

Week 4

Manajemen Mobilitas, Handover, Interferensi & QoS

Lanjutan Week 3: dari propagasi, link budget, dan kapasitas menuju keputusan jaringan saat pengguna bergerak.

handover

interference

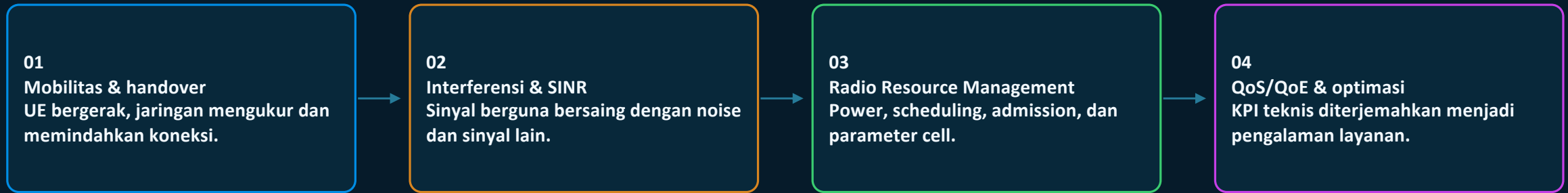
RRM

QoS/QoE



Peta materi Week 4: dari sinyal bergerak ke layanan stabil

Empat blok pembelajaran yang menyambungkan propagasi Week 3 dengan pengalaman pengguna nyata.



Target akhir

Mahasiswa mampu menjelaskan bagaimana jaringan memilih serving cell, mengelola interferensi, membagi resource, dan menilai kualitas layanan.

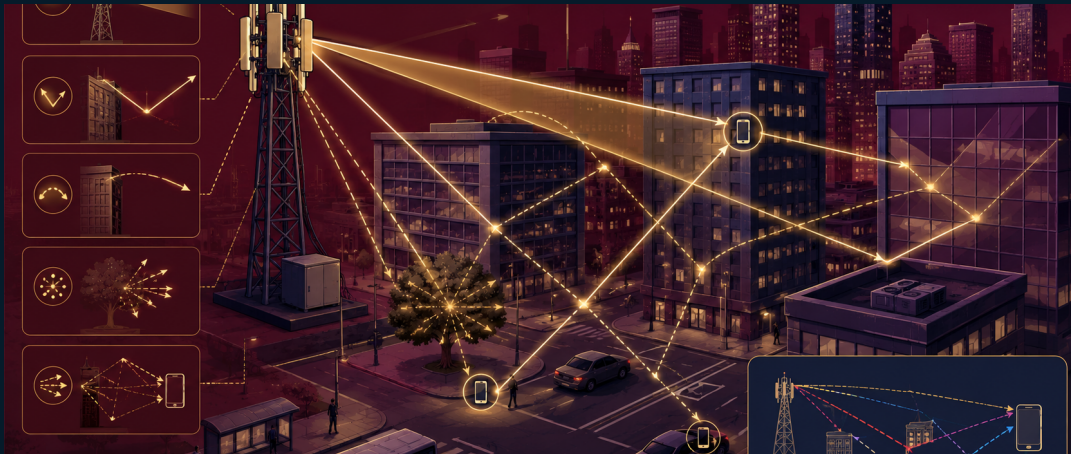
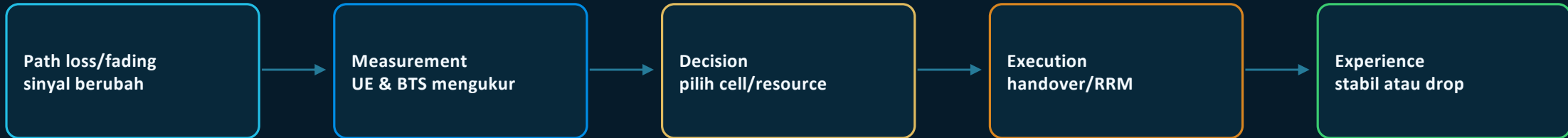


Jembatan dari Week 3 ke Week 4

Week 3 menjelaskan kondisi radio; Week 4 menjelaskan keputusan jaringan saat kondisi itu berubah.

0

PENGHUBUNG KONSEP



Cara membaca ilustrasi

- 1) Jalur langsung dan pantulan
- 2) User bergerak dan kualitas berubah
- 3) Jaringan memilih cell/resource baru

Pertanyaan pemantik

Kalau mobil bergerak dari dekat BTS A ke BTS B, kapan jaringan harus memindahkan koneksi?

Mobilitas jaringan: UE tidak selalu diam

Saat perangkat bergerak, jaringan harus menjaga dua hal: tetap tahu lokasi UE dan menjaga sesi aktif.

1

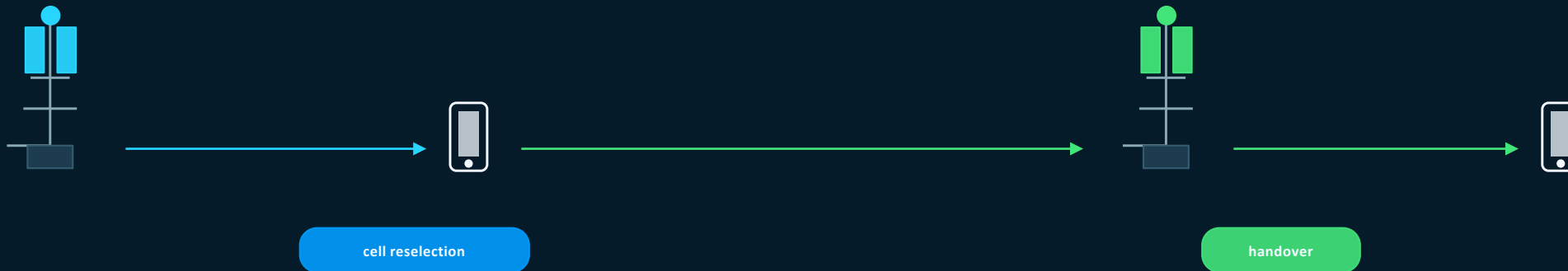
MOBILITAS DASAR

Idle mode

HP menyala, belum ada sesi data aktif. Jaringan perlu tahu area lokasi secara kasar.

Connected mode

HP sedang voice/data. Jaringan menjaga radio link dan dapat melakukan handover.



Cell reselection vs handover: mirip, tapi konteksnya berbeda

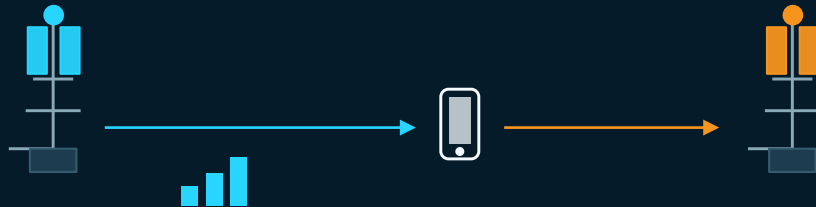
Keduanya memilih cell yang lebih baik, tetapi terjadi pada status layanan yang berbeda.

1

MOBILITAS DASAR

Cell reselection

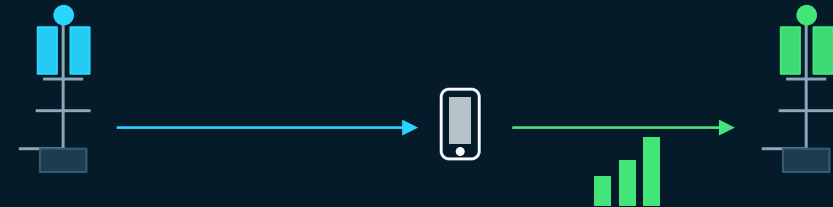
Terjadi saat UE idle. HP memilih cell terbaik untuk camp-on; belum ada sesi data/voice aktif.



Idle: pilih cell untuk standby

Handover

Terjadi saat UE connected. Koneksi aktif dipindahkan agar panggilan/data tidak putus.



Connected: pindah cell tanpa memutus sesi

Analogi

Reselection seperti memilih tempat duduk sebelum kuliah mulai. Handover seperti pindah tempat duduk ketika dosen sedang menjelaskan tanpa kehilangan penjelasan.

Simulator klik: perjalanan sinyal saat handover

Jalankan slideshow, lalu klik tombol untuk melihat tiga tahap handover dari BTS A ke BTS B.

1

SIMULASI INTERAKTIF



1. Serving cell kuat
UE dekat BTS A, data lewat cell A.

2. Cell edge
Sinyal A melemah, B menguat. UE mengirim measurement report.

3. Handover execution
Jaringan memindahkan koneksi aktif ke BTS B.

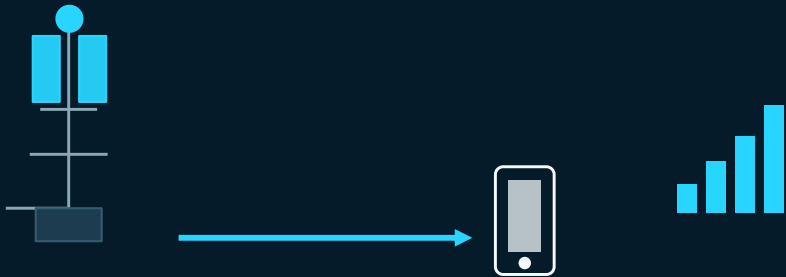
KLIK MULAI SIMULATOR
loncat ke slide 7

Simulator 1/3 — UE dekat BTS A

BTS A menjadi serving cell karena sinyal dan kualitasnya paling baik.

1

SIMULASI HANDOVER



Status radio
RSRP A tinggi
RSRP B rendah
SINR masih baik

Keputusan
Tetap pada BTS A. Belum perlu
handover.



Analogi
Seperti masih duduk dekat dosen: suara jelas, belum perlu pindah tempat.

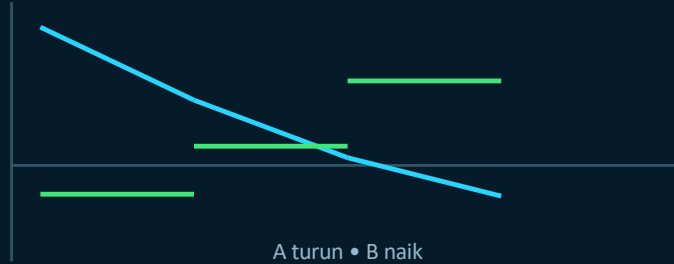
Lanjut
UE bergerak ke tepi cell

Simulator 2/3 — UE memasuki cell edge

Sinyal BTS A menurun, sinyal BTS B naik; jaringan mulai menilai calon target.

1

SIMULASI HANDOVER



Measurement report
UE melaporkan kualitas cell tetangga jika melewati ambang/event.

Hysteresis + TTT
Mencegah ping-pong handover karena fluktuasi singkat.

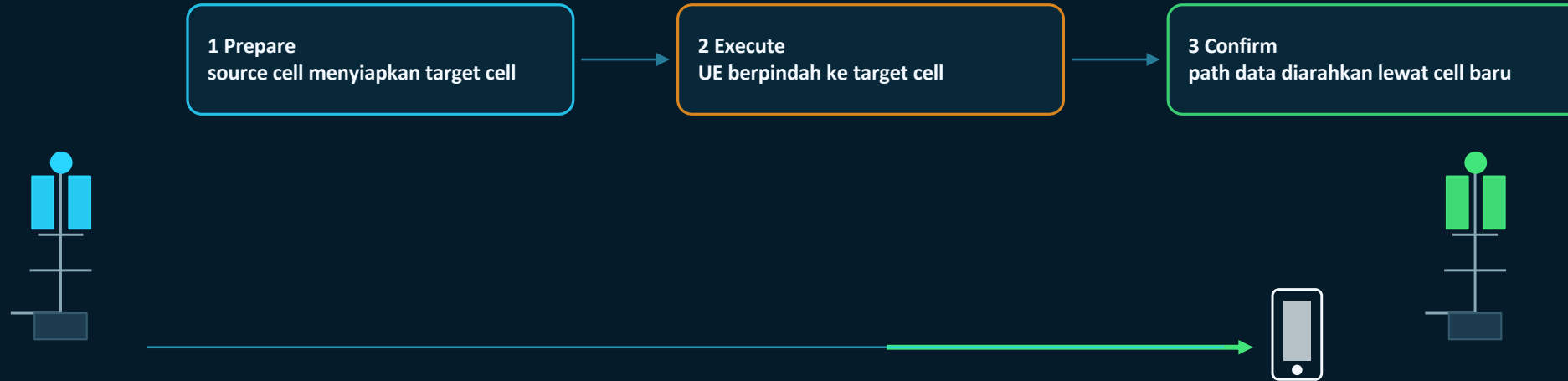
Lanjut
handover dieksekusi

Simulator 3/3 — Handover dieksekusi

Koneksi aktif berpindah dari BTS A ke BTS B sambil sesi tetap berjalan.

1

SIMULASI HANDOVER



Berhasil
Panggilan/video tetap tersambung. User biasanya tidak menyadari prosesnya.

Gagal
Koneksi bisa drop, throughput turun, atau sesi perlu reconnect.

Kembali
ke peta materi

Jenis handover: tidak semua perpindahan sama

Perpindahan dapat terjadi dalam frekuensi sama, antarfrequensi, antarteknologi, atau karena arsitektur khusus.

1

JENIS HANDOVER

Intra-frequency
pindah cell pada frekuensi yang sama

Inter-frequency
pindah ke frekuensi/band berbeda

Inter-RAT
pindah teknologi, mis. 4G ↔ 5G/3G

Horizontal
dalam jenis jaringan yang sama

Vertical
antarjenis akses, mis. seluler ↔ Wi-Fi

Hard handover
break-before-make
putus singkat lalu sambung

Soft handover
make-before-break
terhubung ganda sementara

Catatan modern
LTE/5G umumnya memakai proses yang sangat terkoordinasi agar perpindahan terasa mulus.

Parameter keputusan handover

Jaringan tidak hanya melihat “bar sinyal”; ia memakai pengukuran dan parameter pengaman.

1

PARAMETER HANDOVER

RSRP
kuat sinyal referensi

RSRQ
kualitas sinyal referensi

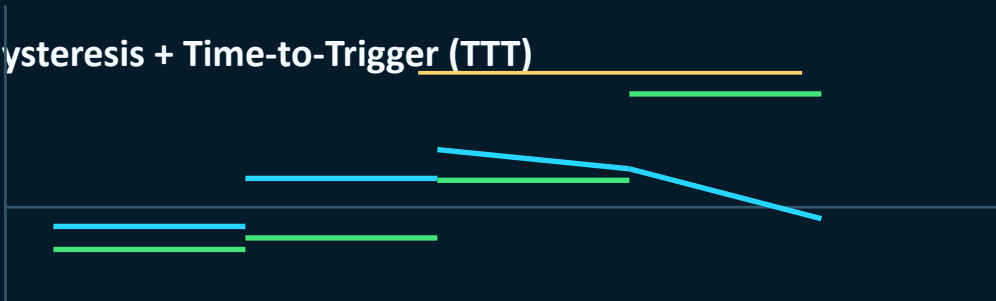
SINR
sinyal vs interferensi + noise

Neighbor list
cell tetangga yang dipantau

Event A3/A5
aturan kapan UE melapor

B lebih baik cukup lama

Hysteresis + Time-to-Trigger (TTT)



Mengapa perlu pengaman?

Tanpa hysteresis dan TTT, UE bisa bolak-balik A-B karena fading sesaat. Ini disebut ping-pong handover.

Analogi

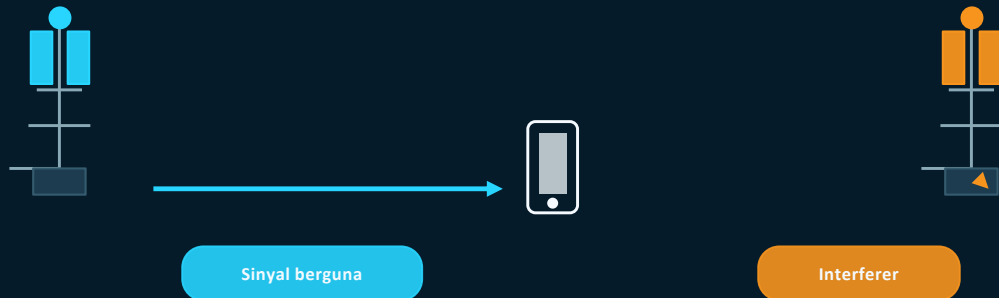
Pindah tempat duduk jangan hanya karena suara dosen melemah satu detik. Tunggu sampai jelas bahwa posisi baru memang lebih baik.

Interferensi: ketika sinyal lain ikut “berbicara”

Layanan terganggu bukan hanya karena sinyal lemah; bisa juga karena sinyal lain terlalu kuat.

2

INTERFERENSI



Co-channel interference

Gangguan dari cell lain yang memakai resource/frekuensi sama.

Adjacent-channel interference

Gangguan dari kanal tetangga karena filter/perangkat tidak ideal.

Uplink interference

Banyak UE memancar; noise rise dapat meningkat di sisi BTS.

Kalimat mudah

Kualitas radio seperti percakapan di kelas: bukan hanya suara dosen, tetapi juga seberapa ramai suara lain.

SINR: ukuran “kebersihan” sinyal

Yang penting bukan hanya kuat sinyal, tetapi perbandingan antara sinyal berguna dan gangguan.

2

INTERFERENSI

SINR =

Signal
sinyal berguna

÷

Interference + Noise
sinyal pengganggu + derau

Baik
Video lancar



Cukup
Throughput menurun



Buruk
Putus/drop/retry



Analogi

Mendengar teman di kantin: suara teman harus lebih dominan daripada suara orang lain dan musik latar.

Power control: jangan semua “berteriak”

Daya pancar perlu diatur agar link cukup kuat tanpa menambah interferensi berlebihan.

3

RADIO RESOURCE MANAGEMENT



Close UE
daya lebih kecil



Far UE
daya bisa lebih besar

Tujuan

Cukup kuat untuk terbaca, tetapi tidak terlalu besar sehingga mengganggu user/cell lain.

Analogi kelas

Dosen tidak perlu berteriak jika mahasiswa dekat. Mahasiswa yang jauh mungkin butuh suara lebih kuat, tetapi jika semua berteriak kelas jadi bising.

Trade-off

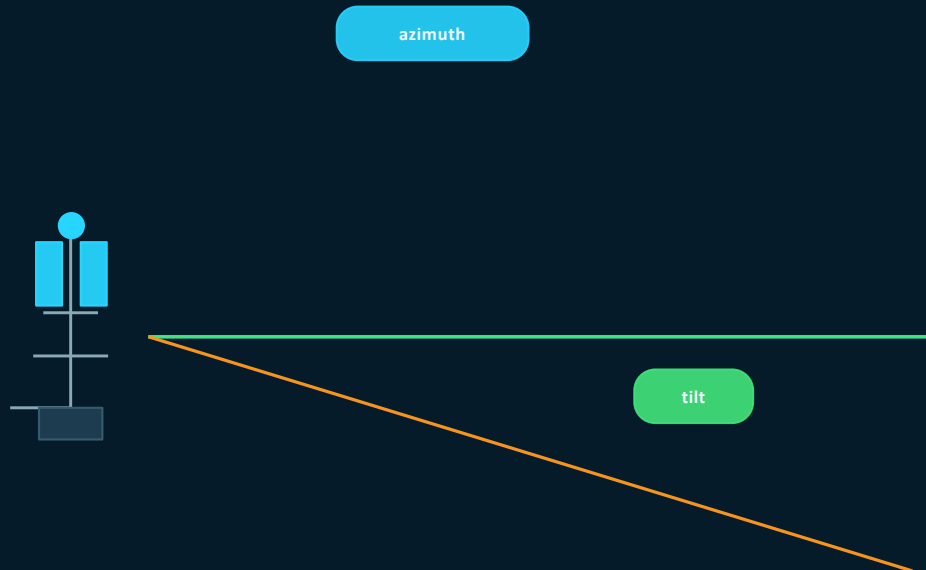
Daya naik membantu coverage tetapi bisa menaikkan interferensi.

Antenna tilt & sectoring: membentuk arah cakupan

Cakupan bukan bola sempurna; arah antena dapat disetel untuk mengurangi overshoot dan interferensi.

3

RADIO RESOURCE MANAGEMENT



Sectoring

Cell dibagi menjadi beberapa sektor agar resource lebih terarah dan kapasitas naik.

Downtilt

Antena diarahkan sedikit ke bawah untuk membatasi overshoot dan menguatkan area sasaran.

Overshooting

Sinyal menjangkau terlalu jauh sehingga mengganggu cell lain atau membuat handover tidak stabil.

Analogi lampu sorot

Arah dan kemiringan lampu menentukan area terang; terlalu jauh bisa menyilaukan area lain.

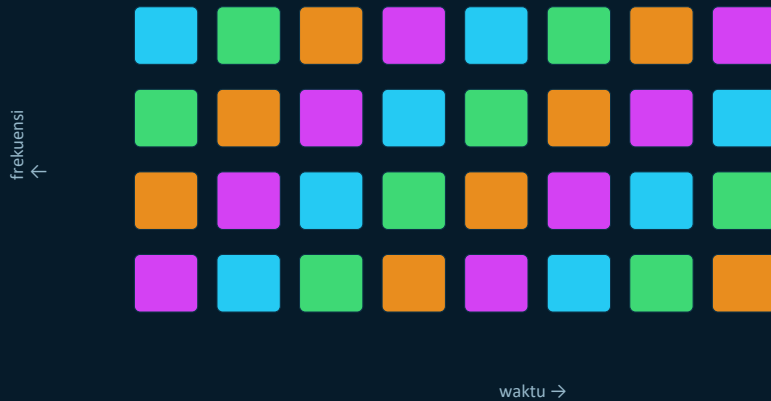
Scheduling: membagi resource block secara cerdas

Saat banyak pengguna aktif, jaringan harus memilih siapa mendapat resource, kapan, dan berapa banyak.

3

RADIO RESOURCE MANAGEMENT

Resource grid sederhana



UE A video
butuh throughput

UE B chat
butuh respons cepat

UE C gaming
butuh latency rendah

UE D IoT
butuh paket kecil

Fairness
Pembagian adil agar user cell-edge tidak selalu kalah.

Throughput
Resource lebih banyak ke user dengan kanal bagus dapat menaikkan kapasitas total.

QoS priority
Layanan real-time dapat diprioritaskan dibanding traffic latar belakang.

Analogi

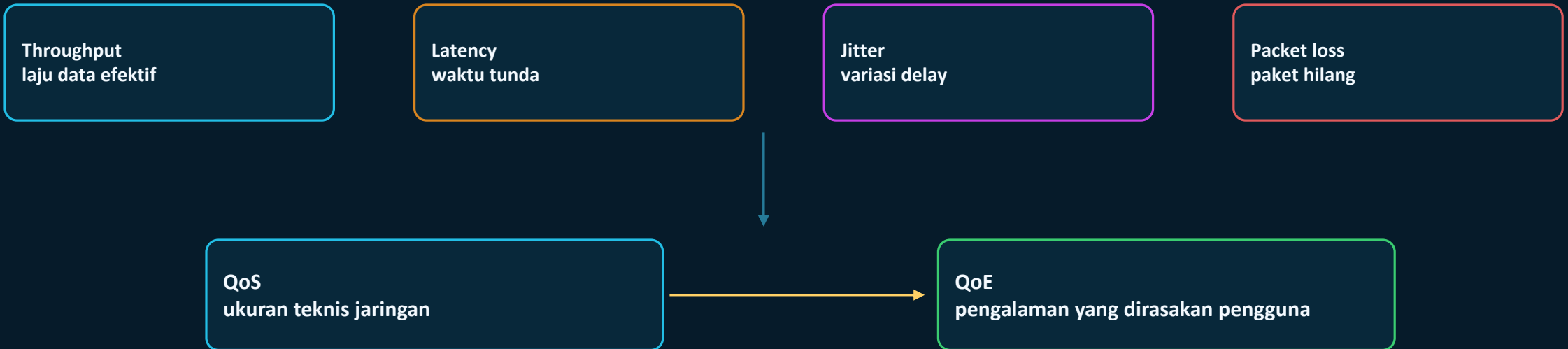
Seperti dosen membagi giliran bertanya: ada yang cepat dijawab, ada yang menunggu, dan semua tetap diusahakan mendapat giliran.

QoS dan QoE: dari angka teknis ke pengalaman pengguna

Kualitas jaringan dilihat dari parameter teknis dan dari rasa layanan yang diterima pengguna.

4

QoS / QoE



Contoh

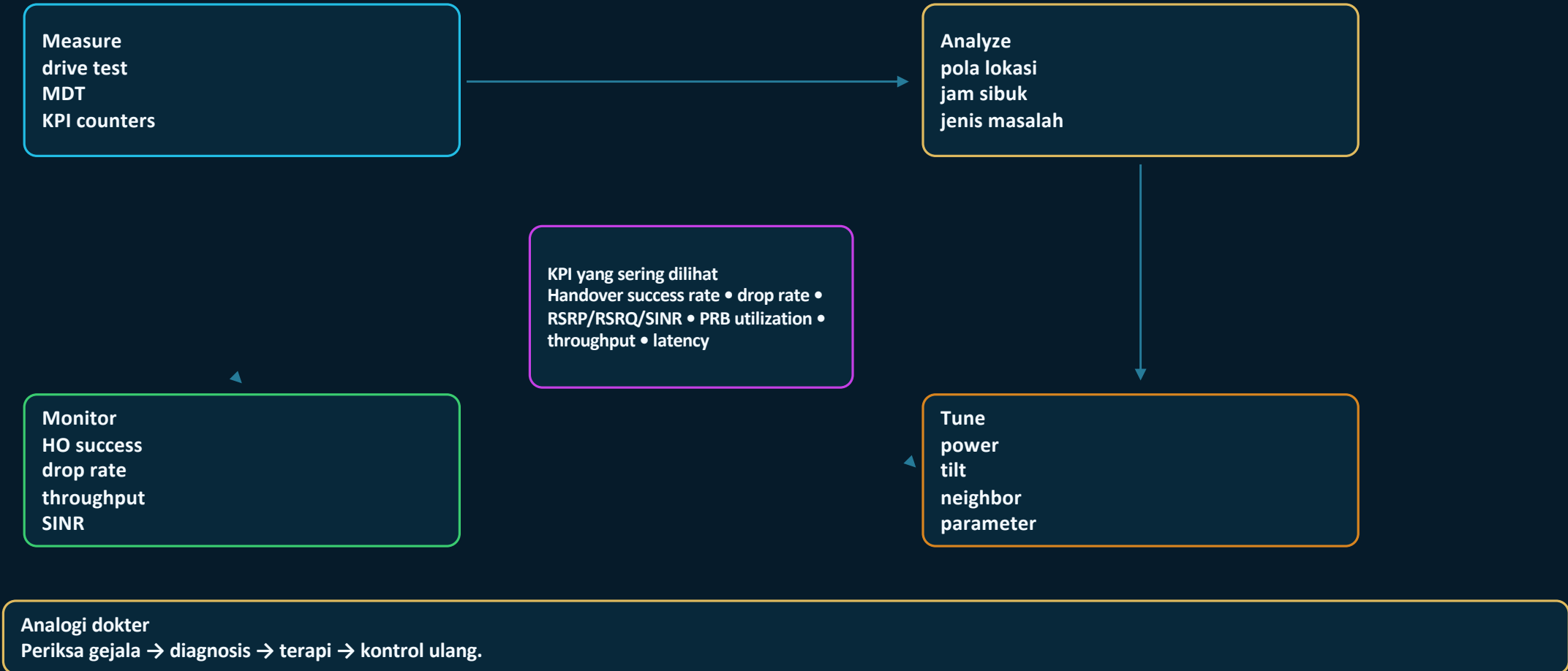
Sinyal penuh, tetapi video buffering: kemungkinan kapasitas, backhaul, interferensi, atau scheduling menjadi bottleneck.

Optimasi jaringan: data lapangan menjadi tindakan teknis

Masalah jaringan perlu diukur, dianalisis, dituning, lalu dipantau kembali.

4

OPTIMASI



Simulator cell: ubah parameter, amati dampak

Gunakan gambar sebagai mini-lab visual untuk menilai coverage, handover, dan interferensi.

4

SIMULATOR CELL



Parameter yang dapat “dicoba”

- Power naik/turun
- Antenna tilt
- Bandwidth/resource
- Hysteresis & TTT
- Neighbor list

Dampak yang diamati

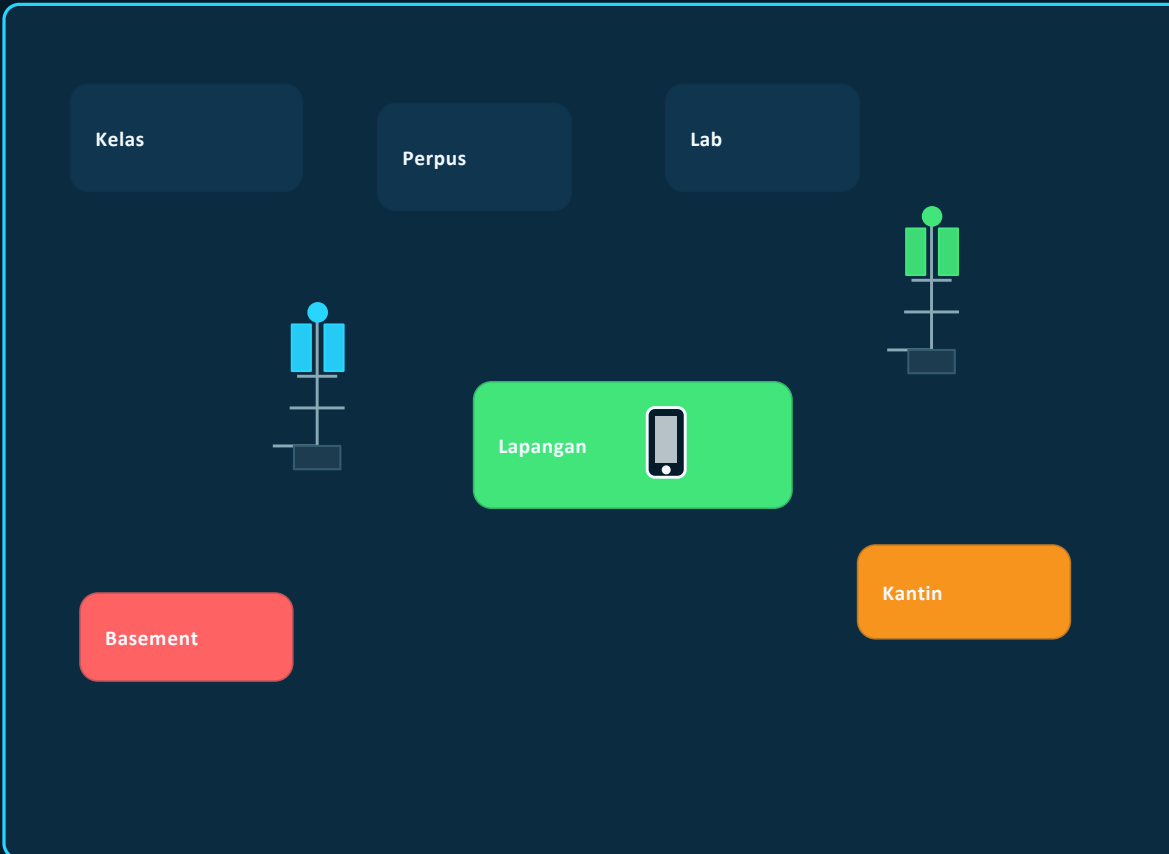
- Coverage hole
- Cell edge SINR
- Ping-pong handover
- Throughput jam sibuk
- Drop/reconnect

Cara pakai di kelas

Tunjuk satu lokasi, ubah satu parameter secara konseptual, lalu prediksi dampaknya sebelum melihat solusi.

Studi kasus kampus: sinyal penuh tapi internet lambat

Gunakan konsep Week 3 dan Week 4 untuk mendiagnosis penyebab teknis secara bertahap.



4

STUDI KASUS

Gejala

- Bar sinyal penuh
- Video buffering
- Terjadi jam istirahat
- Banyak mahasiswa di lapangan

Dugaan penyebab

- 1) Kapasitas radio penuh
- 2) PRB utilization tinggi
- 3) Backhaul bottleneck
- 4) Interferensi/cell edge kualitas buruk

Data yang perlu dicek

SINR • throughput • latency • PRB utilization • jumlah user aktif • waktu kejadian

Pertanyaan kelas

Apakah solusi pertama selalu menambah BTS? Mengapa tidak?

Aktivitas kelas: diagnosis mini dalam kelompok

Mahasiswa berlatih berpikir seperti network planner dengan gejala sederhana.

4

AKTIVITAS

1. Pilih skenario
basement lemah • lapangan lambat • antar-gedung putus • kendaraan bergerak

2. Tentukan gejala
coverage? capacity? interference? mobility?

3. Pilih data
RSRP/RSRQ/SINR • throughput • latency • HO success • waktu lokasi

4. Usulkan tindakan
power/tilt • neighbor • small cell • kapasitas • backhaul • Wi-Fi offload

Output 10 menit
Setiap kelompok menulis satu diagnosis singkat: gejala → dugaan penyebab → data yang diperlukan → usulan awal.

Penilaian diskusi
Bukan mencari jawaban tunggal, tetapi alasan teknis yang masuk akal dan konsisten dengan gejala.

Quiz & tugas mahasiswa Week 4

Gunakan observasi sederhana untuk menghubungkan handover, interferensi, resource, dan QoS.

4

EVALUASI

Quiz singkat

- 1) Apa beda cell reselection dan handover?
- 2) Mengapa hysteresis/TTT diperlukan?
- 3) Apa bedanya sinyal kuat dan SINR baik?
- 4) Mengapa menaikkan power tidak selalu menyelesaikan masalah?
- 5) Sebutkan dua KPI untuk mengevaluasi handover.

Tugas individu

Pilih satu lokasi kampus/rumah/kota yang sering mengalami masalah jaringan.
Buat diagnosis awal berdasarkan gejala yang diamati.

Format laporan

- 1 halaman PDF
- 1 foto/screenshot lokasi
- gejala: lemah/lambat/putus/naik-turun
- dugaan: coverage/capacity/interference/mobility
- data yang ingin dicek
- usulan awal perbaikan
- maksimal 450 kata

Rubrik ringkas

40% ketepatan konsep • 30% konsistensi gejala-data-solusi • 20% kejelasan visual • 10% bahasa teknis sederhana

Keselamatan

Tidak perlu masuk area berbahaya/terlarang. Gunakan pengamatan aman dan etis.