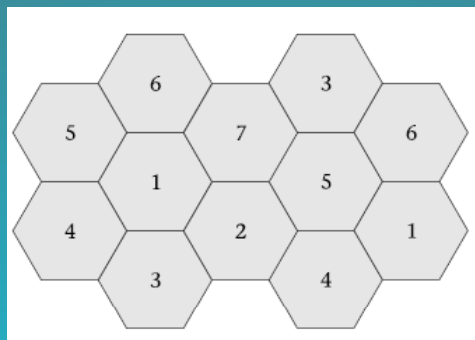


Cellular Phone

Dr. Risanuri Hidayat



Cell boundaries (seven cell repeating pattern)



- All the cell sites in a region are connected by copper cable, fiber optics, or microwave link to a central office called a **mobile switching center (MSC)**

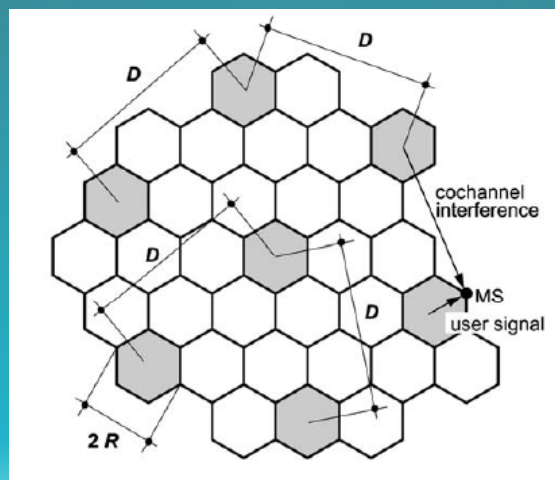
Prinsip Seluler

- Karena rentang frekuensi yang sangat terbatas, jaringan seluler hanya memiliki sejumlah kecil kanal suara.
- Sistem GSM mempunyai bandwidth 25 MHz di alokasi frekuensi 900 MHz, mempunyai 125 kanal frekuensi, dengan bandwidth carrier 200 kHz setiap kanalnya.
- Dengan multipleks waktu 8 untuk setiap operator, maka akan ada 1000 kanal.
- Jumlah ini dikurangi oleh guardbands dalam spektrum frekuensi dan overhead diperlukan untuk sinyal.
- Untuk dapat melayani beberapa ratus ribu atau jutaan pelanggan, maka penggunaan kembali frekuensi secara spasial, untuk wilayah geografi yang berbeda, harus dilakukan.

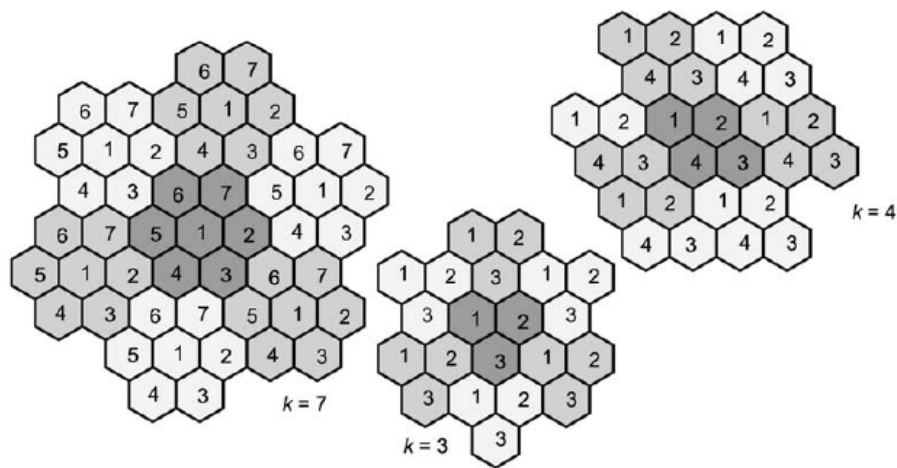
- Konsep penggunaan kembali (reuse) frekuensi secara spasial memungkinkan peningkatan signifikan dalam pemanfaatan frekuensi ekonomi.
- Karakteristik penting dari prinsip jaringan selular adalah sebagai berikut,
 - daerah cakupan dibagi ke dalam sel-sel (zona radio). Sel-sel ini sering digambarkan/dimodelkan dengan gambar segi enam. Base station terletak di pusat dari setiap sel

- Masing-masing sel mempunyai alokasi frekuensi Si masing-masing.
- Dalam sistem GSM, frekuensi dipakai untuk disebut Alokasi Cell (CA=Cell Allocation). Dua sel tetangga yang bertetangga tidak boleh menggunakan alokasi frekuensi yang sama, karena hal ini akan mengakibatkan interferensi co-channel dari sel-sel yang berdekatan.
- Hanya di re-use frekuensi, maka frekuensi dari sel Si dapat digunakan kembali. Jarak D harus cukup besar, sehingga co-channel interferensi.
- Ketika sebuah mobile station bergerak dari satu sel ke sel yang lain selama percakapan berlangsung, terjadi perubahan frekuensi (serah terima), tanpa mempengaruhi kelanjutan percakapan.

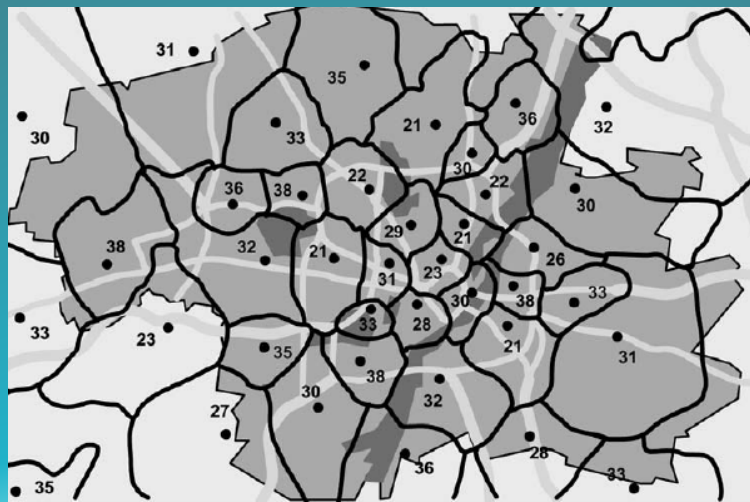
Model selular dengan frekuensi re-use



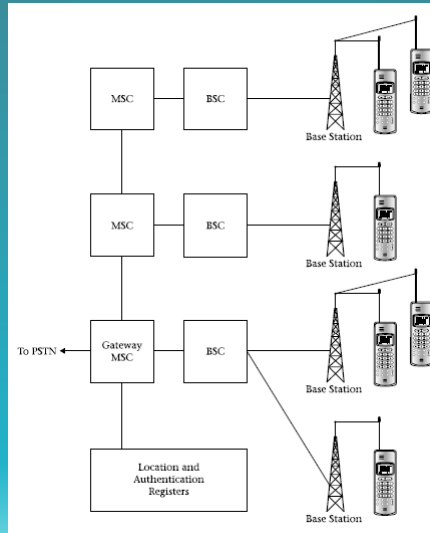
Frekuensi Re-use



Realitas sel

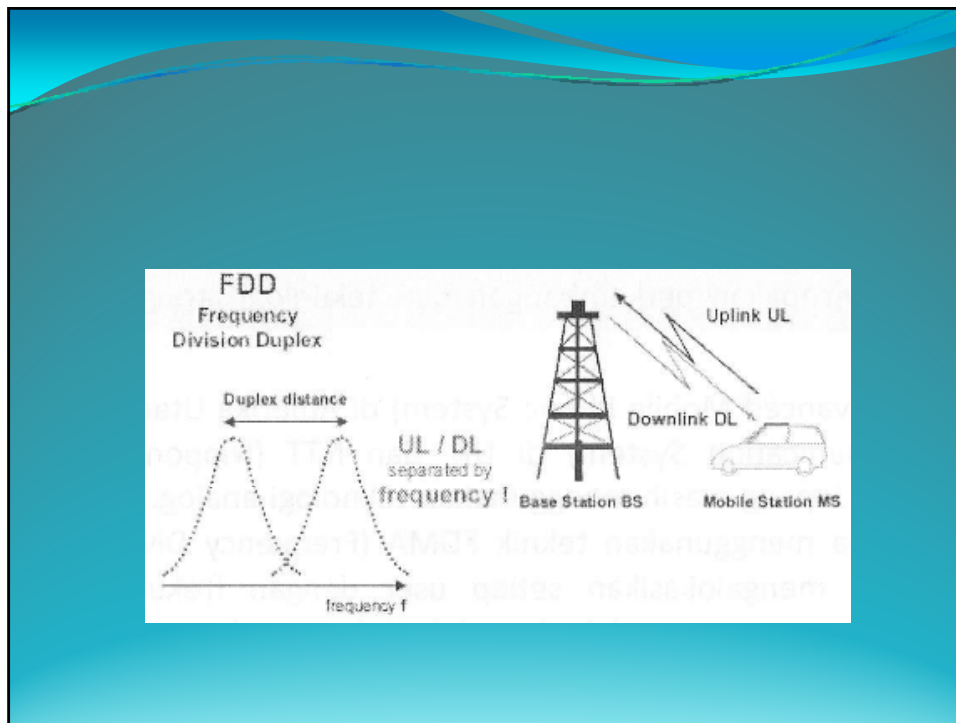


Arsitektur Seluler



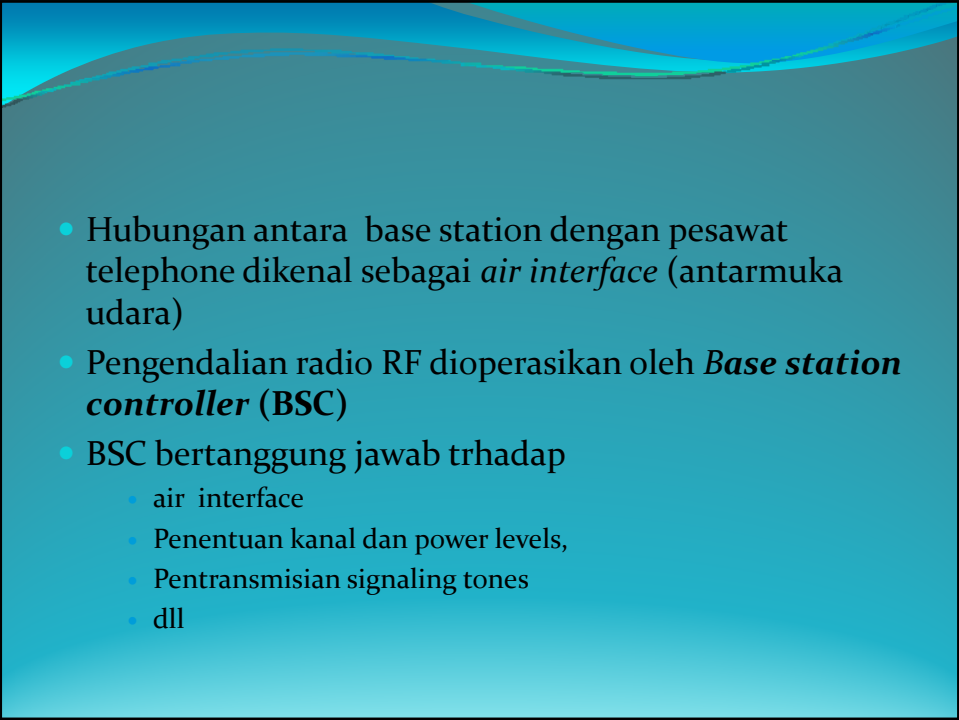
Air Interface

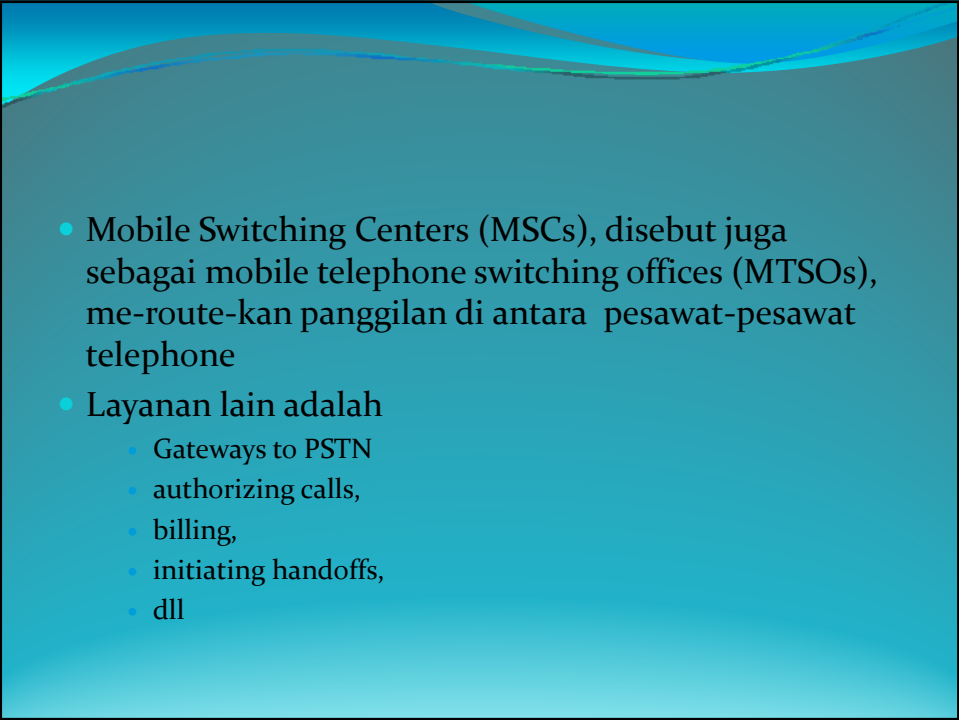
- Antara Mobile Station (MS) dan Base Station (BS)
- taskomunikasi dua arah secara downlink dan uplink, atau disebut sebagai duplex transmission dengan
 - FDD (Frequency Division Duplex). Pentransmisian komunikasi secara uplink dan downlink menggunakan frekuensi yang berbeda.
 - Jarak antara frekuensi uplink dan downlink disebut dengan duplex distance.



Transmitting

- To place a call from a mobile station, the caller enters a code of 7 or 10 digits (a phone number) and presses the send button.
- The mobile station then scans the band, seeking a setup channel with a strong signal, and sends the data (phone number) to the closest base station using that channel.
- The base station relays the data to the MSC.
- The MSC sends the data on to the telephone central office. If the called party is available, a connection is made and the result is relayed back to the MSC.
- At this point, the MSC assigns an unused voice channel to the call, and a connection is established.
- The mobile station automatically adjusts its tuning to the new channel, and communication can begin.

- 
- Hubungan antara base station dengan pesawat telephone dikenal sebagai *air interface* (antarmuka udara)
 - Pengendalian radio RF dioperasikan oleh **Base station controller (BSC)**
 - BSC bertanggung jawab terhadap
 - air interface
 - Penentuan kanal dan power levels,
 - Pentransmisian signaling tones
 - dll

- 
- Mobile Switching Centers (MSCs), disebut juga sebagai mobile telephone switching offices (MTSOs), me-route-kan panggilan di antara pesawat-pesawat telephone
 - Layanan lain adalah
 - Gateways to PSTN
 - authorizing calls,
 - billing,
 - initiating handoffs,
 - dll

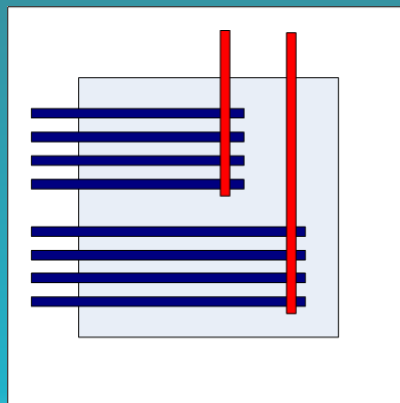
Call Blocking

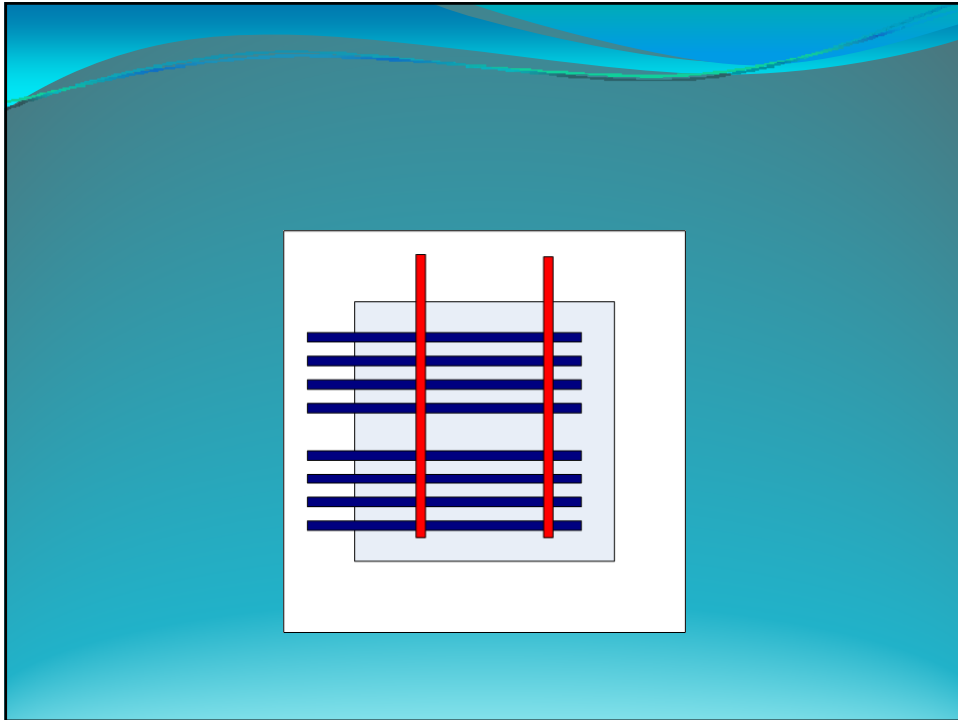
- Ukuran optimum sel tergantung pada jumlah trafik
- Idealnya, kanal radio harus tersedia di saat-saat puncak trafik
- Namun ada saat ketika semua kanal terpakai, walaupun hal ini jarang terjadi.
- Jika semua kanal dalam sel sedang sibuk, tidak mungkin bagi siapa pun untuk melakukan panggilan ke atau dari sel itu.
- Pengguna harus menutup telepon dan menunggu untuk mencoba lagi panggilan.
- Situasi ini disebut *Call Blocking*
- *Call blocking* juga terjadi pada sistem PSTN

Call Drop

- Situasi lebih tidak menyenangkan terjadi ketika kanal di dalam sebuah sel semuanya sibuk
- Ketika terjadi handoff, yaitu usaha untuk pindah ke sel, tak dapat dilakukan karena tak tersedia kanal yang bebas. Maka panggilan (pembicaraan) harus dihentikan,
- Disebut *Call Drop*
- *Call Drop* tidak terjadi pada PSTN

- A. K. Erlang, insinyur Swedia meneliti tentang masalah Call Blocking ini menggunakan analisa statistika.
- Bahwa semakin banyak kanal tersedia, maka semakin kecil kemungkinan terjadi call block





- Phone traffic is defined in *Erlangs* (E).
- One erlang is equivalent to one continuous phone conversation.
- Thus if 1000 customers use the phone ten percent of the time each, they generate 100 E of traffic on average. Mathematically,

$$T = NP$$

T = traffic in erlangs
 N = number of customers
 P = probability that a given customer is using the phone

Carrier-to-interference ratio

- Kualitas sinyal sebuah sambungan koneksi diukur dengan perbandingan (rasio) kekuatan sinyal yang diterima dengan interferensi yang diterima dari sel tetangga (co-kanal)
- Dinyatakan dengan Carrier-to-interference ratio :

$$\frac{C}{I} = \frac{\text{Useful signal power}}{\text{Interference power from other cells}}$$