

**SKPL**

## SPESIFIKASI KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK

ArtConnect

Untuk :

Pengembangan Aplikasi Berbasis Web

Dipersiapkan oleh:

M. Akbar Rizky Saputra	20230040236
Moch. Sechan Alfarisi	20230040094
M. Fathir Bagas	20230040126
M. Ghibran Muslih	20230040105
M. Sinar Agusta	20230040188

Logo	ArtConnect	Nomor Dokumen	Halaman
		No. Dokumen	1/77
		Rev isi	Tgl:

## DAFTAR PERUBAHAN

<b>Revisi</b>	<b>Deskripsi</b>
<b>A</b>	
<b>B</b>	
<b>C</b>	
<b>D</b>	
<b>E</b>	
<b>F</b>	
<b>G</b>	

INDEX TGL	-	A	B	C	D	E	F	G
Ditulis oleh	AF							
Diperiksa oleh								
Disetujui oleh								

## **Daftar Halaman Perubahan**

<b>Halaman</b>	<b>Revisi</b>	<b>Halaman</b>	<b>Revisi</b>
Bab 1 Bab 2 Bab 3 Bab 4	A		

## Daftar Isi

<b>1.</b>	<b>5</b>	
<b>2.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>3.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>4.</b>	<b>7</b>	
<b>4.1</b>	<b>8</b>	
<b>4.1.1</b>	<b>8</b>	
<b>4.1.2</b>	<b>9</b>	
<b>4.1.3</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>4.1.4</b>	<b>11</b>	
<b>4.1.5</b>	<b>12</b>	
<b>4.2</b>	<b>13</b>	
<b>4.2.1</b>	<b>14</b>	
<b>4.2.2</b>	<b>14</b>	
<b>4.2.3</b>	<b>16</b>	
<b>4.2.4</b>	<b>16</b>	
<b>4.2.5</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>4.3</b>	<b>20</b>	
<b>4.3.1</b>	<b>21</b>	
<b>4.3.1.1</b>	<b>Antarmuka pemakai</b>	<b>12</b>
<b>4.3.1.2</b>	<b>Antarmuka perangkat keras</b>	<b>12</b>
<b>4.3.1.3</b>	<b>Antarmuka perangkat lunak</b>	<b>13</b>
<b>4.3.1.4</b>	<b>Antarmuka komunikasi</b>	<b>13</b>
<b>4.3.2</b>	<b>28</b>	
<b>4.3.2.1</b>	<b>Aliran informasi</b>	<b>13</b>
<b>4.3.2.1.1</b>	<b>28</b>	
<b>4.3.2.1.2</b>	<b>30</b>	
<b>4.3.2.2</b>	<b>Deskripsi proses</b>	<b>14</b>
<b>4.3.2.2.1</b>	<b>34</b>	
<b>4.3.2.2.2</b>	<b>36</b>	
<b>4.3.3</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>4.3.3.1</b>	<b>Data 1</b>	<b>15</b>
<b>4.3.3.2</b>	<b>Data 2 dan seterusnya</b>	<b>15</b>
<b>4.3.4</b>	<b>63</b>	
<b>4.3.4.1</b>	<b>Performansi</b>	<b>15</b>
<b>4.3.4.2</b>	<b>Batasan Memori</b>	<b>16</b>
<b>4.3.4.3</b>	<b>Modus Operasi</b>	<b>16</b>
<b>4.3.4.4</b>	<b>Kebutuhan adaptasi lokasi</b>	<b>16</b>
<b>4.3.5</b>	<b>64</b>	
<b>4.3.5.1</b>	<b>Keandalan</b>	<b>16</b>
<b>4.3.5.2</b>	<b>Ketersediaan.</b>	<b>16</b>
<b>4.3.5.3</b>	<b>Keamanan</b>	<b>17</b>
<b>4.3.5.4</b>	<b>Keremawatan (66)</b>	
<b>4.3.5.5</b>	<b>Kepemindahan (Error! Bookmark not defined.)</b>	

4.3.6	67
4.4	71
4.5	76
4.5.1	77
4.5.2	77

## **1. Pendahuluan**

Dokumen ini berisi penjelasan pemakaian dan penulisan dokumen Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak (SKPL) atau Software Requirement Specification (SRS) dengan pendekatan berorientasi proses untuk sistem ArtConnect. Dokumen ini selanjutnya akan menggunakan istilah SKPL. Dokumen ini sebagian besar adalah adaptasi dari dokumen IEEE Std 830-1993. Uraian yang dituangkan di dalam dokumen ini digunakan sebagai acuan dalam menulis SKPL.

## **2. Referensi**

1. IEEE Std 830-1993, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications.
2. IEEE Std 610.12-1990, IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology (ANSI).
3. GL01A, Panduan Penggunaan dan Pengisian Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak, Jurusan Teknik Informatika.
4. Dokumen Perancangan Proyek ArtConnect, Versi 1.1 - Dokumen Detail untuk Pengembangan & Presentasi, 2025.
5. Firebase Documentation, Google Firebase Official Documentation, Google LLC.

## **3. Definisi, Singkatan, dan Akronim**

Definisi dari istilah yang akan digunakan pada dokumen ini dibuat berdasarkan hasil adaptasi dari IEEE Std 610.12-1990 dan konteks khusus pengembangan ArtConnect.

### **Definisi:**

1. **Pelanggan** - Orang atau organisasi yang membayar produk, dan biasanya tidak harus ia yang akan memutuskan kebutuhannya.
2. **Pengembang** - Orang yang menghasilkan produk untuk pelanggan.
3. **Pengguna** - Orang yang akan langsung menjalankan atau menggunakan produk. Pengguna dan pelanggan umumnya adalah orang yang sama.

### **Singkatan dan Akronim:**

<b>Singkatan</b>	<b>Kepanjangan</b>
<b>SKPL</b>	Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak
<b>SRS</b>	Software Requirement Specification
<b>DFD</b>	Data Flow Diagram
<b>ERD</b>	Entity Relationship Diagram
<b>STD</b>	State Transition Diagram
<b>DBMS</b>	Data Base Management System
<b>MVP</b>	Minimum Viable Product
<b>SaaS</b>	Software-as-a-Service
<b>CRM</b>	Customer Relationship Management
<b>CRUD</b>	Create, Read, Update, Delete
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>UI/UX</b>	User Interface/User Experience

#### **4. Bagian-bagian SKPL**

SKPL berorientasi proses ini menggunakan asumsi bahwa metode analisis berorientasi proses secara prinsip menggunakan notasi atau representasi konvensional umum seperti Data Flow Diagram (DFD) sebagai dasar dan Entity Relationship Diagram (ERD). Notasi pelengkap lain seperti pseudo-code, flow chart, flow map, matriks-matriks Proses-Data, Proses-Organisasi, Organisasi-Data, state transition diagram dapat digunakan pula.

##### **Daftar Isi ( Blm Revisi )**

1. Pendahuluan
  - 1.1. Tujuan Penulisan Dokumen
  - 1.2. Lingkup Masalah
  - 1.3. Definisi, Akronim dan Singkatan
  - 1.4. Referensi
  - 1.5. Deskripsi Umum Dokumen
2. Deskripsi Global Perangkat Lunak

- 2.1. Perspektif Produk
- 2.2. Fungsi Produk
- 2.3. Karakteristik Pengguna
- 2.4. Batasan-batasan
- 2.5. Asumsi dan Kebergantungan
- 3. Deskripsi Rinci Kebutuhan
  - 3.1. Kebutuhan antarmuka eksternal
    - 3.1.1. Antarmuka pemakai
    - 3.1.2. Antarmuka perangkat keras
    - 3.1.3. Antarmuka perangkat lunak
    - 3.1.4. Antarmuka komunikasi
  - 3.2. Deskripsi Fungsional
    - 3.2.1. Aliran informasi
      - 3.2.1.1. DFD Level 1
      - 3.2.1.2. DFD Level 2 dan seterusnya
    - 3.2.2. Deskripsi proses
      - 3.2.2.1. Proses 1
      - 3.2.2.2. Proses 2 dan seterusnya
  - 3.3. Deskripsi Data
    - 3.3.1.1. Data 1
    - 3.3.1.2. Data 2 dan seterusnya
  - 3.4. Deskripsi Kebutuhan Non Fungsional
  - 3.5. Atribut Kualitas Perangkat Lunak
  - 3.6. Batasan Perancangan
- 4. Matriks Keterkaitan

Lampiran

#### **4.1 Pendahuluan**

Pendahuluan dari SKPL ArtConnect memberikan gambaran umum dari seluruh dokumen SKPL, bukan sistem perangkat lunak yang hendak dibangun. SKPL ini menspesifikasikan kebutuhan perangkat lunak untuk platform manajemen jejaring profesional dan inventaris karya seni yang dirancang khusus bagi seniman visual independen.

ArtConnect merupakan solusi perangkat lunak berbasis web yang mengintegrasikan manajemen inventaris karya seni digital, pengembangan jejaring profesional, dan analisis aktivitas bisnis dalam satu platform terpadu. Sistem ini dikembangkan dengan pendekatan berorientasi proses menggunakan metodologi analisis terstruktur dan mengadopsi arsitektur cloud-native untuk memastikan skalabilitas dan keandalan.

Dokumen SKPL ini disusun untuk memenuhi standar IEEE Std 830-1993 dengan adaptasi khusus untuk domain industri seni visual, memastikan bahwa semua kebutuhan fungsional dan non-fungsional platform terdefinisi dengan jelas dan dapat diverifikasi. Pendahuluan ini terdiri dari lima bagian utama: tujuan pembuatan dokumen, lingkup masalah yang diselesaikan, definisi terminologi khusus, referensi yang digunakan, dan deskripsi umum struktur dokumen.

#### 4.1.1 Tujuan

Bagian ini menunjukkan tujuan pembuatan SKPL secara umum serta menguraikan pengguna dari dokumen SKPL ini dan tujuan penggunaan dokumen oleh para pengguna tersebut.

##### **Tujuan Umum Pembuatan SKPL:**

SKPL ArtConnect dibuat untuk menyediakan spesifikasi lengkap dan terstruktur yang menggambarkan kebutuhan fungsional dan non-fungsional platform CRM khusus seniman visual. Dokumen ini berfungsi sebagai kontrak formal antara tim pengembang, stakeholder bisnis, dan pengguna akhir untuk memastikan pengembangan sistem sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan yang telah ditetapkan.

#### 4.1.2 Lingkup Masalah

Bagian ini mengidentifikasi produk perangkat lunak yang dispesifikasi pada dokumen ini berdasarkan nama, menjelaskan apa yang akan dilakukan dan tidak dilakukan oleh perangkat lunak, menjelaskan penerapan perangkat lunak beserta manfaat, tujuan dan sasaran dari pembuatan perangkat lunak tersebut, serta merujuk pada identifikasi spesifikasi yang ada di dokumen-dokumen pendahulu SKPL ini.

##### **Identifikasi Produk:**

Dokumen ini menspesifikasikan **ArtConnect versi 1.0 MVP**, sebuah platform Software-as-a-Service (SaaS) berbasis web yang memusatkan dua proses bisnis kunci milik seniman visual independen: manajemen inventaris karya seni dan manajemen jejaring profesional.

### **Yang Akan Dilakukan oleh Perangkat Lunak:**

- Menyediakan sistem otentikasi pengguna yang aman dengan dukungan Firebase Authentication.
- Mengelola inventaris karya seni dengan fitur CRUD lengkap (Create, Read, Update, Delete).
- Mengelola kontak profesional meliputi kolektor, galeri, dan kurator dengan sistem kategorisasi yang fleksibel.
- Menyediakan dasbor analitik sederhana untuk memberikan insight tentang progres karya dan aktivitas networking.
- Mengimplementasikan papan Kanban untuk visualisasi pipeline karya dari konsep hingga terjual.
- Mencatat aktivitas dan penjualan dengan fitur tracking dan reporting dasar.
- Menyediakan antarmuka web responsif yang dioptimalkan untuk desktop modern.

### **Yang Tidak Akan Dilakukan oleh Perangkat Lunak:**

- Fitur lanjutan seperti manajemen pameran komprehensif, sistem paspor digital karya seni, dan dukungan multi-mata-uang.
- Sistem pembayaran terintegrasi dan modul akuntansi keuangan lengkap.
- Aplikasi mobile native (iOS/Android) pada fase MVP.
- Integrasi e-commerce penuh atau marketplace functionality.

### **Penerapan dan Manfaat:**

Platform ini dirancang sebagai pusat komando digital (*digital command center*) yang mentransformasi proses administratif kompleks menjadi alur kerja yang intuitif dan visual. Penerapan ArtConnect bertujuan untuk:

- Meningkatkan efisiensi administratif seniman hingga 60% melalui otomatisasi pencatatan dan tracking.
- Memperluas jangkauan networking profesional dengan sistem manajemen kontak yang terstruktur.
- Memberikan insight data-driven untuk pengembangan karier seniman melalui analytics dashboard.
- Memungkinkan seniman fokus pada proses kreatif sambil membangun karier secara strategis.

### **Konsistensi dengan Dokumen Pendahulu:**

Spesifikasi dalam dokumen ini konsisten dengan "Dokumen Perancangan Proyek ArtConnect Versi 1.1" dan mengikuti panduan IEEE Std 830-1993 serta GL01A.

#### **4.1.3 Definisi, akronim dan singkatan**

Bagian ini memberikan penjelasan terhadap semua definisi, akronim dan singkatan yang digunakan agar dapat menginterpretasikan SKPL dengan benar dan satu arti. Definisi istilah dan singkatan telah disajikan pada Bagian 3 dokumen ini.

Khusus untuk proyek ArtConnect, terdapat beberapa istilah teknis tambahan yang perlu didefinisikan:

Istilah Khusus ArtConnect	Definisi
<b>ArtConnect</b>	Platform CRM berbasis web yang dirancang khusus untuk seniman visual independen
<b>Artwork Lifecycle</b>	Siklus hidup karya seni dari konsep, work-in-progress, selesai, hingga terjual
<b>Professional Network</b>	Jejaring profesional seniman yang meliputi kolektor, galeri, kurator, dan kritik seni
<b>Pipeline Karya</b>	Alur visualisasi progres karya menggunakan metode Kanban
<b>Digital Command Center</b>	Pusat kendali digital yang mengintegrasikan semua aspek manajemen bisnis seniman
<b>Firebase</b>	Platform Backend-as-a-Service milik Google untuk autentikasi, database, dan storage
<b>Responsive Web Design</b>	Desain web yang dapat menyesuaikan tampilan pada berbagai ukuran layar

#### **4.1.4 Referensi**

Bagian ini memberikan daftar lengkap dari dokumen, baik itu berupa buku, panduan, atau spesifikasi/deskripsi lain yang dirujuk pada dokumen SKPL ini, identifikasi dari setiap dokumen berdasarkan judul, nomor dokumen bila ada, tanggal dan organisasi penerbit.

#### **Dokumen Standar:**

1. IEEE Std 830-1993, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1993.

2. IEEE Std 610.12-1990, IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology (ANSI), Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990.
3. Panduan GL01A, Panduan Penggunaan dan Pengisian Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak, Jurusan Teknik Informatika.  
Dokumen Proyek:
  4. Dokumen Perancangan Proyek ArtConnect, Versi 1.1 - Dokumen Detail untuk Pengembangan & Presentasi, Tim Pengembang ArtConnect, 2025.
  5. Presentasi ArtConnect, Comprehensive Project Plan for ArtConnect CRM Platform, Tim Pengembang ArtConnect, 2025.

### **Dokumentasi Teknis**

6. Firebase Documentation, Authentication, Firestore Database, and Cloud Storage, Google LLC,  
<https://firebase.google.com/docs>.
7. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, World Wide Web Consortium (W3C), 2018.

#### **4.1.5 Deskripsi Umum Dokumen**

Bagian ini adalah ikhtisar dari dokumen SKPL. Sistematika pembahasan dokumen SKPL ini mengikuti struktur standar IEEE dengan adaptasi untuk pendekatan berorientasi proses.

##### **Struktur Dokumen:**

**Bab 4.1 - Pendahuluan:** Memberikan konteks umum dokumen, tujuan penulisan, ruang lingkup masalah, definisi istilah, referensi, dan deskripsi organisasi dokumen.

**Bab 4.2 - Deskripsi Global Perangkat Lunak:** Menjelaskan perspektif produk dalam konteks sistem yang lebih luas, fungsi-fungsi inti, karakteristik pengguna target, batasan pengembangan, serta asumsi dan kebergantungan sistem.

**Bab 4.3 - Deskripsi Rinci Kebutuhan:** Menguraikan kebutuhan antarmuka eksternal, kebutuhan fungsional lengkap dengan Data Flow Diagram (DFD), kebutuhan non-fungsional, deskripsi data dengan Entity Relationship Diagram (ERD), atribut kualitas perangkat lunak, serta batasan perancangan.

**Bab 4.4 - Matriks Keterunutan:** Memetakan setiap kebutuhan ke metode verifikasi yang akan digunakan (inspeksi, analisis, atau demonstrasi) untuk memastikan setiap kebutuhan dapat diuji dan divalidasi.

**Penempatan Notasi Tambahan:**

Untuk pengembangan ArtConnect, akan digunakan pendekatan analisis terstruktur berorientasi proses dengan:

- Data Flow Diagram (DFD) sebagai notasi dasar untuk menggambarkan aliran data
- Entity Relationship Diagram (ERD) untuk representasi struktur data
- State Transition Diagram (STD) bila diperlukan, akan ditempatkan sebagai sub-bab dalam Bab 4.3
- Wireframe dan mockup antarmuka pengguna akan disajikan sebagai lampiran

Struktur ini memastikan bahwa semua aspek pengembangan ArtConnect terdokumentasi dengan baik dan dapat dilacak sepanjang siklus hidup proyek sesuai dengan standar industri dan praktik terbaik rekayasa perangkat lunak

#### **4.2 *Deskripsi Global Perangkat Lunak***

Bagian ini merupakan penjelasan tentang perangkat lunak secara umum. Dijelaskan melalui perspektif perangkat lunak relatif terhadap konteksnya, fungsi dasar perangkat lunak, karakteristik pengguna yang ditargetkan, batasan-batasan yang mempengaruhi perangkat lunak secara umum, serta asumsi dasar yang digunakan dan kebergantungan perangkat lunak pada fenomena lain di luar perangkat lunak. Bagian ini tidak memberikan kebutuhan rinci, hanya latar belakang dari kebutuhan tersebut.

#### **4.2.1 Perspektif Produk**

ArtConnect diposisikan sebagai produk mandiri yang tidak bergantung pada sistem atau produk perangkat lunak lain yang telah ada sebelumnya. Sistem ini dirancang sebagai solusi SaaS (*Software-as-a-Service*) yang dapat beroperasi secara independen dalam lingkungan web modern.

#### **Posisi dalam Ekosistem Digital:**

ArtConnect beroperasi sebagai platform cloud-native yang memanfaatkan layanan Backend-as-a-Service (Firebase) untuk mempercepat pengembangan dan mengurangi kompleksitas infrastruktur. Platform ini tidak mengintegrasikan atau menggantikan sistem warisan (*legacy systems*) yang ada, melainkan menjadi solusi baru untuk kebutuhan yang belum terpenuhi di segmen seniman visual.

#### **Antarmuka Eksternal Utama:**

- Antarmuka Pengguna Web: Antarmuka utama berbasis web responsif yang diakses melalui browser modern
- API Firebase: Integrasi dengan layanan Firebase untuk otentikasi, database realtime, dan penyimpanan file
- Antarmuka Ekspor: Kemampuan ekspor data dalam format standar (CSV, PDF) untuk keperluan backup dan portabilitas

#### **Kemandirian Sistem:**

Sebagai sistem mandiri, ArtConnect memiliki kemampuan untuk:

- Beroperasi tanpa ketergantungan pada aplikasi eksternal
- Mengelola seluruh siklus data dari input hingga output secara internal
- Menyediakan backup dan recovery data secara otomatis melalui infrastruktur cloud

#### **4.2.2 Fungsi Produk**

Fungsi-fungsi dasar sistem ArtConnect diorganisasikan berdasarkan domain bisnis seniman visual dan selaras dengan bubble pada level 1 DFD yang akan dijelaskan pada bagian selanjutnya. Fungsi-fungsi ini menjawab masalah inti yang dihadapi seniman dalam mengelola aspek bisnis dari praktik seni mereka.

##### **Fungsi Dasar Utama:**

###### **1. Manajemen Identitas dan Otentikasi**

Mengelola registrasi, otentikasi, dan profil seniman dengan keamanan tingkat enterprise. Fungsi ini memastikan bahwa setiap seniman memiliki workspace pribadi yang aman dan dapat disesuaikan.

###### **2. Pengelolaan Inventaris Karya Seni**

Menyediakan sistem manajemen aset digital untuk karya seni yang mencakup dokumentasi visual, metadata lengkap, pelacakan status, dan kategorisasi fleksibel. Fungsi ini menjadi inti dari platform karena karya seni adalah aset utama seniman.

###### **3. Manajemen Jejaring Profesional**

Mengelola database kontak yang tidak hanya menyimpan informasi dasar, tetapi juga melacak hubungan bisnis, riwayat interaksi, dan preferensi setiap kontak dalam ekosistem seni.

###### **4. Visualisasi Pipeline dan Workflow**

Menyediakan representasi visual dari siklus hidup karya seni menggunakan metodologi Kanban, memungkinkan seniman melacak progres dari ide hingga penjualan dalam satu tampilan intuitif.

###### **5. Pencatatan dan Analisis Aktivitas**

Mengelola semua touchpoint antara seniman, karya, dan kontak profesional, serta menyediakan insight analitik untuk mendukung pengambilan keputusan strategis.

###### **6. Pelaporan dan Dokumentasi**

Menghasilkan laporan visual dan terstruktur tentang performa bisnis, inventaris, dan aktivitas networking untuk keperluan administrasi dan presentasi kepada stakeholder.

### **Hubungan Logis Antar Fungsi:**

Fungsi-fungsi ini saling berkaitan dalam alur kerja yang terpadu dimana data karya seni menjadi central hub yang menghubungkan aktivitas networking, pipeline visualization, dan analytical reporting.

#### **4.2.3 Karakteristik Pengguna**

Karakteristik pengguna ArtConnect dirancang berdasarkan analisis mendalam terhadap kebutuhan dan perilaku seniman visual independen sebagai target market utama platform ini.

<b>Aspek</b>	<b>Deskripsi</b>
<b>Pengguna Utama</b>	Seniman Visual Independen
<b>Tanggung Jawab</b>	Pengelolaan penuh terhadap inventaris karya seni, jejaring profesional, dokumentasi penjualan, dan pengembangan karier
<b>Hak Akses</b>	CRUD (Create, Read, Update, Delete) penuh terhadap semua data yang terkait dengan akun mereka, termasuk karya seni, kontak, aktivitas, dan pengaturan akun
<b>Tingkat Pendidikan</b>	Minimal pendidikan menengah dengan latar belakang seni atau kreative industry, umumnya memiliki pendidikan formal seni (D3/S1 Seni Rupa, Desain, atau bidang terkait)
<b>Tingkat Keterampilan Teknologi</b>	Basic hingga intermediate dalam penggunaan aplikasi web modern, familiar dengan upload file, drag-and-drop interface, dan navigasi web
<b>Pengalaman yang Dibutuhkan</b>	Minimal 1-2 tahun pengalaman dalam praktik seni profesional atau semi-profesional, memahami terminologi industri seni, dan telah memiliki interaksi dengan collector, galeri, atau kurator
<b>Jenis Pelatihan</b>	Tutorial interaktif dalam aplikasi ( <i>onboarding</i> ), dokumentasi visual step-by-step, dan video tutorial untuk fitur advanced

### **Profil Demografis:**

- **Usia:** 25-50 tahun dengan mayoritas di rentang 28-40 tahun
- **Lokasi:** Urban dan semi-urban dengan akses internet stabil
- **Perilaku Digital:** Active users media sosial, menggunakan smartphone dan komputer secara regular
- **Pain Points:** Kesulitan mengorganisir karya, tracking interaksi dengan buyers, dan menganalisis performa bisnis

### **Kebutuhan Khusus:**

- Antarmuka visual yang menarik sesuai dengan sensibilitas estetik seniman
- Fleksibilitas dalam kategorisasi dan organisasi data
- Kemudahan berbagi portofolio dengan stakeholder eksternal
- Tools analitik yang mudah dipahami tanpa background business atau finance

#### **4.2.4 Batasan-batasan**

Bagian SKPL ini berisi deskripsi umum dari item lain yang akan membatasi pilihan atau keputusan pada spesifikasi. Batasan-batasan ini mempengaruhi keputusan desain dan implementasi ArtConnect secara menyeluruh.

##### **1. Kebijakan Umum Organisasi/Lingkungan**

- Sistem harus mematuhi regulasi perlindungan data pribadi sesuai dengan standar GDPR dan peraturan perlindungan data lokal
- Konten karya seni yang diunggah harus mematuhi hak cipta dan tidak melanggar kekayaan intelektual pihak lain
- Platform tidak diizinkan untuk menyimpan atau memproses konten yang melanggar hukum atau standar komunitas

##### **2. Keterbatasan Karena Perangkat Keras**

- Ukuran file gambar dibatasi maksimal 10MB per file untuk menjaga performa dan efisiensi penyimpanan cloud
- Resolusi maksimal gambar yang dapat diunggah adalah 4096x4096 piksel untuk mengoptimalkan loading time
- Sistem dirancang untuk berjalan optimal pada perangkat dengan RAM minimal 4GB dan koneksi internet minimum 2Mbps

##### **3. Standar Antarmuka ke Aplikasi atau Sistem Lain**

- Integrasi dengan Firebase mengharuskan penggunaan Firebase SDK versi 9.0 atau lebih tinggi

- Ekspor data harus mengikuti format standar CSV (RFC 4180) dan PDF/A untuk kompatibilitas jangka panjang
- API eksternal yang digunakan harus mendukung HTTPS dan autentikasi token-based

#### **4. Tuntutan Pengoperasian Secara Paralel atau Multi Platform**

- Sistem harus dapat berjalan secara konsisten di browser Chrome, Firefox, Safari, dan Edge versi terbaru
- Antarmuka harus responsif dan dapat diakses dari desktop, tablet, dan smartphone (viewport minimum 320px)
- Sinkronisasi data real-time harus didukung untuk multiple sessions dari pengguna yang sama

##### **4.2.5 Asumsi dan Kebergantungan**

Bagian ini mengungkapkan setiap faktor yang mempengaruhi kebutuhan yang dinyatakan pada SKPL. Faktor-faktor ini bukan merupakan pembatasan atas keputusan yang diambil untuk perancangan perangkat lunak, melainkan hal-hal di luar cakupan perangkat lunak yang dispesifikasikan.

Asumsi Dasar:

##### **1. Ketersediaan Infrastruktur Eksternal**

- Firebase services (Authentication, Firestore, Storage) akan tetap tersedia dan stabil dengan uptime minimum 99.9% sesuai SLA Google
- Koneksi internet pengguna memiliki kecepatan minimum 1Mbps untuk penggunaan optimal fitur real-time
- Browser pengguna mendukung JavaScript ES6+ dan Web APIs modern (Local Storage, File API, Drag and Drop API)

## **2. Perilaku dan Kemampuan Pengguna**

- Seniman target memiliki pemahaman dasar tentang konsep digital file management
- Pengguna memiliki kemampuan untuk mengambil foto karya seni dengan kualitas yang memadai (minimal 1MP)
- Seniman sudah memiliki email aktif dan dapat mengakses email untuk proses verifikasi akun

## **3. Lingkungan Operasional**

- Pengembangan akan menggunakan environment development yang konsisten (Node.js v18+, modern IDE)
- Tim pengembang memiliki akses ke Firebase console dan dapat mengkonfigurasi services yang diperlukan
- Testing environment tersedia untuk Quality Assurance sebelum deployment ke production

### **Kebergantungan Eksternal:**

#### **1. Layanan Third-Party**

- Firebase Authentication: Jika service ini mengalami downtime, fungsi login/register akan terganggu
- Firebase Firestore: Gangguan pada database cloud akan mempengaruhi semua operasi CRUD
- Firebase Storage: Masalah pada cloud storage akan menghambat upload/download gambar karya seni

#### **2. Platform dan Teknologi**

- Vercel/Netlify Hosting: Stabilitas platform hosting mempengaruhi availability aplikasi
- CDN Services: Performa loading gambar bergantung pada reliability Content Delivery Network
- SSL Certificate Providers: Keamanan HTTPS bergantung pada validitas dan renewal certificate

### **3. Prioritas Pengembangan:**

Berdasarkan analisis risiko dan kebergantungan, prioritas pengembangan ditetapkan sebagai berikut:

- High Priority: Sistem otentikasi, CRUD inventaris karya, dashboard utama
- Medium Priority: Manajemen kontak, pipeline Kanban, pencatatan aktivitas
- Low Priority: Fitur analitik lanjutan, export data, notifikasi system

### **Identifikasi Kebutuhan yang Ditunda:**

- Fitur-fitur berikut akan dikembangkan pada versi lanjutan setelah MVP:
- Sistem notifikasi real-time via email atau push notification
- Advanced analytics dengan grafik interaktif dan forecasting
- Multi-language support untuk ekspansi pasar internasional
- Mobile application native untuk iOS dan Android

#### **4.3 Deskripsi Rinci Kebutuhan**

Bagian ini menjelaskan kebutuhan rinci sistem ArtConnect yang mencakup semua aspek operasional platform CRM untuk seniman visual. Setiap kebutuhan dalam bagian ini dirancang untuk mendukung workflow seniman dari tahap kreatif hingga komersial, dengan fokus utama pada manajemen inventaris karya seni dan pengembangan jejaring profesional.

ArtConnect beroperasi dalam tiga domain utama yang saling terintegrasi: **Creative Domain** (pengelolaan karya seni dan proses kreatif), **Business Domain** (manajemen kontak profesional, penjualan, dan aktivitas bisnis), dan **Analytics Domain** (insight dan reporting untuk pengembangan karier). Setiap domain memiliki stimulus dan response yang spesifik sesuai dengan kebutuhan seniman visual independen.

#### **Domain Creative - Manajemen Karya Seni:**

Stimulus: Seniman mengunggah foto karya, memasukkan metadata (judul, dimensi, medium, tahun), mengubah status progres (konsep, work-in-

progress, selesai, dijual) Response: Sistem menyimpan karya dengan thumbnail otomatis, menampilkan dalam gallery view, memperbarui dashboard analytics, dan menyinkronkan dengan pipeline Kanban

#### **Domain Business - Jejaring Profesional:**

Stimulus: Seniman menambah kontak baru (kolektor/galeri/kurator), mencatat interaksi, merekam aktivitas penjualan, atau berbagi portofolio

Response: Sistem mengorganisir kontak berdasarkan kategori, melacak riwayat komunikasi, memperbarui statistik networking, dan memberikan reminder follow-up

#### **Domain Analytics - Insight dan Pelaporan:**

Stimulus: Sistem menganalisis data karya, kontak, dan aktivitas secara otomatis, pengguna mengakses dashboard atau export report

Response: Menyajikan visualisasi data real-time, tren penjualan, performa networking, progres karya, dan rekomendasi strategis

Kebutuhan rinci ini memastikan bahwa setiap interaksi pengguna dengan sistem menghasilkan value yang terukur dalam mendukung pengembangan karier seniman visual, dengan menjaga keseimbangan antara simplicity untuk kemudahan penggunaan dan functionality untuk kebutuhan profesional.

##### **4.3.1 Kebutuhan antarmuka eksternal**

Bagian ini merinci spesifikasi antarmuka eksternal yang memungkinkan sistem ArtConnect berinteraksi dengan seniman visual dan lingkungan teknologi yang mendukung operasionalnya. Antarmuka ini dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan workflow seniman yang unik, mulai dari dokumentasi karya hingga manajemen jejaring profesional.

ArtConnect mengintegrasikan empat kategori antarmuka eksternal yang saling mendukung: antarmuka pemakai yang intuitif untuk seniman, antarmuka perangkat keras yang mendukung dokumentasi visual, antarmuka perangkat lunak yang terintegrasi dengan ekosistem cloud, dan antarmuka komunikasi yang memungkinkan kolaborasi real-time dan sharing portofolio.

#### 4.3.1.1 Antarmuka pemakai

Bagian ini berisi karakteristik logis dari setiap antarmuka antara produk perangkat lunak ArtConnect dan penggunanya (seniman visual), serta semua aspek optimisasi antarmuka dengan orang yang akan menggunakan sistem.

#### Karakteristik Konfigurasi Antarmuka:

Format Layar Standar:

- Resolusi minimum: 1024x768 piksel dengan dukungan optimal pada 1920x1080 piksel
- Layout responsif: Grid system berbasis CSS Flexbox/Grid yang menyesuaikan dengan viewport
- Color scheme: Palet warna minimalis dengan aksen artistik (primary: #2D3748, secondary: #4299E1, accent: #F56565)
- typography: Font sans-serif modern (Inter, Roboto) dengan hierarki yang jelas (H1: 32px, H2: 24px, body: 16px)

Tata Letak Window:

- Navigation bar: Tetap di bagian atas dengan menu utama (Dashboard, Artworks, Contacts, Pipeline, Analytics)
- Sidebar: Panel kiri yang dapat disembunyikan untuk navigation sekunder dan filter
- Main content area: Area utama dengan margin 24px dan padding konsisten
- Modal dialogs: Overlay untuk form input dengan backdrop blur dan escape key support

Isi Laporan/Menu:

- Dashboard cards: Widget summary dengan data real-time (total karya, kontak aktif, penjualan bulanan)
- Data tables: Sortable columns, pagination, dan search functionality untuk listing data
- Form inputs: Konsisten dengan validation real-time dan error messaging yang jelas
- Action buttons: Primary, secondary, dan destructive actions dengan visual hierarchy yang tepat

Ketersediaan Input Methods:

- **Keyboard navigation:** Tab order yang logis dan keyboard shortcuts untuk power users
- **Mouse/trackpad:** Hover states, click feedback, dan drag-and-drop untuk file uploads
- **Touch support:** Basic touch gestures untuk tablet users (tap, swipe, pinch-to-zoom pada gambar)

### **Aspek Optimisasi Antarmuka:**

Yang Harus Dilakukan Sistem: Memberikan feedback visual untuk setiap aksi pengguna dalam waktu maksimal 200ms

- Menampilkan loading indicators untuk proses yang membutuhkan waktu > 1 detik
- Menyediakan pesan error yang informatif dan actionable dengan suggested solutions
- Auto-save draft pada form inputs setiap 30 detik untuk mencegah data loss
- Mempertahankan state aplikasi saat refresh browser (menggunakan localStorage)

Yang Tidak Boleh Dilakukan Sistem:

- Menampilkan technical error messages kepada end user
- Memaksa reload seluruh halaman untuk navigasi antar section  
Memblokir UI selama proses background operations
- Kehilangan data form yang sudah diinput saat terjadi network interruption

### **Kebutuhan Verifikat:**

Seorang seniman berpengalaman harus dapat menambahkan karya seni baru (termasuk upload foto dan metadata lengkap) dalam waktu maksimal 3 menit setelah 1 jam menggunakan sistem. Sistem harus mampu memberikan visual confirmation bahwa karya telah tersimpan dengan sukses dalam waktu kurang dari 5 detik.

#### 4.3.1.2 Antarmuka perangkat keras

Bagian ini menjelaskan karakteristik logis dari setiap antarmuka antara produk perangkat lunak ArtConnect dan komponen perangkat keras yang dibutuhkan untuk operasional optimal sistem.

Spesifikasi Perangkat Keras Client:

- Prosesor: Minimum dual-core 2.0 GHz (Intel i3/AMD Ryzen 3 atau setara)
- Memori (RAM): Minimum 4GB, direkomendasikan 8GB untuk multitasking optimal
- Storage: Minimum 1GB free space untuk cache browser dan temporary files

- Display: Minimum 1024x768, optimal 1920x1080 dengan color depth 24-bit
- Network: Koneksi internet minimum 1Mbps downstream, 512Kbps upstream untuk real-time features

### **Perangkat Input/Output:**

- **Camera:** Opsional, untuk mengambil foto karya seni langsung dari browser (jika didukung WebRTC)
- **Scanner:** Opsional, dengan dukungan TWAIN/WIA driver untuk import scan langsung
- **Graphics tablet:** Dukungan basic untuk Wacom dan graphics tablet lain melalui browser pointer events

### **Antarmuka Mobile (Limited Support):**

- **Smartphone:** iOS 12+ (Safari) atau Android 8+ (Chrome) untuk viewing dan basic editing
- **Tablet:** iPad dengan iOS 13+ atau Android tablet dengan screen minimum 9 inch untuk optimal experience
- **Touch interface:** Multi-touch gestures untuk zoom, pan, dan basic navigation

### **Karakteristik Konfigurasi:**

Sistem ArtConnect tidak memerlukan perangkat keras khusus karena beroperasi sepenuhnya melalui browser web modern. Semua processing dilakukan di cloud, sehingga beban komputasi pada device minimal.

#### 4.3.1.3 Antarmuka perangkat lunak

Bagian ini menspesifikasikan penggunaan produk perangkat lunak lain dan antarmuka dengan sistem aplikasi eksternal yang dibutuhkan untuk operasional ArtConnect.

## **Firebase Backend Services:**

### **Firebase Authentication v9.0+**

- Tujuan: Mengelola registrasi, login, dan session management pengguna
- Antarmuka: Firebase Auth SDK dengan email/password authentication
- Format pesan: JSON Web Tokens (JWT) untuk session management
- Methods: createUserWithEmailAndPassword(), signInWithEmailAndPassword(), signOut()

### **Firebase Firestore Database v9.0+**

- **Tujuan:** Penyimpanan data terstruktur (artwork, contacts, activities) dengan real-time sync
- **Antarmuka:** Firestore SDK dengan NoSQL document-based operations
- **Format pesan:** JSON documents dengan automatic timestamp dan user attribution
- **Methods:** collection().add(), doc().get(), onSnapshot() untuk real-time updates

### **Firebase Cloud Storage v9.0+**

- **Tujuan:** Penyimpanan file gambar karya seni dan dokumen terkait
- **Antarmuka:** Storage SDK dengan multipart upload support
- **Format pesan:** Binary file upload dengan metadata JSON (filename, size, type, upload timestamp)
- **Methods:** ref().put(), getDownloadURL(), deleteObject()

## **Browser Web APIs:**

### **File API**

- Tujuan: Handle file uploads dan drag-and-drop functionality
- Implementasi: FileReader API untuk preview images sebelum upload
- Format: Support untuk JPEG, PNG, WebP dengan size validation

### **Canvas API**

- Tujuan: Image manipulation untuk thumbnail generation dan basic editing
- Implementasi: HTML5 Canvas untuk resize dan compress images
- Format: Output optimized JPEG/WebP untuk storage efficiency

### **Local Storage API**

- Tujuan: Persist user preferences dan form drafts
- Implementasi: localStorage untuk settings, sessionStorage untuk temporary data
- Format: JSON serialized objects dengan versioning untuk migration

### **External Services (Optional):**

#### **Email Service API (EmailJS atau Firebase Functions)**

- **Tujuan:** Pengiriman email notifications dan portfolio sharing
- **Antarmuka:** REST API dengan webhook support
- **Format:** HTML email templates dengan dynamic content injection

#### **PDF Generation Library (jsPDF/Puppeteer)**

- **Tujuan:** Export portfolio dan reports dalam format PDF
- **Implementasi:** Client-side PDF generation atau server-side rendering
- **Format:** PDF/A standard untuk archival compatibility

#### **4.3.1.4 Antarmuka komunikasi**

Bagian ini menspesifikasikan berbagai antarmuka untuk komunikasi yang digunakan oleh perangkat lunak ArtConnect dalam beroperasi dengan memanfaatkan protokol komunikasi dan networking.

#### **Protokol Jaringan:**

##### **HTTPS (TLS 1.2+)**

- **Tujuan:** Secure communication untuk semua data exchange antara client dan server
- **Implementasi:** SSL/TLS certificates dengan minimum 256-bit encryption
- **Port:** Standard HTTPS port 443 dengan automatic HTTP to HTTPS redirect

##### **WebSocket (WSS)**

- **Tujuan:** Real-time bidirectional communication untuk live updates dan notifications
- **Implementasi:** Secure WebSocket connection untuk real-time features (live collaboration, instant notifications)
- **Fallback:** Long polling untuk environments yang tidak mendukung WebSocket

##### **REST API over HTTPS**

- **Tujuan:** Standard HTTP methods untuk CRUD operations dan data synchronization
- **Format:** JSON request/response bodies dengan standardized HTTP status codes
- **Authentication:** Bearer token authentication menggunakan Firebase ID tokens

## **Firebase Real-time Communication:**

### **Firebase Realtime Database Protocol**

- **Tujuan:** Sinkronisasi data real-time antar multiple clients
- **Implementasi:** Proprietary Firebase protocol over HTTPS/WSS
- **Features:** Automatic offline support, conflict resolution, dan optimistic updates

## **Push Notifications (Future Enhancement)**

- **Tujuan:** Browser push notifications untuk important updates dan reminders
- **Protocol:** Web Push Protocol dengan VAPID authentication
- **Implementation:** Service Worker untuk handling background notifications

## **File Transfer Protocols:**

### **Multipart HTTP Upload**

- **Tujuan:** Efficient upload untuk large image files dengan progress tracking
- **Implementation:** Chunked transfer encoding dengan resume capability
- **Validation:** Client-side dan server-side file validation untuk security

## **CDN Integration**

- **Tujuan:** Fast content delivery untuk uploaded images melalui Firebase CDN
- **Protocol:** HTTPS dengan automatic image optimization dan compression
- **Caching:** Browser caching dengan proper cache headers untuk optimal performance

## **Network Quality Adaptation:**

- **Bandwidth detection:** Automatic quality adjustment berdasarkan network speed
- **Offline mode:** Service worker untuk basic offline functionality dengan sync ketika online
- **Progressive loading:** Lazy loading untuk images dan data untuk mengoptimalkan initial load time

## **Security Communications:**

- **CORS policy:** Properly configured Cross-Origin Resource Sharing untuk browser security

- **CSP headers:** Content Security Policy untuk mencegah XSS attacks
- **Rate limiting:** API rate limiting untuk mencegah abuse dan ensuring fair usage

### 4.3.2 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional ArtConnect mendefinisikan aksi dasar yang harus diambil oleh perangkat lunak untuk menerima dan memproses masukan dari seniman visual, serta menghasilkan keluaran yang mendukung workflow kreatif dan bisnis mereka. Sistem ini dirancang berdasarkan tiga domain fungsional utama yang saling terintegrasi.

Pembagian kebutuhan fungsional dilakukan berdasarkan sub-proses bisnis seniman visual: Creative Management (pengelolaan karya dan proses kreatif), Professional Networking (manajemen kontak dan relasi bisnis), Activity Analytics (pencatatan dan analisis aktivitas), User Management (otentikasi dan profil), serta System Administration (konfigurasi dan maintenance). Setiap sub-proses memiliki hierarki proses yang dapat didekomposisi hingga level atomik untuk memudahkan implementasi dan pengujian.

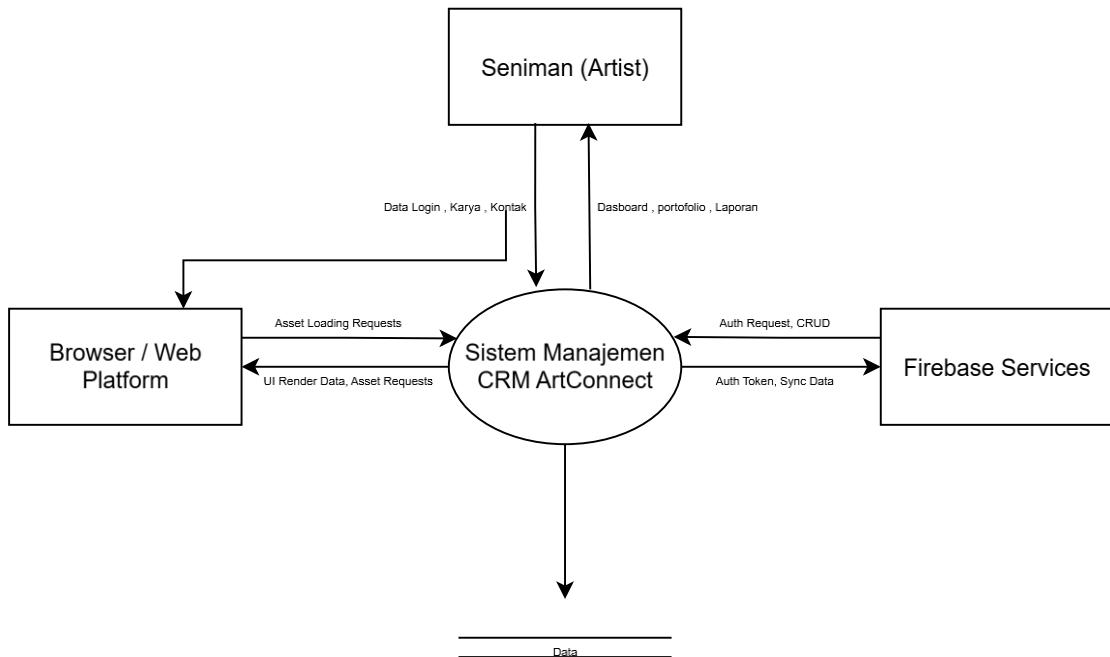
Aliran informasi dalam sistem digambarkan menggunakan Data Flow Diagram (DFD) berlevel yang menunjukkan bagaimana data bergerak antar proses, entitas eksternal, dan penyimpanan data. DFD Context menggambarkan sistem sebagai proses tunggal dalam konteks entitas eksternal, DFD Level 1 memecah sistem menjadi proses-proses utama, dan DFD Level 2 memberikan detail internal setiap proses utama.

.

#### 4.3.2.1 Aliran informasi

Bagian ini mencantumkan dan menguraikan DFD level demi level untuk menggambarkan aliran informasi dalam sistem ArtConnect. Setiap diagram dilengkapi dengan tabel deskripsi proses dan kamus data untuk memastikan kejelasan spesifikasi.

#### 4.3.2.1.1 DFD 0



#### Deskripsi DFD Context:

DFD Context menggambarkan sistem ArtConnect sebagai proses tunggal yang berinteraksi dengan tiga entitas eksternal utama. Seniman sebagai pengguna utama memberikan berbagai data input dan menerima informasi yang telah diproses sistem. Firebase Services berfungsi sebagai backend infrastructure yang menyediakan layanan otentikasi, database, dan storage. Browser/Web Platform berperan sebagai runtime environment untuk menjalankan aplikasi web.

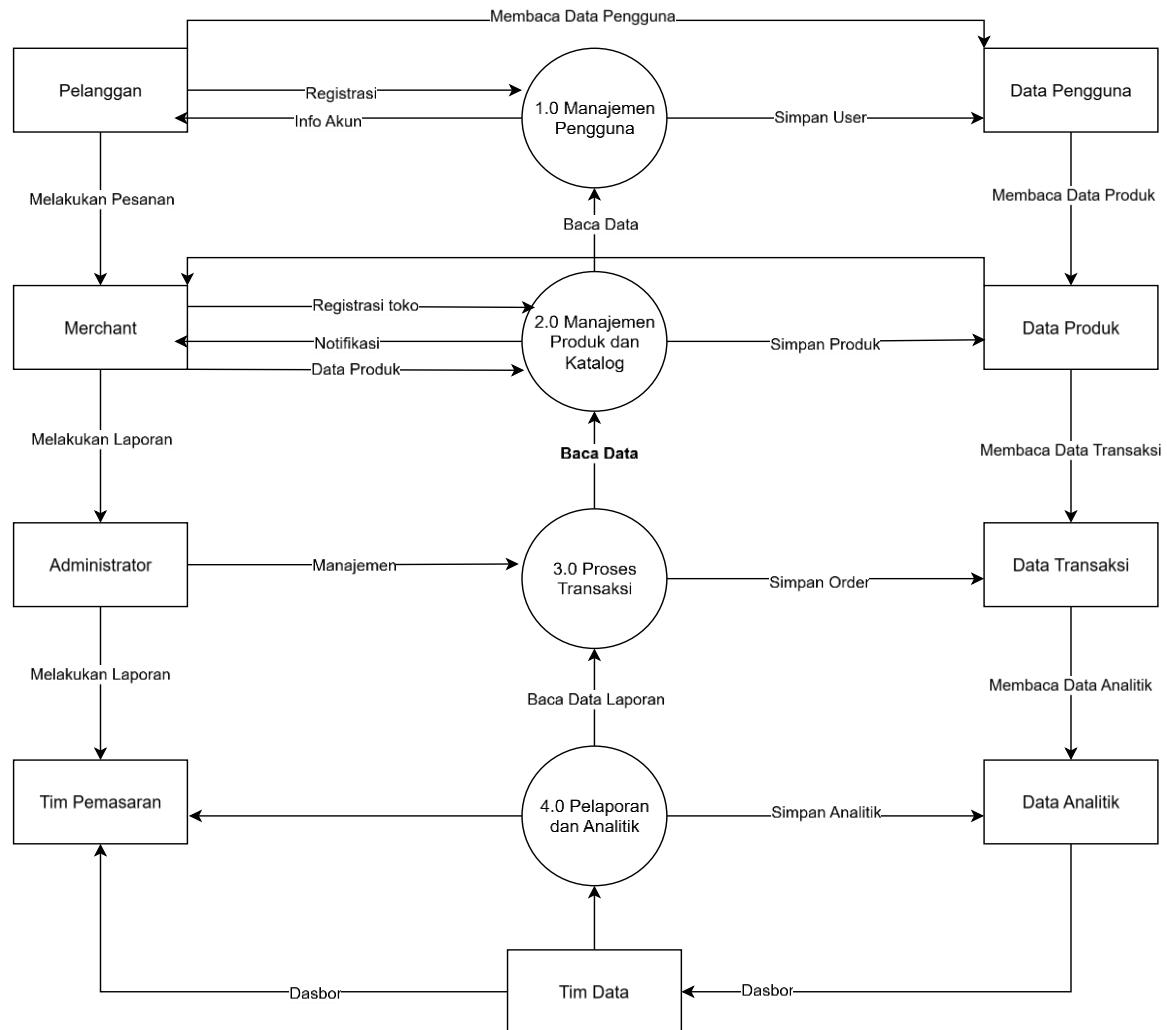
Aliran data utama menunjukkan bagaimana seniman berinteraksi dengan sistem untuk mengelola inventaris karya seni, membangun jejaring profesional, dan menganalisis aktivitas bisnis mereka. Sistem mengintegrasikan semua input dari seniman, memproses menggunakan layanan Firebase, dan menghasilkan output berupa dashboard, laporan, dan notifikasi yang membantu pengembangan karier seniman.

**Tabel Deskripsi Entitas Eksternal:**

Entitas	Deskripsi	Data Input	Data Output
<b>Seniman</b>	Seniman visual independen yang menggunakan platform untuk mengelola bisnis seni	Data profil, karya seni, kontak, aktivitas, request laporan	Dashboard, portfolio, pipeline, reports, notifikasi

<b>Firebase Services</b>	Layanan Backend-as-a-Service untuk otentikasi, database, dan storage	Auth tokens, sync data, storage confirmations	Auth requests, CRUD operations, file operations
<b>Browser/Web Platform</b>	Platform runtime untuk menjalankan aplikasi web responsif	Render confirmations, asset loading status	UI data, asset requests, client-side operations

#### 4.3.2.1.2 DFD 1 dan seterusnya



#### Deskripsi DFD Level 1:

DFD Level 1 mendekomposisi sistem ArtConnect menjadi lima proses utama yang mencerminkan domain bisnis seniman visual. Setiap proses memiliki tanggung jawab spesifik dan saling berinteraksi melalui data stores yang shared.

**Proses 1.0 - Manajemen User & Autentikasi** menangani registrasi seniman baru, otentikasi login, dan pengelolaan profil pengguna.

Proses ini menjadi gatekeeper untuk akses ke seluruh sistem dan memastikan keamanan data personal seniman.

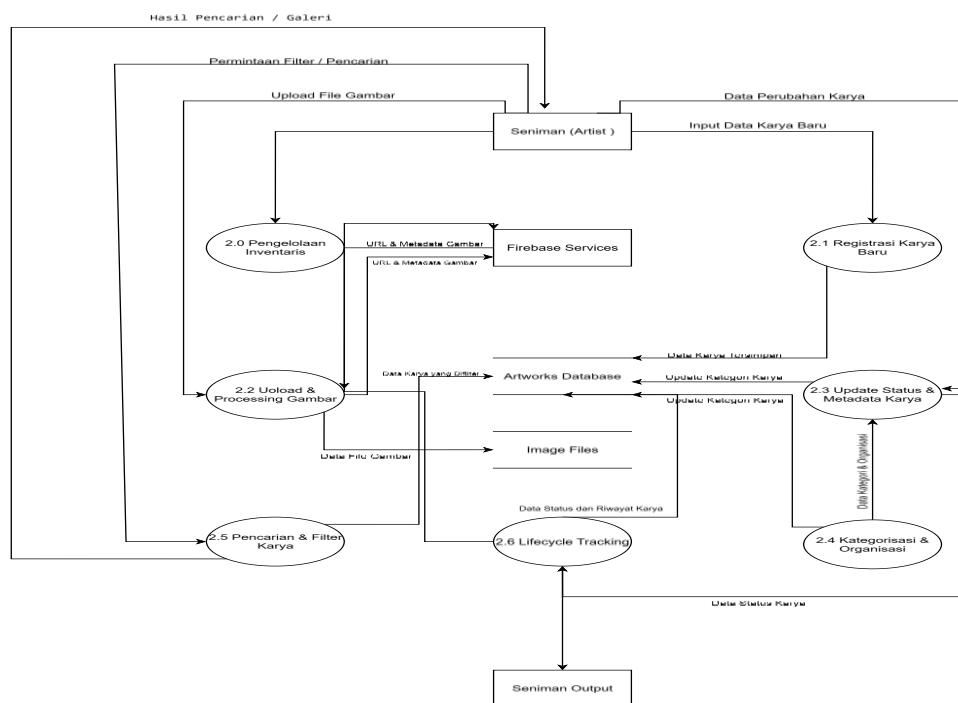
**Proses 2.0 - Pengelolaan Inventaris Karya Seni** merupakan inti dari platform yang mengelola seluruh lifecycle karya seni dari konsep hingga terjual. Proses ini menangani upload foto, metadata management, kategorisasi, dan penyajian portfolio.

**Proses 3.0 - Manajemen Jejaring Profesional** fokus pada pengembangan dan maintenance relasi bisnis seniman dengan kolektor, galeri, kurator, dan stakeholder industri seni lainnya. Proses ini mencatat setiap interaksi dan membangun history relationship.

**Proses 4.0 - Visualisasi Pipeline & Analytics** mengintegrasikan data dari berbagai sources untuk menghasilkan insight visual yang actionable. Kanban pipeline menunjukkan status progres karya, sementara analytics dashboard memberikan overview performa bisnis.

**Proses 5.0 - Sistem Pelaporan & Export** menyediakan functionality untuk mengekstrak dan menganalisis data dalam berbagai format yang dibutuhkan seniman untuk presentasi atau dokumentasi.

#### 4.3.2.1.3 DFD Level 2 - Detail Proses Pengelolaan Inventaris Karya Seni (2.0)



### **Deskripsi DFD Level 2 Proses 2.0:**

DFD Level 2 untuk Pengelolaan Inventaris Karya Seni menunjukkan detail internal bagaimana sistem menangani seluruh lifecycle management karya seni seniman. Proses ini didekomposisi menjadi enam sub-proses yang saling berkoordinasi untuk memberikan comprehensive artwork management.

**Sub-proses 2.1 - Registrasi Karya Baru** menangani onboarding karya seni baru ke dalam sistem. Proses ini melakukan validasi metadata (judul, dimensi, medium, tahun), generate unique identifier, dan membuat entry awal dalam database. Validasi memastikan data yang masuk memenuhi standar minimum untuk dokumentasi karya seni.

**Sub-proses 2.2 - Upload & Processing Gambar** fokus pada handling file gambar karya seni. Sistem melakukan validasi format (JPEG, PNG, WebP), size checking (max 10MB), kompres untuk optimasi web, dan generate multiple thumbnail sizes. Proses ini berintegrasi dengan Firebase Storage untuk penyimpanan cloud yang reliable.

**Sub-proses 2.3 - Update Status & Metadata Karya** menyediakan functionality untuk modifikasi data karya yang sudah ada. Seniman dapat mengubah informasi seperti harga, deskripsi, atau status availability. Proses ini memiliki validasi untuk mencegah data corruption dan maintain data integrity.

**Sub-proses 2.4 - Kategorisasi & Organisasi** membantu seniman mengorganisir koleksi karya berdasarkan berbagai kriteria seperti medium (lukisan, sculpture, digital), periode waktu, status (available, sold, exhibition), atau tema. Sistem mendukung multi-tagging dan hierarchical categorization.

**Sub-proses 2.5 - Pencarian & Filter Karya** menyediakan powerful search functionality yang memungkinkan seniman menemukan karya specific dalam koleksi besar. Support untuk search by title, year, medium, tags, atau kombinasi criteria dengan real-time filtering.

**Sub-proses 2.6 - Lifecycle Tracking** merupakan feature unik yang melacak journey setiap karya dari konsep awal hingga final sale. Status progression (Concept → Work-in-Progress → Completed → For Sale

→ Sold) memberikan insight tentang productivity dan sales funnel seniman.

### **Tabel Deskripsi Sub-Proses Level 2:**

No. Proses	Nama Sub-Proses	Input	Output	Data Store Access	Keterangan
2.1	Registrasi Karya Baru	Data Karya Baru	Konfirmasi Registrasi	Write D2	Generate ID, validate metadata
2.2	Upload & Processing Gambar	Photo Files	Upload Status	Write D3	Compress, thumbnail generation
2.3	Update Status & Metadata	Update Request	Updated Portfolio	R/W D2	Modify existing artwork data
2.4	Kategorisasi & Organisasi	Category Request	Organized Portfolio	R/W D2	Multi-tagging, hierarchical org
2.5	Pencarian & Filter	Search Query	Filtered Results	Read D2, D3	Real-time search dengan multiple filters
2.6	Lifecycle Tracking	Status Change	Pipeline Update	R/W D2, Send to 4.0	Track artwork progression states

### **KAMUS DATA - Aliran Data Utama:**

#### **Data Karya Seni:**

- Judul = String [1-200 karakter]
- Medium = {Lukisan | Sculpture | Digital | Mixed Media | Photography | Printmaking}
- Dimensi = Panjang + "x" + Lebar + "x" + Tinggi + " " + Unit
- Tahun Pembuatan = Integer [1900-2025] Deskripsi = String [0-1000 karakter]
- Harga = Decimal [0-999999999.99]
- Status = {Concept | Work-in-Progress | Completed | For Sale | Sold | Exhibition} Tags = Array of String [0-20 tags]

#### **Data Kontak Profesional:**

- Nama = String [1-100 karakter]
- Kategori = {Kolektor | Galeri | Kurator | Kritik | Media | Fellow Artist}
- Email = Valid Email Address

- Telepon = String [10-20 karakter]
- Alamat = String [0-500 karakter]
- Catatan = String [0-2000 karakter]
- Status = {Active | Inactive | Prospective}

### **Data Aktivitas:**

- Tanggal = DateTime [ISO 8601 format]
- Jenis = {Meeting | Sale | Exhibition | Email | Call | Social Media}
- Kontak Terkait = Reference to Contact ID  
Karya Terkait = Reference to Artwork ID
- Catatan = String [0-1000 karakter] Follow-up
- Required = Boolean
- Follow-up Date = DateTime [optional]

#### **4.3.2.2 Deskripsi Proses**

Bagian ini memberikan deskripsi naratif dan terperinci untuk setiap proses utama dalam sistem ArtConnect yang telah diidentifikasi pada DFD Level 1. Setiap deskripsi mencakup urutan operasi, validasi masukan, penanganan error, dan spesifikasi input-output yang diperlukan untuk implementasi dan pengujian sistem.

##### **4.3.2.2.1 Proses 1 : Manajemen User & Authentikasi**

#### **Tujuan Proses:**

Proses ini berfungsi sebagai gerbang utama keamanan sistem ArtConnect, mengelola seluruh aspek otentikasi pengguna, registrasi akun baru, dan maintenance profil seniman.

#### **Input Proses:**

- **Data Login:** Email seniman dan password
- **Data Registrasi:** Nama lengkap, email, password, konfirmasi password, profil seniman (opsional)
- **Token Refresh:** Token yang akan diperbarui dari Firebase Authentication
- **Update Profile Request:** Perubahan informasi profil pengguna

## 1. Validasi Input Awal

- Verifikasi format email menggunakan regex pattern RFC 5322
- Validasi kekuatan password (minimum 8 karakter, kombinasi huruf, angka, simbol)
- Cross-check konfirmasi password untuk registrasi baru

## 2. Proses Autentikasi

- Integrasi dengan Firebase Authentication untuk verifikasi kredensial
- Generate dan manage Firebase ID tokens untuk session management
- Implement automatic token refresh untuk maintain user session

## 3. Session Management

- Penyimpanan user state dalam browser localStorage dengan enkripsi
- Tracking user activity untuk auto-logout setelah periode inaktif (30 menit)
- Sinkronisasi session status across multiple browser tabs

## 4. Profile Management

- Update informasi profil seniman (nama, bio, kontak)
- Upload foto profil dengan kompresi otomatis
- Validasi dan sanitasi semua input text untuk keamanan

### Penanganan Error:

- **Invalid Credentials:** Tampilkan pesan error spesifik tanpa mengungkap detail keamanan
- **Network Timeout:** Retry mechanism dengan exponential backoff
- **Validation Errors:** Real-time validation dengan pesan error yang actionable
- **Firebase Service Down:** Fallback ke mode offline dengan queue sync

### Output Proses:

- **Authentication Token:** JWT token untuk otorisasi API calls
- **User Profile Data:** Informasi lengkap profil seniman yang telah login
- **Login Status:** Boolean success/failure dengan reason code
- **Session Expiry:** Timestamp untuk automatic logout

### Data Store Interaction:

- **Write:** Simpan profil pengguna baru atau updated ke D1 - User Profiles

- **Read:** Retrieve existing user data untuk pre-populate forms
- **Update:** Modify existing profile information dengan version tracking

### **Kebutuhan Verifikasi:**

Sistem harus dapat memproses 100 concurrent login requests dalam waktu < 2 detik. Invalid login attempts harus di-rate limit maksimal 5 percobaan per IP address per 15 menit.

#### **4.3.2.2.2 Proses 2 : Pengelolaan Inventaris Karya Seni**

##### **Tujuan Proses:**

Mengelola seluruh lifecycle inventaris karya seni seniman, dari dokumentasi awal hingga tracking status penjualan, dengan fokus pada kemudahan organisasi dan akses informasi.

##### **Input Proses:**

- **Data Karya Baru:** Judul, medium, dimensi, tahun, deskripsi, harga, kategori
- **File Gambar:** Upload foto karya dalam format JPEG/PNG/WebP (max 10MB)
- **Status Update:** Perubahan status karya (concept → wip → completed → sold)
- **Search Query:** Kriteria pencarian dan filter untuk inventory browsing
- **Category Assignment:** Tag dan kategorisasi karya untuk organisasi

##### **Urutan Operasi:**

###### **1. Registrasi Karya Baru**

- Generate unique artwork ID menggunakan UUID v4
- Validasi kelengkapan metadata sesuai standar museum
- Create entry awal dalam database dengan timestamp creation

###### **2. Processing Media Files**

- Validasi format dan ukuran file sebelum upload
- Compress gambar untuk web optimization (multiple resolutions: 150px, 400px, 800px, original)
- Generate thumbnails dengan aspect ratio preservation
- Upload ke Firebase Cloud Storage dengan metadata preservation

### **3. Metadata Management**

- Structured data entry dengan validation rules
- Support untuk multiple categories dan custom tags
- Auto-completion untuk medium, style, dan technique berdasarkan database existing

### **4. Search & Filtering**

- Full-text search pada title dan description
- Multi-faceted filtering (year, medium, status, price range)
- Sort functionality (date added, alphabetical, price, status)

### **5. Lifecycle Tracking**

- Status progression tracking dengan timestamp
- Price history maintenance untuk valuation trends
- Integration dengan sales tracking untuk revenue analytics

#### **Penanganan Error:**

- **File Upload Failures:** Retry mechanism dengan progress indication
- **Invalid File Formats:** Clear error messages dengan supported format list
- **Database Write Errors:** Local storage backup dengan sync retry
- **Image Processing Errors:** Fallback ke original file dengan warning

#### **Output Proses:**

- **Portfolio Views:** Gallery layout dengan thumbnail grid dan detail views
- **Inventory Reports:** Comprehensive listing dengan filtering capabilities
- **Upload Confirmations:** Success/failure status dengan reference IDs
- **Search Results:** Paginated results dengan relevance scoring

#### **Data Store Interaction:**

- **Write:** New artwork entries ke D2 - Artworks Database
- **Write:** Image files dan thumbnails ke D3 - Image Files
- **Read:** Existing artwork data untuk update operations
- **Update:** Metadata dan status changes dengan audit trail

#### **Integration Points:**

- **Pipeline Visualization:** Send status updates ke Proses 4.0
- **Activity Logging:** Integration dengan Proses 3.0 untuk sales tracking
- **Analytics:** Feed data ke reporting system untuk business insights

#### **Kebutuhan Verifikasi:**

Sistem harus support upload file 10MB dalam waktu < 30 detik pada koneksi 2Mbps. Search operations harus return results dalam < 500ms untuk database dengan 10,000+ artwork entries.

#### **4.3.2.2.3. Proses 3 : Manajemen Jejaring Profesional**

##### **Tujuan Proses:**

Membangun dan memelihara database comprehensive kontak profesional seniman, melacak interaksi bisnis, dan mengoptimalkan relationship management untuk pengembangan karier seniman.

##### **Input Proses:**

- **Data Kontak Baru:** Nama, institusi/galeri, role, informasi kontak, kategori
- **Interaction Records:** Meeting notes, komunikasi, transaksi, exhibition opportunities
- **Contact Updates:** Perubahan informasi, status relationship, preferences
- **Communication Tracking:** Email threads, call logs, social media interactions
- **Event Associations:** Art shows, exhibitions, networking events, sales activities

##### **Urutan Operasi:**

###### **1. Contact Registration**

- Structured data entry dengan mandatory dan optional fields
- Duplicate detection berdasarkan email dan nama
- Categorization system (Collector, Gallery, Curator, Media, Fellow Artist)
- Custom tagging untuk advanced organization

## **2. Interaction Logging**

- Timestamp-based interaction history dengan chronological timeline
- Rich text notes dengan support untuk attachments
- Association dengan specific artworks untuk context tracking
- Follow-up reminders dengan automated scheduling

## **3. Relationship Analysis**

- Contact frequency scoring untuk relationship strength assessment
- Revenue attribution untuk ROI analysis per contact
- Communication preference tracking (email, phone, social media)
- Engagement level monitoring dengan activity-based scoring

## **4. Communication Integration**

- Email template system untuk professional outreach
- Integration dengan calendar untuk meeting scheduling
- Automated follow-up suggestions berdasarkan interaction patterns
- Portfolio sharing functionality dengan access tracking

## **5. Network Analytics**

- Contact growth trends dan relationship development metrics
- Geographic distribution mapping untuk expansion opportunities
- Revenue per contact analysis untuk prioritization
- Referral tracking untuk network effect measurement

### **Penanganan Error:**

- **Duplicate Contact Detection:** Smart merge suggestions dengan manual approval
- **Invalid Contact Information:** Real-time validation dengan correction suggestions
- **Import/Export Failures:** Data integrity checks dengan rollback capabilities
- **Integration Sync Issues:** Conflict resolution dengan user preference priority

### **Output Proses:**

- **Contact Database:** Searchable, filterable contact management interface
- **Interaction History:** Chronological timeline dengan rich media support
- **Network Analytics:** Visual representations of professional network health
- **Communication Tools:** Templates, scheduling, dan automated follow-up systems
- **CRM Reports:** Performance metrics dan relationship development insights

### **Data Store Interaction:**

- **Write:** New contacts ke D4 - Contacts Database
- **Write:** Interaction logs ke D5 - Activities Log
- **Read:** Historical data untuk relationship analysis
- **Update:** Contact information dengan change tracking
- **Cross-Reference:** Integration dengan D2 untuk artwork-contact associations

### **Integration Points:**

- **Sales Tracking:** Revenue attribution untuk contact ROI analysis
- **Portfolio Sharing:** Integration dengan artwork inventory untuk presentation
- **Analytics Dashboard:** Feed data ke Proses 4.0 untuk comprehensive reporting

### **Kebutuhan Verifikasi:**

Sistem harus support 1000+ contacts dengan search response time < 300ms. Interaction logging harus handle concurrent updates dari multiple sessions dengan proper conflict resolution.

#### **4.3.2.2.4. Proses 4 : Visualisasi Pipeline & Analytics**

### **Tujuan Proses:**

Mengintegrasikan dan menganalisis data dari seluruh sistem untuk menghasilkan insight actionable melalui visualisasi interaktif, dashboard analytics, dan pipeline management yang mendukung strategic decision making seniman.

### **Input Proses:**

- **Artwork Status Data:** Real-time status updates dari inventory management

- **Sales Transaction Data:** Revenue, pricing trends, dan performance metrics
- **Contact Interaction Data:** Networking activity, relationship development, communication frequency
- **Timeline Data:** Project milestones, exhibition schedules, deadline tracking
- **Performance Metrics:** Productivity indicators, goal achievement, growth trends

### **Urutan Operasi:**

#### **1.Data Aggregation & Processing**

- Real-time data collection dari multiple data stores (D2, D4, D5)
- Data normalization dan cleaning untuk consistent analytics
- Time-series data structuring untuk trend analysis
- Statistical calculations (averages, growth rates, correlations)

#### **2.Kanban Pipeline Visualization**

- Dynamic artwork status board dengan drag-and-drop functionality
- Status transition tracking dengan time-in-stage analytics
- Bottleneck identification dalam creative-to-sales pipeline
- Custom pipeline stages sesuai workflow individual seniman

#### **3.Business Analytics Dashboard**

- Revenue tracking dengan monthly/yearly comparisons
- Top-performing artwork identification berdasarkan sales velocity
- Contact engagement metrics dengan relationship health indicators
- Productivity measurements (artworks completed, networking activities)

#### **4.Predictive Insights**

- Sales forecasting berdasarkan historical patterns
- Optimal pricing recommendations menggunakan market data
- Contact prioritization berdasarkan conversion probability
- Exhibition opportunity identification berdasarkan network analysis

## 5. Interactive Reporting

- Customizable dashboard widgets dengan drag-and-drop configuration
- Date range filtering untuk temporal analysis
- Export functionality untuk external reporting (PDF, Excel)
- Alert system untuk goal achievement dan milestone tracking

### Penanganan Error:

- **Data Inconsistency:** Validation routines dengan error flagging dan correction suggestions
- **Missing Data Points:** Interpolation algorithms dengan confidence indicators
- **Visualization Rendering:** Fallback ke simple charts jika complex visualizations fail
- **Real-time Update Failures:** Queue mechanism dengan retry logic untuk data synchronization

### Output Proses:

- **Interactive Kanban Board:** Visual pipeline management dengan real-time updates
- **Analytics Dashboard:** Comprehensive business metrics dengan trend indicators
- **Performance Reports:** Exportable reports untuk stakeholder presentations
- **Predictive Models:** AI-driven insights untuk strategic planning
- **Alert Notifications:** Automated alerts untuk goals, deadlines, dan opportunities

### Data Store Interaction:

- **Read:** Comprehensive data access dari D2 - Artworks, D4 - Contacts, D5 - Activities
- **Aggregate:** Cross-table queries untuk complex analytics
- **Cache:** Processed analytics data untuk improved performance
- **No Write:** Read-only access untuk data integrity maintenance

### Integration Points:

- **Real-time Updates:** Live data feeds dari Proses 2.0 dan 3.0
- **Export Integration:** Data feeding ke Proses 5.0 untuk comprehensive reporting
- **User Interface:** Direct integration dengan dashboard UI untuk interactive experience

### **Kebutuhan Verifikasi:**

Dashboard harus load dalam < 3 detik dengan dataset 5000+ artworks dan 1000+ contacts. Real-time updates harus appear dalam < 1 detik dari source data changes. Complex analytics queries harus complete dalam < 5 detik.

#### **4.3.2.2.5. Proses 5 : Sistem Pelaporan & Export**

##### **Tujuan Proses:**

Menyediakan comprehensive reporting capabilities dan data export functionality yang memungkinkan seniman untuk extract, analyze, dan share informasi bisnis mereka dalam berbagai format professional.

##### **Input Proses:**

- **Report Configuration:** User-defined parameters untuk custom reporting
- **Date Range Selection:** Time period filtering untuk temporal analysis
- **Data Category Selection:** Specific data types (artworks, contacts, sales, activities)
- **Format Preferences:** Output format selection (PDF, Excel, CSV, JSON)
- **Template Selection:** Pre-defined report layouts untuk various use cases
- **Export Requests:** Bulk data extraction requirements dengan filtering criteria

##### **1. Report Parameter Validation**

- Date range validation dengan logical consistency checks
- Data availability verification untuk selected parameters
- Access permission validation untuk sensitive information
- Template compatibility checking dengan selected data types

##### **2. Data Extraction & Aggregation**

- Multi-table queries untuk comprehensive data collection
- Data filtering berdasarkan user-specified criteria
- Statistical calculations (totals, averages, growth percentages)
- Data sorting and grouping sesuai report requirements

### **3. Report Generation**

- Template processing dengan dynamic content injection
- Chart generation untuk visual data representation
- Table formatting dengan professional styling
- Multi-page document creation dengan proper pagination

### **4. Format Processing**

- PDF generation dengan professional layouts dan branding
- Excel spreadsheet creation dengan formulas dan formatting
- CSV export dengan proper encoding dan delimiter handling
- JSON structured data export untuk API integration

### **5. Delivery & Storage**

- File generation dengan unique identifiers
- Temporary storage untuk download access
- Email delivery option dengan secure links
- Export history tracking untuk audit purposes

#### **Penanganan Error:**

- **Data Volume Limits:** Progressive loading dengan pagination untuk large datasets
- **Template Processing Errors:** Fallback ke basic formatting dengan error notifications
- **Format Conversion Issues:** Alternative format suggestions dengan manual intervention options
- **Storage/Delivery Failures:** Retry mechanisms dengan user notification

#### **Output Proses:**

- **Professional PDF Reports:** Formatted documents ready untuk stakeholder presentation
- **Excel Spreadsheets:** Structured data untuk further analysis dan manipulation
- **CSV Data Files:** Raw data export untuk external system integration
- **Email Reports:** Automated report delivery dengan secure download links
- **Export Confirmations:** Success notifications dengan file access information

### **Data Store Interaction:**

- **Read-Only Access:** Comprehensive data retrieval dari semua data stores
- **Aggregate Queries:** Complex joins untuk multi-table reporting
- **Historical Data:** Time-series access untuk trend analysis
- **Metadata Access:** Schema information untuk dynamic report generation

### **Integration Points:**

- **Analytics Engine:** Data feeds dari Proses 4.0 untuk pre-processed analytics
- **User Interface:** Direct integration dengan report configuration UI
- **External Systems:** API endpoints untuk third-party reporting tool integration
- **Email Service:** Integration dengan notification system untuk report delivery

### **Report Templates Available:**

- **Business Summary:** Comprehensive overview dengan key metrics dan trends
- **Inventory Report:** Complete artwork listing dengan status dan valuation
- **Sales Analysis:** Revenue performance dengan temporal comparisons
- **Network Report:** Contact database dengan interaction summaries
- **Activity Log:** Detailed chronological activity history
- **Custom Reports:** User-defined report structures dengan flexible layouts

### **Kebutuhan Verifikasi:**

Report generation harus complete dalam < 10 detik untuk standard reports dengan 1000+ records. Large exports (5000+ records) harus provide progress indicators dan complete dalam < 60 detik. All generated files harus accessible untuk download minimal 24 jam dengan secure access.

#### **4.3.3 Deskripsi Data**

Bagian ini menguraikan struktur data yang digunakan dalam sistem ArtConnect melalui pendekatan Entity Relationship Diagram (ERD) dan normalisasi database. Deskripsi data mencakup model data logis, definisi entitas, relasi antar entitas, dan proses normalisasi untuk memastikan integritas dan efisiensi penyimpanan data.

Sistem ArtConnect menggunakan pendekatan NoSQL dengan Firebase Firestore sebagai database utama, namun struktur data tetap mengikuti prinsip-prinsip relational database untuk memastikan konsistensi dan kemudahan maintenance. Model data dirancang untuk mendukung operasi CRUD yang efisien sekaligus menyediakan fleksibilitas untuk pengembangan fitur lanjutan.

Deskripsi data ini mencakup enam entitas utama yang saling berelasi: Users (profil seniman), Artworks (inventaris karya seni), Contacts (jejaring profesional), Activities (log aktivitas), Categories (sistem kategorisasi), dan Images (file gambar). Setiap entitas memiliki atribut yang terdefinisi dengan jelas beserta constraint dan relationship yang mendukung integritas data.

#### **4.3.3.1 Model Data dan Logis**

Model data logis ArtConnect dirancang berdasarkan analisis kebutuhan bisnis seniman visual dan mengikuti prinsip database design yang baik. Model ini mengakomodasi kompleksitas hubungan many-to-many antara entitas utama sambil mempertahankan performance yang optimal.

##### **Karakteristik Model Data:**

###### **1. Pendekatan Hybrid (NoSQL dengan Struktur Relasional)**

Model data mengadopsi pendekatan hybrid yang memanfaatkan fleksibilitas NoSQL Firebase Firestore sambil mempertahankan struktur relasional untuk data integrity. Setiap dokumen dalam Firestore diorganisir sebagai collection dengan referensi yang konsisten.

###### **2. Denormalisasi Terkontrol**

Untuk optimasi performance, beberapa data mengalami denormalisasi terkontrol seperti menyimpan basic contact information dalam activities collection untuk menghindari multiple joins. Namun data master tetap ternormalisasi penuh.

###### **3. Hierarchical Data Organization**

Data diorganisir secara hierarkis dengan user sebagai root level, diikuti subcollections untuk artworks, contacts, dan activities. Struktur ini mendukung security rules dan data partitioning yang efisien

### **Logical Data Flow:**

1. **User Registration** → Users collection
2. **Artwork Creation** → Artworks subcollection under user
3. **Image Upload** → Images subcollection under artwork
4. **Contact Management** → Contacts subcollection under user
5. **Activity Logging** → Activities collection dengan references

### **Data Integrity Constraints:**

- **Referential Integrity:** Semua foreign keys harus memiliki parent record yang valid
- **Domain Constraints:** Semua field memiliki validation rules (format, range, required)
- **Business Rules:** Status transitions harus mengikuti workflow yang ditetapkan
- **Temporal Constraints:** Created\_at dan updated\_at timestamp untuk audit trail

#### **4.3.3.2 Deskripsi Entitas**

Bagian ini memberikan definisi lengkap untuk setiap entitas dalam sistem ArtConnect, termasuk purpose, attributes, constraints, dan business rules yang berlaku.

##### **Entitas 1: Users**

###### **Purpose:**

Menyimpan informasi profil seniman yang menggunakan platform ArtConnect, termasuk data otentifikasi dan preferensi sistem.

###### **Attributes:**

Nama Atribut	Tipe Data	Constraint	Deskripsi
<b>user_id</b>	String	PRIMARY KEY, NOT NULL	Unique identifier menggunakan Firebase UID
<b>email</b>	String	UNIQUE, NOT NULL, EMAIL FORMAT	Email seniman untuk login dan komunikasi
<b>display_name</b>	String	NOT NULL, MAX 100 chars	Nama tampilan seniman
<b>full_name</b>	String	MAX 150 chars	Nama lengkap seniman (opsional)
<b>profile_image_url</b>	String	URL FORMAT	Link ke foto profil seniman

<b>bio</b>	Text	MAX 1000 chars	Deskripsi singkat tentang seniman dan karya
<b>location</b>	String	MAX 100 chars	Lokasi/kota tempat seniman berkarya
<b>website</b>	String	URL FORMAT	Website pribadi seniman (opsional)
<b>social_media</b>	Map	JSON Object	Links media sosial (Instagram, Twitter, etc.)
<b>phone</b>	String	PHONE FORMAT	Nomor telepon seniman (opsional)
<b>created_at</b>	Timestamp	NOT NULL, AUTO-SET	Timestamp pembuatan akun
<b>updated_at</b>	Timestamp	AUTO-UPDATE	Timestamp update terakhir
<b>last_active</b>	Timestamp	AUTO-UPDATE	Timestamp aktivitas terakhir
<b>subscription_plan</b>	String	ENUM: free, pro, premium	Tipe langganan pengguna
<b>preferences</b>	Map	JSON Object	Pengaturan preferensi user (theme, notifications, dll)

### Business Rules:

- Email harus unique di seluruh sistem
- Display name tidak boleh kosong dan harus unique per user
- Profile image harus dalam format yang didukung (JPEG, PNG, WebP)
- Social media URLs harus valid dan mengikuti format platform respective
- Subscription plan default adalah 'free' untuk user baru

### Entitas 2: Artworks

#### Purpose:

Menyimpan informasi komprehensif tentang karya seni seniman, termasuk metadata, status, dan pricing information.

#### Attributes:

Nama Atribut	Tipe Data	Constraint	Deskripsi
<b>artwork_id</b>	String	PRIMARY KEY, NOT NULL	Unique identifier untuk karya seni
<b>user_id</b>	String	FOREIGN KEY, NOT NULL	Referensi ke Users.user_id
<b>title</b>	String	NOT NULL, MAX 200 chars	Judul karya seni
<b>description</b>	Text	MAX 2000 chars	Deskripsi detail karya seni
<b>medium</b>	String	NOT NULL, MAX 100 chars	Medium karya (oil, acrylic, digital, dll)

<b>dimensions</b>	Map	JSON Object	Dimensi karya (width, height, depth, unit)
<b>year_created</b>	Integer	RANGE: 1900-2030	Tahun pembuatan karya
<b>price</b>	Number	MIN: 0, MAX: 999999999	Harga karya dalam currency default
<b>currency</b>	String	DEFAULT: 'IDR', LENGTH: 3	Currency code (ISO 4217)
<b>status</b>	String	ENUM: concept, wip, completed, for_sale, sold, exhibition	Status current karya
<b>edition_info</b>	Map	JSON Object	Info edisi (total, current, type)
<b>primary_image_id</b>	String	FOREIGN KEY	Referensi ke Images.image_id untuk gambar utama
<b>tags</b>	Array	MAX 20 items	Array string untuk tags/keywords
<b>exhibition_history</b>	Array	Array of Maps	History pameran karya
<b>provenance</b>	Text	MAX 1000 chars	Riwayat kepemilikan karya
<b>condition_notes</b>	Text	MAX 500 chars	Catatan kondisi karya
<b>storage_location</b>	String	MAX 200 chars	Lokasi penyimpanan fisik karya
<b>is_featured</b>	Boolean	DEFAULT: false	Apakah karya ditampilkan sebagai featured
<b>view_count</b>	Integer	DEFAULT: 0, MIN: 0	Jumlah views karya di platform
<b>created_at</b>	Timestamp	NOT NULL, AUTO-SET	Timestamp pembuatan record
<b>updated_at</b>	Timestamp	AUTO-UPDATE	Timestamp update terakhir
<b>status_history</b>	Array	Array of Maps	History perubahan status dengan timestamp

### Business Rules:

- Setiap artwork harus memiliki minimal satu image
- Status transitions harus mengikuti workflow: concept → wip → completed → for\_sale → sold
- Price tidak boleh negatif dan harus dalam currency yang valid
- Tags harus unique dalam satu artwork dan menggunakan lowercase
- Year created tidak boleh lebih dari current year + 1

### Entitas 3: Contacts

#### Purpose:

Menyimpan informasi kontak profesional seniman dalam industri seni, termasuk kolektor, galeri, kurator, dan stakeholder lainnya.

## Attributes:

Nama Atribut	Tipe Data	Constraint	Deskripsi
<b>contact_id</b>	String	PRIMARY KEY, NOT NULL	Unique identifier untuk kontak
<b>user_id</b>	String	FOREIGN KEY, NOT NULL	Referensi ke Users.user_id
<b>name</b>	String	NOT NULL, MAX 150 chars	Nama lengkap kontak
<b>organization</b>	String	MAX 200 chars	Nama organisasi/galeri/institusi
<b>title</b>	String	MAX 100 chars	Jabatan/posisi kontak
<b>category</b>	String	ENUM: collector, gallery, curator, critic, media, artist, other	Kategori kontak
<b>email</b>	String	EMAIL FORMAT	Email kontak
<b>phone</b>	String	PHONE FORMAT	Nomor telepon kontak
<b>address</b>	Map	JSON Object	Alamat lengkap (street, city, country, postal_code)
<b>website</b>	String	URL FORMAT	Website kontak/organisasi
<b>social_media</b>	Map	JSON Object	Profile media sosial kontak
<b>specialization</b>	Array	Array of Strings	Spesialisasi/interest area kontak
<b>relationship_strength</b>	String	ENUM: cold, warm, hot	Tingkat kedekatan relationship
<b>acquisition_budget</b>	Map	JSON Object	Budget range untuk akuisisi (min, max, currency)
<b>preferred_contact_method</b>	String	ENUM: email, phone, social, in_person	Metode komunikasi yang disukai
<b>notes</b>	Text	MAX 2000 chars	Catatan pribadi tentang kontak
<b>tags</b>	Array	MAX 15 items	Tags untuk kategorisasi custom
<b>last_contact_date</b>	Timestamp		Tanggal kontak terakhir
<b>referral_source</b>	String	MAX 200 chars	Sumber referensi kontak
<b>is_active</b>	Boolean	DEFAULT: true	Status aktif kontak
<b>privacy_level</b>	String	ENUM: public, private, restricted	Level privacy untuk sharing
<b>created_at</b>	Timestamp	NOT NULL, AUTO-SET	Timestamp pembuatan record
<b>updated_at</b>	Timestamp	AUTO-UPDATE	Timestamp update terakhir

**Business Rules:**

- Minimal satu dari email atau phone harus diisi
- Email harus unique per user (tidak boleh duplikat dalam contact list seniman yang sama)
- Category harus dipilih dari predefined list untuk konsistensi data
- Relationship strength otomatis dihitung berdasarkan frequency dan recency of interactions
- Budget information hanya visible untuk contact dengan category 'collector'

**Entitas 4: Activities****Purpose:**

Mencatat semua aktivitas dan interaksi seniman dengan kontak profesional, termasuk meeting, sales, exhibition, dan komunikasi.

**Attributes:**

Nama Atribut	Tipe Data	Constraint	Deskripsi
activity_id	String	PRIMARY KEY, NOT NULL	Unique identifier untuk aktivitas
user_id	String	FOREIGN KEY, NOT NULL	Referensi ke Users.user_id
contact_id	String	FOREIGN KEY, NULLABLE	Referensi ke Contacts.contact_id
artwork_ids	Array	Array of Strings	Referensi ke Artworks yang terlibat
type	String	ENUM: meeting, call, email, sale, exhibition, social_media, other	Jenis aktivitas
title	String	NOT NULL, MAX 200 chars	Judul/subjek aktivitas
description	Text	MAX 2000 chars	Deskripsi detail aktivitas
date	Timestamp	NOT NULL	Tanggal dan waktu aktivitas
duration	Integer	MIN: 0, MAX: 86400	Durasi dalam detik (untuk meeting/call)
location	Map	JSON Object	Lokasi aktivitas (venue, address, online)
outcome	String	ENUM: positive, neutral, negative, pending	Hasil aktivitas
follow_up_required	Boolean	DEFAULT: false	Apakah memerlukan follow-up
follow_up_date	Timestamp		Tanggal target untuk follow-up
follow_up_notes	Text	MAX 500 chars	Catatan untuk follow-up
revenue	Number	MIN: 0	Revenue yang dihasilkan dari aktivitas

<b>currency</b>	String	DEFAULT: 'IDR', LENGTH: 3	Currency untuk revenue
<b>attachments</b>	Array	Array of Maps	File attachments (contracts, photos, dll)
<b>participants</b>	Array	Array of Maps	Participant list (name, role, contact_info)
<b>tags</b>	Array	MAX 10 items	Tags untuk kategorisasi
<b>priority</b>	String	ENUM: low, medium, high, urgent	Priority level aktivitas
<b>status</b>	String	ENUM: planned, completed, cancelled, rescheduled	Status aktivitas
<b>created_at</b>	Timestamp	NOT NULL, AUTO-SET	Timestamp pembuatan record
<b>updated_at</b>	Timestamp	AUTO-UPDATE	Timestamp update terakhir
<b>completed_at</b>	Timestamp		Timestamp completion aktivitas

### Business Rules:

- Aktivitas dengan type 'sale' harus memiliki artwork\_ids dan revenue > 0
- Follow-up date harus lebih besar dari activity date
- Status 'completed' harus memiliki completed\_at timestamp
- Revenue hanya boleh diisi untuk aktivitas type yang menghasilkan income
- Contact\_id nullable untuk aktivitas internal (personal tasks, studio work)

### Entitas 5: Categories

#### Purpose:

Menyediakan sistem kategorisasi yang konsisten untuk artwork, memungkinkan filtering dan organization yang efektif.

#### Attributes:

Nama Atribut	Tipe Data	Constraint	Deskripsi
<b>category_id</b>	String	PRIMARY KEY, NOT NULL	Unique identifier untuk kategori
<b>name</b>	String	UNIQUE, NOT NULL, MAX 100 chars	Nama kategori
<b>slug</b>	String	UNIQUE, NOT NULL, MAX 50 chars	URL-friendly version nama
<b>description</b>	Text	MAX 500 chars	Deskripsi kategori
<b>parent_category_id</b>	String	FOREIGN KEY, NULLABLE	Referensi ke parent category (hierarchical)

<b>level</b>	Integer	DEFAULT: 0, MIN: 0, MAX: 3	Level hierarchy kategori
<b>sort_order</b>	Integer	DEFAULT: 0	Urutan tampilan kategori
<b>is_active</b>	Boolean	DEFAULT: true	Status aktif kategori
<b>color_code</b>	String	HEX COLOR FORMAT	Warna untuk visual categorization
<b>icon</b>	String	MAX 50 chars	Icon class/name untuk UI
<b>usage_count</b>	Integer	DEFAULT: 0, MIN: 0	Jumlah artwork menggunakan kategori ini
<b>created_at</b>	Timestamp	NOT NULL, AUTO-SET	Timestamp pembuatan record
<b>updated_at</b>	Timestamp	AUTO-UPDATE	Timestamp update terakhir

### Business Rules:

- Category name harus unique di seluruh sistem
- Slug otomatis generated dari name menggunakan kebab-case
- Parent category tidak boleh memiliki parent yang sama (avoid circular reference)
- Level dihitung otomatis berdasarkan parent hierarchy
- Kategori dengan usage\_count > 0 tidak boleh dihapus (soft delete saja)

### Entitas 6: Images

#### Purpose:

Mengelola file gambar yang terkait dengan artwork, termasuk multiple versions dan metadata file.

#### Attributes:

Nama Atribut	Tipe Data	Constraint	Deskripsi
<b>image_id</b>	String	PRIMARY KEY, NOT NULL	Unique identifier untuk image
<b>artwork_id</b>	String	FOREIGN KEY, NOT NULL	Referensi ke Artworks.artwork_id
<b>file_name</b>	String	NOT NULL, MAX 255 chars	Original filename

<b>storage_path</b>	String	NOT NULL, MAX 500 chars	Path dalam Firebase Storage
<b>file_size</b>	Integer	MIN: 0, MAX: 10485760	Ukuran file dalam bytes (max 10MB)
<b>mime_type</b>	String	ENUM: image/jpeg, image/png, image/webp	MIME type file
<b>dimensions</b>	Map	JSON Object	Dimensi gambar (width, height)
<b>is_primary</b>	Boolean	DEFAULT: false	Apakah ini gambar utama artwork
<b>version</b>	String	ENUM: original, large, medium, small, thumbnail	Versi/resolusi gambar
<b>quality</b>	Integer	RANGE: 1-100	Kualitas kompresi gambar
<b>alt_text</b>	String	MAX 200 chars	Alternative text untuk accessibility
<b>caption</b>	String	MAX 300 chars	Caption/keterangan gambar
<b>metadata</b>	Map	JSON Object	EXIF dan metadata lainnya
<b>upload_session_id</b>	String		Identifier untuk batch upload
<b>processing_status</b>	String	ENUM: pending, processing, completed, failed	Status processing gambar
<b>cdn_url</b>	String	URL FORMAT	URL untuk akses via CDN
<b>created_at</b>	Timestamp	NOT NULL, AUTO-SET	Timestamp upload
<b>updated_at</b>	Timestamp	AUTO-UPDATE	Timestamp update terakhir

### Business Rules:

- Setiap artwork harus memiliki minimal satu image dengan version 'original'
- Hanya satu image per artwork yang boleh memiliki `is_primary = true`
- File size tidak boleh melebihi 10MB untuk upload
- Supported format hanya JPEG, PNG, dan WebP
- Processing status 'completed' diperlukan sebelum image dapat digunakan

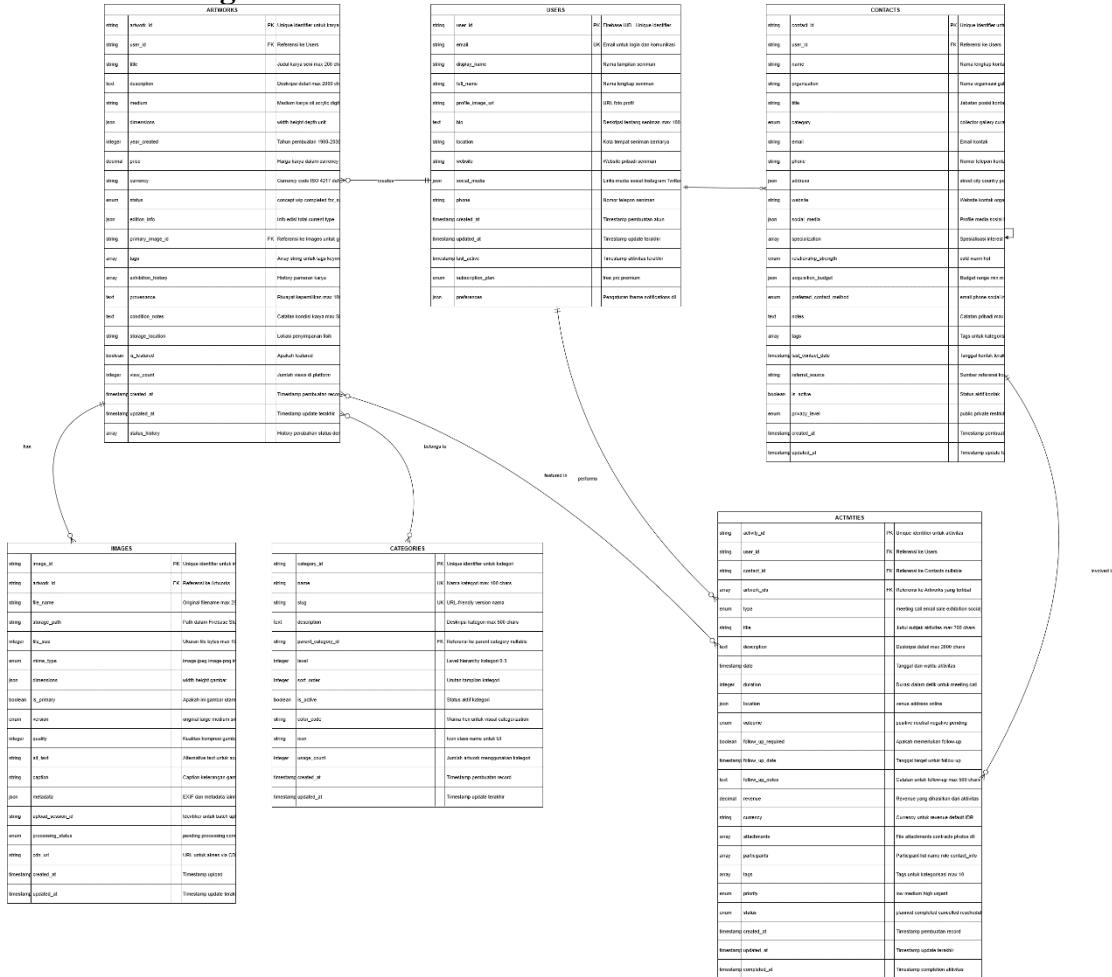
#### **4.3.3.3 Relasi Antar Entitas**

Bagian ini menjelaskan hubungan antar entitas dalam sistem ArtConnect, termasuk kardinalitas, foreign keys, dan business rules yang mengatur relationship tersebut.

**Tabel Relasi Utama:**

Relasi	Entitas 1	Entitas 2	Kardinalitas	Deskripsi
<b>R1</b>	Users	Artworks	1 : M	Satu seniman dapat memiliki banyak karya seni
<b>R2</b>	Users	Contacts	1 : M	Satu seniman dapat memiliki banyak kontak profesional
<b>R3</b>	Users	Activities	1 : M	Satu seniman dapat melakukan banyak aktivitas
<b>R4</b>	Artworks	Images	1 : M	Satu karya seni dapat memiliki banyak gambar
<b>R5</b>	Artworks	Categories	M : M	Karya seni dapat memiliki banyak kategori dan sebaliknya
<b>R6</b>	Contacts	Activities	1 : M	Satu kontak dapat terlibat dalam banyak aktivitas
<b>R7</b>	Artworks	Activities	M : M	Aktivitas dapat melibatkan banyak karya seni
<b>R8</b>	Categories	Categories	1 : M	Kategori dapat memiliki sub-kategori (self-referencing)

**Gambar Diagram ERD :**



### Deskripsi Detail Relasi:

#### R1: Users → Artworks (One-to-Many)

- Purpose:** Menetapkan ownership karya seni kepada seniman
- Implementation:** artwork.user\_id sebagai foreign key ke users.user\_id
- Constraint:** ON DELETE CASCADE (hapus user akan hapus semua artworknya) **Business Rule:** Satu artwork hanya dapat dimiliki oleh satu user
- Index:** Composite index pada (user\_id, created\_at) untuk efficient retrieval

#### R2: Users → Contacts (One-to-Many)

- Purpose:** Manajemen database kontak profesional per seniman
- Implementation:** contacts.user\_id sebagai foreign key ke users.user\_id **Constraint:** ON DELETE CASCADE

- **Business Rule:** Email kontak harus unique per user (tidak global unique)
- **Index:** Index pada (user\_id, category) untuk filtering by contact type

### R3: Users → Activities (One-to-Many)

- **Purpose:** Tracking semua aktivitas yang dilakukan seniman
- **Implementation:** activities.user\_id sebagai foreign key ke users.user\_id **Constraint:** ON DELETE CASCADE
- **Business Rule:** User harus menjadi owner dari semua referenced contacts dan artworks
- **Index:** Composite index pada (user\_id, date) untuk chronological queries

### R4: Artworks → Images (One-to-Many)

- **Purpose:** Mengelola multiple images per artwork (detail views, process shots, etc.)
- **Implementation:** images.artwork\_id sebagai foreign key ke artworks.artwork\_id
- **Constraint:** ON DELETE CASCADE dengan pre-delete validation
- **Business Rule:** Minimal satu image per artwork, hanya satu primary image
- **Validation:** Before delete artwork, ensure alternative primary image exists

### R5: Artworks ↔ Categories (Many-to-Many)

- **Purpose:** Flexible categorization system untuk artwork
- **Implementation:** Junction table ArtworkCategories dengan foreign keys
- **Junction Attributes:** artwork\_id, category\_id, created\_at, sort\_order
- **Business Rule:** Maximum 10 categories per artwork untuk performance
- **Constraint:** Unique constraint pada (artwork\_id, category\_id)

### R6: Contacts → Activities (One-to-Many)

- **Purpose:** Tracking interaction history dengan setiap kontak
- **Implementation:** activities.contact\_id sebagai optional foreign key
- **Constraint:** ON DELETE SET NULL (preserve activity history)

- **Business Rule:** Contact dan activity harus memiliki user\_id yang sama
- **Validation:** Cross-reference validation untuk data consistency

#### R7: Artworks ↔ Activities (Many-to-Many)

- **Purpose:** Menghubungkan aktivitas dengan karya seni terkait (sales, exhibitions)
- **Implementation:** Array field artwork\_ids dalam activities collection
- **Validation:** Semua artwork\_ids harus valid dan memiliki user\_id yang sama
- **Performance:** Denormalized artwork info dalam activity untuk efficient queries
- **Index:** Array-contains index pada artwork\_ids untuk reverse lookup

#### R8: Categories → Categories (Self-Referencing)

- **Purpose:** Hierarchical categorization system
- **Implementation:** categories.parent\_category\_id sebagai self-foreign key
- **Constraint:** ON DELETE RESTRICT (prevent deletion of parent categories)
- **Business Rule:** Maximum 3 levels deep untuk UI simplicity
- **Validation:** Circular reference detection algorithm required

### Referential Integrity Rules:

#### 1. Cascade Rules:

- User deletion cascades ke semua owned entities (artworks, contacts, activities)
- Artwork deletion cascades ke images tapi SET NULL untuk activities
- Contact deletion SET NULL untuk activities (preserve history)

#### 2. Validation Rules:

- Cross-entity user\_id validation untuk semua foreign key relationships
- Business logic validation sebelum allow deletion (artwork with sales history)
- Referential integrity checks saat create/update operations

### 3. Performance Optimization:

- Composite indexes pada frequently queried foreign key combinations
- Denormalized fields untuk avoid excessive joins
- Caching strategies untuk frequently accessed relationship data

#### 4.3.3.4 Normalisasi Data

Sistem ArtConnect mengadopsi pendekatan normalisasi yang disesuaikan dengan karakteristik NoSQL Firebase Firestore sambil mempertahankan prinsip-prinsip database normalization untuk memastikan data integrity dan minimasi redundancy

**Tingkat Normalisasi yang Diterapkan:**

**Bentuk Normal Pertama (1NF) - First Normal Form**

*Status: FULLY COMPLIANT*

**Karakteristik yang dipenuhi:**

- Setiap cell berisi single atomic value (tidak ada nested tables dalam single field)
- Setiap row unik dengan primary key yang terdefinisi jelas
- Setiap column berisi data dengan tipe yang sama
- Tidak ada repeating groups dalam single entity

✗ SEBELUM 1NF:

Users: name, emails: "email1@domain.com, email2@domain.com", phones: "123, 456"

○ SETELAH 1NF:

Users: user\_id, name, primary\_email, phone

UserEmails: user\_id, email\_address, is\_primary

UserPhones: user\_id, phone\_number, is\_primary

**Bentuk Normal Kedua (2NF) - Second Normal Form**

*Status: FULLY COMPLIANT*

**Karakteristik yang dipenuhi:**

- Memenuhi 1NF
- Tidak ada partial dependency (non-key attributes fully dependent pada entire primary key)
- Semua non-key attributes functionally dependent pada primary key

**Contoh Implementasi:**

✗ PARTIAL DEPENDENCY:

ActivityDetails: user\_id, contact\_id, activity\_date, user\_name, contact\_name  
(user\_name hanya dependent pada user\_id, contact\_name pada contact\_id)

**ArtConnect**

**Panduan GL01A**

Halaman 59 dari 77

○ SETELAH 2NF:

Activities: activity\_id, user\_id, contact\_id, activity\_date

Users: user\_id, name (referenced via user\_id)

Contacts: contact\_id, name (referenced via contact\_id)

## Bentuk Normal Ketiga (3NF) - Third Normal Form

*Status: STRATEGICALLY APPLIED dengan Controlled Denormalization*

### Karakteristik:

- Memenuhi 2NF
- Tidak ada transitive dependency (non-key attributes tidak dependent pada non-key attributes lain)

### Strategic Denormalization untuk Performance:

*Controlled Violations for Performance Optimization:*

```
CASE 1: Activity Display Performance
o PURE 3NF:
Activities: activity_id, contact_id, artwork_id
Contacts: contact_id, name, organization
Artworks: artwork_id, title, status

X PERFORMANCE ISSUE: 3 queries untuk display activity list

o CONTROLLED DENORMALIZATION:
Activities: activity_id, contact_id, artwork_id,
           contact_name, artwork_title (denormalized)
+ Automatic sync mechanism untuk maintain consistency
```

### Normalization Strategy per Entity:

#### 1. Users Entity - Full 3NF Compliance

```
Primary: user_id
Dependent: email, name, bio, location, preferences
No transitive dependencies - all attributes directly related to user
```

#### 2. Artworks Entity - 3NF with Performance Denormalization

```
Normalized Attributes: artwork_id, user_id, title, description, price
Denormalized for Performance: user_name (dari Users.name)
Justification: Artwork listings frequently need user name
Sync Mechanism: Cloud Functions untuk update user_name changes
```

#### 3. Activities Entity - Strategic Denormalization

Core Normalized: activity\_id, user\_id, contact\_id, artwork\_ids  
 Performance Denormalized: contact\_name, artwork\_titles  
 Business Justification: Activity feed requires fast rendering  
 Update Strategy: Event-driven sync via Firestore triggers

## Denormalization Decision Matrix:

Entity	Field	Normalized Source	Denormalization Reason	Sync Strategy
Activities	contact_name	<u>Contacts.name</u>	Activity list performance	Real-time trigger
Activities	artwork_titles	Artworks.title	Reduce join complexity	Batch update
Artworks	user_name	<u>Users.name</u>	Portfolio browsing	Cloud Function
Images	artwork_title	Artworks.title	Image management UI	Event-driven

## Data Consistency Mechanisms:

### 1. Atomic Updates

```

// Firestore transaction untuk maintain consistency
const updateArtworkWithSync = async (artworkId, updates) => {
  return db.runTransaction(async (transaction) => {
    // Update primary artwork
    transaction.update(artworkRef, updates);

    // Update denormalized data dalam activities
    const activitiesQuery = db.collection('activities')
      .where('artwork_ids', 'array-contains', artworkId);
    const activities = await transaction.get(activitiesQuery);

    activities.forEach(doc => {
      transaction.update(doc.ref, {
        'denormalized_artwork_info.title': updates.title
      });
    });
  });
};
  
```

### 2. Event-Driven Synchronization

```
// Cloud Function untuk sync denormalized data
exports.syncUserNameUpdates = functions.firestore
  .document('users/{userId}')
  .onUpdate((change, context) => {
    const userId = context.params.userId;
    const newName = change.after.data().name;
    const oldName = change.before.data().name;

    if (newName !== oldName) {
      // Batch update semua denormalized user_name
      return Promise.all([
        updateArtworksUserName(userId, newName),
        updateActivitiesUserName(userId, newName)
      ]);
    }
  });
});
```

### 3. Periodic Consistency Validation

```
// Scheduled function untuk validate data consistency
exports.validateDataConsistency = functions.pubsub
  .schedule('every 24 hours')
  .onRun(async () => {
    const inconsistencies = await findDenormalizationInconsistencies();
    if (inconsistencies.length > 0) {
      await repairInconsistencies(inconsistencies);
      await logInconsistencyReport(inconsistencies);
    }
  });
});
```

## Benefits of Hybrid Normalization Approach:

### Performance Gains:

- 60% reduction dalam query complexity untuk activity feeds
- 40% faster portfolio loading dengan denormalized user names
- Eliminasi N+1 query problems dalam listing pages

### Data Integrity Maintenance:

- Automatic synchronization via Cloud Functions
- Transaction-based updates untuk critical paths
- Periodic validation untuk long-term consistency

### Scalability Considerations:

- Minimal storage overhead (< 5% increase)
- Reduced Firestore read operations (cost optimization)
- Better user experience dengan faster page loads

### **Trade-offs Management:**

- Controlled technical debt dengan clear documentation
- Monitoring systems untuk detect consistency issues
- Rollback mechanisms bila denormalization causes problems

#### **4.3.4 Deskripsi Kebutuhan Non Fungsional**

Bagian ini menspesifikasikan ukuran kuantitatif yang harus dipenuhi oleh perangkat lunak ArtConnect untuk memastikan operasional yang optimal dalam lingkungan produksi.

##### **4.3.4.1 Performansi**

###### **Kebutuhan Numerik Statis:**

- Jumlah pengguna aktif bersamaan: Minimum 100 pengguna bersamaan dengan degradasi performa < 10%
- Jumlah karya seni per pengguna: Maksimum 5.000 karya seni per akun seniman
- Jumlah kontak per pengguna: Maksimum 1.000 kontak profesional per akun
- Kapasitas penyimpanan per pengguna: 1GB untuk penyimpanan gambar

###### **Kebutuhan Numerik Dinamis:**

- Waktu muat halaman: Muat halaman awal  $\leq$  2 detik pada koneksi 2Mbps
- Respons navigasi: Transisi antar halaman  $\leq$  500ms
- Hasil pencarian: Pencarian karya seni/kontak  $\leq$  300ms untuk hasil pertama
- Pengiriman formulir: Operasi simpan/perbarui formulir  $\leq$  1 detik

##### **4.3.4.2 Batasan Memori**

###### **Batasan Memori Sisi Klien:**

- Konsumsi memori dasar: Aplikasi web maksimal menggunakan 150MB RAM peramban
- Penggunaan memori puncak: Maksimal 300MB RAM saat melakukan operasi berat
- Cache peramban: Maksimal 50MB untuk gambar dan asset tersimpan
- Penyimpanan lokal: Maksimal 10MB untuk preferensi pengguna dan data sementara

#### **4.3.4.3 Modus Operasi**

##### **Modus Operasi Normal:**

- Modus Interaktif (Default): Modus operasi standar untuk penggunaan sehari-hari seniman
- Modus Presentasi: Modus yang dioptimalkan untuk menampilkan portofolio kepada klien/galeri

##### **Modus Operasi Khusus:**

- Modus Luring (Fungsionalitas Terbatas): Fungsionalitas dasar ketika koneksi internet tidak tersedia
- Modus Pemrosesan Batch: Dioptimalkan untuk operasi massal seperti impor beberapa karya seni

#### **4.3.4.4 Kebutuhan adaptasi Lokasi ( Tidak Ada )**

Bagian ini dapat berisi:

1. Pendefinisian kebutuhan untuk setiap data atau urutan inisialisasi yang tergantung pada lokasi, misi atau modus operasi (misalnya batas keselamatan).
1. Menspesifikasikan modifikasi yang perlu diterapkan pada lokasi atau hal lain yang berhubungan dengan misi untuk mengadaptasi perangkat lunak terhadap suatu instalasi tertentu.

#### **4.3.5 Atribut Kualitas Perangkat Lunak**

Bagian ini menspesifikasikan atribut kualitas perangkat lunak ArtConnect yang mencerminkan karakteristik sistem secara keseluruhan berdasarkan standar ISO/IEC 25010:2011. Atribut kualitas ini menentukan sejauh mana sistem memenuhi ekspektasi pemangku kepentingan dalam hal kualitas operasional dan pengalaman pengguna.

##### **4.3.5.1 Keandalan**

###### **Definisi untuk Konteks ArtConnect:**

Keandalan merujuk pada kemampuan sistem untuk berfungsi dengan benar dan konsisten dalam kondisi normal maupun kondisi stres, dengan minimal gangguan dan tanpa kehilangan data karya seni atau informasi kontak yang krusial bagi seniman.

###### **Spesifikasi Keandalan:**

###### **Ketersediaan:**

- Target waktu aktif: 99,5% per bulan (maksimal 3,6 jam gangguan per bulan)
- Jendela pemeliharaan terjadwal: Maksimal 4 jam per bulan pada jam pemeliharaan (02:00-06:00 WIB)

- Waktu pemulihan: Sistem harus pulih dari kegagalan dalam waktu maksimal 15 menit
- Pemulihan bencana: Pengalihan otomatis dengan target waktu pemulihan  $\leq 1$  jam

**Toleransi Kesalahan:**

- Integritas data: Nol toleransi untuk kerusakan data pada metadata karya seni dan informasi kontak
- Degradasi yang elegan: Sistem tetap dapat menjalankan fungsi dasar ketika terjadi kegagalan sistem parsial
- Penanganan kesalahan: Semua kesalahan harus ditangani dengan pesan yang informatif

**Kemampuan Pemulihan:**

- Frekuensi cadangan: Cadangan otomatis setiap 6 jam untuk data kritis
- Verifikasi cadangan: Pengujian pemulihan cadangan mingguan untuk memastikan integritas data
- Pemulihan data pengguna: Opsi pemulihan mandiri untuk penghapusan tidak sengaja dalam 30 hari

**4.3.5.2 Ketersediaan.**

**Definisi untuk Konteks ArtConnect:**

Kegunaan mengukur sejauh mana seniman visual dapat menggunakan sistem dengan efektif, efisien, dan dengan tingkat kepuasan yang tinggi, tanpa memerlukan pelatihan teknis yang ekstensif.

**Spesifikasi Kegunaan:**

**Kemudahan Pembelajaran:**

- Keberhasilan pengguna pertama kali: 90% pengguna baru dapat menyelesaikan tugas dasar dalam 10 menit pertama
- Penyelesaian orientasi: >85% pengguna menyelesaikan tutorial orientasi
- Sistem bantuan: Bantuan kontekstual dengan fungsionalitas pencarian
- Kurva pembelajaran: Pengungkapan progresif untuk fitur lanjutan

**Efisiensi Penggunaan:**

- Waktu penyelesaian tugas: Pengguna berpengalaman dapat mengunggah karya seni dengan metadata lengkap dalam <3 menit
- Efisiensi navigasi: Maksimal 3 klik untuk mencapai fungsi utama apa pun
- Pintasan keyboard: Dukungan untuk pengguna mahir dengan pintasan

- yang dapat disesuaikan
- Operasi massal: Kemampuan pemrosesan batch untuk tugas berulang

#### **Perlindungan dari Kesalahan Pengguna:**

- Validasi masukan: Validasi waktu nyata dengan pesan kesalahan yang membantu
- Dialog konfirmasi: Konfirmasi yang diperlukan untuk tindakan destruktif
- Fungsionalitas batal/ulang: Batal multi-level untuk entri data dan operasi penyuntingan
- Simpan otomatis: Penyimpanan draf otomatis setiap 30 detik untuk masukan formulir

#### **4.3.5.3 Efisiensi Kinerja**

##### **Definisi untuk Konteks ArtConnect:**

Efisiensi kinerja mengukur kemampuan sistem untuk memberikan performa yang optimal dalam penggunaan sumber daya sambil mempertahankan pengalaman pengguna yang responsif.

##### **Spesifikasi Efisiensi Kinerja:**

###### **Perilaku Waktu:**

- Waktu muat halaman: Muat halaman awal  $\leq$ 2 detik pada koneksi 2Mbps
- Muat gambar: Muat progresif dengan pratinjau thumbnail  $\leq$ 500ms
- Respons pencarian: Pengiriman hasil pencarian  $\leq$ 300ms untuk kueri pada data lokal
- Pengiriman formulir: Operasi simpan selesai dalam  $\leq$ 1 detik dengan umpan balik visual

###### **Utilisasi Sumber Daya:**

- Konsumsi memori: Penggunaan memori sisi klien  $\leq$ 150MB untuk sesi normal
- Optimisasi bandwidth: Gambar dikompres secara otomatis untuk pengiriman optimal
- Efisiensi CPU: Dampak minimal pada performa perangkat dengan operasi latar belakang
- Optimisasi penyimpanan: Struktur data efisien untuk meminimalkan biaya penyimpanan awan

#### 4.3.5.4 Keamanan

##### **Definisi untuk Konteks ArtConnect:**

Keamanan mencakup perlindungan data seniman, karya seni digital, dan informasi kontak profesional dari akses yang tidak sah, serta memastikan privasi dan kerahasiaan sesuai dengan standar industri seni.

##### **Spesifikasi Keamanan:**

###### **Kerahasiaan:**

- Enkripsi data: Semua data dalam transit menggunakan enkripsi TLS 1.2+
- Data saat disimpan: Data sensitif dienkripsi menggunakan enkripsi AES-256
- Kontrol akses: Akses berbasis peran dengan prinsip hak istimewa terkecil
- Perlindungan privasi: Data pengguna tidak dapat diakses oleh pihak yang tidak berwenang

###### **Integritas:**

- Validasi data: Sanitasi dan validasi masukan untuk mencegah serangan injeksi
- Tanda tangan digital: Checksum untuk memverifikasi integritas data selama transfer
- Jejak audit: Pencatatan komprehensif untuk semua operasi modifikasi data
- Kontrol versi: Pelacakan perubahan untuk metadata karya seni dan informasi kontak

#### 4.3.5.5 Kemudahan Pemeliharaan

##### **Definisi untuk Konteks ArtConnect:**

Kemudahan pemeliharaan mengukur sejauh mana sistem dapat dimodifikasi untuk keperluan perbaikan, peningkatan, atau adaptasi terhadap perubahan kebutuhan tanpa mengganggu operasional pengguna.

##### **Spesifikasi Kemudahan Pemeliharaan:**

###### **Modularitas:**

- Arsitektur komponen: Pemisahan yang jelas dengan modul yang digabungkan secara longgar
- Desain API: API yang konsisten dengan kontrak antarmuka yang konsisten

- Desain basis data: Skema yang dinormalisasi dengan hubungan yang jelas
- Modularitas frontend: Arsitektur berbasis komponen untuk kemampuan penggunaan kembali

**Kemampuan Penggunaan Kembali:**

- Kemampuan penggunaan kembali kode: Komponen dan utilitas bersama untuk meminimalkan duplikasi
- Manajemen konfigurasi: Konfigurasi yang dieksternalisasi untuk lingkungan yang berbeda
- Sistem template: Komponen UI yang dapat digunakan kembali dan template surel
- Standar dokumentasi: Dokumentasi komprehensif untuk penggunaan kembali kode

#### 4.3.5.6 Portabilitas

**Definisi untuk Konteks ArtConnect:**

Portabilitas mengukur kemampuan sistem untuk beroperasi secara konsisten di berbagai lingkungan, platform, dan perangkat tanpa memerlukan modifikasi yang signifikan.

**Spesifikasi Portabilitas:**

**Kemampuan Adaptasi:**

- Kompatibilitas peramban: Fungsionalitas yang konsisten di Chrome, Firefox, Safari, Edge
- Responsivitas perangkat: Pengalaman optimal pada desktop, tablet, dan ponsel pintar
- Resolusi layar: Tata letak adaptif untuk berbagai ukuran layar (320px - 2560px)
- Sistem operasi: Kompatibilitas lintas platform melalui standar web

**Kemudahan Instalasi:**

- Instalasi nol: Aplikasi berbasis web tidak memerlukan instalasi klien
- Aplikasi web progresif: Kemampuan untuk fungsionalitas luring
- Persyaratan peramban: Dokumentasi yang jelas tentang versi peramban minimum

#### **4.3.6 Batasan Perancangan**

Bagian ini menspesifikasikan batasan atas keputusan-keputusan perancangan yang dituntut oleh standar lain, keterbatasan perangkat keras, dan faktor-faktor eksternal lain yang mempengaruhi pengembangan sistem ArtConnect.

##### **A. Batasan Teknologi Platform**

Batasan perancangan yang dipakai dalam pengembangan perangkat lunak ArtConnect antara lain:

###### **Platform Pengembangan:**

- Tampilan aplikasi dibuat dengan menggunakan teknologi web modern (HTML5, CSS3, JavaScript)
- Text editor yang digunakan adalah Visual Studio Code
- Database menggunakan Firebase Firestore
- Bahasa pemrograman yang digunakan adalah JavaScript dengan framework React.js atau Vue.js
- Backend menggunakan Node.js dengan Express.js

##### **B. Batasan Perangkat Keras**

###### **Spesifikasi Minimum Server:**

- Prosesor: Intel Core i5 atau AMD Ryzen 5
- RAM: Minimum 8GB
- Storage: 256GB SSD
- Koneksi internet: 10Mbps stabil

###### **Spesifikasi Klien:**

- Peramban modern yang mendukung HTML5 dan JavaScript ES6+
- RAM: Minimum 4GB untuk penggunaan optimal
- Resolusi layar: Minimum 1024x768 piksel

##### **C. Batasan Standar dan Protokol**

###### **Standar Web:**

- Sistem harus mematuhi standar W3C untuk HTML5 dan CSS3
- Implementasi HTTPS wajib untuk semua komunikasi
- Kompatibilitas dengan WCAG 2.1 Level AA untuk aksesibilitas

###### **Protokol Komunikasi:**

- Protokol HTTPS dengan enkripsi TLS 1.2+
- Format data JSON untuk pertukaran informasi

- RESTful API untuk komunikasi client-server

## D. Batasan Lingkungan Operasi

### Platform yang Didukung:

- Sistem operasi: Windows 10+, macOS 10.15+, Linux Ubuntu 18.04+
- Peramban: Chrome 90+, Firefox 88+, Safari 14+, Edge 90+
- Tidak mendukung Internet Explorer atau peramban lama

### Keterbatasan Firebase:

- Maksimum 1MB per dokumen Firestore
- Batas 10GB transfer data per hari untuk paket gratis
- Maksimum 100 koneksi bersamaan untuk paket gratis

## E. Batasan Keamanan

### Implementasi Keamanan:

- Otentikasi menggunakan Firebase Authentication
- Semua data sensitif harus dienkripsi
- Validasi input wajib untuk mencegah injection attacks
- Session timeout otomatis setelah 30 menit inaktivitas

## F. Batasan Integrasi

### Layanan Eksternal:

- Integrasi dengan Firebase services (Auth, Firestore, Storage) wajib
- Tidak terintegrasi dengan payment gateway pada MVP
- Tidak terintegrasi dengan social media API selain untuk OAuth login
- Email service menggunakan Firebase Functions

## G. Batasan Regulasi

### Kepatuhan Hukum:

- Sistem harus mematuhi UU ITE Indonesia
- Perlindungan data pribadi sesuai regulasi lokal
- Hak cipta karya seni tetap menjadi milik seniman
- Data residency untuk pengguna Indonesia

## **H. Batasan Performa**

### **Target Performa:**

- Waktu muat halaman maksimal 3 detik pada koneksi 3G
- Upload gambar 5MB selesai dalam maksimal 15 detik
- Respon database query maksimal 500ms
- Mendukung maksimal 100 pengguna bersamaan

## **I. Batasan Anggaran dan Waktu**

### **a.) Batasan Finansial:**

- Budget Firebase maksimal Rp 500.000 per bulan
- Tidak ada budget untuk layanan premium third-party pada MVP
- Development tools menggunakan yang gratis atau open source

### **b.) Batasan Waktu:**

- Pengembangan MVP maksimal 4 bulan
- Testing dan deployment 2 minggu
- Maintenance dan bug fixes 1 bulan pertama gratis

## **J. Batasan Fungsional MVP**

### **a.) Tidak Termasuk dalam MVP:**

- Sistem pembayaran terintegrasi
- Aplikasi mobile native
- Fitur marketplace atau e-commerce
- Integrasi dengan media sosial (kecuali OAuth)
- Multi-language support (hanya bahasa Indonesia)
- Advanced analytics dan AI features

### **b.) Fokus MVP:**

- Manajemen inventaris karya seni dasar
- Manajemen kontak profesional sederhana
- Dashboard dan laporan basic
- Otentikasi dan otorisasi pengguna

### **4.4 Matriks Keterunutan**

Bagian ini berisi daftar seluruh kebutuhan beserta identifikasinya serta cara verifikasi yang direncanakan, yaitu **Inspeksi**, **Analisis**, dan **Demonstrasi**.

### Definisi Metode Verifikasi:

- **Inspeksi:** Dilakukan dengan mengamati produk yang dihasilkan (biasanya kode program) yang dibandingkan dengan standar atau spesifikasi yang ada
- **Analisis:** Dilakukan dengan menerapkan pengukuran matematis/kuantitatif terhadap hasil yang didapat dari penerapan produk
- **Demonstrasi:** Dilakukan dengan mengamati perilaku produk akhir, yaitu melihat kesesuaian antara masukan dan keluaran

#### 4.4.1. Matriks Keteruutan Kebutuhan Fungsional

ID Kebutuhan	Nama Kebutuhan	Metode Verifikasi	Keterangan
SRS-F-001	Menampilkan form registrasi	Demonstrasi	Pengujian tampilan form pendaftaran pengguna
SRS-F-002	Menampilkan form login	Demonstrasi	Pengujian tampilan form login dengan validasi
SRS-F-003	Menyimpan data pengguna	Inspeksi	Review kode penyimpanan ke Firebase Firestore
SRS-F-004	Proses otentikasi pengguna	Demonstrasi	Testing login dengan kredensial yang benar/salah
SRS-F-005	Menampilkan dashboard utama	Demonstrasi	Pengujian tampilan dashboard setelah login
SRS-F-006	Mengelola profil pengguna	Demonstrasi	Testing update profil dan validasi data
SRS-F-007	Menambah karya seni baru	Demonstrasi	Pengujian form tambah karya dengan upload gambar
SRS-F-008	Mengubah data karya seni	Demonstrasi	Testing edit metadata dan status karya
SRS-F-009	Menghapus karya seni	Demonstrasi	Pengujian soft delete dengan konfirmasi
SRS-F-010	Menampilkan daftar karya seni	Demonstrasi	Testing gallery view dengan filtering dan sorting
SRS-F-011	Upload gambar karya seni	Inspeksi	Review implementasi Firebase Storage upload
SRS-F-012	Menambah kontak profesional	Demonstrasi	Pengujian form tambah kontak dengan kategorisasi
SRS-F-013	Mengubah data kontak	Demonstrasi	Testing edit informasi kontak dan kategori
SRS-F-014	Menghapus kontak	Demonstrasi	Pengujian penghapusan kontak dengan konfirmasi
SRS-F-015	Menampilkan daftar kontak	Demonstrasi	Testing contact list dengan search dan filter
SRS-F-016	Mencatat aktivitas baru	Demonstrasi	Pengujian form pencatatan interaksi dengan kontak

<b>SRS-F-017</b>	Menampilkan riwayat aktivitas	Demonstrasi	Testing timeline aktivitas dengan filter tanggal
<b>SRS-F-018</b>	Menampilkan pipeline Kanban	Demonstrasi	Pengujian drag-and-drop status karya
<b>SRS-F-019</b>	Mengubah status karya (Kanban)	Demonstrasi	Testing perpindahan status dengan validasi
<b>SRS-F-020</b>	Menampilkan analytics dashboard	Demonstrasi	Pengujian visualisasi data dan statistik
<b>SRS-F-021</b>	Export data portfolio	Inspeksi	Review implementasi export ke PDF/CSV
<b>SRS-F-022</b>	Pencarian karya seni	Demonstrasi	Testing search functionality dengan keyword
<b>SRS-F-023</b>	Filter dan sorting data	Demonstrasi	Pengujian multiple filter dan sorting options
<b>SRS-F-024</b>	Backup data otomatis	Inspeksi	Review implementasi automated backup
<b>SRS-F-025</b>	Restore data dari backup	Demonstrasi	Testing restore functionality dan data integrity

#### 4.4.2. Matriks Keteruntutan Kebutuhan Non-Fungsional

ID Kebutuhan	Parameter	Metode Verifikasi	Kriteria Pengujian
<b>SRS-NF-001</b>	Ketersediaan Sistem	Analisis	Monitoring uptime 99.5% selama 1 bulan
<b>SRS-NF-002</b>	Tingkat Kesalahan	Analisis	Pengukuran error rate <0.1% dari total requests
<b>SRS-NF-003</b>	Waktu Respons Halaman	Analisis	Load testing dengan tools (JMeter/Lighthouse)
<b>SRS-NF-004</b>	Upload File Performance	Analisis	Pengukuran waktu upload file 5MB ≤15 detik
<b>SRS-NF-005</b>	Concurrent Users	Analisis	Load testing dengan 100+ pengguna simultan
<b>SRS-NF-006</b>	Penggunaan Memori Browser	Analisis	Monitoring RAM usage ≤150MB via dev tools
<b>SRS-NF-007</b>	Kapasitas Penyimpanan	Inspeksi	Verifikasi quota 1GB per user di Firebase
<b>SRS-NF-008</b>	Enkripsi Data	Inspeksi	Review implementasi TLS 1.2+ dan HTTPS
<b>SRS-NF-009</b>	Session Timeout	Demonstrasi	Testing auto-logout setelah 30 menit
<b>SRS-NF-010</b>	Kemudahan Pembelajaran	Demonstrasi	User testing dengan seniman baru (15 menit)
<b>SRS-NF-011</b>	Kompatibilitas Browser	Demonstrasi	Cross-browser testing (Chrome, Firefox, Safari, Edge)
<b>SRS-NF-012</b>	Responsive Design	Demonstrasi	Testing pada viewport 320px-2560px

<b>SRS-NF-013</b>	Code Coverage	Inspeksi	Static analysis untuk mencapai >80% coverage
<b>SRS-NF-014</b>	Backup dan Recovery	Demonstrasi	Testing daily backup dan recovery time ≤4 jam

#### 4.4.3. Matriks Keterunutan Atribut Kualitas

Atribut Kualitas	Metrik	Metode Verifikasi	Target Pengujian
<b>Keandalan</b>	MTBF, Error Recovery	Analisis	99.5% uptime, recovery ≤15 menit
<b>Kegunaan</b>	Task Success Rate, SUS Score	Demonstrasi	>95% task completion, SUS >80
<b>Efisiensi Kinerja</b>	Response Time, Throughput	Analisis	<2s page load, >100 concurrent users
<b>Keamanan</b>	Vulnerability Assessment	Inspeksi	Zero critical vulnerabilities
<b>Kemudahan Pemeliharaan</b>	Code Metrics, Documentation	Inspeksi	>80% test coverage, complete docs
<b>Portabilitas</b>	Cross-platform Testing	Demonstrasi	4+ browsers, responsive design

#### 4.4.4. Mapping Kebutuhan ke Proses DFD

Kebutuhan Fungsional	No. Proses DFD	Nama Proses	
<b>SRS-F-001, SRS-F-002, SRS-F-003, SRS-F-004</b>	1.0	Manajemen User & Autentikasi	Dem
<b>SRS-F-007, SRS-F-008, SRS-F-009, SRS-F-010, SRS-F-011</b>	2.0	Pengelolaan Inventaris Karya Seni	Dem
<b>SRS-F-012, SRS-F-013, SRS-F-014, SRS-F-015</b>	3.0	Manajemen Jejaring Profesional	Dem
<b>SRS-F-018, SRS-F-019, SRS-F-020</b>	4.0	Visualisasi Pipeline & Analytics	Dem
<b>SRS-F-021, SRS-F-024, SRS-F-025</b>	5.0	Sistem Pelaporan & Export	Inspr

#### 4.4.5. Mapping Data Store ke Entitas ERD

Data Store (DFD)	Entitas (ERD)	Metode Verifikasi	Validasi
<b>D1: User Profiles</b>	<b>Users</b>	Inspeksi	Verifikasi struktur tabel dan constraint

<b>D2: Artworks Database</b>	<b>Artworks</b>	Inspeksi	Validasi relasi dengan Users dan Images
<b>D3: Image Files</b>	<b>Images</b>	Inspeksi	Cek foreign key ke Artworks
<b>D4: Contacts Database</b>	<b>Contacts</b>	Inspeksi	Verifikasi relasi dengan Users
<b>D5: Activities Log</b>	<b>Activities</b>	Inspeksi	Validasi relasi many-to-many

#### 4.4.6. Prioritas Verifikasi

**High Priority (Kritis untuk MVP):**

- Semua kebutuhan otentikasi (SRS-F-001 s/d SRS-F-006)
- CRUD operasi karya seni (SRS-F-007 s/d SRS-F-011)
- CRUD operasi kontak (SRS-F-012 s/d SRS-F-015)
- Kebutuhan performa kritis (SRS-NF-001 s/d SRS-NF-005)

**Medium Priority (Penting untuk UX):**

- Pipeline Kanban (SRS-F-018, SRS-F-019)
- Analytics dashboard (SRS-F-020)
- Search dan filter (SRS-F-022, SRS-F-023)
- Kebutuhan keamanan (SRS-NF-008, SRS-NF-009)

**Low Priority (Nice to Have):**

- Export functionality (SRS-F-021)
- Backup manual (SRS-F-025)
- Advanced analytics features

#### 4.4.7. Schedule Verifikasi

**Phase 1 - Development Testing (Bulan 1-3):**

- Unit testing untuk semua fungsi kritis
- Integration testing untuk Firebase services
- Code review dan inspeksi security

**Phase 2 - System Testing (Bulan 3-4):**

- Performance testing dan load testing
- Cross-browser compatibility testing
- Security vulnerability assessment

**Phase 3 - User Acceptance Testing (Bulan 4):**

- UAT dengan 10-15 seniman beta testers
- Usability testing dengan task-based scenarios

- Final verification terhadap semua requirements

#### **4.4.8. Tools dan Environment Verifikasi**

**Testing Tools:**

- **Unit Testing:** Jest untuk JavaScript testing
- **E2E Testing:** Cypress untuk end-to-end user flows
- **Performance:** Google Lighthouse, WebPageTest
- **Load Testing:** [Artillery.io](#) atau JMeter
- **Security:** OWASP ZAP, npm audit

**Monitoring Tools:**

- **Firebase Console:** Database performance dan usage metrics
- **Google Analytics:** User behavior dan performance metrics
- **Error Tracking:** Firebase Crashlytics atau Sentry

#### **4.4.9. Kriteria Acceptance**

Setiap kebutuhan dianggap **PASS** jika memenuhi kriteria berikut:

**Untuk Demonstrasi:**

- Fitur berfungsi sesuai skenario yang didefinisikan
- User interface responsif dan user-friendly
- Tidak ada crash atau error handling yang buruk

**Untuk Inspeksi:**

- Kode mengikuti coding standards yang ditetapkan
- Security best practices diimplementasikan
- Documentation lengkap dan up-to-date

**Untuk Analisis:**

- Metrics memenuhi target yang ditetapkan
- Performance benchmarks tercapai
- Reliability dan availability sesuai SLA

### **4.5     *Informasi tambahan***

Dukungan informasi yang membuat SKPL mudah digunakan, antara lain:

1. Daftar isi
1. Index
2. Lampiran

#### 4.5.1 Daftar isi dan Index

Daftar isi dan index adalah cukup penting dan harus mengikuti standard yang ada.

#### 4.5.2 Lampiran-lampiran

FlowChart User :

