

## BAB II

# TEORI PENUNJANG KOMUNIKASI BERGERAK SELULAR DIGITAL

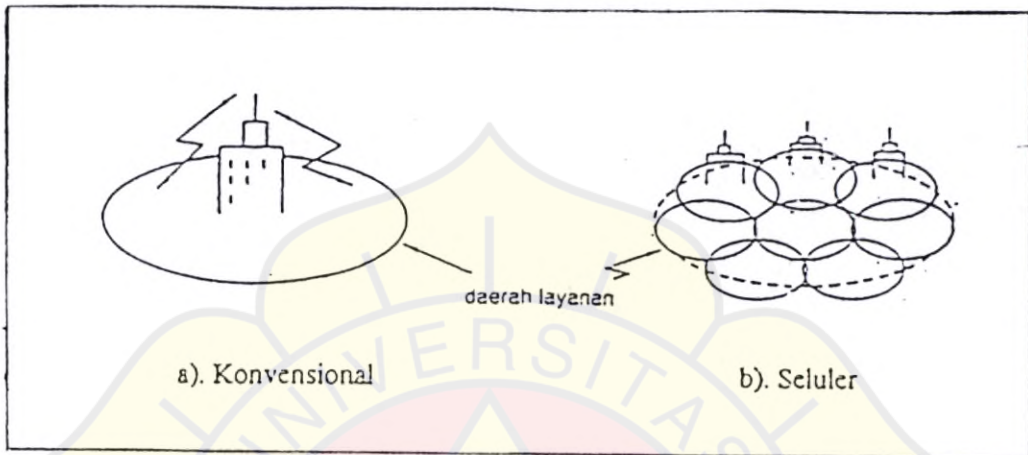
### 2.1. LATAR BELAKANG

Jasa telepon bergerak konvensional yang pertama beroperasi pada tahun 1946 di St. Louis, Missouri, Amerika Serikat, yang pertama kali dan disebut sistem komunikasi bergerak konvensional. Daerah layanannya cukup luas, memiliki diameter sel 40 – 50 mil dan dicakup oleh sebuah base station (lihat Gambar 2.1a). Sistem ini disebut juga sistem komunikasi bergerak wilayah tunggal (single zone). Satu base station mengelola semua proses pembicaraan sehingga komposisi peralatannya tidak rumit, tetapi memerlukan daya pancar yang tinggi untuk mencakup seluruh daerah layanan dan satu kanal frekuensi tidak dapat di gunakan lagi (reuse) dalam sistem yang sama. Dengan demikian jumlah pemakai dibatasi oleh jumlah kanal frekuensi yang ditetapkan dalam sel besar itu sehingga kapasitas pemakai cukup terbatas.

Dengan adanya keterbatasan operasional yang dimiliki pada sistem komunikasi bergerak konvensional, seperti : kemampuan layanan yang terbatas, kinerja pelayanan yang kurang baik dan penggunaan spektrum frekuensi yang tidak efisien, maka mulai dikembangkan sistem baru yang dapat mengatasi segala kekurangan tersebut.

Pada tahun 1947, para teknisi Bell Laboratories mengemukakan konsep radio selular yang cukup berkembang pesat hingga saat ini. Konsep ini melahirkan sistem komunikasi bergerak yang dapat diandalkan dan mencakup jumlah pemakai yang besar

serta memiliki kualitas layanan dan keistimewaan lainnya yang dapat bersaing dengan sistem bukan selular yang sudah ada.



Gambar 2.1.  
Perbandingan sistem konvensional dan selular (a) konvensional (b) selular

## 2.2. KONSEP SELULAR

Sistem komunikasi bergerak selular membagi wilayah pelayanan yang akan dijangkau menjadi beberapa wilayah lebih kecil yang disebut dengan sel (cell). Tiap sel memiliki diameter sekitar 2-10 km yang di catu oleh satu base station yang memiliki daya pancar rendah. Inti dari sistem ini ialah konsep pengulangan kanal pada beberapa sel yang terpisah pada jarak yang cukup. Tujuannya adalah untuk mencapai kapasitas langganan yang besar sekaligus menggunakan pita frekuensi yang efektif. Di tambah dengan ide pembelahan sel (cell splitting), kapasitas langganan dapat menjadi lebih besar lagi.

Secara teori cakupan dan kapasitas sistem selular tidak terbatas. Bila permintaan pasar meningkat, sel-sel tambahan dapat di buat untuk memenuhi peningkatan trafik tersebut.

### 2.2.1. Konfigurasi Dasar Sistem Selular

Pada sistem komunikasi selular radio ada tiga dasar parameter menurut ketentuan Federal Communication Commission (FCC) yaitu kapasitas yang tinggi, sel dan frekuensi reuse.

#### 1. Kapasitas yang tinggi

Sistem selular radio dapat dikonfigurasi dan dikembangkan untuk melayani jumlah pelanggan yang tidak terbatas .

#### 2. Sel

Merupakan layanan individual yang masing-masing menempatkan sekelompok kanal-kanal diskrit pada spektrum yang digunakan . Pelanggan berada pada sel tertentu dapat menggunakan kanal-kanal yang ada di sel tersebut . sel memiliki diameter kecil sekitar 2-10 km.

#### 3. Frekuensi reuse

Digunakan untuk menghemat pemakaian kanal dalam suatu sistem dimana kanal-kanal diskrit ditempatkan pada sel tertentu , untuk digunakan lagi di sel manapun yang terpisah dari sel pertama oleh jarak yang cukup untuk mencegah interferensi co-channel dengan memburuknya kualitas pelayanan. Dapat dikatakan bahwa frekuensi reuse adalah pemakaian kembali frekuensi yang sama pada daerah sel site yang berbeda.

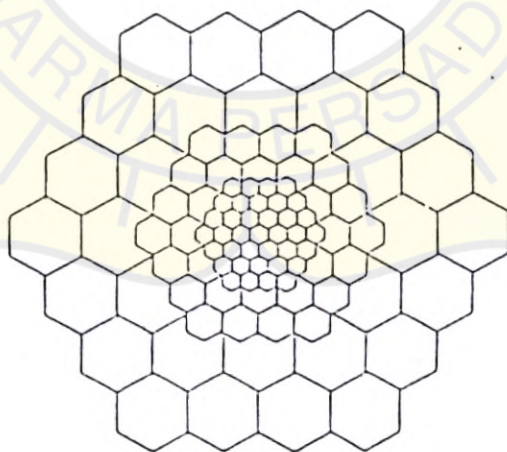
### 2.2.2. Ukuran Sel

Ukuran sel haruslah cocok dengan kriteria perencanaan. Memang agak sulit menentukan besarnya sel yang kita perlukan. Masalahnya adalah mengoptimalkan kualitas transmisi yang baik dan penghematan biaya. Dengan membuat radius sel yang lebih besar , maka agar S/N berharga tetap pada batas sel, sehingga perlu menaikkan daya pancar (level sinyal penerimaan minimum dibuat tetap). Trafik pembicaraan yang

harus ditangani oleh base station juga akan semakin besar. Keuntungan menggunakan radius sel yang lebih besar adalah dapat menghemat jumlah base station untuk mencakup seluruh wilayah pelayanan.

Radius sel dapat di perkecil dengan mengurangi daya pancar. Dengan radius sel yang kecil, kapasitas trafik yang bisa ditangani oleh sistem jaringan akan bertambah. Tetapi akibatnya mekanisme handoff akan lebih sering terjadi karena unit bergerak mempunyai kemungkinan lebih besar untuk bergerak keluar sel . Mahalnya biaya pemasangan base station juga akan membatasi radius sel yang diperlukan.

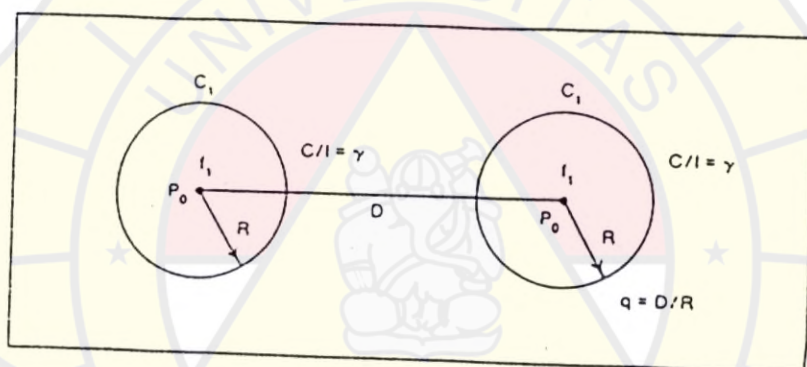
Jika kepadatan trafik pembicaraan sama diseluruh wilayah pelayanan, maka sel-sel mempunyai ukuran yang sama. Pada kenyataannya kepadatan trafik selalu lebih rendah pada perbatasan kota dibandingkan dengan pusat kota, sehingga perlu digunakan ukuran sel yang lebih besar pada perbatasan kota ataupun diluar kota seperti pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2.**  
**Susunan sel dengan ukuran berbeda**

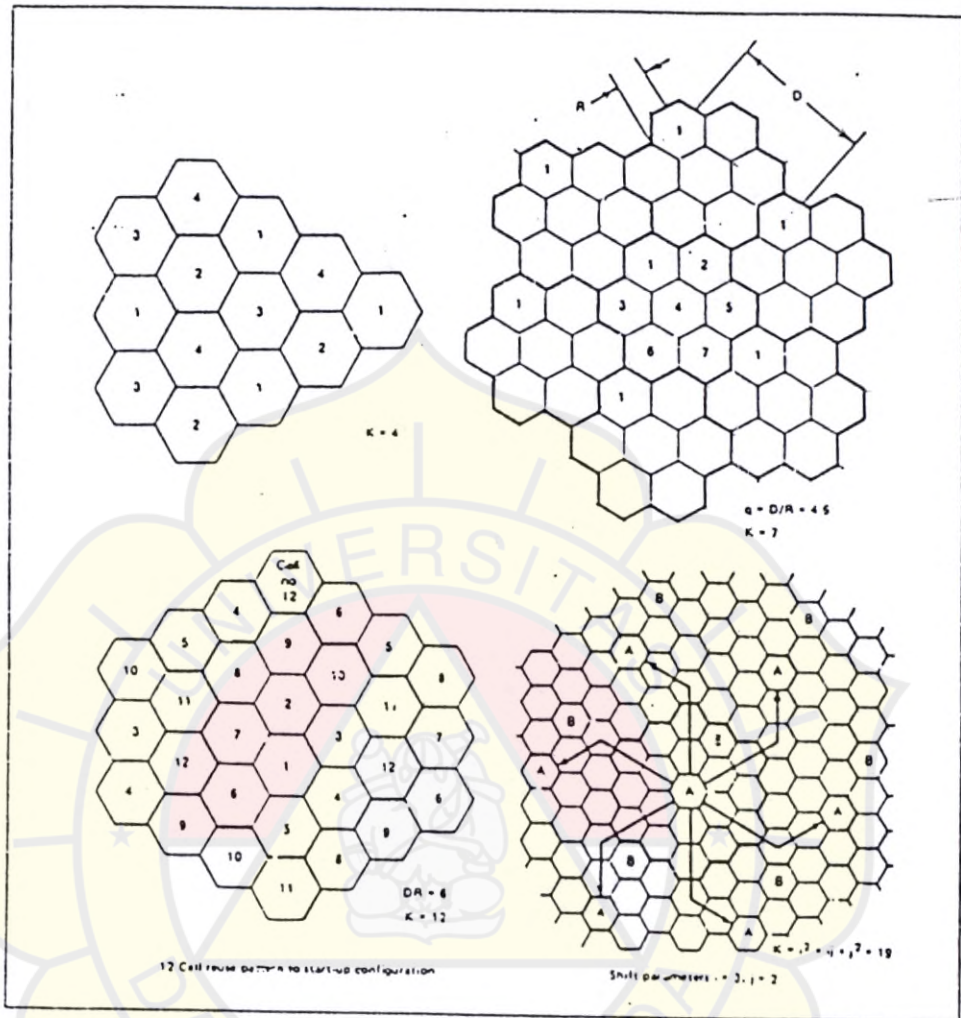
### 2.2.3. Pengulangan Kanal Frekuensi

Konsep pengulangan kanal frekuensi merupakan inti dari sistem komunikasi bergerak selular. Dengan konsep ini, pemakai yang berada pada lokasi yang berbeda (sel yang berbeda) dapat secara bersama menggunakan kanal frekuensi yang sama. Sebuah kanal radio  $f_i$  yang digunakan pada sebuah sel  $C_1$  dengan radius  $R$  dapat digunakan kembali di sel lain dengan cakupan yang sama yang berjarak  $D$  dari sel pertama (lihat gambar 2.3.).



Gambar 2.3.  
Konsep pengulangan kanal frekuensi

Sistem pengulangan kanal frekuensi ini secara drastis akan meningkatkan efisiensi penggunaan spektrum frekuensi: namun bila perencanaannya tidak akurat akan menimbulkan persoalan interferensi kanal sama (co-channel interference). Oleh sebab itu pengulangan kanal frekuensi harus mengikuti pola tertentu dan teratur seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4.  
Pola pengulangan kanal frekuensi K sel

#### 2.2.4. Pembelahan Sel

Pembelahan sel dilakukan bila base station tertentu tidak mampu lagi menampung trafik di dalam selnya. Untuk menaikkan kapasitas, wilayah sel yang dicakup oleh base station tersebut di kurangi. Jika radius sel yang lama =  $R$  maka radius sel yang baru biasanya dibuat  $\frac{1}{2}R$ . Sel baru ditempatkan sedemikian rupa sehingga jarak antara base station menjadi setengah dari jarak semula. Base station yang baru akan menggunakan daya pancar yang lebih rendah.

Pembelahan sel menimbulkan beberapa masalah baru, yaitu menghasilkan lebih banyak peristiwa handoff tiap panggilan, beban proses tiap pelanggan lebih tinggi dan meningkatkan biaya operasional karena memerlukan lebih banyak base station.

### **2.3. DASAR SISTEM SELULAR BERGERAK**

Sistem selular bergerak terdiri atas tiga bagian ,yaitu mobile unit,base station dan Mobile Telephone Switching Office (MTSO).

#### **1. Mobile Unit**

Mobile Unit mencakup unit kontrol, sepasang tranceiver-receiver dan sebuah sistem antena.

#### **2. Base Station (BS)**

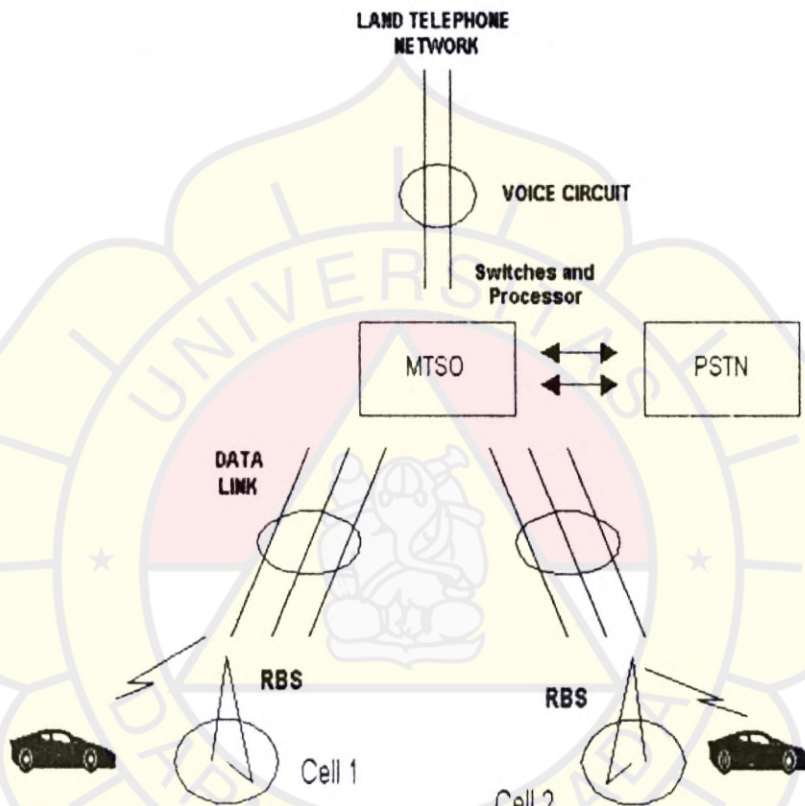
Base station Interface dengan MTSO dan Mobile Unit ,mencakup unit kontrol, radio kabinet ,sistem antena, catu daya(pembangkit tenaga listrik) dan terminal data.

#### **3. Mobile Telephone Switching Office (MTSO)**

Mobile Telephone Switching Office merupakan kantor pusat switching, pusat koordinasi untuk semua sel site, mengontrol proses panggilan dan pentarifan/pembiayaan,serta interface dengan PSTN. Pada MTSO terdapat selular processor dan selular switch.

MTSO merupakan jantung dari sistem mobile selular,selular prosesor pada MTSO berfungsi mengadakan koordinasi pusat dan administrasi selular. Sedangkan selular switch menyaklarkan panggilan untuk menghubungkan pelanggan mobile dengan pelanggan mobile lainnya atau dengan PSTN . Untuk koneksi tersebut dibutuhkan voice trunk seperti yang digunakan pada hubungan antara sentral telepon pada jaringan telepon kabel. Data link pada sistem selular digunakan untuk menyediakan link pengawasan antara

prosesor dan switch pada MTSO dan antara sel site dengan prosesor . Data link dengan kecepatan tinggi tidak dapat ditransmisikan melalui trunk telepon standar , tetapi harus melalui link microwave yang membawa sinyal suara dan data antara sel site dan MTSO.



Gambar 2.5  
Sistem komunikasi Selular Bergerak

#### 2.4. KRITERIA KERJA SISTEM SELULAR DIGITAL

Ada beberapa kategori untuk kriteria kerja dari sistem selular bergerak secara spesifik



### 2.4.1. Kualitas Pelayanan

Untuk menentukan kualitas pelayanan, hal-hal yang perlu diperhatikan sebagai berikut yaitu :

#### 1. Cakupan Wilayah (Coverage)

Sistem sebaiknya bisa mencakup wilayah seluas mungkin , hal ini tidak dapat dicapai 100% karena ketidakteraturan kontur suatu daerah , maka diusahakan untuk mencapai 90% daerah geografis rata dan 75% untuk daerah geografis yang berbukit hal tersebut dikarenakan :

- Daya yang ditransmisikan sangat tinggi untuk menghilangkan bagian daerah yang lemah dengan penerima yang cukup , hal ini berarti ada faktor biaya tambahan .
- Dengan lebih tinggi daya transmisi maka lebih sulit untuk mengontrol faktor interferensi

#### 2. Grade Of Service (GOS)

GOS didefinisikan sebagai banyaknya panggilan yang tidak berhasil, dibandingkan dengan total jumlah kanal yang tersedia. GOS dapat diartikan pula bagian dari panggilan yang gagal selama puncak jam sibuk sehubungan dengan terbatasnya jumlah kanal-kanal RF. Pada pelayanan sistem seluler, sistem didesain berdasarkan GOS 0,02 atau lebih. GOS 0,02 berarti bahwa seorang pelanggan akan mendapat rata-rata 98% kanal tersedia selama puncak jam sibuk untuk masuk kedalam sistem, atau dari 100 panggilan dalam waktu yang bersamaan terdapat dua panggilan yang gagal.

#### 3. Jumlah Panggilan yang Gagal

Rasio panggilan yang gagal harus diusahakan seminimal mungkin karena rasio kegagalan yang tinggi menyebabkan masalah pada kemampuan daya cakupan atau masalah handoff yang berhubungan dengan tidak mencukupinya ketersediaan kanal , oleh sebab itu diperlukan perancangan sistem yang baik dan kanal radio yang cukup.

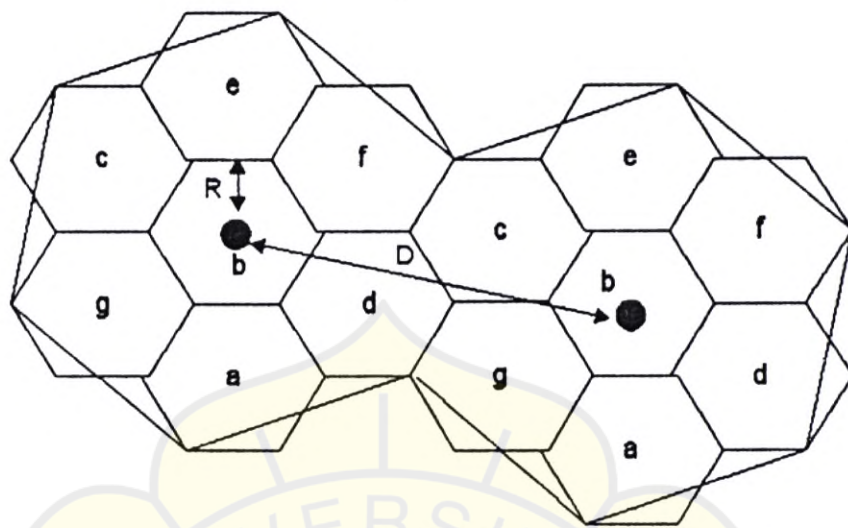
#### 2.4.2. Kualitas Layanan Khusus

Pelayan khusus yang bisa diberikan kepada pelanggan diusahakan untuk menambah daya saing, misalnya call waiting, automatic roaming spot mail box yang memberikan pesan lewat telepon saat terpanggil tidak ada, answering phone dan lain-lain.

#### 2.4.3. Konsep Kanal Frekuensi Reuse

Frekuensi reuse adalah inti dari sistem seluler radio mobile. Pada frekuensi reuse pengguna pada lokasi geografis yang berbeda (sel berbeda) dapat secara simultan menggunakan kanal frekuensi yang sama. Seperti terlihat pada Gambar 2.2 Dalam suatu pelayanan sistem telepon komunikasi bergerak terdapat beberapa daerah BS (cell site) yang berlainan frekuensinya setiap bagiannya terdapat 7 cells site, misalnya user sedang melakukan panggilan dan ditempatkan pada cell site A1 dan disekitarnya terdapat cells site A2 sampai dengan A7 yang mengelilinginya sehingga jarak antara cell site A1 dengan cell site B1 maupun C1 cukup jauh dan dapat dipergunakan secara bersamaan tanpa saling interferensi jadi bila ada user ke dua melakukan panggilan pada cell site C1 tidak akan mempengaruhi cell site yang lain baik kanal A1 maupun B1. Jadi dengan menggunakan frekuensi reuse ini maka penggunaan kanal dapat menjadi lebih efisien dan dapat secara optimal meningkatkan efisiensi spektrum.

Penggunaan frekuensi reuse jika tidak didesain secara baik bisa menyebabkan terjadinya interferensi dikarenakan penggunaan secara bersama untuk suatu kanal frekuensi yang disebut Co-channel interferensi. Jarak minimum yang memperbolehkan frekuensi yang sama untuk digunakan lagi tergantung pada banyak faktor diantaranya seperti jumlah sel Co-channel disekelilingi sel pusat, type kontur geografis wilayah, tinggi antena dan daya pancar dari setiap cell site.



Gambar 2.6.  
Frekuensi Reuse K=7 pada sistem Seluler

Jarak frekuensi reuse , D dapat didefinisikan

$$D = \sqrt{3KR}$$

(pers. 2-1)

Dimana K merupakan pola frekuensi reuse dan R adalah radius dari sebuah lokasi sel . Bila semua lokasi sel memancarkan daya yang sama maka K akan bertambah dan gerak frekuensi reuse juga bertambah. Jika D bertambah kemungkinan akan mengurangi terjadinya Co-channel interference,

#### 2.4.4. Interferensi

Interferensi merupakan suatu gangguan yang mungkin dalam sistem komunikasi radio. Di dalam sistem komunikasi bergerak selular (digital atau analog) ada tiga jenis interferens, yaitu:

#### 2.4.4.1. Interferensi kanal sama (Co-channel interference/frekuensi reuse interference)

Interferensi ini terjadi ketika dua atau lebih kanal komunikasi menggunakan frekuensi yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 2.7. Interferensi kanal sama dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya cakap silang (cross talk) dan putusnya panggilan atau (call dropout). Interferensi ini biasanya terjadi pada tempat-tempat (site) yang tinggi, misalnya penggunaan telepon genggam pada puncak gedung-gedung yang tinggi atau kendaraan yang sedang berada pada dataran tinggi.

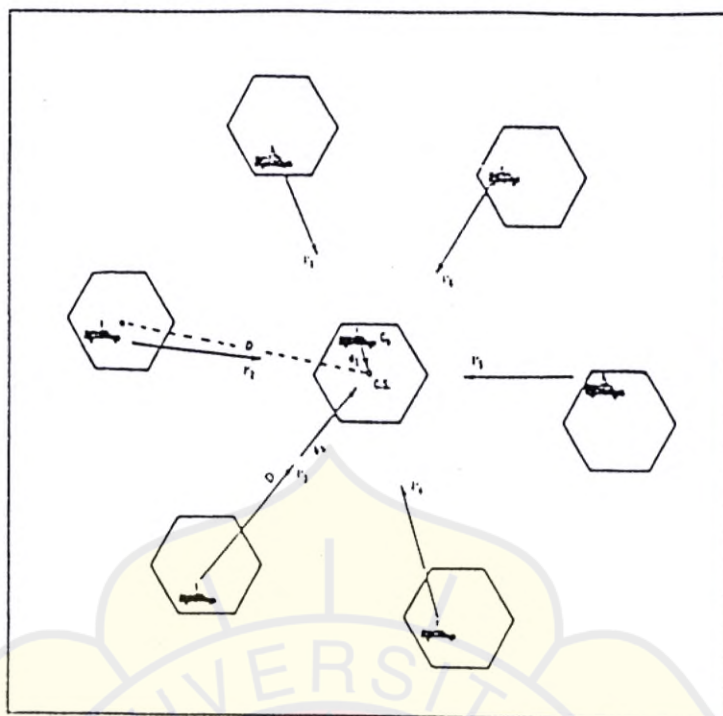
Kenaikan kapasitas akan dapat meningkatkan pengulangan kanal frekuensi, sehingga kemungkinan terjadinya interferensi ini juga semakin meningkat. Dengan demikian harus dicari cara untuk mengatasi meningkatnya kemungkinan terjadinya interferensi sejalan dengan peningkatan pengulangan kanal frekuensi atau kapasitas sistem.

Untuk mengatasi masalah interferensi kanal sama dalam penerapan pola pengulangan kanal frekuensi, maka harus diperhatikan faktor pengurangan kanal sama,  $\alpha$ , yang secara matematis ditulis :

$$\alpha = D/R \quad (2-2)$$

Keterangan :

- D = jarak antara dua sel yang menggunakan kanal frekuensi sama
- R = radius sel



Gambar 2.7.  
Interferensi sel berkanal sama

Interferensi ini dapat dikurangi menggunakan beberapa cara, diantaranya yaitu: menggunakan antena arah, merendahkan tinggikan antena, memiringkan berkas antena dan memilih lokasi base station yang cocok.

#### 2.4.4.2. Interferensi kanal bersebelahan (Adjacent Channel Interference)

Bentuk kedua dari interferensi yang mungkin terjadi adalah interferensi kanal bersebelahan, yaitu interferensi yang disebabkan oleh pengaruh dari frekuensi kanal yang bersebelahan dalam satu sel. Interferensi ini dapat menimbulkan kerusakan atau kehilangan data dan dapat menimbulkan kegagalan panggilan, khususnya pada sistem AMPS dan TACS (sistem-sistem analog). Interferensi kanal bersebelahan dapat diatasi dengan cara perencanaan frekuensi yang benar.

Interferensi ini juga dapat terjadi antara base station yang menggunakan frekuensi kanal yang berdekatan, dan hal ini akan berpengaruh terhadap besarnya rata-rata kegagalan panggilan yang datang ke unit bergerak.

Ada dua cara yang paling efektif untuk mengatasi interferensi ini , yaitu :

- a). Dengan mengatur kemiringan sudut pancar antena.
- b). Mengurangi ketinggian antena. Cara ini dapat mengatasi bidang pancaran dengan tidak banyak mengurangi besarnya level penerimaan terutama untuk pesawat penerima yang lokasinya berdekatan.

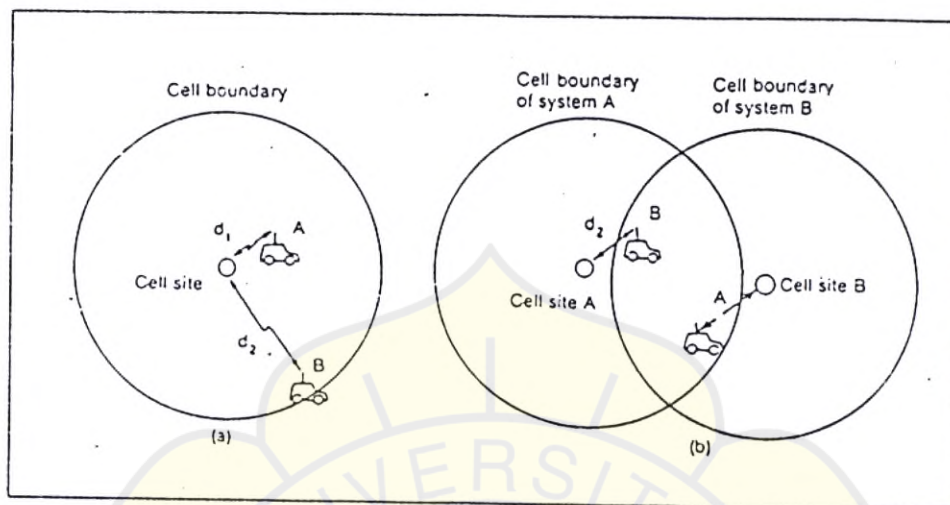
#### 2.4.4.2. Interferensi Near End – Far End

##### a). Dalam satu sel

Disebabkan unit bergerak pada suatu sel selalu bergerak, maka beberapa unit bergerak tersebut ada yang dekat ke base station dan ada yang tidak. Unit bergerak yang dekat ke base station memiliki sinyal yang kuat sehingga memberikan interferensi kanal bersebelahan pada unit bergerak yang jauh dari base station, yang memiliki sinyal yang lebih lemah.

##### b). Antara dua sel yang berbeda sistem

Gambar 2.8. menunjukkan ilustrasi terjadinya interferensi near end – far end. Misalkan pada gambar 2.8. unit bergerak A berada pada batas sel A dalam sistem A dan sangat dekat ke base station B dalam sistem B. Situasi lainnya yaitu unit bergerak B berada pada batas sel B dari sistem B dan sangat dekat ke base station A dari sistem A sehingga akan terjadi interferensi pada base stasiun A oleh unit bergerak B (ditunjukkan oleh garis panah penuh) dan interferensi pada unit bergerak A oleh base station B (ditunjukkan oleh garis panah putus-putus) dan begitu juga sebaliknya.



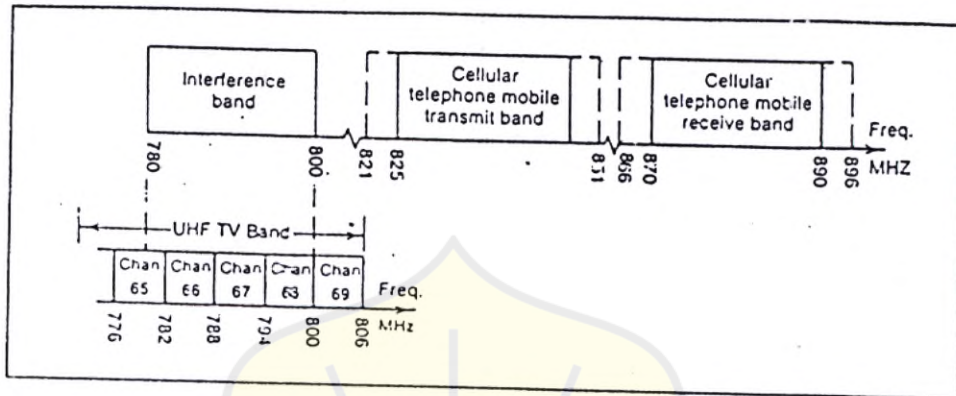
Gambar 2.8.  
Interferensi near end-far end, (a) dalam satu sel (b) dalam 2 sel yang berbeda sistem

#### 2.4.4.3. Interferensi TV UHF

Dua tipe interferensi dapat terjadi antara TV UHF dan sistem komunikasi bergerak selular, yaitu :

- Interferensi terhadap penerimaan TV UHF oleh pemancar sistem selular
- Interferensi terhadap penerimaan sistem selular oleh pemancar TV UHF

Disebabkan oleh jarak frekuensi yang lebar antara sistem telepon selular dan media TV, ditambah lagi dengan daya pancar yang besar dari pemancar TV, maka kemungkinan terjadinya interferensi antara kedua sistem ini adalah kecil, namun hal ini dapat terjadi pada saat transmisi base station 90 MHz diatas kanal TV.



Gambar 2.9.  
Interferensi antara sistem selular dengan TV UHF

## 2.4.5. Penggunaan dan Manajemen Frekuensi

### 2.4.5.1. Penggunaan Frekuensi

Pengulangan kanal frekuensi menunjukkan penggunaan kanal-kanal radio pada frekuensi pembawa yang sama untuk meliputi wilayah yang berbeda, yang terpisah satu sama lain berdasarkan jarak tertentu sehingga interferensi kanal sama dapat ditekan. Pengulangan kanal frekuensi ini tidak hanya digunakan pada sistem komunikasi bergerak, tetapi juga digunakan pada sistem komunikasi radio lainnya.

Ide untuk mempergunakan kembali frekuensi dari sistem komunikasi bergerak pada suatu wilayah sangat berguna bagi konsep selular. Peliputan seluruh wilayah dengan hanya satu pemancar berdaya besar pada sudut yang besar, diganti dengan sistem selular. Dalam sistem ini setiap base station meliputi satu atau beberapa bagian wilayah (sel) yang berada di sekitarnya. Pada prinsipnya pemberian nomor pada sel menggambarkan sekelompok kanal frekuensi yang berbeda, yang berguna untuk menghindari masalah interferensi.



#### 2.4.5.2. Manajemen Frekuensi

Fungsi manajemen frekuensi adalah untuk membagi jumlah kanal yang dapat digunakan menjadi subset yang dapat diberikan untuk masing-masing sel. Istilah manajemen frekuensi dan penetapan kanal sering membingungkan. Namun terdapat perbedaannya, yaitu manajemen frekuensi bertitik tolak pada kanal set-up dan kanal suara, penomoran kanal, dan pengelompokan kanal suara menjadi subset. Sedangkan penetapan kanal bertitik tolak pada alokasi spesifikasi kanal ke base station dan unit bergerak. Set kanal tetap terdiri dari satu atau lebih subset yang diberikan ke base station dalam jangka panjang. Sedangkan selama panggilan, kanal khusus diberikan pada unit bergerak oleh MSC. Secara ideal, kanal yang diberikan harus berdasarkan pada pertimbangan untuk memperkecil pengaruh interferensi dalam sistem. Tetapi dalam banyak sistem selular hal tersebut tidak dilakukan.

#### 2.7.1. Efisiensi Spektrum

Problem utama yang dihadapi didalam sistem komunikasi radio adalah terbatasnya spektrum frekuensi radio. Oleh karena itu spektrum frekuensi radio harus digunakan secara efektif. Untuk mencapai tujuan itu, efisiensi spektrum harus didefinisikan secara jelas.

Bagi sebagian besar sistem radio, efisiensi spektrum sama dengan efisiensi kanal, yaitu jumlah maksimum kanal yang dapat disediakan dalam pita frekuensi tertentu. Pernyataan ini benar untuk sistem titik ke titik (point to point) yang tidak menggunakan kembali kanal-kanal frekuensi seperti pada radio bergerak selular. Suatu definisi yang cocok dari efisiensi spektrum untuk radio bergerak selular adalah jumlah kanal tiap sel ; sehingga dalam sistem radio bergerak selular terdapat definisi bahwa:

**efisiensi spektrum  $\neq$  efisiensi kanal**

Kapasitas sistem berhubungan secara langsung pada efisiensi spektrum, bukan efisiensi kanal.

### 2.4.5. Kapasitas Radio

Kapasitas radio didefinisikan

$$m = \frac{B_t}{B_c \cdot K} \text{ jumlah kanal/sel} \quad (2-3)$$

Keterangan :

- $B_t$  = total spektrum yang dialokasikan untuk sistem ; pada selular saat ini  $B_t = 12,5$  MHz untuk tiap operator.
- $B_c$  = lebar pita frekuensi kanal
- $K$  = jumlah sel dalam pola pengulangan kanal frekuensi

Dengan beberapa penurunan dari persamaan (2-3) maka persamaannya menjadi:

$$m = \frac{B_t}{B_c \sqrt{\frac{2}{3} \left[ \frac{C}{I} \right]}} \text{ jumlah kanal/sel} \quad (2-4)$$

Keterangan :

- $[C/I]$  = perbandingan daya sinyal pembawa terhadap daya interferensi diakhir penerima.

## 2.5 HANDOFF DAN ROAMING

### 2.5.1. Handoff

Proses Handoff atau handover merupakan proses pemindahan pembicaraan ke suatu frekuensi baru pada sel yang baru secara otomatis tanpa pemutusan hubungan pembicaraan atau pemberitahuan terlebih dahulu pada para pemakai yang sedang melakukan pembicaraan . Proses ini terjadi pada saat unit bergerak berpindah dari satu sel ke sel lain.

Handoff diperlukan didalam dua keadaan di mana base stasion menerima sinyal yang lemah dari unit bergerak . Dua keadaan tersebut, yaitu :

1. Pada saat unit bergerak berada di perbatasan sel, misalkan pada kondisi tersebut level yang diterima oleh base stasion sebesar  $-100$  dBm. Level ini merupakan batas untuk mengerjakan handoff dan dianggap merupakan batas terendah untuk dapat dibedakan dari derau.
2. Pada saat unit bergerak sedang berada pada wilayah yang sangat lemah sinyalnya di dalam sel.

Terdapat dua macam tipe handoff, yaitu :

- a. Berdasarkan pada level sinyal.
- b. Berdasarkan kepada C/I

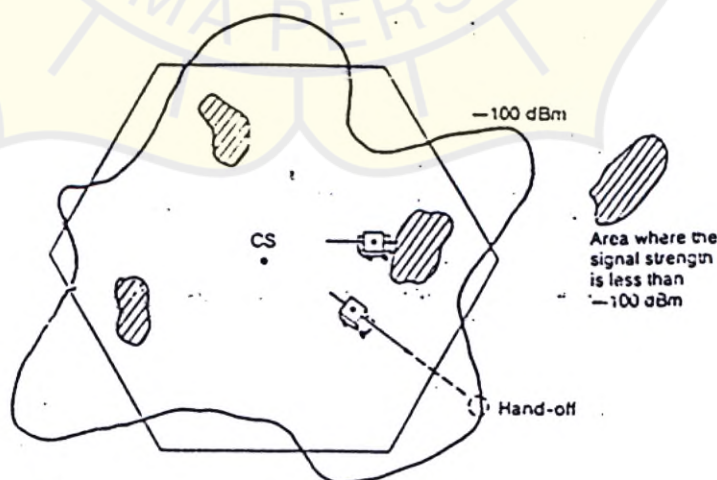
Perbedaan antara dua tipe handoff dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a) Berdasarkan pada level sinyal

Pada tipe ini titik ambang dari level sinyal untuk handoff adalah  $-100$  dBm didalam sistem  $-100$  dBm pada sistem batas suara dan  $-95$  dBm pada sistem batas interferensi.

- b) Berdasarkan pada C/I (Carrier to Interferensi Ratio)

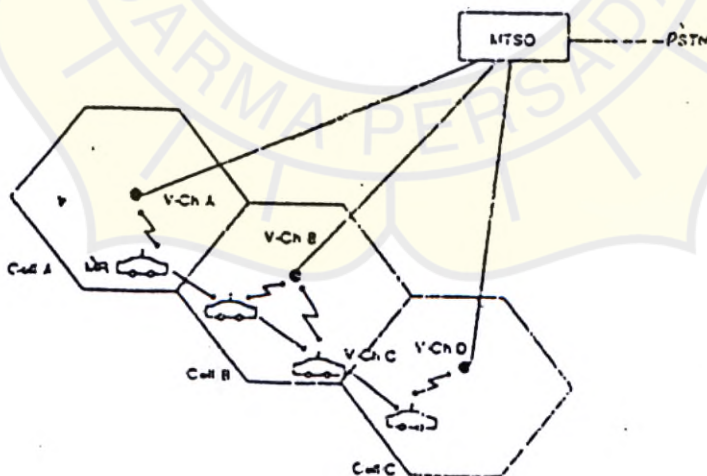
Pada tipe ini nilai dari C/I pada perbatasan sel untuk handoff adalah  $18$  dB untuk memperoleh kualitas suara yang baik .



Gambar 2.10.  
Proses terjadinya Handoff pada level sinyal

Contoh proses handoff, dimana sebuah mobile unit yang secara inisial berlokasi di sel A bergerak ke sel B. Ketika pengguna dari satu sel ke sel yang lain, ia akan diberikan sebuah kanal baru pada setiap pergerakan. Dengan ratio S/N yang memburuk pada suatu lokasi sel, pengalihan juga dapat dilakukan didalam satu sel yang sama.

Ketika kualitas sinyal pembawa menurun dibawah level tertentu, MTSO memutuskan untuk mengalihkan panggilan tersebut dari sel yang lama ke sel yang baru. MTSO menyiapkan kanal suara yang belum terpakai pada sel penerima dan menginformasikan ke sel yang baru untuk mengalihkan pemancarnya. Pesan dikirim ke mobile unit melalui sel yang masih aktif melayani untuk memberitahukan tujuan kanal suara yang baru kemudian mobile unit tersebut mematikan nada pengawasan (supervisory tone) dari kanal suara yang lama dan diterjemahkan oleh MTSO sebagai mulainya on hook. Mobile unit juga menentukan kembali kanal barunya dan menggunakan SAT (Supervisory Audio Tone) yang terdapat disana. Untuk prosesnya, handoff memakan waktu 0,2 detik dan tidak pernah dirasakan oleh pengguna.

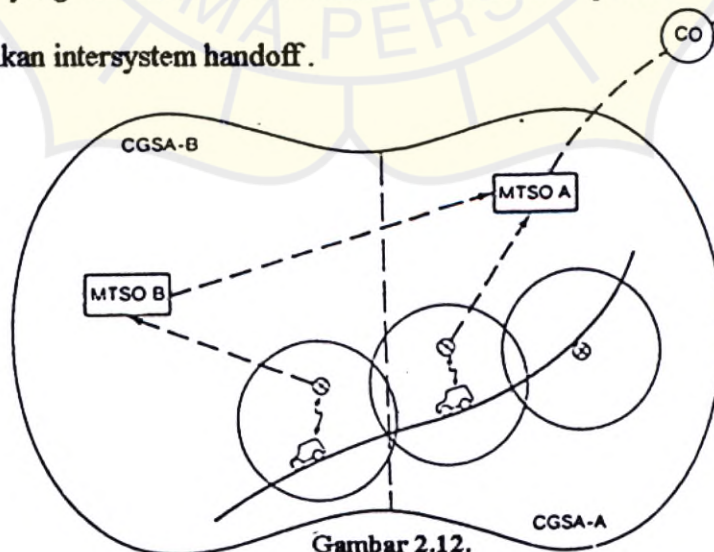


Gambar 2.11.  
Proses Handoff

### 2.5.2. Intersystem Handoff

Adakalanya suatu panggilan dapat di inialisasikan pada satu sistem seluler (yang dikontrol oleh satu MTSO) dan memasuki sistem lain (yang di kontrol oleh MTSO lainnya) sebelum terhubung. Ini berarti bahwa tiap panggilan handoff dapat di transfer dari satu sistem ke sistem kedua supaya setiap panggilan dapat berlanjut pada saat mobile unit memasuki sistem kedua.

Software di MTSO harus dimodifikasi untuk menerapkan intersystem handoff ini, contoh pada Gambar 2.12 Intersystem handoff. Dimana mobile berjalan dan sipengemudi melakukan proses pemanggilan di sistem A yang kemudian cell site A dari sistem A akhirnya memasuki cell site B dari sistem B. Cell site A dan B dikontrol oleh dua MTSO yang berbeda. Ketika sinyal mobile unit semakin lemah di sell site A, MTSO A mencari kandidat sell site di sistemnya dan tidak didapatinya. Kemudian MTSO A mengirim proses handoff ke MTSO B melalui jalur penyambungan yang ditentukan antara MTSO A dan B. Dan MTSO B membuat lengkap proses handoff selama panggilan percakapan. Hal ini merupakan koneksi satu point, banyak cara untuk mengimplementasikan intersistem handoff, yang tergantung kepada keadaan yang aktual misalnya jika dua MTSO dibuat oleh perusahaan yang berbeda maka kesesuaian harus dipertimbangkan sebelum mengimplementasikan intersystem handoff.



Gambar 2.12.  
Intersystem Handoffs

### 2.53 . Roaming

Roaming adalah suatu fungsi khusus dari sistem komunikasi bergerak yang memungkinkan seorang pelanggan dapat memanggil pelanggan lainnya tanpa perlu mengetahui dimana pelanggan yang di panggil itu sedang berada . Roaming terjadi apabila seorang pelanggan melakukan panggilan melalui sentral lain dan biasanya melalui sentral dimana ia berada . Hal ini biasanya dilakukan oleh pelanggan yang menjelajah (roamer) yang telah meninggalkan kota asalnya , dan dapat terjadi bila terdapat dua operator yang melayani , yaitu satu operator dikota asalnya dan yang satu lagi berada di tempat si pelanggan sedang berada dan kejadian ini merupakan hal yang biasa dalam suatu daerah pelayanan .

Pada sistem komunikasi bergerak yang telah maju , operator tersebut tidak diperlukan didalam roaming karena roaming tersebut terjadi secara otomatis. Pada umumnya , roaming hanya dapat terjadi berdasarkan suatu kesepakatan dan digunakan didalam sistem yang sama . Roaming tidak dapat terjadi antara sistem yang berbeda , hal ini disebabkan adanya perbedaan teknologi . Walaupun pelanggan dapat berpindah wilayah pelayanan yang lain, tetapi bukan ini saja yang dimaksud roaming sebenarnya.

Sistem komunikasi bergerak yang baru sudah mempunyai sistem roaming secara nasional karena hal ini sangat diperlukan. Walaupun dalam pelaksanaannya mengalami kesulitan, namun dengan adanya percobaan-percobaan maka kesulitan tersebut dapat diatasi . Selain itu roaming antara negara dapat juga dilakukan dengan melalui perjanjian bilateral. Namun roaming Internasional ini sulit dilakukan karena adanya keterbatasan-keterbatasan di dalam suatu negara.

#### Metoda Roaming

Roaming Internasional dan nasional dapat dilakukan melalui beberapa cara yang akan di jelaskan sebagai berikut :

### **1. Menyewa unit bergerak setempat**

Metoda ini bukan roaming yang sebenarnya karena menggunakan perjanjian sewa. Tetapi hal ini dapat digunakan oleh orang-orang yang sedang berpergian ke suatu wilayah lain untuk jangka panjang: atau digunakan oleh pelanggan yang menghendaki pelayanan telepon tambahan untuk keperluan khusus.

### **2. Roaming yang dilakukan melalui persetujuan bilateral**

Roaming ini disediakan melalui proses perjanjian bilateral antara pemakai dan operator , baik untuk nasional ataupun roaming internasional . Pemakai harus menghubungi operator di wilayah yang baru di mana ia sedang berada untuk membuatkepastian biaya atau perjanjian lain sebelum ia kembali ketempat asalnya. Metoda ini mengarah ke roaming yang sebenarnya , namun ada pembatasan-pembatasan karena pemakai (roamer) harus mengetahui isi perjanjian dan hal-hal yang di kehendaki di dalam roaming.

### **3. Persetujuan antar operator**

Dengan cara ini masing-masing operator (operator kota asal dan operator kota yang di tuju oleh roamer) mengadakan perjanjian tentang biaya yang di peroleh dari pelanggan melalui jaringan antar operator.

### **4. Roaming semi otomatis**

Untuk membuat panggilan ke unit bergerak, pemanggil dari PSTN harus mengetahui lokasi dari unit bergerak saat itu berada dan memutar nomor untuk menyalurkan panggilan ke sentral dimana unit bergerak tersebut sedang beroperasi.

### **5. Roaming dengan panggilan**

Cara ini merupakan variasi pada roaming semi otomatis, dimana dalam sistem paging pada wilayah yang luas digunakan untuk lokasi khusus dan jaringan permanen (ISDN, PSTN). Dengan roaming semi otomatis, pemanggil dari jaringan PSTN perlu untuk mengetahui dimana stasiun bergerak berada. Agar efektif, pemanggil harus mengetahui nomor pelanggan bergerak yang akan dihubungi.

### **6. Roaming secara otomatis penuh**

Hampir setiap sistem komunikasi bergerak saat ini mampu melakukan roaming secara otomatis.

### **7. Roaming Internasional**

Roaming ini terjadi antar negara. Dengan adanya pesawat telepon genggam (handheld), maka masyarakat bisnis cenderung untuk membawa dan menggunakan telepon genggam tersebut untuk memenuhi kebutuhan komunikasinya selama perjalanan bisnisnya. Dengan demikian kebutuhan roaming internasional menjadi semakin meningkat. Oleh pabrik pembuatnya, telepon genggam dibuat berukuran lebih kecil sehingga mudah dibawa-bawa. Dengan meningkatnya kebutuhan untuk roaming internasional, maka sudah ada beberapa negara yang telah menjalin kerjasama untuk melaksanakan roaming internasional dengan melalui suatu persetujuan (contohnya seperti yang dilakukan oleh negara-negara Eropa dalam standar GSM), sementara masih ada beberapa negara yang sedang mendiskusikannya. Roaming internasional mempunyai beberapa problem yang unik terutama menyangkut masalah bea masuk dan perijinan.

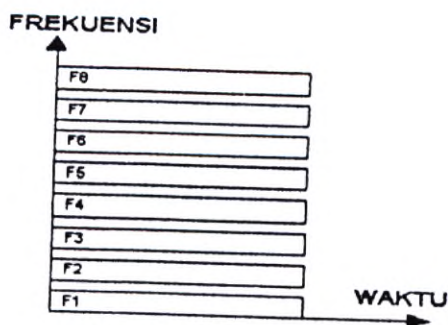


## 2.6. Teknologi Multiple Access (Metoda Akses)

Multiple Access mengandung arti sekelompok pengguna mampu melakukan akses / komunikasi dengan pengguna lainnya melalui lebar pita spektrum frekuensi yang dialokasikan. Sistem komunikasi wireless yang berbeda akan menerapkan teknologi multiple akses yang berbeda pula. CDMA, TDMA, FDMA adalah teknologi multiple akses yang dipakai pada sistem komunikasi wireless yang ada saat ini.

### 2.6.1. Teknologi FDMA (Frequency Division Multiple Access)

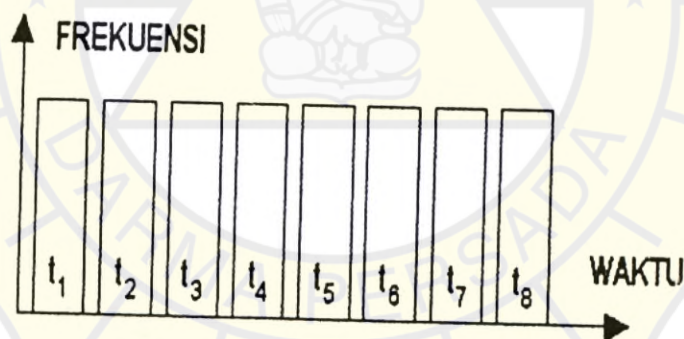
Teknologi FDMA membagi alokasi lebar pita spektrum frekuensi yang tersedia menjadi bagian-bagian kecil spektrum frekuensi yang dialokasikan pada setiap penggunanya sebagai sebuah kanal komunikasi. Dalam FDMA setiap pengguna diberikan alokasi pita frekuensi tertentu selama melakukan proses percakapan sehingga dalam waktu yang sama hanya satu pengguna yang dapat memanfaatkan kanal frekuensi tersebut. Teknologi FDMA digunakan pada sistem analog seperti AMPS, NAMPS, TACS. Sebagai contoh dalam AMPS menggunakan lebar kanal 30 KHz, NAMPS 10 KHz dan sistem TACS menggunakan lebar kanal 25 KHz.



Gambar 2.13.  
Prinsip Dasar FDMA

### 2.6.2. TDMA (Time Division Multiple Access)

Dalam sistem TDMA setiap pengguna diberikan alokasi time slot tertentu sebagai sebuah kanal komunikasi pada potongan spektrum frekuensi yang telah dialokasikan sehingga aliran informasi tidak kontinyu atau terpotong-potong pada setiap slot waktu. Karena selang antar slot waktu yang sangat pendek sehingga yang terdengar oleh pengguna seperti aliran informasi kontinyu biasa. Teknologi TDMA tidak mengizinkan pengguna melakukan akses pada slot waktu yang telah diberikan pada pengguna lain sampai proses percakapannya selesai. Sebagai contoh sistem GSM yang membagi pembawa 200 KHz kedalam 8 slot waktu atau kanal dan US TDMA membagi pembawa 30 KHz kedalam 3 slot waktu.

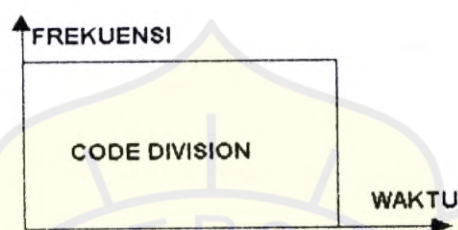


Gambar 2.14.  
Prinsip Dasar akses TDMA

### 2.6.3. CDMA (Code Division Multiple Access)

CDMA memiliki konsep multiple akses yang berbeda dibandingkan TDMA dan FDMA karena pemanfaatan kode-kode digital yang unik untuk membedakan

satu pengguna dengan pengguna lainnya . kode-kode digital unik itu dikenal dengan Pseudorandom Code Sequence. Pada CDMA kanal-kanal trafik dihasilkan melalui penandaan tiap pengguna dengan sebuah kode unik dalam sinyal pembawanya.



Gambar 2.15.

Prinsip Dasar Teknologi CDMA