

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemampuan numerasi merupakan salah satu kompetensi fundamental yang harus dimiliki peserta didik pada abad ke-21 karena berperan penting dalam mendukung kemampuan berpikir logis, pengambilan keputusan, pemecahan masalah, dan interpretasi data dalam kehidupan sehari-hari. Numerasi tidak hanya dimaknai sebagai kemampuan melakukan operasi hitung, melainkan juga mencakup kemampuan memahami konsep matematika secara kontekstual dan mengaplikasikannya dalam berbagai situasi nyata. Dalam konteks pendidikan dasar, kemampuan numerasi menjadi fondasi penting bagi perkembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada jenjang pendidikan berikutnya. Menurut (Sari et al., 2023) pengembangan lingkungan belajar numerasi yang tepat mampu membantu siswa memahami hubungan antara konsep matematika dengan situasi kehidupan nyata. Selain itu, (Pratiwi et al., 2024) menegaskan bahwa numerasi berkaitan erat dengan kemampuan penalaran logis dan mathematical reasoning peserta didik dalam menyelesaikan masalah matematika secara sistematis.

Meskipun memiliki peranan yang sangat penting, berbagai hasil evaluasi pendidikan nasional maupun internasional menunjukkan bahwa kemampuan numerasi siswa sekolah dasar di Indonesia masih tergolong rendah. Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) dan Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa Indonesia masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep matematika, menyelesaikan masalah kontekstual, dan menggunakan penalaran matematis secara optimal. (Purnomo et al., 2022) menjelaskan bahwa rendahnya kemampuan numerasi siswa Indonesia tidak hanya terlihat pada aspek prosedural, tetapi juga pada kemampuan memahami konsep dan menerapkan matematika dalam konteks kehidupan nyata. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran matematika di sekolah dasar masih belum sepenuhnya

mampu membangun pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual bagi peserta didik.

Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap rendahnya kemampuan numerasi tersebut adalah penerapan pendekatan pembelajaran yang masih bersifat *one-size-fits-all*, yaitu pembelajaran yang memberikan materi, strategi, dan aktivitas belajar yang sama kepada seluruh siswa tanpa mempertimbangkan perbedaan kemampuan awal, karakteristik, gaya belajar, maupun kecepatan belajar masing-masing. Menurut (Liu et al., 2025), kondisi ini menyebabkan siswa yang memiliki kemampuan rendah mengalami kesulitan mengikuti pembelajaran, sedangkan siswa yang memiliki kemampuan lebih tinggi tidak memperoleh tantangan belajar yang sesuai. Akibatnya, proses pembelajaran matematika masih didominasi oleh penyampaian materi dan penyelesaian soal-soal rutin. (Hunter et al., 2020), sehingga kesempatan siswa untuk membangun pemahaman konseptual, mengembangkan penalaran matematis, serta menyelesaikan masalah kontekstual menjadi terbatas. Dampak dari kondisi tersebut tercermin pada rendahnya capaian indikator numerasi, seperti kemampuan menginterpretasikan informasi kuantitatif, memilih strategi penyelesaian yang tepat, menggunakan konsep matematika secara fleksibel, dan mengomunikasikan alasan logis dalam menyelesaikan masalah.

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) memberikan peluang untuk mewujudkan pembelajaran yang adaptif dan terpersonalisasi. Namun, implementasi AI dalam pembelajaran numerasi di sekolah dasar masih menghadapi kesenjangan yang nyata. *Pertama*, belum tersedia desain integrasi *Artificial Intelligence-Driven Personalized Learning* (AI-DPL) berbasis Model e-IM3 yang memiliki validitas teoretis dan pedagogis, sehingga integrasi AI belum didasarkan pada sintesis teori pembelajaran, prinsip pedagogis, dan karakteristik perkembangan siswa sekolah dasar. *Kedua*, belum tersedia bukti empiris mengenai kepraktisan desain AI-DPL berbasis Model e-IM3 ketika diimplementasikan dalam pembelajaran numerasi, baik ditinjau dari kemudahan penggunaan, kelayakan implementasi, kualitas antarmuka, maupun penerimaan

oleh guru dan siswa. *Ketiga*, belum tersedia bukti mengenai efektivitas potensial desain AI-DPL berbasis Model e-IM3 dalam meningkatkan kemampuan numerasi siswa melalui pembelajaran yang adaptif, personal, dan kontekstual yang didukung oleh fitur AI, seperti asesmen diagnostik, *learning analytics*, umpan balik otomatis, dan tutor cerdas. Kesenjangan tersebut menunjukkan bahwa pengembangan desain integrasi AI-DPL berbasis Model e-IM3 menjadi kebutuhan yang mendesak untuk menghasilkan desain pembelajaran yang valid secara teoretis dan pedagogis, praktis dalam implementasi, serta memiliki efektivitas potensial dalam meningkatkan kemampuan numerasi siswa sekolah dasar. (Gligorea et al., 2023) menjelaskan bahwa adaptive learning berbasis AI mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui penyajian konten yang sesuai dengan profil belajar peserta didik. Selanjutnya, (Strielkowski et al., 2025) menegaskan bahwa AI-driven adaptive learning menjadi salah satu inovasi strategis dalam transformasi pendidikan berkelanjutan karena mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih responsif dan terpersonalisasi.

Pemanfaatan AI dalam pendidikan dasar juga didukung oleh perkembangan learning analytics yang memungkinkan guru memperoleh informasi mengenai perkembangan belajar siswa secara lebih akurat dan cepat. (Sajja et al., 2025) menjelaskan bahwa integrasi AI dan learning analytics dapat membantu guru dalam mengambil keputusan pedagogis berbasis data serta memberikan intervensi pembelajaran yang lebih tepat sasaran. Selain itu, (Sayed et al., 2023) menyatakan bahwa AI-based adaptive personalized learning mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran melalui sistem penyajian materi dan latihan yang adaptif. Namun demikian, implementasi AI dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar masih menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait integrasi teknologi dengan pendekatan pedagogis yang sesuai dengan karakteristik perkembangan siswa usia sekolah dasar.

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sebagian besar implementasi AI dalam pendidikan masih lebih menekankan pada aspek teknologi dibandingkan integrasi pedagogis yang komprehensif (Yue et al., 2022)

menjelaskan bahwa desain pedagogis dalam pendidikan berbasis AI pada jenjang K-12 masih memerlukan penguatan agar pemanfaatan teknologi tidak sekadar menjadi alat bantu, tetapi benar-benar mendukung proses berpikir dan pembentukan konsep peserta didik. (Li, 2025) juga menemukan bahwa keberhasilan implementasi AI dalam pembelajaran matematika sekolah dasar sangat dipengaruhi oleh desain pembelajaran yang mampu mengintegrasikan kebutuhan siswa, peran guru, dan karakteristik materi ajar. Dengan demikian, diperlukan suatu model pembelajaran yang tidak hanya memanfaatkan AI sebagai teknologi adaptif, tetapi juga mampu membangun proses berpikir numeratif siswa secara sistematis.

Salah satu model pembelajaran yang relevan untuk mendukung pengembangan kemampuan numerasi adalah model e-IM3 (electronic–Identifying, Building, Clarifying, and Assessing Ideas). Model ini menekankan proses berpikir melalui tahapan mengidentifikasi masalah, membangun ide, mengklarifikasi ide, dan menilai kewajaran ide secara sistematis. Menurut (Jabar et al., 2025), model e-IM3 mampu membantu siswa mengembangkan kemampuan decision making dan penalaran matematis melalui aktivitas pembelajaran yang terstruktur. Selain itu, (Murtafiah & Lukitasari, 2021). menjelaskan bahwa model e-IM3 dirancang untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis, reflektif, dan argumentatif siswa dalam menyelesaikan masalah matematika. Oleh karena itu, integrasi Artificial Intelligence–Driven Personalized Learning (AI-DPL) dengan model e-IM3 dipandang memiliki potensi besar untuk menghadirkan pembelajaran numerasi yang lebih adaptif, personal, dan bermakna bagi siswa sekolah dasar.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menjadi penting dilakukan untuk mengembangkan desain integrasi Artificial Intelligence–Driven Personalized Learning berbasis model e-IM3 dalam meningkatkan kemampuan numerasi siswa sekolah dasar. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan desain pembelajaran yang valid secara teoritis, praktis dalam implementasi, serta efektif dalam meningkatkan kemampuan numerasi siswa. Selain itu, penelitian ini juga

relevan dengan arah kebijakan pendidikan nasional dalam penguatan literasi dan numerasi serta transformasi pendidikan berbasis teknologi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi empiris terhadap pengembangan pembelajaran matematika sekolah dasar, tetapi juga memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan model pembelajaran berbasis AI yang kontekstual dan adaptif.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain integrasi Artificial Intelligence–Driven Personalized Learning berbasis model e-IM3 yang valid secara teoritis dan pedagogis untuk pembelajaran numerasi siswa sekolah dasar?
2. Bagaimana tingkat kepraktisan desain pembelajaran berbasis AI-DPL dengan model e-IM3 ketika diimplementasikan dalam pembelajaran numerasi siswa sekolah dasar?
3. Bagaimana efektivitas potensial desain integrasi AI-DPL berbasis model e-IM3 dalam meningkatkan kemampuan numerasi siswa sekolah dasar?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan desain integrasi Artificial Intelligence–Driven Personalized Learning berbasis model e-IM3 yang valid secara teoritis dan pedagogis untuk pembelajaran numerasi siswa sekolah dasar.
2. Mendeskripsikan tingkat kepraktisan desain pembelajaran berbasis AI-DPL dengan model e-IM3 dalam pembelajaran numerasi siswa sekolah dasar.
3. Menganalisis efektivitas potensial desain integrasi AI-DPL berbasis model e-IM3 dalam meningkatkan kemampuan numerasi siswa sekolah dasar.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence, khususnya pada pengembangan desain pembelajaran numerasi yang terintegrasi dengan model e-IM3. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian tentang personalized learning dan pembelajaran adaptif pada pendidikan dasar.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Guru

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif desain pembelajaran numerasi yang inovatif, adaptif, dan berbasis teknologi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di sekolah dasar.

b. Bagi Siswa

Penelitian ini diharapkan mampu membantu siswa memperoleh pengalaman belajar numerasi yang lebih personal, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan belajar masing-masing.

c. Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat mendukung penguatan budaya pembelajaran berbasis teknologi dan peningkatan kualitas pembelajaran numerasi di sekolah dasar.

d. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan penelitian terkait Artificial Intelligence, personalized learning, dan pembelajaran numerasi berbasis teknologi.

E. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi Pengembangan

Pengembangan desain integrasi *Artificial Intelligence–Driven Personalized Learning* (AI-DPL) berbasis model e-IM3 dalam penelitian ini didasarkan pada sejumlah asumsi teoritis, empiris, dan praktis yang menjadi landasan dalam merancang produk pembelajaran yang dikembangkan.

a) Kemampuan numerasi siswa sekolah dasar

Kemampuan numerasi siswa sekolah dasar dapat ditingkatkan melalui pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar yang sesuai dengan karakteristik, kebutuhan, dan kemampuan individu peserta didik. Asumsi ini didasarkan pada teori *personalized learning* yang menekankan bahwa setiap siswa memiliki kecepatan, gaya, dan kebutuhan belajar yang berbeda sehingga memerlukan perlakuan pembelajaran yang adaptif dan individual. (Tapalova & Zhiyenbayeva, 2022), menjelaskan bahwa penerapan kecerdasan buatan dalam pembelajaran memungkinkan terbentuknya jalur belajar personal (*personalized learning pathway*) yang mampu menyesuaikan pengalaman belajar dengan karakteristik peserta didik secara individual. Temuan tersebut diperkuat oleh (Gligorea et al., 2023) yang menyatakan bahwa sistem pembelajaran adaptif berbasis Artificial Intelligence mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui penyesuaian konten, aktivitas, dan evaluasi berdasarkan perkembangan belajar siswa.

b) Asumsi Artificial Intelligence

Artificial Intelligence memiliki kemampuan untuk mendukung proses pembelajaran numerasi melalui analisis data belajar siswa secara berkelanjutan. Melalui mekanisme *learning analytics*, sistem AI dapat mengidentifikasi kemampuan awal siswa, memetakan kesulitan belajar, memberikan rekomendasi materi yang sesuai, serta menghasilkan umpan balik secara otomatis. Menurut (Sajja et al., 2025), integrasi Artificial Intelligence dan *learning analytics* mampu membantu proses pengambilan keputusan pedagogis berbasis data sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan tepat sasaran.

c) Asumsi Model e-IM3

Asumsi Model e-IM3 memiliki karakteristik yang sesuai untuk mendukung pengembangan kemampuan numerasi siswa sekolah dasar. Model e-IM3 yang terdiri atas tahapan *Identifying Problems*, *Building Ideas*, *Clarifying Ideas*, dan *Assessing Ideas* diyakini mampu memfasilitasi siswa dalam membangun pemahaman konseptual, mengembangkan penalaran matematis, serta meningkatkan kemampuan pengambilan keputusan dalam menyelesaikan masalah numerasi. (Jabar et al., 2025), menjelaskan bahwa model e-IM3 mampu mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan *decision making* siswa melalui proses pembelajaran yang sistematis dan reflektif. Temuan tersebut sejalan dengan pandangan (Murtafiah & Lukitasari, 2021). yang menegaskan bahwa model e-IM3 berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui aktivitas identifikasi masalah, pengembangan ide, klarifikasi gagasan, dan evaluasi solusi.

d) Asumsi Guru dan Siswa

Guru dan siswa memiliki kesiapan dasar untuk memanfaatkan teknologi digital dalam pembelajaran. Pengembangan desain AI-DPL berbasis model e-IM3 mengandaikan bahwa pengguna memiliki akses terhadap perangkat digital dan mampu mengoperasikan teknologi pembelajaran pada tingkat dasar. Asumsi ini penting karena keberhasilan implementasi pembelajaran berbasis Artificial Intelligence sangat dipengaruhi oleh kesiapan teknologi, kompetensi pengguna, serta dukungan lingkungan belajar (Li, 2025).

e) Asumsi Pendekatan Design-Based Research (DBR)

Pendekatan Design-Based Research (DBR) merupakan metode yang tepat untuk mengembangkan desain pembelajaran berbasis Artificial Intelligence pada konteks pendidikan dasar. (Reeves, 2006) dan (McKenney & Reeves, 2013), menjelaskan bahwa DBR memungkinkan proses pengembangan solusi pendidikan dilakukan secara iteratif melalui siklus desain, implementasi, evaluasi,

dan refleksi sehingga menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif sesuai kebutuhan pengguna.

Dengan demikian, seluruh proses pengembangan dalam penelitian ini berpijak pada asumsi bahwa integrasi Artificial Intelligence–Driven Personalized Learning dengan model e-IM3 mampu menghasilkan desain pembelajaran numerasi yang adaptif, kontekstual, dan berorientasi pada peningkatan kemampuan numerasi siswa sekolah dasar.

2. Keterbatasan Pengembangan

Pengembangan desain integrasi Artificial Intelligence–Driven Personalized Learning berbasis model e-IM3 dalam penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan maupun pengembangan lebih lanjut.

a) Keterbatasan dengan ruang lingkup materi yang dikembangkan.

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini difokuskan pada pembelajaran numerasi sekolah dasar, khususnya materi operasi hitung pecahan. Oleh karena itu, validitas dan efektivitas desain yang dihasilkan belum dapat secara langsung digeneralisasikan untuk seluruh materi matematika ataupun bidang studi lainnya tanpa melalui proses adaptasi dan pengujian lebih lanjut.

b) Keterbatasan terletak pada konteks implementasi penelitian.

Produk dikembangkan dan diuji pada lingkungan sekolah dasar yang memiliki karakteristik tertentu, baik dari aspek peserta didik, guru, sarana teknologi, maupun budaya sekolah. Oleh karena itu, penerapan produk pada sekolah dengan karakteristik yang berbeda memerlukan penyesuaian sesuai kebutuhan dan kondisi masing-masing institusi.

c) Keterbatasan dengan penggunaan teknologi Artificial Intelligence

Penggunaan teknologi Artificial Intelligence yang bergantung pada ketersediaan perangkat digital, jaringan internet, dan dukungan infrastruktur

teknologi informasi. Apabila kondisi tersebut tidak tersedia secara memadai, maka efektivitas implementasi desain pembelajaran yang dikembangkan berpotensi mengalami penurunan.

d) Keterbatasan penelitian

Keterbatasan penelitian ini berfokus pada pengembangan desain pembelajaran yang memenuhi aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas potensial melalui pendekatan Design-Based Research. Oleh karena itu, penelitian ini belum diarahkan untuk menguji efektivitas secara luas melalui eksperimen skala besar yang melibatkan berbagai wilayah dan karakteristik sekolah yang beragam.

e) Keterbatasan Keterbatasan penelitian

Keterbatasan penelitian dalam memberikan rekomendasi pembelajaran yang sangat bergantung pada kualitas data yang tersedia. Akurasi personalisasi pembelajaran dapat dipengaruhi oleh kelengkapan data belajar siswa, kualitas asesmen yang digunakan, dan kemampuan sistem dalam melakukan analisis terhadap data tersebut.

Meskipun memiliki berbagai keterbatasan, desain pembelajaran yang dikembangkan diharapkan tetap dapat menjadi alternatif inovasi pembelajaran numerasi berbasis Artificial Intelligence yang relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21. Oleh karena itu, pengguna produk perlu memperhatikan asumsi-asumsi pengembangan serta kondisi pendukung yang diperlukan agar implementasi desain pembelajaran dapat berlangsung secara optimal.