

CESS

(Journal of Computer Engineering, System and Science)

Available online: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess>

ISSN: 2502-714x (Print) | ISSN: 2502-7131 (Online)



Perancangan Sistem Handwriter Aksara Bali untuk Latihan Menulis Menggunakan *Enterprise Architecture* Berbasis *Zachman Framework*

Design of the Handwriter Aksara Bali System for Writing Practice Using Enterprise Architecture Based on the Zachman Framework

Ni Putu Linda Santiari^{1*}, I Gede Surya Rayuda²

¹Prodi Sistem Informasi, Fakultas Informatika & Komputer, Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali
Jl. Raya Puputan No 86 Renon, Denpasar, Bali, Indonesia

²Prodi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Badung Regency, Bali 80361 Indonesia
Email: ¹linda_santiari@stikom-bali.ac.id, ²igedesuryarahayuda@unud.ac.id

*Corresponding Author

ABSTRAK

Pelestarian aksara daerah, khususnya aksara Bali, merupakan tantangan penting di era digital. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan sistem informasi yang dapat mendukung proses belajar menulis aksara Bali secara interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *Handwriter* Aksara Bali untuk latihan menulis, dengan pendekatan *Enterprise Architecture* berbasis *Zachman Framework*. Metode yang digunakan adalah studi kasus dengan tahapan analisis kebutuhan dan perancangan arsitektur sistem. Perancangan dilakukan dengan memetakan enam perspektif utama dalam *Zachman Framework*, yaitu *Planner*, *Owner*, *Designer*, dan *Builder*, yang mencakup aspek data, proses, lokasi, pelaku, waktu, dan motivasi sistem. Evaluasi sistem dilakukan secara konseptual menggunakan pendekatan validasi arsitektur dan skenario penggunaan sistem. Secara kualitatif, rancangan dievaluasi berdasarkan kelengkapan, kesesuaian dengan kebutuhan pengguna, serta keterwakilan artefak dalam setiap sel *Zachman*. Hasil dari penelitian ini berupa rancangan arsitektur sistem yang terstruktur, mencakup model data, desain antarmuka, arsitektur jaringan, dan spesifikasi teknis sistem. Dengan perancangan ini, diharapkan pengembangan sistem *Handwriter* Aksara Bali dapat dilakukan secara lebih terarah, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, serta menjadi langkah awal dalam mendukung pelestarian aksara Bali melalui inovasi digital.

Kata Kunci: *handwriter aksara bali; perancangan sistem; enterprise architecture; zachman framework*



ABSTRACT

The preservation of local scripts, particularly Balinese script, is a significant challenge in the digital era. One of the efforts that can be made is the development of an information system to support interactive learning of Balinese script writing. This study aims to design a Handwriter Aksara Bali system for writing practice using an Enterprise Architecture approach based on the Zachman Framework. The method applied is a case study consisting of requirements analysis and system architecture design stages. The design process involves mapping six key perspectives of the Zachman Framework, namely Planner, Owner, Designer, Builder, Technician, and User, covering the aspects of data, process, location, stakeholder, time, and system motivation. The system evaluation was conducted conceptually using an architectural validation approach and system usage scenarios. Qualitatively, the design was evaluated based on completeness, alignment with user needs, and the representation of artifacts within each Zachman cell. The result of this research is a structured system architecture design, including data models, interface design, network architecture, and technical specifications. This design is expected to guide the system development process in a more structured, efficient, and user-oriented manner, as well as become an initial step in supporting the preservation of Balinese script through digital innovation.

Keywords: *handwriter aksara bali; system design; enterprise architecture; zachman framework*

1. PENDAHULUAN

Aksara Bali merupakan salah satu warisan budaya Nusantara yang memiliki peran penting dalam mempertahankan identitas budaya masyarakat Bali. Aksara ini tidak hanya digunakan dalam konteks keagamaan dan kesusastraan, tetapi juga diajarkan dalam kurikulum muatan lokal di sekolah-sekolah dasar di wilayah Bali[1]. Pembelajaran aksara Bali umumnya dilakukan secara manual melalui buku panduan, lembar kerja siswa, serta kegiatan menyalin tulisan aksara ke atas kertas. Kegiatan ini menjadi bagian penting dari proses pendidikan karakter dan pelestarian budaya sejak usia dini[1],[2]. Namun, seiring dengan berkembangnya zaman dan meningkatnya dominasi teknologi digital dalam kehidupan sehari-hari, minat dan efektivitas pembelajaran aksara Bali secara konvensional mulai mengalami tantangan yang signifikan[3].

Pada praktiknya, banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam mengenali dan menulis aksara Bali dengan benar, terutama karena kurangnya media interaktif yang dapat memberikan umpan balik secara langsung. Di sisi lain, guru juga menghadapi keterbatasan waktu dan sumber daya untuk melakukan penilaian satu per satu terhadap hasil tulisan siswa. Hal ini menyebabkan proses pembelajaran menjadi kurang efisien dan tidak dapat dioptimalkan sesuai kebutuhan individual siswa. Selain itu, belum adanya sistem yang mampu mendukung proses latihan dan penilaian secara otomatis turut memperbesar kesenjangan antara potensi teknologi dan kebutuhan pendidikan berbasis budaya lokal. Kondisi ini menunjukkan perlunya sebuah pendekatan baru yang memadukan teknologi informasi dengan nilai-nilai pelestarian budaya.

Salah satu solusi yang dapat ditawarkan adalah melalui pengembangan platform online handwriter, yaitu sistem digital yang memungkinkan siswa untuk berlatih menulis aksara Bali secara interaktif menggunakan perangkat digital seperti tablet atau komputer layar sentuh.

Platform ini juga dapat dilengkapi dengan teknologi pengenalan tulisan tangan (handwriting recognition) sehingga sistem mampu menilai hasil tulisan siswa secara otomatis dan memberikan umpan balik langsung[1][4]. Namun, untuk membangun sistem semacam ini tidak cukup hanya dengan pendekatan teknis biasa. Diperlukan sebuah kerangka kerja perencanaan dan perancangan sistem yang mampu mencakup seluruh aspek organisasi, mulai dari strategi, data, proses, hingga struktur pengguna. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut adalah Zachman Framework[5]. Berdasarkan kajian terhadap penelitian sebelumnya [1]–[4], pendekatan yang digunakan masih terbatas pada aspek teknis seperti pengenalan karakter aksara. Penelitian ini memberikan kontribusi melalui integrasi sistem latihan berbasis web dengan pendekatan Enterprise Architecture menggunakan Zachman Framework, yang belum banyak diterapkan dalam konteks pendidikan aksara daerah.

Zachman Framework merupakan kerangka kerja arsitektur perusahaan (enterprise architecture) yang berfungsi untuk menyusun dan mendokumentasikan seluruh elemen sistem informasi dari berbagai sudut pandang dan dimensi[6]. Framework ini membagi perencanaan sistem ke dalam enam perspektif (planner, owner, designer, builder, subcontractor, dan functioning system) serta enam dimensi utama (apa/*What*, bagaimana/*How*, di mana/*Where*, siapa/*Who*, kapan/*When*, dan mengapa/*Why*)[7]. Dengan menggunakan Zachman Framework, perancang sistem dapat memetakan kebutuhan dan struktur sistem secara komprehensif mulai dari level strategis hingga operasional[8]. Dalam konteks pengembangan sistem latihan aksara Bali, pendekatan ini memungkinkan integrasi antara kebutuhan pendidikan, pelestarian budaya, dan penerapan teknologi informasi secara sinergis[9].

Selain memberikan struktur dokumentasi yang sistematis, penggunaan Zachman Framework juga mendorong terjadinya dialog antara berbagai pemangku kepentingan, seperti guru, siswa, pengembang sistem, kepala sekolah, hingga pemerintah daerah. Setiap pihak memiliki sudut pandang dan kebutuhan yang berbeda, yang semuanya dapat difasilitasi dalam sel-sel matriks Zachman[10]. Misalnya, dari sudut pandang perencana (planner), penting untuk memastikan bahwa sistem selaras dengan visi pelestarian budaya dan strategi pendidikan nasional. Dari sudut pandang pemilik (owner), sistem harus mampu mendukung proses belajar yang menarik dan inklusif untuk siswa usia dasar. Dari sudut pandang desainer (designer) dan pembangun (builder), dibutuhkan spesifikasi teknis dan desain arsitektur sistem yang mendukung fungsionalitas, skalabilitas, serta keamanan informasi[11].

Lebih lanjut, Zachman Framework juga memfasilitasi dokumentasi sistem secara fleksibel dan dapat diperluas[12]. Hal ini sangat penting dalam konteks pendidikan, karena sistem yang dikembangkan harus mampu beradaptasi dengan kurikulum yang dinamis, kemajuan teknologi, serta karakteristik pengguna yang berbeda-beda. Melalui pendekatan ini, diharapkan sistem online handwriter tidak hanya menjadi media latihan semata, tetapi juga dapat berfungsi sebagai alat evaluasi, sumber data untuk penelitian pendidikan, dan sarana pelaporan kemajuan belajar siswa kepada guru dan orang tua. Dengan demikian, integrasi sistem informasi dengan konteks budaya lokal dapat tercapai secara menyeluruh dan berkelanjutan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang model arsitektur sistem informasi berbasis Zachman Framework yang dapat digunakan sebagai acuan dalam membangun platform online handwriter untuk latihan menulis aksara Bali. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis pengembangan aplikasi, tetapi juga mempertimbangkan

kebutuhan strategis, struktur organisasi, serta peran berbagai aktor dalam ekosistem pendidikan budaya. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah penyusunan dokumentasi arsitektur sistem informasi yang terstruktur, komprehensif, dan dapat dijadikan pedoman oleh pengembang sistem, lembaga pendidikan, maupun pemerintah daerah dalam upaya pelestarian budaya berbasis teknologi.

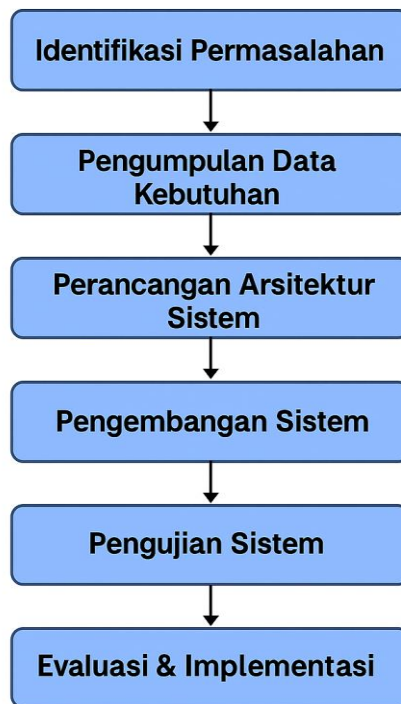
2. METODE PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

Alur penelitian ini disusun secara sistematis untuk mencapai tujuan pengembangan sistem Handwriter Aksara Bali yang terintegrasi dan sesuai kebutuhan pengguna. Adapun tahapan alur penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **Identifikasi Permasalahan**
Melakukan analisis terhadap kondisi pembelajaran aksara Bali saat ini, termasuk kendala kurangnya media interaktif dan sistem evaluasi otomatis.
2. **Pengumpulan Data Kebutuhan**
Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, dan studi dokumentasi untuk memahami kebutuhan pengguna dan pemangku kepentingan. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam terhadap 3 guru muatan lokal aksara Bali dari 3 sekolah dasar di Denpasar dan Buleleng, serta observasi terhadap 15 siswa kelas 4 dan 5 saat melakukan latihan menulis menggunakan metode konvensional.
3. **Perancangan Arsitektur Sistem**
Proses perancangan sistem dilakukan dengan pendekatan Zachman Framework untuk menghasilkan rancangan arsitektur sistem yang komprehensif.
4. **Pengembangan Sistem**
Berdasarkan hasil perancangan, dilakukan proses pembangunan sistem menggunakan teknologi yang telah ditentukan.
5. **Pengujian Sistem**
Sistem diuji untuk memastikan seluruh fungsionalitas berjalan sesuai perancangan dan memenuhi kebutuhan pengguna.
6. **Evaluasi dan Implementasi**
Dilakukan evaluasi terhadap hasil pengujian. Sistem diimplementasikan secara penuh setelah memenuhi standar kelayakan.

Alur penelitian ini dapat divisualisasikan dalam gambar 1. Gambar 1 menunjukkan alur tahapan pengembangan sistem mulai dari identifikasi permasalahan, pengumpulan data kebutuhan, hingga evaluasi sistem. Diagram ini menggambarkan proses iteratif yang digunakan untuk menyempurnakan rancangan sistem berdasarkan masukan pengguna.



Gambar 1. Alur penelitian pengembangan sistem handwriter aksara bali

2.2. Framework Zachman

Framework Zachman disajikan sebagai matriks 6×6 yang menggabungkan enam interogatif dasar (*What, How, Where, Who, When, Why*) dan enam tingkat abstraksi atau perspektif (Scope, Business Model, System Model, Technology Model, Detailed Representations, Functioning Systems)[13]. Kolom-kolom Zachman (Apa/*What*, Bagaimana/*How*, Di mana/*Where*, Siapa/*Who*, Kapan/*When*, Mengapa/*Why*) merepresentasikan jenis informasi (data, fungsi/proses, lokasi, pemangku kepentingan, waktu, motivasi) yang relevan dalam perusahaan. Setiap baris Zachman (lingkup organisasi, model bisnis, model sistem, model teknologi, representasi rinci, sistem berfungsi) mewakili sudut pandang dan tingkat detail yang berbeda dalam perancangan arsitektur [14]. Dengan demikian, kerangka ini berfungsi sebagai alat klasifikasi artefak arsitektural: setiap sel pada matriks Zachman menyusun kategori informasi tertentu berdasarkan kolom dan barisnya, sehingga semua aspek arsitektur perusahaan dapat diorganisasi secara sistematis [15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerangka Zachman adalah skema klasifikasi dua dimensi dalam arsitektur perusahaan yang menggunakan enam pertanyaan dasar (*What, How, Where, Who, When, Why*) dan berbagai perspektif atau peran (misalnya Perencana, Pemilik, Perancang, Pembangun, Subkontraktor) untuk menggambarkan sistem secara menyeluruh[16]. Pendekatan ini membantu menganalisis sistem online handwriter untuk latihan menulis Aksara Bali dari banyak sudut pandang: misalnya *What* (data apa) dan *How* (proses apa) dilihat dari perspektif Perencana atau Pemilik, serta *Who* (pelaku) dan *Why* (motivasi) organisasi. Berdasarkan fokus penelitian, dapat memilih hanya baris (perspektif) dan kolom (5W1H) yang paling relevan. Dimensi Abstraksi Pemetaan Zachman untuk Online Handwritten untuk Latihan Menulis Aksara Bali dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.1. Perspektif Planner (Scope Context) Sistem Handwriter Aksara Bali

Perspektif Planner atau ruang lingkup perencanaan merupakan tahap awal dalam Zachman Framework yang mendefinisikan batasan, kebutuhan dasar, serta arah strategis pengembangan sistem. Pada penelitian ini, perspektif Planner digunakan untuk memberikan gambaran umum tentang sistem Handwriter Aksara Bali yang dikembangkan untuk mendukung latihan menulis aksara Bali secara daring bagi siswa sekolah dasar.

Sistem Handwriter Aksara Bali diinisiasi sebagai upaya pelestarian budaya daerah sekaligus memanfaatkan kemajuan teknologi informasi dalam dunia pendidikan. Sistem ini tidak hanya menjadi sarana belajar, tetapi juga bertujuan meningkatkan minat siswa dalam mempelajari aksara Bali melalui pendekatan interaktif berbasis teknologi.

1. *What* (Apa) — Elemen Utama Sistem

Elemen utama yang menjadi fokus perencanaan adalah Aplikasi Handwriter berbasis website, Data pengguna, Data contoh gambar aksara Bali, Hasil recognisi Latihan siswa, Data Latihan yang dilakukan siswa.

2. *How* (Bagaimana) — Fungsi Umum Sistem

Secara umum, sistem ini dirancang untuk memberikan layanan Memasukkan nama pengguna, Akses ke contoh huruf aksara Bali, Latihan menulis aksara Bali, Evaluasi otomatis hasil tulisan menggunakan teknologi handwriting recognition, Penyediaan gallery berupa history semua Latihan yang dikerjakan.

3. *Where* (Dimana) — Lokasi Penggunaan dan Operasi Sistem

Sistem dapat diakses di berbagai lokasi, antara lain Sekolah (ruang kelas, laboratorium komputer), Rumah siswa atau lokasi lain yang memiliki akses internet, Infrastruktur teknologi sistem ditempatkan di cloud server yang dikelola secara terpusat untuk menjamin ketersediaan dan keamanan data.

4. *Who* (Siapa) — Pihak yang Terlibat

Pihak-pihak yang berkepentingan dan terlibat dalam penggunaan serta pengembangan sistem antara lain Siswa SD kelas 3-6 sebagai pengguna utama system, Guru pendamping yang memantau hasil latihan dan memberikan bimbingan, Orang tua sebagai pihak yang dapat mengakses laporan perkembangan anak, Tim pengembang sistem yang bertanggung jawab atas desain, implementasi, dan pemeliharaan sistem.

5. *When* (Kapan) — Dimensi Waktu Penggunaan Sistem

Sistem Handwriter Aksara Bali dirancang untuk dapat digunakan secara fleksibel sepanjang tahun ajaran. Penggunaan dapat dilakukan selama jam pelajaran sekolah maupun secara mandiri di luar waktu sekolah.

6. *Why* (Mengapa) — Motivasi Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem ini didasarkan pada beberapa motivasi utama, yaitu Mendukung pelestarian aksara Bali melalui integrasi teknologi, Memberikan media belajar yang inovatif dan menyenangkan bagi siswa, Mempermudah proses evaluasi kemampuan menulis aksara Bali secara objektif dan otomatis, Meningkatkan efisiensi proses pembelajaran di sekolah maupun latihan mandiri di rumah, Dengan definisi ruang lingkup yang jelas melalui perspektif Planner ini, diharapkan seluruh tahapan perancangan, pengembangan, hingga implementasi sistem dapat berjalan lebih terarah, terukur, dan sesuai kebutuhan pengguna serta pemangku kepentingan.

3.2. Perspektif Owner (Business Model) Sistem Handwriter Aksara Bali

Perspektif Owner dalam kerangka Zachman Framework merepresentasikan sudut pandang pemilik atau pemangku kepentingan sistem, yang fokus pada kebutuhan bisnis, proses utama, serta manfaat strategis yang ingin dicapai. Pada sistem Handwriter Aksara Bali, perspektif ini sangat penting untuk memastikan bahwa pengembangan teknologi sejalan dengan kebutuhan pembelajaran, pelestarian budaya, dan tujuan institusional terkait pendidikan aksara Bali.

Sistem Handwriter Aksara Bali dikembangkan tidak hanya sebagai solusi teknologi, tetapi juga sebagai bagian dari upaya strategis untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran aksara Bali, mempermudah evaluasi kemampuan siswa, dan mendorong pelestarian aksara daerah di kalangan generasi muda.

1. *What* (Apa) — Informasi dan Data Bisnis Utama
Data dan informasi yang menjadi landasan model bisnis sistem meliputi data pengguna, data sample gambar, data hasil recognisi.
2. *How* (Bagaimana) — Proses Bisnis Utama
Proses bisnis yang menjadi bagian dari model sistem Handwriter Aksara Bali antara lain Proses Mulai, proses memilih bentuk, proses menulis bentuk, proses melihat hasil recognition, proses melihat gallery.
3. *Where* (Dimana) — Lokasi Layanan Bisnis
Layanan sistem disediakan secara daring, sehingga dapat diakses di sekolah, melalui fasilitas komputer sekolah atau perangkat pribadi siswa, di rumah atau lokasi lain yang memiliki koneksi internet, Infrastruktur layanan berada di cloud server yang dapat diakses kapan saja dan dari mana saja, sesuai kebutuhan pengguna.
4. *Who* (Siapa) — Pemangku Kepentingan Utama
Pihak-pihak yang berkepentingan dalam model bisnis sistem ini meliputi: Admin, Siswa, Guru, dan Orangtua
5. *When* (Kapan) — Waktu Operasional dan Evaluasi Bisnis
Sistem dioperasikan sepanjang tahun ajaran sekolah, baik saat proses belajar mengajar maupun latihan mandiri di luar sekolah. Evaluasi kinerja dan efektivitas sistem dilakukan secara berkala, minimal setiap akhir semester atau sesuai kebutuhan sekolah dan sistem. Pembaruan sistem dan perbaikan fungsional dilakukan berdasarkan hasil evaluasi atau perkembangan kebutuhan pengguna.
6. *Why* (Mengapa) — Motivasi Bisnis Pengembangan Sistem
Beberapa motivasi bisnis utama dari pengembangan sistem Handwriter Aksara Bali adalah Mendukung pelestarian budaya melalui media belajar berbasis teknologi.

Dengan perspektif Owner yang jelas, sistem Handwriter untuk Latihan Menulis Aksara Bali diharapkan tidak hanya menjadi inovasi teknologi, tetapi juga memberikan manfaat nyata dalam mendukung peningkatan kualitas pendidikan aksara Bali, serta sebagai langkah konkret dalam pelestarian warisan budaya daerah.

3.3. Perspektif Designer (System Model) Sistem Handwriter Aksara Bali

Perspektif Designer pada Zachman Framework merepresentasikan tahap perancangan sistem secara logis dan terstruktur berdasarkan kebutuhan pengguna dan model bisnis yang

telah didefinisikan dalam perspektif Owner. Pada tahap ini, rancangan sistem dituangkan dalam bentuk model data, arsitektur aplikasi, diagram alur, serta desain antarmuka yang akan menjadi pedoman bagi tim teknis dalam tahap implementasi sistem.

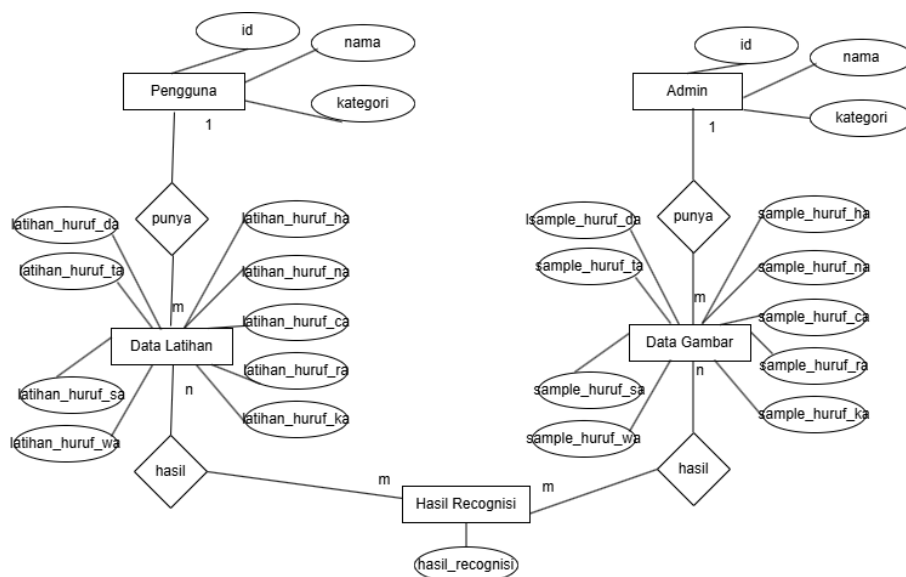
Sistem Handwriter Aksara Bali didesain sebagai platform berbasis web dan mobile yang menyediakan layanan latihan menulis aksara Bali secara daring, dilengkapi dengan teknologi pengenalan tulisan tangan (handwriting recognition) dan evaluasi otomatis. Desain sistem mempertimbangkan aspek fungsional, kemudahan penggunaan, keamanan, dan skalabilitas.

1. *What (Apa)* — Model Data dan Struktur Informasi

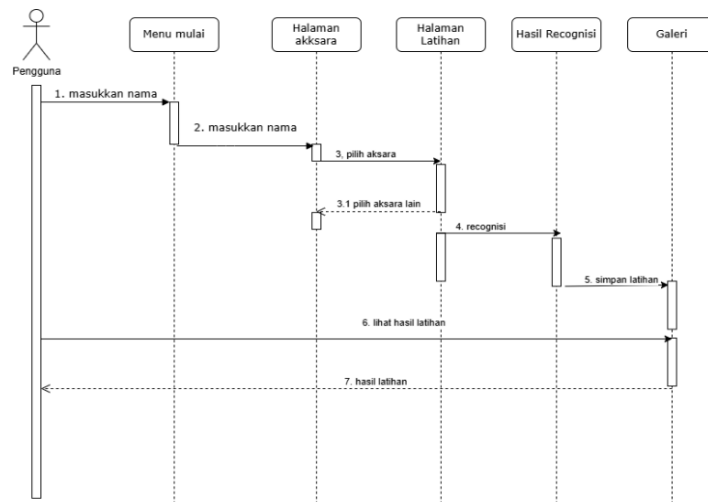
Perancangan data sistem digambarkan melalui Entity Relationship Diagram (ERD) yang mencakup entitas utama, yaitu gambar 2. Gambar 2 ERD Dimana pengguna (siswa, guru, orang tua), yang memiliki atribut id, nama, dan kategori. Data sample merupakan data yang dijadikan sample untuk proses recognisi. Data Latihan merupakan data hasil Latihan dari pengguna. Hasil recognisi merupakan data hasil recognisi dari data sample dan hasil Latihan.

2. *How (Bagaimana)* — Proses Interaksi dan Alur Sistem

Alur sistem digambarkan melalui Sequence Diagram, yang menunjukkan interaksi antar komponen sistem, yaitu seperti pada gambar 3. Gambar 3 menggambarkan saat pertama kali mengakses website, user akan diarahkan ke halaman write name, pada halaman ini user diwajibkan untuk menuliskan nama, dalam proses penulisan nama, siswa dapat didampingi oleh orang tua. Selanjutnya halaman choose shape, pada halaman tersebut user akan memilih bentuk bidang sederhana. Terdapat 8 aksara Bali yaitu data ha, na, ca, ra, ka, da, ta, dan sa, setelah user memilih salah satu aksara, maka selanjutnya user akan diarahkan pada halaman write aksara. Pada halaman write aksara tersedia sebuah canvas untuk menulis aksara. Ketika user sudah yakin dengan aksara yang dituliskan maka selanjutnya dapat ditekan tombol submit untuk menyimpan gambar aksara dan memproses recognisi. User juga dapat melihat history tulisan tangan yang sebelumnya sudah pernah ditulis.



Gambar 2. ERD

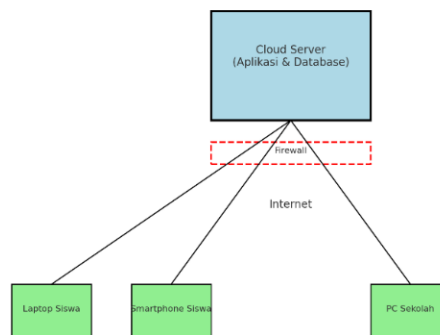


Gambar 3. Sequence diagram

Saat pertama kali mengakses website, user akan diarahkan ke halaman write name, pada halaman ini user diwajibkan untuk menuliskan nama, dalam proses penulisan nama, siswa dapat didampingi oleh orang tua. Selanjutnya halaman choose shape, pada halaman tersebut user akan memilih bentuk bidang sederhana. Terdapat 8 aksara Bali yaitu data ha, na, ca, ra, ka, da, ta, dan sa, setelah user memilih salah satu aksara, maka selanjutnya user akan diarahkan pada halaman write aksara. Pada halaman write aksara tersedia sebuah canvas untuk menulis aksara. Ketika user sudah yakin dengan aksara yang dituliskan maka selanjutnya dapat ditekan tombol submit untuk menyimpan gambar aksara dan memproses recognisi. User juga dapat melihat history tulisan tangan yang sebelumnya sudah pernah ditulis

3. *Where* (Dimana) — Arsitektur Jaringan Sistem

Sistem dirancang berbasis arsitektur client-server dengan infrastruktur cloud, yang memungkinkan akses fleksibel dan skalabilitas tinggi. Peta jaringan system terdiri dari Perangkat pengguna (PC, laptop, smartphone) untuk mengakses aplikasi, Server aplikasi dan database yang ditempatkan di cloud, Firewall dan sistem keamanan untuk melindungi data dan akses system, akses dilakukan melalui jaringan internet, baik di lingkungan sekolah maupun di rumah. Peta system bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Arsitektur jaringan sistem

4. *Who* (Siapa) — Pengguna dan Peran dalam Desain sistem memperhatikan perbedaan peran dan hak akses pengguna, yaitu: Pengguna (siswa, guru, orangtua): melakukan latihan menulis, melihat hasil recognisi, melihat galeri. Admin, mengelola akun, data, dan infrastruktur sistem. Halaman mulai dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Desain antar muka halaman mulai

5. *When* (Kapan) — Jadwal Perancangan dan Pengembangan
 Tahapan perancangan sistem dijadwalkan sebagai selama 3 bulan mulai dari desain perancangan dan antarmuka, pengembangan prototype, dan pengujian.
6. *Why* (Mengapa) — Prinsip dan Aturan Desain
 Desain sistem ini mengikuti prinsip antarmuka sederhana, interaktif, dan ramah anak. Responsif, dapat diakses di berbagai perangkat. Sistem modular untuk memudahkan pengembangan berkelanjutan. Fitur wajib: Login, latihan menulis, evaluasi otomatis, laporan hasil. Diferensiasi tampilan dan hak akses berdasarkan peran pengguna.

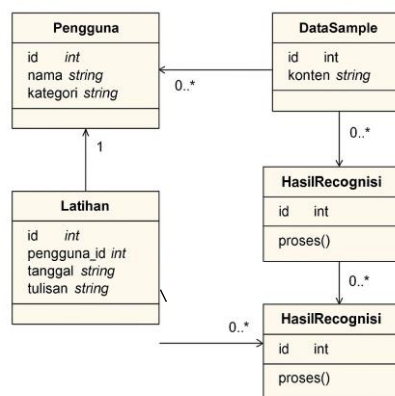
3.4. Perspektif Builder (Technology Model) Sistem Handwriter Aksara Bali

Perspektif Builder dalam Zachman Framework berfokus pada aspek teknis dan implementasi nyata sistem berdasarkan rancangan logis yang telah disusun pada perspektif Designer. Pada tahap ini, sistem diterjemahkan ke dalam model teknis konkret yang dapat diimplementasikan oleh tim pengembang, termasuk struktur data, alur sistem fisik, arsitektur jaringan, serta jadwal implementasi.

Sistem Handwriter Aksara Bali dibangun dengan memanfaatkan teknologi cloud, framework modern, dan standar keamanan untuk mendukung layanan latihan menulis aksara Bali secara daring yang efisien, aman, dan mudah digunakan.

1. *What* (Apa) - Class Diagram

Struktur data sistem dirancang melalui Class Diagram dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



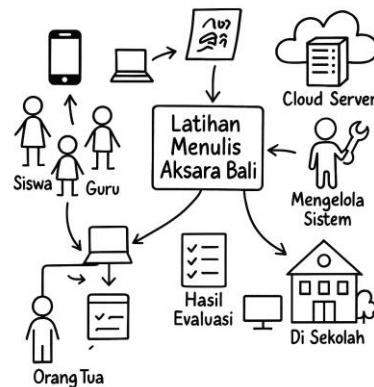
Gambar 6. Class diagram

Pengguna (siswa, guru, orang tua), yang memiliki atribut id, nama, dan kategori. Data sample merupakan data yang dijadikan sample untuk proses recognisi. Data Latihan

merupakan data hasil Latihan dari pengguna. Hasil recognisi merupakan data hasil recognisi dari data sample dan hasil Latihan.

2. *How* (Bagaimana)

Sistem diimplementasikan dengan arsitektur teknologi sebagai berikut: Infrastruktur cloud digunakan untuk meningkatkan skalabilitas dan ketersediaan layanan. Database terintegrasi dengan sistem aplikasi untuk efisiensi pengolahan data. Sistem keamanan diterapkan pada setiap lapisan, mulai dari aplikasi hingga infrastruktur.



Gambar 7. Visualisasi alur sistem

3. *Where* (Dimana) — Lokasi Infrastruktur Teknologi

Infrastruktur sistem ditempatkan pada: Cloud Server Lokal, sebagai pusat penyimpanan data dan aplikasi. Backup Server, untuk redundansi dan menjaga ketersediaan sistem. Akses ke sistem dilakukan melalui jaringan internet, baik dari sekolah, rumah, maupun lokasi lain yang memiliki koneksi.

4. *Who* (Siapa) — Tim Pelaksana dan Pengelola Teknologi

Pelaksanaan dan pengelolaan teknologi sistem dilakukan oleh: Programmer, yang mengembangkan aplikasi backend dan frontend. Tim Teknisi, yang bertanggung jawab atas pemantauan, pemeliharaan, dan perbaikan sistem.

5. *When* (Kapan) — Jadwal Implementasi Teknologi

Tahapan implementasi sistem dijadwalkan sebagai berikut: Pengembangan prototipe, Pengujian fungsional dan keamanan, Implementasi penuh dan peluncuran system, Pemeliharaan dan pengembangan berkelanjutan setelah implementasi.

6. *Why* (Mengapa) — Alasan Pemilihan Teknologi

Teknologi yang dipilih didasarkan pada pertimbangan dan kebutuhan pengguna saat ini.

3.5. Evaluasi Kesesuaian Arsitektur Berdasarkan Zachman Framework

Evaluasi sistem dalam penelitian ini dilakukan untuk mengukur kelengkapan, konsistensi, dan kesesuaian rancangan arsitektur sistem Handwriter Aksara Bali yang disusun menggunakan pendekatan Enterprise Architecture berbasis Zachman Framework. Karena sistem belum sepenuhnya diimplementasikan, evaluasi bersifat konseptual dan fokus pada validasi internal terhadap rancangan arsitektur yang telah dibuat.

Validasi dilakukan dengan menggunakan matriks Zachman sebagai alat bantu untuk mengklasifikasikan dan meninjau artefak sistem berdasarkan enam perspektif (Planner, Owner, Designer, Builder, Subcontractor, Functioning System) dan enam dimensi (What, How,

Where, Who, When, Why). Evaluasi dilakukan dengan pendekatan checklist terhadap pemetaan elemen-elemen rancangan yang telah disusun.

Hasil validasi menunjukkan bahwa seluruh sel utama dalam matriks telah terisi secara konsisten dan sistematis. Perspektif perencana dan pemilik menggambarkan visi strategis dan kebutuhan pengguna sistem. Perspektif perancang dan pembangun menunjukkan kelengkapan model data, proses bisnis, arsitektur jaringan, dan desain antarmuka. Dengan demikian, rancangan arsitektur ini telah memenuhi prinsip keterpaduan (integration), kelengkapan (completeness), dan keterlacakan (traceability) dalam konteks pengembangan sistem informasi.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengembangkan sistem Handwriter Aksara Bali untuk latihan menulis aksara Bali dengan pendekatan Enterprise Architecture berbasis Zachman Framework. Melalui penerapan kerangka Zachman, perancangan sistem dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan empat perspektif utama, yaitu Planner, Owner, Designer, dan Builder.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem Handwriter Aksara Bali memiliki arsitektur yang terintegrasi, efisien, dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna, baik siswa, guru, maupun orang tua. Fitur utama sistem meliputi latihan menulis aksara Bali secara interaktif, teknologi pengenalan tulisan tangan (handwriting recognition), evaluasi otomatis, serta pelaporan hasil latihan yang dapat diakses secara daring. Dengan demikian, penerapan Enterprise Architecture berbasis Zachman Framework terbukti efektif dalam merancang dan membangun sistem informasi pendidikan yang terstruktur, terukur, dan berkelanjutan. Ke depan, sistem ini dapat terus dikembangkan, baik dari sisi fitur, teknologi, maupun cakupan pengguna untuk mendukung pelestarian budaya lokal melalui inovasi digital.

Hasil evaluasi awal menunjukkan bahwa sistem memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran menulis aksara Bali, meningkatkan interaksi siswa dengan materi, serta memberikan kemudahan bagi guru dalam memantau hasil latihan. Namun, pengembangan lanjutan tetap diperlukan untuk meningkatkan cakupan dan kualitas sistem secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Pratama, M. D. Sulistiyo, and A. F. Ihsan, "Balinese Script Handwriting Recognition Using Faster R-CNN," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 7, no. 6, pp. 1268–1275, 2023.
- [2] I. G. A. P. I. Aryasuari, "Balinese Wikipedia as an Effort to Preserve and Maintain Balinese Language and Culture," in *Proceedings of The International Conference on Multi-Disciplines Approaches for The Sustainable Development*, 2023, pp. 705–709.
- [3] D. Siahaan, N. P. Sutramiani, N. Suciati, I. N. Duija, and I. W. A. S. Darma, "DeepLontar dataset for handwritten Balinese character detection and syllable recognition on Lontar manuscript," *Sci Data*, vol. 9, no. 1, p. 761, 2022.
- [4] K. A. S. Wijaya and W. Widyastuti, "Recognition of Balinese letters with convolutional neural network," in *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing, 2022.

- [5] W. Darma and F. Adikara, "Perancangan Enterprise Architecture Menggunakan Zachman Framework Pada Perusahaan Konstruksi," *JSil (Jurnal Sistem Informasi)*, vol. 9, no. 1, pp. 101–108, 2022.
- [6] A. L. Hananto, M. Guntur, T. Tukino, and B. Priyatna, "Perencanaan Arsitektur Enterprise pada Layanan Telekomunikasi Digital Telkomsel By. U menggunakan Zachman Framework," *Jurnal Accounting Information System (AIMS)*, vol. 7, no. 1, pp. 9–16, 2024.
- [7] P. Singgri and M. I. Alparizi, "Perancangan Arsitektur Sistem Informasi Berbasis Website Menggunakan Kerangka Kerja Zachman," *Jurnal Manajemen Informatika, Sistem Informasi Dan Teknologi Komputer (JUMISTIK)*, vol. 1, no. 1, pp. 66–73, 2022.
- [8] F. D. Silalahi, S. A. Nugroho, and B. Hartono, "Framework-Driven Design: Analyzing the Impact of the Zachman Framework on LMS Effectiveness," *Journal of Technology Informatics and Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 203–216, 2024.
- [9] F. S. Dinata and S. Saepudin, "Perancangan Arsitektur Sistem Informasi Purchase Order Online Sayuran Korea Menggunakan Framework Zachman," *The Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 13, no. 5, 2024.
- [10] D. Irwan and M. Muslih, "Penerapan Zachman Framework Pada Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Surat Berbasis Web Service," in *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Manajemen Informatika Universitas Nusa Putra*, 2021, pp. 61–70.
- [11] N. Ningsi and N. Zainuddin, "Kombinasi Zachman Framework dan Strategic Planning Information System versi John Ward dan Joe Peppard dalam Perancangan Blueprint IT FTI USN Kolaka," *JUPITER (Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi Komputer)*, vol. 13, no. 2, pp. 97–110, 2021.
- [12] S. Sihabudin, M. A. Permana, G. Syabani, A. Erfina, and W. Jatmiko, "Perancangan Arsitektur Sistem Informasi Penjualan FE Kitchen Menggunakan Metode Zachman Framework," *Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (JURSISTEKNI)*, vol. 4, no. 2, pp. 90–98, 2022.
- [13] W. A. Mardiyah and S. Saepudin, "Perancangan Enterprise Arsitektur Sistem Informasi Pengarsipan Surat Pada CV. Abinesia Menggunakan Framework Zachman," in *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Manajemen Informatika Universitas Nusa Putra*, 2023, pp. 203–215.
- [14] C. Trika and S. Saepudin, "Penerapan Zachman Framework pada Arsitektur Sistem Informasi Penjualan Kantin RS. Sekarwangi," in *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Manajemen Informatika Universitas Nusa Putra*, 2023, pp. 216–230.
- [15] K. R. Putra and F. Anggreani, "Perancangan Arsitektur Enterprise Pada Instansi Pemerintahan: Systematic Literature Review," *Computing and Education Technology Journal*, vol. 2, pp. 10–25, 2022.
- [16] S. Saepudin, E. Pudarwati, C. Warman, S. Sihabudin, and G. Giri, "Perancangan Arsitektur Sistem Pemesanan Tiket Wisata Online Menggunakan Framework Zachman," *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 11, no. 2, pp. 162–171, 2022.