

BAB II

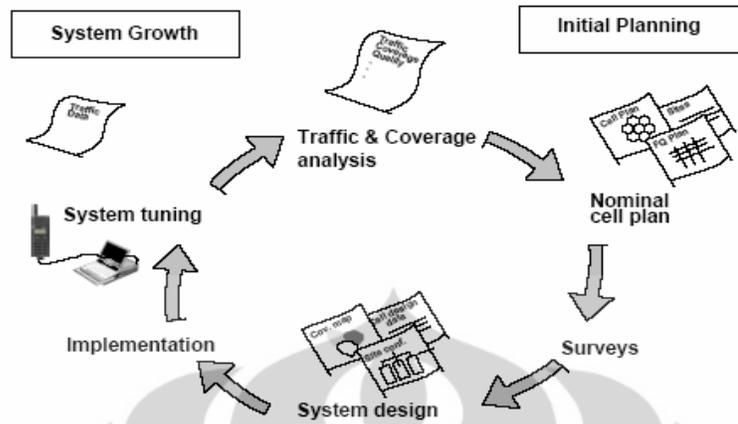
FREQUENCY PLANNING

2.1 PENDAHULUAN

Frequency planning dapat digambarkan sebagai suatu aktifitas yang dilakukan untuk merencanakan dan mengimplementasikan penggunaan frekuensi yang tersedia dengan terbatas pada suatu jaringan telekomunikasi selular secara efisien dan efektif. Perencanaan frekuensi merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam suatu perencanaan jaringan telekomunikasi selular selain teknis pelaksanaan penentuan *site* baru yang akan dibangun. Tujuan akhir dengan adanya *frequency planning* ini adalah untuk menjaga area cakupan layanan/*coverage* dan menghindari timbulnya interferensi yang akan terjadi pada frekuensi yang saling berdekatan.

Aktifitas-aktifitas utama yang terlibat dalam proses *cell planning* dapat di ilustrasikan pada Gambar 2.1 di samping ini. Proses *Cell Planning* digambarkan sebagai proses yang saling bertautan satu sama lain dan berkesinambungan. Proses tersebut meliputi proses-proses seperti : analisa trafik dan cakupan area, jumlah pengadaan untuk *cell planning*, survei terhadap area yang terlibat dalam proses *planning*, desain yang terbaik untuk hasil yang optimal, implementasi *cell planning* itu sendiri kemudian yang terakhir adalah sistem *tuning* atau pengoptimasian terhadap implementasi *cell planning* tersebut.

Proses ini tidak akan pernah berhenti selama operator terus mengembangkan jaringan telekomunikasinya. Sehingga proses-proses tersebut akan berulang-ulang terus untuk mencari pilihan yang paling tepat yang dapat diimplementasikan di jaringan dan juga untuk menjaga kualitas jaringan dengan sebaik-baiknya.

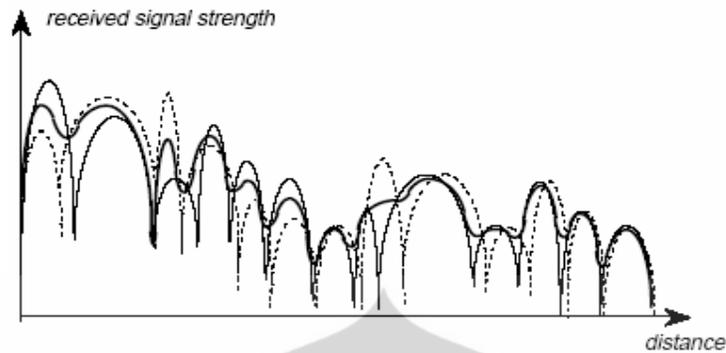


Gambar 2.1. Proses Cell Planning [4]

2.1.1 FREQUENCY HOPPING

Frequency hopping dapat mengurangi pengaruh dari berbagai macam kuat sinyal yang disebabkan oleh *Rayleigh Fading*, efek yang ditimbulkan ini dapat disebut sebagai *frequency diversity*. *Rayleigh fading* merupakan *fading* yang sangat dipengaruhi oleh frekuensi, hal ini disebabkan karena *fading-fading* yang terjadi di lokasi-lokasi yang berbeda mempunyai frekuensi-frekuensi yang berbeda-beda pula. Oleh karenanya MS (*mobile subscriber*) yang menggunakan *frequency hopping* tidak akan menerima *fading* yang datang dengan waktu tempuh yang lama, *fading* tersebut hanya dianggap sebagai satu *burst* tunggal saja.

Dengan demikian, variasi kuat sinyal akan dipecah-pecah menjadi bagian-bagian dengan durasi yang pendek agar cukup bagi proses *interleaving* dan *channel coding* untuk memperbaiki *error* yang terjadi. *Frequency hopping* menjadikan sebagian besar *fading* yang terjadi terlihat lebih rata seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut ini :



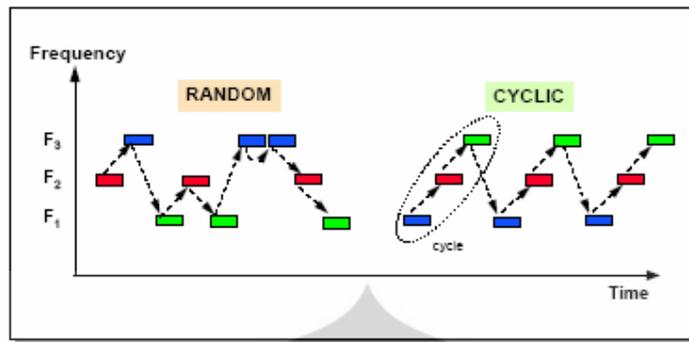
Gambar 2.2. Proses Frequency Hopping [4]

Dari Gambar 2.2 diatas terlihat bahwa garis lurus tipis dan garis tipis putus-putus memperlihatkan kuat sinyal yang diterima pada 2 frekuensi yang berbeda. Sedangkan garis tebal memperlihatkan efek penghalusan pada saat 2 frekuensi tersebut digabungkan dengan *frequency hopping*. Hasil sinyal setelah proses *decoding* merupakan nilai rata-rata dari antara 2 frekuensi tersebut.

Frequency hopping yang diimplementasikan di BTS dapat menggunakan salah satu dari 2 cara berikut yaitu : *baseband hopping* atau *synthesizer hopping*. Setiap cara mempunyai keuntungan dan kerugian masing-masing. Fitur *frequency hopping* dapat secara bebas di aktifkan dan di non-aktifkan secara terpisah untuk masing-masing kanal *group*. *Hopping* tidak berlaku untuk kanal BCCH karena kanal tersebut merupakan kanal *broadcast*, sedangkan kanal TCH dan SDCCH dapat dilakukan *hopping*.

2.1.2 PRINSIP FREQUENCY HOPPING

Ada 2 prinsip *hopping* yang berbeda sesuai dengan yang tertera pada GSM *Specifications* yaitu *Cyclic Hopping* dan *Random Hopping*, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3. Random dan Cyclic Hopping [9]

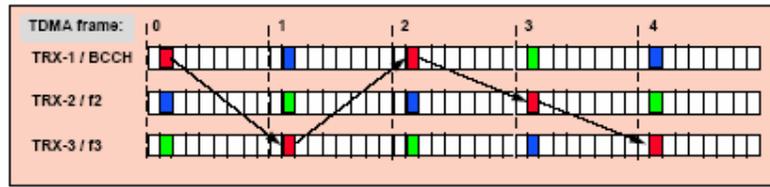
Pada *cyclic hopping*, frekuensi-frekuensi akan di *hop* satu dengan yang lainnya secara berurutan, dan rangkaian *hop* tersebut kemudian diulang secara berkesinambungan. Sekali putaran akan memuat sekali untuk setiap frekuensi. Pada *random hopping*, frekuensi berubah-ubah sesuai dengan putaran *pseudo random*. *Frequency hopping* jenis ini menghasilkan performansi *interference diversity* yang lebih baik daripada *cyclic hopping*. Saat frekuensi berubah-ubah secara acak, sinyal interferer juga akan berubah-ubah selama waktu tersebut dan hasil dari kuat sinyal yang diterima akan tergantung dari rata-rata level interferensi dari 8 *burst* yang berurutan dimana data-data tersebut sedang mengalami *interleaving*.

2.1.3 METODE FREQUENCY HOPPING

Ada 2 metode yang dapat diimplementasikan dengan menggunakan *frequency hopping* ini yaitu :

1. Baseband Hopping (BB-FH)

Pada *baseband hopping*, semua pemancar beroperasi pada frekuensi yang tetap. Jumlah frekuensi sama dengan jumlah TRx yang ada di perangkat tersebut. Frekuensi akan di *hop* diantara TRx – TRx tersebut, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.4 berikut ini :



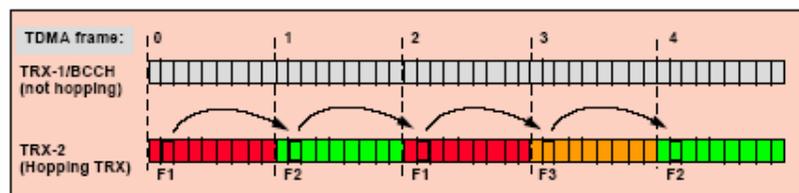
Gambar 2.4 Metode Baseband Hopping [9]

Gambar 2.4 menjelaskan proses baseband hopping yang terjadi dalam 1 sel dengan 3 TRx dengan frekuensi yang digunakan sama dengan jumlah TRx-nya yaitu 3. Dengan proses *baseband hopping*, frekuensi akan di acak secara beraturan mengikuti banyaknya TRx yang ada, sehingga tiap frekuensi akan berulang dengan kapasitas yang sama. Kemungkinan untuk bertabrakan antar sel apabila mempunyai frekuensi yang sama akan sangat besar karena pengulangannya hanya berkisar pada 3 frekuensi tersebut.

2. Radio Frequency Hopping (RF-FH)

Dengan RF-FH (biasanya disebut dengan *Synthesized FH*) pemancar dibuat untuk mengubah-ubah frekuensi-frekuensi yang dimilikinya secara *frame per frame*. Jumlah frekuensi yang di-*hop* tidak ditentukan oleh jumlah TRx yang dimiliki, tetapi juga tidak boleh kurang dari jumlah TRx yang ada.

Karena kanal BCCH pada GSM merupakan kanal yang harus ada secara terus-menerus dipancarkan, maka kanal BCCH tidak boleh mengalami *hopping*, sedangkan kanal lainnya boleh di *hopping*. Minimum konfigurasi untuk suatu RF *Hopping Cell* adalah 2 TRx. Seperti metode *Synthesized FH* yang ditunjukkan Gambar 2.5 berikut ini :



Gambar 2.5 Metode Radio Frequency Hopping [9]

Pada Gambar 2.5 di atas, pengacakan frekuensi tidak tergantung pada banyaknya TRx yang terdapat dalam 1 sel, banyaknya frekuensi yang ada bisa

sama atau bahkan lebih besar dari jumlah TRx. Bisa dilihat dari gambar untuk frekuensi F1, F2 F3 pengacakan tidak tergantung pada TRx melainkan oleh *timeslot-timeslot* yang dimiliki oleh masing-masing TRx dengan urutan-urutan yang bisa linier atau bahkan acak.

2.2. KALKULASI KAPASITAS FREQUENCY PLANNING

2.2.1 FRACTIONAL LOAD

Fractional Loading digunakan pada saat jumlah frekuensi yang dialokasikan ke dalam jumlah TRX yang digunakan didalam *hopping frequency* suatu sel. Ketika frekuensi mulai menggunakan *fractional load*, biasanya menggunakan *hopping* dengan menggunakan sebagian dari kapasitas *cell* dan atau tidak menggunakan seluruh kapasitas didalam satu sel. Rumus penentuan *fractional load* dapat diformulasikan berikut ini :

$$\text{FRACTIONAL LOADING} = \frac{\text{Number of TRXs / cell}}{\text{Number of hopping frequencies / cell}} \dots\dots\dots(9)$$

Sebagai contoh, sebuah sel yang menggunakan 2 TRx melakukan *hopping* dalam 6 frekuensi akan menggunakan *fractional load* sebesar 0.33 atau sebesar 33%. Dalam aturan *hopping* yang diberlakukan *fractional load*, tiap-tiap *user* biasanya mempunyai frekuensi lebih dari konvensional *hopping*, keunggulannya ada dua,

- Yang pertama, *level interference* rata-rata antar frekuensi akan berkurang, dengan cara mempersempit *reuse-pattern* yang ada,
- Yang kedua, dihasilkan penguatan di sistem *hopping* yang diinginkan, walaupun dengan jumlah TRx yang lebih sedikit dapat di tempatkan beberapa *frequency* di dalam *cell* tersebut, alasan menggunakan *fractional load* ini, karena akan menghasilkan peningkatan kapasitas yang lebih tinggi dengan menggunakan frekuensi *band* yang lebih sempit dimana frekuensi *trunking* menjadi salah satu faktor yang membatasi.

Frequency reuse harus di tentukan terlebih dahulu sebelum *fractional load* digunakan. Jika memilih *aggressive frequency reuse*, frekuensi yang menggunakan *fractional* tidak boleh dibebani melebihi batas seharusnya (*soft blocking*) karena akan menambahkan tingkat interferensi. Dengan kata lain tingkat beban didalam frekuensi yang dapat di ijinan tergantung pada jumlah *reuse* yang digunakan.

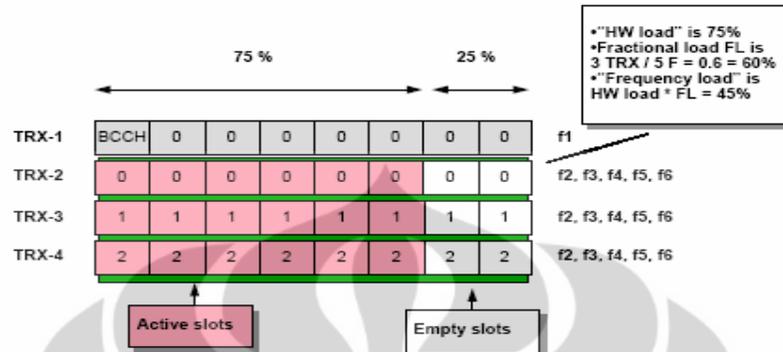
Dua hal yang akan terjadi yang tergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kapasitas dalam sel, yaitu *hard blocking* (seluruh *time slot* yang ada sudah digunakan/terisi, tidak ada panggilan-panggilan yang akan diijinkan dikarenakan habisnya *time slot* yang ada) dan *soft blocking* (besar kapasitas dari sebuah sel akan dibatasi oleh *level* interferensi dibandingkan dengan jumlah TRx yang tersedia). Pada kenyataannya yang biasanya terjadi adalah kapasitas akan dibatasi pertama kali oleh *hard blocking*.

Kapasitas jumlah *traffic* maksimum yang bisa di bawa dari satu *cell* akan dibatasi oleh *hard blocking*, biasanya ditentukan dalam bentuk *Erlang B Table*, dan biasanya diberikan nilai 2% pada saat awal melakukan desain. Selanjutnya kapasitas sel yang mengalami *soft blocking*, *call drop rate* (CDR) akan selalu terjadi, ini diakibatkan oleh meningkatnya interferensi, dan ini biasanya digunakan sebagai salah satu *criteria soft blocking*. Besarnya nilai CDR akan di tentukan pada nilai tertentu, dan biasanya di tentukan pada 2%, artinya batas maksimum kapasitas akan tercapai jika jumlah CDR meningkat lebih dari 2% (sesuai dengan desain).

2.2.2 FREQUENCY LOAD

Dari simulasi *frequency hopping* yang di tampilkan, kemampuan kapasitas dalam sel, biasanya diartikan sebagai indikator performansi kapasitas juga. Nilai *frequency load* merupakan tingkat penggunaan frekuensi *hopping*. Ini adalah fungsi dari *frequency load* dan *hardware load*. *Hardware load* (HW load) didapat dari perhitungan kapasitas *erlang* dengan banyaknya *traffic channel* yang digunakan, seperti contoh satu sel dengan menggunakan 3 TRx yang dibuat *hopping* dan *blocking* sebesar 2% menghasilkan *hardware load* sebesar 16.6/24

TCH = 69%. Gambar 2.6 adalah contoh dalam penentuan *frequency load* pada suatu sel berikut ini :



Gambar 2.6 Contoh Penentuan Frequency Load Suatu Sel [9]

Pengaturan di *frequency loading* sangat penting apalagi didalam penggunaan *soft blocking* yang menggunakan *frequency hopping* yang terbatas. Tanpa *load control*/pengatur beban, tingkat interferensi yang terukur masih belum tepat, akan tetapi BSC akan selalu mengijinkan panggilan yang akan terjadi jika masih ada *time slot* yang tersedia. Jika batas *soft blocking* berada pada titik maksimumnya, kegagalan panggilan yang terjadi akan semakin bertambah. Arsitektur BSS saat ini belum mempunyai cara yang mengontrol *frequency loading* secara dinamis, *Load control* hanya dapat dilakukan sebanding dengan *hardware* yang tersedia (TRx) atau dengan banyaknya MA (*mobile allocation*) pada saat *hard blocking* terjadi.

2.3. KEY PERFORMANCE INDICATOR

Key Performance Indicator atau sering disingkat dengan KPI adalah indikator-indikator yang menjadi acuan performansi suatu jaringan. KPI memegang peranan penting bagi operator untuk menyediakan layanan yang berkualitas baik dan memuaskan bagi para pengguna layanan tersebut dari sisi teknikal. Berikut adalah beberapa KPI yang penting untuk melihat kehandalan suatu jaringan perangkat radio :

1. Call Setup Success Rate (CSSR)

Adalah : tingkat keberhasilan untuk menyambungkan suatu panggilan. Ada beberapa kondisi yang mempengaruhi tingkat keberhasilan ini, yaitu tingkat keberhasilan mendapatkan kanal signaling dan tingkat keberhasilan mendapatkan kanal trafik. Adapun rumus umum yang berlaku adalah :

$$CSSR = (1 - SDCCH Block) * (1 - SDCCH Drop) * (1 - TCH Block) * (1 - TCH Ass. Fail) \dots \dots \dots [8]$$

2. Call Drop Rate (CDR)

Adalah : Tingkat kegagalan suatu panggilan pada saat terjadinya hubungan pembicaraan. Rumus umum yang berlaku adalah :

$$Call Drop Rate = Jumlah Call Drop / Jumlah panggilan yang tersambung \dots [8]$$

3. Handover Success Rate (HOSR)

Adalah : Tingkat keberhasilan terjadinya *hand off* pada MS dari suatu lokasi ke lokasi yang lain. Rumus umum yang berlaku adalah :

$$HOSR = Jumlah Handover yang berhasil / Jumlah Handoff yang terjadi \dots \dots [8]$$

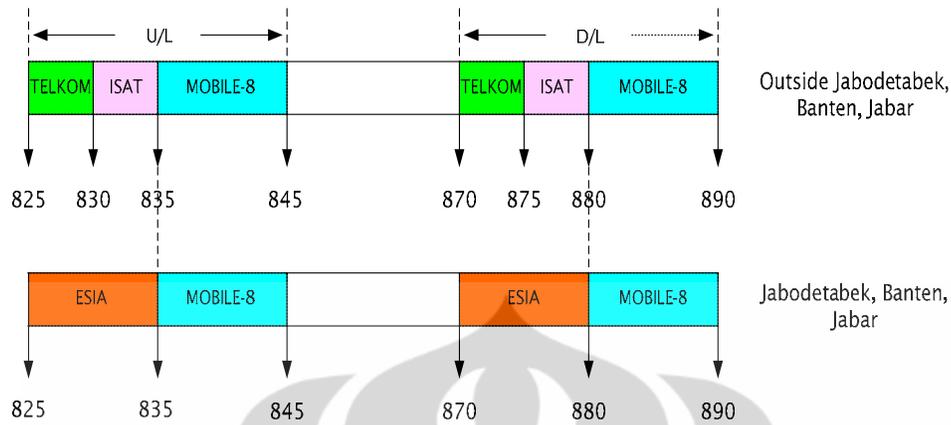
4. Erlang Minute per Drop

Adalah : total okupansi (pendudukan) dari 1 kanal trafik pada satu period pengukuran untuk tiap *call drop* yang terjadi. Rumus umum yang berlaku :

$$EMD = (Traffic (Erl) * 60) / Jumlah Call Drop \dots \dots \dots [8]$$

2.4 REGULASI ALOKASI BARU FREKUENSI CDMA STARONE

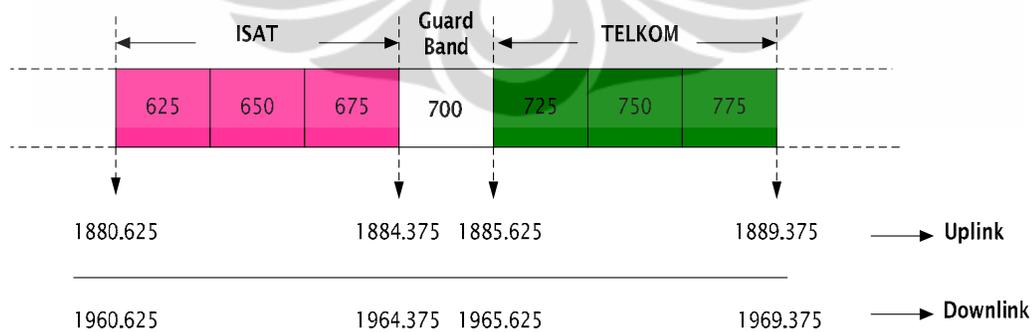
Di samping ini adalah slot relokasi frekuensi baru CDMA StarOne yang dilakukan pada band frekuensi CDMA 1900 MHz ke 800 MHz pada semua operator CDMA berikut ini :



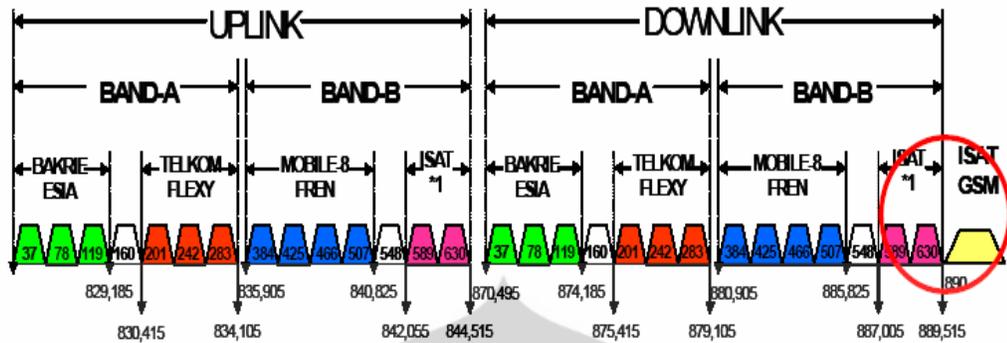
Gambar 2.7 Alokasi Frekuensi CDMA Sebelum Penataan Ulang pada Band 800 MHz [7]

Sebelum penataan ulang untuk frekuensi 800 MHz CDMA terlihat pada Gambar 2.7 di atas, untuk jaringan Indosat di luar Jabodetabek frekuensi *uplink* berada pada frekuensi 830 – 835 MHz dan frekuensi *downlink* berada pada *range* frekuensi 875 – 880 MHz. Frekuensi yang berimpit dengan Indosat adalah frekuensi yang dipunyai oleh Telkom dan Mobile-8.

Sedangkan untuk wilayah area Jabodetabek, jaringan Indosat memakai frekuensi pada area 1900 MHz yaitu untuk *uplink* pada frekuensi 1880.625 – 1884.375 MHz dan untuk *downlink* pada frekuensi 1960.625 – 1964.375 MHz, dimana frekuensi ini berdekatan dengan frekuensi yang dipunyai oleh jaringan Telkom. Untuk penempatan frekuensi pada wilayah 1900 MHz ini dapat dilihat pada Gambar 2.8 di bawah ini.



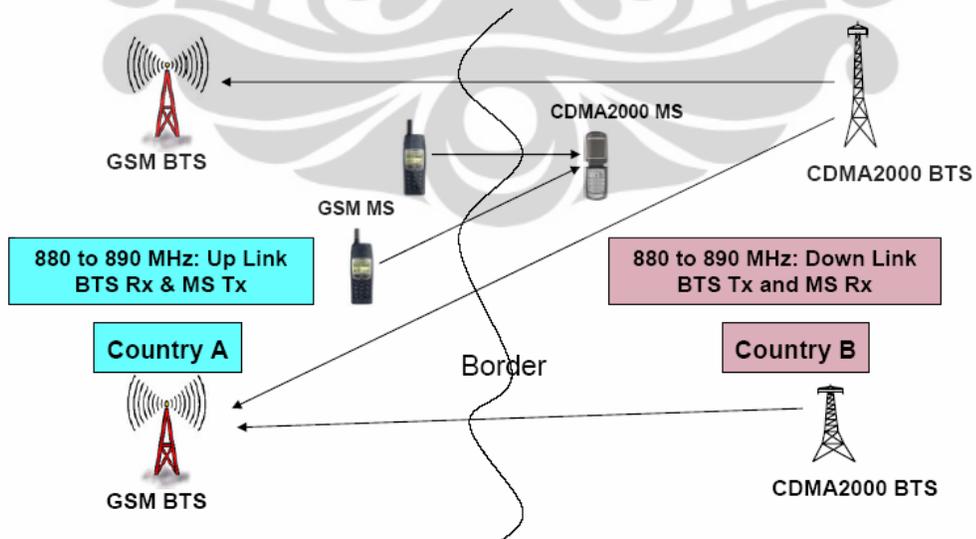
Gambar 2.8 Alokasi Frekuensi CDMA Sebelum Penataan Ulang pada Band 1900 MHz [7]



Gambar 2.9 Skema Alokasi Frekuensi CDMA setelah Penataan Ulang [7]
 Setelah adanya KM (Keputusan Menteri) Kominfo No.181/2006 tanggal 12 Desember 2006 perihal perubahan alokasi frekuensi CDMA untuk semua operator pada 800 MHz, maka struktur masing-masing frekuensi yang berubah dapat dilihat pada Gambar 2.9 di atas, di mana alokasi frekuensi yang baru untuk jaringan CDMA Indosat diletakkan berdekatan dengan alokasi frekuensi GSM 2G dari Indosat juga.

2.5 SKENARIO INTERFERENSI SETELAH PENATAAN ULANG FREKUENSI

Berikut adalah gambar skenario interferensi antara jaringan GSM 2G dan CDMA yang akan terjadi setelah terjadinya penataan ulang frekuensi CDMA.



Gambar 2.10 Skenario Interferensi antara Jaringan GSM 2G dan CDMA [17]

Skenario interferensi tersebut meliputi 2 hal yaitu :

1. Pada saat jaringan CDMA memancarkan sinyal maka yang akan terjadi adalah sinyal tersebut akan mengganggu sisi *uplink* (penerima) dari jaringan GSM 2G
2. Sedangkan pada saat *handset* GSM memancarkan sinyal maka sinyal tersebut akan mengganggu sisi *downlink* dari *handset* CDMA

Untuk memperkecil degradasi dari performansi GSM dari sisi *uplink*, sinyal interferensi dari pemancar (Tx) *site* CDMA haruslah paling tidak lebih kecil 10 dB dibawah sensitivitas penerima (Rx) dari *site* GSM. Sebagai contoh sensitivitas penerima dari suatu *site* GSM adalah sebesar -105 dBm/200 kHz, maka level interferensi dari pemancar *site* CDMA haruslah di bawah – 115 dBm/200 kHz di sisi penerima GSM.

Sedangkan untuk memperkecil degradasi dari performansi CDMA dari sisi *downlink*, sinyal interferensi dari pemancar (Tx) *handset* GSM haruslah paling tidak sama atau dibawah sensitivitas penerima (Rx) dari *handset* CDMA. Sebagai contoh sensitivitas penerima dari suatu *handset* GSM adalah sebesar -105 dBm/1.23 MHz kHz, maka level interferensi dari pemancar *handset* CDMA haruslah sama dengan -105 dBm/1.23 MHz di sisi penerima GSM atau dibawah nilai tersebut.