

System Design Note

Write by: Adrian Milano & Kelvin Febrin Go

Microservices

Service-To-Service Communication

1. Pola Synchronous (Komunikasi Langsung)

Pola ini melibatkan panggilan langsung dan real-time dari satu layanan ke layanan lain. Layanan pengirim harus menunggu respons sebelum melanjutkan tugasnya.

Mekanisme

- **Protokol Utama:** HTTP/HTTPS (sering menggunakan REST atau GraphQL) dan gRPC.
- **Cara Kerja:** Service A menggunakan client library untuk memanggil endpoint (URI) Service B. Komunikasi terjadi melalui jaringan, dan Service A diblokir (blocking) hingga menerima respons atau timeout.

Kapan Digunakan?

- **Permintaan Kritis & Real-time:** Ketika layanan pengirim sangat membutuhkan hasil dari layanan penerima untuk menyelesaikan transaksinya.
 - Contoh: **Auth Service** memverifikasi token dari **User Service**.
 - Contoh: **Payment Service** memanggil **Fraud Service** untuk cek risiko sebelum melanjutkan transaksi.

Kelebihan vs Kekurangan

Kelebihan	Kekurangan
Simple dan Langsung: Mudah diimplementasikan dan di-debug.	Tight Coupling: Jika Service B mati, Service A bisa gagal (Cascading Failure).
Respon Real-time: Hasil tersedia segera (Latensi rendah).	Scalability Challenge: Layanan yang sering dipanggil menjadi bottleneck (Titik sumbatan).

2. Pola Asynchronous (Komunikasi Tidak Langsung)

Pola ini menggunakan perantara (Broker) dan biasanya didorong oleh Event-Driven Architecture (EDA) yang baru saja kita bahas. Layanan pengirim tidak perlu menunggu respons.

Mekanisme

- **Protokol Utama:** Messaging/Event Streaming (AMQP, Kafka Protocol).
- **Cara Kerja:** Service A (Producer) mengirim pesan/event ke Message Broker (Kafka, RabbitMQ). Broker menyimpan pesan tersebut. Service B (Consumer) mengambil pesan dari Broker sesuai

waktunya. Service A dan B tidak pernah berkomunikasi langsung.

Kapan Digunakan?

- **Integrasi Long-Running Task:** Untuk tugas yang memakan waktu lama atau tidak mendesak.
 - Contoh: Setelah Order Service membuat pesanan, ia mengirim event **ORDER_CREATED** ke Broker. Layanan lain (Inventory, Email, Data Analytics) mengonsumsi event tersebut.
 - Contoh: Worker Pool mengambil tugas dari Queue.

Kelebihan vs Kekurangan

Kelebihan	Kekurangan
Loose Coupling: Service independen, tidak ada cascading failure jika satu layanan mati.	Eventual Consistency: Data tidak sinkron secara instan.
Resilience: Pesan tetap di Broker meski Consumer mati, memastikan pemrosesan data (data durability).	Debugging Kompleks: Sulit melacak aliran pesan melintasi berbagai layanan.

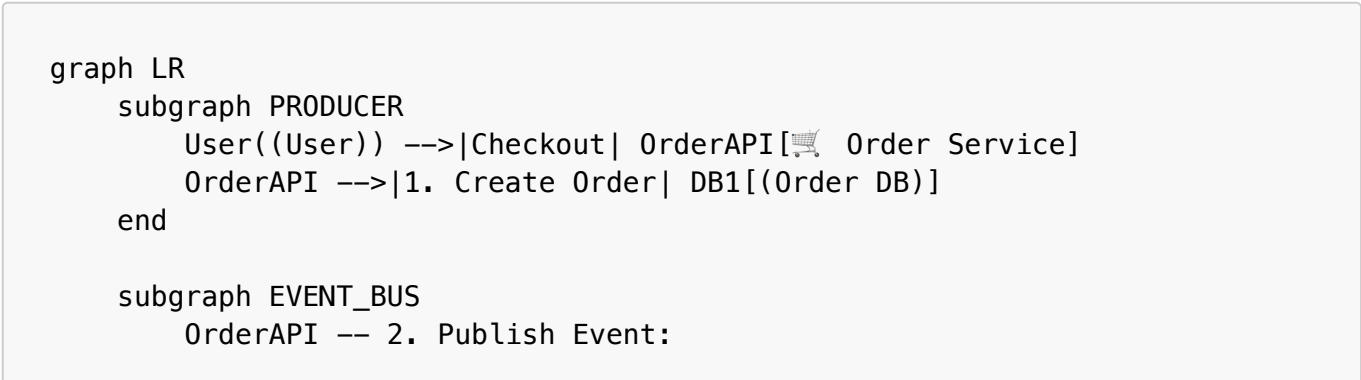
Event-Driven Architecture

Event-Driven Architecture (EDA) adalah pola arsitektur di mana layanan-layanan (services) dalam sistem berkomunikasi dengan cara memancarkan "Event" (Peristiwa), bukan dengan saling memanggil secara langsung (Direct Request).

1. Analogi: "Telepon" vs. "Grup WhatsApp"

- REST API (Request-Response) = Menelepon
 - Service A menelepon Service B: "Halo, tolong update stok dong. Aku tungguin ya di telepon sampai kamu selesai."
 - Masalah: Kalau Service B sibuk atau mati, Service A ikutan macet (nunggu/timeout). Mereka Coupled (saling terikat erat).
- Event-Driven Architecture = Chat di Grup WhatsApp
 - Service A mengirim pesan ke Grup: "Guys, ada ORDER BARU nih (Event)!" Lalu Service A langsung lanjut kerja hal lain.
 - Service B (Gudang) baca pesan itu -> Potong stok.
 - Service C (Email) baca pesan itu -> Kirim invoice.
 - Kelebihan: Service A tidak peduli siapa yang baca, kapan dibaca, atau apakah Service B sedang mati. Yang penting dia sudah lapor. Mereka Decoupled (tidak terikat).

2. Diagram Visual



```

'OrderCreated' --> Broker{{Event Bus / Broker
RabbitMQ / Kafka}}
end

subgraph CONSUMERS
  Broker -- 3. Push Event --> Inv[Inventory Service]
  Broker -- 3. Push Event --> Notif[Notification Service]
  Broker -- 3. Push Event --> Analytics[Analytics Service]
end

subgraph ACTIONS
  Inv -->|Update Stock| DB2[(Inventory DB)]
  Notif -->|Send Email| User
  Analytics -->|Update Dashboard| DB3[(Data Warehouse)]
end

```

3. Komponen Utama EDA

1. Event Producer (Penerbit):

- Komponen yang mendeteksi kejadian.
- Contoh: Saat user klik "Bayar", Order Service menjadi Producer yang menerbitkan event **ORDER_PAID**.

2. Event Router / Broker (Perantara):

- Infrastruktur "pipa" atau "jalur" tempat event mengalir.
- Tools populer: RabbitMQ, Apache Kafka, AWS SNS/SQS, Google Pub/Sub.

3. Event Consumer (Penerima):

- Komponen yang "mendengarkan" (subscribe) event tertentu dan bereaksi.
- Contoh: Inventory Service mendengarkan event **ORDER_PAID** untuk mengurangi stok.

4. Mengapa Event Driven Architecture ?

1. Decoupling (Pemisahan Ketergantungan):

- Jika **Notification Service** error/mati, **Order Service** TIDAK ikut error. User tetap bisa belanja. Emailnya tertunda saja (ada di antrian broker), nanti dikirim pas service nyala lagi.

2. Scalability (Skalabilitas):

- Kalau traffic belanja naik gila-gilaan, kita bisa memperbanyak (scale up) server **Order Service** saja tanpa perlu memperbesar server **Analytics Service** saat itu juga.

3. Extensibility (Kemudahan Pengembangan):

- Besok bos minta fitur baru: "Setiap ada order, kirim data ke tim Marketing."
- Kita tinggal buat service baru yang dengar event **ORDER_CREATED**. Kita TIDAK PERLU mengedit kodingan **Order Service** sama sekali. Aman dari bug regresi.

5. Tantangan

1. **Complexity**: Melacak flow jadi susah. "Ini stok berkurang gara-gara event yang mana ya?" Debugging lebih sulit daripada sistem monolith biasa.
2. **Eventual Consistency**: Data tidak sinkron detik itu juga. User sudah bayar, tapi mungkin stok di gudang baru berkurang 2 detik kemudian. Aplikasi harus didesain untuk mentoleransi jeda ini.

API gateway

Bayangkan **API Gateway** sebagai resepsionis utama atau petugas valet parking di sebuah hotel besar yang memiliki banyak layanan (restoran, spa, gym, kamar).

- **Tanpa Gateway:** Setiap klien harus tahu alamat spesifik dari setiap layanan (alamat gym, alamat restoran, dll.). Jika alamat berubah, semua klien harus di-update.
- **Dengan Gateway:** Klien hanya tahu satu alamat (alamat hotel). Mereka memberikan permintaan kepada Gateway. Gateway tahu persis di mana layanan yang diminta berada dan meneruskan permintaan tersebut.

Fungsi API Gateway melakukan lebih dari sekadar routing (meneruskan permintaan). Dalam konteks Senior Fullstack, API Gateway mengambil alih banyak tugas operasional yang seharusnya tidak dilakukan oleh backend services (seperti Payment Service atau Auth Service).

Fungsi	Deskripsi	Senioritas
Routing & Komposisi	Meneruskan permintaan ke layanan backend yang sesuai. Bisa menggabungkan respons dari beberapa service menjadi satu respons untuk klien.	Menghindari klien harus melakukan panggilan ke 5 endpoint berbeda.
Authentication & Authorization	Memvalidasi JWT Token (Bearer Token) pada setiap permintaan. Jika token tidak valid, permintaan ditolak sebelum mencapai backend service.	Security Layer 1: Backend Service tidak perlu repot melakukan validasi token.
Rate Limiting	Membatasi jumlah permintaan yang dapat dilakukan klien (IP/User) per unit waktu (misalnya, 100 requests per menit).	Denial of Service (DoS) Protection: Melindungi backend services dari lonjakan trafik.
Load Balancing	Mendistribusikan permintaan masuk ke beberapa instance layanan backend untuk menghindari overload.	High Availability: Memastikan tidak ada satu server pun yang kewalahan.
Logging & Monitoring	Mencatat semua permintaan masuk dan keluar untuk keperluan audit dan monitoring performa.	Observability: Memberikan pandangan terpusat terhadap seluruh trafik sistem.
Protokol Translation	Menerima permintaan dari klien (REST/HTTP) dan menerjemahkannya ke protokol service (misalnya, gRPC).	Flexibility: Memungkinkan tim backend bebas memilih protokol terbaik.

Hubungannya dengan Komponen Lain

Komponen	Hubungan dengan API Gateway
Client (FE/Mobile)	API Gateway adalah satu-satunya endpoint yang mereka panggil.
Load Balancer (Nginx/ALB)	Gateway biasanya berada di belakang Load Balancer (atau bahkan bisa berfungsi ganda sebagai Load Balancer).
Microservices	Gateway adalah klien dari Microservices. Gateway tahu alamat internal Microservices.

Komponen	Hubungan dengan API Gateway
Authentication Flow	Pada alur otentikasi, Gateway adalah tempat validasi token (langkah 6 pada flow Anda).

API Gateway dalam Arsitektur



API Gateway vs. Load Balancer

- **Load Balancer (LB):** Bekerja pada level 4/7 OSI. Fungsinya murni distribusi trafik berdasarkan algoritma (Round Robin, Least Connections). LB tidak melihat logika bisnis token.
- **API Gateway:** Bekerja pada level 7. Memiliki kesadaran aplikasi (application awareness). Gateway dapat memverifikasi token JWT, mengubah struktur permintaan, dan membuat keputusan routing berdasarkan logika bisnis (misalnya, jika `user_id` adalah admin, kirim ke versi 2 layanan).

Dalam sistem modern, Anda seringkali menggunakan keduanya: ALB (Load Balancer) di depan API Gateway (untuk distribusi dasar) atau menggunakan solusi terpadu seperti Kong, Tyk, atau AWS API Gateway.

Distributed Tracing

Distributed Tracing adalah solusi untuk masalah observability (kemampuan mengamati sistem) pada sistem yang kompleks.

Bayangkan Anda mengirimkan permintaan POST `/v1/payments` ke API Gateway Anda. Permintaan ini mungkin melibatkan 7 layanan berbeda:

1. API Gateway (Auth check)
2. Payment Service (Mencatat request)
3. User Service (Mengecek saldo user)
4. Fraud Service (Analisis risiko)
5. Database (Memulai transaksi)
6. Queue (Mengirim event)
7. Worker Service (Memproses event)

Jika permintaan ini gagal atau lambat, bagaimana Anda tahu di mana letak masalahnya?

- **Tanpa Tracing:** Anda hanya tahu API Gateway butuh 5 detik untuk merespons.
- **Dengan Tracing:** Anda tahu 4 detik dihabiskan di Fraud Service karena adanya timeout koneksi ke layanan pihak ketiga.

Konsep Utama

Distributed Tracing bekerja dengan dua komponen utama:

1. **Trace:** Seluruh perjalanan lengkap dari sebuah permintaan, dari awal hingga akhir.
2. **Span:** Unit pekerjaan tunggal di dalam sebuah Trace. Span memiliki ID unik, waktu mulai, dan waktu selesai. Setiap panggilan ke layanan, setiap query ke database, atau setiap panggilan fungsi penting adalah satu Span.

Cara Kerja

Setiap kali layanan memanggil layanan lain (baik Synchronous REST maupun Asynchronous Messaging), ia harus meneruskan header khusus, yang disebut Context Propagation (Penerusan Konteks).

1. **Service A** menerima permintaan dan membuat **Trace ID** dan **Span ID** baru.
2. Saat **Service A** memanggil **Service B**, ia menyertakan **Trace ID** yang sama di dalam header HTTP (misalnya, `traceparent` header).
3. **Service B** menerima header, tahu itu adalah bagian dari Trace yang sudah ada, dan membuat **Span ID** baru di bawah Trace ID yang sama.
4. Semua Span ini kemudian dikirim ke **Tracer Collector** (seperti Jaeger atau Zipkin) untuk visualisasi.

OpenTelemetry (OTel)

OpenTelemetry (OTel) adalah proyek open-source yang menjadi standar industri (CNCF Project) untuk menghasilkan, mengumpulkan, dan mengeksport data telemetry (Metrics, Logging, dan Tracing) secara universal dan vendor-agnostic.

Distributed Tracing dalam Diagram Arsitektur

```
graph LR
    Client -->|1. Request| GW[API Gateway]
```

```
GW -- 2. Create Trace ID & Span A --> Payments[💳 Payment Service]
Payments -- 3. Propagate Context & Span B --> FraudS[👮 Fraud Service]
FraudS -- 4. Propagate Context & Span C --> DB[(Database)]

Payments -- 5. Export Span B --> OTelC[OTel Collector]
FraudS -- 6. Export Span C --> OTelC
DB -- 7. Export Span D --> OTelC

OTelC -- 8. Store/Visualize --> Backend[Jaeger/Grafana]

subgraph Instrumentation
  GW
  Payments
  FraudS
  DB
end
```

The Interview Angle

1. **Mengidentifikasi Latency Bottlenecks:** Dengan cepat menemukan layanan atau fungsi mana yang paling lambat (seperti Fraud Service yang memakan 4 detik pada contoh awal).
2. **Debugging Asynchronous Flows:** Memungkinkan Anda melihat seluruh alur kerja (Trace) meskipun melibatkan RabbitMQ/Kafka, karena OTel juga mendukung context propagation melalui pesan queue.
3. **Meningkatkan Sinyal (Signal-to-Noise Ratio):** Anda dapat mencari semua log yang terkait dengan satu permintaan (Log Correlation) menggunakan Trace ID, alih-alih mencari di ribuan baris log yang tidak relevan.

Configuration Management

Config Management adalah praktik dan alat yang digunakan untuk mengelola, menyimpan, dan mendistribusikan data konfigurasi (pengaturan) aplikasi Anda secara terpusat, alih-alih menyimpannya langsung di dalam kode atau file lokal.

Masalah Tanpa Config Management

Di lingkungan Monolith tradisional, konfigurasi seperti database connection strings, API keys, dan port number sering disimpan dalam file `.env` atau `application.properties` di dalam repositori kode.

Ini menimbulkan masalah di lingkungan terdistribusi:

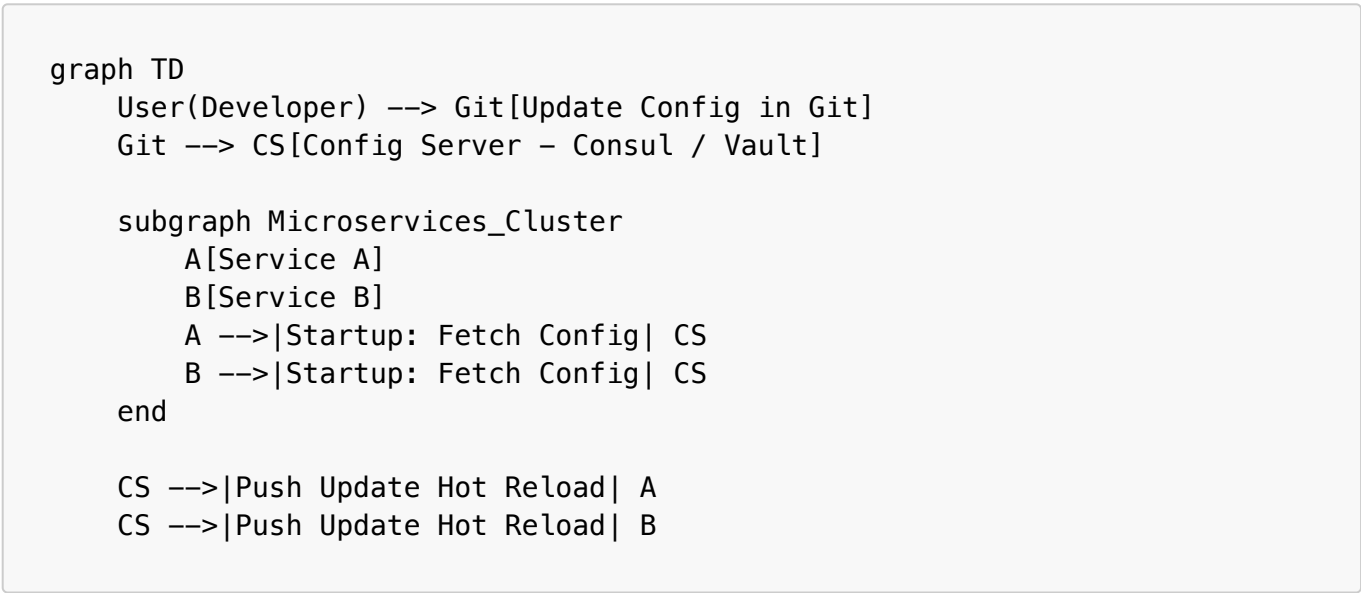
1. **Keamanan:** Menyimpan secrets (kunci rahasia) di dalam kode (walaupun `.env`) berisiko bocor, apalagi jika dikomit ke Git.
2. **Skalabilitas:** Jika Anda memiliki 20 microservices, dan kata sandi database berubah, Anda harus update, build ulang, dan deploy ke-20 service tersebut satu per satu.
3. **Lingkungan:** Sulit membedakan konfigurasi antara Dev, Staging, dan Production tanpa proses manual yang rawan kesalahan.

Konsep Config Management Terpusat:

Komponen	Deskripsi	Tools Populer
----------	-----------	---------------

Komponen	Deskripsi	Tools Populer
Configuration Server	Sebuah layanan terpisah yang menyimpan, mengelola versi, dan melayani konfigurasi (misalnya, dari Git atau Database).	HashiCorp Consul, Spring Cloud Config, AWS AppConfig.
Secret Store	Solusi khusus untuk menyimpan informasi super sensitif (seperti API keys dan passwords).	HashiCorp Vault, AWS Secrets Manager, K8s Secrets.
Client Agent	Library atau daemon yang diinstal pada aplikasi (Microservices) untuk mengambil konfigurasi dari Server.	Library klien bawaan, Sidecar Containers (Kubernetes).

The Process Flow



Penjelasan Alur:

1. Saat Service A dan Service B di-booting (startup), mereka tidak memiliki konfigurasi database. Mereka hanya tahu alamat Config Server.
2. Mereka menghubungi Config Server (CS) dan berkata: "Saya Service A, di lingkungan Production."
3. Config Server mengembalikan konfigurasi yang benar (misalnya, DB_URL_PROD).
4. Hot Reload: Jika DB URL diubah di CS, CS dapat memberi tahu Service B untuk menarik (pull) konfigurasi baru tanpa perlu di-restart atau deploy ulang.

The Senior Angle

1. Decoupling Konfigurasi dari Kode: Anda dapat mengubah timeout di Service B tanpa menyentuh satu baris kode pun di repositori Service B.
2. Zero Downtime Updates: Dengan hot reloading, Anda dapat mengubah feature flag atau URL endpoint tanpa menyebabkan downtime (waktu henti).
3. Auditing & Versioning: Karena konfigurasi sering disimpan di Git atau Vault, setiap perubahan dikontrol dan memiliki version history. Ini penting untuk kepatuhan (compliance).
4. Security (Secrets Management): Memisahkan secrets (kunci sensitif) ke Secret Store yang dilindungi (seperti Vault) memastikan kunci tersebut tidak pernah tersentuh oleh operator atau deployment

pipeline biasa.

Health Check (Liveness Probe)

Health Check, atau yang sering disebut Liveness Probe (Pemeriksaan Kehidupan), bertujuan untuk mengetahui: Apakah layanan ini masih hidup dan berjalan dengan baik?

Tujuan Utama: Self-Healing (Penyembuhan Diri)

- **Pola Pikir:** Jika sebuah instance (server/container) gagal, bunuh dan restart!
- **Mekanisme:** Panggilan periodik (misalnya, setiap 10 detik) ke endpoint internal seperti `/health` atau `/liveness`.
- **Kondisi Kegagalan:** Panggilan ini akan gagal jika:
 - Aplikasi mengalami **deadlock** (macet).
 - Aplikasi kehabisan memori (**OOM - Out of Memory**).
 - Main thread aplikasi terblokir.

Tindakan Sistem

Jika Health Check gagal (misalnya, 3 kali berturut-turut), orchestrator (seperti Kubernetes atau Docker Swarm) akan menganggap instance tersebut **gagal total** dan akan secara otomatis **me-restart** atau **mengganti instance** tersebut.

Readiness Check (Readiness Probe)

Readiness Check, atau yang sering disebut Readiness Probe (Pemeriksaan Kesiapan), bertujuan untuk mengetahui: Apakah layanan ini siap untuk menerima trafik dari luar?

Tujuan Utama: Traffic Management (Manajemen Trafik)

- **Pola Pikir:** Layanan boleh hidup, tapi jangan kirim trafik kepadanya sampai ia benar-benar siap!
- **Mekanisme:** Panggilan periodik ke endpoint internal seperti `/ready` atau `/readiness`.
- **Kondisi Kegagalan:** Panggilan ini akan gagal jika:
 - Layanan baru saja **di-restart** dan masih memuat konfigurasi atau cache.
 - Layanan telah hidup, tetapi **koneksi ke database** atau **Config Server** belum berhasil terjalin.
 - Layanan sedang **graceful shutdown** dan ingin mengosongkan trafik.

Tindakan Sistem

Jika Readiness Check gagal, Load Balancer (atau Kubernetes Service) akan mengeluarkan instance tersebut dari daftar target yang menerima trafik.

- Instance tersebut **tetap hidup** (tidak di-restart).
- Setelah Readiness Check berhasil lagi, instance tersebut **dimasukkan kembali** ke pool trafik.

Perbedaan

Fitur	Health Check (Liveness)	Readiness Check (Readiness)
Pertanyaan	Apakah saya harus di-restart?	Apakah saya boleh menerima trafik?

Fitur	Health Check (Liveness)	Readiness Check (Readiness)
Tujuan	Menjaga kesehatan internal (self-healing).	Menjaga kualitas layanan (traffic management).
Kapan Cek Gagal	Service deadlock/crash.	Service baru startup atau koneksi DB putus.
Aksi Sistem	Restart container/pod.	Mengeluarkan instance dari Load Balancer/Service.

Contoh Kasus

1. Anda men-deploy **Payment Service** yang baru.
2. Service hidup (Liveness Check OK), tetapi butuh 30 detik untuk initialize koneksi ke PostgreSQL.
3. Selama 30 detik ini, **Readiness Check** akan Gagal.
4. Load Balancer **tidak akan** mengirim trafik ke Service baru tersebut.
5. Setelah 30 detik, koneksi DB berhasil, Readiness Check **OK**.
6. Load Balancer **mulai** mengirim trafik ke Service baru.

Ini menjamin Zero Downtime Deployment (Deployment tanpa downtime).

Service Contract (Kontrak Layanan)

Service Contract adalah perjanjian formal antara dua layanan (service) mengenai bagaimana mereka akan berkomunikasi dan bertukar data. Ini mendefinisikan struktur, format, dan protokol yang harus dipatuhi oleh kedua pihak.

- Isi Kontrak: Kontrak ini biasanya mencakup:
 - Protokol: REST (JSON), gRPC (Protocol Buffers), atau Asynchronous (Schema Kafka).
 - Endpoint: URI/Metode yang tersedia (POST /v1/payments).
 - Payload (Schema): Struktur data yang dikirim dan diterima, termasuk tipe data dan field wajib/opsional (misalnya, file .proto untuk gRPC atau schema JSON).
- Pentingnya: Kontrak menjamin bahwa meskipun Service A dan Service B dikembangkan oleh tim yang berbeda menggunakan bahasa yang berbeda, mereka dapat berinteraksi dengan sukses. Perubahan pada Service B yang melanggar kontrak akan mematahkan Service A.

Bounded Context (Konteks Terbatas)

Bounded Context adalah konsep utama dalam Domain-Driven Design (DDD). Ini mendefinisikan batas logis di mana suatu istilah, model, atau konsep bisnis memiliki arti yang tunggal dan konsisten.

- Pola Pikir: Di dunia nyata, kata "Pelanggan" memiliki arti berbeda di setiap departemen.
 - Di Sales/Marketing, "Pelanggan" adalah Lead atau Prospect.
 - Di Shipping/Logistics, "Pelanggan" adalah Penerima (Recipient) dengan alamat kirim.
 - Di Accounting, "Pelanggan" adalah Penagih (Payer) dengan info pajak.
- Dalam Microservices: Setiap Bounded Context harus menjadi basis untuk sebuah Microservice yang terpisah.
 - Customer Service: Memiliki model Customer (nama, email, status).
 - Shipping Service: Memiliki model Recipient (alamat, koordinat).

- Kedua service ini memiliki model data internal yang berbeda, meskipun merujuk pada orang yang sama. Ini mencegah ambiguitas dan spaghetti code.

Observability (Kemampuan Mengamati Sistem)

Observability adalah kemampuan untuk mengetahui keadaan internal sistem hanya dengan mengamati data yang keluar dari sistem tersebut. Ini adalah evolusi dari Monitoring.

- Monitoring vs. Observability:
 - Monitoring memberi tahu Anda APA yang salah (misalnya, CPU Usage 90%).
 - Observability membantu Anda mencari tahu MENGAPA itu salah (misalnya, karena adanya 3 permintaan slow query dari IP tertentu).
- Tiga Pilar Observability: Untuk mencapai Observability, sistem harus menghasilkan tiga jenis data (sering dikumpulkan menggunakan OpenTelemetry yang kita bahas sebelumnya):
 - Metrics: Data numerik yang dikumpulkan dari waktu ke waktu (CPU, RAM, Latency).
 - Logging: Catatan tekstual dari peristiwa diskrit (error, warning, info).
 - Tracing: Jalur lengkap permintaan melintasi layanan (mencakup korelasi log dan metrik).

Circuit Breaker Pattern (Pola Pemutus Sirkuit)

Circuit Breaker Pattern adalah pola desain yang meningkatkan ketahanan (resilience) sistem dengan mencegah layanan membuang waktu dan sumber daya untuk berulang kali mencoba terhubung ke layanan yang sedang down (mati) atau lambat.

- Analogi: Seperti pemutus sirkuit listrik di rumah Anda. Jika ada korsleting, sirkuit memutuskan aliran listrik untuk melindungi peralatan Anda.
- Cara Kerja:
 1. Closed (Tertutup): Keadaan normal, semua permintaan dilewatkan.
 2. Open (Terbuka): Jika terjadi X kegagalan berturut-turut (misalnya, 5 timeout), sirkuit "terbuka". Permintaan selanjutnya tidak dikirim ke layanan yang gagal, melainkan langsung dikembalikan dengan respon error cepat.
 3. Half-Open (Setengah Terbuka): Setelah beberapa waktu (timeout pemulihan), sirkuit mencoba mengirim satu permintaan uji. Jika berhasil, sirkuit kembali ke Closed. Jika gagal, tetap di Open.
- Manfaat: Mencegah Cascading Failure (kegagalan berantai) di mana satu layanan yang down menjatuhkan semua layanan yang memanggilnya.

Idempotent Worker (Pekerja Idempoten)

Idempotency adalah properti di mana melakukan operasi yang sama berkali-kali memberikan hasil yang sama seolah-olah operasi itu hanya dilakukan sekali.

- Idempotent Worker: Dalam sistem Asynchronous (dengan Message Queue), seorang Worker disebut idempoten jika ia dapat memproses pesan yang sama lebih dari satu kali tanpa menyebabkan efek samping ganda yang tidak diinginkan.
- Masalah yang Dipecahkan: Dalam sistem terdistribusi, kegagalan jaringan atau timeout di Queue seringkali menyebabkan pesan terkirim setidaknya sekali (at least once), yang berarti pesan yang sama mungkin diterima dua kali (disebut duplication).
 - Contoh: Worker memproses **PAYMENT_APPROVED** dua kali.

- Implementasi: Worker harus menggunakan Transaction ID (atau Idempotency Key) yang unik:
 1. Worker menerima pesan.
 2. Ia memeriksa di database (atau Redis) apakah Idempotency Key sudah pernah diproses.
 3. Jika SUDAH, Worker mengabaikannya (return success).
 4. Jika BELUM, Worker memprosesnya dan mencatat kunci tersebut.

Hal ini sangat penting dalam domain keuangan dan pembayaran untuk mencegah tagihan ganda atau pemrosesan pesanan ganda.

GOLANG

Ref: [Uber Go Guide](#)

Clean Architecture (Hexagonal / Onion)

Clean Architecture (atau sering disebut Hexagonal, Onion, atau Ports and Adapters) adalah filosofi desain yang menekankan pemisahan kekhawatiran (separation of concerns) dengan membuat aturan dependensi yang ketat.

Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa aturan bisnis inti (Domain/Core) sistem Anda tidak tergantung pada detail implementasi luar, seperti database, framework UI, atau library pihak ketiga.

Prinsip Inti: Aturan Dependensi (Dependency Rule) Aturan yang paling penting adalah: Kode luar harus bergantung pada kode dalam, BUKAN sebaliknya.

Ini berarti:

1. Framework/Database bergantung pada Use Cases.
2. Use Cases bergantung pada Entities (Domain).
3. Entities (inti) tidak bergantung pada apa pun yang ada di luar.

Intinya, panah dependensi harus selalu menunjuk ke dalam (ke arah inti).

Layer/Ring Utama

Arsitektur ini biasanya dipecah menjadi beberapa lapisan konsentris, dengan lapisan inti adalah logika bisnis murni.

Lapisan (Ring)	Tugas Utama	Dependensi	Golang Konteks
1. Entities / Domain Core	Berisi <i>Enterprise Business Rules</i> . Objek dengan aturan bisnis paling stabil (misal Payment, User).	Tidak ada (murni Go/Logika).	Struct Go murni, metode, dan tipe data.
2. Use Cases / Application	Berisi <i>Application Business Rules</i> . Logika spesifik aplikasi (misal CreatePaymentUseCase, LoginUseCase).	Entities dan Interfaces (Ports).	Implementasi interfaces dari layer Domain.

Lapisan (Ring)	Tugas Utama	Dependensi	Golang Konteks
3. Interface Adapters	Adapter yang mengubah data dari format eksternal ke internal dan sebaliknya.	Bergantung pada Use Cases.	Controller (gRPC/REST), Repository Interfaces, Presenters.
4. Frameworks & Devices	Lapisan terluar. Semua detail implementasi (database, web server, UI, tools).	Bergantung pada Interface Adapters.	Gin/Echo, GORM/SQL driver, Logrus/Zap.

Konsep Penting Go: Ports and Adapters (Hexagonal)

Konsep Hexagonal (sering disamakan dengan Clean Architecture) menekankan penggunaan Interfaces yang disebut Ports di layer Use Cases.

1. Port (Interface):

- Didefinisikan di layer Use Cases/Application.
- Contoh: `type PaymentRepository interface { Save(p Payment) error }`
- Use Case (Core) TIDAK TAHU bagaimana data disimpan, ia hanya tahu ia butuh metode `Save`.

2. Adapter (Implementasi):

- Didefinisikan di layer Frameworks/Adapters.
- Contoh: `type PostgreSQLAdapter struct { db *sql.DB }` yang mengimplementasikan `PaymentRepository`.
- Adapter berfungsi sebagai jembatan antara dunia luar (PostgreSQL) dan dunia dalam (Use Case).

Mengapa Cocok untuk Golang?

1. Explicit Dependency Inversion: Golang secara alami mendorong penggunaan Interfaces. Clean Architecture memformalkan penggunaan interfaces ini untuk membalikkan dependensi, sesuai dengan Prinsip Inversi Dependensi (DIP).
2. Testability: Inti (Use Cases) dapat diuji 100% tanpa perlu mocking database, HTTP server, atau file sistem, karena semua dependensi eksternal diganti dengan mock interface.
3. Performance: Logika bisnis inti tetap ringan dan tidak terbebani oleh overhead framework berat.

Concurrency

Go dirancang dengan filosofi "**Don't communicate by sharing memory; share memory by communicating**". Filosofi ini diwujudkan melalui Goroutine dan Channel.

1. Goroutine (Unit Concurrency)

Goroutine adalah fungsi yang berjalan secara bersamaan dengan fungsi lain. Mereka adalah setara dengan threads di bahasa lain, tetapi jauh lebih ringan dan dikelola oleh runtime Go.

- Apa itu: Goroutine adalah fungsi ringan yang dieksekusi secara konkuren.

- Ukuran: Goroutine dimulai hanya dengan stack beberapa kilobyte (biasanya 2KB), sedangkan thread OS biasanya membutuhkan 1MB. Ini memungkinkan aplikasi Go menjalankan ratusan ribu Goroutine secara efisien.
- Implementasi: Dibuat hanya dengan menambahkan keyword go di depan pemanggilan fungsi.
- Multiplexing: Go runtime secara otomatis memetakan Goroutine ke sejumlah kecil thread OS (biasanya sama dengan jumlah core CPU Anda, diatur oleh GOMAXPROCS).

```
package main

import (
    "fmt"
    "time"
)

func cetak(s string) {
    for i := 0; i < 3; i++ {
        time.Sleep(100 * time.Millisecond)
        fmt.Println(s)
    }
}

func main() {
    // Goroutine berjalan secara konkuren
    go cetak("Dunia")

    // Fungsi utama (Main Goroutine)
    cetak("Halo")

    // Menunggu sedikit agar Goroutine selesai
    time.Sleep(1 * time.Second)
}
```

2. Channel (Jalur Komunikasi)

Channel adalah mekanisme komunikasi utama antara Goroutine. Channel memungkinkan Goroutine untuk mengirim dan menerima nilai secara aman, mencegah race condition yang sering terjadi saat berbagi memori (mutex/lock).

- Apa itu: Channel adalah pipe (pipa) tempat Anda dapat mengirim nilai dari satu Goroutine dan menerimanya di Goroutine lain.
- Sifat: Channel adalah tipe pertama di Go, dan mereka memiliki behavior bawaan untuk blocking (pemblokiran) yang sinkron.

Jenis Channel	Deskripsi	Kapan Blokir?
Unbuffered	Channel tanpa kapasitas. Hanya bisa mengirim jika ada penerima.	Pengirim memblokir sampai ada penerima, dan penerima memblokir sampai ada pengirim.

Jenis Channel	Deskripsi	Kapan Blokir?
Buffered	Channel dengan kapasitas tetap (N).	Pengirim memblokir jika buffer penuh. Penerima memblokir jika buffer kosong.

```
// Membuat channel unbuffered
pesan := make(chan string)

go func() {
    // Mengirim ke channel. Blokir sampai ada penerima.
    pesan <- "Selesai memproses"
}()

// Menerima dari channel. Blokir sampai ada pengirim.
hasil := <-pesan
fmt.Println(hasil) // Output: Selesai memproses
```

3. Worker Pool (Pola Implementasi Concurrency Terkontrol)

Worker Pool adalah pola desain yang menggunakan Goroutine dan Channel untuk membatasi dan mengelola jumlah operasi bersamaan (concurrency) untuk tugas-tugas yang berat.

- Masalah yang Dipecahkan: Mencegah resource exhaustion (habisnya sumber daya, seperti RAM atau koneksi database) jika terlalu banyak tugas berat yang dijalankan secara bersamaan.
- Cara Kerja (Pola):
 - Dua Channel dibuat: **jobs** (untuk mengirim tugas) dan **results** (untuk menerima hasil).
 - Sejumlah kecil Worker Goroutine (misalnya, 5) diluncurkan. Ini adalah Pool itu sendiri.
 - Setiap Worker berulang kali menerima tugas dari channel **jobs** dan mengirimkan hasil ke channel **results**.
 - Fungsi utama mengirim semua tugas ke channel **jobs** dan kemudian mengumpulkan semua hasil dari channel **results**.

```
graph TD
    A[Main Program] -->|Send Task| B[Jobs Channel]
    B --> W1[Worker 1]
    B --> W2[Worker 2]
    B --> W3[Worker 3]

    W1 -->|Send Result| C[Results Channel]
    W2 -->|Send Result| C
    W3 -->|Send Result| C

    C --> D[Main Program]

    subgraph Worker_Pool
        W1
        W2
    end
```

```
W3
end
```

Pola Worker Pool di Go adalah cara paling efektif untuk mengontrol tingkat concurrency (misalnya, hanya 10 permintaan HTTP eksternal yang diizinkan berjalan sekaligus) untuk melindungi layanan pihak ketiga dari kelebihan beban, yang merupakan aplikasi nyata dari Circuit Breaker dan Rate Limiting di sisi klien (seperti yang kita bahas sebelumnya).

Golang Best Practices

1. **context** (Paket **context**)

Paket **context** adalah alat penting untuk mengelola batas waktu (timeout), pembatalan (cancellation), dan nilai antar-Goroutine di aplikasi Go.

- Tujuan Utama: Mengelola lifecycle (siklus hidup) sebuah permintaan. Ini memastikan bahwa ketika sebuah request dibatalkan oleh client (misalnya, client menutup browser), Goroutine yang mengerjakan tugas tersebut juga dihentikan, sehingga mencegah resource leak.
- Penggunaan: Argumen **context.Context** harus menjadi argumen pertama di setiap fungsi yang berada di jalur request (misalnya, di Controller, Use Case, dan Repository).

```
func (s *UserService) GetUser(ctx context.Context, id int) (*User, error)
{
    // Di sini, Anda bisa cek ctx.Done() untuk melihat apakah
    // permintaan telah dibatalkan oleh klien (atau timeout).

    // Meneruskan context ke layer berikutnya (Repository)
    user, err := s.repo.FindByID(ctx, id)

    // ...
}
```

- Penting untuk Senior: context adalah mekanisme standar untuk pembatalan propagasi pada arsitektur Microservices, bahkan saat melakukan panggilan HTTP/gRPC ke layanan lain.

2. **Error Wrapping** (**errors Package**)

Go modern mendorong pola Error Wrapping alih-alih sekadar mengembalikan string error. Ini memberikan konteks dan memfasilitasi penanganan error yang lebih cerdas.

- Masalah Lama: return **errors.New("database error: record not found")** — Ini adalah string mati yang sulit diolah.
- Error Wrapping: Menggunakan **fmt.Errorf** dengan verb **%w** (wrap). Ini membungkus error yang lebih rendah (inner error) ke dalam error baru yang lebih tinggi (outer error).

```
// Di layer Repository
err := db.QueryRow("SELECT ...")
if err != nil {
```



```
// Wrap error asli dari driver DB
return fmt.Errorf("repository: failed to find user %d: %w", id, err)
}
```

- Penanganan Cerdas: Di layer Controller/Middleware, Anda dapat menggunakan:
 - `errors.Is()`: Membandingkan error dengan nilai sentinel (misalnya, `errors.Is(err, sql.ErrNoRows)`). Berguna untuk logika.
 - `errors.As()`: Mengekstrak error ke tipe error spesifik (misalnya, error validasi kustom).
 - `errors.Unwrap()`: Mengambil error lapisan dalam
- Manfaat: Memungkinkan log yang kaya konteks (context-rich logging) di layer luar, sambil tetap mempertahankan tipe error asli untuk logika di layer dalam.

3. Interface Segregation Principle (ISP)

ISP adalah prinsip dari SOLID, yang menyatakan bahwa klien seharusnya tidak dipaksa untuk bergantung pada antarmuka (interface) yang tidak mereka gunakan.

- Pola Pikir: Lebih baik memiliki banyak antarmuka kecil dan spesifik daripada satu antarmuka besar yang gemuk (fat interface).
- Di Golang: Sering disebut sebagai "Interfaces belong on the consumer side" (Interface milik sisi yang mengonsumsi/membutuhkan).
- Contoh Buruk (Fat Interface):

```
type Repository interface {
    Create(data interface{}) error // Dipakai
    Update(data interface{}) error // Dipakai
    Delete(id int) error           // Tidak dipakai di Use Case ini
    AuditLog(msg string) error     // Tidak dipakai
}
```

- Contoh Baik (Segregated Interfaces - Sesuai ISP):

```
// Interface ini didefinisikan di layer Use Case (Consumer)
type UserCreator interface {
    Create(user User) error
}

type UserDeleter interface {
    Delete(id int) error
}

// Service yang menggunakannya hanya bergantung pada yang dibutuhkan
func NewUserCreateUseCase(creator UserCreator) *UserCreateUseCase {
    // ...
}
```

- Manfaat: Mendorong Loose Coupling (keterkaitan longgar) dan mempermudah mocking untuk unit testing. Anda hanya perlu membuat mock untuk metode yang benar-benar digunakan oleh Use Case Anda. Ini sangat penting untuk implementasi Clean Architecture (Ports and Adapters).

REST API

Saat membangun REST API di Go, best practice adalah menggunakan framework ringan (bukan full-stack framework) untuk menangani lapisan Interface Adapters (Controller/Handler) dari Clean Architecture Anda.

1. Peran Framework

Dalam konteks Clean Architecture (yang sudah kita bahas), framework seperti Gin atau Echo berada di lapisan paling luar: Frameworks & Devices. Tugas mereka adalah:

1. Routing: Memetakan path URL (``/payments/:id``) ke fungsi Handler.
 2. Request Binding: Mengambil JSON/Form data dari request dan memetakannya ke struct Go.
 3. Middleware: Menjalankan fungsi sebelum/sesudah Handler (misalnya, Logging, CORS, Authentication).
 4. Response Handling: Mengirim respons JSON/XML yang mudah.

2. Memilih Framework: Ringan, Cepat, dan Konkuren

Framework	Kecepatan & Filosofi	Kelebihan Utama
Gin	Sangat populer dan high-performance. Ringan, berbasis tree routing.	Sangat stabil, banyak middleware siap pakai, template engine dasar.
Echo	Cepat, minimalis, dan fleksibel. Cocok untuk proyek Clean Architecture.	API yang rapi, middleware modular, zero allocation untuk JSON.
Fiber	Sangat cepat. Dibangun di atas Fasthttp, bukan net/http Go.	Kecepatan eksekusi yang superior, sintaks mirip Express.js (Node.js).

Walaupun Fiber lebih cepat dalam *benchmark* mentah, Gin dan Echo lebih sering digunakan karena kompatibel dengan paket net/http standar Go, termasuk paket context, sehingga lebih mudah diintegrasikan dengan third-party libraries dan OpenTelemetry Tracing.

3. Implementasi: Menghubungkan Handler ke Use Case

Ini adalah bagian paling penting dalam Clean Architecture: Handler TIDAK boleh berisi logika bisnis (Use Case).

Contoh Handler (Gin/Echo/Fiber)

Misalnya Anda memiliki Use Case di layer Application (`paymentService`):

```
// 1. Layer Application (Use Case/Service)
type PaymentService struct { /* dependencies... */ }
```

```
func (s *PaymentService) ProcessPayment(amount float64) error {
    // Logika Bisnis inti ada di sini
    if amount < 1.0 {
        return errors.New("payment amount too low")
    }
    // ... panggil Repository
    return nil
}
```

Controller/Handler (Layer Interface Adapters):

```
// 2. Layer Interface Adapters (Handler/Controller)

// Handler memiliki dependency ke Use Case
type PaymentHandler struct {
    service *PaymentService
}

// Handler function (menggunakan Gin/Echo/Fiber context)
func (h *PaymentHandler) HandleProcessPayment(c *gin.Context) {
    // 1. Terima Request (Binding/Decoding)
    var reqData struct {
        Amount float64 `json:"amount"`
    }
    if err := c.BindJSON(&reqData); err != nil {
        c.JSON(400, gin.H{"error": "Invalid request"})
        return
    }

    // 2. Panggil Use Case (Hanya Meneruskan Tugas)
    // Penting: Meneruskan Context!
    ctx := c.Request.Context()
    err := h.service.ProcessPayment(ctx, reqData.Amount)

    // 3. Respon
    if err != nil {
        // Penanganan error wrapping di sini
        if errors.Is(err, errors.New("payment amount too low")) {
            c.JSON(400, gin.H{"error": err.Error()})
            return
        }
        c.JSON(500, gin.H{"error": "Internal Server Error"})
        return
    }

    c.JSON(200, gin.H{"message": "Payment processed"})
}
```

4. Best Practice Khusus Framework (Middleware)

- Authentication Middleware: Gunakan middleware framework (misalnya, `gin.Use(authMiddleware)`) untuk memverifikasi JWT Token sebelum request mencapai `HandleProcessPayment`. Ini mewujudkan peran API Gateway yang kita bahas.
- Logging & Tracing: Gunakan middleware OTel/Tracing (misalnya, `otelgin` untuk Gin) agar setiap *request* yang masuk secara otomatis membuat Trace ID baru, memungkinkan Distributed Tracing di layer terluar.
- Context Propagation: Pastikan Anda selalu menggunakan `c.Request.Context()` dan meneruskannya ke layer Use Case dan Repository untuk mendukung timeout dan cancellation (membuktikan pemahaman Anda tentang paket `context`).

Database Layer: Repository Pattern

Repository Pattern adalah best practice untuk mengisolasi logika bisnis (Use Cases) dari detail basis data (PostgreSQL, MongoDB, dll.).

1. Peran di Clean Architecture

Seperti yang kita bahas, Database Layer adalah Adapter yang mengimplementasikan Port (Interface) yang didefinisikan di layer Application/Use Cases.

```
graph LR
    U[Use Case Layer] -->|Calls Port| P{PaymentRepository Interface}
    P -- Implemented By --> R[Repository/Adapter Layer]
    R --> D((PostgreSQL/ORM))
```

- Port (Interface): Didefinisikan di `domain/payment_repository.go`
- Adapter (Implementation): Didefinisikan di `infrastructure/repository/postgres_repository.go`.

2. Implementasi di Golang: Driver vs. ORM

- A. SQL Driver Murni (Paket `database/sql`)
 - Mekanisme: Menggunakan paket bawaan Go, `database/sql`, bersama dengan driver spesifik (misalnya, `pq` untuk PostgreSQL). Anda harus menulis SQL mentah (raw SQL) dan secara manual memetakan (scanning) hasil baris ke struct Go.
 - Keuntungan: Kontrol penuh terhadap query, kinerja superior, dan tidak ada magic (mudah di-debug). Ini adalah pilihan ideal untuk query yang sangat kompleks atau kritis kinerja.
 - Kekurangan: Lebih verbose (panjang), membutuhkan lebih banyak kode boilerplate (berulang) untuk CRUD dasar.

B. ORM/Query Builder (Object-Relational Mapping)

- Mekanisme: Menggunakan library pihak ketiga yang memungkinkan Anda berinteraksi dengan database menggunakan objek/metode Go alih-alih SQL.
- Contoh: GORM, sqlx, Bun.
- Keuntungan: Lebih cepat untuk implementasi CRUD dasar, mengurangi kode boilerplate, dan menyederhanakan migrasi.
- Kekurangan: Potensi latency karena overhead ORM, dan terkadang menghasilkan SQL yang kurang efisien (N+1 query problem).

Gunakan SQL Driver Murni atau sqlx (Query Builder ringan) untuk query yang paling kritis, dan gunakan ORM seperti GORM hanya untuk CRUD sederhana jika kecepatan pengembangan diprioritaskan.

3. Pentingnya Context dan Error Wrapping

Seperti yang sudah dibahas di Best Practices:

- `context.Context`: Harus diteruskan ke setiap metode Repository (e.g., `repo.FindByID(ctx, id)`). Ini memungkinkan pembatalan query (query cancellation) jika permintaan klien timeout atau dibatalkan, menghemat sumber daya database.
- Error Wrapping: Selalu wrap error driver database asli. Misalnya, jika PostgreSQL mengembalikan `No Rows Found`, Repository harus mengubahnya menjadi `repo.ErrNotFound` kustom (atau sejenisnya) sebelum dikembalikan ke Use Case.

4. Database Transactions

Untuk operasi yang melibatkan beberapa langkah penulisan data yang harus bersifat Atomic (semuanya sukses atau semuanya gagal, seperti transfer uang), Database Transaction harus diimplementasikan di layer Repository.

```
// Contoh Pola Transaksi di Repository
func (r *PostgresRepo) Transfer(ctx context.Context, fromID, toID int,
amount float64) error {
    tx, err := r.db.BeginTx(ctx, nil)
    if err != nil {
        return err
    }

    // Defer rollback, jika commit gagal, ini akan dipanggil
    defer func() {
        if r := recover(); r != nil {
            tx.Rollback()
            panic(r)
        } else if err != nil {
            tx.Rollback()
        }
    }()

    // 1. Kurangi saldo 'fromID'
    _, err = tx.ExecContext(ctx, "UPDATE accounts SET balance = balance -
$1 WHERE id = $2", amount, fromID)
    // ... check error

    // 2. Tambah saldo 'toID'
    _, err = tx.ExecContext(ctx, "UPDATE accounts SET balance = balance +
$1 WHERE id = $2", amount, toID)
    // ... check error

    // Jika semua sukses:
    return tx.Commit()
}
```

Implementasi yang benar menjamin ACID properties (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), yang sangat vital untuk sistem pembayaran.

Caching dengan Redis (Strategi & Implementasi)

1. Kenapa Redis untuk Caching?

Fitur	Deskripsi	Manfaat
In-Memory	Data disimpan di RAM utama server.	Latency sangat rendah (sub-milidetik), jauh lebih cepat dari database relasional (PostgreSQL).
Data Structures	Mendukung berbagai tipe data (String, Hash, List, Set, Sorted Set).	Memungkinkan caching yang kompleks (misalnya, leaderboard dengan Sorted Set).
TTL (Time To Live)	Dapat mengatur waktu kadaluarsa otomatis untuk setiap key.	Sangat ideal untuk caching; data lama akan otomatis dihapus.
Persistence Opsional	Mendukung RDB Snapshot atau AOF Logging untuk data durability (bisa hidup lagi setelah restart).	Data cache tidak hilang total saat server crash.

2. Strategi Caching Utama (The Patterns)

Ada dua pola utama yang harus Anda pahami saat menggunakan Redis di lapisan Repository atau Use Case:

A. Cache-Aside (Lazy Loading)

Ini adalah pola caching yang paling umum dan diterapkan di sisi Application/Repository Layer Anda.

1. Read Request: Aplikasi (Use Case/Repository) menerima permintaan data.
2. Check Cache: Aplikasi pertama-tama memeriksa Redis.
3. Cache HIT: Jika data ditemukan (HIT), langsung kembalikan ke klien. Selesai (cepat)!
4. Cache MISS: Jika data tidak ditemukan (MISS), aplikasi:
 - Ambil data dari Primary Database (PostgreSQL).
 - Simpan data tersebut ke Redis (dengan TTL).
 - Kembalikan data ke klien.

B. Write-Through (Konsistensi Tinggi)

Pola ini fokus pada konsistensi data saat terjadi operasi WRITE.

1. Write Request: Aplikasi menerima permintaan untuk mengubah data.
2. Write to DB & Cache: Aplikasi secara sinkron menulis data ke Database dan ke Redis sekaligus.
3. Acknowledge: Setelah keduanya berhasil, kembalikan respons sukses.

Pola yang Lebih Umum untuk Update: Pada praktik modern, pola Cache-Aside sering dipadukan dengan Cache Invalidation (Write-Back) saat terjadi perubahan data. Artinya, saat data di-update di DB, data yang relevan di Redis akan dihapus (DEL key), memaksa Cache MISS pada permintaan berikutnya, yang kemudian memuat ulang data segar dari DB (seperti yang kita bahas di Payment Review Flow).

3. Implementasi di Golang (Repository Pattern)

Dalam Clean Architecture, logika Cache-Aside ada di layer Repository/Persistence.

```
// Contoh Metode Repository (dengan Redis)
type PaymentCacheRepository struct {
    DBClient *sql.DB // Koneksi PostgreSQL
    RDBClient *redis.Client // Koneksi Redis
}

func (r *PaymentCacheRepository) GetPaymentByID(ctx context.Context, id
int) (*Payment, error) {
    // 1. Cek Redis (Cache-Aside)
    paymentJSON, err := r.RDBClient.Get(ctx, fmt.Sprintf("payment:%d",
id)).Result()
    if err == nil {
        // Cache HIT: Deserialize dan kembalikan (cepat!)
        // ... return Payment struct
    }

    // 2. Cache MISS: Ambil dari DB
    payment, err := r.DBClient.QueryRowContext(ctx, "SELECT ...")
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    // 3. Simpan ke Redis untuk permintaan berikutnya
    r.RDBClient.Set(ctx, fmt.Sprintf("payment:%d", id),
json.Marshal(payment), 5 * time.Minute)

    return payment, nil
}
```

4. Konsistensi

- Cache Stale (Data Usang): Risiko terbesar dari caching. Data di Redis sudah lama dan tidak sama dengan data di DB. Diatasi dengan TTL yang tepat dan Cache Invalidation (menghapus key yang relevan saat ada operasi WRITE).
- Thundering Herd: Ribuan permintaan Cache MISS terjadi secara bersamaan, membebani DB secara masif. Diatasi dengan lock pada key yang hilang (Single-Flight Pattern di Go) atau menggunakan TTL Jitter (mengacak sedikit waktu TTL).

Message Queue (Broker)

Message Queue berfungsi sebagai perantara (Broker) yang memisahkan aplikasi pengirim (Producer) dari aplikasi penerima (Consumer). Ini adalah fondasi dari komunikasi Asynchronous dalam arsitektur terdistribusi.

Komponen	Peran	Tools
Producer	Aplikasi yang membuat dan mengirim pesan/event ke Queue/Topic.	Order Service, Payment Service.
Consumer	Aplikasi yang menerima dan memproses pesan dari Queue/Topic.	Notification Service, Inventory Service.
Queue/Topic	Tempat penyimpanan pesan sementara.	Antrean di RabbitMQ, Topic di Kafka/NATS.
Broker	Server yang mengelola Queue/Topic dan pengiriman pesan.	RabbitMQ, Kafka, NATS.

1. Producer (Pengirim Pesan)

Producer adalah aplikasi yang bertugas mencatat bahwa sebuah peristiwa (event) telah terjadi dan mengirimkannya ke Broker.

- Cara Kerja:
 1. Sebuah peristiwa terjadi di Producer (misalnya, **User Created**, **Payment Approved**).
 2. Producer membuat pesan (payload JSON/Binary) yang berisi data peristiwa tersebut.
 3. Producer mengirim pesan ke Queue atau Topic di Broker.
 4. Setelah pesan berhasil dikirim dan diakui (ACK) oleh Broker, tugas Producer selesai. Producer tidak peduli apakah ada Consumer yang online atau tidak (Pola Fire and Forget).
- Contoh di Go: Setelah transaksi di Payment Service sukses, Producer akan menggunakan client library (misalnya, **sarama** untuk Kafka) untuk mengirim pesan **PAYMENT_APPROVED** ke Topic.

2. Consumer (Penerima Pesan)

Consumer adalah aplikasi yang secara pasif mendengarkan dan memproses pesan yang masuk di Queue/Topic yang sudah di-subscribe.

- Cara Kerja:
 1. Consumer me-subscribe ke Queue/Topic yang relevan.
 2. Broker mendorong pesan ke Consumer, atau Consumer secara aktif menarik pesan (pull).
 3. Consumer memproses pesan tersebut (misalnya, mengirim email, mengurangi stok, mencatat log).
 4. Setelah pemrosesan sukses, Consumer mengirim Acknowledgement (ACK) kembali ke Broker.
 5. Broker kemudian menghapus pesan tersebut dari antrean (atau menandai offset di Kafka).
- Contoh di Go: Notification Service akan menjadi Consumer. Ia akan memiliki Worker Goroutine yang terus-menerus mendengarkan Topic **PAYMENT_APPROVED**. Ketika pesan tiba, Worker akan memicu fungsi pengiriman email.

3. Perbandingan Broker Utama

Broker	Filosofi	Pola Utama	Durability & Skalabilitas
--------	----------	------------	---------------------------

Broker	Filosofi	Pola Utama	Durability & Skalabilitas
RabbitMQ	Message Queueing (Pesan harus diproses secepatnya).	FIFO (First-In, First-Out), pesan dihapus setelah di-ACK.	Baik untuk High Availability dan Task Queue.
Apache Kafka	Event Streaming (Pesan adalah log yang tidak terhapus).	Topic dan Partitioning. Pesan dibaca berdasarkan Offset (seperti cursor).	Sangat skalabel untuk volume tinggi dan replay data.
NATS	High-Performance Messaging (kecepatan & kesederhanaan).	Pub/Sub sederhana, sangat cepat, fokus real-time & telemetry.	Tidak menyimpan pesan permanen (kecuali NATS Streaming/JetStream).

Pilih **Kafka** jika Anda perlu menyimpan semua event secara permanen untuk data analysis atau event sourcing. Pilih RabbitMQ jika Anda perlu menjamin pesan yang cepat dikirim dan diproses, cocok untuk Task Queues (seperti Worker Pool).

Dekoupling & Resilience

Fungsi utama dari Message Broker adalah Resilience (ketahanan):

- Jika Consumer mati, Producer tetap dapat mengirim pesan ke Broker. Pesan menunggu di antrian sampai Consumer kembali online dan siap memproses.
- Ini menjamin bahwa logika bisnis utama (misalnya, Order Service) tidak gagal hanya karena layanan sekunder (misalnya, Email Service) sedang down.

Caching

Cache-Aside Pattern (Lazy Loading)

Cache-Aside Pattern adalah strategi di mana aplikasi (bukan cache itu sendiri) yang bertanggung jawab untuk mengelola data di cache (misalnya, Redis) dan menjaga konsistensinya dengan database utama (misalnya, PostgreSQL).

Tujuan Utama

Mengurangi latency dan beban pada database utama dengan melayani data yang sering diminta langsung dari memori cache.

1. Alur Kerja (READ Operation)

Ini adalah alur di mana aplikasi Anda membaca data:

1. Aplikasi Cek Cache: Layanan Anda menerima permintaan data dan pertama-tama memeriksa Cache (Redis) untuk key yang relevan.
2. Cache HIT: Jika data ditemukan, aplikasi langsung mengembalikan data dari cache ke klien. (Sangat Cepat!)
3. Cache MISS: Jika data tidak ditemukan, aplikasi melakukan hal berikut:

- Read from DB: Mengambil data dari Database Utama.
- Write to Cache: Menyimpan data yang baru diambil tersebut ke dalam cache (dengan TTL yang ditetapkan).
- Return to Client: Mengembalikan data ke klien.

```
sequenceDiagram
    participant App as Aplikasi/Repository
    participant Cache as Redis Cache
    participant DB as Database Utama

    Note over App, DB: --- Cache HIT (Cepat) ---
    App->>Cache: 1. GET data:X
    Cache-->>App: 2. Data ditemukan!
    App->>Client: 3. Kembalikan data

    Note over App, DB: --- Cache MISS (Lambat, tapi Menyiapkan Cache) ---
    App->>Cache: 1. GET data:Y
    Cache-->>App: 2. Key tidak ditemukan (MISS)
    App->>DB: 3. SELECT * FROM table WHERE id=Y
    DB-->>App: 4. Hasil Query
    App->>Cache: 5. SET data:Y (dengan TTL)
    App->>Client: 6. Kembalikan data
```

2. Alur Kerja (WRITE Operation - Cache Invalidation)

Saat data diubah, strategi yang paling umum digunakan bersama Cache-Aside adalah Cache Invalidation (Penghapusan Cache):

1. Aplikasi Tulis ke DB: Aplikasi melakukan operasi WRITE (INSERT/UPDATE/DELETE) ke Database Utama (untuk menjamin konsistensi data).
2. Aplikasi Hapus Cache: Aplikasi kemudian menghapus (DELETE) key yang relevan dari cache.
3. Lanjutan: Permintaan READ berikutnya untuk key yang sama akan menghasilkan Cache MISS, memaksa aplikasi mengambil data terbaru dari DB, dan menuliskannya kembali ke cache (memastikan data yang baru masuk adalah data segar).

Keuntungan dan Kekurangan

Keuntungan	Kekurangan
Simpel & Fleksibel: Logika caching berada di kode aplikasi, mudah disesuaikan.	Risiko Data Usang (Stale Data): Ada jeda antara Write to DB dan Cache Invalidation. Jika invalidation gagal, cache bisa berisi data usang sampai TTL habis.
Resilience: Jika cache mati, aplikasi tetap jalan (hanya lebih lambat karena semua request ke DB).	Thundering Herd: Jika key populer expired, banyak request bersamaan menuju DB dan menyebabkan spike beban.

Keuntungan	Kekurangan
Hanya Cache Data yang Dibutuhkan: Tidak membuang memori untuk data yang jarang diakses.	Latency pada Cache MISS: Permintaan pertama selalu lambat karena harus membaca dari DB.

Write-Through dan Write-Back

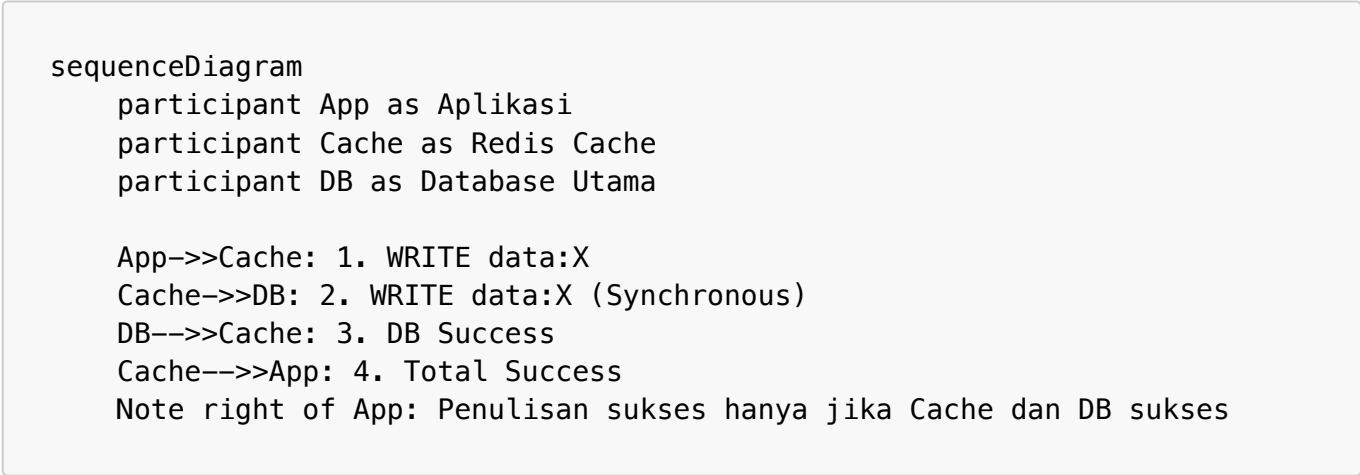
Kedua pola ini berbeda dari Cache-Aside karena cache berpartisipasi langsung dalam operasi penulisan data.

1. Write-Through (Konsistensi Kuat)

Write-Through adalah pola di mana data ditulis ke cache dan database utama secara sinkron dan bersamaan dalam satu operasi.

Alur Kerja (WRITE Operation)

- Aplikasi Tulis ke Cache: Layanan Anda mengirim perintah WRITE (Update/Insert) ke Cache (misalnya, Redis).
- Cache Tulis ke DB: Cache yang bertanggung jawab untuk memastikan data yang sama juga ditulis ke Database Utama.
- Acknowledge: Aplikasi hanya menerima respons sukses setelah kedua operasi (ke Cache dan DB) berhasil diselesaikan.



Pro vs Kontra

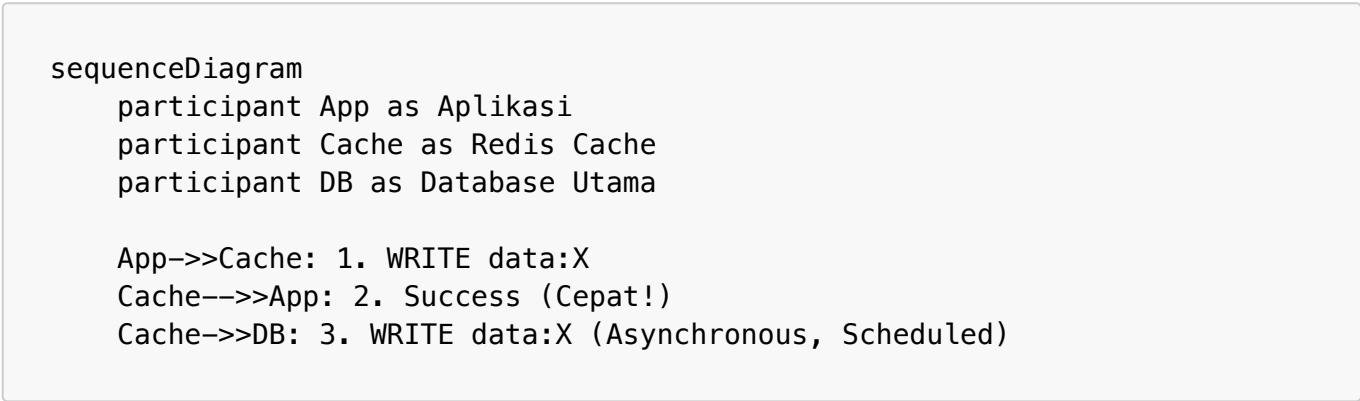
Keuntungan	Kekurangan
Konsistensi Kuat: Data di cache dan DB selalu sinkron setelah penulisan.	Latency Tinggi: Operasi WRITE lebih lambat karena harus menunggu dua operasi I/O jaringan.
Data Durability: Data dijamin sudah ada di storage utama (DB).	Overhead: Setiap WRITE membebani cache dan DB secara langsung.

2. Write-Back (Performa Tinggi)

Write-Back (sering disebut Write-Behind) adalah pola yang mengutamakan performa penulisan dengan mengorbankan sedikit durability dan konsistensi.

Alur Kerja (WRITE Operation)

- 1. Aplikasi Tulis ke Cache: Layanan Anda mengirim perintah WRITE ke Cache.
- 2. Acknowledge Cepat: Cache segera mengirim respons sukses kembali ke aplikasi. (Cepat!)
- 3. Penulisan Asinkron: Cache menyimpan data yang dimodifikasi (dirty data) di memorinya dan secara asinkron (nanti) menulis data tersebut ke Database Utama.



Pro vs Kontra

Keuntungan	Kekurangan
Latency WRITE Rendah: Performa sangat tinggi karena aplikasi tidak menunggu I/O DB.	Risiko Kehilangan Data: Jika cache mati sebelum data dirty sempat ditulis ke DB, data hilang.
I/O Batching: Cache dapat mengelompokkan banyak WRITE menjadi satu operasi DB besar (batch write), menghemat I/O DB.	Kompleksitas: Membutuhkan mekanisme recovery kompleks untuk menangani kegagalan cache.

3. Perbandingan di Konteks Sistem Pembayaran

Pola	Kapan Digunakan?	Contoh Skenario
Write-Through	Data harus konsisten dan tahan lama.	Data Konfigurasi: Pengaturan sistem kritikal.
Write-Back	Performa penulisan sangat kritikal, dan kehilangan data jangka pendek dapat ditoleransi.	Sesi Pengguna (Session Data): Jika sesi hilang, pengguna hanya perlu login lagi.
Cache-Aside	Dominan READ-Heavy, penulisan ditangani dengan Invalidation.	Data Profil/Produk: Paling umum di Microservices.

TTL (Time To Live): Strategi Pasif

TTL (Time To Live) adalah durasi waktu yang ditetapkan pada data di cache, setelahnya data tersebut dianggap usang (stale) dan akan dihapus (atau ditandai untuk dihapus) secara otomatis oleh cache (misalnya, Redis).

Tujuan TTL

- 1. Manajemen Memori: Memastikan data lama yang tidak lagi diakses akan dihapus secara otomatis, menjaga memori cache tetap efisien.
- 2. Jaminan Kesegaran (Eventual Freshness): Data akan disegarkan setidaknya setelah periode TTL berakhir.

Trade-off Kritis

Durasi TTL	Kinerja (Performance)	Konsistensi (Consistency)
Pendek (1–5 menit)	Lebih rendah (lebih sering Cache MISS).	Lebih tinggi (data lebih cepat segar).
Panjang (1 jam+)	Lebih tinggi (lebih banyak Cache HIT).	Lebih rendah (data bisa usang lebih lama).

Keputusan TTL tidak hanya teknis, tetapi juga bisnis. Apakah pengguna dapat mentolerir melihat stok lama selama 5 menit? Jika ya, gunakan TTL panjang. Jika data harus real-time (misalnya, saldo bank), TTL harus sangat pendek atau menggunakan invalidation segera.

Invalidation Strategy: Strategi Aktif

Invalidation Strategy adalah mekanisme aktif yang digunakan aplikasi untuk menghapus data dari cache segera setelah data tersebut diubah di database utama. Tujuannya adalah meminimalkan risiko stale data.

Ada dua strategi utama untuk Invalidasi:

1. TTL-Based Invalidation (Strategi Pasif)

- Mekanisme: Mengandalkan sepenuhnya pada TTL. Aplikasi tidak melakukan apa-apa saat penulisan, membiarkan data di cache usang sampai waktu TTL-nya berakhir.
- Kapan Digunakan: Untuk data yang jarang berubah dan konsistensi instan tidak penting (misalnya, daftar kategori produk yang di-update seminggu sekali).

2. Event-Based Invalidation (Strategi Aktif / Write-Through/Back)

Ini adalah praktik terbaik untuk menjaga konsistensi pada data yang sering diubah (seperti profil user, inventaris, atau status pembayaran).

A. Direct Invalidation (Pola Umum)

- Mekanisme: Aplikasi menulis ke DB, dan segera setelah itu mengeluarkan perintah **DELETE** ke cache untuk key yang baru saja diubah.
- Digunakan pada: Pola Cache-Aside.

B. Message-Based Invalidation (Microservices Best Practice)

- Mekanisme: Paling scalable di arsitektur Microservices (EDA).
 - Producer (Service A): Menulis data ke DB.
 - Producer: Mengirim Event (misalnya, **USER_UPDATED**) ke Message Broker (Kafka/RabbitMQ).
 - Consumer (Cache Invalidation Service): Menerima event dan, sebagai reaksinya, mengeluarkan perintah **DELETE** ke cache.
 - Keuntungan:
 - Decoupling: Service yang menulis (Producer) tidak perlu tahu detail implementasi caching di layanan lain.
 - Resilience: Jika layanan cache mengalami timeout, event masih ada di Broker dan dapat dicoba lagi (retry) nanti.
-

Isu Kritis: Race Condition

Pada strategi Direct Invalidation, selalu ada risiko Race Condition antara WRITE dan DELETE:

1. Service A WRITE ke DB.
2. Service B melakukan READ MISS (mengambil data lama dari DB).
3. Service B WRITE data lama ke Cache.
4. Service A melakukan DELETE ke Cache.

Hasil Akhir: Data segar ada di DB, tapi Cache salah menghapus data lama yang baru saja dimasukkan (data usang tetap ada).

Menerapkan **Global Lock** pada key yang sedang di-update, atau menggunakan pola yang lebih kompleks seperti Read-Through/Write-Through yang mengelola lock ini secara internal.

Redis Use Cases (Beyond Basic Caching)

1. Reduce DB Reads (Caching)

Ini adalah peran paling umum dari Redis, yang secara langsung berkaitan dengan pola Cache-Aside dan Write-Through yang telah kita bahas.

- Tujuan: Mengalihkan sebagian besar beban READ dari slow-storage (Database) ke fast-storage (In-Memory Cache) untuk meningkatkan latency dan menurunkan biaya operasional DB.
- Cara Kerja:
 - Pola: Cache-Aside (Lazy Loading) di lapisan Repository.
 - Data Structure: Biasanya String (untuk menyimpan objek JSON utuh) atau Hash (untuk menyimpan struct yang kompleks).
 - Strategi: Terapkan TTL yang sesuai dan Cache Invalidation yang aktif (menghapus key terkait saat data di DB berubah) untuk menjaga kesegaran data.
- Contoh Implementasi: Memuat data profil user, daftar produk terpopuler, atau hasil query yang mahal.

2. Session Store (Penyimpanan Sesi)

Ini adalah use case fundamental untuk membuat layanan backend Anda stateless (tanpa status), yang sangat penting untuk Horizontal Scaling di belakang Load Balancer atau API Gateway.

- Tujuan: Memindahkan data sesi pengguna dari memori server (local memory) atau dari DB utama ke penyimpanan yang terpusat dan sangat cepat.
- Masalah yang Dipecahkan: Jika data sesi disimpan secara lokal di Server A, ketika request berikutnya diarahkan ke Server B oleh Load Balancer, Server B tidak akan mengenali sesi tersebut (error).
- Cara Kerja:
 - Mekanisme: Ketika user login, token (atau Session ID) diberikan ke client. Data payload sesi (misalnya, `user_id`, `roles`, `expiry`) disimpan di Redis menggunakan token sebagai Key.
 - Data Structure: String atau Hash.
 - Strategi: Gunakan perintah `SETEX` (Set with Expiration) di Redis. TTL Redis diatur sama persis dengan waktu kedaluwarsa sesi (misalnya, 2 jam). Ketika sesi habis, Redis secara otomatis menghapusnya.

3. Rate Limiting (Pembatasan Tingkat Permintaan)

Digunakan untuk melindungi layanan backend Anda dari penyalahgunaan, serangan Denial of Service (DoS), atau klien yang berperilaku buruk. Ini adalah fungsi yang sering didelegasikan ke API Gateway.

- Tujuan: Membatasi jumlah request yang diizinkan dari user atau IP tertentu dalam jangka waktu tertentu (misalnya, 100 requests/menit).
- Masalah yang Dipecahkan: Mencegah satu client memonopoli sumber daya sistem (CPU, DB Connections).
- Cara Kerja (Fixed Window Algorithm):
 - Key: Tentukan key berdasarkan ID user atau IP (`rate:limit:user:123`).
 - Hitung: Gunakan perintah Redis `INCR` (Increment). Perintah ini secara atomic (aman dari race condition) menambah nilai key tersebut.
 - Batasi Waktu: Set TTL pada key sama dengan ukuran jendela waktu (misalnya, 60 detik).
 - Blokir: Jika nilai key setelah `INCR` melebihi batas (misalnya, 100), request diblokir dan dikembalikan kode HTTP 429 Too Many Requests.

Ini memastikan bahwa penghitungan request tetap konsisten di seluruh instance API Gateway Anda, karena Redis bertindak sebagai central counter yang terpercaya.

Message Broker

Concepts

Dead Letter Queue (DLQ)

- Apa itu: Sebuah antrean khusus yang dirancang untuk menyimpan pesan-pesan yang gagal diproses setelah beberapa kali percobaan retry (coba ulang).
- Tujuan:
 - Isolasi: Mencegah pesan yang "beracun" (poison pill messages) memblokir seluruh antrean utama.
 - Debugging: Memberikan tempat terpusat bagi developer untuk menganalisis mengapa pesan gagal, tanpa perlu menghentikan sistem.
- Cara Kerja: Setelah Consumer gagal memproses pesan N kali, Broker secara otomatis mengalihkannya ke antrean DLQ.

Idempotency

- Apa itu: Sifat di mana melakukan operasi yang sama berkali-kali menghasilkan efek akhir yang sama seolah-olah hanya dilakukan sekali.
- Kaitan MQ: Hampir semua Broker menjamin pengiriman At-Least-Once. Artinya, pesan bisa terkirim dua kali (duplicate). Consumer harus didesain Idempotent (misalnya, menggunakan Idempotency Key) untuk menangani duplicate tersebut tanpa menimbulkan efek samping ganda (misalnya, menagih kartu kredit dua kali).

At-Least-Once vs. Exactly-Once

- At-Least-Once (Paling Umum): Broker menjamin bahwa pesan akan dikirim ke Consumer setidaknya satu kali (bisa lebih). Ini adalah default yang lebih mudah dicapai di Kafka/RabbitMQ. Solusinya membutuhkan Consumer yang Idempotent.
- Exactly-Once (The Holy Grail): Broker menjamin bahwa pesan akan diproses tepat satu kali, bahkan saat terjadi kegagalan. Ini sangat kompleks dan membutuhkan jaminan di sisi Broker dan Stream Processor (misalnya, Kafka Streams/Flink Transactional Producer). Ini biasanya tidak diperlukan kecuali dalam sistem keuangan yang sangat ketat.

Consumer Group

- Apa itu: Sekelompok Consumer yang secara kolektif berlangganan satu Topic (di Kafka) atau Queue (di RabbitMQ).
- Tujuan:
 - Horizontal Scaling: Memungkinkan Anda menjalankan banyak instance Consumer untuk memproses message secara paralel, sehingga meningkatkan throughput.
 - Load Balancing: Setiap pesan di Topic (atau partisi di Kafka) dijamin hanya akan diproses oleh satu Consumer di dalam Group tersebut.
- Kaitan Kafka: Di Kafka, Consumer Group mengelola offset (posisi baca) bersama. Jika sebuah Topic memiliki 4 partitions, dan ada 4 Consumer dalam satu Group, setiap Consumer akan bertanggung jawab atas 1 partition saja.

RESTful API

Representational State Transfer (REST) adalah gaya arsitektur yang memanfaatkan protokol HTTP secara maksimal untuk komunikasi tanpa status (stateless) antar layanan.

1. Proper Routing (Penentuan Jalur yang Tepat)

- Resource-Based: URL harus berfokus pada sumber daya (resource), bukan tindakan (action). Gunakan kata benda jamak (plural nouns) untuk koleksi sumber daya.
- Protokol HTTP: Manfaatkan metode HTTP untuk menyatakan tindakan (verb):

Metode HTTP	Tindakan (Implikasi)	Contoh URL
GET	Mengambil data (Read)	/api/v1/users/123
POST	Membuat sumber daya baru (Create)	/api/v1/orders
PUT/PATCH	Mengganti/Memperbarui seluruh/sebagian sumber daya (Update)	/api/v1/users/123

Metode HTTP	Tindakan (Implikasi)	Contoh URL
DELETE	Menghapus sumber daya (Delete)	/api/v1/orders/456

2. Pagination, Filtering, & Sorting (Manajemen Data)

Saat data koleksi (list) menjadi besar, kita harus menyediakan cara untuk membatasi, menyaring, dan mengurutkan hasilnya di sisi klien, bukan mengambil semua data dari database.

Fitur	Contoh Parameter	Keterangan
Pagination	?page=2&limit=50 atau Cursor-based (?after=base64_cursor)	Membatasi jumlah item dan menentukan halaman. Cursor-based lebih efisien untuk scrolling tanpa batas.
Filtering	?status=pending&user_id=123	Menyaring hasil berdasarkan kriteria tertentu.
Sorting	?sort=price,-created_at	Mengurutkan hasil. Tanda minus (-) biasanya berarti urutan menurun (descending).

3. Versioning (Kontrol Versi)

Penting untuk mengelola perubahan API yang tidak kompatibel (breaking changes) agar klien lama tetap berfungsi. Ada tiga metode utama:

Metode	Contoh	Keterangan
URL Path (Paling Umum)	/api/v1/users	Paling eksplisit, mudah di-cache, dan direkomendasikan.
Query Parameter	/api/users?version=2	Kurang disukai, tetapi mudah diimplementasikan.
Custom Header	Accept-version: v3	Paling bersih, tetapi klien perlu manajemen header yang lebih kompleks.

4. Error Response Standard (RFC 7807)

Daripada hanya mengembalikan error 500 dengan string, API modern harus menggunakan respons error yang terstruktur (berbasis JSON) sesuai standar RFC 7807 (Problem Details for HTTP APIs).

Ini memberikan klien informasi yang kaya untuk menangani masalah secara terprogram.

```
{
  "type": "https://example.com/probs/out-of-credit",
  "title": "You do not have enough credit.",
  "status": 403,
  "detail": "Your current balance is 30, but the price is 50.",
  "instance": "/account/12345/payments/2024"
}
```

Field	Kegunaan
-------	----------

Field	Kegunaan
status	Kode status HTTP (400, 403, 500).
title	Deskripsi singkat, umum, dan mudah dibaca manusia.
detail	Penjelasan spesifik tentang masalah.
type	URI yang mengidentifikasi jenis masalah (dapat diklik).
instance	URI yang mengidentifikasi kejadian masalah tertentu.

5. OpenAPI / Swagger (Dokumentasi)

OpenAPI Specification (OAS), yang sebelumnya dikenal sebagai Swagger, adalah standar untuk mendefinisikan API REST secara machine-readable (dapat dibaca mesin).

- Peran: Bertindak sebagai Service Contract (yang kita bahas sebelumnya). Kontrak ini memungkinkan klien, server stubs, dan dokumentasi dihasilkan secara otomatis.
- Mendefinisikan kontrak sebelum menulis kode (Design First). Ini sangat penting untuk tim yang berbeda yang mengembangkan producer dan consumer secara independen.

6. Authentication & Authorization

A. JWT (JSON Web Token)

- Apa itu: Standar terbuka untuk membuat token akses yang compact (ringkas) dan self-contained (mandiri).
- Cara Kerja: Token ditandatangani secara kriptografis (misalnya, menggunakan HMAC SHA256) oleh Auth Service. Token ini berisi claims (informasi user dan peran) dan dikirim pada setiap request melalui Header **Authorization: Bearer <token>**.
- Keunggulan: API Gateway dapat memvalidasi token tanpa perlu menghubungi Auth Service pada setiap request (stateless dan cepat).

B. OAuth 2.0 (Delegasi Akses)

- Apa itu: Protokol Authorization (izin) yang memungkinkan user memberikan akses ke sumber daya mereka kepada aplikasi pihak ketiga tanpa membagikan kata sandi.
- Peran: OAuth 2.0 adalah framework yang mengatur bagaimana token (seperti JWT) diterbitkan dan digunakan.
- Flows Umum: Authorization Code Grant (untuk aplikasi web/mobile), Client Credentials (untuk komunikasi service-to-service).

Security

1. JWT Flow (JSON Web Token)

JWT digunakan untuk Authentication (siapa Anda) dan Authorization (izin Anda).

1. Authentication (Login): Klien mengirim username dan password ke Auth Service.

2. Token Generation: Auth Service memvalidasi kredensial. Jika valid, ia membuat JWT, menandatangani menggunakan Secret Key (HMAC/RSA), dan menyimpulkan claims (misalnya, `user_id`, `role`) di dalam payload.
3. Token Return: Token dikirim kembali ke klien (misalnya, disimpan di HTTP-only Cookie atau Local Storage).
4. Authorization (Next Request): Klien menyertakan Token di header `Authorization: Bearer <token>` untuk setiap request ke API Gateway atau Resource Service.
5. Validation: API Gateway atau middleware memverifikasi tanda tangan Token menggunakan Secret Key (tanpa perlu memanggil Auth Service) dan mengekstrak claims untuk mengizinkan atau menolak akses.

2. Bcrypt / Argon2 (Password Hashing)

Kedua algoritma ini adalah standar industri untuk hashing password (mengubah password menjadi string yang tidak dapat dibaca) dan mencegah serangan Rainbow Table atau Brute Force.

- Bcrypt: Algoritma yang menggunakan fungsi Key Derivation Function (KDF) dan secara bawaan lambat (slow) dan cost-factor. Ini berarti membutuhkan waktu dan CPU yang signifikan untuk menghitung, sehingga memperlambat serangan brute force (misalnya, membutuhkan 1 detik untuk menghitung \$1\$ password, sehingga \$1\$ juta password membutuhkan \$1\$ juta detik).
- Argon2: Saat ini dianggap sebagai algoritma hashing terkuat dan pemenang Password Hashing Competition. Selain menjadi cost-factor (CPU-intensive), Argon2 juga memory-hard (membutuhkan banyak RAM), yang membuatnya sangat efektif melawan serangan yang menggunakan GPU atau ASIC karena perangkat tersebut memiliki keterbatasan RAM.

Penting: Tidak pernah menggunakan hashing cepat seperti SHA-256 atau MD5 untuk password. Selalu gunakan KDF yang lambat dan teruji seperti Bcrypt atau Argon2.

3. SQL Injection Prevention (Injeksi SQL)

SQL Injection terjadi ketika input pengguna yang tidak dimurnikan (unsanitized) disalahgunakan sebagai bagian dari query SQL, berpotensi memaparkan, mengubah, atau menghapus data.

- Pencegahan Utama (The ONLY Answer): Gunakan Prepared Statements (Parameterized Queries).
 - Cara Kerja: Template query (misalnya, `SELECT * FROM users WHERE id = $1`) dikirim ke database secara terpisah dari nilai input pengguna (nilai 123). Database tidak pernah menginterpretasikan input sebagai bagian dari kode SQL, hanya sebagai data murni.
- Framework Go: ORM (GORM/sqlx) dan paket database/sql secara otomatis menggunakan prepared statements.

4. XSS & CSRF (Web Vulnerabilities)

Ini adalah dua serangan web paling umum yang menargetkan client (browser):

A. Cross-Site Scripting (XSS)

- Serangan: Penyerang menyuntikkan (inject) malicious client-side script (biasanya JavaScript) ke halaman web yang dilihat oleh user lain.
- Pencegahan:

- Output Encoding: Selalu escape (mengubah karakter berbahaya menjadi representasi aman, misalnya < menjadi <) semua input pengguna sebelum ditampilkan di HTML. Template engine modern (React, Vue, Go's html/template) sering melakukannya secara default.
- Content Security Policy (CSP): Menggunakan HTTP header untuk membatasi sumber yang diizinkan untuk memuat script dan asset lainnya.

B. Cross-Site Request Forgery (CSRF)

- Serangan: Penyerang menipu user yang sudah terautentikasi untuk mengirim request yang tidak disengaja ke situs web Anda (misalnya, transfer uang) dari situs web penyerang.
- Pencegahan:
 - SameSite Cookies: Mengatur cookie otentikasi ke **SameSite=Strict** atau **Lax**.
 - CSRF Tokens: Setiap request yang mengubah status (POST, PUT, DELETE) harus menyertakan CSRF Token unik di header atau body. Server memvalidasi token ini.
 - Custom Headers: Membutuhkan header non-standar (misalnya, **X-Requested-With**) karena browser biasanya membatasi permintaan lintas domain untuk header kustom.

5. Rate Limiting

- Pencegahan: Mencegah penyalahgunaan API atau serangan DoS dengan membatasi jumlah request yang diizinkan dari client atau IP tertentu dalam jangka waktu tertentu.
- Implementasi: Dilakukan di API Gateway atau middleware terdepan, sering menggunakan Redis sebagai central counter dengan algoritma Fixed Window atau Leaky Bucket.

6. HTTPS (Keamanan Transport Layer)

- Pencegahan: Memastikan semua komunikasi antara client dan server dienkripsi, mencegah eavesdropping (menguping) atau man-in-the-middle attacks saat data melintasi jaringan publik.
- Mekanisme: Menggunakan TLS/SSL (Transport Layer Security).
- Senior Check: Memastikan deployment menggunakan sertifikat TLS yang diperbarui, dan semua lalu lintas HTTP dialihkan secara paksa ke HTTPS.

7. Environment Management (.env + Vault)

Manajemen konfigurasi dan secrets (kunci rahasia) secara aman.

- .env (Environment Variables): Digunakan untuk menyimpan konfigurasi non-sensitif yang berubah antar lingkungan (Dev/Staging/Prod), seperti Port Number, Log Level, atau Config Server Address.
 - Penting: File **.env** tidak boleh dikomit ke Git.
- Vault (Secret Store): Digunakan untuk menyimpan secrets sensitif (misalnya, Password Database, Private Keys, API Keys pihak ketiga) secara terpusat, terenkripsi, dan memiliki kontrol akses ketat (Role-Based Access Control).
 - Alur Aman: Aplikasi tidak mengambil password dari .env. Aplikasi hanya mengambil token otentikasi dari .env, menggunakan token tersebut untuk mengakses Vault, dan Vault mengembalikan secret yang dibutuhkan ke aplikasi saat runtime. Ini adalah pola Config Management yang aman.

Desain Sistem Frontend (Angular)

Dokumen ini menjelaskan praktik terbaik dan arsitektur yang diusulkan untuk pengembangan *frontend* menggunakan kerangka kerja **Angular**, mencakup manajemen komponen, *state*, integrasi API, penanganan *error*, performa, dan *form*.

1. Siklus Hidup Komponen (*Component Lifecycle*) - Lengkap

Angular menjalankan serangkaian *hook* secara berurutan. Memahami urutan ini sangat penting untuk menghindari *bug* ras, kesalahan manipulasi DOM, dan masalah performa.

Urutan dan Detail Hook

Urutan	Hook Lifecycle	Kapan Dipanggil	Tujuan & Best Practice
1	ngOnChanges	Saat properti input (@Input) data-bound berubah. Dipanggil <i>sebelum</i> ngOnInit .	Validasi input atau memperbarui <i>state</i> internal berdasarkan perubahan input eksternal.
2	ngOnInit	Sekali, setelah ngOnChanges pertama.	Logika Inisialisasi. Tempat terbaik untuk <i>fetching</i> data awal ke API. Jangan memanipulasi DOM di sini (elemen mungkin belum ada).
3	ngDoCheck	Setiap siklus <i>Change Detection</i> .	Mendeteksi perubahan yang tidak disadari Angular. Hati-hati: Sering dipanggil, hindari logika berat di sini.
4	ngAfterContentInit	Sekali, setelah konten eksternal diproyeksikan (<ng-content>).	Inisialisasi yang bergantung pada konten yang disisipkan dari luar komponen.
5	ngAfterContentChecked	Setiap kali konten proyeksi diperiksa.	Verifikasi perubahan pada konten proyeksi.
6	ngAfterViewInit	Sekali, setelah tampilan komponen dan tampilan anak (<i>child views</i>) diinisialisasi.	Manipulasi DOM. Tempat aman untuk mengakses elemen DOM (misal: jQuery, Chart.js) atau menggunakan @ViewChild .
7	ngAfterViewChecked	Setiap kali tampilan komponen diperiksa.	Logika yang bergantung pada perubahan tampilan/layout.
8	ngOnDestroy	Tepat sebelum komponen dihapus.	Cleanup. Unsubscribe Observables, detach event handlers, stop timers/intervals untuk mencegah <i>memory leak</i> .

Diagram Aliran Siklus Hidup (Inisialisasi & Update)

Diagram ini membedakan antara fase pembuatan awal (*Creation*) dan fase pembaruan (*Update*).

```
graph TD
    subgraph Creation_Phase [Creation Phase]
        A[Constructor] --> B[ngOnChanges];
        B --> C[ngOnInit];
        C --> D[ngDoCheck];
        D --> E[ngAfterContentInit];
        E --> F[ngAfterContentChecked];
        F --> G[ngAfterViewInit];
        G --> H[ngAfterViewChecked];
    end

    subgraph Update_Phase [Update Phase]
        I[Input Property Berubah?] -- Ya --> J[ngOnChanges];
        J --> K[ngDoCheck];
        I -- Tidak --> K;
        K --> L[ngAfterContentChecked];
        L --> M[ngAfterViewChecked];
    end

    subgraph Destruction [Destruction]
        H --> N[Component Destroyed];
        M --> N;
        N --> O[ngOnDestroy];
    end

    style C fill:#afa,stroke:#333
    style G fill:#f9f,stroke:#333
    style O fill:#faa,stroke:#333
```

2. Manajemen State (State Management)

Manajemen state di Angular perlu dibagi menjadi tiga kategori utama: **Local UI State**, **Domain/Business State**, dan **App-wide Global State**.

Jenis-Jenis State 1. Local UI State Contoh:

- Modal terbuka/tertutup
- Selected tab index
- Dropdown expanded atau tidak

Best practice:

- Simpan di dalam komponen
- Gunakan `signal()`, `@Input`, atau variabel biasa
- Jangan pernah masukkan UI state ke Store global

2. Domain/Business State State yang digunakan untuk fitur tertentu. Contoh:

- Daftar users

- Daftar transaksi
- Detail produk

Best practice:

- Simpan dalam Service menggunakan **BehaviorSubject**, signal, atau NGXS/Ngrx slice
- Pisahkan antara:
 - State
 - Actions
 - Selectors

3. App-wide Global State State yang mempengaruhi seluruh aplikasi. Contoh:

- User session
- Auth token
- Global settings
- Theme (dark/light)

Best practice:

- Gunakan State Management library seperti:
 - **NGXS**
 - **Ngrx Store**
 - **Akita**

```
graph TD
  A[UI Component] -->|Dispatch| B[Action]
  B --> C[Reducer / Mutator]
  C --> D[Store]
  D -->|Select| A
```

3. Integrasi API (*API Integration*)

Semua request API harus dilakukan melalui Service.

Kategori API Integration 1. Standard API Calls

- GET / POST / PUT / DELETE
- Menggunakan HttpClient

Best Practice

- Jangan panggil API di component
- Gunakan **service.getUsers()** dll
- Gunakan interface TypeScript sebagai response model

2. Interceptors Interceptor adalah *middleware* **HTTP Angular**.

Jenis-jenis *Interceptor*:

1. Auth Interceptor

- Menambahkan **Authorization header**
- Menyimpan **token**

2. Error Interceptor

- Tangani HTTP **400/401/500**

3. Logging Interceptor

- Logging *request/response*

4. Caching Interceptor

- Cache response **GET** tertentu

5. Retry Interceptor

- Menggunakan **RxJS** **retryWhen()**

3. API Caching Patterns Jenis Caching:

- Memory Cache (BehaviorSubject)
- RxJS shareReplay
- SessionStorage / LocalStorage
- Service Worker (PWA)

```
graph TD
  A[Component] -->|Request| B[HttpClient]
  B --> C[Auth Interceptor]
  C --> D[Error Interceptor]
  D --> E[Backend API]
  E --> D --> C --> A
```

Best Practice

- Jangan panggil API di component
- Gunakan **service.getUsers()** dll
- Gunakan interface TypeScript sebagai response model

Pola Akses Data

1. **Enkapsulasi di Service:** Semua panggilan API dienkapsulasi dalam Service.
2. **HTTP Interceptors:** Digunakan untuk menangani tugas cross-cutting secara terpusat (Authentication, Global Error Handling, Loading State).

```
graph LR
  A[Component / Service] -->|1. HttpRequest| B[HttpClient]
```



```

    subgraph Interceptor Chain
      B --> I1[Auth Interceptor
Add Token]
      I1 --> I2[Error Interceptor
Handle 401/500]
      I2 --> I3[Loading Interceptor]
    end

    I3 -->|2. Modified Request| API[External API / Backend]

    API -->|3. HttpResponse| I3
    I3 --> I2
    I2 -- Catch 401/500 --> Handler[Global Error Handler / Notification]
    I2 --> I1
    I1 -->|4. Final Response| A

    style I1 fill:#afa,stroke:#333
    style I2 fill:#faa,stroke:#333
    style I3 fill:#ff9,stroke:#333

```

4. Penanganan Batas Error (*Error Boundary Handling*)

Di Angular, penanganan runtime error yang tidak tertangkap diimplementasikan menggunakan **ErrorHandler**.

1. Global Error Handler Implement Angular **ErrorHandler**. Use-case:

- Logging ke Sentry
- Global alert pop-up
- Fallback view

2. Component-level Error Handling

- **try/catch**
- **RxJS catchError**
- Guard pada service sebelum mengakses data null

3. HTTP Error Handling Kategori error:

- 4xx — Client Errors
- 5xx — Server Errors
- Network Error
- Timeout Error

Best practice:

- Selalu tangani error di Interceptor
- Tampilkan pesan ramah pengguna
- Jangan expose error backend mentah

```
graph TD
  A[Component] --> B[Service Call]
  B --> C[Interceptor]
  C --> |Error| D[Global Error Handler]
  D --> E[UI Notification]
```

Best Practice

- **Custom Error Handler:** Implementasikan kelas kustom yang mengimplementasikan **ErrorHandler** untuk menangkap error yang tidak tertangkap.
- **Tanggung Jawab:** Melakukan **Logging** ke layanan eksternal (Sentry), menampilkan User **Feedback** yang ramah, dan memicu *Graceful Recovery*.

```
graph TD
  A[Root Application] --> B[Parent Component]

  subgraph Error Handling
    B --> C[Global Error Handler - Angular ErrorHandler]
    C --> D[Child Component - Potensial Error]
    D --> J[Service Component - Integrate Logic]
  end

  J -- Runtime Error! --> E{Did ErrorHandler Catch}

  E -- Ya --> F[Logging Service]
  E -- Ya --> G[Tampilkan Notifikasi Error]
  E -- Tidak --> H[Browser / App Crash]

  style C fill:#fcc,stroke:#333
  style G fill:#ff9,stroke:#333
  style H fill:#f00,color:#fff
```

5. Pemisahan Kode (*Code Splitting*) dan Performa

Memanfaatkan sistem *module* Angular untuk *lazy loading*. **Teknik**

- **Lazy Loading Modul Rute:** Gunakan **loadChildren** di konfigurasi rute (**app-routing.module.ts**) untuk memuat *module* hanya saat user mengunjungi rute tersebut, mengurangi ukuran *initial bundle*.
- **AOT (Ahead-of-Time) Compilation:** Memastikan kode Angular dikompilasi selama *build* untuk *startup time* yang lebih cepat.
- **Pure Pipes:** Hanya dieksekusi ulang jika input primitif berubah, bertindak sebagai mekanisme *memoization* sederhana.
- **Component Level:** Gunakan **ChangeDetectionStrategy.OnPush**, Pure Pipes, Signals (lebih efisien dari Observable)
- **Bundle Optimization:** Build Dengan AOT, Production Mode, Minifying + Tree Shaking
- **Image Optimization:** Gunakan *WebP/AVIF*, *Lazy Load Image*, dan **ngOptimizedImage**(Angular 15+)

```
graph TD
  A[Route Visit] --> B{Lazy Loaded?}
  B -- Yes --> C[Load Module on Demand]
  B -- No --> D[Skip Loading]
```

6. Form Handling & Validation

Pendekatan **Reactive Forms** adalah yang utama karena kemudahan testing dan penanganan state yang berbasis *Observable*. **Pendekatan**

- **Reactive Forms (Model-driven): Direkomendasikan** untuk *form* kompleks karena memberikan kontrol penuh atas state dan validasi.
- **Template-driven Forms:** Untuk *form* yang sangat sederhana dan statis. **Praktik Terbaik Validasi**
- **Custom Validators:** Buat **Custom Validators** yang dapat digunakan kembali untuk logika bisnis.
- **Validasi Asynchronous:** Gunakan *Async Validators* untuk pemeriksaan backend (misalnya, cek ketersediaan username).

```
graph TD
  A[User Input / Template] -->|1. Event| B[FormControl - Value & Status]

  subgraph Component Class
    B --> C[Form Group / Form Array]
    C -->|2. Check Validation Rules| D[Validator Functions]
    D -- Error --> B
    D -- Success --> B
  end

  B -->|3. ValueChanges Observable| E[Subscription / Async Pipe]

  E --> F[Component Logic / Template]

  style B fill:#f9f,stroke:#333
  style F fill:#ccf,stroke:#333
```

Design System Frontend (React)

Dokumen ini merupakan versi React dengan struktur pembahasan yang paralel: lifecycle, state management, API integration, error boundaries, performance, dan form handling.

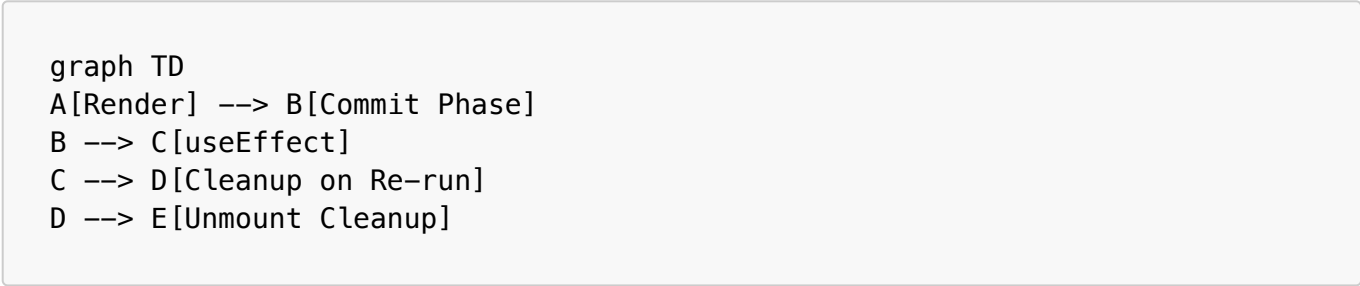
1. React Component Lifecycle

React memiliki Lifecycle yang bergantung pada class component atau function component (hooks). Modern React menggunakan **function components + hooks**.

Lifecycle (Function Component + Hooks)

Urutan	Lifecycle / Hook	Kapan Dipanggil	Tujuan & Best Practice
1	Render	Ketika props/state berubah	Hindari side effect. Hanya hitung UI.
2	useEffect(() ⇒ ..., [])	Setelah render pertama	Inisialisasi (fetch data awal), mirip ngOnInit .
3	useEffect(() ⇒ ..., [deps])	Setelah render ketika dependency berubah	Mirip ngOnChanges .
4	useLayoutEffect	Setelah DOM dirender, sebelum paint	Manipulasi DOM sinkron, mirip ngAfterViewInit .
5	Cleanup (return () ⇒ ...)	Sebelum effect dijalankan ulang / unmount	Mirip ngOnDestroy .

Diagram Lifecycle React



2. React State Management — Local UI State & Feature State (Detailed)

Dokumen ini menjelaskan **Local UI State** dan **Domain/Feature State** di React secara mendalam, termasuk penjelasan, contoh kode, dan best practices.

1. LOCAL UI STATE

Local UI State adalah state yang hanya digunakan oleh satu komponen atau beberapa komponen kecil. Tujuannya adalah mengontrol perilaku UI yang sifatnya lokal.

Hook utama:

- **useState** — state sederhana
- **useReducer** — state kompleks
- **useRef** — state yang tidak memicu re-render
- Hook pendukung lain:
 - **useMemo**
 - **useCallback**
 - **useLayoutEffect**
 - **useTransition**
 - **useDeferredValue**

1.1 useState — Penjelasan & Contoh **useState** digunakan ketika:

- state sederhana

- nilai langsung mempengaruhi UI
- perubahan state menyebabkan re-render

Contoh: Toggle Modal

```
import { useState } from "react";

export default function ModalExample() {
  const [isOpen, setIsOpen] = useState(false);

  return (
    <div>
      <button onClick={() => setIsOpen(true)}>Open Modal</button>

      {isOpen && (
        <div className="modal">
          <p>Ini modal</p>
          <button onClick={() => setIsOpen(false)}>Close</button>
        </div>
      )}
    </div>
  );
}
```

1.2 useReducer — Penjelasan & Contoh Gunakan useReducer jika:

- state kompleks
- ada beberapa aksi berbeda
- ingin struktur mirip Redux untuk komponen tunggal

Contoh: Multi-field Form

```
import { useReducer } from "react";

const initialState = {
  username: "",
  email: "",
  loading: false,
};

function reducer(state, action) {
  switch (action.type) {
    case "SET_USERNAME":
      return { ...state, username: action.payload };
    case "SET_EMAIL":
      return { ...state, email: action.payload };
    case "SET_LOADING":
      return { ...state, loading: action.payload };
    default:
      return state;
  }
}
```

```

    }
  }

  export default function FormReducer() {
    const [state, dispatch] = useReducer(reducer, initialState);

    return (
      <div>
        <input
          value={state.username}
          onChange={(e) => dispatch({ type: "SET_USERNAME", payload:
e.target.value })}
        />
        <input
          value={state.email}
          onChange={(e) => dispatch({ type: "SET_EMAIL", payload:
e.target.value })}
        />

        <button onClick={() => dispatch({ type: "SET_LOADING", payload: true
})}>
          Submit
        </button>

        {state.loading && <p>Submitting...</p>}
      </div>
    );
  }

```

1.3 useRef — Penjelasan & Contoh `useRef` digunakan untuk:

- menyimpan nilai *tanpa memicu re-render*
- menyimpan DOM element
- menyimpan previous value
- menyimpan timer id

Contoh: Previous Value

```

import { useState, useEffect, useRef } from "react";

export default function PreviousValue() {
  const [count, setCount] = useState(0);
  const prev = useRef(0);

  useEffect(() => {
    prev.current = count;
  }, [count]);

  return (
    <div>
      <p>Current: {count}</p>

```

```
    <p>Previous: {prev.current}</p>

    <button onClick={() => setCount(count + 1)}>+</button>
  </div>
);
}
```

2. DOMAIN / FEATURE STATE

Feature State adalah state yang:

- digunakan oleh *beberapa komponen* dalam satu fitur yang sama
- memiliki logika bisnis tersendiri
- tidak pantas dipasang di global state
- tidak pantas masuk Local UI State

Pendekatan utama:

- Context + Reducer
- Zustand
- Redux Toolkit (opsional, jika dibutuhkan)

2.1 FEATURE STATE dengan Context + Reducer

Struktur folder:

```
/features/product/
  productContext.js
  productReducer.js
  productProvider.js
  useProduct.js
```

A. productReducer.js

```
export const initialState = {
  products: [],
  loading: false,
};

export function productReducer(state, action) {
  switch (action.type) {
    case "SET_LOADING":
      return { ...state, loading: action.payload };

    case "SET_PRODUCTS":
      return { ...state, products: action.payload };

    case "ADD_PRODUCT":
      return { ...state, products: [...state.products, action.payload] };

    case "REMOVE_PRODUCT":
      return {
```

```
    ...state,
    products: state.products.filter((p) => p.id !== action.payload),
  };

  default:
    return state;
}
}
```

B. productContext.js

```
import { createContext } from "react";

export const ProductContext = createContext(null);
```

C. productProvider.js

```
import { useReducer } from "react";
import { ProductContext } from "../productContext";
import { productReducer, initialState } from "../productReducer";

export default function ProductProvider({ children }) {
  const [state, dispatch] = useReducer(productReducer, initialState);

  const value = { state, dispatch };

  return (
    <ProductContext.Provider value={value}>
      {children}
    </ProductContext.Provider>
  );
}
```

D. useProduct hook

```
import { useContext } from "react";
import { ProductContext } from "../productContext";

export function useProduct() {
  const context = useContext(ProductContext);
  if (!context) throw new Error("useProduct must be used within ProductProvider");

  return context;
}
```


E. Penggunaan di Komponen

```
import { useProduct } from "../features/product/useProduct";

export default function ProductList() {
  const { state, dispatch } = useProduct();

  function add() {
    dispatch({
      type: "ADD_PRODUCT",
      payload: { id: Date.now(), name: "New Product" },
    });
  }

  return (
    <div>
      <button onClick={add}>Add Product</button>

      {state.products.map((p) => (
        <p key={p.id}>{p.name}</p>
      ))}
    </div>
  );
}
```

2.2 FEATURE STATE dengan Zustand Zustand adalah library state global dengan API sederhana, sangat cocok untuk feature state.

Contoh Product Store (Zustand)

```
import { create } from "zustand";

export const useProductStore = create((set) => ({
  products: [],
  loading: false,

  setLoading: (v) => set({ loading: v }),

  setProducts: (list) => set({ products: list }),

  addProduct: (product) =>
    set((state) => ({ products: [...state.products, product] })),

  removeProduct: (id) =>
    set((state) => ({
      products: state.products.filter((p) => p.id !== id),
    })),
}));
```

Penggunaan

```
import { useProductStore } from "../store/productStore";

export default function ProductList() {
  const { products, addProduct } = useProductStore();

  return (
    <div>
      <button onClick={() => addProduct({ id: Date.now(), name: "New
Product" })}>
        Add Product
      </button>

      {products.map((p) => (
        <p key={p.id}>{p.name}</p>
      ))}
    </div>
  );
}
```

3. App-wide Global State

Contoh:

- auth session
- theme
- user preferences

Rekomendasi tooling:

- **Redux Toolkit**
- **Zustand**

```
graph TD
  A[UI Component] --> B[Action]
  B --> C[Reducer]
  C --> D[Store]
  D -->|Subscribe| A
```

3. API Integration di React

React tidak memiliki **HTTPClient** sendiri, sehingga strategi API adalah manual atau memakai library.

Metode Untuk API: 1. Fetch API / Axios (manual) Semua API dibuat pada folder **services/**. Best practice:

- Jangan panggil API langsung dalam render

- Bungkus semua call dalam async function di service

```
// /services/api.js
import axios from "axios";

export const api = axios.create({
  baseURL: "https://api.example.com",
  timeout: 10000,
});
```

2. React Query (Highly Recommended) React Query memberikan:

- caching
- retry
- background refresh
- invalidation
- status loading/error otomatis

3. Interceptors Jika memakai **Axios**, buat instance custom:

- auth header
- retry
- logging
- error handling

```
graph TD
  A[Component] -->|Query| B[React Query Client / Axios]
  B --> C[Auth Interceptor]
  C --> D[Backend API]
  D --> C --> B --> A
```

4. Error Boundary Handling (React)

React memiliki sistem error boundary bawaan untuk error runtime komponen.

1. Error Boundary (Class Component Only) Digunakan untuk menangkap:

- runtime error UI
- crash di rendering

```
class ErrorBoundary extends React.Component {
  state = { hasError: false };

  static getDerivedStateFromError() {
    return { hasError: true };
  }
}
```

```
}

componentDidCatch(error, info) {
  // logging ke Sentry
}

render() {
  if (this.state.hasError) return <FallbackUI />;
  return this.props.children;
}
}
```

2. API Error Handling Gunakan:

- try/catch
- error state
- React Query **onError**

3. Boundary Flow

```
graph TD
  A[Component] -->|Error| B[Error Boundary]
  B --> C[Logging Service]
  B --> D[Fallback UI]
```

5. Performance & Code Splitting (React)

Memfaatkan fitur bawaan React + bundler (Vite/Next/Webpack).

Teknik Utama:

- **useMemo/useCallback** untuk expensive computation
- **React.memo** untuk component memoization
- **Code Splitting** menggunakan **React.lazy**
- **Suspense** untuk lazy load UI
- Debounce/throttle input
- Virtualized list (react-window)

Lazy Loading

```
const UserList = React.lazy(() => import("./UserList"));
```

6. Form Handling & Validation

Pilihan Utama: 1. React Hook Form (Direkomendasikan) Keunggulan:

- cepat (uncontrolled input)
- built-in resolver + schema validation
- cocok form besar

2. Formik + Yup Untuk form kompleks & enterprise. **Formik** adalah library form management untuk React yang membantu mengelola:

- nilai form (**values**)
- error validasi (**errors**)
- touched state (apakah field pernah diinteraksi)
- submit state
- onChange / onBlur handler
- reset form

Yup adalah library schema validation yang digunakan untuk:

- mendefinisikan bentuk data form
- validasi berbasis schema
- membuat pesan error otomatis
- reusable validation rules
- nested validation (object, array, nested data)

Formik + Yup dipakai bersama karena **Formik** berfungsi untuk mengelola **state form**, lalu **Yup** ditugaskan untuk mengelola **validasi form**.

Contoh Penggunaan

```
import { Formik, Form, Field, ErrorMessage } from "formik";
import * as Yup from "yup";

const validationSchema = Yup.object({
  email: Yup.string().email("Email tidak valid").required("Email wajib diisi"),
  password: Yup.string().min(6, "Minimal 6 karakter").required("Password wajib diisi"),
});

export default function LoginForm() {
  return (
    <Formik
      initialValues={{ email: "", password: "" }}
      validationSchema={validationSchema}
      onSubmit={(values) => {
        console.log("Submitted:", values);
      }}
    >
      {(formik) => (
        <Form>
          <div>
            <label>Email</label>
            <Field name="email" type="email" />
          </div>
        </Form>
      )}
    </Formik>
  );
}
```

```
        <ErrorMessage component="p" name="email" />
      </div>

      <div>
        <label>Password</label>
        <Field name="password" type="password" />
        <ErrorMessage component="p" name="password" />
      </div>

      <button type="submit" disabled={formik.isSubmitting}>
        Login
      </button>
    </Form>
  )}
</Formik>
);
}
```

Flow Form

```
graph TD
  A[Input] --> B[Register Field]
  B --> C[Validation - Yup/Zod]
  C --> D[Form State]
  D --> E[Submit Handler]
```