

---

## PERANCANGAN SISTEM REPLIKASI DATA ASINKRONUS UNTUK PENDATAAN UMAT KATOLIK DI DAERAH TERPENCIL (STUDI KASUS: KEUSKUPAN TIMIKA)

Mario A. A. Gobel<sup>\*1</sup>, Winda Mulia<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Manajemen Informatika, Akademi Teknik Biak

Email: [arizald.gg@gmail.com](mailto:arizald.gg@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang sistem replikasi data asinkronus untuk mengatasi tantangan pendataan umat Katolik di wilayah dengan infrastruktur komunikasi terbatas, dengan studi kasus di Keuskupan Timika, Papua. Latar belakang penelitian didasari oleh kondisi geografis sulit, keterbatasan konektivitas internet, dan variasi literasi digital petugas pelayanan yang menghambat sistem pendataan konvensional berbasis online. Metode penelitian menggunakan pendekatan Design Science Research Methodology dengan pengumpulan kebutuhan melalui observasi dan wawancara terhadap stakeholder di tingkat keuskupan, paroki, dan stasi. Perancangan sistem dengan arsitektur tiga lapis: perangkat mobile di tingkat stasi untuk pengumpulan data offline, aplikasi desktop di tingkat paroki sebagai aggregation point, dan server pusat di keuskupan. Hasil perancangan sistem menggunakan perancangan arsitektur sistem, Use Case Diagram, Sequence Diagram, Entity Relationship Diagram. Perancangan sistem ini untuk mengakomodasi kebutuhan data umat mencakup biodata, informasi sakramental, dan kondisi ekonomi keluarga. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perancangan ini sangat reliable untuk dapat diterapkan untuk digunakan sebagai solusi atas kebutuhan pendataan umat Katolik Keuskupan Timika yang ketat namun memiliki wilayah pelayanan dengan kondisi geografis sulit, keterbatasan konektivitas internet dan keterbatasan kemampuan petugas pelayanan. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa pola desain sistem terdistribusi offline-first untuk organisasi hierarkis di daerah infrastruktur terbatas, serta kerangka kerja replikasi data asinkronus yang dapat diadaptasi untuk konteks serupa.

**Kata kunci:** *sistem terdistribusi, replikasi data asinkronus, offline-first application*

---

### 1. Pendahuluan

Terdapat sekitar 37 keuskupan dan lebih dari 2.500 paroki di Indonesia yang masing-masing mengelola data umat secara mandiri dengan format, metode, dan sistem yang berbeda-beda—mulai dari catatan buku paroki, spreadsheet sederhana, hingga aplikasi lokal yang tidak terhubung. Fragmentasi data ini menimbulkan masalah signifikan dalam pelayanan pastoral, termasuk kesulitan pelacakan riwayat sakramental, koordinasi program antar-wilayah, dan perencanaan strategis yang berbasis data akurat. Selain itu, Gereja Katolik tidak hanya berfungsi sebagai komunitas religius, tetapi juga aktif dalam misi sosial melalui jaringan rumah sakit, sekolah, universitas, panti asuhan, dan panti jompo [9].

Keuskupan Timika, yang meliputi wilayah Kabupaten Mimika dan sekitarnya di Papua, menjadi contoh nyata dari tantangan tersebut. Cakupan wilayah pelayanannya yang luas—meliputi daerah perkotaan, pedesaan, pedalaman, hingga komunitas-komunitas terpencil di hutan—menyebabkan akses fisik dan komunikasi menjadi sangat terbatas. Banyak stasi (gereja-gereja kecil di bawah paroki) hanya dapat dijangkau dengan perjalanan berjam-jam menggunakan perahu, mobil off-road, atau bahkan berjalan kaki. Selain itu, konektivitas internet hampir tidak ada di sebagian besar wilayah, sehingga sistem pendataan berbasis online atau real-time tidak dapat diandalkan.

Penelitian terkait analisis tantangan implementasi teknologi di Papua dan Maluku dimana penelitian menemukan bahwa pendekatan hybrid (digital dan manual) dengan pelatihan intensif menghasilkan adopsi terbaik

di daerah dengan infrastruktur terbatas [5]. Hal ini juga terbukti dalam penerapan pada aplikasi dibidang kesehatan yang mengimplementasikan aplikasi offline untuk kader kesehatan. Sistem ini berhasil mengumpulkan data 15.000 keluarga dengan akurasi 91% dalam kondisi koneksi terputus-putus [6]. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem pendataan dan pemetaan umat yang mampu beroperasi dalam kondisi infrastruktur terbatas, namun tetap memungkinkan integrasi data secara bertahap ke dalam suatu *repository* terpusat. Sistem ini harus dirancang dengan pendekatan *offline-first* dan terdistribusi [2], di mana setiap paroki dan stasi dapat mengelola data secara mandiri tanpa ketergantungan pada koneksi internet, namun memiliki mekanisme sinkronisasi data yang andal ketika ada kesempatan untuk terhubung.

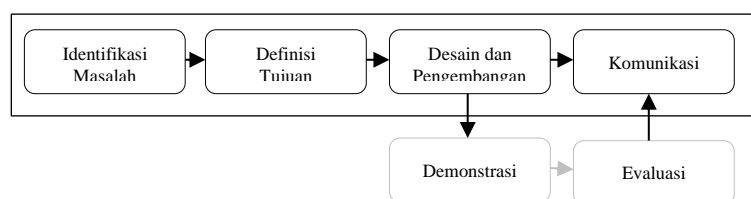
Pada penelitian lain pengembangan kerangka kerja sistem terdistribusi dengan replikasi data asinkronus untuk daerah terpencil Afrika, yang penelitian ini menemukan bahwa pola sinkronisasi sangat efektif menjadi solusi dengan konteks Keuskupan Timika yang memiliki karakteristik geografis serupa [1]. Dalam hal mekanisme sinkronisasi terdapat protokol yang secara dinamis menyesuaikan strategi replikasi berdasarkan kualitas jaringan. Protokol ini efektif untuk kondisi seperti di Papua dengan latensi tinggi dan *bandwidth* rendah [4]. Pada proses pengkoleksian data dapat dilakukan dengan aplikasi berbasis PWA (*Progressive Web Apps*), dimana implementasi dengan menggunakan PWA dapat berfungsi penuh tanpa internet, serta aplikasi menggunakan Cache API dan *IndexedDB* untuk penyimpanan lokal, dengan kemampuan sinkronisasi latar belakang saat koneksi tersedia [7]. Dari segi kualitas akurasi data, menunjukkan bahwa mekanisme pengumpulan data dengan sistem desentralisasi lebih akurat 40% dibandingkan sistem terpusat [8].

Berdasarkan tinjauan pustaka, beberapa gap penelitian teridentifikasi: (1) Kurangnya penelitian tentang sistem terdistribusi khusus untuk organisasi keagamaan, terutama dengan struktur hierarkis seperti Gereja Katolik, (2) Minimnya studi yang mengintegrasikan pendataan umat dengan pemetaan ekonomi keluarga dalam satu platform terpadu, (3) Tidak adanya model sinkronisasi data yang dirancang khusus untuk kondisi geografis ekstrem seperti di Keuskupan Timika, (4) Belum ada penelitian tentang desain sistem yang secara simultan mengatasi keterbatasan infrastruktur dan literasi digital, (5) Kurangnya framework yang mempertimbangkan aspek teologis-kanonik dalam struktur data sakramental, (6) Penelitian ini bertujuan mengisi gap tersebut dengan merancang sistem replikasi data asinkronus yang mengakomodasi kebutuhan khusus Keuskupan Timika dalam konteks geografis dan infrastruktur Indonesia bagian timur. Sistem ini akan mengintegrasikan pendataan biodata, sakramental, dan ekonomi keluarga dengan mekanisme replikasi data asinkronus untuk kondisi konektivitas terbatas.

Penelitian ini sendiri berfokus pada perancangan sistem replikasi data asinkronus yang dapat menjadi solusi pendataan dan pemetaan umat di Keuskupan Timika. Melalui perancangan sistem ini diharapkan menjadi solusi yang dapat diterapkan, sehingga kedepannya pelayanan pastoral dan sosial gereja dapat menjadi lebih efektif, inklusif, dan responsif terhadap dinamika kebutuhan umat dan kebutuhan administratif Keuskupan Timika.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Design Science Research Methodology* (DSRM) [10] dengan fokus pada perancangan sistem terdistribusi untuk pendataan umat. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang bersifat rekayasa (*engineering*) dengan output berupa perancangan sistem informasi yang dapat diterapkan untuk memecahkan masalah praktis. Siklus dalam pendekatan DSRM yang digunakan adalah sebagai berikut: (1) Identifikasi masalah: analisis kondisi existing, (2) Definisi tujuan: perumusan tujuan dan spesifikasi sistem, (3) Desain dan pengembangan: pembuatan artefak (sistem terdistribusi), (4) Demonstrasi: pengujian prototipe di lingkungan terkontrol, (5) Evaluasi: pengukuran efektivitas sistem, (6) Komunikasi: publikasi hasil penelitian.



Gambar 1. Siklus Design Science Research Methodology (DSRM) dengan fokus pada perancangan sistem

Penelitian ini akan berfokus pada perancangan sistem sehingga siklus yang akan diterapkan dari pendekatan DSRM hanya 4 dari 6 siklus tersebut (gambar 1), khusus pada siklus ke-3 hanya akan dilakukan pada tahap Desain tanpa pengembangan.

Pada tahap perancangan model menggunakan *Unified Modeling Language (UML)*: *Use Case Diagram* untuk fungsi sistem, *Activity Diagram* untuk alur proses, *Sequence Diagram* untuk interaksi komponen, *Entity Relationship Diagram (ERD)* untuk desain basis data. Sedangkan pada perancangan sistem menggunakan pendekatan modular dan incremental dengan arsitektur sistem : *3-tier distributed architecture*, dan perancangan algoritma *Sync protocol* dan *conflict resolution* [3].

Pengambilan data untuk kebutuhan data dasar dilakukan dengan observasi dokumen baik jurnal penelitian terkait maupun dokumen gereja seperti buku baptis, formulir pendataan, laporan tahunan, Kitab Hukum Kanonik, pedoman Konfrensi Wali Gereja Indonesia, dan dokumen publikasi Keuskupan Timika, analisis sistem informasi existing baik yang terkomputerisasi maupun konvensional.

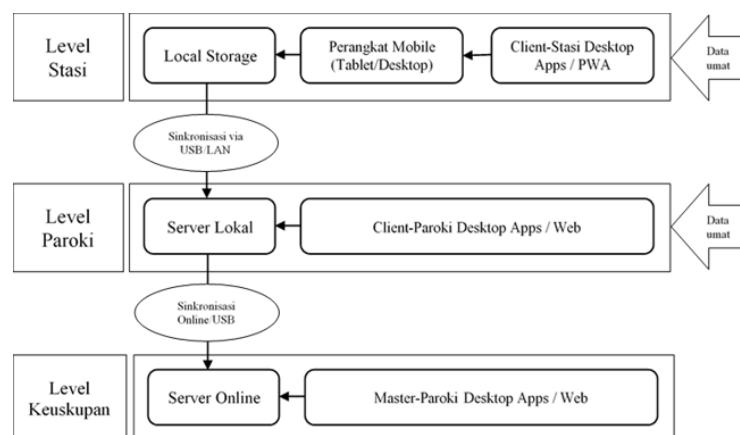
### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelusuran tidak terdapat sistem pengelolaan data umat Keuskupan Timika yang komperhensif, data umat yang berada pada Keuskupan Timika berasal dari hasil pendataan tingkat Paroki yang dilakukan secara independen dan dilakukan dengan metode yang berbeda-beda. Data tentang Sakramen dan status ekonomi keluarga tersebar dalam format yang tidak kompatibel, menghambat konsolidasi informasi di tingkat keuskupan. Selain itu tidak terdapat juga pemutakhiran data secara berkala, yang mana hal ini dalam Gereja Katolik secara umum banyak menjadi masalah terutama pada pelaksanaan/pelayanan Sakramen-Sakramen. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan merancang sistem yang dapat berfungsi penuh tanpa koneksi internet, data disimpan lokal dengan mekanisme penyimpanan yang robust, dan fitur sinkronisasi secara offline/lokal maupun dengan koneksi internet.

Hasil perancangan dipetakan dalam beberapa bagian yang akan menjelaskan bagaimana arsitektur sistem yang akan digunakan, mekanisme sinkronisasi data, flowchart pada setiap tier aplikasi dan perancangan pada basis data sistem yang dapat mendukung mekanisme sinkronisasi data secara akurat dan simultan. Dalam pembahasan akan dijelaskan detail tentang bagaimana mekanisme proses replikasi data asinkronus pada 3-tier level sistem yang dirancang.

#### 3.1. Arsitektur sistem

Arsitektur sistem dirancang sesuai dengan penggunaan pada Gereja Katolik yang bersifat hirarkis, dalam kasus ini adalah arsitektur ditingkat keuskupan yaitu Keuskupan Timika. Secara administratif Gereja Katolik diatas Keuskupan Timika terdapat Keuskupan Agung Merauke, dan dibawah keuskupan terbagi dalam region khusus yang 'v ; disebut dekenat (terdiri dari beberapa paroki), namun dalam struktur pertanggungjawaban administratif gereja hanya terdiri dari 3 tingkat. Oleh karena itu arsitektur sistem dirancang dalam 3-tier level yaitu Level Stasi (termasuk wilayah dan komunitas basis), paroki dan keuskupan. Dengan 3-tier level maka akan terdapat 3 aplikasi (Gambar 2) yang berjalan secara berbeda dalam fungsi namun memiliki integrasi data akurat dengan metode replikasi data asinkronus.

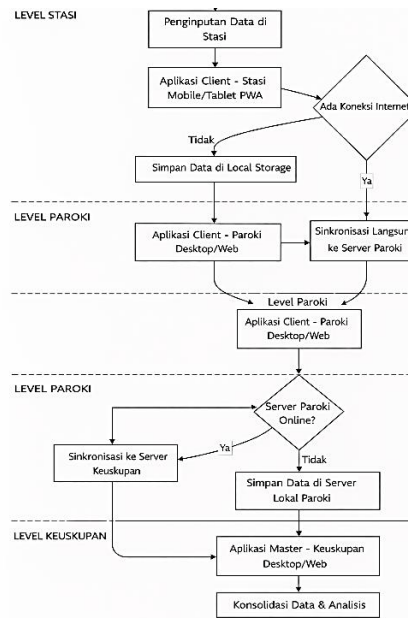


Gambar 2. Arsitektur sistem 3-tier sistem terdistribusi

### 3.2. Flowchart sistem

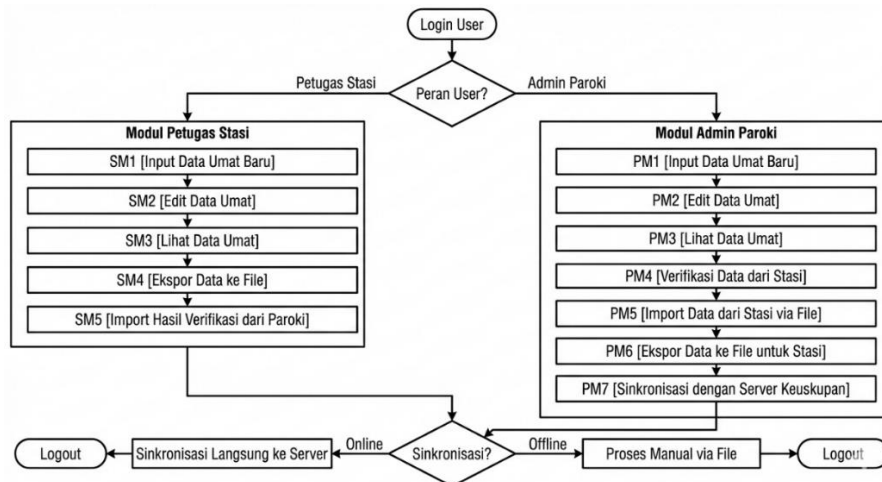
Rancangan sistem dibuat berdasarkan arsitektur sistem (Gambar. 2) dengan 3-tier level sistem terdistribusi, dimana terdapat mekanisme sinkronisasi satu arah dari sisi *client* (penyimpanan lokal-stasi) menuju ke *server* lokal (client-paroki) dan terakhir pada agregat *server* (*server*-keuskupan) seperti pada gambar 3. Metode utama dalam proses sinkronisasi dari sisi akurasi data menggunakan entry timestamp untuk replikasi data antar server (server lokal paroki – server master keuskupan). Pada sisi client, aplikasi *client* digunakan di tingkat stasi dan paroki. Stasi dan paroki menginput data, khusus untuk stasi kemudian dapat melakukan sinkronisasi langsung ke paroki jika ada server paroki dalam kondisi online dan terdapat koneksi internet pada *client*-stasi, atau melalui file (USB) jika offline. Paroki yang telah mengumpulkan data dari stasi, memverifikasi kemudian sinkronisasi ke server keuskupan. Aplikasi client di stasi bisa berupa Progressive Web App (PWA) yang dapat diinstall di mobile/tablet atau aplikasi desktop sederhana, sedangkan aplikasi client di paroki bisa berupa aplikasi desktop atau web app (gambar 4). Aplikasi Master digunakan di tingkat keuskupan untuk mengelola data dari semua paroki, melakukan sinkronisasi, pelaporan, dan pemetaan. Aplikasi master di keuskupan berupa web app yang dapat diakses via browser atau aplikasi desktop. Berikut rancangan sistem dalam flowchart:

#### 1. Flowchart alur sinkronisasi data pada sistem 3-tier level



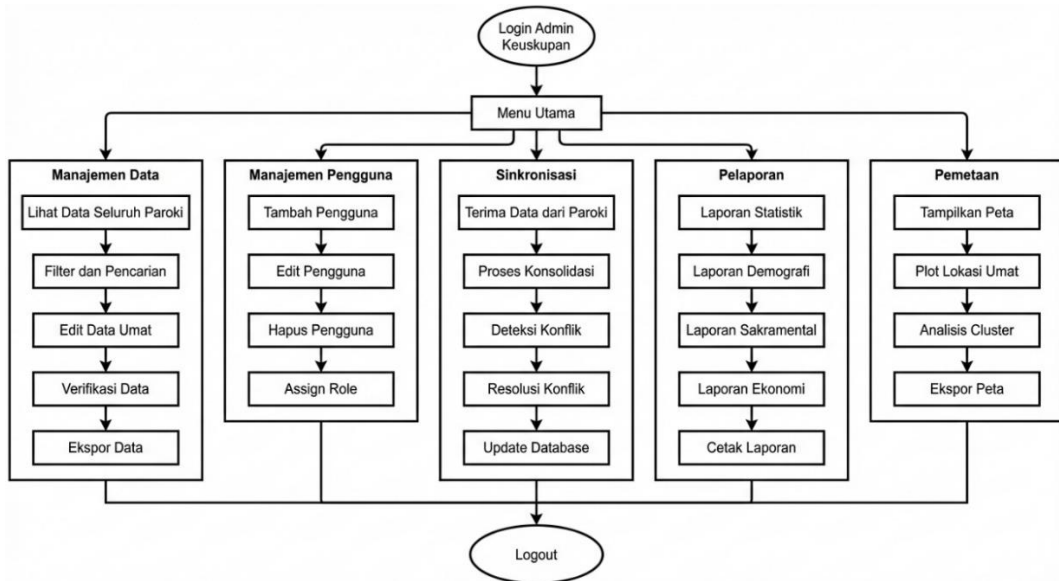
Gambar 3. Flowchart alur sinkronisasi sistem keseluruhan

#### 2. Flowchart aplikasi sisi client (Paroki-Stasi)



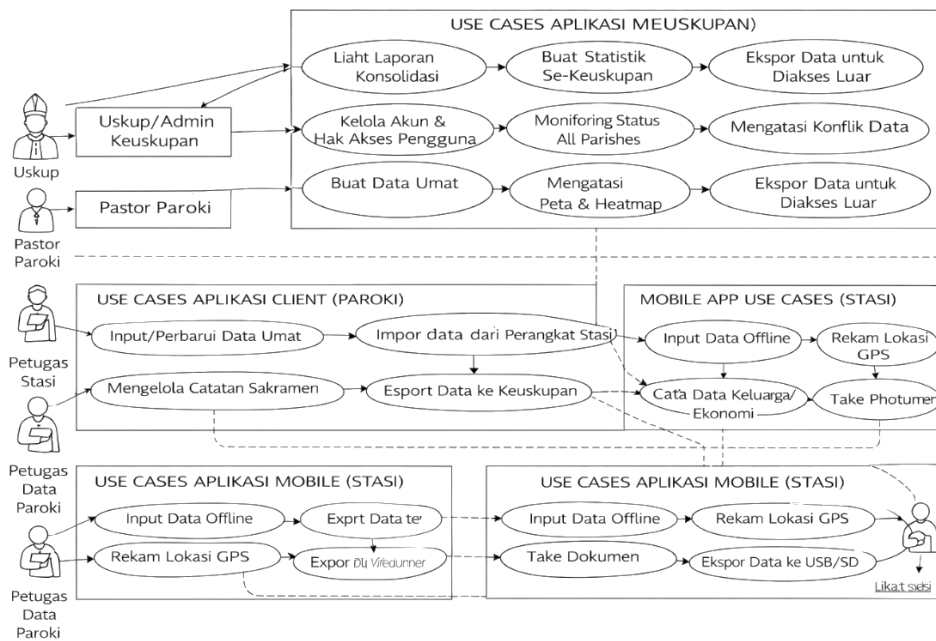
Gambar 4. Flowchart alur aplikasi sisi *client* (paroki-stasi)

3. Flowchart aplikasi sisi server (Keuskupan)



Gambar 4. Flowchart alur aplikasi sisi server (Keuskupan)

3.3. Use case diagram



Gambar 5. Use case diagram keseluruhan sistem

Pada use case diagram ini menunjukkan aktifitas pada setiap jenis pengguna pada ke-3 tier level sistem, dimana pengguna terdiri dari pengguna di level keuskupan yaitu uskup/administrator keuskupan, pada level paroki adalah pastor dan petugas data paroki, dan pada level stasi adalah petugas stasi (termasuk petugas wilayah/komunitas basis). Seperti terlihat pada Gambar 5, bahwa setiap role pengguna memiliki fungsi dan tujuan penggunaan yang berbeda dalam pengelolaan sistem. Fungsi dan penggunaan lebih jelas pada setiap role dijelaskan sebagai berikut:

1. Uskup/Administrator keuskupan

Uskup atau Admin Keuskupan berperan sebagai otoritas pengendali utama sistem informasi keuskupan yang bertanggung jawab atas pengelolaan data secara terpusat, pengaturan kebijakan sistem, serta pemanfaatan data untuk kepentingan strategis keuskupan. Aktor ini memiliki akses penuh terhadap modul master system dan seluruh data lintas paroki dan stasi.

2. Pastor paroki

Pastor Paroki berperan sebagai otoritas pastoral dan pengambil keputusan di tingkat paroki yang memanfaatkan sistem informasi sebagai alat pendukung pelayanan dan perencanaan pastoral. Aktor ini tidak berfokus pada pengelolaan teknis data, melainkan pada pemanfaatan data sebagai dasar pengambilan kebijakan dan arah pelayanan gerejawi.

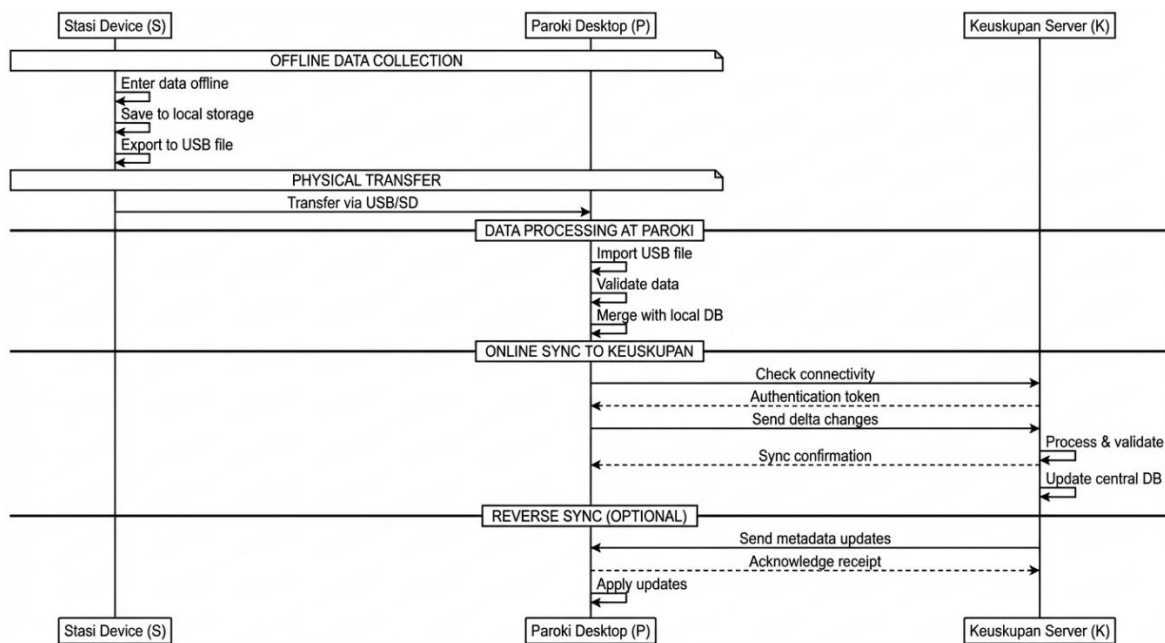
3. Petugas data paroki/sekertaris paroki

Sekretaris Paroki berperan sebagai pengelola administrasi data operasional paroki yang bertanggung jawab langsung terhadap penginputan, pemeliharaan, kualitas data, integritas sistem, sinkronisasi data antar level sistem dan pengelolaan data umat secara administratif. Aktor ini menjadi tulang punggung sistem data di tingkat paroki.

4. Petugas stasi (termasuk petugas wilayah dan komunitas basis)

Petugas Stasi berperan sebagai petugas lapangan pengumpul data umat yang bekerja langsung di tingkat stasi dan wilayah/komunitas basis umat. Aktor ini merupakan sumber utama data primer dalam sistem.

3.4. Sequence diagram



Gambar 6. Sequence diagram sistem 3-tier level

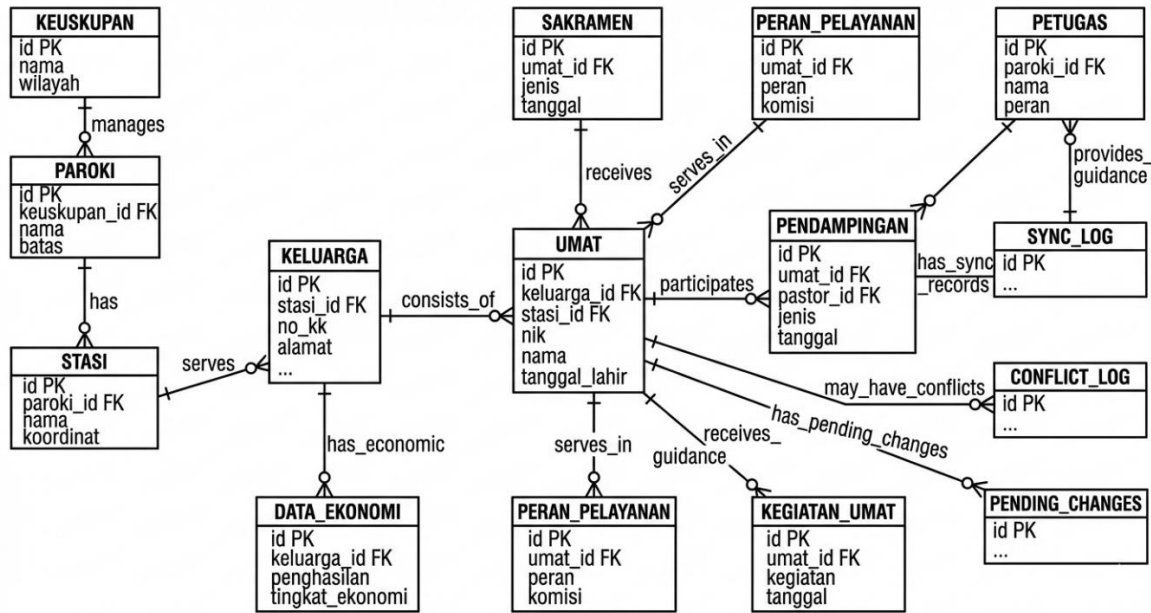
Berdasarkan sequence diagram pada Gambar 6, dapat dijelaskan bahwa urutan pengoperasian sistem dirancang sesuai kebutuhan yang telah direncanakan untuk fleksibilitas penggunaan namun tetap dapat mempertahankan integritas data.

Secara lebih dalam dapat dijelaskan dalam 5 tahapan, yaitu: (1) Pengumpulan Data Offline (*Offline Data Collection*) Tahap ini terjadi sepenuhnya di perangkat milik Stasi. Karena mungkin tidak ada akses internet yang stabil di lokasi Stasi, proses dilakukan secara luring; (2) Transfer Fisik (*Physical Transfer*) Langkah ini melibatkan perpindahan fisik media penyimpanan (USB/external storage); (3) Pengolahan Data di Paroki (*Data Processing at Paroki*) Setelah data dari Stasi sampai di Paroki, sistem di Paroki melakukan beberapa langkah internal; (4) Sinkronisasi Online ke Keuskupan (*Online Sync*) Pada tahap ini, Paroki (yang biasanya memiliki akses internet lebih baik) mengirimkan data ke Server Keuskupan; (5) Sinkronisasi Balik (*Reverse Sync - Opsional*) Ini adalah langkah untuk memastikan data di Paroki tetap mutakhir dengan data pusat.

3.5. Entity relationship diagram

Desain ERD pada Gambar 7 mencakup: Struktur data untuk semua kebutuhan (biodata, sakramental, ekonomi), Mekanisme sinkronisasi dan *conflict resolution*, Optimasi untuk performa dengan *indexing* yang tepat, Partisi untuk manajemen data besar, *Constraint* untuk menjaga integritas data, Backup dan recovery procedure,

tampilan untuk pelaporan dan analisa. ERD ini siap untuk diimplementasikan dengan PostgreSQL di level keuskupan, SQLite di level paroki/stasi, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik Keuskupan Timika.



Gambar 7. Entity relationship diagram keseluruhan sistem

Pada Tabel 1, dapat dilihat setiap fungsi dan penggunaan entitas yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan replikasi data asinkronus sistem. Meskipun tidak digambarkan secara detail setiap kebutuhan atribut pada keseluruhan entitas data pada Tabel 1 cukup menjelaskan fungsi yang dibutuhkan, sehingga pada tahap pengembangan prototipe dapat menjadi acuan untuk diterapkan.

Tabel 1. Entitas utama yang berfungsi untuk mekanisme replikasi data asinkronus

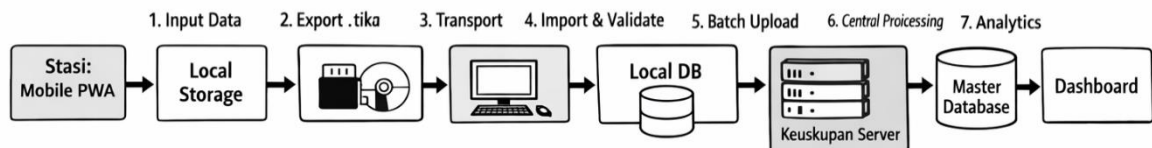
Tabel sync_log	Tabel conflict_log	Tabel pending_changes	Atribut sync_status dan sync_version pada Tabel data lainnya
<p>Fungsi: Mencatat setiap proses sinkronisasi yang terjadi.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. device_id dan device_type: Mengidentifikasi perangkat yang melakukan sinkronisasi.</li> <li>2. sync_direction: Menunjukkan arah sinkronisasi (upload atau download).</li> <li>3. sync_method: Metode sinkronisasi (internet, USB, dll).</li> <li>4. records_count dan data_size_bytes: Mengukur volume data yang disinkronkan.</li> <li>5. sync_status: Status keberhasilan sinkronisasi.</li> <li>6. conflict_count: Jumlah konflik yang terjadi selama sinkronisasi.</li> </ol>	<p>Fungsi: Mencatat setiap konflik data yang terdeteksi selama sinkronisasi.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. table_name dan record_id: Mengidentifikasi data yang konflik.</li> <li>2. conflict_type: Jenis konflik (update-update, update-delete, dll).</li> <li>3. local_data dan remote_data: Menyimpan data lokal dan data dari server yang konflik.</li> <li>4. resolved_data: Data hasil resolusi.</li> <li>5. resolution_method: Cara penyelesaian (auto merge, manual, dll).</li> <li>6. conflict_status: Status konflik (pending, resolved, dll).</li> </ol>	<p>Fungsi: Menyimpan perubahan data yang dilakukan dalam mode offline untuk nantinya disinkronkan.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. table_name dan record_id: Mengidentifikasi data yang diubah.</li> <li>2. operation: Jenis operasi (insert, update, delete).</li> <li>3. old_data dan new_data: Data lama dan baru (untuk update).</li> <li>4. change_status: Status perubahan (pending, synced, dll).</li> </ol>	<p>Fungsi: Menandai status sinkronisasi setiap record dan versi data untuk conflict detection.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Setiap perubahan data akan menandai sync_status menjadi 'PENDING'.</li> <li>2. Setiap update akan meningkatkan sync_version.</li> <li>3. Saat sinkronisasi, data dengan versi yang lebih baru akan menimpa versi lama, atau jika ada konflik (kedua sisi berubah) maka akan dicatat di conflict_log.</li> </ol>

### 3.4. Pembahasan

Sesuai dengan hasil perancangan sistem diatas maka dapat digambarkan sistem pendataan dan pemetaan umat Keuskupan Timika ini dalam beberapa bagian, sebagai berikut:

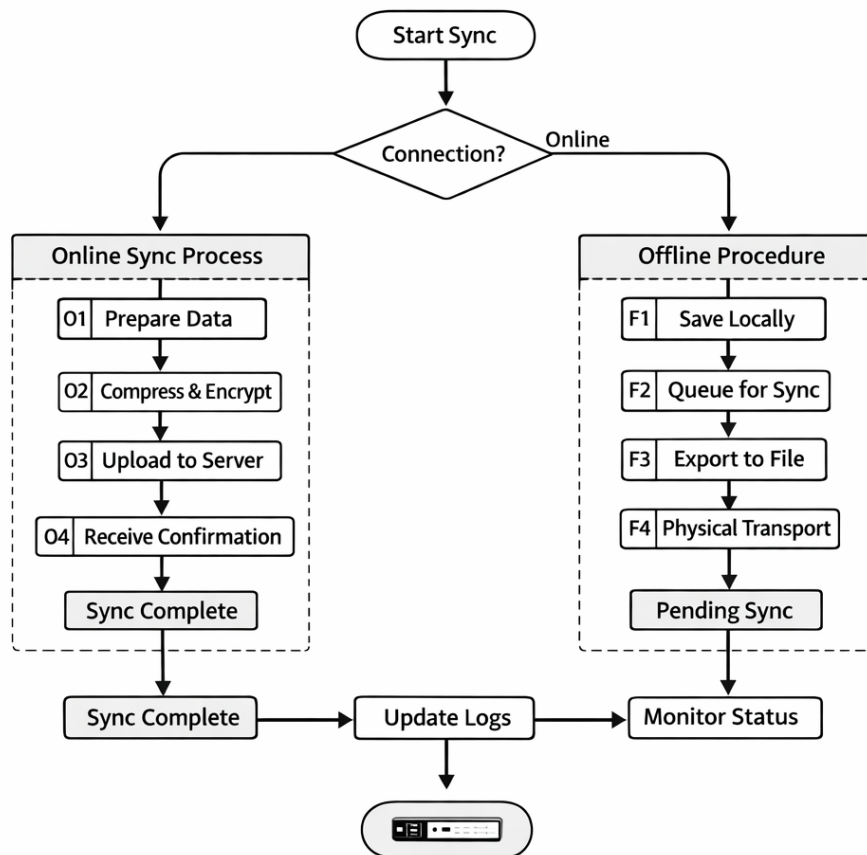
#### 1. Aliran data

Arus data dari perancangan sistem secara teoritis dapat terlaksana dan diterapkan, dimana data yang dimulai dari tingkat Stasi hingga menjadi informasi terpusat di tingkat Keuskupan. Proses diawali ketika data diinput melalui aplikasi *Mobile PWA* di Stasi, kemudian disimpan sementara di *Local Storage* pada perangkat. Setelah itu, data diekspor dalam format file (USB) dan dipindahkan menggunakan media fisik menuju Paroki. Di Paroki, file tersebut diimpor ke dalam aplikasi Desktop untuk dilakukan proses validasi dan pemeriksaan kelengkapan data. Data yang telah dinyatakan valid kemudian disimpan dalam *Local Database* Paroki sebelum dikirim secara bertahap (*batch upload*) ke *Server Keuskupan*. Di tingkat pusat, data menjalani proses pengolahan terpusat dan disimpan dalam *Master Database* sebagai basis data utama. Selanjutnya, data tersebut dianalisis dan disajikan dalam bentuk *Dashboard* sehingga dapat digunakan sebagai dasar pemantauan, pelaporan, dan pengambilan keputusan (Gambar 8).



Gambar 8. Aliran data sistem

#### 2. Mekanisme replikasi data asinkronus



Gambar 9. Flowchart proses replikasi data asinkronus

Replikasi data asinkronus adalah pendekatan di mana perubahan data direplikasi ke node lain secara tidak *real-time* dengan karakteristik baru yaitu: *Eventual Consistency*: Data akan konsisten setelah periode waktu tertentu, *Offline-First*: Node dapat beroperasi penuh tanpa koneksi, *Conflict Resolution*: Mekanisme menyelesaikan perubahan konflik [1][2][3]. Dalam Gambar 9 dapat dilihat bahwa mekanisme sinkronisasi akan mereplikasi data yang terpisah dalam dua metode, ini memungkinkan agar data dapat tetap termutakhir secara berkala sesuai kebutuhan dan kesiapan data, namun dengan cara ini juga integritas dapat tetap terjaga antara aplikasi pada *3-tier level* berbeda.

### 3. Error handling sistem sinkronisasi

Mekanisme penanganan error pada proses sinkronisasi dilakukan dengan dua fitur utama yaitu update logs (Gambar 9) yang mana data tersebut menjadi acuan bahwa sinkronisasi telah berhasil atau terjadi konflik data. Data Update logs sendiri adalah data yang dijabarkan pada Tabel 1, dimana data ini menjadi acuan parameter keberhasilan sinkronisasi. Sedangkan tahapan penanganan error proses sinkronisasi ini terjadi pada dua tahap yaitu yang dimulai dari confirmation sync dan diakhiri pada acknowledge receipt yang digambarkan pada sequence diagram (Gambar 6).

## 4. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang sistem replikasi data asinkronus untuk pendataan umat Katolik di daerah terpencil, dengan studi kasus di Keuskupan Timika, Papua. Sistem dirancang dengan pendekatan offline-first dan arsitektur terdistribusi tiga tingkat (stasi, paroki, keuskupan) yang sesuai dengan struktur hierarkis Gereja Katolik. Berdasarkan metode Design Science Research Methodology (DSRM) [10], penelitian ini menghasilkan artefak berupa desain arsitektur sistem, mekanisme alur sinkronisasi, skema database terdistribusi. Temuan penelitian menunjukkan bahwa sistem terdistribusi dengan replikasi asinkronus merupakan solusi efektif untuk mengatasi tantangan pendataan di wilayah dengan infrastruktur komunikasi terbatas. Protokol sinkronisasi yang dirancang mampu mengakomodasi koneksi internet yang terputus-putus melalui mekanisme store-and-forward dan transfer data via media fisik (USB/SD card). Algoritma resolusi konflik yang diusulkan menggabungkan pendekatan otomatis (berdasarkan aturan bisnis gereja) dan manual, sehingga memastikan konsistensi data eventual. Dari aspek teknis, perancangan sistem ini mengintegrasikan kebutuhan pendataan biodata, sakramental, dan ekonomi keluarga dalam satu platform terpadu.

Kontribusi penelitian ini mencakup aspek praktis dan teoretis. Secara praktis, hasil perancangan sistem ini dapat diimplementasikan di Keuskupan Timika dan menjadi model untuk keuskupan lain dengan kondisi serupa. Secara teoretis, penelitian ini menyumbang pada pengembangan pola desain sistem terdistribusi offline-first untuk organisasi hierarkis di daerah terpencil.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] R. Togel, M. Schmidt, and K. Weber, "Distributed Data Management in Low-Connectivity Environments," *IEEE Trans. Mobile Comput.*, vol. 22, no. 3, pp. 1450–1465, 2023.
- [2] L. Chen and S. Patel, "Edge Computing Architecture for Offline-First Applications in Developing Regions," *ACM Trans. Internet Technol.*, vol. 22, no. 4, Art. no. 85, 2022.
- [3] A. Martinez et al., "Conflict-Free Replicated Data Types for Mobile Applications," *J. Syst. Softw.*, vol. 178, Art. no. 110974, 2021.
- [4] S. Singh and P. Kumar, "AsyncSync: A Protocol for Asynchronous Data Synchronization in Distributed Systems with Network Constraints," *Int. J. Distrib. Syst. Technol.*, vol. 11, no. 3, pp. 45–63, 2020.
- [5] A. Wijaya et al., "Digital Infrastructure Challenges in Eastern Indonesia," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 11, no. 2, pp. 234–250, 2022.
- [6] B. Santoso et al., "Mobile Data Collection Systems for Community Health Workers," *Health Policy Technol.*, vol. 9, no. 3, pp. 320–329, 2020.
- [7] J. Rodriguez et al., "Progressive Web Apps for Offline Data Collection: A Case Study in Rural Education Monitoring," *J. Web Eng.*, vol. 21, no. 5, pp. 1345–1368, 2022.
- [8] S. Khan et al., "Community-Based Data Collection Systems for Religious Organizations in Developing Countries," *Inf. Technol. Develop.*, vol. 27, no. 3, pp. 512–530, 2021.
- [9] Konferensi Waligereja Indonesia, *Buku Pedoman 2019: Surat-surat Gembala, Surat, Pesan, Pernyataan, dan Maklumat Konferensi Waligereja Indonesia Masa Bakti 2015–2020*. Jakarta, Indonesia: KWI, 2019.
- [10] A. Hevner and S. Chatterjee, *Design Research in Information Systems: Theory and Practice*. New York, NY, USA: Springer, 2010.