kurang

Sumber: Bangor et al (2009)

Melalui implementasi *System Usability Scale* (SUS), pengujian dan evaluasi tingkat ketergunaan (*usability*) atau keefektifan dari hasil perancangan dapat diinterpretasikan secara lebih objektif melalui kalkulasi skor numerik yang telah distandardisasi. Selain itu, penggunaan tabel interpretasi skor *System Usability Scale* (SUS) memudahkan dalam mengklasifikasikan hasil pengujian ke dalam kategori tingkat yang jelas dan objektif.

2.3 Aritmatika

Aritmatika merupakan cabang matematika paling mendasar yang berfokus pada sifat dan manipulasi bilangan. Kemampuan aritmatika menjadi fondasi penting dalam kehidupan sehari-hari karena digunakan dalam berbagai

aktivitas, mulai dari mengukur jarak, menghitung waktu, mengelola keuangan, bahkan melakukan transaksi jual beli. Tanpa kemampuan aritmatika, seseorang akan mengalami kesulitan dalam menjalani kehidupan sosial dan ekonomi secara mandiri. Thevenot et al. (2023) menegaskan bahwa kemampuan aritmatika berkembang secara bertahap, dimulai dari operasi penjumlahan dan pengurangan yang dipelajari pada tahap awal, kemudian dilanjutkan dengan perkalian, dan terakhir pembagian seiring dengan bertambahnya kemampuan logis anak.

Dalam pendidikan anak berkebutuhan khusus, penguasaan aritmatika memiliki peran yang sangat strategis. Clements et al. (2023) menyatakan bahwa sebagian besar pembelajaran harus memperhatikan minat dan kebutuhan anak secara langsung agar sesuai dengan tingkat atau kemampuan berpikir anak. Oleh karena itu penyajian soal dalam media pembelajaran harus dibuat beragam, menarik, dan disesuaikan dengan kemampuan belajar anak, termasuk anak dengan kebutuhan khusus autisme yang memiliki kecenderungan belajar melalui pendekatan visual dan permainan.

Secara umum, terdapat empat jenis operasi dasar dalam aritmatika, yaitu penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Masing-masing operasi memiliki karakteristik serta strategi pembelajaran yang berbeda-beda, sehingga perlu dipahami secara mendalam terkait masing-masing operasi dan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa penyandang autisme.

2.3.1 Penjumlahan

Penjumlahan merupakan operasi aritmatika paling dasar yang menggabungkan dua bilangan atau lebih menjadi satu nilai total yang disebut sebagai jumlah. Simbol “+” memiliki arti bahwa angka di antara simbol tersebut harus di gabungkan menjadi satu jumlah, simbol tersebut memiliki arti tambah (Chakravarti, 1911, h.9). Secara matematis penjumlahan ditulis dalam notasi $a + b = c$, artinya bilangan a ditambah b akan menghasilkan bilangan c . Simbol “=” memiliki arti sama dengan, sehingga $2 + 3 = 5$ dapat dibaca sebagai “dua ditambah tiga sama dengan lima” (h.9).

Dalam media pembelajaran, materi penjumlahan dapat disajikan dalam berbagai bentuk. Hal ini dilakukan agar dapat lebih mudah memahami penjumlahan dengan adanya representasi visual seperti gambar benda konkret atau blok warna. Penguasaan penjumlahan merupakan fondasi yang kuat untuk dapat dilanjutkan ke jenis operasi bilangan yang lainnya, sehingga pembelajaran penjumlahan akan mencakup visual representasi objek konkret dan juga pengulangan yang terstruktur dengan penambahan tingkat kesulitan sedikit demi sedikit sesuai dengan metode Discrete Trial Training (DTT).

2.3.2 Pengurangan

Pengurangan merupakan metode untuk menemukan bilangan yang tersisa ketika bilangan terkecil dari dua bilangan dikurangkan oleh angka terbesar (Chakravarti, 1911, h.14). Simbol “-” memiliki arti bahwa angka kedua akan dikurangi atau dikurangkan oleh angka pertama. Secara matematis pengurangan ditulis sebagai $a - b = c$, artinya bilangan a dikurangi b akan menghasilkan bilangan c . Chakravarti (1920) juga menyebutkan bahwa bilangan pertama (a) adalah *minuend* dan bilangan kedua (b) adalah *subtrahend*, serta c adalah selisih atau hasil pengurangannya.

2.3.3 Perkalian

Perkalian merupakan operasi aritmatika yang secara konseptual merupakan penjumlahan berulang. Bilangan yang akan diulang disebut “dikalikan” dengan bilangan yang menunjukkan “seberapa sering” pengulangan tersebut dilakukan (Chakravarti, 1911, h.19). Contohnya, 4×3 dapat dimaknai sebagai penjumlahan dari empat sebanyak tiga kali, yaitu $4 + 4 + 4 = 12$.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk membantu siswa dalam melakukan operasi perkalian adalah dengan metode jarimatika, yakni metode berhitung yang memanfaatkan jari-jari tangan sebagai media utama. Metode ini dinilai efektif karena memanfaatkan media yang selalu tersedia, bersifat nyata, praktis, efisien, serta dapat melatih anak dalam menyeimbangkan otak kiri dan kanan (Himmah et al., 2021; Munir et al.,

2021). Penelitian yang dilakukan oleh Dewi et al. (2020) membuktikan bahwa penggunaan jarimatika berpengaruh positif terhadap kemampuan berhitung peserta didik.

Selain itu, soal cerita juga dapat digunakan dalam pembelajaran perkalian. Contohnya, “Ibu membeli 2 bungkus kue, setiap bungkus berisi 3 kue. Berapa total kue yang ibu miliki” Soal seperti ini dapat dengan mudah membantu anak dalam memahami perkalian. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Bruno et al. (2024) mengenai metode visualisasi soal cerita menjadi objek konkret dapat membantu siswa menemukan jawaban dengan benar. Salah satu metode yang diujicobakan terhadap siswa adalah metode *Equal-Groups* (EG), metode ini mengajarkan siswa untuk membuat soal cerita ke dalam bentuk visual yang dapat dihitung. Contohnya, “Aku mempunyai 2 vas bunga, masing-masing vas terdapat 3 bunga. Berapakah bunga yang aku miliki.” Dari soal cerita tersebut, siswa mulai menggambar dua vas bunga dan diisi dengan tiga bunga pada masing-masing vas, kemudian siswa akan menghitung bunga-bunga tersebut (Bruno et al., 2024).

Terdapat juga metode *Cartesian Product* (CP), siswa akan terlibat dalam aktivitas pengujian kombinasi variabel angka. Melalui metode ini, siswa akan memasang tiap garis hingga terpasang dengan sempurna dan menghitung total garis (kombinasi) yang berhasil dipasangkan.

Dalam perkalian terdapat berbagai jenis metode yang dapat diterapkan untuk membantu anak autisme dalam pembelajaran, seperti metode dasar berupa jarimatika yang dapat membantu anak dalam menghitung hanya dengan menggunakan jari. Selain itu, terdapat juga metode visualisasi yang membantu siswa dalam memahami tiap kalimat soal dengan baik. Untuk melatih kemandirian kognitif anak, prinsip *prompt fading* diintegrasikan secara linear ke dalam progres level. Pada level awal, antarmuka akan menyediakan bantuan visual yang dominan dan eksplisit. Seiring meningkatnya level permainan, bantuan visual tersebut akan dikurangi atau disederhanakan (*faded*) secara bertahap menjadi representasi

numerik yang minimalis. Pendekatan ini berfungsi sebagai stimulus terarah agar anak dapat bertransisi dari pemahaman visual menuju kemandirian berhitung tanpa merasa kebingungan dan cemas.

2.3.4 Pembagian

Pembagian merupakan operasi yang digunakan untuk menemukan seberapa sering suatu angka tertentu, yang disebut *divisor* harus dibagi dengan bilangan lainnya yang disebut *dividend*, sehingga *remainder* akan menjadi lebih kecil dari angka pertama. Jumlah berapa kali pembagian dilakukan disebut sebagai *quotient* (hasil bagi). Secara matematis ditulis sebagai $a \div b = c$, artinya a (*dividend*) sebagai bilangan yang dibagi oleh b (*divisor*) dan menghasilkan c (*quotient*) (Chakravarti, 1911, h.26).

Konsep pembagian dapat divisualisasikan melalui metode *equal sharing* (berbagi sama rata), metode ini mengajak siswa untuk membagi sejumlah objek secara merata kepada sejumlah orang atau wadah. Contohnya, “12 permen dibagi rata kepada 4 anak, masing-masing anak mendapatkan berapa permen?” Soal seperti ini mengajak anak untuk membagi rata 12 objek tersebut satu demi satu kepada sejumlah orang atau wadah hingga objek yang dimiliki habis.

Metode *equal sharing* dapat digunakan sebagai pendekatan dasar untuk mengenalkan konsep operasi pembagian bagi siswa penyandang autisme. Melalui metode ini, anak dilatih untuk memahami prinsip distribusi objek secara adil dan setara ke dalam beberapa wadah penampung (*container*). Dalam perancangan *game*, konsep *equal sharing* ini ditransformasikan ke dalam mekanika interaksi berbasis *drag-and-drop*. Contohnya, pemain diminta untuk membagikan sejumlah permen atau objek visual secara merata ke dalam beberapa slot karakter yang tersedia di layar. Umpan balik visual (*visual feedback*) berupa perubahan warna atau suara apresiasi (*praise system*) akan langsung muncul jika jumlah objek yang dibagikan telah seimbang. Implementasi ini bertujuan untuk menyederhanakan logika pembagian yang abstrak menjadi sebuah

pengalaman motorik-visual yang konsisten, terprediksi, dan mudah dipahami oleh siswa autisme.

2.3.5 Persamaan Linear Satu Variabel

Dalam perancangan ini, materi pembelajaran disusun secara berjenjang dan progresif guna memberikan stimulasi kognitif yang terukur bagi siswa penyandang autisme. Peningkatan kompleksitas materi pada tiap tingkat kesulitan diintegrasikan ke dalam alur permainan secara perlahan, sehingga anak dapat memperdalam pemahaman konsep matematika dasar tanpa memicu rasa frustrasi atau kekecewaan. Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV) merupakan pembelajaran aritmatika tingkat lanjut yang akan diterapkan ke dalam *game*, tujuan materi ini adalah untuk menentukan suatu bilangan yang belum diketahui dan disajikan menggunakan suatu variabel (Wahyuningsih, 2022). Contoh persamaan semacam ini adalah $a + ? = c$ atau $a \times ? = c$, persamaan ini meminta anak untuk menentukan nilai yang tepat dalam mengisi tanda tanya.

Konsep ini dapat menjadi pengenalan awal dalam memasuki pemikiran aljabar. Persamaan ini juga dapat dibuat menjadi soal cerita, contohnya “Ibu mempunyai 5 permen kemudian ibu membeli lagi permen hingga permen ibu saat ini adalah 7. Berapakah permen yang ibu beli lagi?” Soal ini mengajak anak untuk menyusun persamaan menjadi $5 + ? = 7$, kemudian anak perlu memahami hubungan inversi antara penjumlahan dan pengurangan, yakni $? = 7 - 5$, $? = 2$. Penguasaan konsep persamaan ini dapat membantu anak untuk berpikir logis dan analitis.

2.4 Autism Spectrum Disorder

Autism Spectrum Disorder (ASD) atau gangguan spektrum autisme adalah kondisi perkembangan neurologis yang ditandai oleh komunikasi yang terbatas, mengulang dan memiliki stereotip pola perilaku, minat, dan aktivitas (Pliska et al, 2023; American Psychiatric Association, 2013). Berdasarkan “Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th (DSM-5)” oleh American Psychiatric Association, ASD diklasifikasikan ke dalam 3 tingkat

berdasarkan kebutuhan dukungan yang di perlukan oleh individu (h.52). Dalam perancangan UI/UX tingkatan yang menjadi subjek utama adalah level 1.

Tabel 2.9 Klasifikasi Tingkat ASD Berdasarkan Kebutuhan

Tingkat	Nama	Komunikasi Sosial	Perilaku Terbatas/Berulang
Level 1	“Membutuhkan Dukungan”	Kesulitan ringan dalam inisiasi interaksi sosial, masih mampu berkomunikasi meski tidak selalu efektif, dan memiliki respons yang tidak biasa.	Perilaku yang kaku menyebabkan gangguan signifikan, seperti sulitnya beralih antar aktivitas.
Level 2	“Membutuhkan Dukungan yang Substansial”	Defisit komunikasi verbal dan nonverbal yang jelas, keterbatasan dalam memulai interaksi dan respons terbatas terhadap ajakan sosial.	Perilaku berulang lebih menonjol, kesulitan menghadapi perubahan, dan fokus atau minat sangat terbatas.
Level 3	“Membutuhkan Dukungan yang Sangat Substansial”	Defisit berat dalam komunikasi, inisiasi interaksi sosial sangat terbatas, respons minimal terhadap ajakan sosial.	Fleksibilitas sangat minim, sangat terganggu oleh perubahan, dan sulit mengalihkan perhatian. Perilaku berulang sangat mengganggu fungsi di semua bidang.

Sumber: American Psychiatric Association (2013)

Tingkat autisme juga dapat diklasifikasikan melalui tingkat kecerdasan (IQ) pada penyandang autisme. Subjek dalam perancangan mencakup Level 1 berdasarkan tingkat kebutuhan atau siswa dengan IQ di atas 35. Hal ini dikarenakan, subjek masih memiliki kapasitas fungsional dalam aspek sensor motor

dan mampu menjalankan instruksi dengan baik. Berikut adalah distribusi profil anak ASD berdasarkan tingkat kecerdasannya.

Tabel 2.10 Distribusi Profil Berdasarkan IQ

Kategori IQ	Rentang IQ
Sangat berat/mendalam	IQ < 35
Sedang	IQ 35–49
Ringan	IQ 50–69
Di Bawah Rata-rata	IQ 70–84
Rata-rata	IQ 85–114
Di Atas Rata-rata	IQ > 115

Sumber: Charman et al. (2010)

Pliska et al. (2023) mencatat bahwa peningkatan anak penyandang autisme ini sebagai meningkatnya kesadaran masyarakat, perbaikan sistem deteksi dini, serta berubahnya kriteria diagnostik. Meskipun ASD sering diasosiasikan sebagai tantangan, hal ini tidak mengubah fakta bahwa banyak individu dengan ASD yang menunjukkan kemampuan yang luar biasa dalam bidang tertentu. Pliska et al. (2023) menyatakan bahwa teknologi digital sering dianggap sebagai fasilitator utama dalam inklusi sosial dan kehidupan mandiri bagi individu dengan disabilitas, termasuk penyandang autisme.

Dalam jurnal yang sama Pliska et al. (2023) juga menemukan bahwa anak ASD memiliki ketertarikan yang tinggi terhadap teknologi serta memiliki keterlibatan yang tinggi dengan perangkat interaktif, seperti tablet, laptop dan PC. Ditemukan juga data bahwa anak penyandang autisme lebih memilih menghabiskan waktunya dengan bermain *game* dibandingkan anak pada umumnya, Pliska et al. (2023) mengatakan bahwa terdapat kemungkinan anak penyandang autisme lebih memilih untuk bermain dengan media digital dibanding bermain dengan teman sebayanya.