

SISTEM KOMUNIKASI SELULER



Konsep Dasar Sistem
Seluler



by : Dwi Andi Nurmantris

KLASIFIKASI KOMUNIKASI WIRELESS

Wireless Communication	Fixed Wireless	Non Cellular	contoh : point to point communication, infra red communication, LMDS (Local Multipoint Distribution Service), Microwave communication
		Cellular	contoh : PHS, CT2, PACS, DCS1800, DECT
	Mobile Wireless	Non Cellular	contoh : paging system (ERMES, NTT, NEC) , dispatching system, PAMR (<i>Public Access Mobile Radio</i>) dsb
		Cellular	contoh : GSM, CDMA/IS-95, AMPS, UMTS, PHS, DCS1800, NMT450, TACS, C-450, dsb

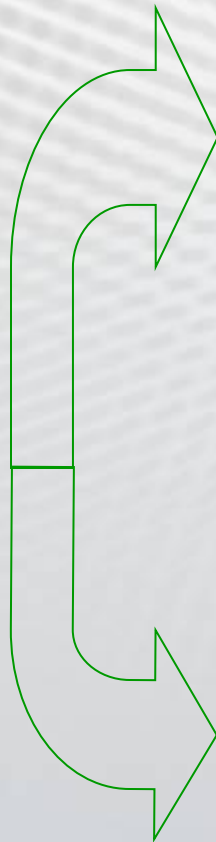
Sistem Mobile pada awalnya

- ✓ Single Transmitter
- ✓ Daya pancar tinggi
- ✓ Antena setinggi-tingginya
- ✓ Cakupan sebesar-besarnya
- ✓ Konsep Handoff tidak ada

Yang mendasari perkembangan

- ✓ Keterbatasan spektrum frekuensi sehingga membutuhkan efisiensi penggunaan spektrum frekuensi
- ✓ Peningkatan Permintaan akan kebutuhan layanan sehingga sistem membutuhkan peningkatan kapasitas.
- ✓ Kebutuhan coverage yang luas dan kebutuhan mobilitas user

Sistem Komunikasi bergerak



Satelit

- 💣 **GMPCS** (Global Mobile Personal Communication System)
- 💣 Iridium, Globalstar

Terrestrial

- 💣 **Siskomber Selluler**

KLASIFIKASI SISTEM KOMUNIKASI BERGERAK

Menurut Daerah Jangkauan (Coverage)

1. Large Zone (Single Cell/Conventional).
 - * Radius +/- 20 miles.
2. Multi Zone (Cellular).
 - * STB (NMT, GSM, CDMA)
3. Global System (Mobile Satelite).
 - * Iridium, Globalstar, GMPCS

Menurut Sistem Transmisi yang digunakan

1. Menggunakan Transmisi Terrestrial.
 - * Radio Terrestrial (VHF/UHF).
 - * Single Cell Conventional & Cellular.
2. Menggunakan Transmisi Satelite.
 - * Iridium , Globalstar, GMPCS

DEFINISI SELULER

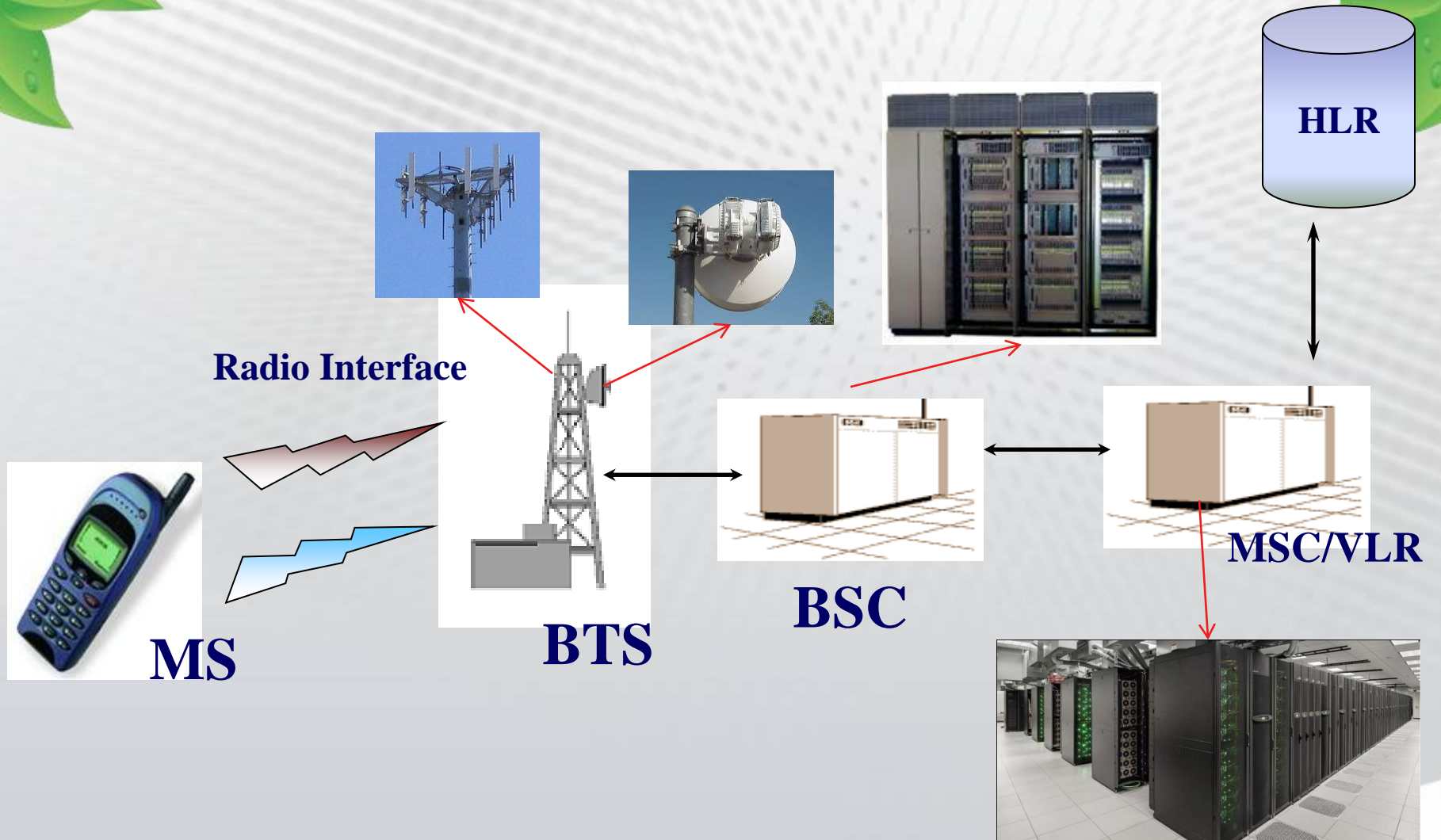
- ❑ Sistem komunikasi yang digunakan untuk memberikan layanan jasa telekomunikasi bagi pelanggan bergerak.
- ❑ Disebut sistem cellular karena daerah layanannya dibagi-bagi menjadi daerah yang kecil-kecil yang disebut **CELL**.
- ❑ **SIFAT** : Pelanggan mampu bergerak secara bebas di dalam area layanan sambil berkomunikasi tanpa terjadi pemutusan hubungan.

KONSEP SELULER → "SEL"



- Pengguna ponsel bergerak dari sel ke sel, percakapan dilakukan dengan teknik *hand off* antara sel-sel untuk mempertahankan layanan komunikasi agar berjalan lancar (tidak terputus).
- Saluran frekuensi yang digunakan dalam satu sel dapat digunakan kembali di sel lain yang letaknya jauh.
- Sel dapat ditambahkan untuk mengakomodasi pertumbuhan pelanggan , menciptakan sel-sel baru di daerah yang belum terlayani atau *overlay* sel di daerah yang telah terlayani

Arsitektur Umum Sistem Seluler



PERKEMBANGAN SELULER

Different Generations of Mobile Stations



First generation mobile telephones for fixed vehicle installation and analog mobile telephones



Analog technology. Terminal devices were bulky and heavy.



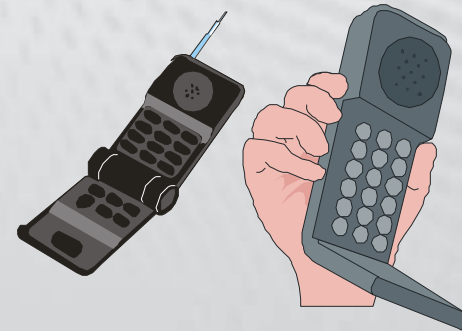
Second generation GSM mobile telephones



Digital GSM technology. Terminal devices were less bulky, but still too heavy (battery capacity problems).



Second generation GSM mobile telephones



Digital GSM technology. Terminal devices are handier and have greater battery capacity.

PERKEMBANGAN SELULER

1G wireless

AMPS (Advanced Mobile Phone Service)

- Analog voice service
- No data service

2G wireless

CDMA (Code Division Multiple Access)

TDMA (Time Division Multiple Access)

GSM

(Global System for Mobile
Communications)

PDC (Personal Digital Cellular)

- Digital voice service
- 9.6K to 14.4K bit/sec.
- CDMA, TDMA and PDC offer one-way data transmissions only
- Enhanced calling features like caller ID
- No always-on data connection

3G wireless

W-CDMA

(Wide-band Code Division Multiple
Access)

CDMA-2000

- Superior voice quality
- Up to 2M bit/sec.
- always-on data
- Broadband data services like video & multimedia
- Enhanced roaming

PERKEMBANGAN SELULER

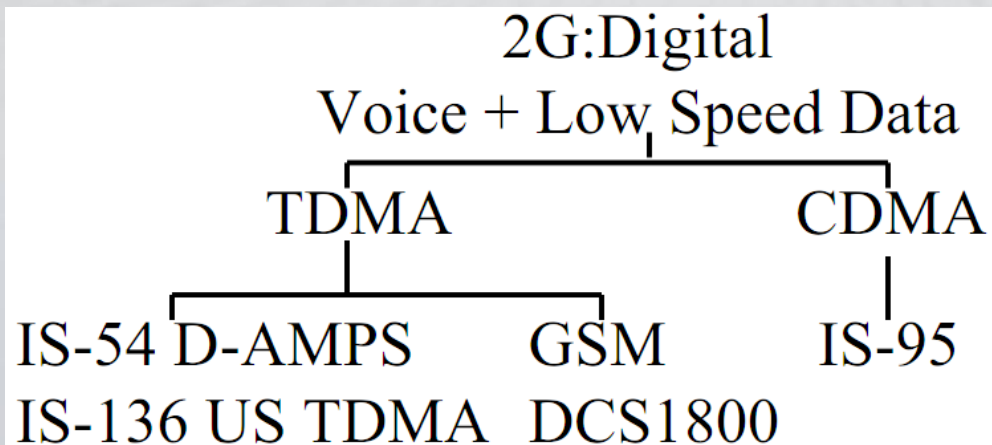
First Generation Systems Standard

- Advanced Mobile Phone System (AMPS) - North America and Australia
- Total Access Communications Systems (TACS) - UK
- Nordic Mobile Telephone (NMT) System – Nordic countries, Switzerland, the Netherlands, Eastern Europe and Russia
- C450 - West Germany, Portugal and South Africa
- Radiocom 2000 – France
- Radio Telefono Mobile Integrato (RTMI) - Italy
- NTT System - Nippon Telephone & Telegraph (NTT) – Japan
- Japan Total Access Communications System(JTACS) - Japan

PERKEMBANGAN SELULER

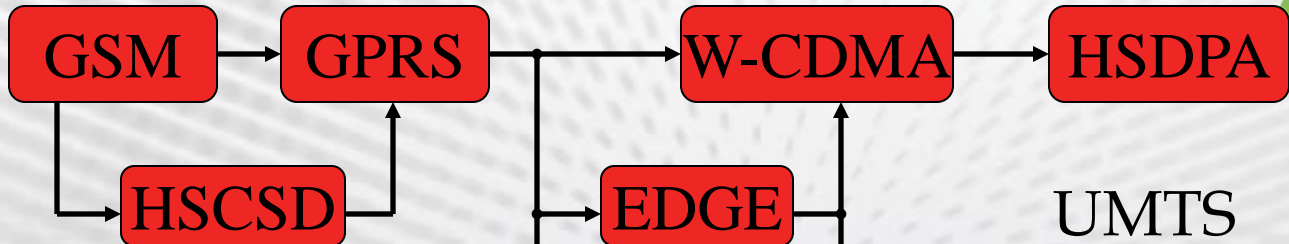
Second Generation Systems Standard

- **Global System for Mobile Communication (GSM)** - Europe
- **Interim Standard 95 (IS 95)** aka **cdmaOne** – US
- Pacific Digital Cellular (PDC) known as Japanese Digital Cellular (JDC) – Japan
- Integrated Digital Enhanced Network (iDEN) – US & Canada
- Interim Standard 54 aka D-AMPS - US



CELLULAR EVOLUTION AND 3G ROADMAP

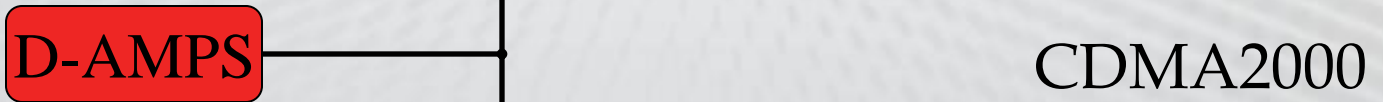
GSM
Europe



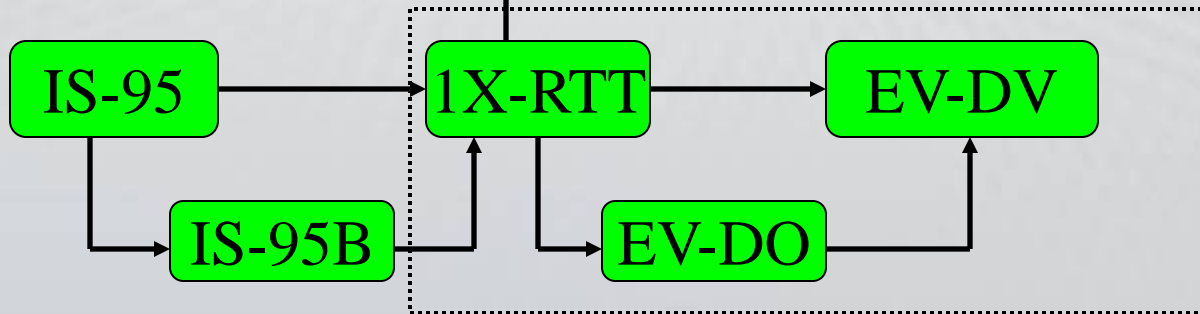
PDC
Japan



D-AMPS
North America

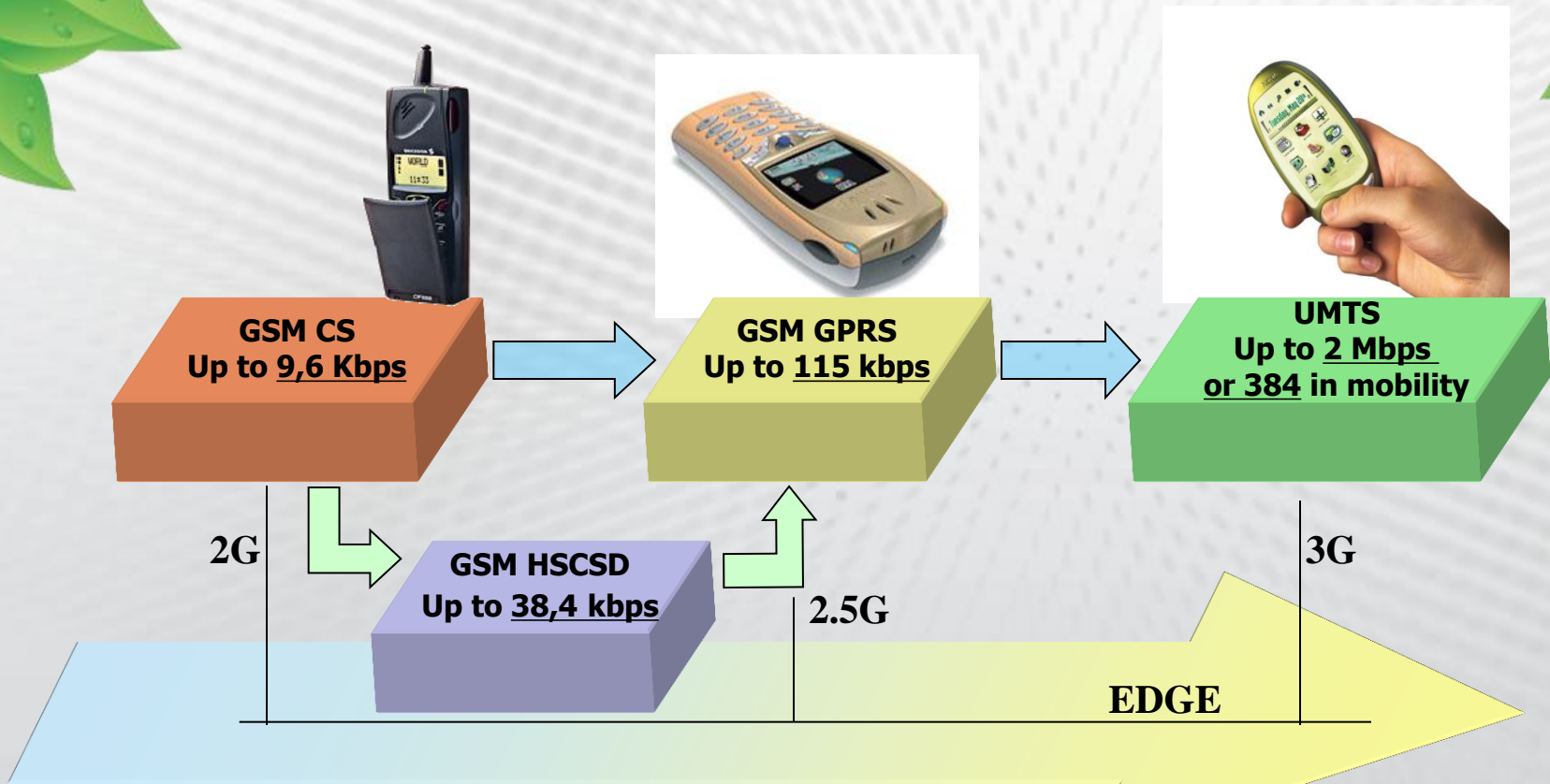


IS-95
North America



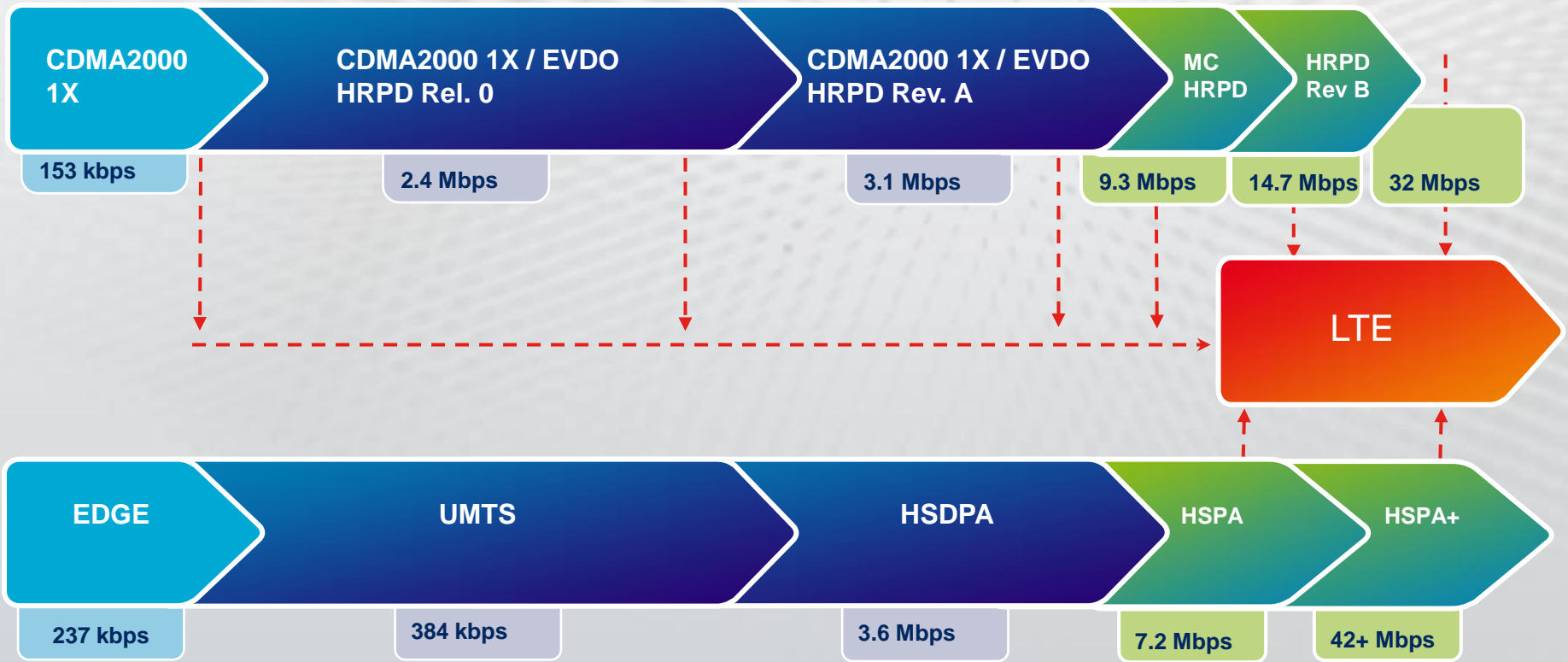
2G	2.5G	3G	3G+
9.6-14 kbps	114-384 kbps	0.384-2 Mbps	>5 Mbps

GSM EVOLUTION



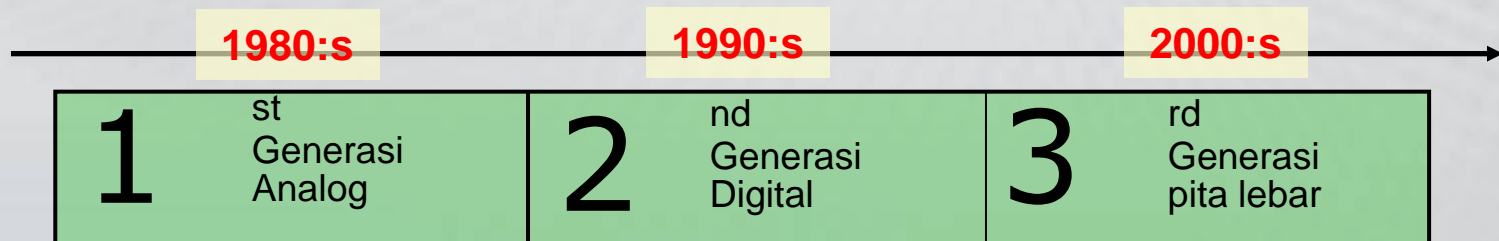
Operators prefer choose direct going to GPRS technology rather than going to GSM HSCSD technology because no HSCSD handset availability and short time stage

CELLULAR EVOLUTION AND 3G ROADMAP



2G VS 3G

	2G	3G
Layanan	Suara+ Low data rate	Aplikasi Multimedia
Kapasitas Transmisi	22,8 kb/s	2 Mb/s
Switching/ Routing	Circuit	Packet
Pentarifan	Time and Location based	Volume Based



PARAMETER DASAR SISTEM SELULER

- 1. Frequency Re-use**
- 2. Channel Assignment Strategy**
- 3. Konsep Handoff / Handover**
- 4. Interference dan Kapasitas Sistem.**
- 5. Trunking and GOS**
- 6. Peningkatan Kapasitas Sistem (Cell Splitting, Sectoring, Novel Microcell Zone Concept)**

CELL

CELL

DEFINISI :

Area Cakupan (coverage area) dari Radio Base Station

Macam-macam :

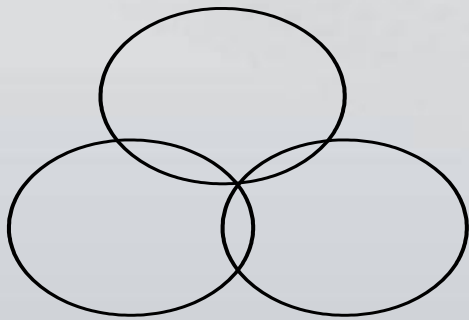
Omni Cell , Sector Cell

Ukuran :

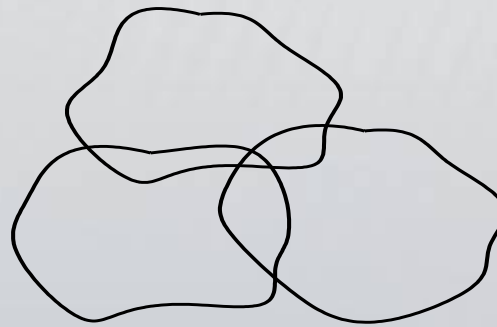
Makrocell (< 5km), Microcell (1-<2km), Picocell (<500m)

- Sel menunjukkan cakupan sinyal
- Sel berbentuk heksagonal (atau bentuk yang lain) hanya digunakan untuk mempermudah penggambaran pada layout perencanaan

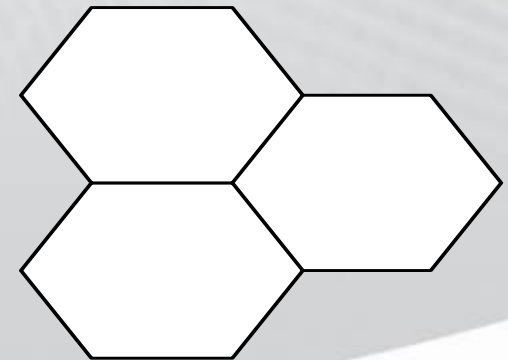
Konsep Sel



SEL IDEAL

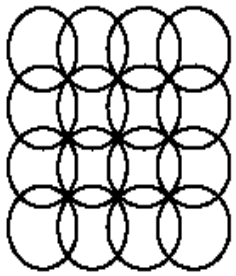


SEL REAL

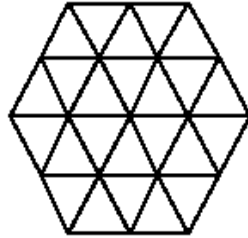


SEL MODEL

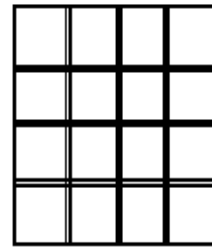
REPRESENTASI COVERAGE SISTEM SELULER



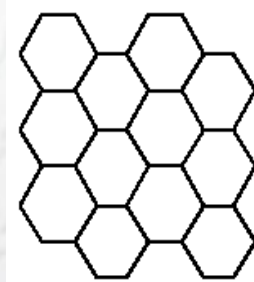
circles



equilateral triangles



squares

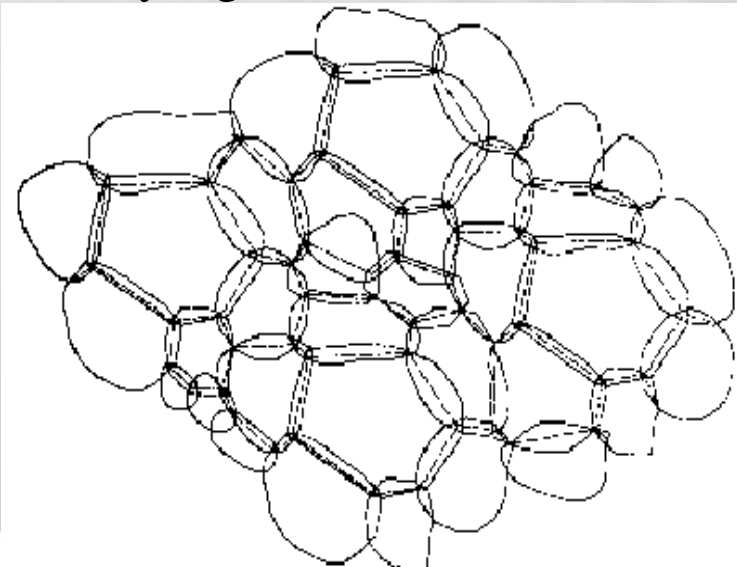


hexagons

Bentuk geometris yang meliputi keseluruhan daerah service tanpa overlap dengan luas daerah yang sama

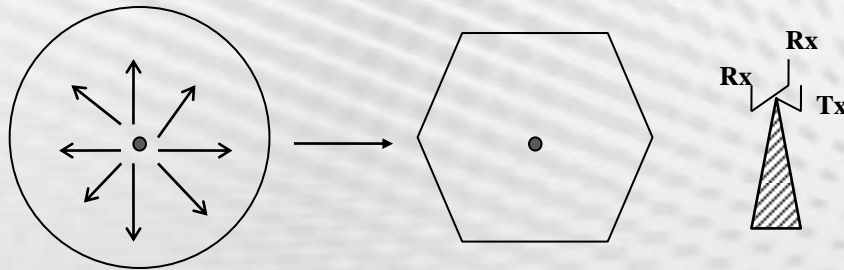
Realitas ?

Jauh berbeda ! Grid sel teoritik digunakan untuk mempermudah penggambaran / perencanaan

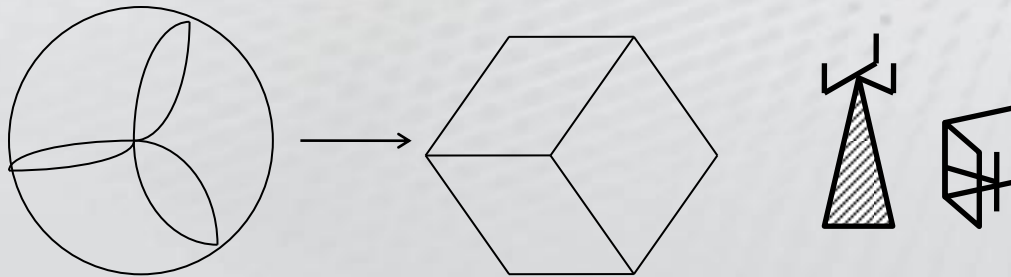


MACAM-MACAM KONFIGURASI CELL

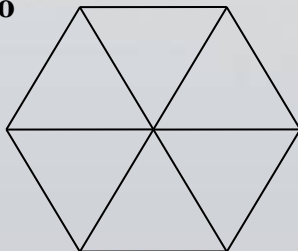
1) Omnidirectional



2) Sectoring 120°

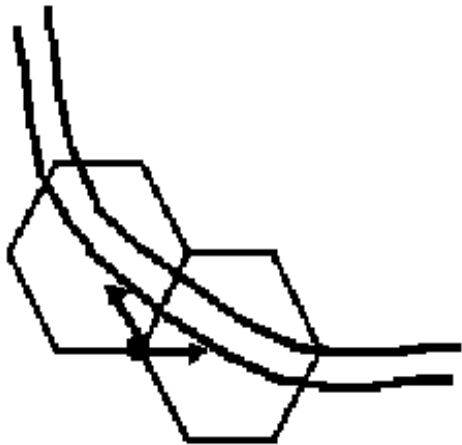


3) Sectoring 60°

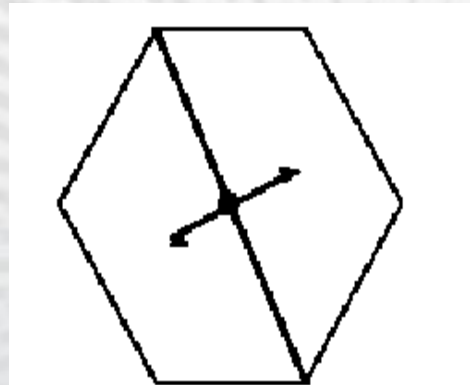


- Kegunaan dari pola Sectoring
 - a. Menambah kapasitas
 - b. Mengurangi interferensi

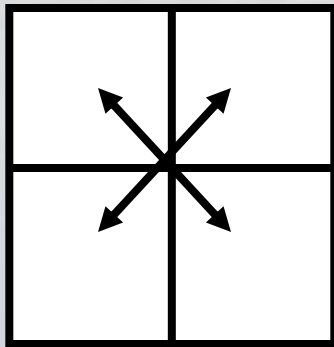
MACAM-MACAM KONFIGURASI CELL...



2-sector

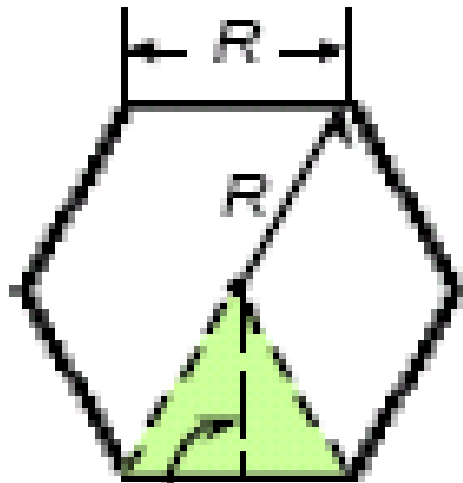
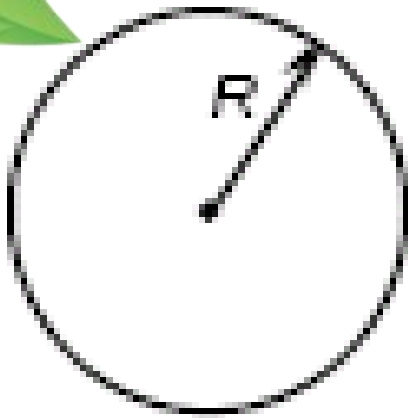


2-sector sectorized cell



4 sector (quad sector)

GEOMETRI CELL

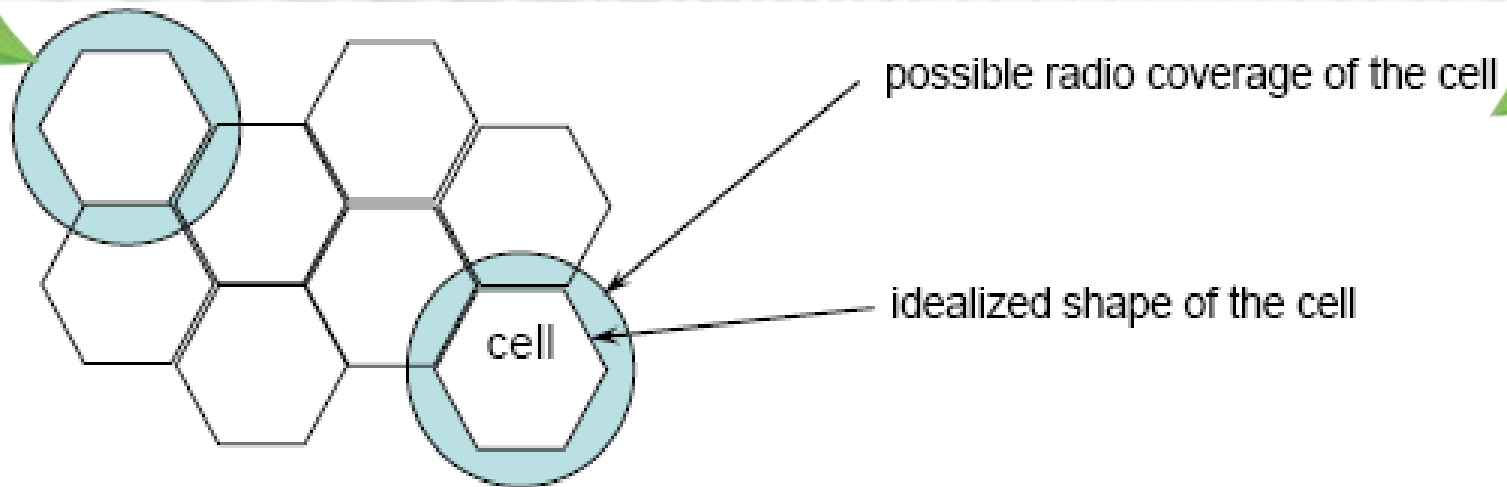


$$\frac{1}{2} R \sqrt{3} \approx 0.87 R$$

$$\begin{aligned} \text{Area}_{\text{cell}} &= \pi R^2 \approx 314 R^2 \\ \text{Perimeter}_{\text{cell}} &= 2\pi R \approx 628 R \end{aligned}$$

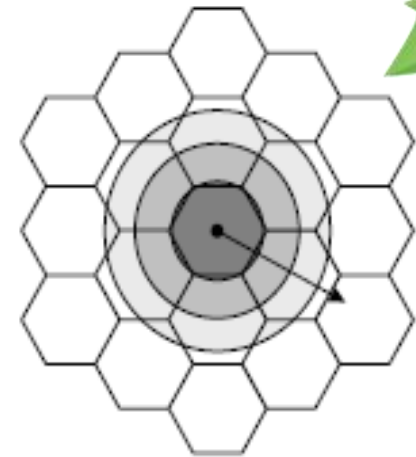
$$\begin{aligned} \text{Area}_{\text{cell}} &= 6 \times \frac{1}{2} R \sqrt{3} \times \frac{1}{2} R = \frac{3}{2} R^2 \sqrt{3} \approx 2.6 R^2 \\ \text{Perimeter}_{\text{cell}} &= 6 \times R \end{aligned}$$

SEGMENTATION OF THE AREA INTO CELLS

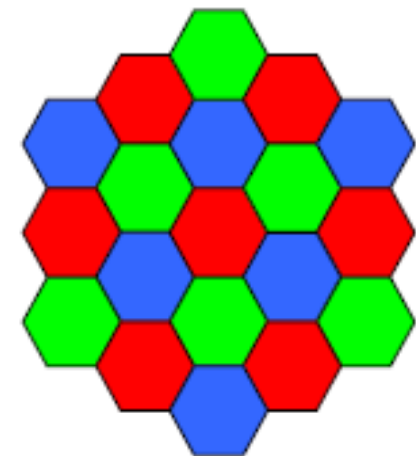


- use of several carrier frequencies
- not the same frequency in adjoining cells
- cell sizes vary from some 100 m up to 35 km depending on user density, geography, transceiver power etc.
- hexagonal shape of cells is idealized (cells overlap)
- if a mobile user changes cells:
handover of the connection to the neighbor cell

- Simplified hexagonal model
- Signal propagation ranges:
Frequency reuse only with a certain distance between the base stations

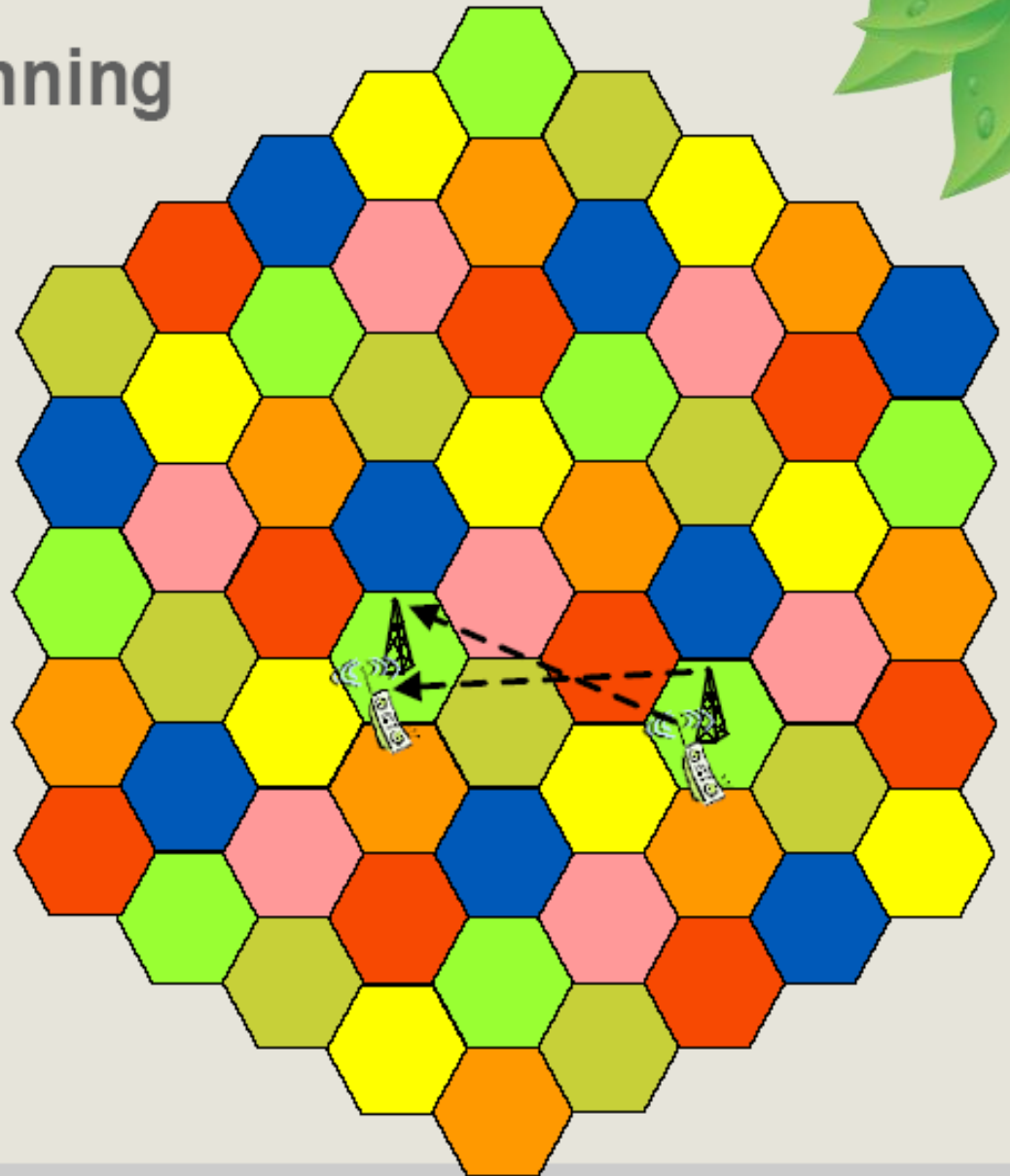


- Can you reuse frequencies in distance 2 or 3 (or more)?
- Graph coloring problem
- Example: fixed frequency assignment for reuse with distance 2
- Interference from neighbor cells (other color) can be controlled with transmit and receive filters



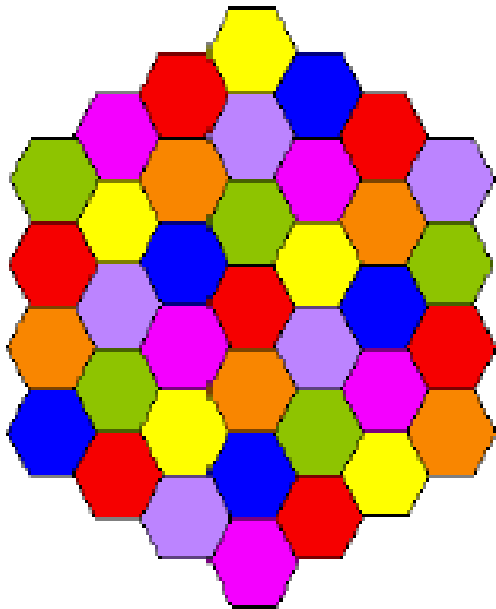
GSM: Frequency Planning

- Reuse factor
- Tighter reuse:
 - + higher capacity
 - interference between cells

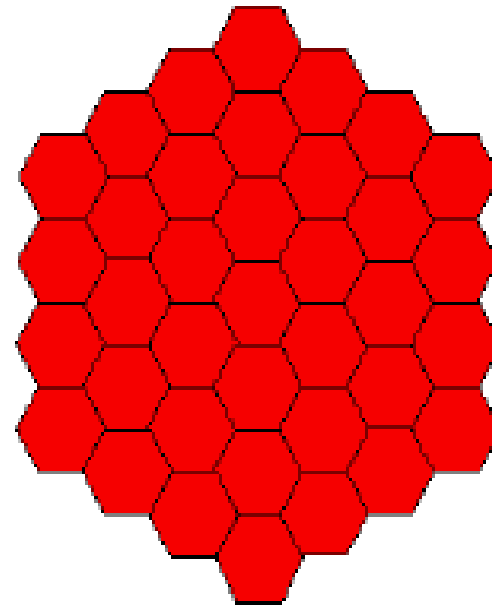


FREQUENCY PLANNING

GSM



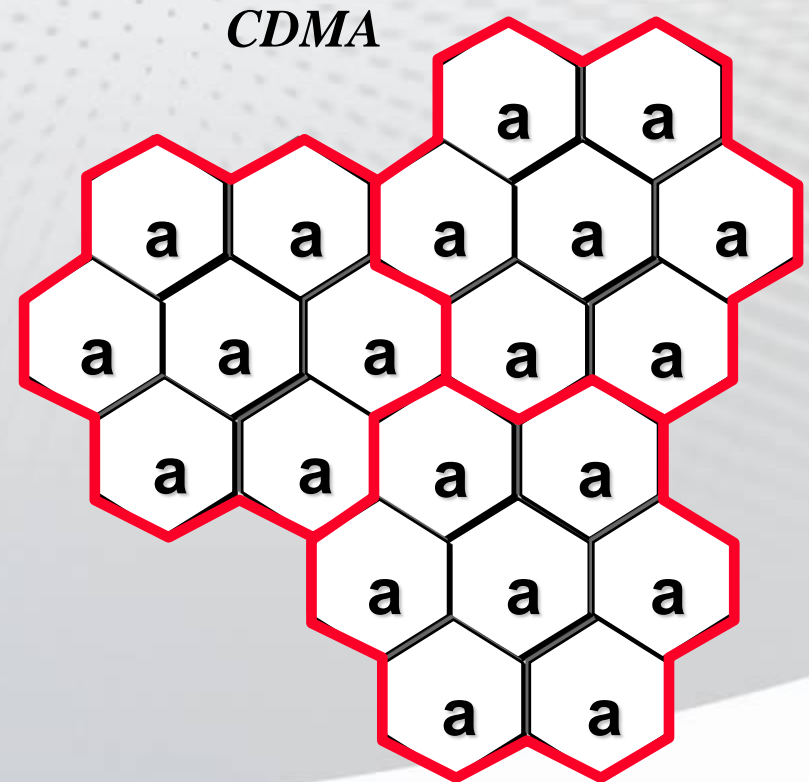
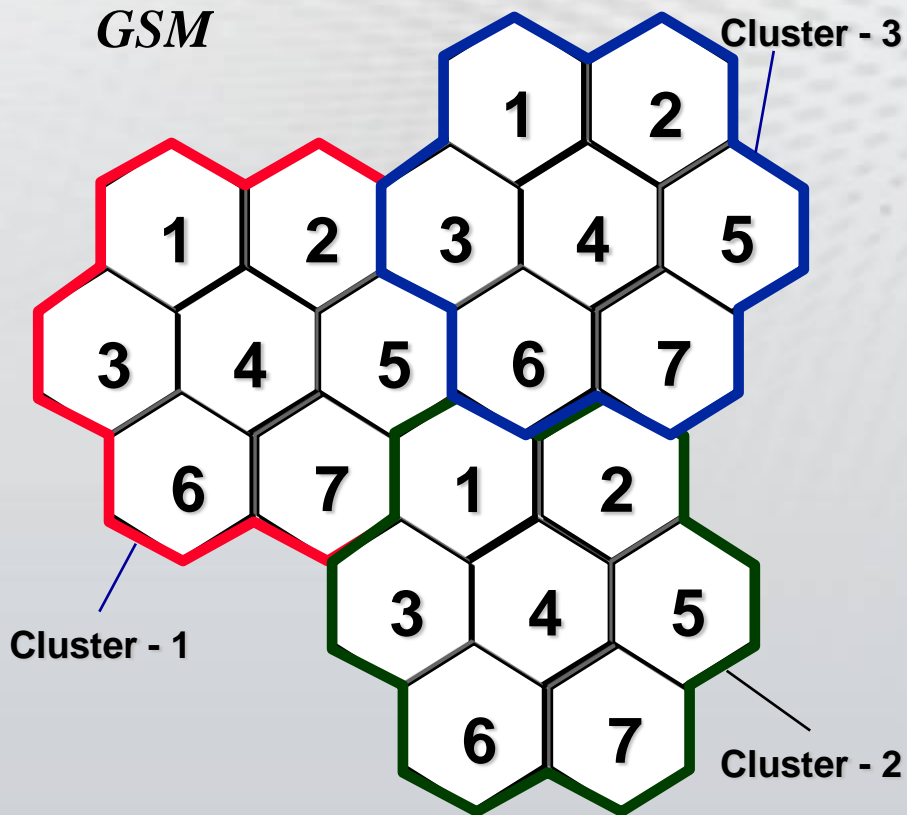
UMTS



No planning of frequency on the overlay

FREQUENCY PLANNING

Disain frekuensi sederhana



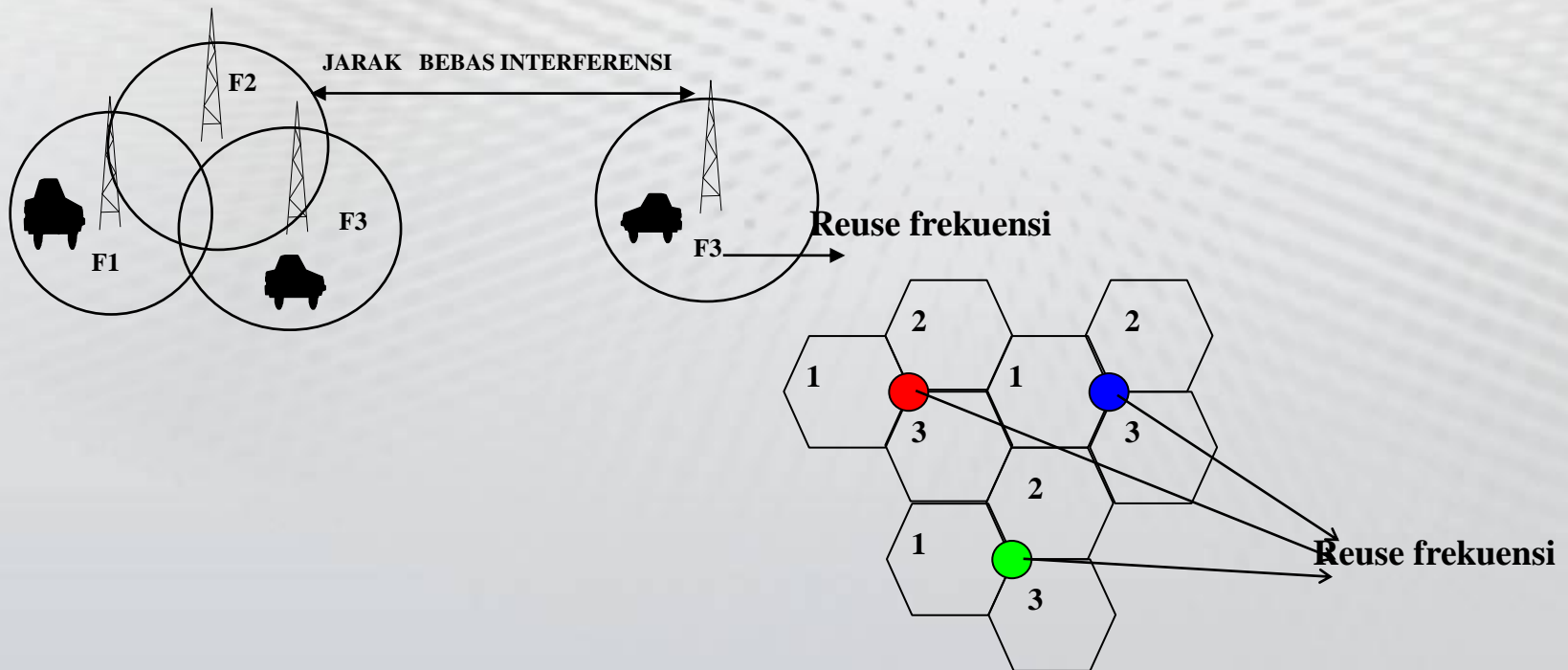
Frequency Reuse

memungkinkan penggunaan frekuensi yang sama pada sel yang berbeda, diluar jangkauan interferensinya. Parameter yang menjadi ukuran adalah perbandingan daya sinyal / carrier terhadap total daya interferensinya

FREQUENSY RE-USE

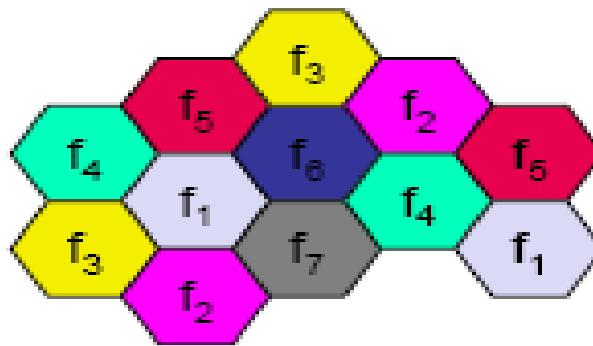
Definisi

Pengulangan frekuensi yang sama pada area yang berbeda di luar jangkauan interferensinya



LATAR BELAKANG FREQUENCY RE-USE

1. Keterbatasan alokasi frekuensi
2. Keterbatasan area cakupan cell (coverage area).
3. Meningkatkan Kapasitas
4. Membentuk cluster yang berisi beberapa cell.
5. Co-channel interference.



FREQUENCY RE-USE UNTUK PENINGKATAN KAPASITAS

$$C_t = M S = M c K$$

Jumlah kanal tersedia dalam sistem

Jumlah replika kluster dalam sistem

Jumlah kanal tersedia dalam kluster

$$S = c K$$

Jumlah Sel dalam kluster (K)

Jumlah kanal tiap cell

$$c = \frac{S}{K} = \frac{BW_{alokasi_{tot}}}{BW_{1kanal} \times K}$$

CONTOH

Diket :

BW total yang dialokasikan = 33 MHz

BW tiap kanal simplex = 25 KHz

BW tiap duplex = 2 x 25 KHz = 50 KHz

Ditanya:

Berapakah kapasitas cell (jumlah kanal tiap cell) jika digunakan ukuran kluster

- (a) K = 4
- (b) K = 7
- (c) K = 12

Jawab :

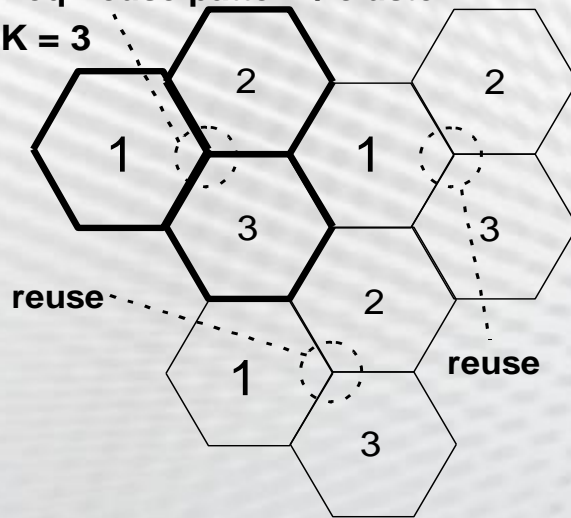
Jml kanal dalam satu kluster $S = 33000/50 = 660$ kanal

- (a) $K = 4 \rightarrow c = 660/4 = 165$ kanal/cell
- (b) $K = 7 \rightarrow c = 660/7 = 95$ kanal/cell
- (c) $K = 12 \rightarrow c = 660/12 = 55$ kanal/cell

FREQUENCY RE-USE

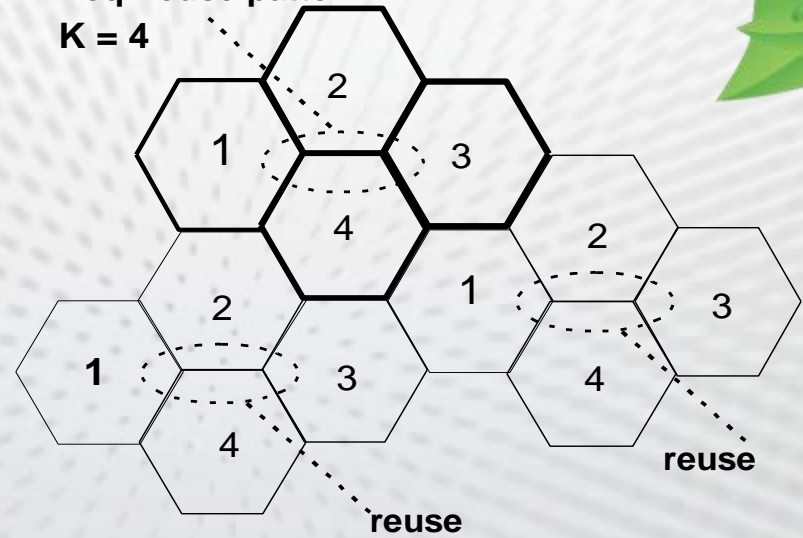
freq. reuse pattern / cluster

$K = 3$

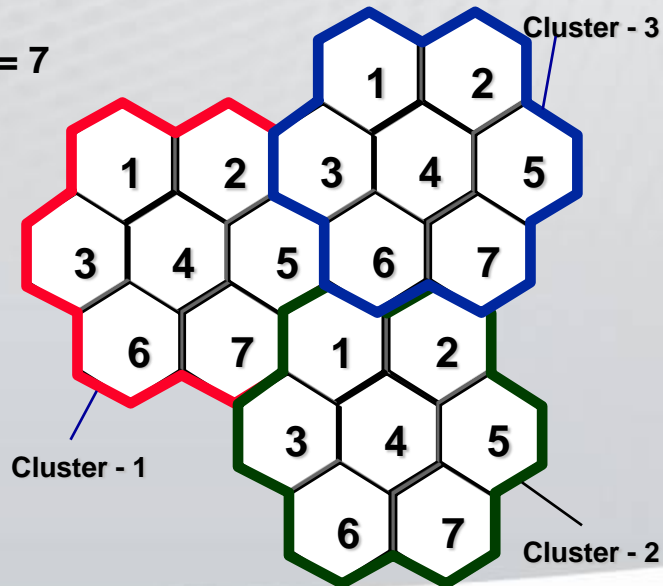


freq. reuse pattern

$K = 4$



$K = 7$



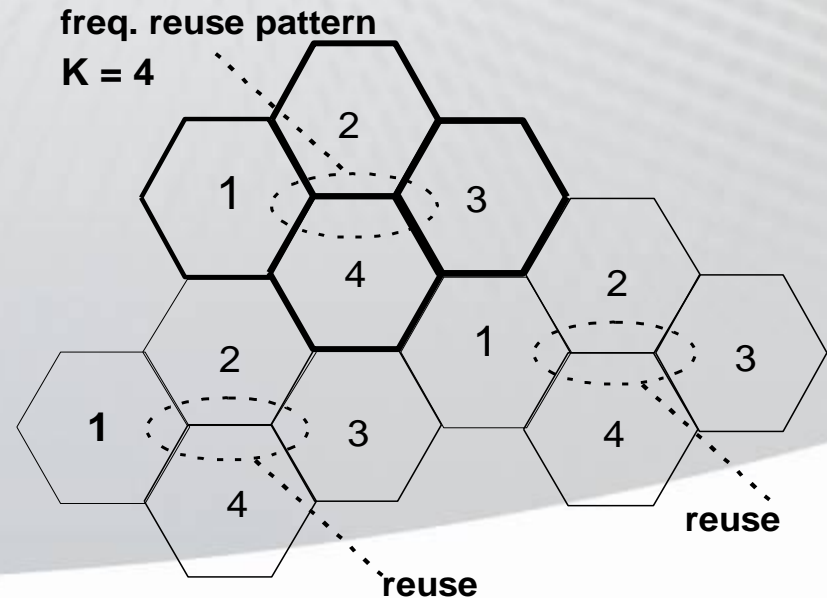
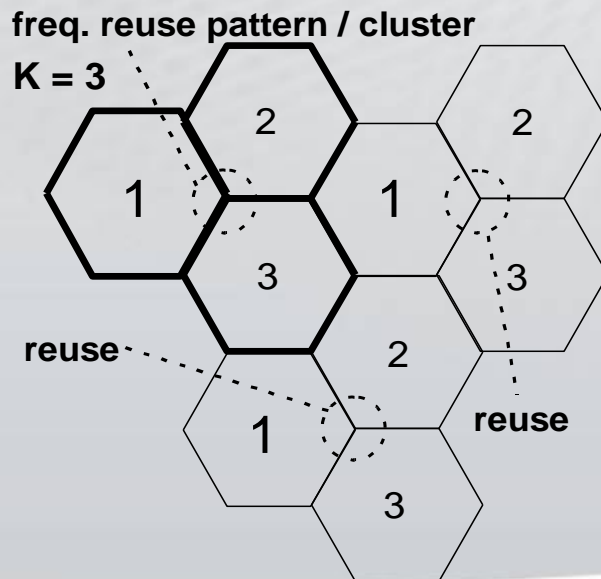
KONSEP KLUSTER

- **Kluster** adalah sekelompok sel yang masing-masing selnya memiliki 1 set frekuensi yang berbeda dengan sel yang lain .
- **Ukuran kluster** (dilambangkan = K , sering juga dilambangkan = N) adalah jumlah sel yang terdapat dalam 1 kluster

Contoh :

$K = 3$ artinya terdapat 3 sel dalam 1 kluster

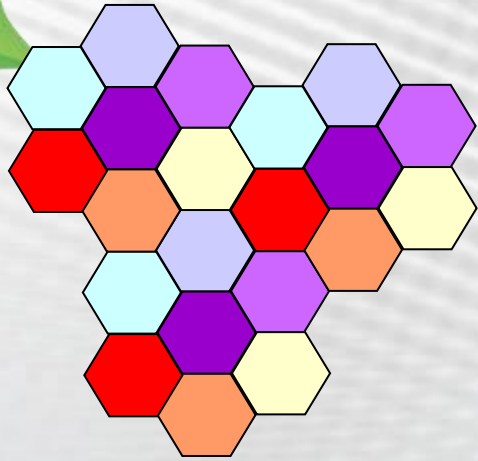
$K = 4$ artinya terdapat 4 sel dalam 1 kluster



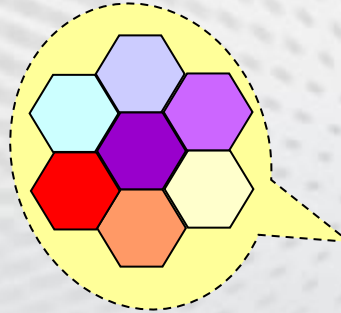
UKURAN KLUSTER

- ❖ Adalah kumpulan sel yang memiliki kelompok frekuensi operasi yang berbeda
- ❖ Kelompok frekuensi itu, nantinya diulang lagi pada kluster yang lain
- ❖ Ukuran kluster tergantung dari (C/I) syarat sistem

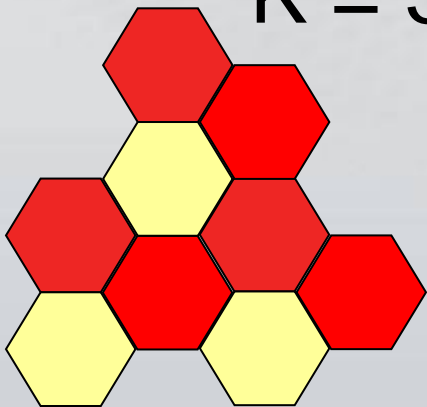
KLUSTER



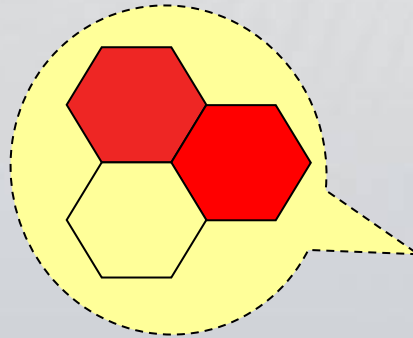
$K = 7$



1 kluster

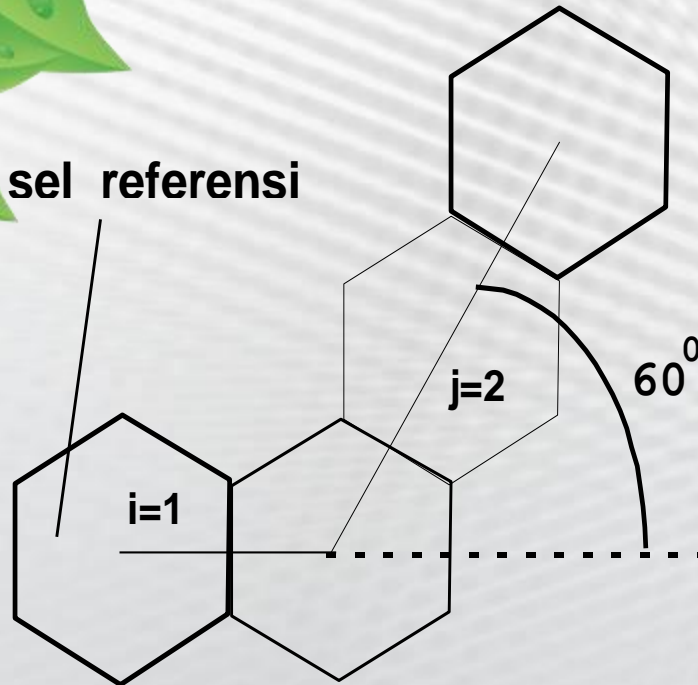


$K = 3$

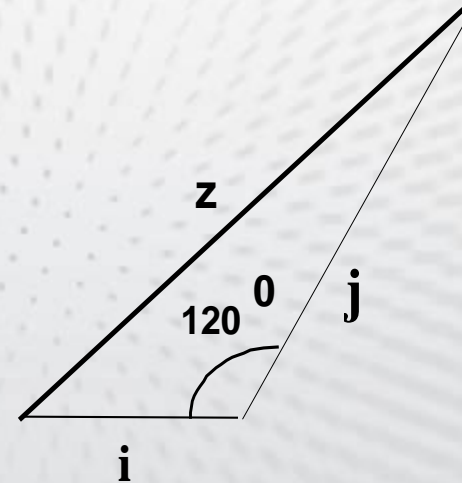


1 kluster

KAEDAH PENENTUAN NOMOR SEL → Kaedah Parameter Geser



$$i, j = 0, 1, 2, 3, \dots$$



Lalui sejauh i sel dari sel referensi sepanjang rantai heksagonalnya (garis lurus yang menghubungkan dua pusat sel), lalu berputar 60° berlawanan dengan arah jarum jam, kemudian lalui sepanjang j sel pada arah tersebut. Pada posisi akhir → disitulah letak freq re-use nya.

$$Z^2 = i^2 + j^2 - 2ij \cdot \cos 120^\circ$$

$$Z^2 = i^2 + j^2 + 2 \cdot i \cdot j \cdot (0,5)$$

$$Z^2 = i^2 + j^2 + i \cdot j$$

$$Z^2 \cong K \text{ ---- } K = \text{ukuran cluster}$$

$$K = i^2 + j^2 + i \cdot j$$

$$i = 1 \text{ dan } j = 1 \rightarrow K = 3$$

$$i = 1 \text{ dan } j = 2 \rightarrow K = 7$$

$$i = 0 \text{ dan } j = 2 \rightarrow K = 4$$

$$i = 2 \text{ dan } j = 0 \rightarrow K = 4$$

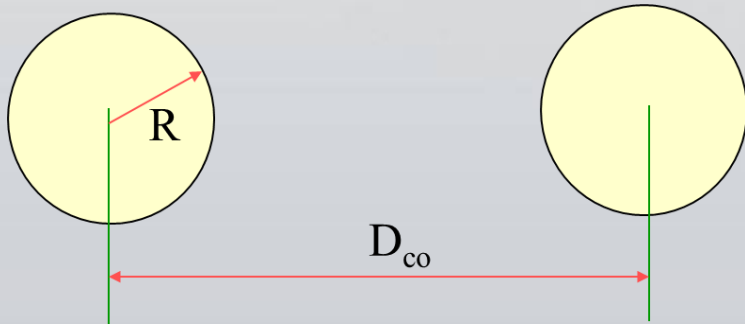
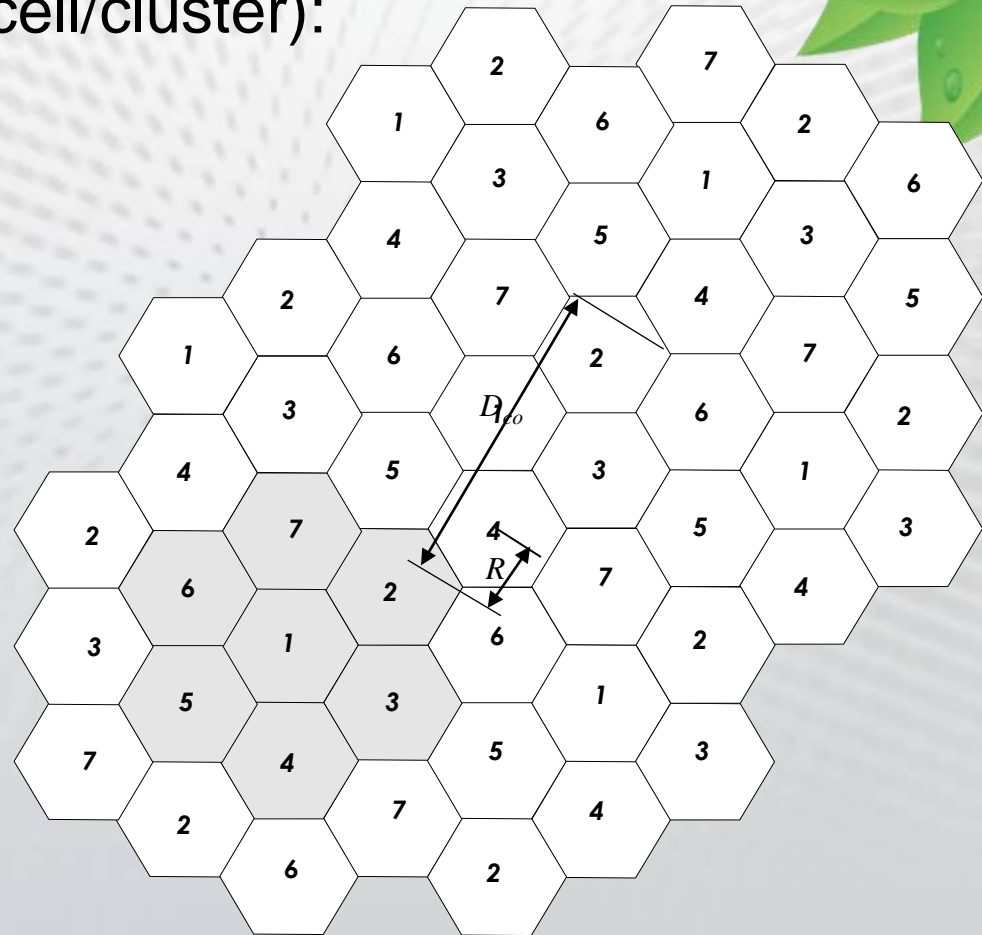
Hubungan Kluster dengan Co-ChANNEL Reuse Distance Ratio

- Ukuran Kluster (jml cell/cluster):

$$K = i^2 + ij + j^2$$

- Co-channel Reuse Distance Ratio:

$$Q = D_{co} / R = \sqrt{3K}$$



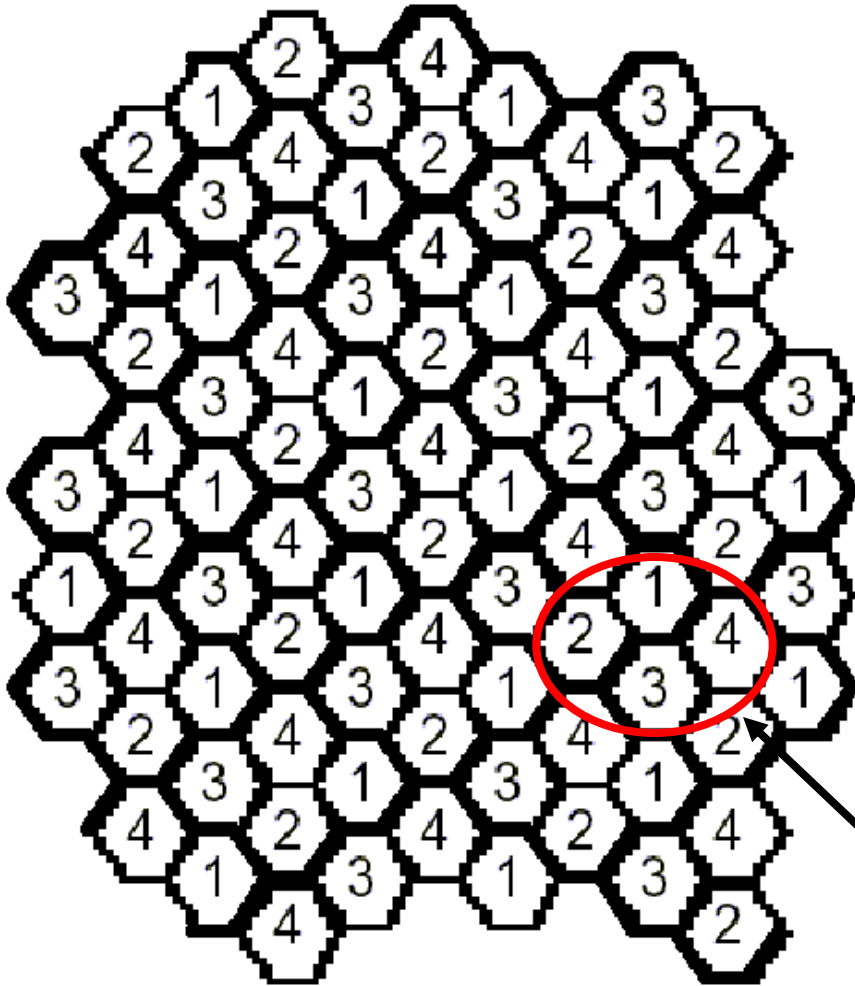
CONTOH : K=4

Kaidah Penentuan Nomor Sel → Kaidah Parameter Geser

$$i = 0, j = 2$$

$$K = i^2 + ij + j^2 = 4$$

$$Q = \sqrt{3K} = 3,46$$



Kluster

PARAMETER-PARAMETER DASAR SISTEM SELULER

C/I (Carrier to Interference Ratio)

- ❖ Adalah ukuran kualitas komunikasi
- ❖ Besarnya tergantung dari teknik akses jamak yang dipakai (FDMA, TDMA, dan CDMA)
 - AMPS (FDMA) $C/I > 18 \text{ dB}$
 - GSM (TDMA) $C/I > 12 \text{ dB}$
 - CDMA parameter kualitas yang ditinjau adalah E_b/I_0 , karena C/I kecil sekali

RUMUS-RUMUS

Menentukan Ukuran Kluster $K \rightarrow$ Jumlah Cell/Kluster

$$\frac{C}{I} = \frac{1}{N} \left[\frac{D_{co}}{R} \right]^4$$

$$\frac{D_{co}}{R} = \sqrt{3K}$$

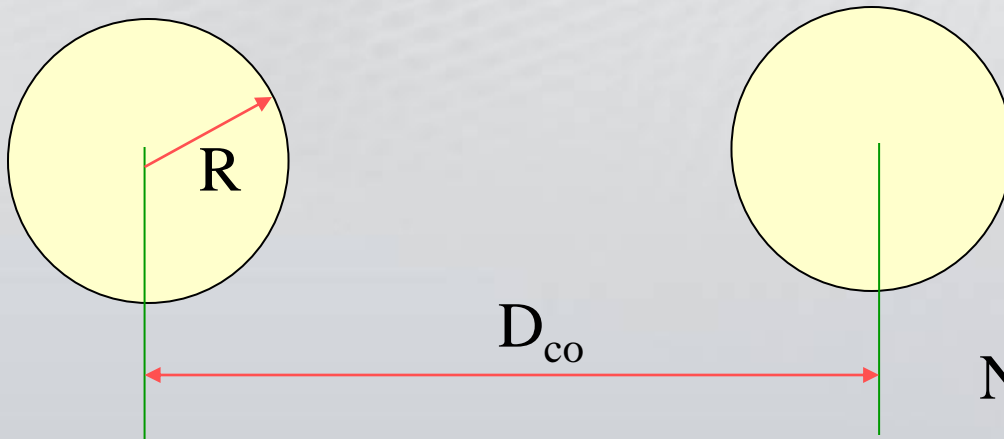
$$\frac{C}{I} = \frac{9K^2}{N}$$

AMPS, $C/I = 18$ dB

$$K = \sqrt{\frac{63N}{9}} = \sqrt{\frac{63.6}{9}} = 6,48 = 7$$

GSM, $C/I = 12$ dB

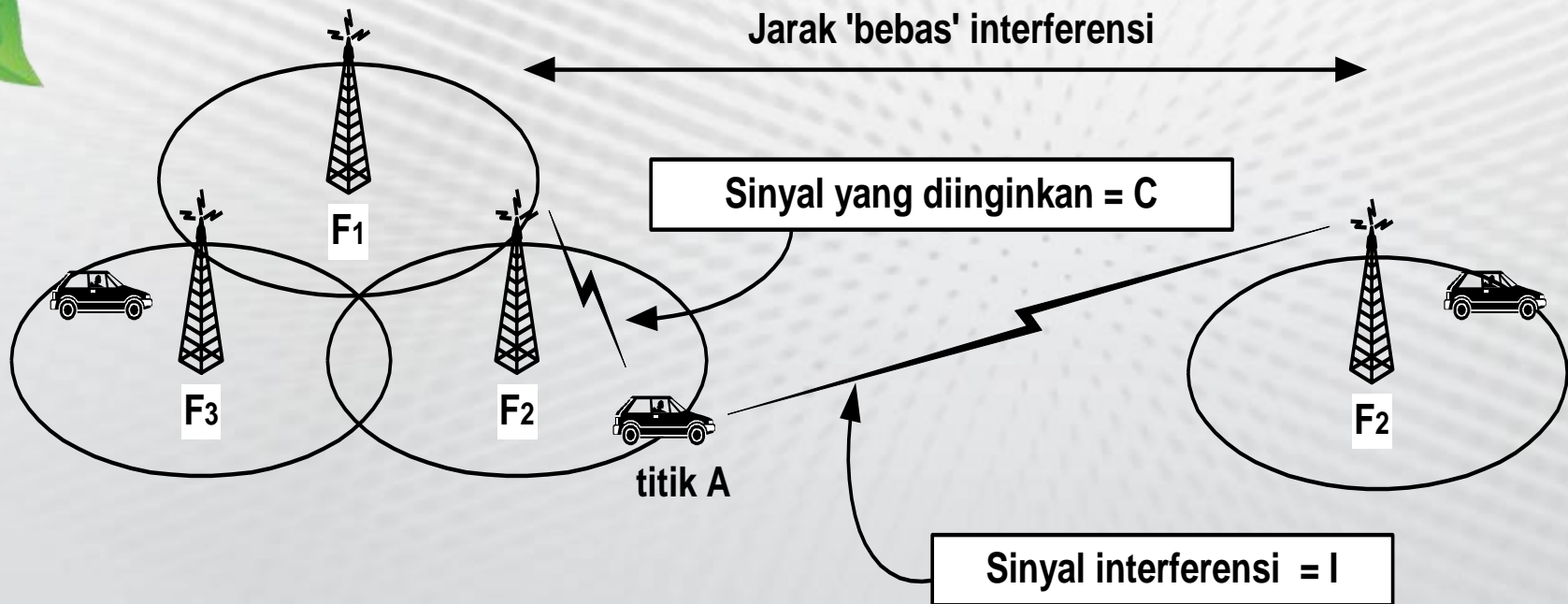
$$K = \sqrt{\frac{16N}{9}} = \sqrt{\frac{16.6}{9}} = 3,26 \approx 4$$



$N =$ Jumlah sel penginterferensi

PARAMETER-PARAMETER DASAR SISTEM SELULER

→ C/I (Carrier to Interference Ratio)



- Dari gambar di atas, kondisi kasus terburuk ada pada titik A
- Pada kondisi kasus terburuk tersebut, perbandingan antara daya carrier terhadap daya interferensi ($C/I = \text{Carrier to Interference}$) harus tetap lebih besar atau sama dari C/I minimum yang dipersyaratkan oleh sistem seluler yang bersangkutan

Channel Assignment Strategy

CHANNEL ASSIGNMENT / CHANNEL ALLOCATION :

Channel Assignment/Channel Allocation : Proses pengalokasian/ pemberian kanal trafik

Kanal trafik perlu diberikan kepada user berkaitan dengan :

- Panggilan baru di dalam sel
- Kejadian handover

Klasifikasi Channel Assignment :

Channel Sharing dan Dinamic Channel assignment menawarkan utilisasi resource yang optimal dan mengurangi probabilitas bloking tetapi membutuhkan ruang database dan komputasi yang lebih besar

- Fixed Channel Assignment (FCA)**
→ Alokasi kanal tetap pada 1 cell
- Channel Sharing/Borrowing Strategy**
→ Sebuah cell diijinkan untuk meminjam kanal dari cell tetangga ketika seluruh kanal dalam cellnya telah terduduki
- Dinamic Channel Assignment (DCA)** → Alokasi kanal tidak fix untuk satu cell sehingga seluruh alokasi kanal pada satu cluster bisa digunakan.

CHANNEL ASSIGNMENT / CHANNEL ALLOCATION :

CONTOH

Diket :

Suatu sistem AMPS dengan alokasi BW total = 1,5 Mhz dengan $K=7$, $A_{user}=30$ mE, $GOS=2\%$

Ditanya:

Berapakah jumlah user/cell jika digunakan channel assignment

- (a) FCA
- (b) Channel Sharing (boleh meminjam 2 kanal sel tetangga)
- (c) DCA

Jawab :

(a) FCA → jml kanal/cell = $c = 1,5 \text{ Mhz}/30 \text{ khz} \cdot 7 = 7$ kanal/cell

Erl B (Asel, $C=7$) $< 2\% \rightarrow A_{sel} = 2,9$ E

jml user / cell = $A_{sel}/A_{user} = 2,9 \text{ E}/30 \text{ mE} = 97$ user/cell

(b) Channel Sharing → jml kanal/cell = $c = 1,5 \text{ Mhz}/30 \text{ khz} \cdot 7 = 7$ kanal/cell

Erl B (Asel, $C=9$) $< 2\% \rightarrow A_{sel} = 4,3$ E

jml user / cell = $A_{sel}/A_{user} = 4,3 \text{ E}/30 \text{ mE} = 143$ user/cell

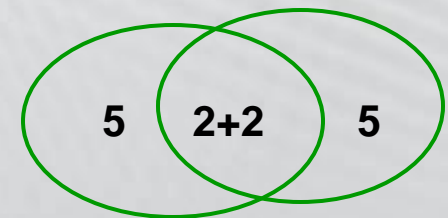
(c) DCA

→ jml kanal/cluster = $c = 1,5 \text{ Mhz}/30 \text{ khz} = 50$ kanal/cluster

Erl B (Acluster, $C=50$) $< 2\% \rightarrow A_{cluster} = 40,3$ E

jml user/cluster = $A_{cluster}/A_{user} = 40,3 \text{ E}/30 \text{ mE} = 1343$ user/cluster

jml user/cell = $1343/7 = 192$ user/cell



Konsep Handoff / Handover

memungkinkan seorang pengguna pindah dari suatu sel ke sel yang lain tanpa adanya pemutusan hubungan. Terjadi pemindahan frekuensi / kanal secara otomatis yang dilakukan oleh sistem

HANDOVER

- ❑ HandOver adalah proses perpindahan kanal trafik user pada saat user aktif tanpa terjadi pemutusan hubungan.
- ❑ Proses Handover adalah fungsi penting dalam sistem seluler, bahkan dalam banyak strategi handover, permintaan handover akan lebih diprioritaskan dibanding permintaan panggilan baru.
- ❑ Proses handover harus berlangsung sukses, sejarang mungkin, dan tanpa terjadi pemutusan koneksi user.
- ❑ Penyebab HandOver sel :
 - RF kriteria (RF Level dan Kualitas Hubungan).
 - Network kriteria (masalah trafik load,O&M).

JENIS HANDOVER

Jenis HandOver :

I. Internal HandOver (Dikendalikan oleh BSC)

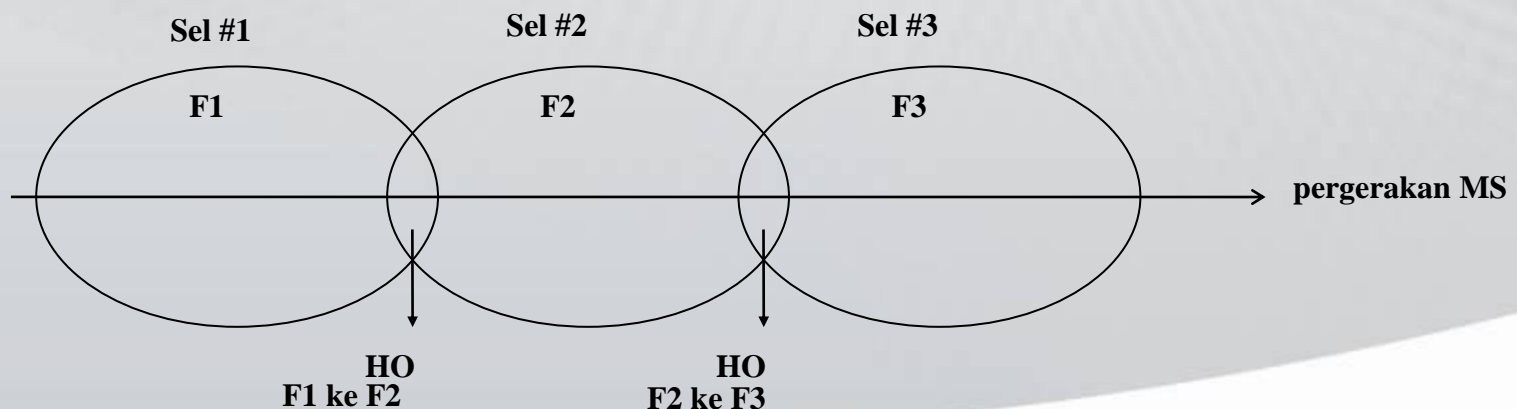
1. **Intra-cell HandOver**: pemindahan hubungan ke kanal yang berbeda pada satu BTS yang sama.

2. **Inter-cell HandOver**: pemindahan hubungan antar BTS yang berbeda dalam satu BSC.

II. External HandOver (Dikendalikan oleh MSC)

1. **MSC intra HandOver**: pemindahan hubungan yang terjadi antar BSC dalam satu MSC.

2. **MSC inter HandOver** : perpindahan hubungan yang terjadi pada 2 MSC yg berbeda.

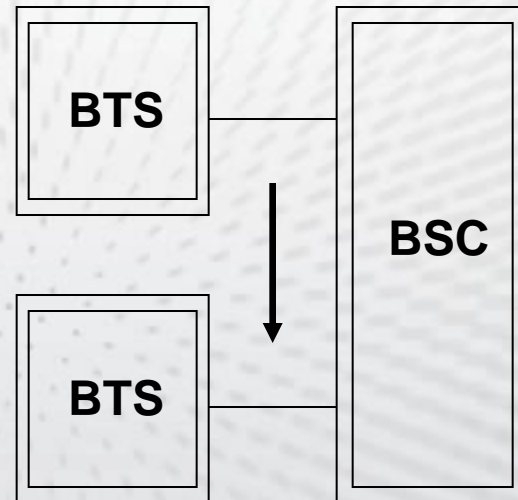
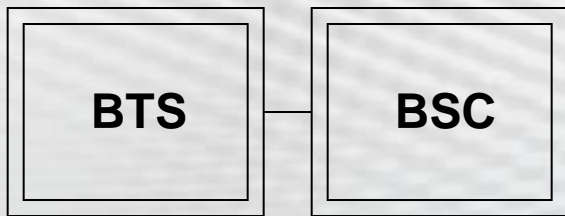


TIPE HANDOVER

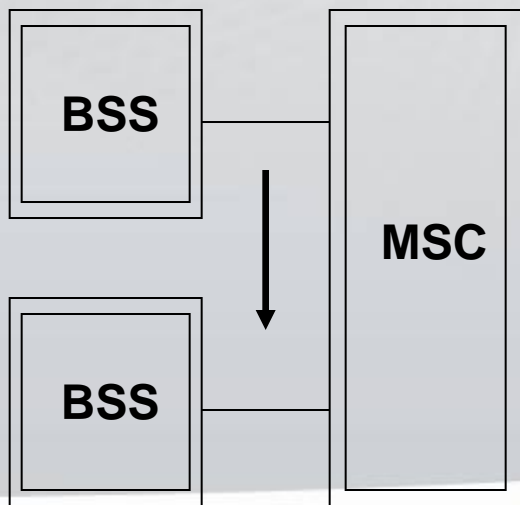
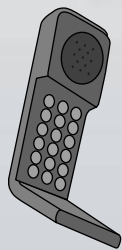
Inter-Cell

Intra-cell

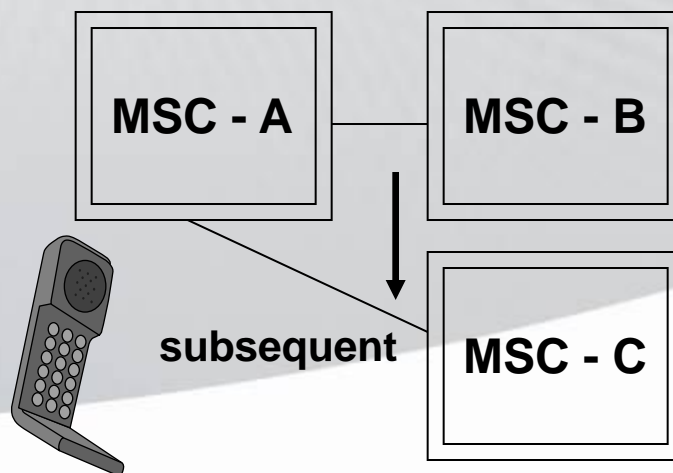
f 1, TS 1
↓
f 2, TS 2



Intra-MSC

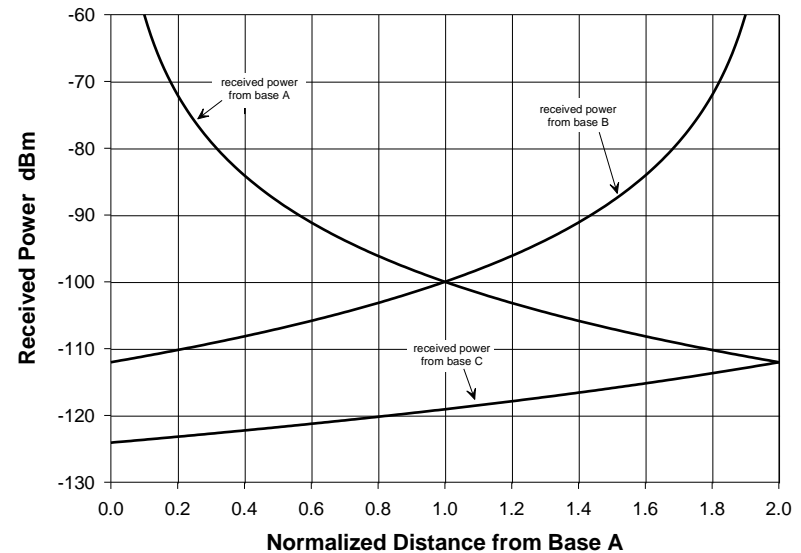
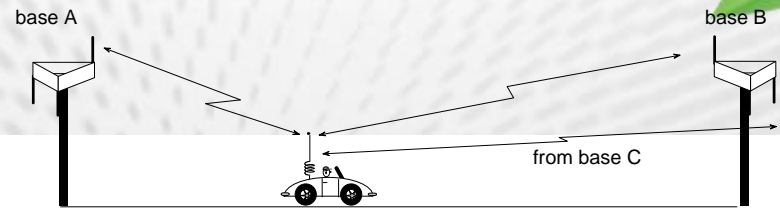


Inter-MSC



HANDOVER

- ❑ Handoff or Handover is a process of transferring a mobile station from one channel or base station to another one.
- ❑ Margin: $\Delta = P_{r,HO} - P_{r,min}$
 - Too big Margin --> HO traffic burden
 - Too small Margin --> higher Drop Call
- ❑ MAHO (Mobile Assisted Hand Over) in GSM
- ❑ Soft HO in IS-95

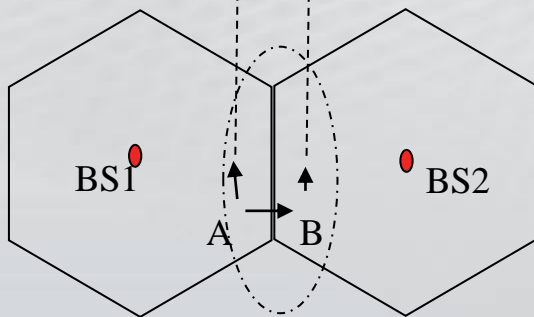
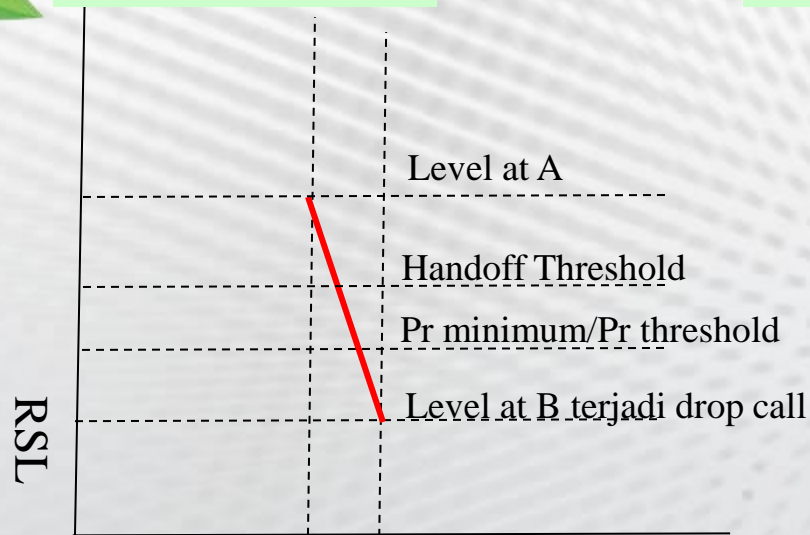


TUGAS 2

Carilah Perbedaan Mekanisme Handover pada AMPS, GSM, dan CDMA-one

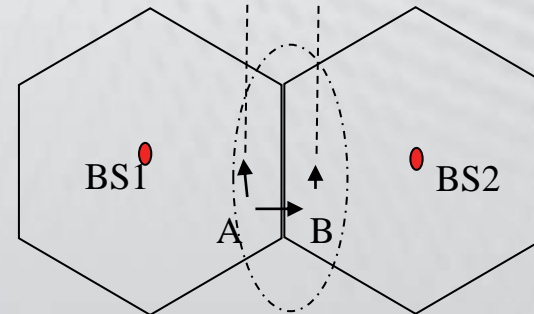
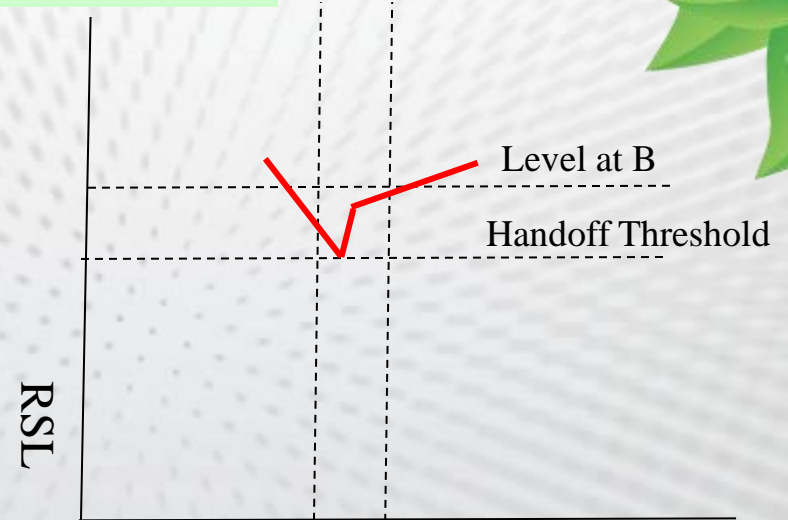
HANDOVER PADA TDMA/FDMA

Handoff gagal



time

Handoff berhasil



time

HANDOVER PADA GSM

1. mobile measures other cells



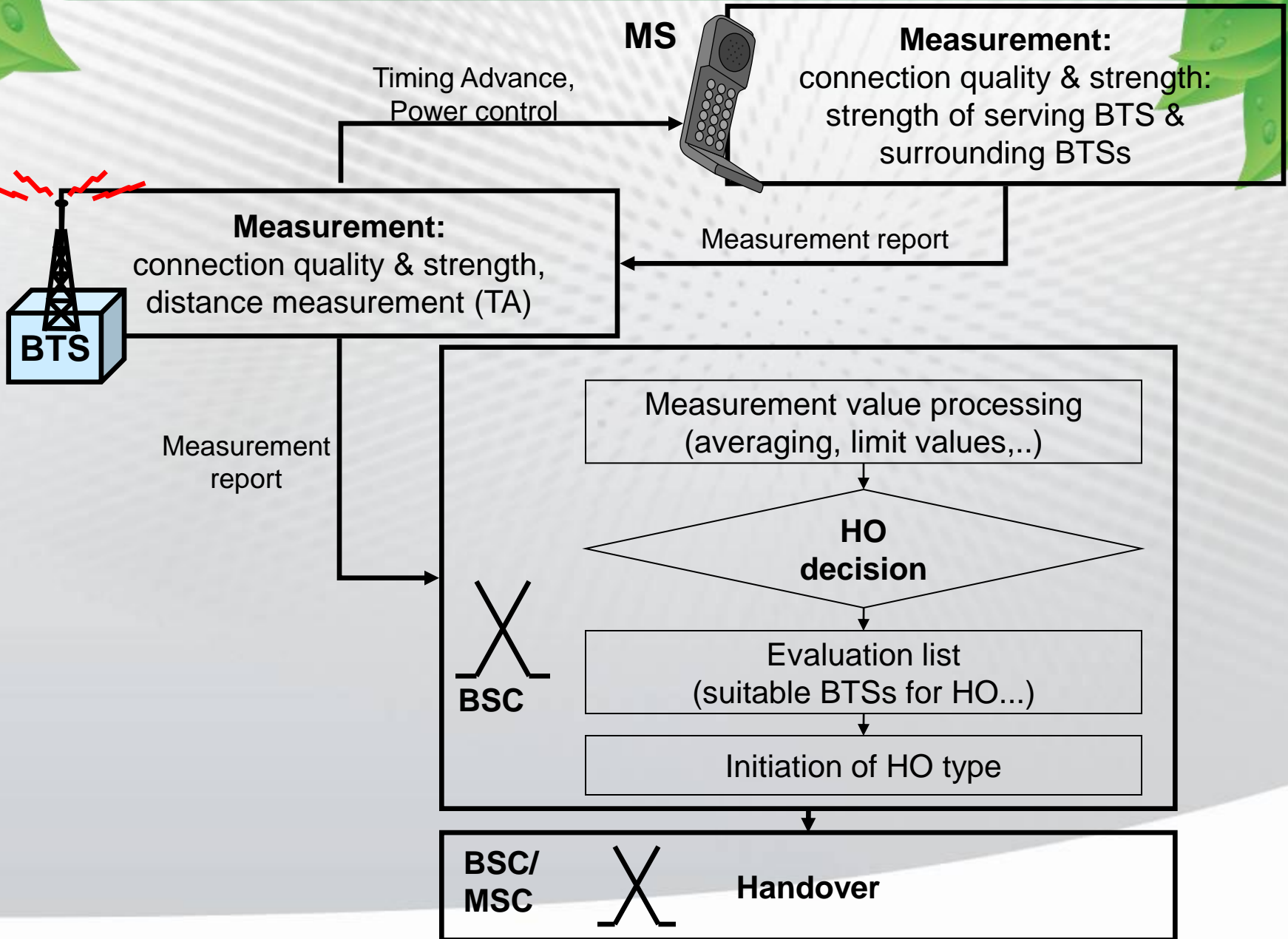
2. better cell detected, handover initiated



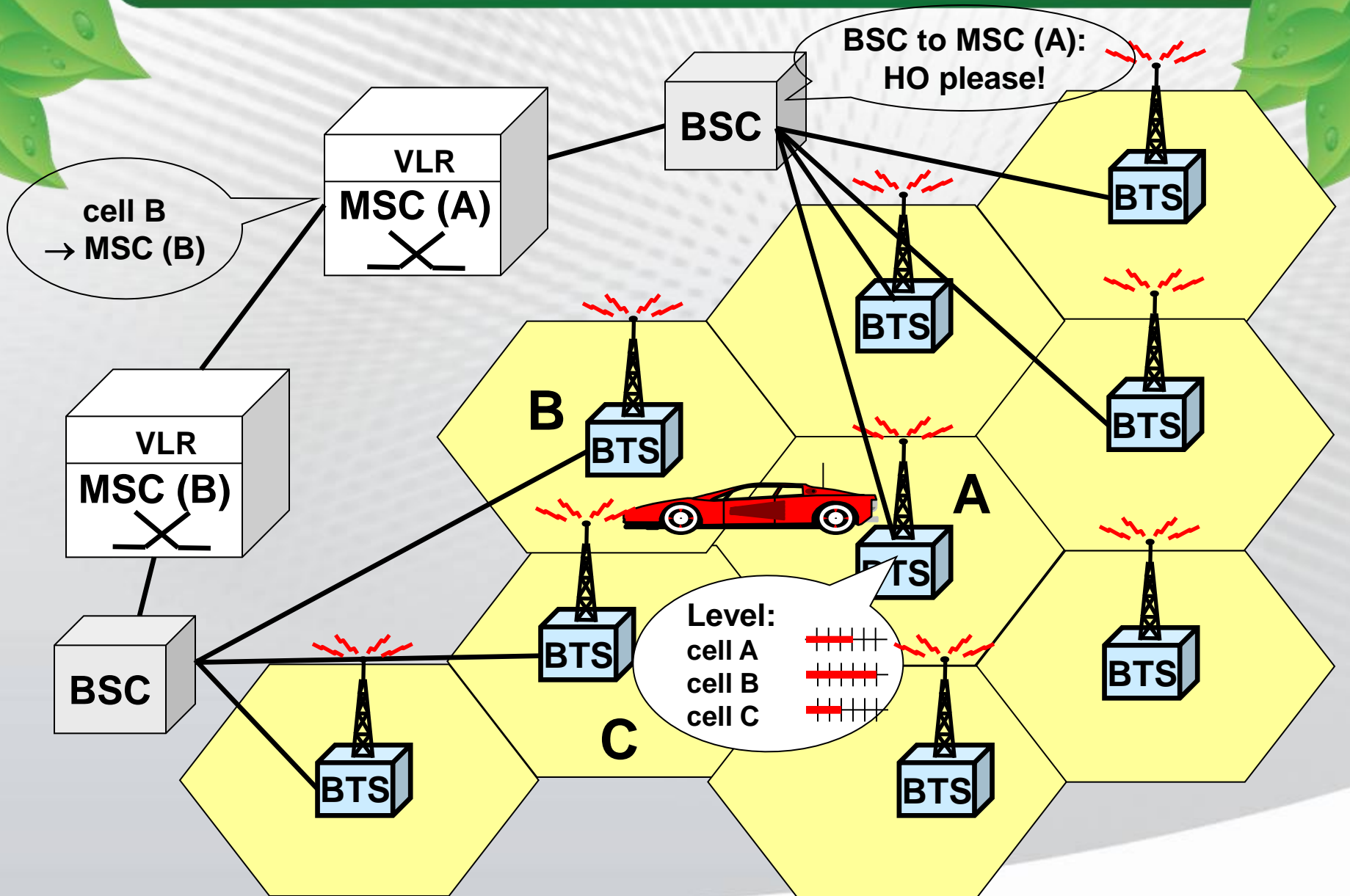
3. handover completed



HANDOVER DECISION



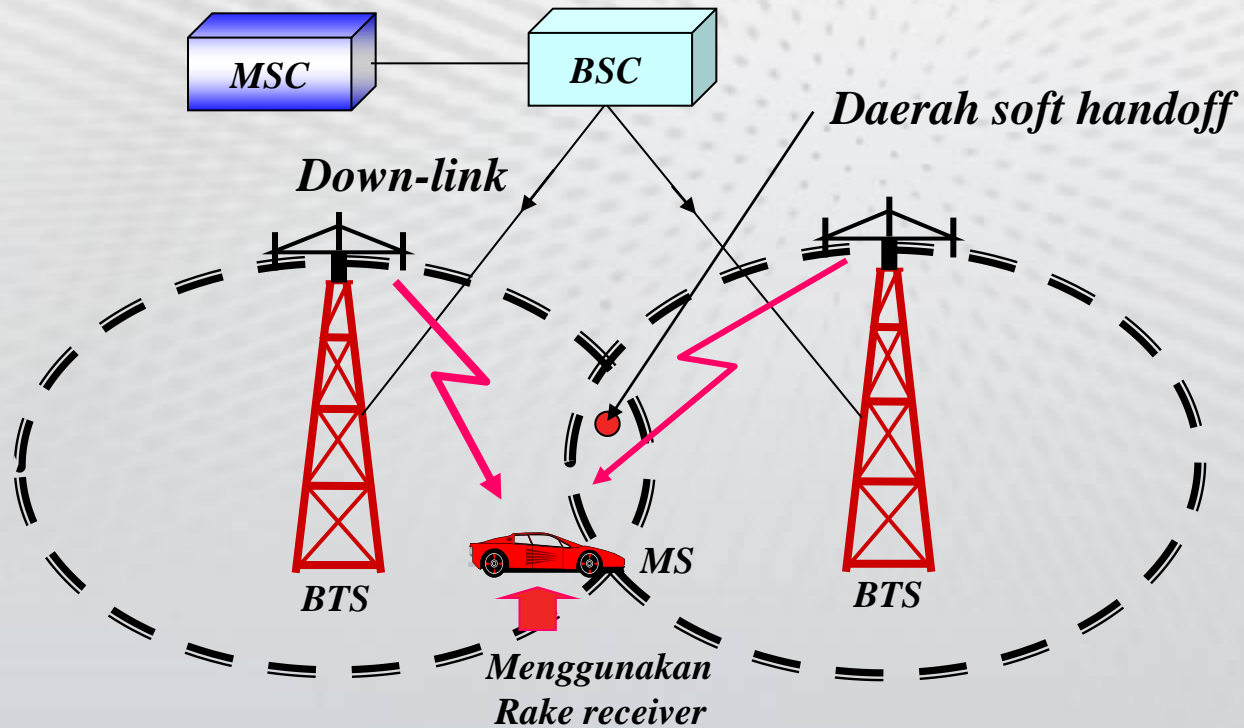
HANDOVER EXAMPLE



HANDOVER PADA CDMA

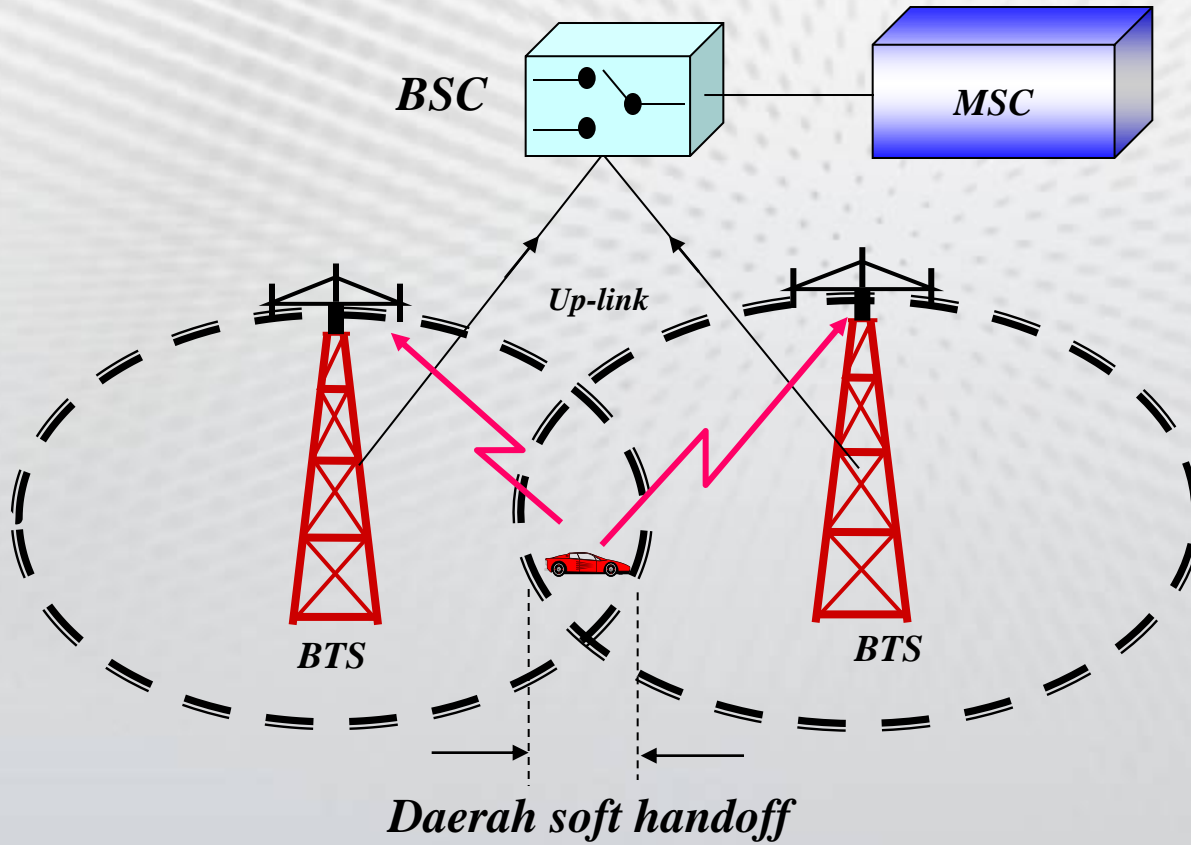
Soft handoff

Selama proses handoff MS terhubung ke dua atau tiga BTS

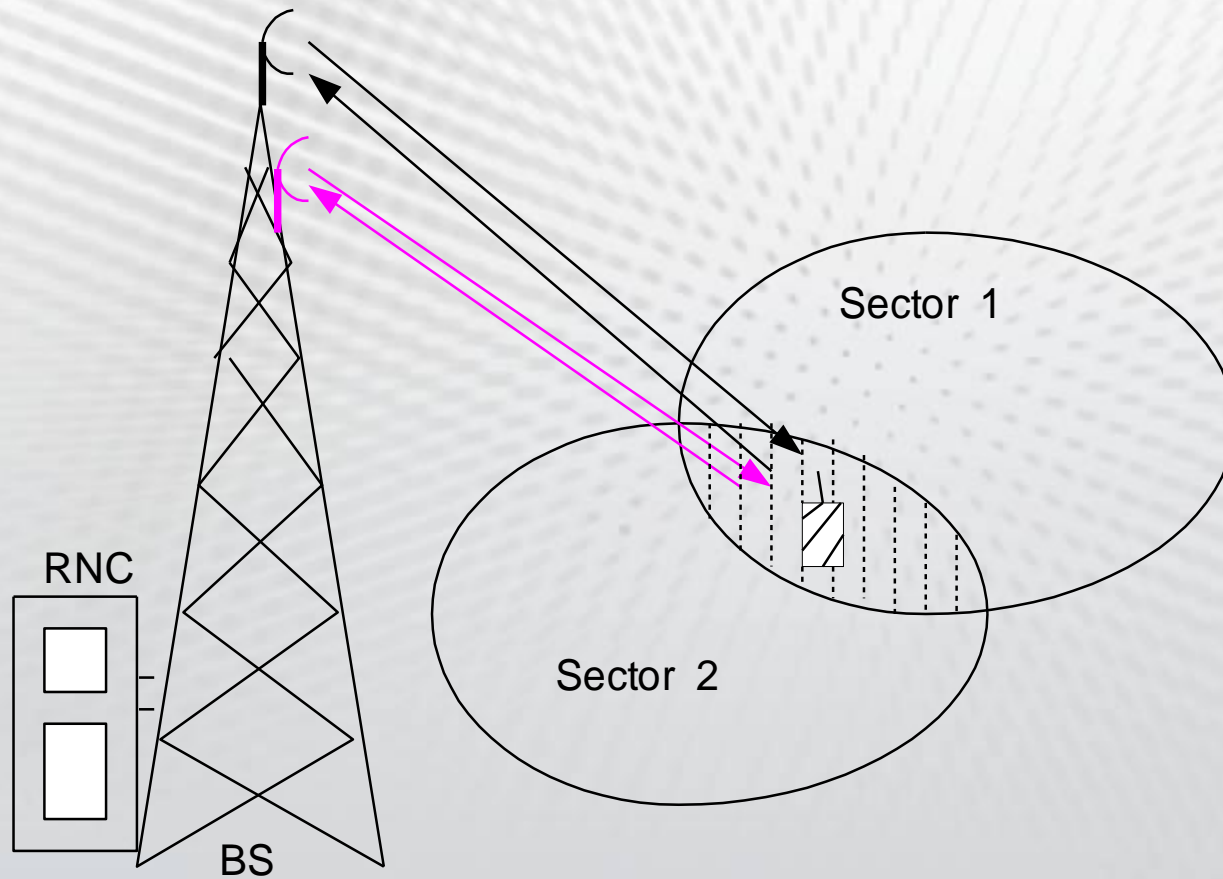


HANDOVER PADA CDMA

Lanjutan soft-handoff



HANDOVER PADA CDMA → Softer handoff



- The same signal is sent from both sectors to an MS

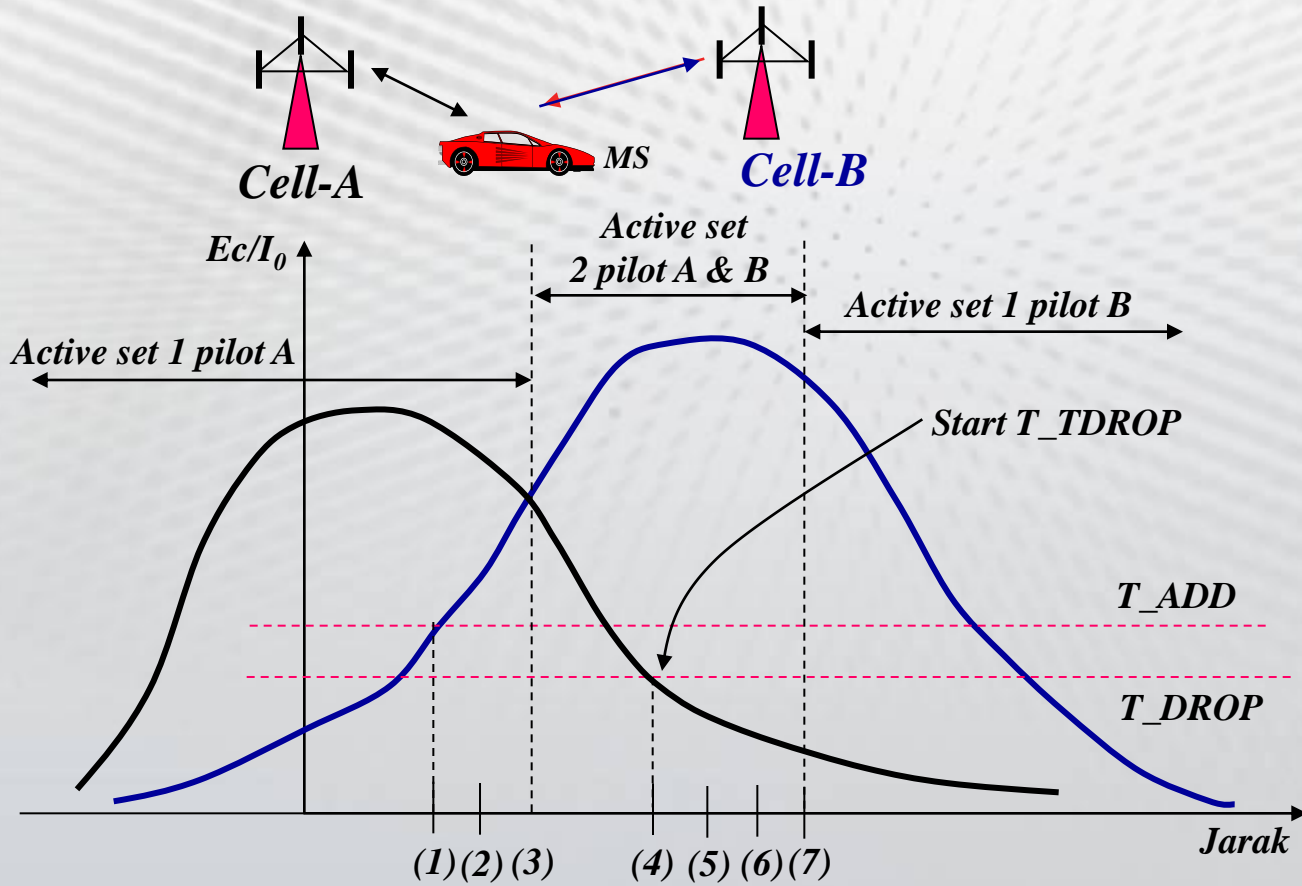
HANDOVER PADA CDMA → soft handoff

□ *Status maintenance set*

- *Active set : berisi pilot-pilot dari beberapa cell atau sector yang secara aktif berkomunikasi dengan MS pada kanal trafik . Jika active set hanya berisi 1 pilot saja maka MS bukan pada kondisi soft handoff.*
- *Candidate set : berisi pilot-pilot dengan E_c/I_0 yang memadai sebagai calon untuk melakukan handoff, artinya pilot yang mempunyai $E_c/I_0 >$ **pilot detection threshold T_ADD** akan dimasukan sebagai candidate. Satu pilot akan dipindahkan ke posisi neighbor set jika kuat sinyalnya jatuh dibawah pilot **drop threshold T_DROP** untuk durasi lebih besar dari **T_TDROP***
- *Neighbor set : berisi pilot-pilot tetangga dari cell yang sedang aktif melayani MS tetapi di luar active & candidate set*
- *Remaining set : pilot-pilot di luar yang disebut di atas.*

HANDOVER PADA CDMA

□ Proses handoff



HANDOVER PADA CDMA

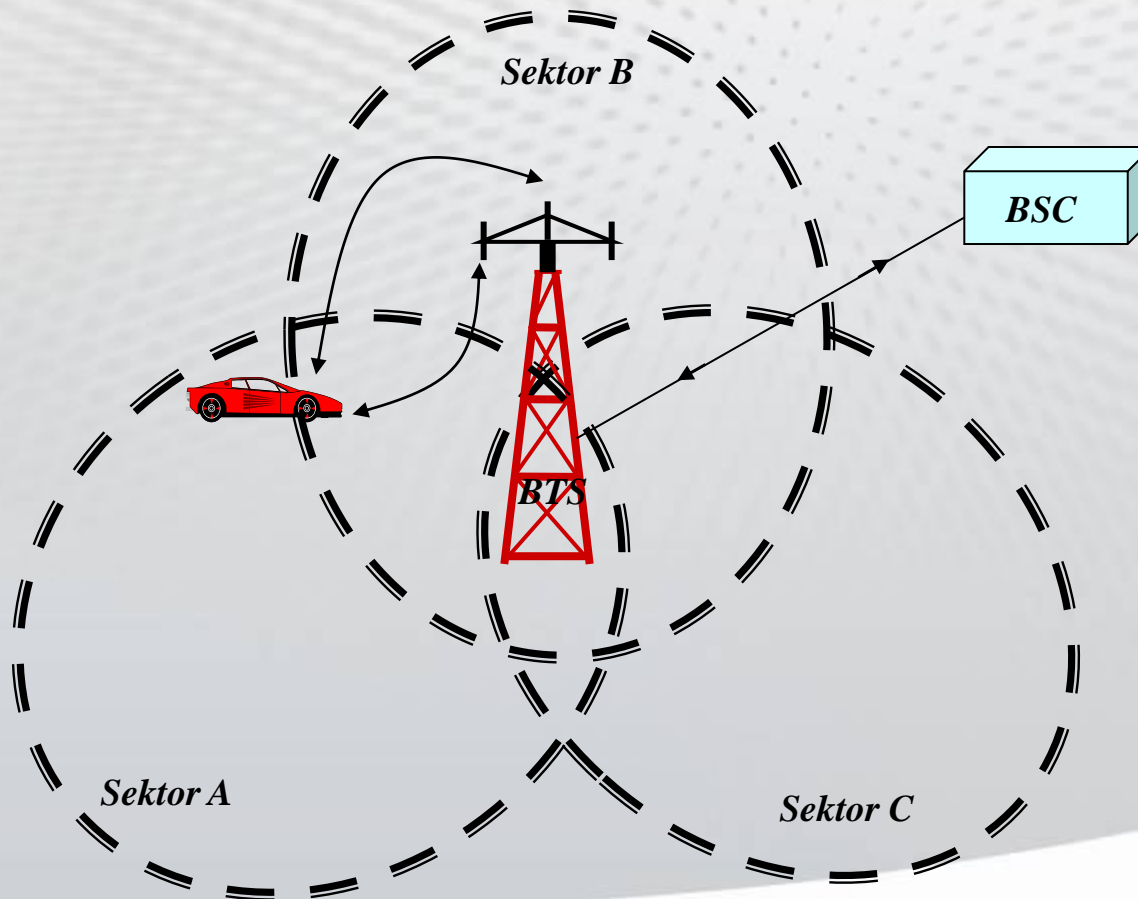
❑ *Langkah-langkah Handover pada CDMA*

- 1) MS hanya dilayani oleh cell A dan active set hanya terdiri dari pilot A. MS mengukur pilot B (E_c/I_o), diperoleh kecendrungan $> T_ADD$. MS mengirim pesan hasil ukur pilot B dan memindahkan status pilot B dari neighbor ke candidate set.
- 2) MS menerima pesan dari cell A berisi PN offset cell B dan alokasi Walsh code untuk TCH dan MS start komunikasi menggunakan TCH tsb.
- 3) MS memindahkan status pilot B dari candidate set ke active set, MS mengirim pesan handoff completed. Sekarang ada 2 pilot yang aktif.
- 4) MS mendeteksi pilot A jatuh $< T_DROP$, MS start mengaktifkan timer.
- 5) Timer mencapai T_TDROP , MS mengirim PSMM (pilot strength measurement message)
- 6) MS menerima handoff direction message, pesan ini berisi hanya PN offset cell B (tanpa PN offset cell A).
- 7) MS memindahkan status pilot A dari active set ke neighbor set

HANDOVER PADA CDMA

Softer handoff

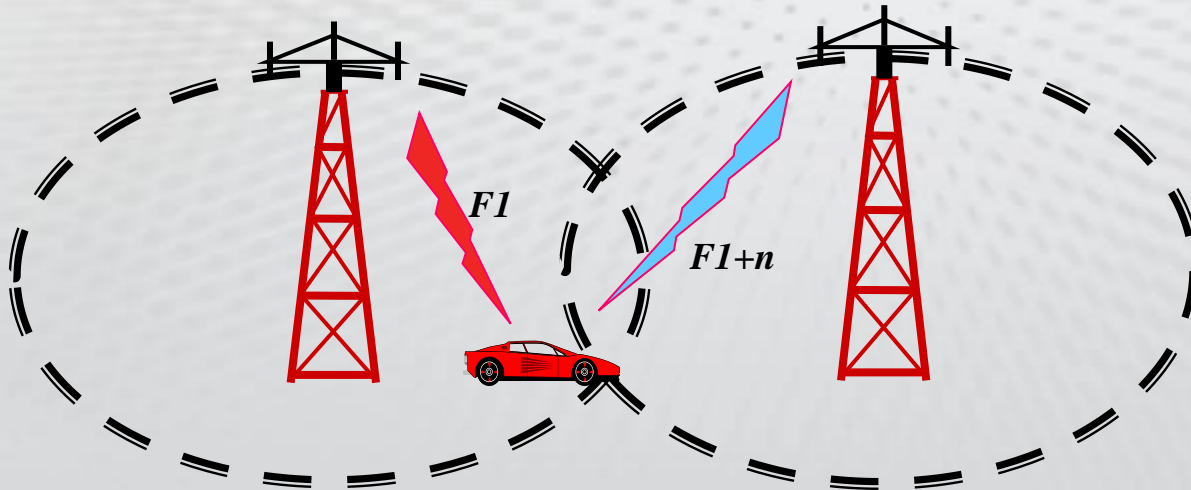
*pengalihan layanan dari satu sektor ke sektor lain dalam satu cell.
Arah down-link sama dengan soft handoff sedang arah up-link proses seleksi terjadi di BTS.*



HANDOVER PADA CDMA

Hard handoff

- *CDMA to CDMA handoff melibatkan dua carrier (bisa berbeda operator) sering disebut D to D handoff.*
- *CDMA to Analog handoff, juga disebut D to A handoff.*



**Interference
And System Capacity**

INTERFERENCE

- Adalah gangguan yang terjadi disebabkan adanya sinyal lain yang frekuensinya sama dan daya sinyal pengganggu tersebut cukup besar.
- Ukuran yang digunakan untuk menilai kualitas sinyal terhadap gangguan interferensi dinyatakan dengan C/I (dB).
- Interferensi merupakan faktor pembatas utama performansi sistem radio seluler
- Sumber interferensi :
 - MS dalam sel yg sama
 - Proses panggilan di sel disebelahnya
 - BS lain dgn frek yg sama
 - Sistem non seluler lainnya
- Akibat interferensi :
 - Kanal suara → xtalk (cross talk)
 - Control ch → missed dan block call
- Interferensi lebih banyak pada daerah perkotaan krn noise RF,BS dan MS lebih banyak.
- Jenis interferensi utama :
 - Co-channel interference
 - Adjacent channel interference

MACAM-MACAM INTERFERENSI

1. *Co-Channel Interference.*

Adalah : Interferensi antar cell yang menggunakan kanal/frekuensi sama.

2. *Adjacent-Channel Interference.*

Adalah : Interferensi antar kanal yang berdekatan.

3. *Intersystem Interference.*

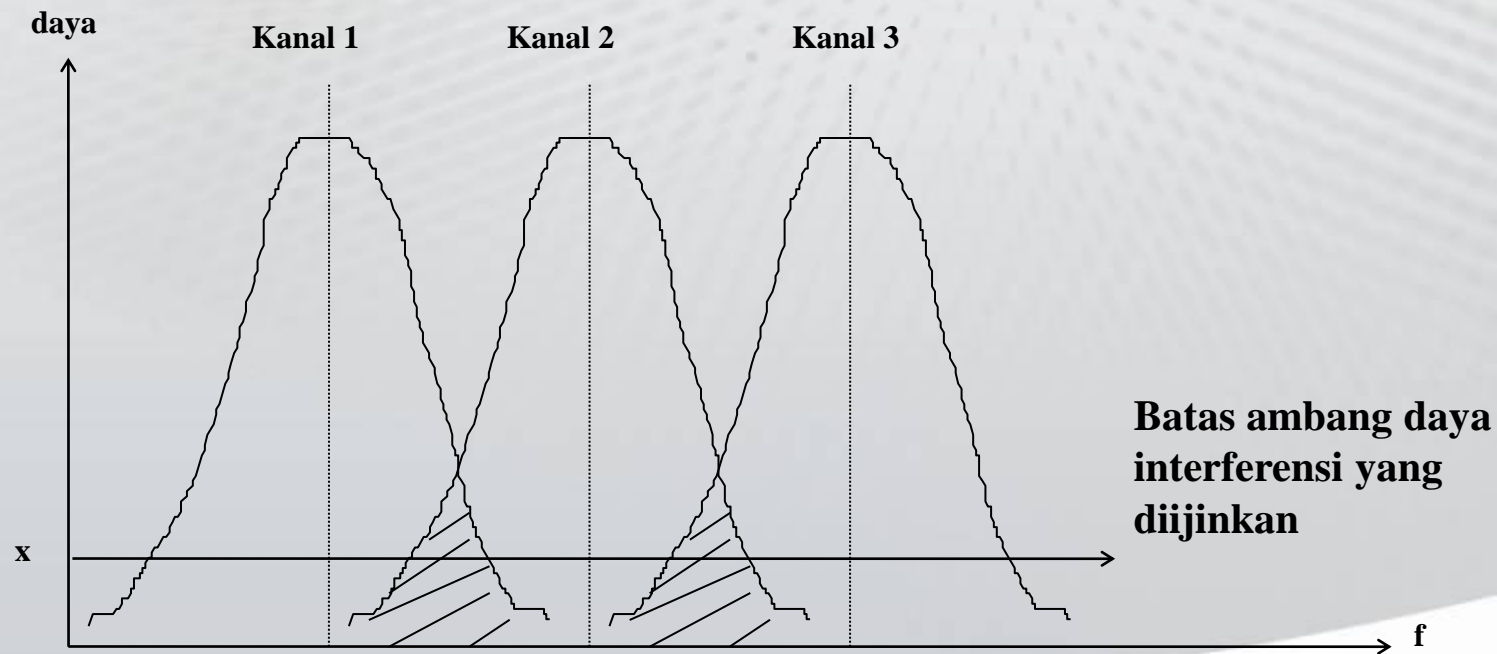
Adalah : Interferensi yang terjadi akibat sistem komunikasi radio lain yang menggunakan frekuensi sama dalam satu area yang sama.

CO-CHANNEL INTERFERENCE

- ❑ Freq Reuse berimplikasi bahwa pada wilayah cakupan tertentu beberapa sel menggunakan sekumpulan frekuensi yg sama
- ❑ Sel 2 tsb disebut co-channel cells dan interferensi antar sel tsb disebut Co-Channel Interference (CCI).
- ❑ Tidak seperti noise suhu dapat diatasi dgn meningkatkan SNR, CCI tidak dapat diatasi dgn menaikkan daya pembawa pemancar.
- ❑ Menaikkan daya pemancar → meningkatkan interferensi co-channel cell disebelahnya.
- ❑ Untuk menurunkan CCI , perlu secara fisik menjauhkan co-channel cell sampai jarak minimal sehingga mencukupi isolasi propagasi.

ADJACENT CHANNEL INTERFERENCE

- ACI : Interferensi dari sinyal yg dengan frekuensi didekatnya
- ACI : terjadi karena ketidak tepatan filter penerima yg memungkinkan frekuensi berdekatan bocor kedalam passband
- Masalah ini serius bila kanal yg disebelahnya sedang memancarkan dlm jarak yg dekat dgn penerima pengguna yg sedang menerima dr BS → near far effect





CARA MENGATASI INTERFERENSI

1. Management Frekwensi yang baik.
2. Intelligent Frequency Assignment.
3. Memberikan Frekwensi yang tepat terhadap MS.
4. Desain bentuk Antena.
5. Kemiringan Antena.
6. Mengurangi ketinggian Antena.
7. Mengurangi daya pancar.
8. Pemilihan lokasi cell site yang tepat.

PENGENDALIAN DAYA UNTUK MENGURANGI INTERFERENSI

- Dalam praktek radio seluler daya pancar MS dikendalikan oleh BS utk memastikan bhw MS memancar dgn daya minimal yg dibutuhkan.
- Keuntungan pengendalian daya :
 - Memperpanjang usia baterai
 - Mengurangi SIR reverse channel

SYSTEM CAPACITY

- Kapasitas sistem celluler biasanya diukur dalam dua besaran :
 - ❑ Cell Capacity / Sector Capacity (**kanal/cell**)
 - ❑ Cell Erlang Capacity → kapasitas cell untuk menangani sejumlah trafik pada probabilitas blocking tertentu (**Erlang/cell**)

Contoh : AMPS Capacity

- ❑ Menggunakan sistem FDD dengan BW kanal 30 khz
- ❑ Misalkan BW yang dialokasikan untuk UL atau DL saja sebesar 1,25 Mhz, maka → terdapat $1,25 \text{ Mhz} / 30 \text{ khz} = 42$ kanal (total)
- ❑ Biasanya AMPS menggunakan sistem 7/21 → ukuran cluster $K=7$ dan 21 sector dalam 1 cluster (3 sector per cell)
- ❑ Jadi kapasitas AMPS → **6 kanal/cell atau 2 kanal/sector**

Trunking and GOS



TUGAS

- ❑ Baca Buku “Wireless Communication principles and Practice” oleh Theodore S. Bab The Cellular Concept – System design Fundamentals tentang “Trunking dan GOS **Dan** buku “understanding Cellular Radio” bab Understanding Cellular Radio tentang “ Why One Channel Can Serve Many Users?”
- ❑ Buat Resume!

Peningkatan Kapasitas Sistem Seluler

PENINGKATAN KAPASITAS PADA SISTEM SELULER

- Jika demand layanan nirkabel meningkat, jumlah kanal yg ditetapkan pd sel tsb menjadi tidak cukup utk melayani user → perlu menambah kanal.
- Teknik utk meningkatkan kapasitas sistem seluler :
 - Cell splitting
 - Sectoring
 - Novel Microcell Zone Concept

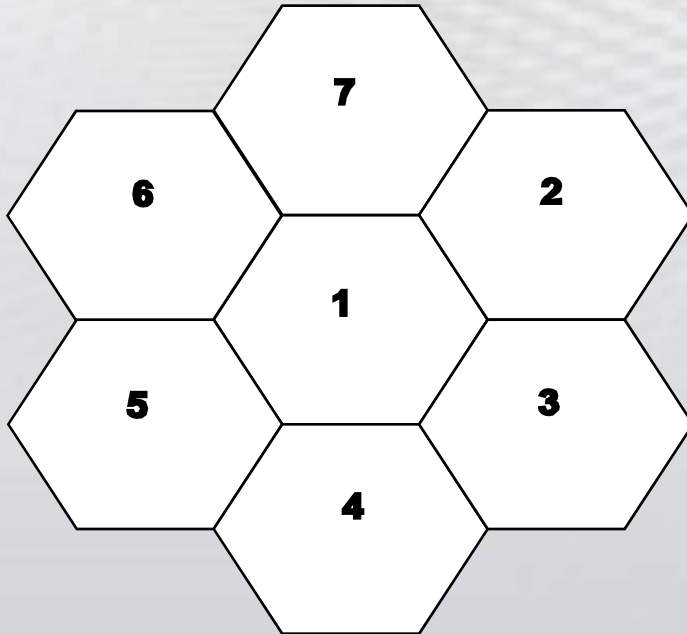
CELL SPLITTING

- To increase the capacity, the operator performs cell splittings

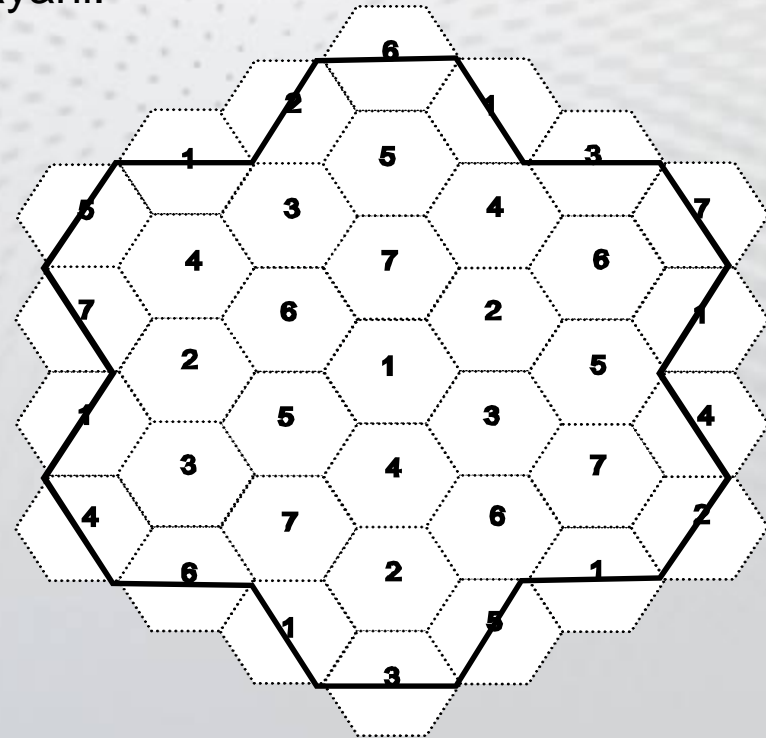
Diperlukan pada saat :

- Kepadatan trafik dalam cell meningkat.
- Kanal yang ada tidak mampu melayani.

$$\frac{C_1}{C_0} = \left(\frac{R_0}{R_1} \right)^2 = \frac{P_0}{P_1}$$



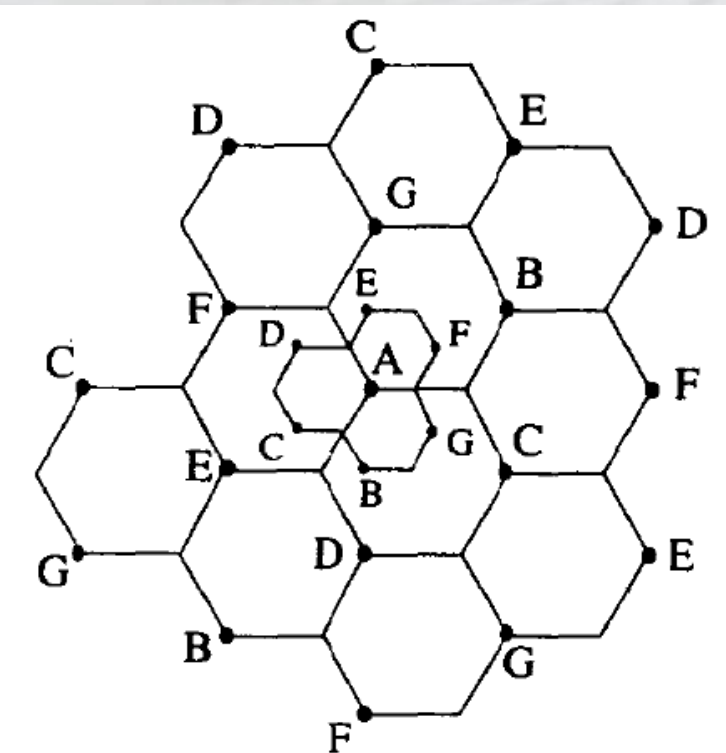
before cell splitting



after cell splitting

CELL SPLITTING

- Cell splitting : proses pembagian sel yg kongesti menjadi sel yg lebih kecil,
- Setiap sel dgn jari² R memiliki luas 4 kali dari sel dgn jari² R/2
- Penambahan jumlah sel akan menambah jumlah kluster yg selanjutnya menambah kapasitas kanal
- Sel baru lebih kecil → daya pancar harus dikurangi



Ingat Kembali!

$$C_t = M S = M c K$$

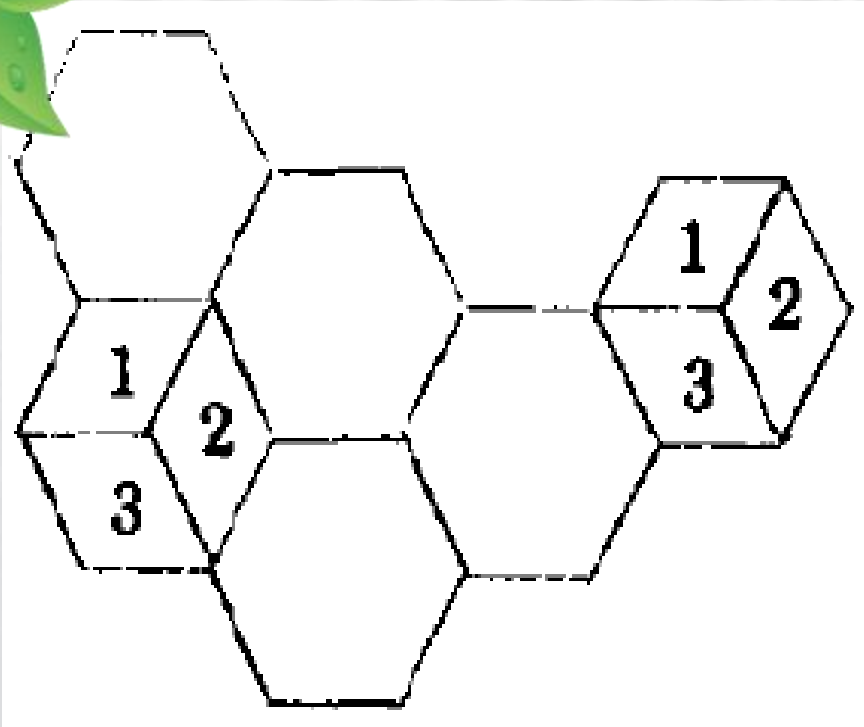
$$\frac{C}{I} = \frac{1}{N} \left[\frac{D}{R} \right]^4 = \frac{9K^2}{N}$$

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3K}$$

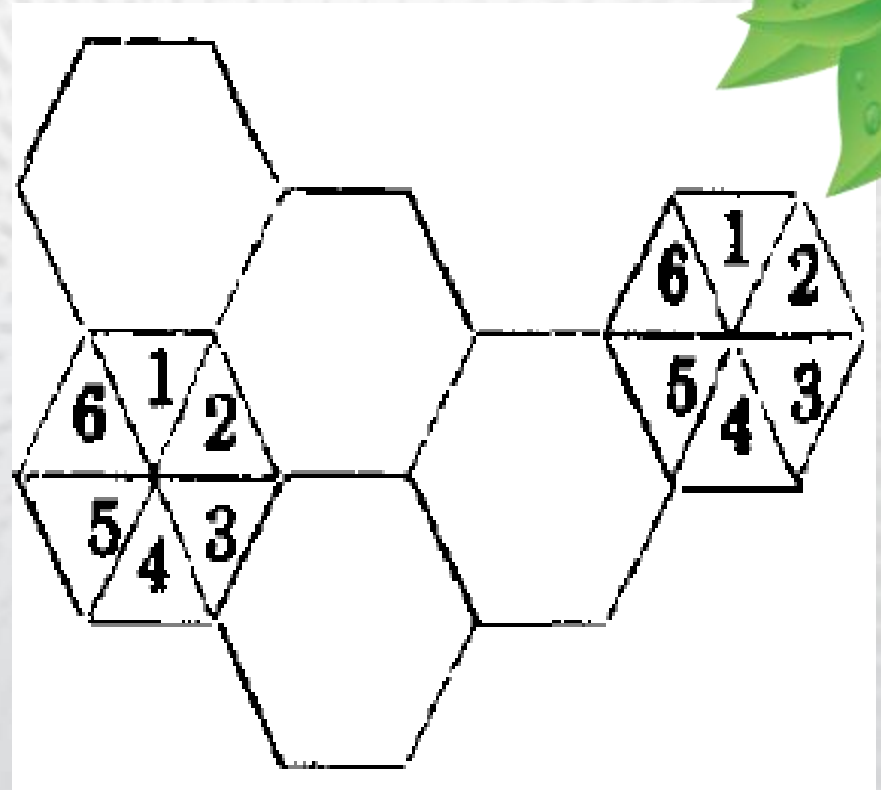
SECTORING

- ❑ Sectoring : teknik menurunkan CCI dan meningkatkan kapasitas dengan menggunakan antena directional
- ❑ Pada sectoring :
 - ❑ Jari-jari sel tidak berubah
 - ❑ Menurunkan perbandingan D/R
- ❑ Penambahan kapasitas dilakukan dgn mengurangi jumlah sel penginterferensi dalam kluster dan meningkatkan frequency re-use → perlu menurunkan interferensi tanpa menurunkan daya pancar
- ❑ CCI dapat diturunkan dengan cara mengganti antena omni-directional dengan antena directional
- ❑ Sel pada umumnya dipartisi menjadi 3 sektor a 120° atau 6 sektor a 60°

SECTORING

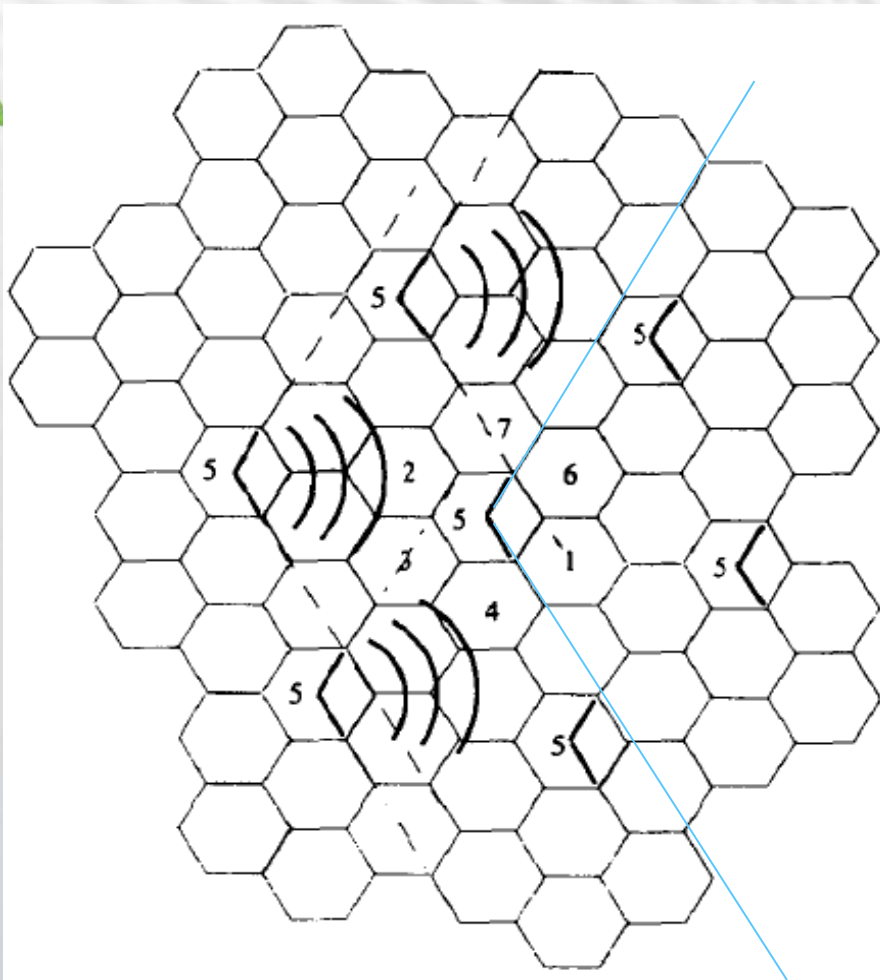


120° sectoring



60° sectoring

SECTORING



Ilustrasi bagaimana sektorisasi 120° mengurangi interferensi dari sel co-channel

Banyaknya sel penginterferensi lapis 1 berkurang dr 6 menjadi 2 \rightarrow SIR meningkat

Ingat Kembali!

$$C_t = M S = M c K$$

$$\frac{C}{I} = \frac{1}{N} \left[\frac{D}{R} \right]^4 = \frac{9K^2}{N}$$

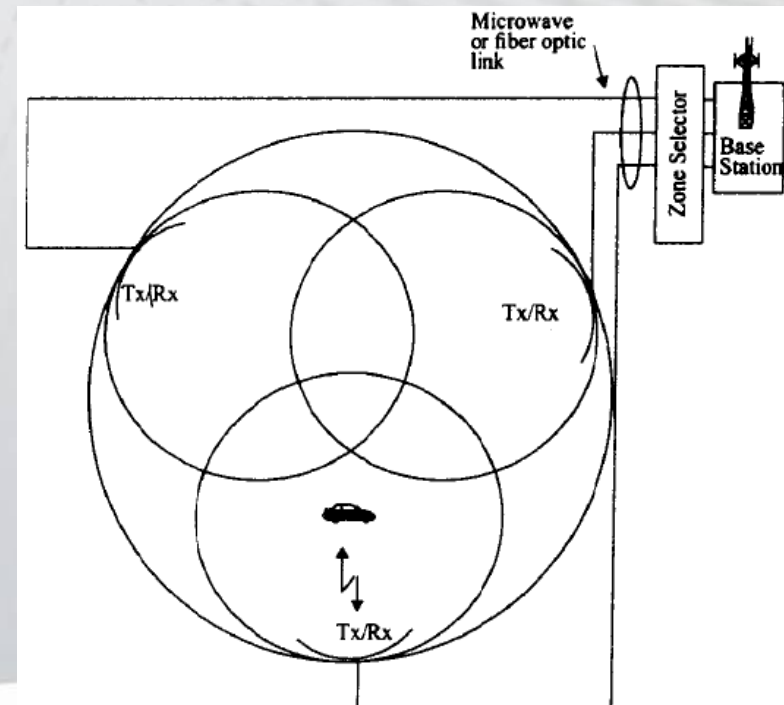
$$\frac{D}{R} = \sqrt{3K}$$

SECTORING

- ❑ Dalam praktek SIR dapat juga ditingkatkan dengan cara downtilting antena sektor sedemikian sehingga pola radiasi pd bidang vertikal memiliki puncak di sel co-channel terdekat
- ❑ Dampak sektorisasi :
 - ❑ Antena BS lebih banyak
 - ❑ Jumlah handoff meningkat → banyak operator menghindari sektorisasi, terutama utk daerah perkotaan padat dimana pola antena terarah kurang efektif mengendalikan propagasi radio

MICROCELL ZONE CONCEPT

- ❑ Permasalahan pada teknik sectoring → handoff meningkat → beban switch dan control link meningkat
 - ❑ Maka diatasi dengan teknik zone concept oleh Lee (Lee, W.C.Y., "Smaller Cells for Greater Performance," IEEE Communication Magazine, pp. 19-23, November 1991)
 - ❑ pada skema ini, 3 zona atau lebih terhubung dengan satu BTS dan menggunakan perangkat yang sama (bisa menggunakan kabel koaksial, fiber optik, atau microwave link).
 - ❑ zona-zona ini dan BTS membentuk 1 cell
-
- ❑ saat user bergerak dalam satu cell akan dilayani oleh zona dengan signal yang terkuat.
 - ❑ saat user pindah dari satu zona ke zona yang lain dalam satu cell, kanal dipertahankan dengan cara menswitch ke kanal yang bersangkutan pada zona yang baru. sehingga handover tidak dibutuhkan.
 - ❑ Kelebihan dari teknik zona cell adalah coverage dari cell dipertahankan sedangkan co-channel interference diturunkan dengan cara mengganti sebuah BTS ditengah cell dengan beberapa transimetr dengan low power (zone transmitter) pada tepi cell





THANK YOU