

HANDOVER DALAM KOMUNIKASI BERGERAK SELULER

Oleh Abdul Hafid Paronda

ABSTRACT

Hand-off is the transfer of a call from one cell site to another as the cellular phone moves through the service coverage area. The cell site warns the MTSO that the mobile's signal strength is falling below a predetermined level. The MTSO then alerts all cell sites bordering on the first one. They measure the mobile's transmitting signal and report back to the MTSO. The MTSO, which is programmed to select the site receiving the strongest signal, then switches the call from the weak cell to the strongest cell without interrupting the call. The whole process takes a fraction of a second, and the caller usually is unaware of it. Such hand-offs may occur several times during a single conversation as the caller moves through the coverage area.

Key Words : Mobile Celular Communications, wireless communication, Handoff – handover mechanism

Pendahuluan

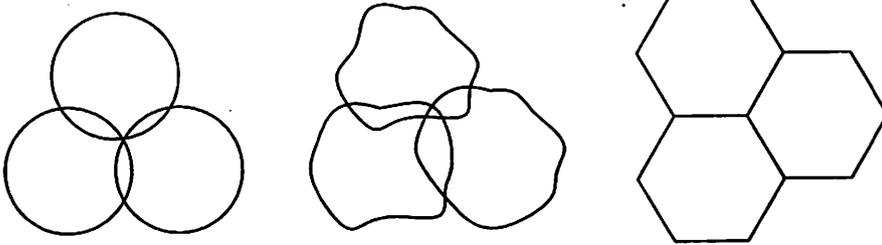
Komunikasi bergerak (*mobile communication*) merupakan salah satu produk inovasi teknik telekomunikasi (*telecommunication engineering*) yang menjadi solusi bagi pengguna (*user*) yang memiliki intensitas kegiatan tinggi dan tersebar di beberapa tempat. Dengan komunikasi jenis ini, para pengguna dapat berhubungan dengan mitranya sambil melakukan perjalanan lintas lokasi dan wilayah. Oleh sebab itu disebut komunikasi bergerak, karena dapat dilakukan sambil bergerak berpindah tempat. Ada 2(dua) istilah lain yang sering digunakan untuk komunikasi jenis ini, yaitu komunikasi tanpa

kabel (*wireless communication*) dan komunikasi seluler (*cellular communication*). Disebut komunikasi tanpa kabel, karena untuk aplikasinya tidak dibutuhkan kabel penghubung antara pengirim dan penerima. Sinyal komunikasi merambat dari asal (*origin*) ke tujuan (*destination*) melalui udara dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Sedangkan istilah komunikasi seluler terkait dengan pembagian wilayah cakupan (*coverage area*) layanan komunikasi yang bentuknya mirip sel – yang dikenal dalam biologi (ilmu hayat).

Ada 3(tiga) bentuk sel dalam komunikasi seluler, yaitu sel real (apa adanya – sesuai dengan kenyataan

di lapangan) – tidak beraturan, sel ideal (berbentuk lingkaran) – dipakai sebagai acuan konseptual dalam penetapan formula matematis atau algoritma, dan sel model (berbentuk heksagonal) – yang dipakai se-

na telepon seluler yang masih dapat dijangkau oleh sinyal komunikasi sehingga berlangsung komunikasi yang stabil antara dua pihak (pengirim dan penerima). Apakah antara sesama pengguna telepon seluler



Gbr.1. Bentuk Sel

bagai acuan perancangan wilayah cakupan layanan, yang menghindarkan adanya tumpang tindih (overlap) antar sel (perhatikan gambar 1). Dengan mengacu pada sel ideal, maka titik pusat lingkaran dinyatakan sebagai pusat kedudukan sel (*cell site*) yang dijadikan sebagai tempat pendirian RBS (*Radio Base Station*) atau BTS (*Base Transceiver Station*) – perangkat komunikasi seluler yang berfungsi menerima dan mengirim sinyal komunikasi kepada setiap pengguna yang berada dalam wilayah cakupan atau radius(*r*) layanannya. Berkenaan dengan ukuran radiusnya, sel dibedakan atas : macrocell ($r \geq 5$ km), microcell ($3 \text{ km} \leq r < 5 \text{ km}$), dan picocell ($r < 3 \text{ km}$).

ataupun antara pengguna telepon seluler bergerak (*mobile phone*) dengan pengguna telepon tetap (*fixed phone*). Bahkan, sebagai salah satu sifat komunikasi bergerak seluler, setiap pengguna yang berada dalam sebuah sel digaransi mendapatkan layanan sinyal komunikasi dari BTS sel yang bersangkutan ; baik ketika pengguna bergerak tersebut melakukan translasi dalam wilayah cakupan layanan satu sel tertentu maupun ketika melintas dari satu sel ke sel yang lain. Untuk mempertahankan kestabilan dan kesinambungan komunikasi bergerak lintas sel itulah maka dibutuhkan mekanisme pengalihan layanan yang disebut dengan *handover* atau *handoff*.

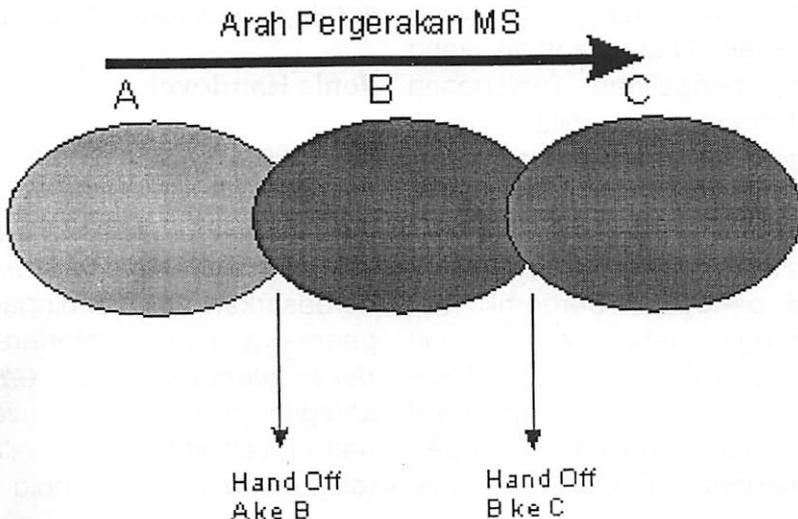
Radius sel juga menunjukkan ukuran jarak terjauh BTS terhadap pengguna-

Pengertian *Handoff* atau *Handover* (HO)

Handoff (HO) adalah pengalihan panggilan dari satu sel ke sel lain ketika sebuah telepon seluler bergerak melewati wilayah cakupan layanan lintas sel. Peristiwa ini juga dikenal dengan istilah "*Handover*"(HO). Yang pertama berlaku bagi sel yang ditinggalkan, karena ia melepaskan ; sedangkan yang terakhir berlaku bagi sel yang didatangi, karena ia menerima. Dalam prakteknya, pelaksanaan hand-off bukan hanya antar sel, melainkan juga antar MTSC ataupun antar sector. Selain itu, juga ada handoff antar operator telekomunikasi seluler bergerak. Secara sederhana, peristiwa hand-off dapat ditunjukkan dalam proses alur lintasan pada gambar 2. Gambar 2 kondisi Handover

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa pengalihan panggilan pengguna komunikasi bergerak seluler (*mobile user*) terjadi ketika perlintasan melalui dua wilayah sel yang berbeda selama komunikasi berlangsung. Namun tidak berarti bahwa hal itu merupakan dampak pemilihan wilayah, tata ruang ataupun factor geografis lainnya. Akan tetapi, sebuah konsekuensi dari rancang bangun system teknologi komunikasi bergerak seluler dengan dukungan aplikasi perangkat lunak terkait, khususnya standarisasi pengolahan sinyal layanan komunikasi.

Dalam perancangan wilayah layanan komunikasi, setiap sel yang ditetapkan diperlengkapi dengan RBS (*Radio Base Station*) atau BTS (*Base Transceiver Station*) yang ditempatkan pada pusat kedudukan



sel (*Cell Site*). Dalam hal ini, radius sel dan kekuatan sinyal komunikasi untuk melayani setiap pengguna yang berada di dalam cakupannya sudah ditentukan. Tentu saja, kekuatan sinyal komunikasi yang diterima oleh pengguna bergerak dari BTS berbanding terbalik dengan jarak antara keduanya. Akibatnya, bagi pengguna bergerak yang sedang melintasi dua wilayah sel yang berbeda akan menerima sinyal komunikasi yang makin lemah dari sel asal, tetapi akan menerima sinyal komunikasi yang makin kuat dari BTS sel tujuan (manakala orientasi pergerakannya menuju ke pusat sel).

Di sekitar perbatasan antara dua sel, pengguna bergerak akan menerima sinyal komunikasi yang sangat lemah relatif jika dibandingkan dengan kondisi sinyal komunikasi pada bagian lain dalam masing – masing sel yang bersangkutan. Dalam kondisi yang demikian, pengalihan (pelepasan dan penerimaan) panggilan - *hand-off / hand over* – merupakan solusi bagi pengguna bergerak seluler.

Ketika kekuatan sinyal komunikasi pengguna bergerak melemah hingga lebih rendah dari kekuatan sinyal yang sudah ditentukan untuk komunikasi, maka sel – melalui BTS – menyampaikan peringatan kepada MTSO (Mobile Tele-

phone Switch Operator). Setelah itu, MTSO mengirimkan informasi sinyal deteksi (alert) ke seluruh sel yang berbatasan dengan sel pertama (yang sedang melayani pengguna bergerak). Lalu, semua sel tetangga tersebut mengukur kekuatan sinyal yang dikirim oleh pengguna bergerak dan kemudian melaporkannya ke MTSO – yang kemudian memilih sel yang menerima sinyal paling kuat. Setelah itu, segera MTSO menghubungkan sel yang lemah (yang melayani pengguna bergerak) ke sel yang paling kuat tanpa memutuskan panggilan/komunikasi. Seluruh proses ini berlangsung dalam waktu yang sangat singkat, tidak sampai satu detik, sehingga biasanya tidak disadari oleh pengguna komunikasi bergerak tadi. Peristiwa hand-off bisa terjadi beberapa kali selama berlangsungnya suatu percakapan yang dilakukan oleh pengguna bergerak yang sedang melintasi perbatasan sel.

Jenis Handover

Lee (1995), secara umum mengelompokkan jenis handover ke dalam 2(dua) kategori, yakni berdasarkan kekuatan sinyal (*signal strength*) dan berdasarkan perbandingan sinyal pembawa dengan interferensi (*carrier-to-interference ratio, C/I*). Dalam kategori pertama, handover terjadi pada level ambang kekuatan sinyal (*signal-strength threshold level*) –

100 dBm untuk noise-limited systems dan - 95 dBm untuk interference-limited systems. Dalam kategori kedua, handover terjadi pada perbatasan sel dengan nilai C/I sebesar 18 dB.

Dalam implementasi teknisnya, pengelompokan handover mengacu pada dua pertimbangan; yang pertama berdasarkan pengguna atau sel yang mengalaminya, sedangkan yang kedua berdasarkan pelaku kontrol atau yang mengkoordinir pelaksanaannya. Dalam pendekatan pertama dikenal 3 (tiga) jenis handover, yaitu *hard handover*, *soft handover* dan *softer handover*. Pada pendekatan yang kedua, dikenal 4 (empat) jenis *handover*, yaitu :*intra-sel handover*, *intra BSC (Base Service Center) handover*, *Intra MTSO handover* dan *Inter MTSO handover*.

Yang pertama dari pendekatan pertama adalah *Hard handover*, yaitu pengalihan panggilan yang dilakukan atas pengguna bergerak dengan pemutusan hubungan komunikasi terhadap sel asal sebelum komunikasi ke sel tujuan (baru) tersambung. Makanya itu, jenis ini sering disebut "*break-before-make*". Hal ini bisa terjadi kalau ada perubahan frekuensi komunikasi, sehingga untuk menggunakan kanal frekuensi baru, kanal frekuensi lama harus diputuskan terlebih dahulu (*inter-frequency hard handover*). Proses

pengalihan panggilan dalam kasus ini disertai dengan jeda komunikasi, karena pengguna bergerak mengalami pemutusan hubungan. Misalnya, dalam sistem FDMA (*Frequency Division Multiple Access*), atau dari CDMA (*Code Division Multiple Access*) ke sistem lainnya.

Kedua, *soft handover*, yakni pengalihan panggilan dilakukan tanpa adanya pemutusan komunikasi. Hal ini dapat dilakukan karena operator yang mengelola layanan komunikasi menggunakan sistem CDMA dengan karakter UMTS (*Universal Mobile Telephone System*), sehingga pergerakan pengguna bergerak selalu mendapatkan layanan dengan kanal frekuensi yang sama, sekalipun melintasi sel yang berbeda (*intra-frequency soft handover*). Faktor utamanya semata - mata adalah melemahnya sinyal komunikasi karena berada pada posisi yang makin jauh dari BTS yang melayaninya. Jadi, pergerakan pengguna bergerak hingga mencapai posisi perbatasan sel pun tetap mendapatkan layanan komunikasi, yang segera disusul dengan pelayanan oleh BTS pada sel yang baru. Dengan demikian, selama beberapa saat, pengguna bergerak mendapatkan layanan paralel yang diterima secara serentak dari dua BTS atau sel yang berdekatan. Gambaran awal tentang handover dalam komu-

nikasi bergerak seluler, sebenarnya mengacu pada realitas seperti ini.

Ketiga, *softer handover*, yakni pengalihan panggilan bagi pengguna bergerak yang selain memanfaatkan frekuensi yang sama juga berada dalam sel atau BTS yang sama. Yang berbeda adalah sektor (bagian sel yang telah dipecah karena kepadatan lalu lintas komunikasi dalam sel tersebut), di mana pengguna bergerak berpindah dari satu sektor ke sektor yang lain dalam sel yang sama. Dalam hal ini pengguna bergerak akan mendapatkan layanan sinyal komunikasi yang lebih kuat karena memanfaatkan perangkat sektor sesuai posisi di mana pengguna bergerak tersebut berada. Fitur layanan komunikasi seperti ini terdapat dalam CDMA 2000.

Yang pertama dari pendekatan kedua adalah *Intrasel handover*, yaitu pengalihan informasi yang dikirim dari satu kanal ke kanal yang lain dalam sel yang sama. Jadi dikendalikan oleh BTS yang sama. *Intra BSC handover* yaitu pengalihan komunikasi yang dikendalikan oleh BSC. Sejumlah BTS yang berbeda, tapi berada dalam kendali BSC yang sama, *Intra MTSO handover*, pengalihan komunikasi antar BTS yang berada pada BSC yang berbeda, namun dalam wilayah layanan MTSO yang sama. Sedangkan *Inter MTSO*

handover, pengalihan komunikasi yang dikendalikan dengan komunikasi antara dua MTSO yang berbeda dengan masing – masing BTS yang berada dalam wilayah cakupan (*coverage area*) layanannya.

Bahkan, dalam upaya peningkatan kinerja aplikasi ICT (*Information and Communication Technology*) secara umum, juga dikenal *vertical handover* dan *horizontal handover*. Yang pertama adalah pemutusan satu di antara dua aplikasi teknologi secara paralel untuk menguatkan dukungan terhadap sebuah struktur jaringan yang lebih tinggi (pengalihan dari fungsi ganda ke fungsi tunggal dengan memilih dan kemudian sekaligus meninggalkan salah satunya). Sedangkan yang kedua adalah pengalihan dari suatu fungsi lama ke fungsi baru untuk memperluas fungsi jaringan.

Jarak dan kekuatan sinyal komunikasi merupakan dua faktor yang berpengaruh langsung dan signifikan terhadap kemungkinan dilakukannya *handover* dalam komunikasi bergerak seluler. Namun keduanya menjadi bagian yang sangat penting ditetapkan lebih awal, yakni ketika perancangan infrastruktur pendukung sistem (*communication backbone*) dimulai. Oleh karena itu, analisis mengenai peluang keberhasilan *handover* biasanya dikaitkan dengan

beberapa faktor berikut : interferensi, pengaturan (setting) parameter, kondisi dan kualitas hardware BTS, kualitas coverage area dan mekanisme hubungan antar sel yang berdekatan (*neighbouring cell relation*).

Protokol Handover

Dalam jaringan seluler tanpa kabel (*cellular wireless network*) pengaturan handover pengguna bergerak antar sel sangat penting untuk memelihara kesinambungan dan kualitas layanan komunikasi. Ada empat bentuk dasar protokol handover, yaitu : *Network – Controlled Handover* (NCHO), *Mobile – Assisted Handover* (MAHO), *Soft Handover* (SHO), dan *Mobile – Controlled Handover* (MCHO). Keempat mekanisme protocol tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

NCHO adalah protokol handover yang terpusat, di mana jaringan memutuskan handover berdasarkan pengukuran kualitas sinyal pengguna bergerak (MS – Mobile Station) pada sejumlah BTS. Jika sinyal yg diterima MS sel yang lama lebih lemah, sementara dari sel lain yang berdekatan ternyata sinyalnya lebih kuat, maka jaringan akan memutuskan handover dengan menyambungkan BTS dari sel yang lama ke sel yang baru. Pada umumnya handover ini menggunakan

waktu sekitar 100 – 200 milisecond (ms) dan menyebabkan adanya ket-erputusan percakapan yang dapat dirasakan. Bahkan, overall delay handover jenis ini umumnya men-capai 5 – 10s. Dengan demikian, handover jenis ini tidak cocok diter-apkan dalam lingkungan yang ke-cenderungannya berupah engan cepat dan melayani jumlah peng-guna yang sangat padat. NCHO digunakan pada generasi pertama system analog, misalnya AMPS (*American Mobile Phone System*).

MAHO mendistribusikan proses penetapan handover. Dalam hal ini, MS melakukan penguku-ran kekuatan atau kualitas sinyal dan MTSSO menetap pemberlakuan handover. Jika dibandingkan den-gan NCHO, mekanisme ini mener-apkan kendali yang lebih terdistribusi sehingga dapat memperbaiki kualitas delay yang diakibatkan oleh handover, yakni sekitar 1detik.

SHO sering digunakan bersama dengan MAHO. Hubun-gan antara MS dengan BTS segera dibangun, di mana koneksi antara MS dengan BTS baru dihubun-gkan sambil tetap mempertahankan hubungan MS dengan BTS yang lama. Setelah koneksi yang baru dapat mengirimkan data secara stabil, barulah kemudian koneksi yang lama dihentikan. Mekanisme

ini juga biasa disebut "*make before break*", yang mengamankan kesinambungan layanan. Hanya saja, handover jenis ini membutuhkan kapasitas sumberdaya yg lebih besar karena harus membangun dua koneksi secara serentak.

Bertolak belakang dengan NCHO, untuk yang satu ini MS mengendalikan dan menetapkan pemberlakuan handover secara total. Ini yang disebut dengan MCHO. Suatu MS senantiasa mengukur kekuatan sinyal semua BTS yang berada di sekitarnya. Jika MS menemukan BTS baru yang sinyalnya lebih kuat daripada BTS lama, maka handover dapat dilakukan dari BTS lama ke BTS baru dengan memastikan bahwa batas ambang kekuatan sinyal tercapai. Penerapan MCHO memiliki derajat desentralisasi tertinggi jika dibandingkan dengan mekanisme handover lainnya. Jenis ini juga memiliki kecepatan tertinggi, yakni hanya menggunakan waktu dalam orde 0,1detik.

Urutan keempat jenis handover tersebut juga sekaligus menunjukkan tingkat keterpusatan kendali dari yang tertinggi sampai yang terendah. Kalau pada NCHO kendalinya sangat terpusat pada jaringan (derajat sentralisasi tertinggi), maka sebaliknya pada MCHO, kendali sepenuhnya diatur dan ditentukan oleh MS

(derajat desentralisasi tertinggi).. Mekanisme protokol handover yang disebut terakhir paling luas penggunaannya dalam jaringan komunikasi bergerak seluler tanpa kabel dewasa ini. Karena, dengan keluwesan (fleksibilitas) yang penuh pada MS, sehinggaproses penerapansangatcepat.

Perbandingan Jenis Handover

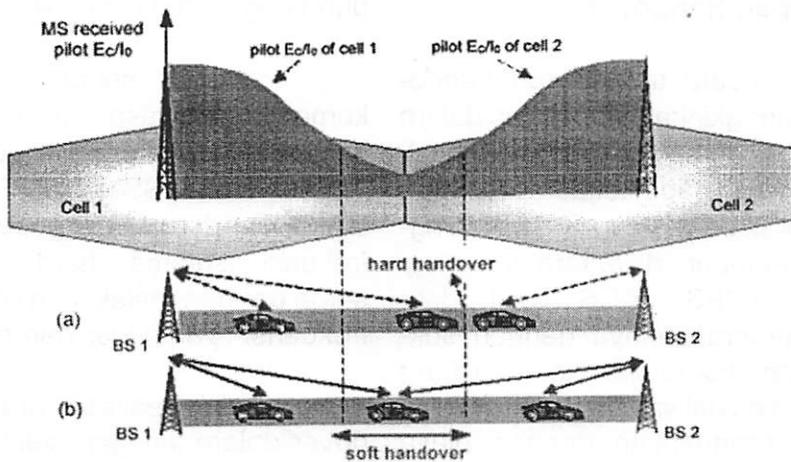
Kelebihan *hard handover*, paling cocok dipakai dalam sistem yang menggunakan hanya satu panggilan per kanal frekuensi. Konsekuensinya, sebagai penyesuaian terhadap mekanisme handover ini, maka perangkat keras telepon yang dibutuhkan tidak perlu memiliki kemampuan untuk menerima dua atau lebih sinyal secara paralel, sehingga disainnya lebih sederhana dan sekaligus lebih murah. Kekurangannya, jika handover gagal, maka panggilan (komunikasi) akan terputus sementara atau bahkan berakhir secara tidak normal. Oleh karena itu, teknologi yang memanfaatkan *hard handover* biasanya memiliki prosedur yang dapat membangun kembali (*re-establish*) koneksi ke sel asal jika koneksi ke sel tujuan tidak berhasil. Sekalipun demikian, upaya membangun kembali koneksi tidak selalu bisa dilakukan, karena panggilan bisa berakhir. Bahkan, walaupun bisa, sangat mungkin mengakibatkan ket-erputusan panggilan (ko-

munikasi) sementara.

Kelebihan *soft handover* adalah bahwa hubungan ke sel asal hanya akan diputuskan manakala hubungan yang handal ke sel tujuan sudah terbangun. Oleh karena itu, kemungkinan terjadinya penghentian secara tidak normal atau kegagalan handover lebih kecil. Namun demikian, kelebihan utama yang sesungguhnya adalah karena pemeliharaan kualitas dan kestabilan kanal frekuensi yang dipakai pada semua sel dilakukan serentak, sehingga panggilan (komunikasi) hanya akan gagal apabila seluruh kanal frekuensi mengalami interferensi atau gangguan (*fading*) yang serius pada saat yang sama.

Selain itu, gangguan dan interfer-

ensi dalam kanal yang berbeda tidak terkait satu dengan yang lain sehingga peluang berpindahnya gangguan dan interferensi yang di alami oleh kanal tertentu ke kanal yang berbeda sangat kecil. Oleh karena itu, keandalan hubungan menjadi lebih tinggi kualitasnya apabila sebuah panggilan menggunakan mekanisme *soft handover*. Dalam jaringan seluler, sebagian besar handover terjadi pada tempat yang kualitas layanannya buruk (*poor coverage*) di mana panggilan seringkali menjadi tidak handal karena kanal frekuensinya mengalami gangguan dan interferensi. Dalam kondisi yang demikian, *soft handover* memperbaiki keandalan panggilan sehingga gangguan dan interferensi pada sebuah kanal tidak kritis.



Gb. 3. Perbandingan antara hard dan soft handover

Namun, konsekuensi dari kelebihan ini menjadikan komponen perangkat keras lebih kompleks dalam telepon – termasuk harganya pun lebih mahal, karena harus memiliki kemampuan mengolah beberapa kanal frekuensi secara parallel. Nilai lain yang harus dibayar untuk soft handover adalah penggunaan beberapa kanal frekuensi dalam jaringan hanya untuk sebuah panggilan. Hal ini akan mengurangi jumlah kanal frekuensi bebas yang tersisa dan praktis mengurangi kapasitas jaringan. Dengan mengatur durasi soft handover dan ukuran wilayah di mana handover itu terjadi, perancang jaringan dapat menyeimbangkan antara manfaat keandalan panggilan ekstra dengan nilai pengurangan kapasitas.

Penerapan Handover

Secara teoritis *soft handover* memungkinkan diterapkan dalam teknologi analog maupun digital. Hanya saja, pada teknologi analog dibutuhkan biaya yang tinggi, sehingga tak satupun di antara teknologi analog (AMPS, TACS, NMT, dsb) yang menerapkannya dengan sukses secara komersial. Dalam bidang teknologi digital yang berbasis FDMA juga diperhadapkan dengan biaya yang lebih tinggi untuk kelengkapan perangkat keras pesawat teleponnya (harus memiliki multiple parallel ra-

dio – frequency modules), dan yang berbasis TDMA atau kombinasi keduanya – pada prinsipnya - tidak terlalu mahal. Namun, tidak ada di antara teknologi 2G (GSM, D-AMPS, IS-136, dsb) yang memiliki fitur ini.

Lain halnya dengan teknologi berbasis CDMA, baik 2G maupun 3G memiliki fitur soft handover. Di satu sisi, hal ini memang merupakan fasilitas yang dirancang agar dengan perangkat keras (hardware) telepon yang tidak terlalu mahal jaringan CDMA akan mengalami interferensi yang sangat serius – yang biasa disebut dengan efek “*near – far*” (karena menggunakan kanal frekuensi yang sama secara serentak, maka setiap MS dalam sel tertentu berpotensi mendapatkan interferensi dari sel - sel lain , baik yang dekat, maupun yang jauh dari posisi aktualnya).

Pada semua teknologi komersial dewasa ini, baik yang berbasis FDMA maupun kombinasi TDMA/FDMA (GSM, AMPS, IS-136/DAMPS, dsb), mengubah kanal frekuensi selama hard handover sama dengan melakukan perubahan frekuensi pemancar dan penerima.

Untuk realisasi praktis handover dalam jaringan seluler, setiap sel yang berpotensi menerima pengalihan diatur dalam daftar sel tujuan. Sel – sel ini disebut sebagai sel

tetangga (*neighbour cell*). Daftarnya disebut daftar sel tetangga. Selama panggilan berlangsung, satu atau lebih parameter sinyal dalam kanal frekuensi sel asal (sumber) dipantau dan diuji (diukur) untuk dijadikan dasar penetapan ketika handover harus dilakukan. Semua sinyal yang terkirim (downlink / forward link dan uplink / reverse link) harus dipantau. Handover boleh diminta oleh MS atau BTS sel sumber / asal, dan dalam sejumlah sistem bisa juga oleh BTS sel tetangga. MS dan BTS dari sel – sel yang bertetangga saling memantau sinyal masing – masing satu sama lain untuk mengantisipasi dipilihnya sel tertentu sebagai penerima handover yang sewaktu – waktu dibutuhkan. Dalam sejumlah sistem, terutama yang berbasis CDMA, sel yang dipilih sebagai tujuan penerima handover bisa saja tidak termasuk di antara sel – sel tetangga. Hal yang demikian dilakukan untuk mengurangi peluang interferensi yang dapat disebabkan oleh efek “*near – far*”.

Dalam system analog parameter yang digunakan sebagai kriteria untuk meminta agar dilakukan hard handover adalah daya sinyal yang diterima dan nilai S/N (Signal-to- Noise ratio). Dalam sistem 2G digital non – CDMA kriteria untuk meminta dilakukannya hard handover bisa mengacu pada estimasi daya sinyal yang diterima, Bit

Error Rate (BER) dan Block error / Eraser Rate (BLER), kualitas percakapan yang diterima (RxQual), jarak antara MS dan BTS (diestimasi dari delay propagasi sinyal radio), dll. Dalam system CDMA, 2G dan 3G, kriteria yang paling umum digunakan untuk meminta handover adalah E_c/I_0 yang diukur dalam pilot channel (CPICH) dan / atau RSCP.

Dalam sistem CDMA ketika MS dalam soft atau softer handover dihubungkan dengan beberapa sel secara serentak, prosesnya diterima dalam sinyal parallel dengan menggunakan sebuah *rake receiver*. Setiap sinyal diproses oleh sebuah modul yang disebut *rake finger*. Sebagaimana biasa, rancang bangun rake receiver dalam telepon berberak memiliki tiga atau lebih rake finger yang akan digunakan dalam keadaan soft handover untuk memproses sinyal dari sejumlah sel, dan satu finger tambahan yang akan digunakan untuk mencari dan mendeteksi sinyal yang berasal dari sel – sel lain. Himpunan sel yang sinyalnya digunakan selama penerapan suatu soft handover dijadikan acuan sebagai “active set”. Jika finger pencari sinyal tadi menemukan suatu sinyal yang cukup kuat dari suatu sel baru (E_c/I_0 atau RSCP nya tinggi), maka sel ini ditambahkan dalam “active set”. Sel – sel yang termasuk dalam “neighbouring set” (sel tet-

angga) dicek lebih sering daripada sel yang istirahat (yang tidak masuk dalam neighbouring list / set) - karena penerapan handover lebih diutamakan dengan sel – sel tersebut. Sekalipun demikian, penerapan handover dengan sel yang lain – di luar himpunan sel – sel tadi bisa saja dilakukan (kecuali dalam GSM, IS-136 / DAMPS, AMPS, NMT, dsb)..

Tujuan Handover

Berdasarkan tujuannya, ada tiga jenis handover, yaitu:

1. **Rescue handover**: dilakukan untuk menyelamatkan kesinambungan komunikasi. Dasar pertimbangannya adalah kekuatan sinyal transmisi antara MS – BTS, level signal dan delay propagasi.
2. **Confinement handover**: dilakukan untuk memperkecil peluang terjadinya interferensi (MS selalu mencari sel dengan sinyal yang terkuat). Acuanannya adalah kualitas transmisi uplink dan downlink antara MS dan BTS.
3. **Traffic handover** : dilakukan untuk mengamankan beban sel agar tidak bertahan dalam kondisi kelebihan beban (overload). Dengan handover, bebannya akan berkurang, karena pada saat layanan komunikasi diambil alih oleh sel lain secara prak-

tis sel yang pertama mengalami pengurangan beban trafik per-cakapan, khususnya panggilan terakhir (mengalami unload atas sel tersebut). Ini bisa terjadi pada lokasi tertentu yang dipadati oleh pengguna komunikasi bergerak seluler. Acuanannya adalah kemampuan MTSO dan BSC untuk mengetahui beban trafik BTS. MTSO kemudian menetapkan sejumlah MS untuk segera melakukan handover agar tidak terjadi pembebanan trafik yang berlebih (*overload traffic*).

Secara umum, untuk pelaksanaan handover perlu dipertimbangkan aspek berikut:

- a. Sedapat mungkin MS (Mobile Station – pengguna bergerak) tidak merasakan terjadinya handover, dengan memperpendek waktu dan menggunakan interpolasi suara.
- b. Berusaha memperkecil error pada saat melakukan estimasi kebutuhan handover
- c. Diusahakan melakukan sharing dengan menggunakan kanal – kanal frekuensi yang sama pada sel yang berbeda yang ditopang oleh adanya koordinasi antara sel yang dituju dengan sel yang ditinggalkan.

Parameter Handover

Ada beberapa parameter yang dapat menimbulkan handover, yaitu sebagai berikut:

1. Parameter Radio (Radio parameters)
 - a. Kualitas sinyal yang diterima (RX QUAL) terlalu rendah atau BER terlalu tinggi.
 - b. Level sinyal yang diterima (RX LEV- pada uplink dan downlink) terlalu rendah
 - c. Handover jarak MS-BTS (Timing Advance)
 - d. Power Budget handover (handover dilakukan kepada sel yang mempunyai level sinyal lebih baik dibandingkan dengan yang diterima)
2. Parameter Jaringan (network parameters)
 - a. Serving cell congestion (benturan layanan sel)
 - b. Jarak MS-BTS yang sangat jauh karena pengembangan / perluasan sel

Sedangkan parameter yang dipertimbangkan dalam proses penetapan handover adalah sebagai berikut :

1. Static Data (Data Statis)
 - a. Maximum transmit power dari MS
 - b. Maximum transit power dari BTS yg melayani
 - c. Maximum transit power BTS tetangga

2. Pengukuran yang dibuat oleh MS
 - a. Downlink transmission quality (BER)
 - b. Downlink reception level pada sel pelayan
 - c. Downlink reception level sel tetangga
3. Pengukuran yang dibuat oleh BTS
 - a. Uplink transmission quality
 - b. Uplink reception level on current channel (knal frekuensi yang sedang digunakan)
 - c. Timing Advance
4. Pertimbangan Trafik (Traffic Consideration)

Kapasitas dan beban trafik sel pelayan maupun sel tetangga. Secara luas, kategori handover dikaitkan dengan empat faktor :

1. RXLEV : Received Signal level
2. RXQUAL ; Received Signal Quality
3. DISTANCE
4. PGBT (Power Budget)

Selain itu, adapula yang disebut Handover Margin, yakni parameter yang digunakan untuk mencegah terjadinya handover yang berulang – ulang di antara sel – sel yang berdekatan. Ini juga bisa digunakan sebagai batas ambang (threshold) dalam penetapan handover.

Penutup

Pemahaman tentang handover memberikan pengayaan dan penguatan pertimbangan bagi seorang perancang sistem komunikasi seluler bergerak dalam menetapkan ukuran sel dengan segenap perangkat layanan yang dibutuhkan. Dan secara khusus, sebagai salah satu faktor signifikan dalam komunikasi lintas sel, fenomena handover menarik diteliti lebih jauh untuk memelihara stabilitas sistem komunikasi seluler, terutama dengan makin pesatnya pertumbuhan jumlah pengguna dengan intensitas komunikasi (outgoing call dan incoming call) yang sangat tinggi.

Referensi :

1. Lee, William C.Y, "Mobile Cellular Telecommunications – Analog and Digital Systems", McGraw-Hill, Inc., USA, 1995, edisi ke-2, xiii+665 h.
2. Akhila, S dan Lakshminarayana, M., "Averaging Mechanisms to Decision Making for Handover in GSM", Proceedings of World Academy of Science, engineering and Technology, Volume 32, August 2008, ISSN 2070-3740
3. Sidi, Moshe dan Starobinski, David, "New Call Blocking versus Handoff Block-

ing in Cellular Networks", Wireless Networks 3 (1997) 15-27

4. Sirait, Rummi, "Handover Pada Jaringan Komunikasi Bergerak Generasi Ketiga (3G) WCDMA", email: rummy_sirait@yahoo.com
5. Lawton, Michael, "Validating Inter-RAT Handover and cell Transitions using Two Base Station Emulators", Agilent technologies UK Ltd., September 2006.
6. Fournograkis, Pavlos; Kyriazakos, Sofoklis ; retsos, George, "Enhanced Handover Performance In Cellular Systems Based On Position Location of Mobile Terminals", Telecommunications Laboratory, national technical University of Athens.

Daftar Singkatan :

1. BSC : Base Station Centre
2. BTS : Base Transceiver Station
3. HO : Handoff / Handover
4. MS : Mobile Station (Mobile User – MU)
5. MTSC : Mobile Telephone Switching Centre
6. MTSO : Mobile Telephone Switching Operator
7. RBS : Radio Base Station