

Evolusi Teknologi Wireless Seluler menuju HSDPA

Rahmad Hidayat

Manajemen Telekomunikasi, Universitas Mercu Buana

Abstrak

Teknologi data dalam keluarga GSM meliputi GPRS, EDGE, UMTS/WCDMA dan HSDPA. Berbagai teknologi ini menyediakan banyak kemampuan dan efisiensi spektrum. Implementasinya meningkatkan potensi pendapatan dan keuntungan serta pemenuhan kebutuhan bagi komunitas ICT (Information and Communication Technology). Evolusi dari GPRS menuju HSDPA memberikan jawaban terhadap kebutuhan coverage yang luas, throughput data yang tinggi, quality-of-service (QoS) dan efisiensi spektrum. Efisiensi spektrum secara khusus merupakan perhatian utama karena merupakan interpretasi throughput rata-rata yang lebih tinggi bagi lebih banyak user aktif di suatu coverage area. HSDPA menghasilkan kecepatan puncak 14 Mbps dan meningkatkan kecepatan throughput rata-rata menjadi 1 Mbps. Suatu peningkatan kinerja 2,5 sampai 3,5 kali relatif terhadap teknologi 3G.

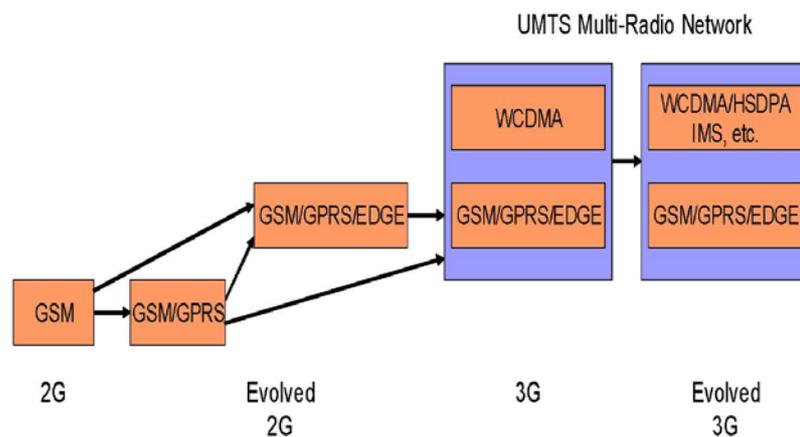
Kata Kunci: ICT, GSM, 3G, HSDPA

1 PENDAHULUAN

Perubahan GPRS (General Packet Radio Service) menuju HSDPA menawarkan suatu area peningkatan kapabilitas sistem dan telah menghasilkan banyak kemungkinan aplikasi seperti aplikasi *enterprise*, *instant messaging*, e-mail, Web browsing, aplikasi konsumen tertentu dan bahkan beberapa aplikasi multimedia. Perubahan tersebut merupakan suatu dukungan terhadap peningkatan aplikasi GPRS yang sekarang tersedia secara global. EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) dengan mantap memperluas kemampuan GPRS, meningkatkan kemampuan browsing Internet, aplikasi *streaming*, aplikasi *enterprise* yang lebih luas dan lebih banyak lagi aplikasi multimedia. Lalu dengan generasi ketiga 3G UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) yang dilanjut dengan HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), pemakai dapat menikmati aplikasi *video phone*, musik *high-fidelity*, aplikasi padat multimedia dan akses efisien bagi berbagai aplikasi *enterprise*.

2 ALUR GPRS MENUJU HSDPA

Secara umum evolusi kapabilitas data GPRS menuju HSDPA dilakukan dalam beberapa tahap sebagaimana terlihat pada Gambar 1 di bawah, pertama dari GPRS, kemudian EDGE, WCDMA (Wideband - Code Division Multiple Access) diikuti oleh peningkatan kapabilitas 3G seperti HSPDA, IMS (Internet Multimedia Subsystem) dan bahkan juga jaringan full IP (all-IP networks). Berbagai riset terus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan komunikasi mobile nirkabel tahap demi tahap. Pada tulisan ini tahapan perkembangan teknologi mobile nirkabel dimulai dari implementasi teknologi EDGE menuju teknologi HSDPA.



Gambar 1 Alur evolusi menuju HSDPA.

2.1 Implementasi Edge

Meskipun EDGE merupakan teknologi radio yang canggih namun EDGE menggunakan kanal radio dan timeslot dengan format sama sebagaimana GSM dan GPRS tanpa membutuhkan tambahan spektrum frekuensi dalam penyaluran informasi. Dengan implementasi EDGE, operator dapat memanfaatkan spektrum yang ada secara lebih efisien. Untuk area jaringan GSM/GPRS terbaru, EDGE merupakan hasil upgrade keseluruhan software BTS dan BSC agar transceiver yang ada memiliki kemampuan EDGE. Infrastruktur paket yang sama mendukung GPRS dan EDGE. Peningkatan jumlah terminal handset GPRS juga mendukung EDGE, sehingga memungkinkan EDGE dalam meningkatkan jumlah pelanggan.

Banyak operator yang semula telah merencanakan hanya menggunakan UMTS bagi layanan data generasi berikutnya, sekarang sedang mengimplementasikan EDGE sebagai teknologi komplement 3G. Beberapa alasannya meliputi :

- EDGE memberikan layanan data dengan kapabilitas tinggi mendahului UMTS.
- EDGE memberikan kapabilitas data bagi "sweet spot" sebesar 100 kbps sesuai kebutuhan mayoritas komunikasi berorientasi layanan.
- EDGE sudah terbukti di lapangan sebagai solusi biaya efektif dan kini sudah merupakan teknologi yang matang.
- Operator sedang memanfaatkan asset spektrum yang ada dan menurunkan

keseluruhan biaya capex (*capital expenditures*) 3G mereka.

- EDGE memiliki spektrum sangat efisien dan memungkinkan operator melayani banyak user voice dan data melalui spektrum frekuensi yang ada.
- Operator dapat memelihara jaringan EDGE mereka sebagai layanan komplemen yang ditawarkan bahkan saat operator tersebut memulai UMTS.

2.2 Implementasi UMTS

Untuk meningkatkan kapabilitas dan kapasitas ke depan, kini operator sedang mengimplementasikan UMTS di hamper seluruh dunia. Meskipun UMTS melibatkan jaringan radio akses baru, beberapa faktor akan memudahkan implementasi. Pertama karena banyak *cell site* UMTS dapat ditempatkan bersama (*collocated*) ke dalam *cell site* GSM, dalam hal ini disediakan oleh rak multi-radio yang dapat mengakomodasi operasional perangkat GSM/EDGE maupun UMTS. Kedua karena banyak *core network* GSM/GPRS dapat digunakan. Selama SGSN butuh untuk di-upgrade, MSC (Mobile Switching Center) hanya butuh upgrade sederhana dan SGSN dapat tetap menempati lokasi *core network* tersebut.

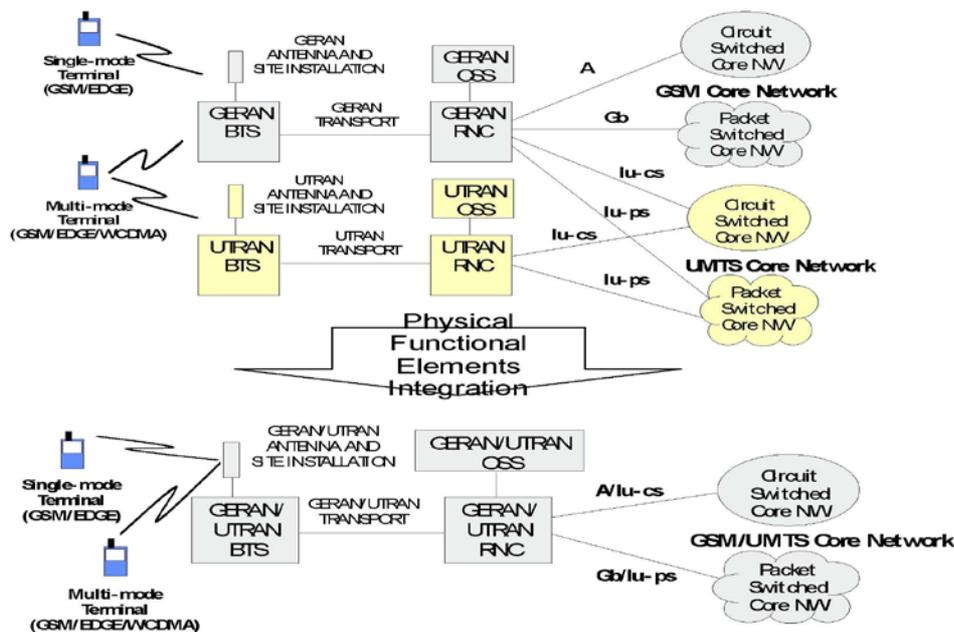
Setelah implementasi, operator akan dapat mengurangi biaya operasional jaringan GSM dan UMTS karena banyak aspek dapat disatukan bersama pada satu jaringan, meliputi Arsitektur paket data , Arsitektur *Quality-of-Service* (QoS) , *Mobility management* , *Subscriber account management* .Implementasi UMTS akan berlangsung dalam beberapa tahap, diawali dengan perbaikan *coverage area* pada UMTS, kemajuan berkelanjutan terhadap pemenuhan *coverage* UMTS dan kemudian pencapaian operasi multi-radio. Tabel-1 menunjukkan kemajuan tersebut.

Tabel 1 Kemajuan Implementasi UMTS

Tahapan	Karakteristik
Awal implementasi UMTS	<ul style="list-style-type: none"> • Hanya bagian <i>coverage</i> dengan kemampuan UMTS • GSM/GPRS/EDGE menyediakan <i>coverage</i> berikutnya • UMTS menyediakan fitur lanjutan dan kelonggaran kapasitas bagi GSM
Peningkatan <i>interworking</i> antara UMTS & GSM/EDGE	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Coverage</i> UMTS secara kontinyu • Beban yang lebih tinggi pada UMTS • User menentukan band frekuensi berdasarkan permintaan layanan dan beban
Kapabilitas jaringan Full Multi-radio	<ul style="list-style-type: none"> • Implementasi mendalam terhadap UMTS, termasuk aspek <i>microcell</i> • Integrasi perangkat <i>core</i> GERAN dan UTRAN • Integrasi <i>Quality-of-Service</i> • Penambahan teknologi radio baru seperti WLAN

Dengan waktu tertentu pemisahan jaringan akses GSM/EDGE (disebut GERAN) dan jaringan akses UMTS (disebut UTRAN) dengan *core network*-nya masing-masing akan menghasilkan penguatan sistem sebagaimana gambar 2. Hal ini akan menurunkan total biaya jaringan dan meningkatkan operasional keseluruhan dari jaringan akses terpisah tersebut.

Bagi user dengan perangkat *multi-mode*, jaringan yang mereka akses secara luas akan menjadi transparan. Saat ini banyak handset UMTS juga mendukung GSM/GPRS dan juga hadir handset UMTS dengan kemampuan EDGE.



Gambar 2 Integrasi Perangkat Core Network GSM/EDGE dan UMTS

2.3 HSDPA dan Fungsi lain yang telah ditingkatkan

Di atas telah dipertimbangkan implementasi integrasi jaringan UMTS dengan GSM/EDGE.

Adalah penting untuk terus meningkatkan kapabilitas UMTS dengan fitur baru dan menambahkan kapabilitas pada *release* berikutnya. Beberapa fitur dari *release* spesifikasi berbeda 3GPP meliputi :

- **Release 99:** Telah lengkap. Merupakan versi awal yang dapat diimplementasikan. Banyak implementasi saat ini bersumber pada Release 99 ini. Mendukung jaringan radio akses GSM /EDGE /GPRS/ WCDMA.
- **Release 4:** Telah lengkap. Mendukung pengiriman pesan Multimedia. Efisien bagi interkoneksi infrastruktur *core network* terhadap *backbone* jaringan IP.
- **Release 5:** Telah lengkap. HSDPA dan fase awal layanan IMS (IP-based Multimedia Services)
- **Release 6:** Dalam tahap pengembangan. Fase kedua IMS, *interworking* WCDMA/WLAN, pengelolaan radio bersama (GERAN/UTRAN), sistem antena MIMO (Multiple Input Multiple Output) untuk kecepatan data yang lebih tinggi bagi user dan HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access) melalui penggunaan EUDCH (Enhanced Uplink Dedicated Channels).

Seluruh kemampuan di atas disediakan secara signifikan oleh HSDPA yang memiliki kompatibilitas penuh terhadap WCDMA. HSDPA dapat diimplementasikan hanya melalui upgrade software jaringan WCDMA. Cara di atas telah terbukti efektif sebagaimana upgrade GPRS ke EDGE. HSDPA juga banyak menggunakan teknik radio sebagaimana penerapan EDGE terhadap

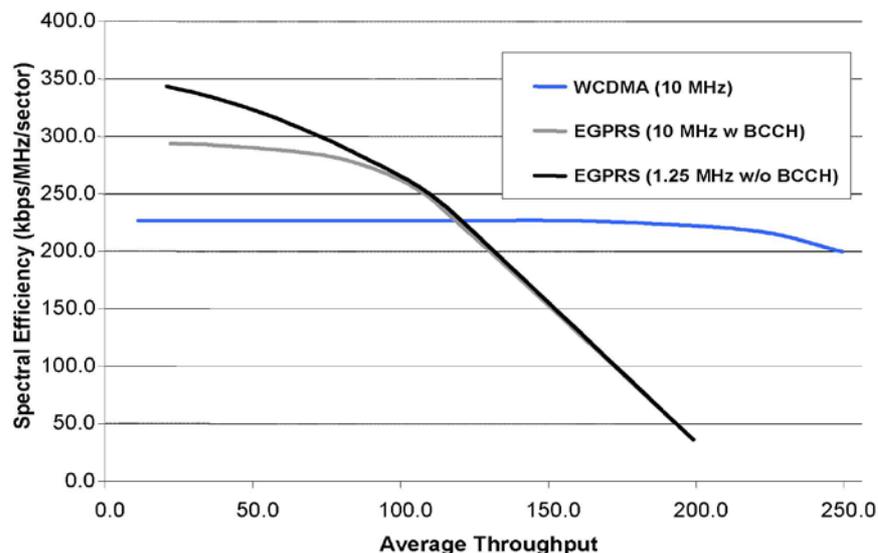
GPRS. Secara esensi strategi pada HSDPA sama dengan WCDMA. WCDMA memberikan dasar yang kokoh bagi HSDPA dalam menyediakan kanal radio dengan bandwidth tinggi.

3 PERBANDINGAN EFISIENSI SPEKTRUM

Agar dapat memahami alasan pengembangan teknologi data yang berbeda ini, perlu dihitung efisiensi spektrum setiap teknologi. Evolusi layanan data merupakan suatu peningkatan jumlah user dengan kebutuhan bandwidth lebih tinggi. Dengan adanya pertumbuhan pasar data nirkabel maka implementasi teknologi nirkabel dengan efisiensi spektrum tinggi akan menjadi teramat penting.

Gambar 3 menunjukkan efisiensi spektrum (dalam satuan kbps per MHz per sector) terhadap throughput rata-rata user (dalam satuan kbps). Garis vertikal (Y) grafik menunjukkan beban maximum yang dapat didukung jaringan guna kebutuhan throughput yang digambarkan dengan garis horizontal (X). Keseluruhan gambar tersebut membandingkan EDGE (atau EGPRS) terhadap WCDMA.

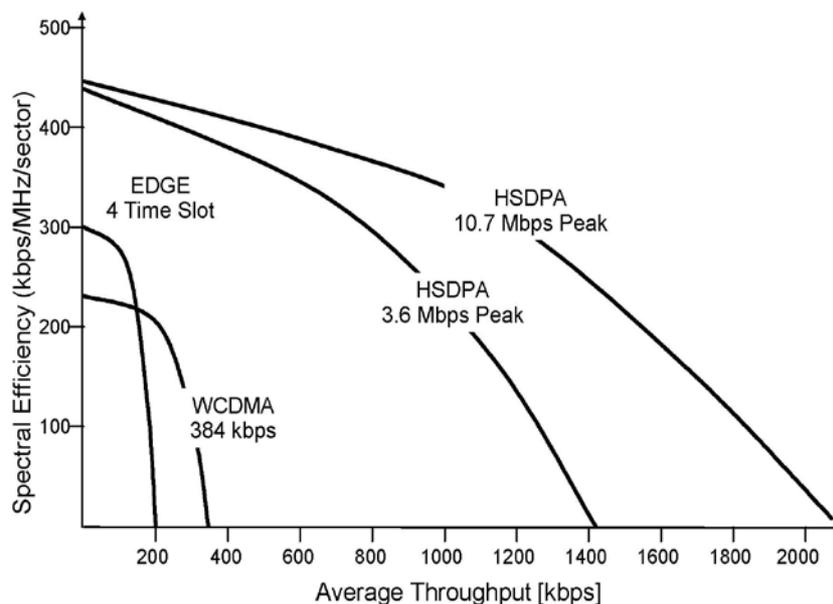
Untuk throughput rata-rata, simulasi grafik tersebut menggambarkan bahwa EDGE memiliki efisiensi spektrum terbaik untuk kecepatan data di bawah 100 kbps. Di atas 100 kbps, WCDMA memiliki efisiensi spektrum lebih baik. Sebagai contoh pada penggunaan EDGE pada band 1,25 MHz tanpa kanal kontrol dan dengan 2 transceiver, diperoleh efisiensi lebih tinggi.



Gambar 3 Perbandingan Efisiensi Spektrum berdasarkan Throughput Rata-rata.

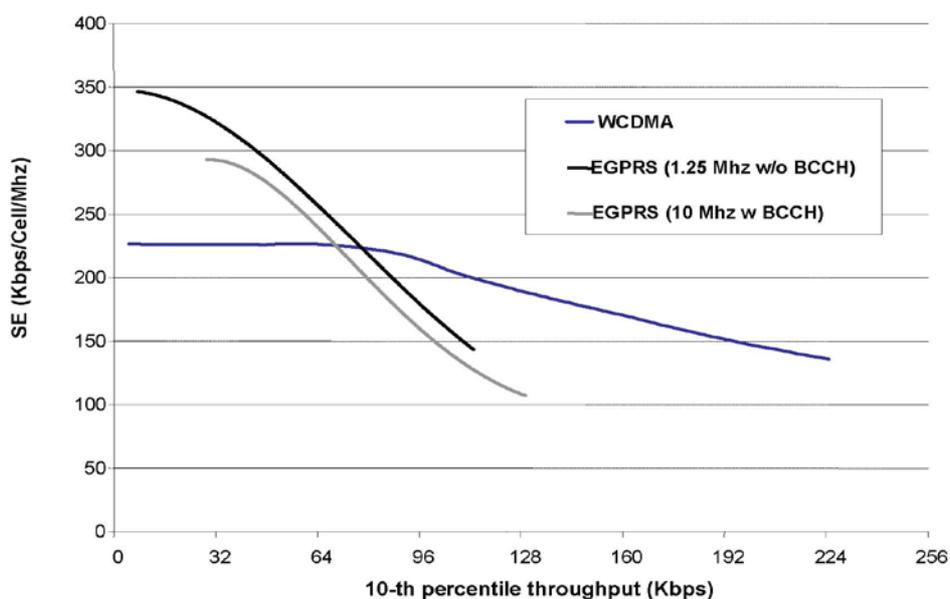
Pada Gambar 4 terdapat grafik HSDPA. HSDPA memiliki efisiensi spektrum lebih tinggi. HSDPA dengan kecepatan puncak 3,6 Mbps dihasilkan dari infrastruktur awal yang menggunakan 5 kode dan HSDPA dengan kecepatan puncak 10,7 Mbps dihasilkan dari infrastruktur berikutnya yang menggunakan 15 kode. Juga ditunjukkan bahwa HSDPA merupakan salah satu sistem seluler dengan efisiensi spektrum tertinggi dan memiliki dukungan kecepatan data

tertinggi yang ada.



Gambar 4 Efisiensi Spektrum HSDPA

Gambar 5 menunjukkan efisiensi spektrum (dalam kbps per MHz per sector) terhadap *tenth-percentile* throughput (dalam kbps) dan menunjukkan perbandingan EDGE (atau EGPRS) terhadap WCDMA. Hal penting dari pemakaian data *tenth-percentile* adalah 90% user memperoleh kecepatan data lebih besar dari jumlah yang ada. Dalam kondisi ini, EDGE merupakan teknologi paling efisien di bawah 72 kbps.

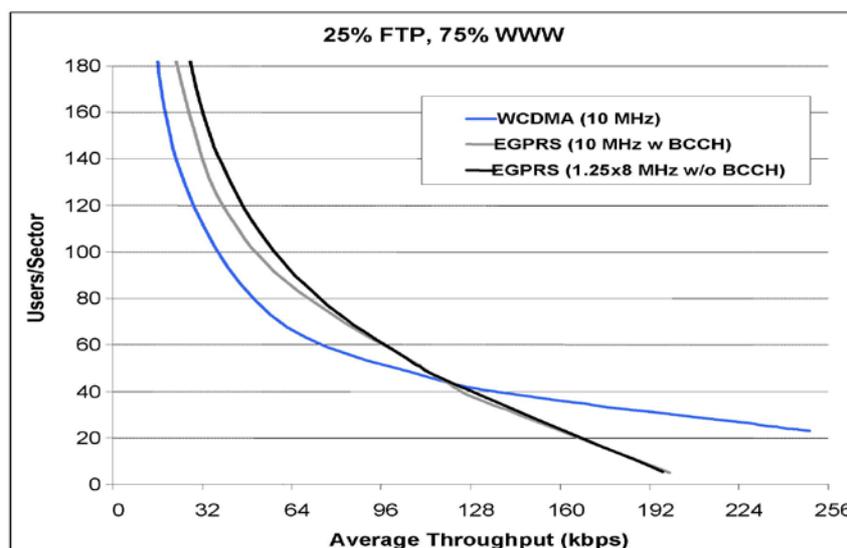


Gambar 5 Perbandingan Efisiensi Spektrum berdasarkan Throughput *10-th Percentile*

Sebagai catatan, untuk throughput di bawah 32 kbps efisiensi spektrum *tenth-percentile* sama dengan efisiensi spektrum throughput rata-rata. Pada throughput yang lebih tinggi, efisiensi spektrum *tenth-percentile* lebih rendah dari efisiensi spektrum throughput rata-rata untuk seluruh teknologi di atas.

Perbandingan akhir menunjukkan banyaknya user yang dapat didukung per sektor dalam 10 MHz terhadap throughput rata-rata. Terlihat, EDGE sangat baik bagi data berkecepatan lebih rendah, melayani 160 user per sektor dalam 10 MHz pada throughput 32 kbps dan 90 user per sektor pada 64 kbps.

Figure 14: Users per Sector in 10 MHz versus Average Throughput³⁹



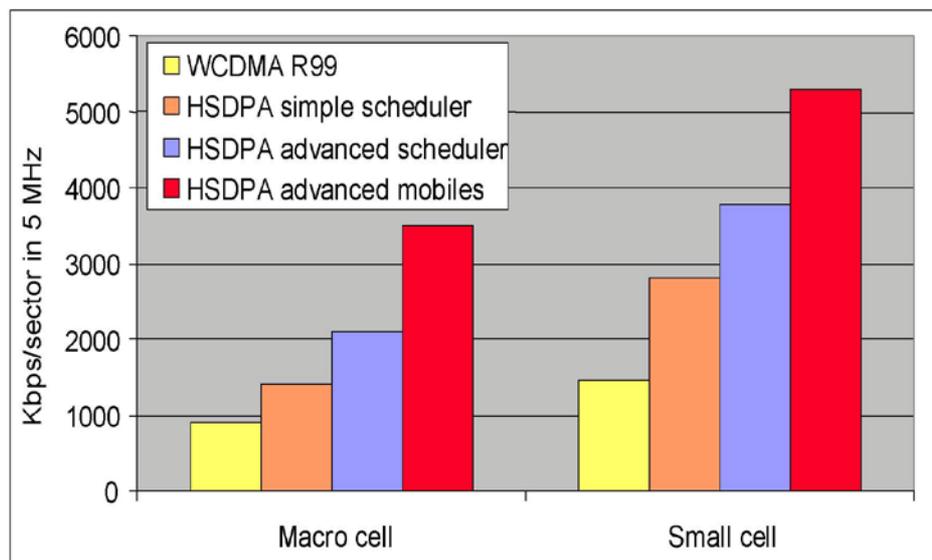
Gambar 6 User per sektor pada 10 MHz versus Throughput rata-rata

Kemudian relatif terhadap WCDMA, grafik berikut menunjukkan bahwa HSDPA akan meningkatkan kapasitas sebesar 55% berdasarkan skema *simple round-robin scheduling*. Dengan menggunakan skema scheduling lebih tinggi seperti *proportional-fair scheduling*, HSDPA dapat memberikan peningkatan kapasitas rata-rata sebesar 50%. Perhatikan Gambar 7. Peningkatan berikutnya diperoleh melalui pesawat handset dengan menggunakan banyak antena. Secara total, grafik tersebut menunjukkan bahwa HSDPA akan menaikkan kapasitas sebesar 2,5 sampai 3,5 kali relatif terhadap WCDMA.

4 TEKNOLOGI HSDPA

High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) adalah hasil upgrade kinerja paket data yang luar biasa terhadap WCDMA sehingga menghasilkan kecepatan puncak 14 Mbps dan meningkatkan kecepatan throughput rata-rata sebesar 1 Mbps atau lebih $3\frac{1}{2}$ kali WCDMA. HSDPA juga meningkatkan efisiensi spektrum dengan kelipatan yang sama. HSDPA memiliki kompatibilitas penuh terhadap WCDMA dan beberapa aplikasi yang dikembangkan bagi WCDMA akan beroperasi bersama HSDPA. Kanal radio yang sama dapat melayani voice

maupun data user WCDMA secara simultan seperti juga pada data user HSDPA. Kemudian HSDPA juga memiliki *network latency* yang lebih rendah yaitu mencapai 100 ms.



Gambar 7 Kapasitas HSDPA

HSDPA menghasilkan kecepatan tinggi ini melalui teknik serupa dengan penguatan kinerja EDGE pasca GPRS. HSDPA membawa WCDMA menjadi teknologi sangat potensial dalam penyediaan layanan broadband dan HSDPA merupakan penghasil kapabilitas data seluler dengan throughput tertinggi saat ini.

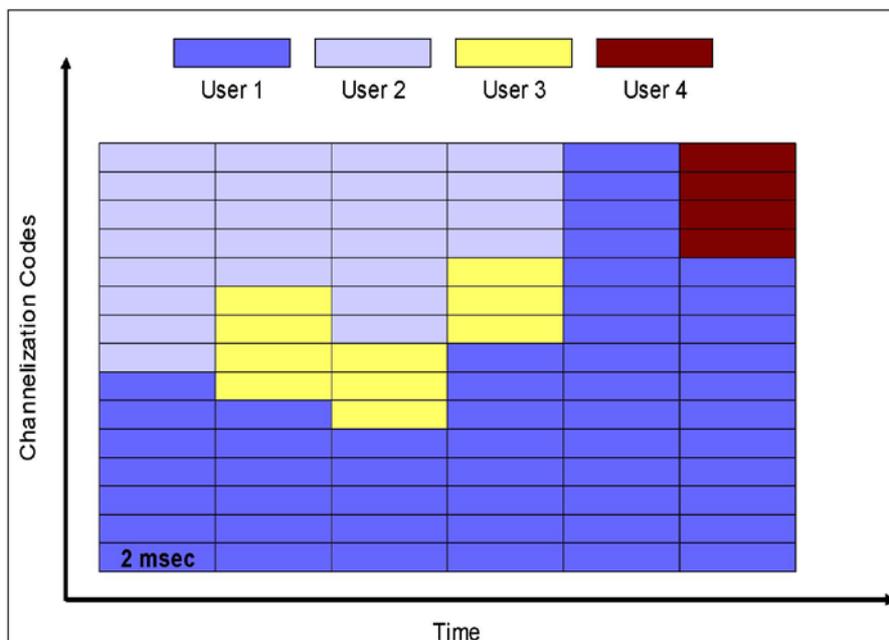
Efisiensi spektrum dan kecepatan yang lebih tinggi tidak hanya menyediakan tingkatan aplikasi yang baru tetapi juga meningkatkan akses terhadap jaringan. HSDPA menghasilkan *gain* (penguatan) kinerja yang dicapai dari fitur radio berikut :

- Kanal berkecepatan tinggi dengan *share* domain waktu dan koding
- *Transmission Time Interval* (TTI) yang pendek
- *Fast scheduling*
- Modulasi dengan orde lebih tinggi (Higher - order modulation)
- *Fast-link adaptation*
- *Fast hybrid ARQ* (automatic-repeat-request)

Fungsi fitur tersebut diterangkan berikut ini. Pertama, HSDPA memakai kanal data berkecepatan tinggi yang disebut High Speed - Downlink Shared Channels (HS-DSCH). Sebanyak 15 kanal HS-DSCH dapat beroperasi pada kanal radio WCDMA 5 MHz. Masing-masing kanal menggunakan *spreading factor* (SF) 16. Transmisi user ditentukan oleh satu atau lebih kanal HS-DSCH untuk TTI pendek 2 msec (secara signifikan nilai ini tentunya lebih pendek dari interval 10 sampai 20 msec pada WCDMA). Kemudian jaringan dapat mengatur ulang peruntukan HS-DSCH bagi user tertentu setiap 2 msec. Hasilnya berupa penentuan di dalam domain waktu (interval TTI) dan code (kanal HS-DSCH).

Proses *fast-scheduling* mengusahakan TTI pendek dengan cara penentuan kanal terbaik bagi user berupa kondisi kanal yang paling siap. Karena kondisi kanal bervariasi secara random, kebanyakan user dapat dilayani dengan mencari kondisi

radio optimum agar dapat memberikan throughput data yang optimum. Sistem ini juga menginformasikan setiap user ketika user menerima level throughput minimum. Hasil proses ini dinamakan *proportional fair scheduling*. Gambar 8 memperlihatkan perolehan kanal radio tertentu oleh user berbeda.



Gambar 8 Contoh HS-DSC (High Speed – Downlink Shared Channels)

HSDPA menggunakan modulasi QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) sebagaimana pada WCDMA, serta suatu jenis modulasi orde tinggi 16-QAM (16 Quadrature Amplitude Modulation) dalam kondisi sistem radio yang baik. Keuntungan modulasi 16-QAM adalah adanya pengiriman 4 bit data di setiap simbol radio sehingga meningkatkan throughput data. Pada QPSK terdapat 2 bit data terkirim dan pengiriman berlangsung dalam kondisi sistem radio yang kurang menguntungkan.

Tergantung pada kondisi kanal radio, adanya perbedaan level coding kanal FEC (*forward error correction*) dapat juga dibuat. Sebagai contoh, kecepatan coding $\frac{3}{4}$ berarti bahwa $\frac{3}{4}$ bit terkirim merupakan bit user, sisanya $\frac{1}{4}$ bit untuk pemakaian koreksi error. Proses pemilihan dan *updating* modulasi dan kecepatan coding disebut *fast link adaptation*. Hal ini dilakukan melalui koordinasi penuh dengan proses *fast scheduling*.

Tabel-2 menunjukkan perbedaan kecepatan throughput sebagai hasil modulasi, kecepatan coding dan banyaknya pemakaian kode HS-DSCH. Sebagai catatan bahwa kecepatan puncak 14,4 Mbps terjadi saat kecepatan coding $\frac{4}{4}$, 16 QAM dan pemakaian keseluruhan 15 kode.

Teknik HSDPA lainnya disebut FH-ARQ (Fast Hybrid - Automatic Repeat Request). “Hybrid” menunjukkan adanya kombinasi transmisi data yang berulang dengan transmisi berorientasi peningkatan peluang keberhasilan *decoding*, sedang “fast” berarti mekanisme *error correction* dilakukan di Node-B (berserta *scheduling* dan *link adaptation*), hal yang sebaliknya pada BSC di GPRS/EDGE.

Pengaturan dan respon terhadap variasi *real-time* radio di Base Station berlawanan dengan proses reduksi delay di node jaringan internal dan akhirnya diperoleh peningkatan throughput data keseluruhan.

Tabel 2 Kecepatan Throughput HSDPA

Modulasi	Coding Rate	Throughput dengan 5 code	Throughput dengan 10 code	Throughput dengan 15 code
QPSK	1/4	600 kbps	1,2 Mbps	1,8 Mbps
	2/4	1,2 Mbps	2,4 Mbps	3,6 Mbps
	3/4	1,8 Mbps	3,6 Mbps	5,4 Mbps
16 QAM	2/4	2,4 Mbps	4,8 Mbps	7,2 Mbps
	3/4	3,6 Mbps	7,2 Mbps	10,7 Mbps
	4/4	4,8 Mbps	9,6 Mbps	14,4 Mbps

Saat ini peneliti dan pengembang sedang meningkatkan kekurangan kapabilitas HSDPA yang ada. Perangkat tahap awal akan mendukung 5 kode berkecepatan puncak 3,6 Mbps. Kemudian perangkat berikutnya akan mendukung 10 sampai 15 kode berkecepatan puncak 10,7 Mbps.

Peningkatan lain meliputi penerimaan sinyal ber*diversity* cabang ganda (*two-branch diversity*) dan adanya *equalizer* di bagian pesawat handset. Peningkatan ini akan terjadi 1 sampai 2 tahun setelah tahap awal implementasi HSDPA. Hal ini semua menggambarkan peningkatan kecepatan data user masa depan dan peningkatan kapasitas jaringan. Sesuai dengan WCDMA Rel'99, fitur-fitur yang dihasilkan akan menaikkan kinerja HSDPA dari 2,5 sampai 3,5 kali. Evolusi kecepatan data puncak HSDPA berikutnya dapat diperoleh dengan teknik antena MIMO (*multiple-input multiple-output*) sesuai ketentuan 3GPP Rel.'6. Hal ini dilakukan tanpa melalui pergantian jaringan tetapi melalui peningkatan kapasitas infrastruktur guna mendukung tersedianya bandwidth yang lebih tinggi.

5 PENUTUP

- Evolusi menuju HSDPA dilakukan secara bertahap melalui GPRS, EDGE dan WCDMA/UMTS
- Dengan jaringan UMTS multi-radio, suatu *Common Core Network* (CCN) dapat secara efisien mendukung layanan jaringan akses GSM, GPRS, EDGE dan WCDMA.
- GPRS/EDGE dan UMTS diimplementasikan sebagai teknologi komplementer terhadap 3G dan penerapan GPRS/EDGE dan UMTS tersebut dilakukan secara menyeluruh.
- UMTS pada 3G secara spektrum sangat efisien untuk layanan data dengan throughput tinggi. UMTS menawarkan kecepatan data puncak yang tinggi sebesar 2 Mbps dan dengan kecepatan rata-rata antara 220 sampai 320 kbps. UMTS juga mendukung layanan multimedia seperti video dan menjamin QoS. UMTS merupakan suatu upgrade yang halus bagi peningkatan layanan

komunikasi masa depan.

- Operator akan dapat melakukan upgrade software secara sederhana dari jaringan UMTS untuk mendukung HSDPA sebagaimana upgrade terhadap jaringan GPRS untuk mendukung EDGE.
- Jaringan HSDPA lebih efektif melakukan peningkatan kinerja WCDMA dibanding peningkatan kinerja GPRS pada EDGE. HSDPA memberikan kecepatan standar 14 Mbps dan rata-rata kecepatan throughput sekitar 1 Mbps.
- HSDPA menawarkan efisiensi tinggi bagi data berkecepatan tinggi dan rendah, dan efisiensi tinggi bagi konfigurasi densitas trafik tinggi dan rendah
- Dengan HSDPA, kinerja jaringan menjadi semakin baik, kinerja aplikasi semakin cepat, jenis berbagai aplikasi berfungsi dengan baik dan tentunya meningkatkan produktivitas bagi user.

REFERENSI

- [1] <http://www.alcatel.com/atr>
- [2] <http://www.qualcomm.com/>
- [3] <http://www.wirelessreach.com/>
- [4] <http://www.TelekomSpace.com>
- [5] <http://www.risavy.com>