

PERTEMUAN 1

Fondasi Sistem Telekomunikasi Bergerak

Mobile Telecommunication

Mata Kuliah Pilihan | Semester 5 | 2 SKS

Prof. Faisal Syafar
Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika
Universitas Negeri Makassar

Dari komunikasi bergerak sebagai layanan suara menuju jaringan broadband, industri, IoT, dan konektivitas ubiquitous.



Agenda Pertemuan 1

Orientasi, evolusi teknologi, standarisasi, spektrum, arsitektur umum, dan use case

ORIENTASI

01 Apa yang membuat komunikasi menjadi “bergerak”?

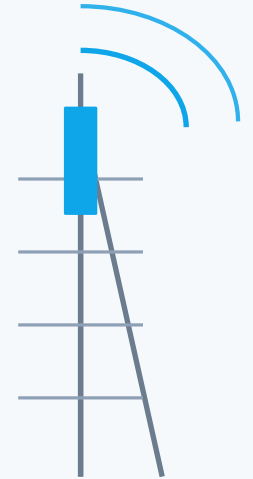
02 Dari 1G ke 5G/5G-Advanced

03 ITU, IMT, 3GPP, regulator, dan ekosistem industri

04 Spektrum sebagai sumber daya inti jaringan radio

05 Arsitektur umum: UE – RAN – Core – Data Network

06 Use case, diskusi, dan quiz diagnostik



Capaian Pembelajaran Pertemuan

OBE

Sub-CPMK 1: membedakan karakteristik generasi, standardisasi, spektrum, dan kebutuhan layanan bergerak

Membedakan

karakteristik utama 1G, 2G, 3G, 4G, 5G dan pengantar 5G-Advanced.

Menjelaskan

peran ITU/IMT, 3GPP, regulator nasional, operator, dan vendor.

Menghubungkan

spektrum, kebutuhan layanan, arsitektur umum, dan pengalaman pengguna.

Menganalisis

contoh use case bergerak dan memilih generasi/kapabilitas yang relevan.

Mengacu pada Sub-CPMK-1 dalam RPS Sistem Telekomunikasi Bergerak OBE.

Mengapa Sistem Telekomunikasi Bergerak Penting?

Karena pengguna, perangkat, trafik, dan layanan tidak lagi diam pada satu lokasi.



Mobilitas

Pengguna berpindah tanpa kehilangan layanan.



Akses luas

Jaringan mengikuti manusia, kendaraan, dan perangkat.



Kontinuitas

Session dan identitas dipertahankan lintas sel/jaringan.



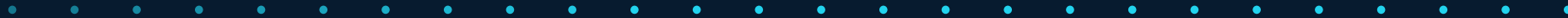
Skalabilitas

Jutaan perangkat berbagi spektrum dan infrastruktur.



Ekosistem

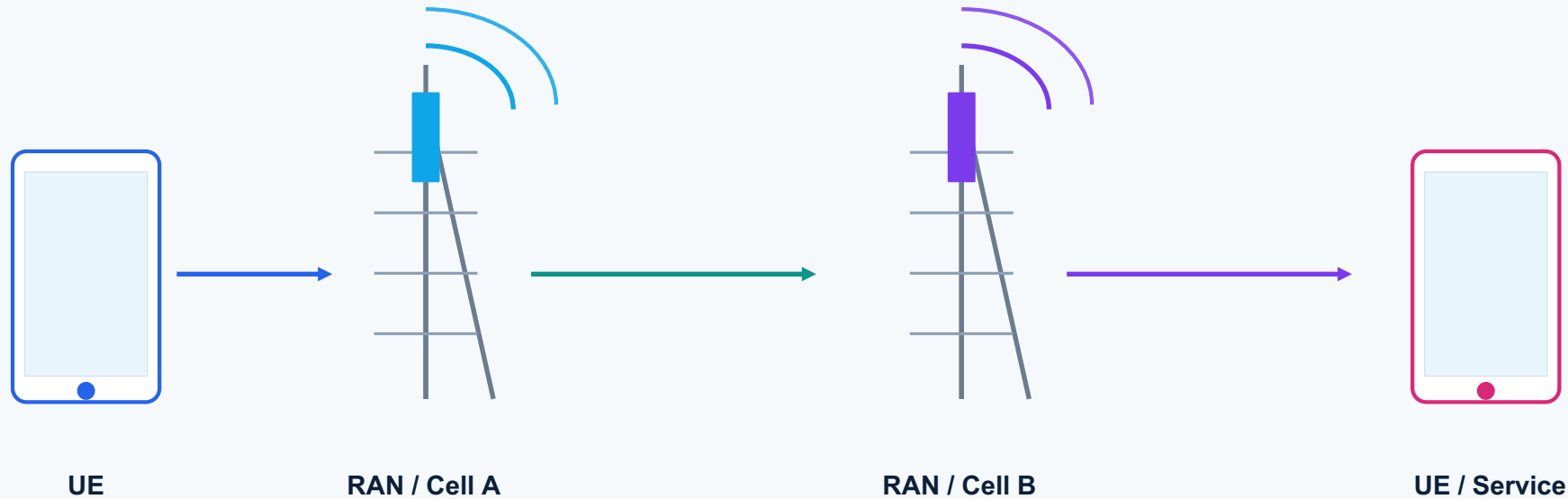
Operator, cloud, aplikasi, IoT, industri, satelit.



Apa Itu Sistem Telekomunikasi Bergerak?

KONSEP

Sistem komunikasi nirkabel yang mempertahankan konektivitas saat terminal atau pengguna berpindah



Mobilitas

Lokasi dan kanal radio berubah terhadap waktu.

Kontinuitas layanan

Jaringan menjaga session, identitas, dan QoS.

Pengelolaan radio

Spektrum, daya, interferensi, dan kapasitas harus dikendalikan.

Sistem Bergerak vs Sistem Tetap

Perbedaan utama muncul pada medium akses, mobilitas, variabilitas kanal, dan manajemen sumber daya

Aspek	Sistem Bergerak	Sistem Tetap
Terminal	Dapat berpindah	Lokasi relatif tetap
Kanal akses	Radio, berubah terhadap waktu	Kabel/fiber atau radio tetap
Mobility management	Esensial	Minimal
Interferensi	Dinamis dan spatial	Lebih terkendali
Spektrum	Terbatas dan dibagi	Tidak selalu menjadi bottleneck
Handover	Fungsi inti	Umumnya tidak diperlukan

Karakteristik Kunci Jaringan Bergerak

Empat tantangan yang terus muncul dari 1G hingga 5G



COVERAGE

Sinyal harus tersedia pada area layanan.



CAPACITY

Banyak pengguna berbagi resource radio.



MOBILITY

Perpindahan tidak boleh memutus layanan.

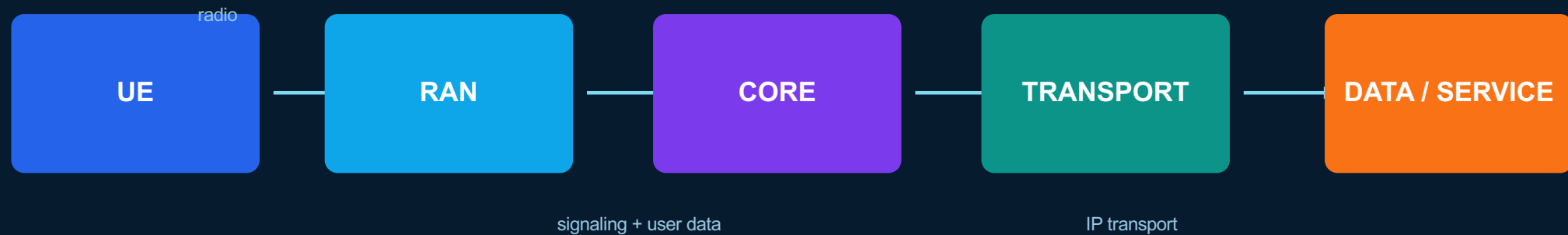


QUALITY

Pengalaman dipengaruhi delay, throughput, reliability.

Satu Panggilan / Session Melewati Banyak Domain

Perangkat bukan “berbicara langsung ke Internet”; jaringan mengatur akses, mobilitas, keamanan, dan forwarding.



Control plane

Registrasi, autentikasi, mobility, policy.

User plane

Voice, video, web, IoT payload.

Service domain

Internet, enterprise, edge, cloud.

Konsep umum selaras dengan arsitektur sistem mobile 3GPP; detail 4G/5G dibahas pada pertemuan berikutnya.

Mengapa Jaringan Seluler Dibagi Menjadi Cell?

TEASER P2

Area luas dipecah menjadi wilayah layanan radio yang lebih kecil agar spektrum dapat digunakan kembali dan kapasitas dapat diskalakan



Coverage

Setiap site/sector melayani area radio tertentu.

Reuse

Spektrum yang sama dapat dipakai kembali pada lokasi terpisah.

Capacity

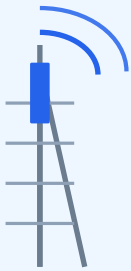
Ukuran cell, sectoring, dan densifikasi memengaruhi kapasitas.

Cell, Site, dan Sector: Jangan Disamakan

Terminologi dasar yang sering tertukar pada pembelajaran awal

SITE

Lokasi fisik infrastruktur radio. Satu site dapat memiliki beberapa sektor dan beberapa carrier/band.



SECTOR

Arah cakupan antena pada site. Konfigurasi tiga sektor umum, tetapi bukan aturan universal.



CELL

Entitas/area layanan radio logis. Satu sektor dapat memiliki lebih dari satu cell tergantung teknologi dan konfigurasi.



Spektrum Frekuensi: “Lahan” yang Dipakai Sistem Radio

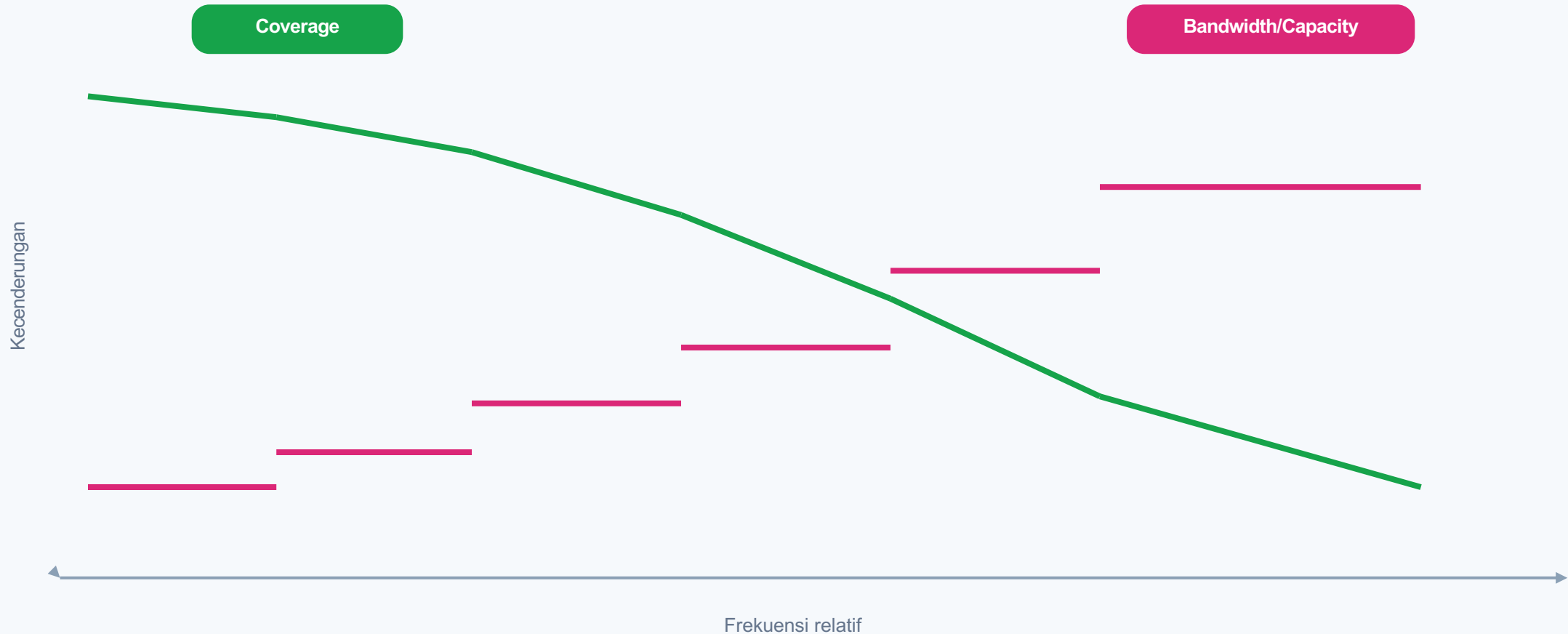
Sumber daya terbatas, diatur, dan harus dikelola untuk menghindari interferensi berbahaya.



Konteks Indonesia: alokasi spektrum diatur melalui Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia; Permen Komdigi No. 8 Tahun 2026 berlaku.

Frekuensi, Coverage, dan Capacity: Sebuah Trade-off

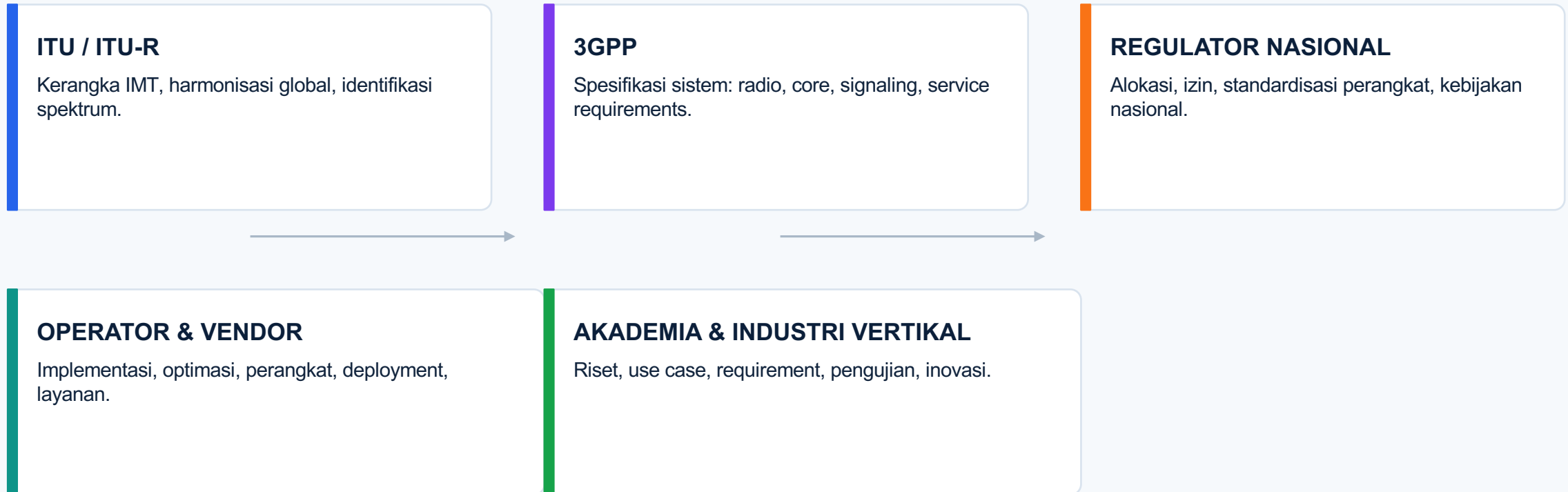
Tidak ada satu pita yang optimal untuk semua kebutuhan layanan



Konseptual, bukan kurva pengukuran.

Siapa yang Menentukan Teknologi Mobile?

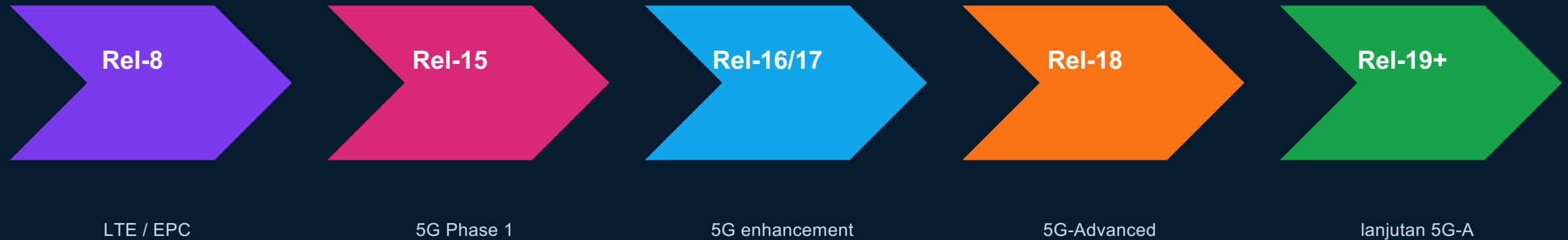
Standar global, regulasi spektrum nasional, dan implementasi industri saling melengkapi



Sources: ITU IMT framework; 3GPP standards development ecosystem; Komdigi national spectrum regulation.

3GPP Bekerja dengan “Release”

Satu generasi bukan satu dokumen tunggal. Fitur berkembang bertahap melalui rangkaian release.

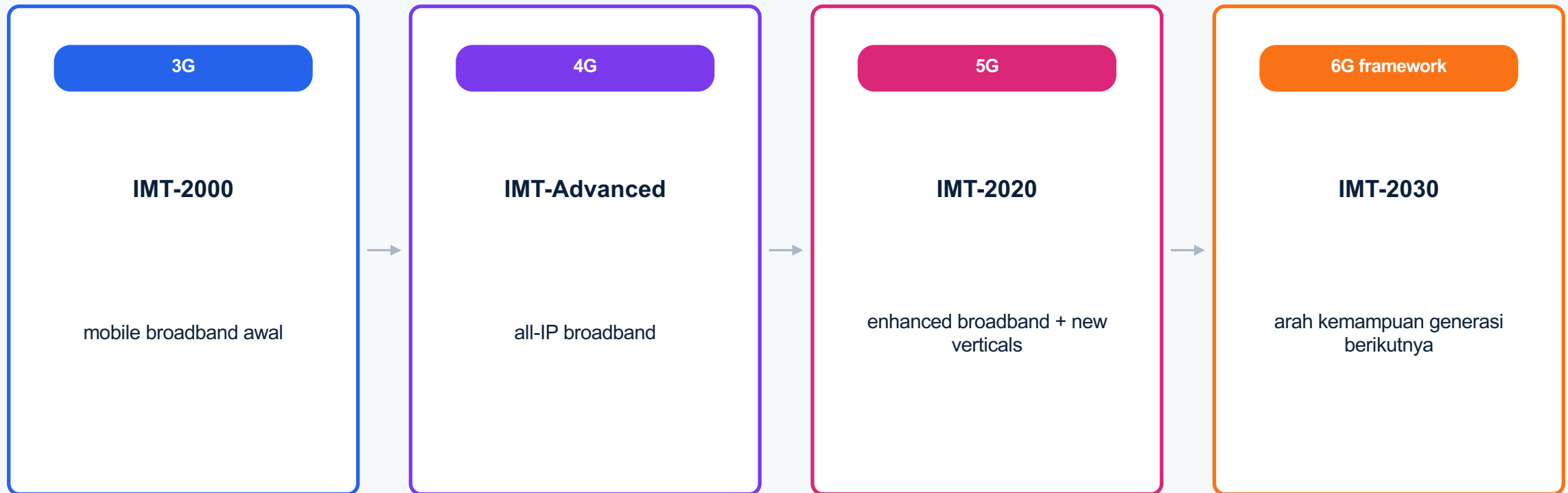


Release = paket spesifikasi yang mengunci sekumpulan capability pada titik waktu tertentu.

3GPP: Release 15 adalah set standar 5G pertama; Release 18 merupakan release pertama 5G-Advanced.

Keluarga IMT dari ITU

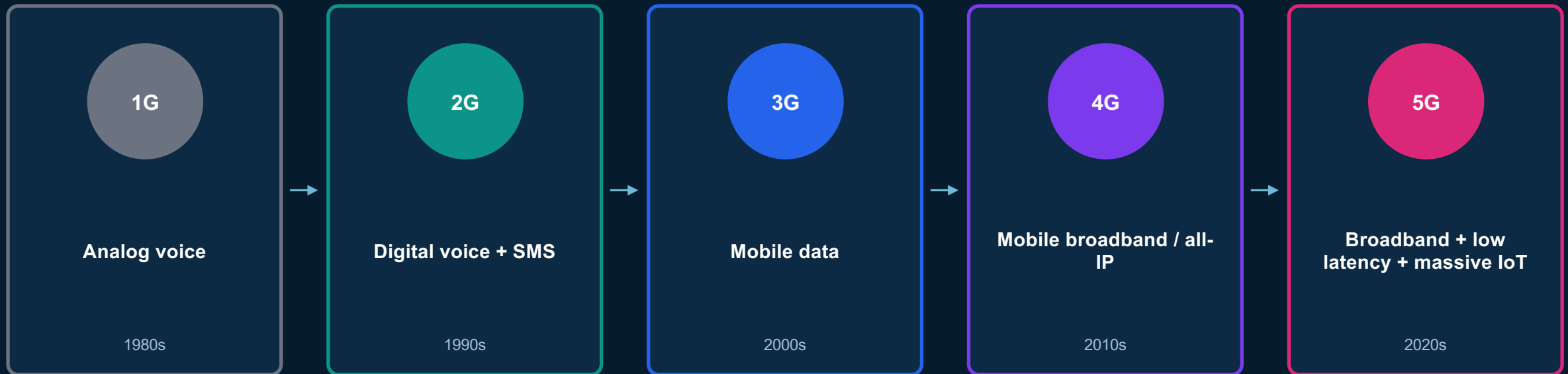
IMT memberi kerangka global untuk evolusi mobile broadband



ITU: IMT-2000 (3G), IMT-Advanced (4G), IMT-2020 (5G), dan IMT-2030 framework untuk generasi berikutnya.

Evolusi 1G → 5G

Setiap generasi memindahkan pusat nilai dari voice menuju data, broadband, dan layanan lintas industri.

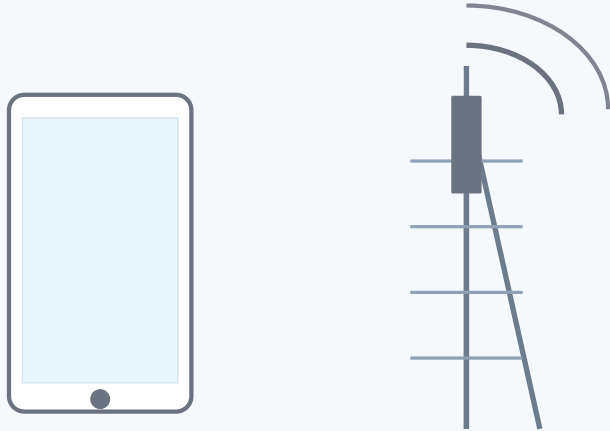


Generational timeline is approximate. ITU standardization milestones: IMT-2000, IMT-Advanced, IMT-2020.

1G: Mobilitas untuk Suara Analog

1G

Terobosan utamanya bukan data, melainkan kemampuan membawa telepon keluar dari lokasi tetap



Karakteristik

Analog voice, circuit-switched, keamanan dan efisiensi spektrum masih terbatas.

Nilai utama

Pengguna dapat melakukan panggilan saat bergerak dalam area layanan.

Contoh teknologi

AMPS, NMT, TACS (berbeda antarwilayah).

Keterbatasan

Kapasitas, kualitas, roaming, dan security jauh dari sistem modern.

Pertanyaan kelas: “Mengapa digitalisasi menjadi kebutuhan generasi berikutnya?”

2G: Voice Menjadi Digital, SMS Menjadi Layanan Massal

2G

Digitalisasi radio dan core membuka efisiensi, keamanan lebih baik, serta layanan data awal

DIGITAL VOICE

Kompresi dan pengelolaan radio lebih efisien.

SMS

Pesan singkat menjadi layanan ikonik 2G.

SIM / IDENTITY

Identitas pelanggan menjadi elemen penting ekosistem GSM.

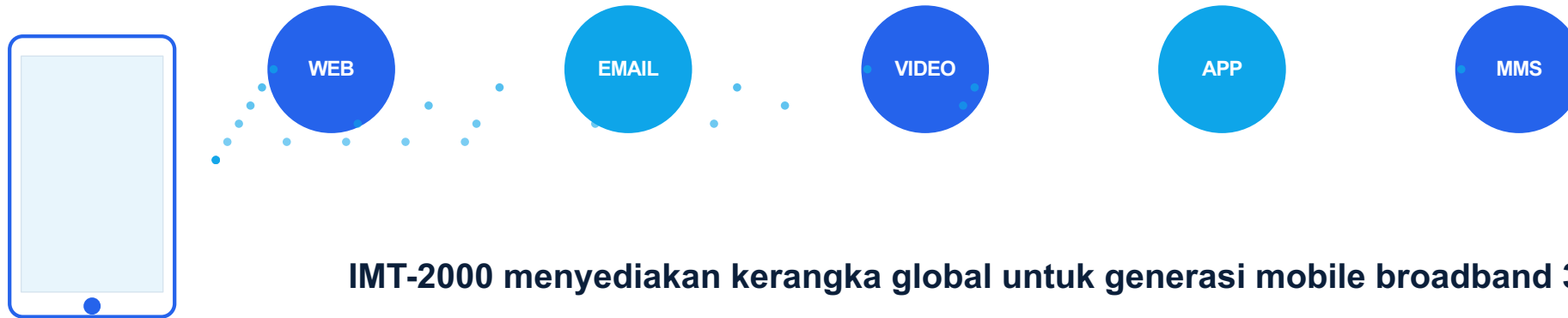
BASIC DATA

Packet data berkembang melalui GPRS/EDGE sebagai evolusi 2G.

3G: Data Bergerak Menjadi Pengalaman Utama

3G

Jaringan mulai dirancang untuk layanan Internet dan multimedia, bukan hanya voice



IMT-2000 menyediakan kerangka global untuk generasi mobile broadband 3G.

Perubahan kunci: trafik data tumbuh, terminal menjadi “smart”, dan kapasitas data makin menentukan desain jaringan.

ITU: IMT-2000 merupakan keluarga standar untuk 3G mobile telecommunications.

4G/LTE: Mobile Broadband Berbasis All-IP

LTE menyederhanakan arsitektur radio/core dan mengoptimalkan jaringan untuk packet data.



Fokus utama

- High-speed mobile broadband
- Packet-centric architecture
- OFDM/OFDMA radio access
- Foundation for VoLTE/IMS services

ITU: IMT-Advanced provides the global platform for 4G; LTE evolution aligns with 3GPP specifications.

5G: Bukan Hanya Lebih Cepat

5G

5G System memperluas desain jaringan untuk kebutuhan industri, reliability, latency, device density, dan fleksibilitas jaringan

5G NR

Air interface baru dengan fleksibilitas numerology, bandwidth, dan deployment.

5G Core

Service-based architecture, modular network functions, policy dan slicing.

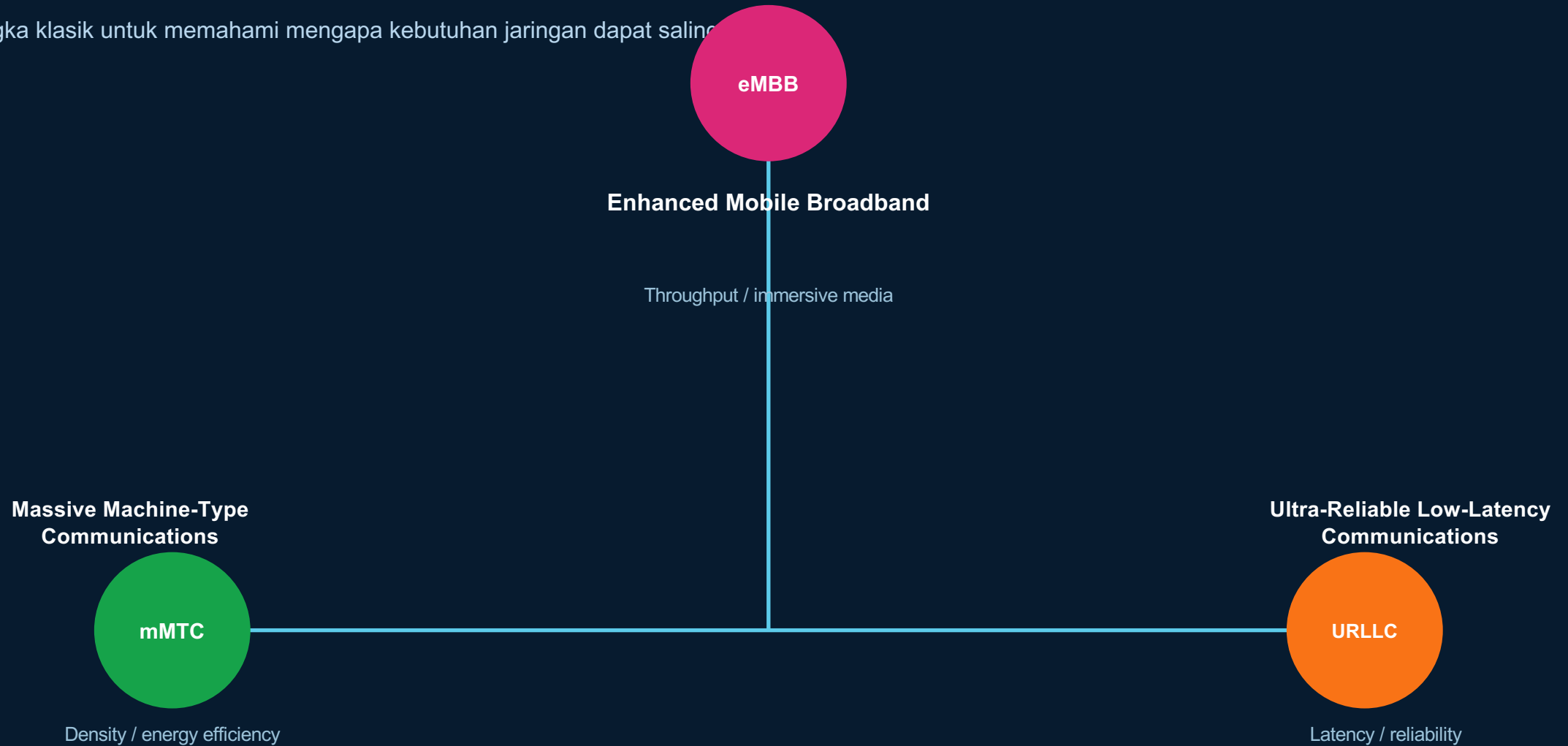
Verticals

Consumer broadband, industry, transport, public safety, IoT, edge services.

3GPP: 5G System didefinisikan mulai Release 15; mencakup air interface dan protokol/network interfaces end-to-end.

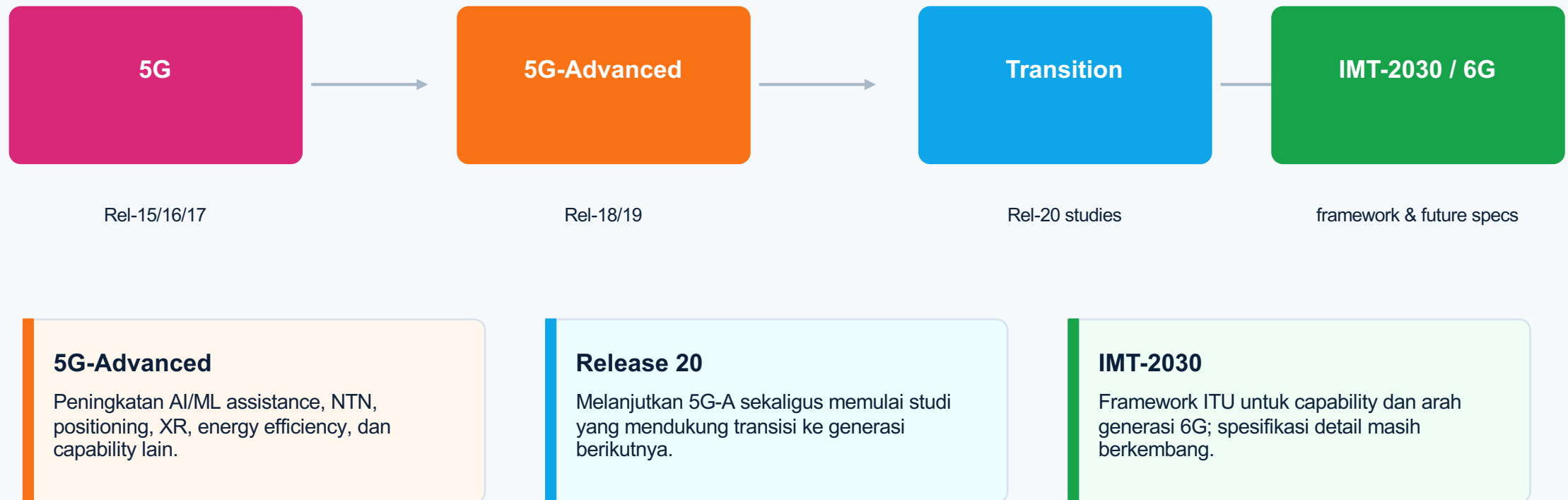
Tiga Keluarga Use Case 5G

Kerangka klasik untuk memahami mengapa kebutuhan jaringan dapat saling



5G-Advanced dan Arah Menuju 6G

Evolusi tidak berhenti setelah 5G komersial; capability terus diperluas melalui release berikutnya



3GPP Release 18 = first 5G-Advanced release; ITU-R M.2160 establishes the IMT-2030 framework.

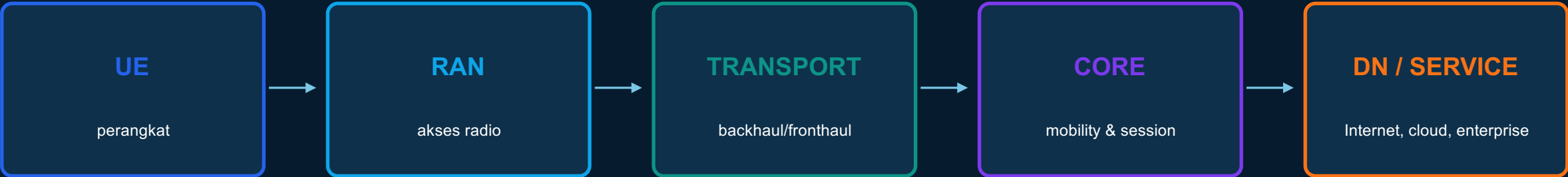
Ringkasan Perbandingan Generasi

Fokus pada perubahan layanan dan arsitektur, bukan menghafal satu angka kecepatan

Generasi	Fokus utama	Akses radio / contoh	Arsitektur layanan	Perubahan kunci
1G	Voice	Analog cellular	Circuit voice	Mobilitas suara
2G	Voice + SMS	GSM / IS-95	Digital circuit + basic packet	Digitalisasi
3G	Mobile data	UMTS / CDMA2000	Voice + packet data	Internet bergerak
4G	Broadband	LTE	All-IP / EPC	Packet broadband
5G	Multi-service	NR	5GS / service-based core	Vertical + flexibility

Arsitektur Umum Sistem Mobile

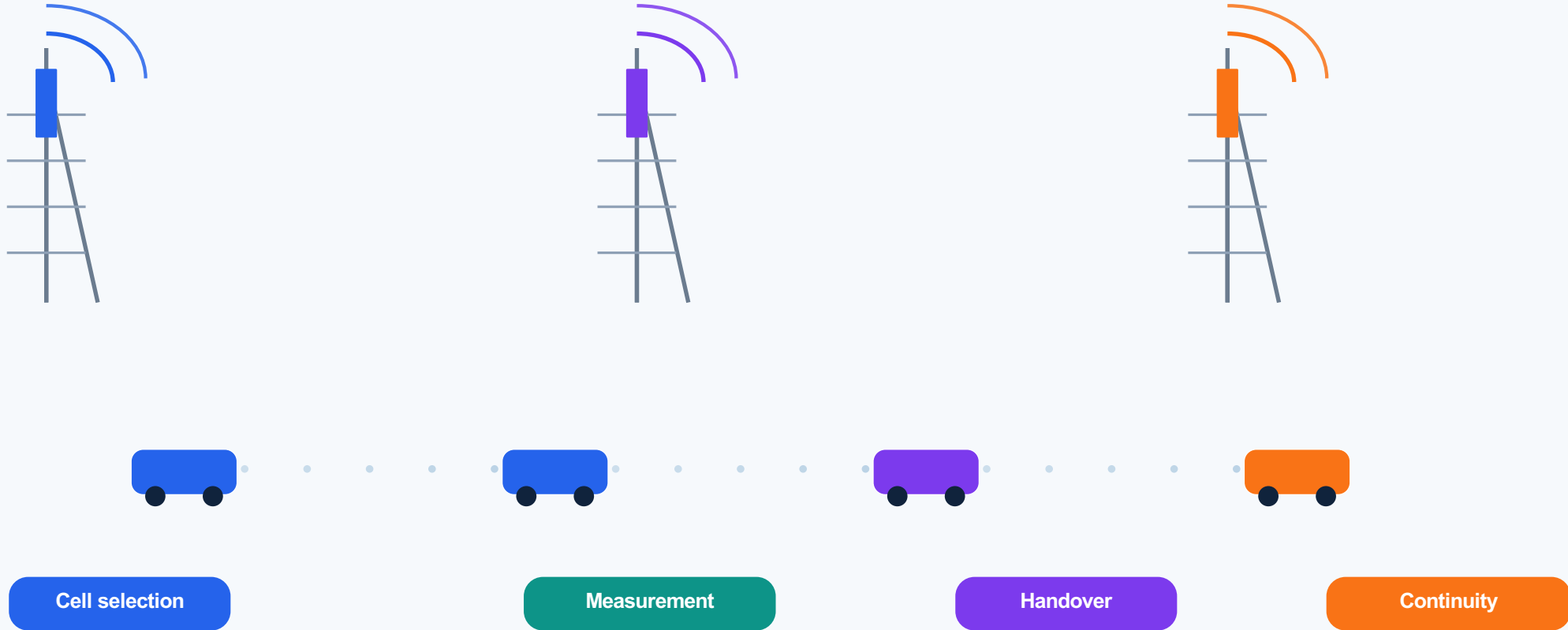
Lima domain ini akan muncul kembali saat membahas LTE, 5G, planning, mobility, QoS, dan security.



Radio resource	RAN	
Identity & security	Core	
Mobility	RAN + Core	
QoS / policy	Core + transport	
Application	Service domain	

Mobilitas: Layanan Harus Mengikuti Pengguna

Jaringan perlu mengetahui lokasi relatif terminal dan memindahkan koneksi saat kondisi radio berubah



Dari Smartphone ke Industri: Use Case Sistem Bergerak

Nilai jaringan bergantung pada service requirement, bukan sekadar nama generasi

Consumer

video, gaming, social, voice

1

Education

hybrid learning, AR/VR, campus IoT

2

Industry

automation, private network, monitoring

3

Transport

connected vehicle, logistics, rail

4

Public Service

disaster response, smart city, health

5

Massive IoT

metering, sensors, asset tracking

6

3GPP 5G System overview identifies verticals including automotive, transport/logistics, industrial automation, public safety, health, smart cities, media.

Konteks Indonesia: Spektrum dan Ekosistem Deployment

Implementasi teknologi global selalu bertemu regulasi, geografi, ekonomi, dan kebutuhan nasional.



Contoh isu mutakhir 2026: Indonesia membuka seleksi pita 700 MHz dan 2,6 GHz untuk jaringan bergerak seluler guna memperluas coverage dan kapasitas mobile broadband.

Sumber: Kementerian Komunikasi dan Digital, siaran pers 23 April 2026; Permen Komdigi No. 8 Tahun 2026 tentang TASFRI.

Aktivitas Kelas + Quiz Diagnostik

15 MENIT

Think–Pair–Share: ubah sejarah teknologi menjadi analisis kebutuhan layanan

Aktivitas Kelompok

1. Pilih satu layanan: video call, smart meter, kendaraan terhubung, atau AR learning.
2. Tentukan kebutuhan utama: coverage, capacity, latency, reliability, mobility, device density.
3. Jelaskan generasi/capability mana yang paling relevan dan alasannya.
4. Presentasikan dalam 60 detik.

Quiz Diagnostik

- Q1. Mengapa wireless belum tentu mobile?
- Q2. Apa beda peran ITU dan 3GPP?
- Q3. Mengapa spektrum perlu diatur?
- Q4. Perubahan utama 3G → 4G?
- Q5. Mengapa 5G tidak cukup dijelaskan dengan “lebih cepat”?

Key Takeaways & Persiapan Pertemuan 2

Bawa lima ide ini sebagai fondasi sebelum masuk ke konsep cell, frequency reuse, interference, trunking, dan capacity.

- 1 **Mobile = radio + mobility management + network control.**
- 2 **Evolusi generasi didorong kebutuhan layanan dan efisiensi sistem.**
- 3 **ITU memberi kerangka IMT; 3GPP merinci sistem dan protokol.**
- 4 **Spektrum terbatas sehingga coverage, capacity, dan interference harus dikelola.**
- 5 **5G memperluas jaringan dari broadband konsumen menuju multi-service dan verticals.**

NEXT: Pertemuan 2

Cell, cluster, frequency reuse, trunking, co-channel/adjacent interference, sectoring, cell splitting, capacity, dan handover.

Bacaan singkat sebelum kelas: konsep frequency reuse dan co-channel interference.