

Week 5

Arsitektur Jaringan Seluler: RAN, Core, Signaling & Services

Lanjutan Week 4: setelah memahami handover, interferensi, RRM dan QoS, kita melihat bagaimana jaringan inti mengatur identitas, keamanan, sesi data, dan layanan.

RAN

Core

Signaling

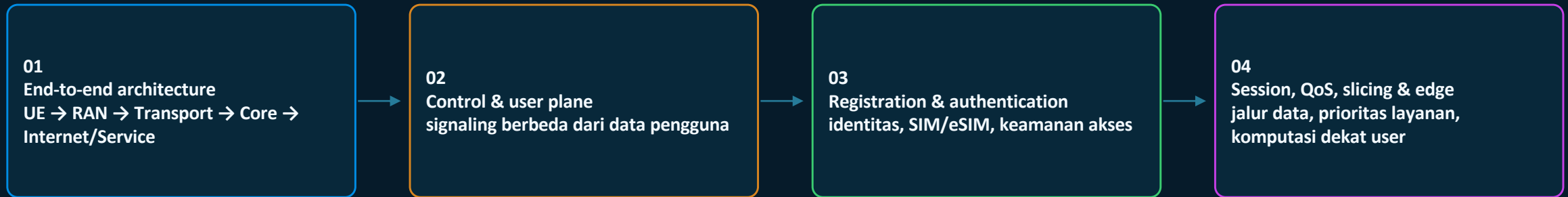
Security

Slicing/Edge



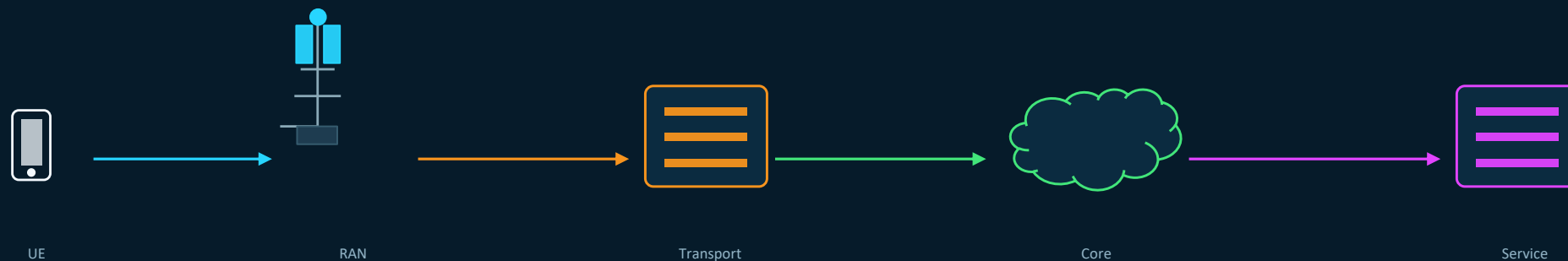
Peta materi Week 5: dari akses radio ke layanan digital

Mahasiswa melihat jaringan seluler sebagai sistem end-to-end, bukan hanya BTS dan sinyal.



Target akhir

Mahasiswa mampu menggambar alur: HP mencari cell, melakukan akses awal, autentikasi, membuat sesi data, lalu menggunakan layanan dengan QoS tertentu.

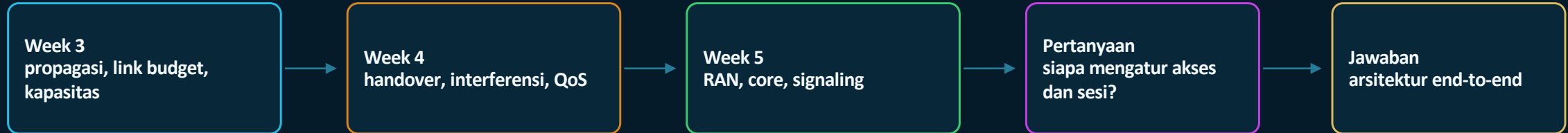


Jembatan Week 3–4–5: sinyal, keputusan, lalu arsitektur

Week 5 menjawab: siapa yang membuat keputusan jaringan dan bagaimana layanan benar-benar dibentuk?

0

PENGHUBUNG KONSEP



Yang berubah pada Week 5

Dari “mengapa sinyal lemah/lambat/putus” menuju “komponen jaringan mana yang mengatur identitas, mobilitas, sesi data, dan prioritas layanan”.

Analogi sistem kota

Week 3 = kondisi jalan; Week 4 = aturan pindah jalur dan kemacetan; Week 5 = pusat kendali, identitas kendaraan, tiket akses, dan rute layanan.

Big picture: dari HP sampai layanan internet

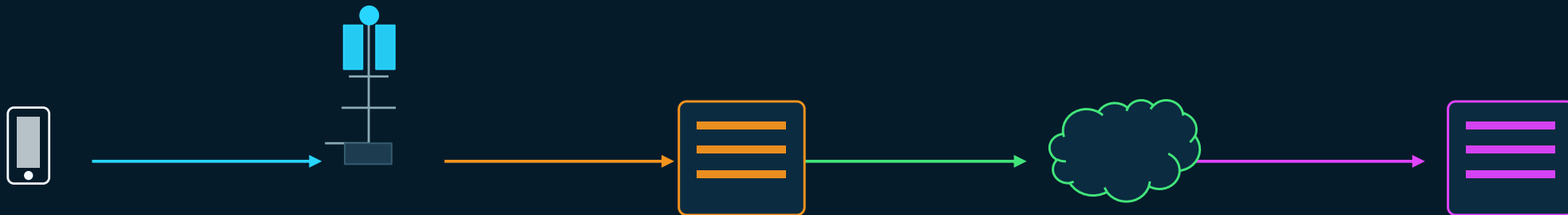
Pengguna melihat aplikasi; jaringan bekerja melalui beberapa lapisan komponen.

1

ARSITEKTUR END-TO-END

Kalimat mudah

BTS bukan internet. BTS adalah gerbang radio; layanan internet tetap membutuhkan transport, core network, dan server aplikasi.



UE
perangkat pengguna

RAN
akses radio

Transport
backhaul/fronthaul

Core
kontrol & sesi data

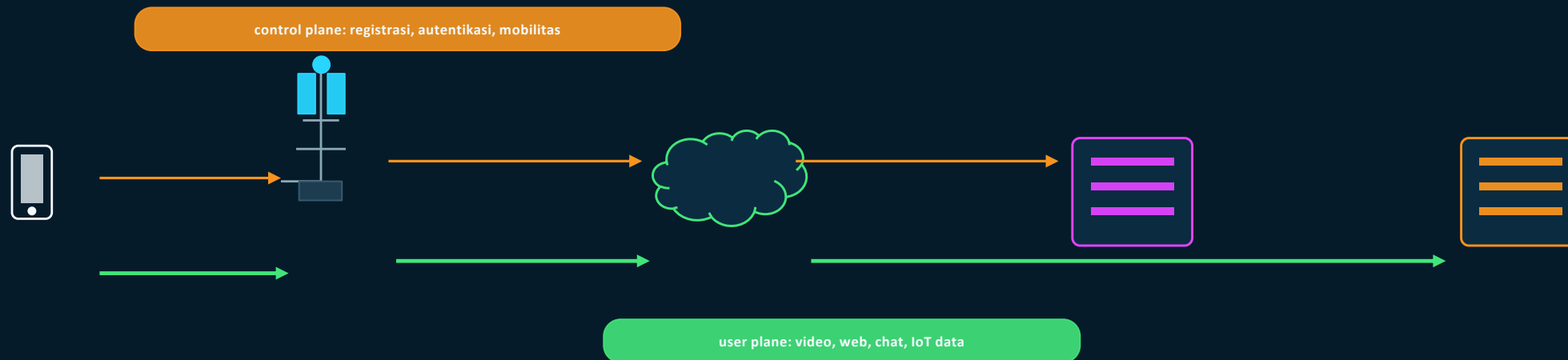
Service
internet/cloud/app

Control plane vs user plane: kendali berbeda dari isi data

Tidak semua paket yang lewat jaringan adalah data pengguna; sebagian adalah pesan pengaturan.

1

ARSITEKTUR END-TO-END



Control plane

Pesan “aturannya”: daftar jaringan, izin akses, handover, policy, session setup.

User plane

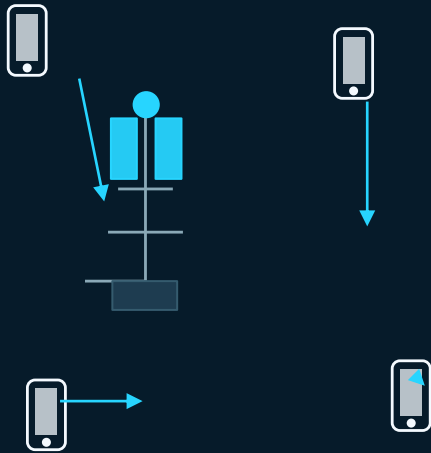
Isi layanan pengguna: paket aplikasi seperti video, web, voice over IP, dan data sensor.

RAN: pintu masuk radio menuju jaringan

RAN menghubungkan UE ke jaringan melalui gelombang radio dan melakukan banyak keputusan radio.

1

RAN



Access
membantu UE masuk ke jaringan

Scheduling
membagi resource radio

Radio bearer
jalur logis untuk data

Measurement
mengukur kualitas cell

Handover support
mendukung perpindahan cell

Analogi
RAN seperti gerbang masuk kampus: memeriksa akses awal, mengatur antrean, dan mengarahkan orang ke jalur yang tepat.

Transport network: fronthaul, midhaul, dan backhaul

Setelah radio, data perlu diangkut menuju core; jalur transport juga bisa menjadi bottleneck.

1

TRANSPORT

Mengapa penting?

Jika transport sempit atau delay tinggi, pengguna tetap merasa lambat walaupun sinyal radio baik.

Kata kunci

capacity • latency • availability • fiber/microwave • routing • redundancy



Analogi

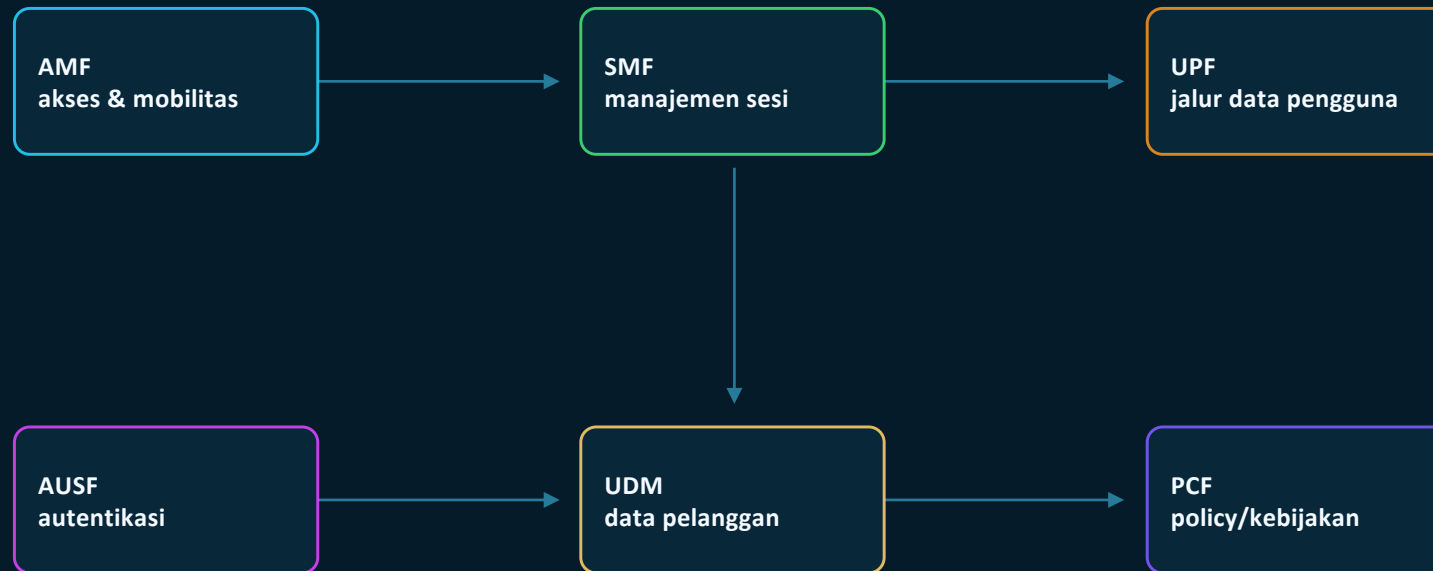
BTS seperti pintu toko; transport seperti jalan menuju gudang. Pintunya bagus tidak cukup jika jalan gudangnya macet.

Core network: pusat kendali identitas, mobilitas, sesi, dan policy

Core network membuat jaringan tahu siapa pengguna, boleh akses apa, dan lewat jalur mana data mengalir.

2

CORE NETWORK



Cara membaca

Tidak perlu menghafal semua fungsi. Pahami bahwa core memisahkan: akses/mobilitas, sesi data, jalur data, autentikasi, data pelanggan, dan policy.

Simulator klik: HP masuk jaringan sampai internet aktif

Jalankan slideshow, lalu klik gambar atau tombol untuk melihat tiga tahap: akses awal, autentikasi, dan sesi data.

2

SIMULASI INTERAKTIF



1. Akses awal
UE menemukan cell dan meminta akses radio.

2. Autentikasi
SIM/eSIM dan core memvalidasi identitas pengguna.

3. Sesi data
Core membuat jalur data menuju internet/service.

KLIK MULAI SIMULATOR
loncat ke slide 10

Simulator 1/3 — Cell search dan akses awal

UE mencari sinyal referensi, memilih cell, lalu meminta akses ke RAN.

2

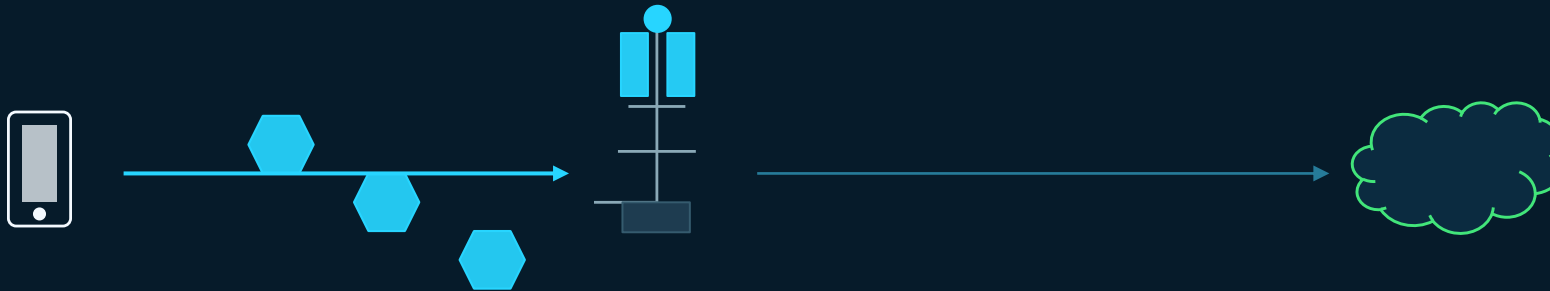
SIMULASI REGISTRATION

Apa yang terjadi?

UE membaca sinyal referensi, sinkronisasi, lalu melakukan random access agar RAN mengenali permintaan akses.

Belum ada internet penuh

Pada tahap ini jaringan baru membuka pintu akses radio; identitas dan izin masih perlu divalidasi.



Lanjut
otentikasi & registrasi

Simulator 2/3 — Autentikasi dan registrasi

Core memeriksa identitas berbasis SIM/eSIM sebelum layanan diberikan.

2

SIMULASI REGISTRATION

Authentication

membuktikan bahwa pelanggan/perangkat berhak mengakses jaringan

Registration

memberi tahu jaringan bahwa UE hadir di area tertentu dan siap menerima layanan



Analogi

Seperti masuk gedung kampus: kartu identitas dicek, lalu nama dicatat di sistem sebelum memakai fasilitas.

Lanjut

buat sesi data

Simulator 3/3 — PDU session dan jalur data aktif

Setelah terdaftar, UE membuat sesi data sehingga aplikasi bisa mengirim paket ke layanan.

2

SIMULASI REGISTRATION

PDU session
jalur logis data antara UE dan data network

UPF
titik user plane yang meneruskan paket ke internet/service

Data network
internet, cloud, server kampus, atau layanan operator



Selesai
kembali ke peta materi

Keamanan akses: SIM/eSIM sebagai kunci jaringan

Keamanan seluler dimulai dari identitas pelanggan dan proses autentikasi yang terkontrol.

2

SECURITY



SIM/eSIM
menyimpan kredensial untuk membuktikan identitas pelanggan

Authentication
jaringan dan UE membuktikan bahwa pihak yang berkomunikasi sah

Encryption & integrity
data/kontrol dilindungi agar sulit dibaca atau diubah pihak lain

Analogi

SIM/eSIM seperti kartu akses kampus yang tidak hanya menunjukkan nama, tetapi juga membawa kunci rahasia untuk verifikasi.

Mobilitas dari sudut arsitektur: sesi tetap hidup saat UE bergerak

Handover di radio harus disertai pembaruan jalur dan konteks di jaringan.

3

MOBILITY ARCHITECTURE

Konteks UE
informasi identitas, area, bearer/session, dan status keamanan perlu dijaga.

Anchor data
core/user plane mempertahankan jalur agar aplikasi tidak mulai dari nol setiap berpindah cell.



Analogi
Seperti pindah loket pelayanan, tetapi nomor antrian dan berkas Anda tetap dibawa ke loket baru.

Dari aplikasi ke paket: bagaimana data mengalir?

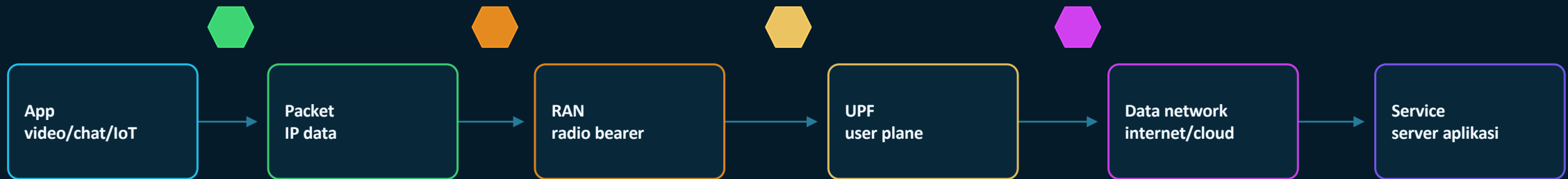
Video, chat, dan IoT berubah menjadi paket yang melewati radio, core, dan jaringan layanan.

3

USER PLANE

Yang dipelajari

Paket aplikasi diberi jalur logis dan dibawa melewati jaringan. Istilah protokol bisa berbeda, tetapi konsepnya: data perlu alamat, jalur, prioritas, dan gateway.



Analogi ekspedisi

Aplikasi membuat “paket”, jaringan memberi label dan rute, lalu gateway mengirim ke alamat layanan.

Pertanyaan kelas

Jika video buffering, di titik mana bottleneck mungkin terjadi?

QoS flows: layanan berbeda membutuhkan perlakuan berbeda

Game real-time, video, voice, dan IoT tidak selalu membutuhkan prioritas yang sama.

3

QOS ARCHITECTURE

Voice/VoIP
latency rendah
packet loss rendah

Video
throughput tinggi
jitter terkendali

Gaming/AR
latency sangat rendah
respons cepat

IoT sensor
paket kecil
hemat energi

Aplikasi
voice • video • AR • IoT

QoS flow
prioritas & karakteristik

Radio bearer
jalur radio yang sesuai

QoE
pengalaman pengguna

Analogi
Di jalan raya, ambulans, bus, motor, dan truk tidak selalu diperlakukan sama. Jaringan juga memberi prioritas sesuai kebutuhan layanan.

Network slicing: satu infrastruktur, beberapa “jalur layanan”

5G memperkenalkan ide slice agar kebutuhan layanan yang berbeda dapat dikelola secara terpisah.

4

NETWORK SLICING



eMBB
enhanced Mobile Broadband: video, streaming, download besar

URLLC
Ultra-Reliable Low-Latency Communications: respons cepat & andal

mMTC
massive Machine-Type Communications: sensor IoT sangat banyak

Analogi

Satu gedung kampus bisa punya jalur dosen, mahasiswa, tamu, dan logistik. Infrastruktur sama, aturan akses dan prioritas berbeda.

Edge computing/MEC: memproses data lebih dekat ke pengguna

Beberapa layanan lebih baik diproses dekat RAN agar latency lebih rendah dan trafik ke cloud berkurang.

4

EDGE COMPUTING



Cloud jauh
kapasitas besar, tetapi jalur lebih panjang dan latency bisa lebih tinggi

Edge dekat
komputasi diletakkan dekat site/area layanan untuk respons cepat

Cocok untuk
AR/VR • video analytics • smart factory • kendaraan • kampus pintar

Analogi

Lebih cepat mengambil buku di perpustakaan fakultas daripada selalu ke perpustakaan pusat yang jauh.

Roaming: memakai jaringan lain dengan identitas dari jaringan asal

Saat pengguna berada di luar jaringan asal, visited network dan home network saling bertukar informasi.

4

ROAMING

Home network
operator asal: identitas, subscription, policy utama

Visited network
operator yang dipakai sementara di lokasi tujuan



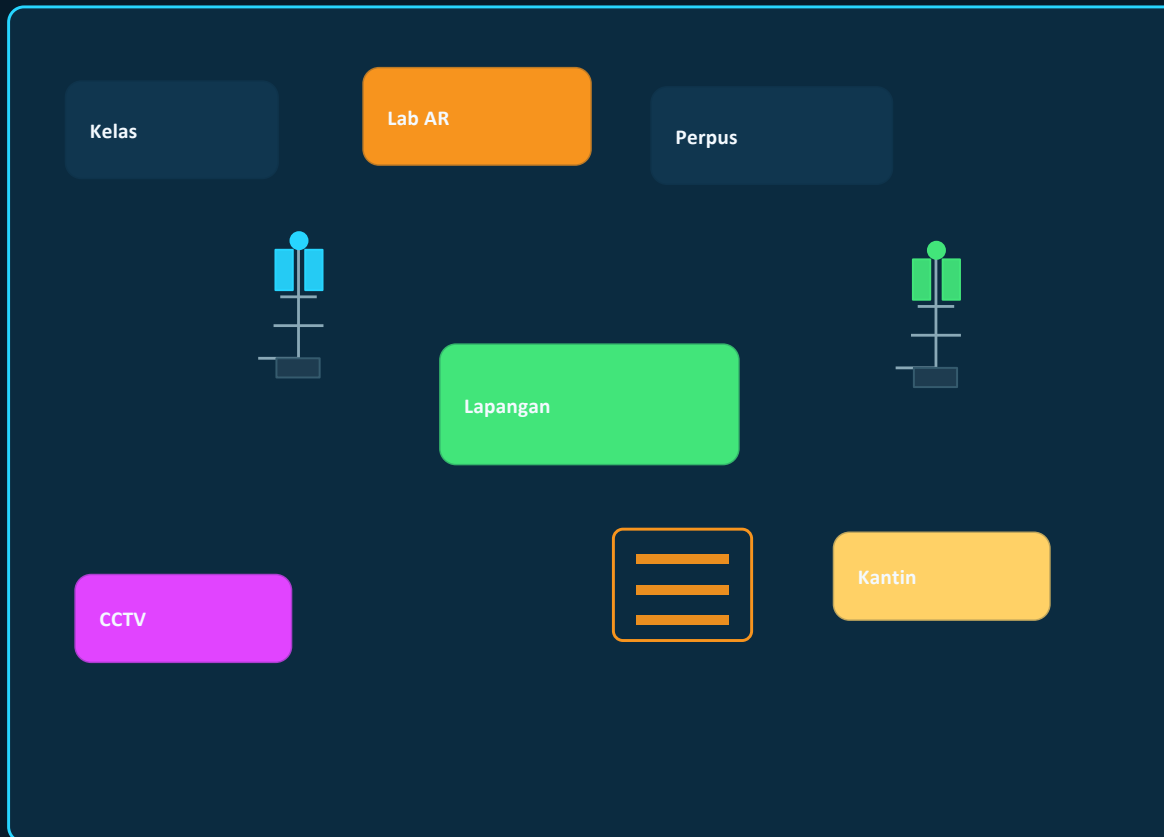
Analogi
Mahasiswa dari kampus asal meminjam fasilitas kampus lain: kartu identitas dicek ke kampus asal, lalu akses lokal diberikan sesuai aturan.

Studi kasus kampus: arsitektur layanan untuk area padat

Gabungkan konsep RAN, transport, core, QoS, slicing, dan edge untuk menyusun solusi.

4

STUDI KASUS



Kebutuhan layanan

- streaming kelas hybrid
- AR/VR praktikum
- CCTV analytics
- IoT sensor kampus
- akses internet mahasiswa

Pilihan arsitektur

- tambah small cell area padat
- pastikan backhaul cukup
- QoS untuk video/AR
- edge server untuk analytics
- slicing konseptual per use case

Pertanyaan kelas

Apa yang lebih penting untuk Lab AR: sinyal kuat, latency rendah, edge server, atau bandwidth? Jelaskan prioritasnya.

Aktivitas kelas: gambar ulang arsitektur layanan

Kelompok membuat diagram end-to-end untuk satu layanan seluler nyata.

4

AKTIVITAS

1. Pilih layanan

video kuliah • game online • CCTV kampus • sensor IoT • AR praktikum

2. Gambar alur

UE → RAN → transport → core → data network/service

3. Tandai control/user plane

mana pesan kendali, mana data layanan?

4. Tentukan risiko

coverage • capacity • latency • security • bottleneck

Output 12 menit

Setiap kelompok membuat satu sketsa diagram dan menjelaskan satu kemungkinan bottleneck serta cara memperbaikinya.

Penilaian diskusi

Yang dinilai bukan gambar paling indah, tetapi alur yang logis, istilah teknis tepat, dan alasan perbaikan yang konsisten.

Quiz & tugas mahasiswa Week 5

Gunakan konsep arsitektur untuk membaca alur layanan, bukan sekadar menghafal singkatan.

4

EVALUASI

Quiz singkat

- 1) Apa bedanya RAN dan Core Network?
- 2) Apa fungsi control plane dan user plane?
- 3) Mengapa SIM/eSIM penting untuk autentikasi?
- 4) Apa fungsi sederhana AMF, SMF, dan UPF?
- 5) Mengapa edge computing dapat menurunkan latency?

Tugas individu

Pilih satu layanan seluler yang sering Anda gunakan. Buat diagram alur end-to-end dari HP sampai server layanan.

Format laporan

- 1 halaman PDF
- gambar/diagram alur sederhana
- tandai RAN, transport, core, data network
- bedakan control plane dan user plane
- jelaskan 1 potensi bottleneck
- usulkan 1 perbaikan
- maksimal 500 kata

Rubrik ringkas

35% ketepatan alur • 25% penggunaan istilah • 25% analisis bottleneck • 15% kerapian diagram dan bahasa

Penutup

Arsitektur membantu kita menjawab: masalah jaringan terjadi di radio, transport, core, server, atau kebijakan layanan?