

Kinerja Data Rate Koneksi HSDPA Pada Jaringan WCDMA

Slamet Pranoto¹, Mufti Gafar¹, dan Kun Wardhana²,

¹Prodi Teknik Elektro, FTI ISTN Jakarta, slamet.pranoto77@yahoo.com

²Dosen Pascasarjana ISTN Jakarta

Abstrak--*Teknologi High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) adalah teknologi mobile data dengan kecepatan tinggi yang merupakan pengembangan dari generasi ketiga Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) yang mampu mentransmisikan data hingga 7.2 Mbps pada single user.*

Pada analisa kecepatan data HSDPA di Node B BHAKTIJAYAMW menampilkan parameter Payload, Throughput, dan Jumlah user HSDPA. Selain itu dilakukan juga pengukuran PING untuk mengetahui time respon saat melakukan koneksi ke Internet. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa kecepatan data maksimum pada kondisi multiuser yang dapat dicapai dari hasil pengukuran statistik data adalah 3.14 Mbps, sedangkan dari hasil perhitungan pengukuran langsung sebesar 2.76 Mbps. Hasil tersebut masih jauh dari kecepatan data 7.2 Mbps untuk layanan HSDPA yang tersedia berdasarkan data vendor, karena kecepatan 7.2 Mbps hanya dapat diakses dengan single user, dan untuk multiuser akan terjadi sharing data.

Abstract--*High Speed Downlink Packet Access is high speed mobile data standard, intended to enable third-generation Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) network to transmit data up to 7.2 Mbps for single user.*

Analysis of HSDPA data rate at Node B BHAKTIJAYAMW presents parameters Payload, Throughput, and Number of HSDPA user. Furthermore also measure PING to know time respon while connected to the internet. The analysis show that maximum data rate in multiuser condition can be reached 3.14 Mbps on statistic data measurement, but in direct measurement can be reached 2.76 Mbps. The result is still below from 7.2 Mbps data rate HSDPA service, because 7.2 Mbps data rate only can be accessed in single user condition, and will be sharing data in multiuser one.

Keywords: *Data rate, Payload, Throughput, HSDPA, WCDMA*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan perangkat telekomunikasi dewasa ini tidak hanya untuk komunikasi suara saja, tetapi sudah merupakan tuntutan untuk komunikasi data, gambar, dan video membentuk komunikasi multimedia. Hal ini dimungkinkan karena telah terjadi konvergensi beberapa layanan seperti suara, data, gambar, dan video. Telah banyak aplikasi layanan komunikasi telekomunikasi yang banyak dinikmati pengguna akibat dari konvergensi layanan yang terjadi. Beberapa aplikasi layanan multimedia yang sekarang banyak dinikmati antara lain m-learning, m-banking, m-shopping, e-medicine, e-government, telemedicine, dan lain-lain.

Tren teknologi masa depan adalah teknologi yang benar-benar mengadopsi tren yang sedang berkembang, dimana komputer dapat berfungsi sebagai alat telekomunikasi mobile, dan begitu sebaliknya. Kehadiran Wideband Code Division Multiple Acces (WCDMA) sebagai standar teknologi 3G memungkinkan akses data kecepatan tinggi melalui jalur nirkabel.

Akses data kecepatan tinggi melalui jaringan nirkabel mulai tumbuh penggunaannya di rumah, kantor dan industri. Kemajuan ini didorong kebutuhan aplikasi multimedia yang semakin meluas dan harapan konsumen

memperoleh akses data berkecepatan tinggi dengan biaya terjangkau.

Salah satu evolusi dari teknologi 3G menuju 4G adalah dengan diperkenalkannya akses data kecepatan tinggi melalui teknologi High Speed Downlink Packet Access (HSDPA). Teknologi tersebut mampu menghasilkan delay yang rendah dan kapasitas yang besar serta dapat memberikan kecepatan data yang tinggi hingga 10 Mbps.

WCDMA dikategorikan pada Generasi ke-3 (3G), sedangkan HSDPA yang merupakan pengembangan dari WCDMA sering disebut juga sebagai Generasi 3.5 (3.5 G). Tujuan utama HSDPA adalah untuk meningkatkan kecepatan data dari sisi downlink dan mengurangi delay transmisi paket data.

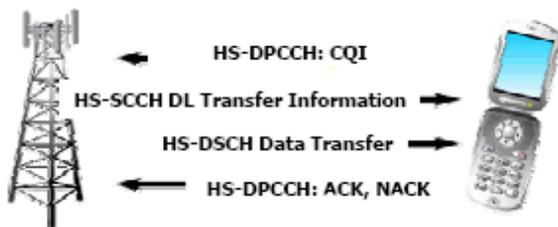
Pada akhir tahun 2007 Telkomsel sebagai salah satu operator selular terbesar di Indonesia mengadakan trial teknologi WCDMA yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan data dari teknologi sebelumnya yaitu EDGE pada GSM. Pemilihan teknologi WCDMA ini merupakan suatu langkah maju untuk menuju generasi 3.5 bahkan sampai menuju generasi 4 yang juga menjadi pilihan sebagian besar operator selular di dunia.

Implementasi teknologi WCDMA sendiri pada jaringan Telkomsel dilakukan pada awal 2008, dengan sasaran beberapa kota besar di Indonesia. Pada akhir 2009,

digelar secara besar-besaran teknologi HSDPA dimana diharapkan dapat memberi layanan yang lebih baik lagi terutama untuk pengguna layanan mobile data dalam kebutuhan untuk pemenuhan high quality video streaming, game online, high speed download, high speed network connection dan lain-lain.

2. METODA
Teknologi HSDPA

Peningkatan kinerja pada teknologi HSDPA dipengaruhi oleh peningkatan dan pengembangan yang terjadi pada layer fisik, adaptive modulation and coding (AMC), hybrid automatic repeat request (H-ARQ), fast scheduling, dan Fast Cell Selection (FCS). Untuk mengimplementasikan HSDPA, tiga kanal baru ditambahkan pada platform WCDMA. Terdiri atas High Speed Downlink Shared Channel (HS-DSCH), High Speed Shared Control Channel (HS-SCCH), dan Uplink High Speed Dedicated Physical Control Channel (HS-DPCCH). Ketiga kanal pada layer fisik tersebut akan dijelaskan satu-persatu. Operasi kanal HSDPA terlihat pada gambar 1.

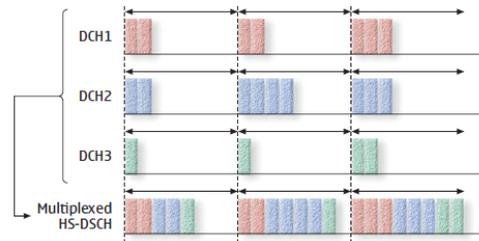


Gambar 1. Kanal operasi pada HSDPA

HS-DSCH disediakan sebagai kanal sharing baru untuk membawa beberapa DCH (Dedicated Transport Channel) dalam satu frekuensi seperti terlihat pada Gambar 2. Kanal transport dituntut mampu membawa data yang besar secara efisien untuk memberikan kecepatan data yang tinggi. Data dimultipleks dalam domain waktu dan dikirim dalam beberapa TTI (Transmission Time Interval). Setiap TTI terdiri atas 3 slot waktu yang masing-masing 2 ms. Digunakan konstan SF (Spreading Factor) 16 untuk proses code multiplexing sehingga tersedia 15 kanal paralel. Kanal tersebut dapat diberikan untuk satu pengguna sepanjang TTI atau dibagi dengan beberapa pengguna tergantung beban sel, kebutuhan QoS (Quality of Service), dan kemampuan UE (User Equipment).

HS-SCCH digunakan untuk menandai jenis informasi sebelum penjadwalan TTI seperti channelization code set, skema modulasi, ukuran transport block, dan informasi protokol HARQ. Channelization code set dan skema modulasi merupakan parameter kritis karena menunjukkan kode-kode paralel HS-DSCH yang diminta UE dan jenis modulasi yang dipakai pada pengiriman berikutnya (QPSK atau 16 QAM). Jika informasi tersebut tidak diterima sebelum pengiriman TTI, data akan ditahan

hingga UE mengenali parameter tersebut. Oleh karena itu parameter kritis dikirim di awal (pada 0,667ms slot HS-SCCH).



Gambar 2. HS-DSCH Time Sharing

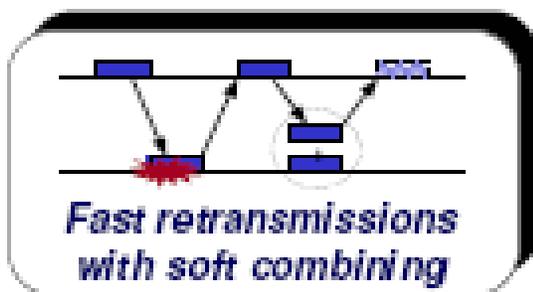
HS-DPCCH bertanggung jawab dalam proses uplink yaitu pengiriman ACK (acknowledgement) dan NACK (negative acknowledgement) untuk memberitahu status suatu paket data yang dikirim serta CQI (Channel Quality Indicator). Nilai bit digunakan untuk memilih skema modulasi dan coding yang sesuai untuk pengiriman selanjutnya, dari QPSK dengan turbo code R=1/4 hingga 16-QAM dengan turbo code R=3/4. Termasuk memilih untuk tidak melakukan pengiriman jika kondisi kanal buruk.

Adaptive Modulation and Coding (AMC) merupakan teknologi utama yang menyebabkan HSDPA mencapai kecepatan data jauh lebih besar dari sistem sebelumnya. Sistem CDMA biasanya menggunakan skema modulasi konstan (misalnya M-PSK) dan fast power control agar segera dapat menyesuaikan dengan kondisi kanal. Sebaliknya, AMC menggunakan daya yang konstan dengan skema modulasi dan coding yang berubah sesuai kondisi kanal. Hasilnya dapat meningkatkan kecepatan data karena level modulation and coding scheme (MCS) yang diberikan semakin tinggi sesuai kondisi yang diinginkan pengguna. Efisiensi spektral juga meningkat karena selalu dipilih level MCS tertinggi yang digunakan pada setiap transmisi. Untuk mendapatkan kecepatan dan maksimal, digunakan 16-QAM dengan turbo code R=3/4. Jika kondisi kanal buruk digunakan QPSK dengan turbo code R=1/4 serta kombinasi skema modulasi dan coding diantara kondisi tersebut.

UE dapat dengan cepat menerima retransmisi kesalahan data dan mengkombinasi informasi dari transmisi asli dengan transmisi terakhir sebelum percobaan untuk men-decode pesan. Meskipun level MCS digunakan untuk menjamin berhasilnya proses transmisi, kegagalan masih saja terjadi pada sistem nirkabel. Hal tersebut sangat dipengaruhi oleh interferensi antar pengguna dan pemancar. Pada keadaan normal rata-rata 10-30% transmisi pertama harus diulangi agar berhasil. Dengan demikian, pemilihan protokol retransmisi menjadi vital dalam kinerja sistem komunikasi nirkabel. 3GPP menetapkan HARQ untuk retransmisi karena kemampuannya mengirim kembali dengan cepat. HARQ diimplementasikan pada layer

Medium Access Control (MAC) sebagai pengganti layer Radio Link Control (RLC) yang banyak digunakan untuk protokol transmisi data yang lain. Layer MAC diletakkan pada radio interface yang berhubungan langsung dengan UE sehingga menurunkan delay. Pada keadaan normal NACK diminta kurang dari 10 ms pada layer MAC padahal dengan RLC dibutuhkan antara 80-100 ms.

HARQ menggunakan buffer virtual untuk mengirimkan salinan data yang dikirim sebelumnya. Saat retransmisi diterima, data yang rusak dibandingkan dengan salinan pada buffer untuk menentukan kualitas coding sehingga proses retransmisi segera berhasil dilakukan. Hal tersebut akan meningkatkan rata-rata throughput. Gambar 3 menunjukkan HARQ yang digunakan pada HSDPA.



Gambar 3. Retransmisi data hilang dengan HARQ

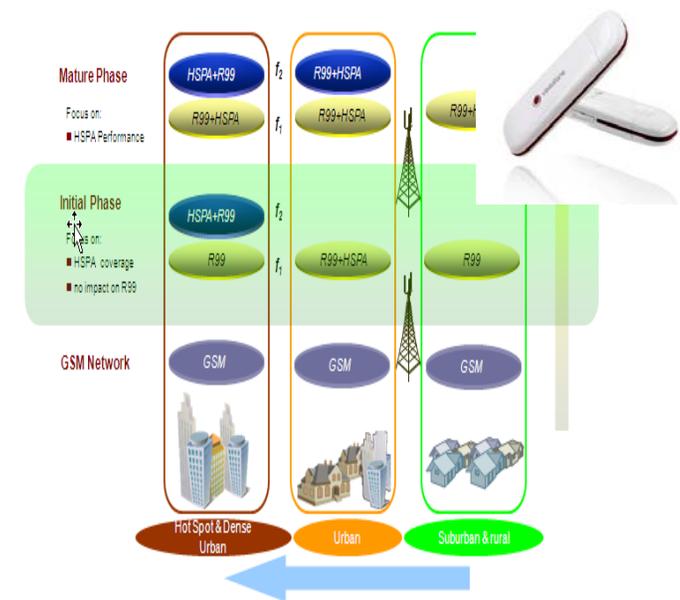
Perubahan dasar yang dilakukan adalah penjadwalan pada Node B. Dengan cara inilah respon terhadap perubahan kondisi kanal segera dilakukan untuk menjamin layanan untuk UE. Tiga cara penjadwalan dipakai dalam sistem HSDPA yaitu Round Robin (RR), Maximum C/I, dan Proportional Fair (PF).

Penjadwalan RR bekerja berdasarkan posisi antrian, first in first out (FIFO). Meskipun paling sederhana dan fair, kondisi kanal yang dipakai UE tidak dijadikan pertimbangan. Sebagai konsekuensinya pengguna tetap dijadwal walaupun kondisi kanal buruk. Algoritma maksimum C/I menjadwalkan UE ketika memiliki nilai SIR tertinggi diantara UE lain dalam suatu sel. Asumsinya seluruh UE memiliki level MCS tertinggi untuk melakukan transmisi. Hal tersebut kurang fair karena menyebabkan hampir setengah pengguna sel tidak memperoleh pelayanan yang cukup. PF merupakan bentuk kompromi antara RR dan Maximum C/I. PF bekerja berdasarkan keseimbangan antara rata-rata SIR yang diperoleh dengan SIR pada waktu tertentu. Hasilnya setiap pengguna dilayani saat kondisi kanal mendukung. Lebih fair lagi karena kondisi kanal waktu tertentu pasti lebih baik daripada rata-ratanya.

Dengan berbagai kelebihan, teknologi HSDPA memiliki peluang yang sangat besar untuk diimplementasikan untuk memenuhi layanan akses data kecepatan tinggi melalui jalur nirkabel. HSDPA merupakan evolusi WCDMA release 5, kompatibel dengan release 99 yang notabene merupakan jalur evolusi GSM. Dilain pihak, dengan arsitektur yang mirip dengan 3G memudahkan

penggelaran HSDPA pada jaringan dual band GSM-UMTS. Implementasi HSDPA tidak mengubah elemen-elemen seluruh jaringan WCDMA eksisting. Beberapa vendor telah menyediakan Node B di pasaran yang mendukung HSDPA hanya dengan meningkatkan kemampuan software, penambahan modul hardware dan penyesuaian elemen-elemen core network. Hal ini akan mereduksi besarnya investasi HSDPA.

Skenario implementasi HSDPA dilakukan secara bertahap disesuaikan dengan kebutuhan komunikasi data dan karakteristik daerah coverage. Meskipun demikian layanan yang diberikan minimal meliputi suatu daerah perpindahan penduduk (urban, suburban, dan rural) untuk memberikan stabilitas layanan. Gambar 4 menunjukkan skenario implementasi HSDPA diutamakan untuk daerah urban yang memiliki tingkat pertumbuhan user komunikasi data yang besar dengan tetap mengoperasikan GSM/WCDMA untuk komunikasi suara dan data kecepatan rendah. Implementasinya dapat terus diekspansi dengan memperhatikan pertumbuhan user data di daerah sub-urban dan rural.



Gambar 4. Tahap Implementasi HSDPA

Dukungan pada teknologi HSDPA adalah tersedianya terminal dengan berbagai kategori. Terdapat 12 kategori terminal HSDPA yang mampu mendukung kecepatan data downlink dari mulai 0.9 Mbps sampai 14.4 Mbps. Berikut adalah tabel yang menyatakan variasi terminal HSDPA.

Tabel.1 Kategori Terminal HSDPA

HS-DSCH Category	Max number of HS-DSCH codes (SF16) received	Minimum inter TTI Interval	Modulation	Max peak rate
Category 1	5	3	QPSK & 16-QAM	1.2Mbps
Category 2	5	3	QPSK & 16-QAM	1.2Mbps
Category 3	5	2	QPSK & 16-QAM	1.8Mbps
Category 4	5	2	QPSK & 16-QAM	1.8Mbps
Category 5	5	1	QPSK & 16-QAM	3.6Mbps
Category 6	5	1	QPSK & 16-QAM	3.6Mbps
Category 7	10	1	QPSK & 16-QAM	7.3Mbps
Category 8	10	1	QPSK & 16-QAM	7.3Mbps
Category 9	15	1	QPSK & 16-QAM	10.2Mbps
Category 10	15	1	QPSK & 16-QAM	14.4Mbps
Category 11	5	2	QPSK only	900kbps
Category 12	5	1	QPSK only	1.8Mbps

Terminal HSDPA yang banyak beredar dipasaran adalah tipe kategori 5,6,7, dan 8. Terminal HSDPA bisa berupa modem, atau SmartPhone yang didalamnya sebenarnya sudah terintegrasi modem HSDPA. Kecepatan maksimum modem HSDPA yang ditawarkan dari 3.6 Mbps sampai 7.2 Mbps.

Berikut adalah contoh terminal-terminal HSDPA yang ada di pasaran:



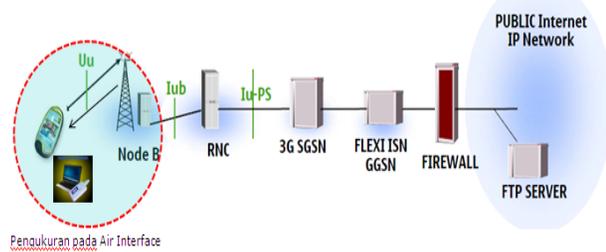
Gambar 5. Terminal-terminal HSDPA

Pengukuran Kecepatan Data HSDPA

Jenis pengukuran pada komunikasi 3G/HSDPA khususnya yang dapat dirasakan langsung oleh pelanggan adalah di tingkat interface radio atau udara (air interface). Pengukuran ditingkat ini dapat menggambarkan kondisi yang terjadi ditingkat pelanggan (customer) yang meliputi :

- Drive Test, adalah aktifitas untuk mengukur kondisi interface udara yang digunakan untuk mengukur RSCP Level, Ec/No. Alat ini juga digunakan untuk mengukur kecepatan data uplink maupun downlink.

- Statistik Performance, dapat mengumpulkan semua aktifitas Node B dan RNC, dan dapat dipresentasikan dalam bentuk table dan grafik.



Gambar 6. Pengukuran Kecepatan Data

Untuk mengakses jaringan HSDPA untuk packet data beberapa kombinasi yang dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya:

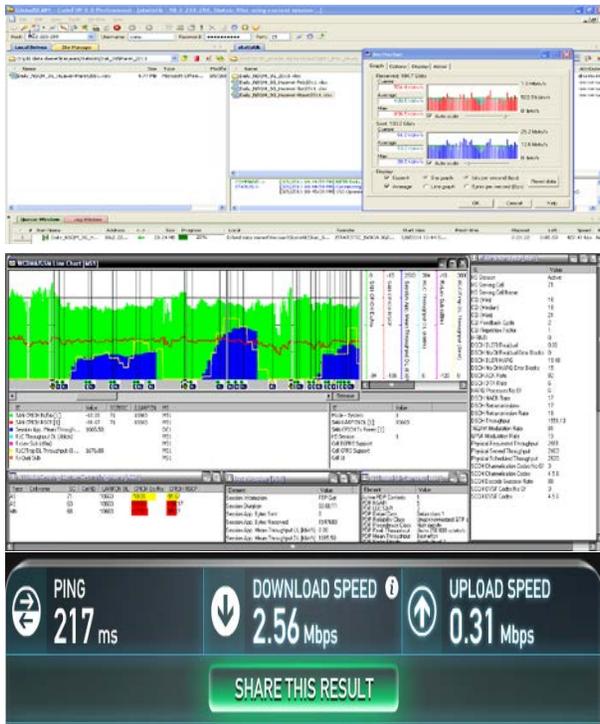
- a. Ponsel HSDPA sebagai modem interface antara laptop/computer dengan jaringan internet atau server intranet.
- b. Menggunakan data card (modem wireless) yang terintegrasi dengan laptop.
- c. Browsing internet dengan menggunakan ponsel berteknologi HSDPA.

Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran ini adalah sebagai berikut:

- Ponsel yang didukung oleh teknologi HSDPA
- Sim card dengan operator pendukung teknologi HSDPA
- Komputer/laptop dengan koneksi kabel modem
- Software pendukung untuk koneksi internet/intranet/ftp
- Software pendukung untuk merekam semua aktifitas download/upload data

Software pendukung yang digunakan untuk mengukur kecepatan data yaitu NetPerSec, WWW.SPEEDTEST.NET dan TEMS yang dapat dipresentasikan secara numerical dan graphical. NetPerSec dan WWW.SPEEDTEST.NET digunakan pada koneksi network seperti: modem telpon, modem LAN, koneksi wireless, satelit, dan lain-lain, untuk mengukur kecepatan data . Gambar 7 memperlihatkan tampilan NetPerSec, [WWW.SPEEDTEST](http://WWW.SPEEDTEST.NET), dan TEMS pada saat digunakan.

NetPerSec dapat didownload dari beberapa situs, diantaranya: www.freedownload.com, www.softdesk.com dan beberapa website lainnya. Untuk WWW.SPEEDTEST.NET bisa langsung menggunakan webnya untuk menguji kecepatan data. Sedangkan TEMS merupakan tools khusus untuk mengukur RF Part, kecepatan data, receive level dan sebagainya. Selain itu jika menggunakan komputer, akan didapat tampilan yang berisikan informasi kegiatan transfer data yang dapat digunakan sebagai acuan untuk menganalisa kecepatan data.



Gambar 7. NetPerSec, TEMS, & SPEEDTEST

Dikarenakan alat ukur yang digunakan hanya mendukung pada pengukuran dengan tampilan laptop/komputer saja, maka jenis pengukuran diambil hanya pengukuran kecepatan data yang terhubung dengan laptop/komputer dengan ponsel atau modem HSDPA.

Langkah-langkah yang diambil dalam pengukuran kecepatan data dengan menggunakan ponsel/modem HSDPA sebagai media perantara yaitu:

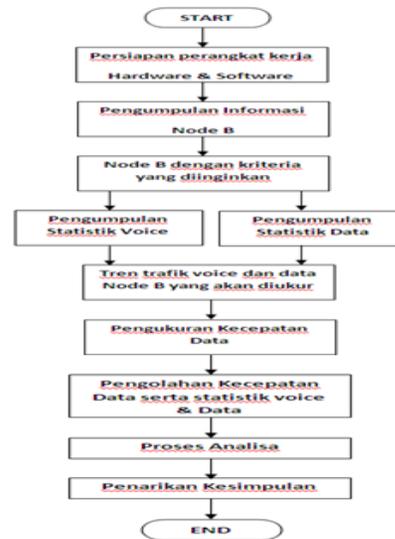
- a. Melakukan setting agar pelanggan dapat memasuki jaringan packet data dari operator yang bersangkutan, dimana tersedia informasi mengenai IP address, gateway, access point name, jenis koneksi, dan lain sebagainya. Beberapa data dibawah ini menjelaskan parameter dan langkah yang diperlukan untuk setting ponsel/modem agar terhubung dengan jaringan packet data.
 - Parameter Umum
 - Connection Name : APN Telkomsel
 - Access Point Name : telkomsel
 - Username : wap
 - Password: wap123
 - Authentication: Normal
 - Gateway IP address : 10.1.89.130
- b. Meng-install modem driver yang telah disediakan oleh ponsel/modem yang berupa CD-ROM, yang terdapat pada bundle ponsel/modem atau mendownload modem

driver dari website vendor ponsel/modem bersangkutan.

- c. Menghubungkan ponsel/modem dengan laptop/computer melalui media yang tersedia seperti : koneksi kabel, infrared, atau Bluetooth, selanjutnya mendiformasi *99# (atau sesuai dengan ketentuan operator yang berlaku)
- d. Setelah koneksi didapat, kita bisa memulai pengukuran kecepatan data dengan cara upload (meletakkan suatu file ke server) ataupun download (mengambil suatu file dari server), dengan cara mengambil beberapa sampel data dan dimasukkan ke dalam table yang telah disediakan.
- e. Hal-hal lain yang perlu diperhatikan adalah waktu pengambilan kecepatan data, hal ini berhubungan dengan busy hour yang berpengaruh terhadap timeslot yang tersedia untuk datadran website-website pilihan yang banyak diakses oleh pengguna lain.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mempermudah proses pengumpulan data yang akan dilakukan, maka dibuat langkah-langkah kerja seperti digambarkan pada gambar 8 berikut :



Gambar 8. Langkah Pengumpulan Data

Persiapan perangkat kerja meliputi semua komponen hardware maupun software yang akan digunakan pada pengukuran, yang diikuti dengan pengumpulan semua informasi Node B yang akan digunakan dan dibagi berdasarkan kriteria tertentu yang ingin diambil.

Setelah informasi Node B yang sesuai dengan kriteria didapat, langkah berikutnya adalah mengumpulkan statistik voice dan data dari Node B tersebut dan diolah agar dapat ditampilkan berdasarkan pola trafik pada Node B tersebut karena kondisi ini sangat mewakili kondisi pelanggan yang

akan mengakses data dengan menggunakan layanan HSDPA.

Setelah data, waktu, dan tempat diketahui, maka dilakukan aktivitas dengan mengakses data dengan pengukuran untuk mengetahui kinerja diikuti oleh pengumpulan statistik data pada saat aktivitas akses data.

Dilanjutkan dengan proses pengolahan data kemudian dengan menganalisa didasarkan data-data yang telah didapat sehingga dapat ditarik kesimpulan dari hasil pengolahan data dan analisa.

Perangkat Pendukung

Untuk pengukuran kecepatan data yang berfungsi untuk mengukur koneksi pelanggan dengan internet, maka alat bantu ukur yang dimaksud berupa hardware dan software yang mendukung pengukuran kecepatan data dengan menggunakan layanan HSDPA dengan spesifikasi sebagai berikut:

Telepon seluler (ponsel) dengan teknologi WCDMA/HSDPA yang dapat berkomunikasi dengan komputer melalui media infrared, bluetooth, atau kabel data.

PC (Personal Computer) atau Note Book untuk mengakses layanan internet.

Simcard dari operator yang sudah mempunyai layanan HSDPA dan terdaftar sebagai pelanggan untuk dapat mengakses data.

Software pendukung untuk mengakses internet, mengcapture proses pengaksesan data dan mengukur kecepatan data yang dihasilkan.

Selain software untuk pengukuran kecepatan data, juga diperlukan software yang dapat digunakan untuk mengakses jaringan dalam rangka kegiatan pengumpulan data pendukung dari Node B dan informasi-informasi yang bisa didapat dari Node B

Berikut perangkat-perangkat yang digunakan, baik itu hardware maupun software.



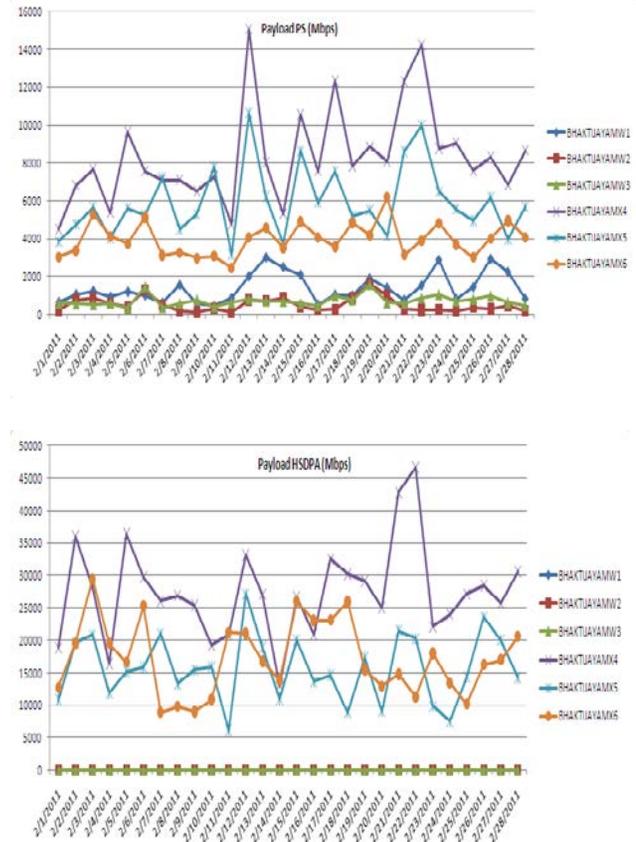
Gambar 9. Perangkat pendukung

Pengumpulan Data

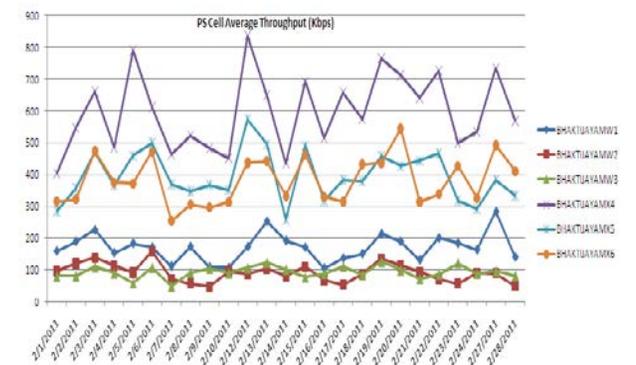
Pengumpulan statistik data bertujuan untuk memberi gambaran tentang kebiasaan (behavior) pelanggan dari coverage Node B tentang kualitas data yang diberikan. Data-data tersebut adalah rata-rata throughput data, payload

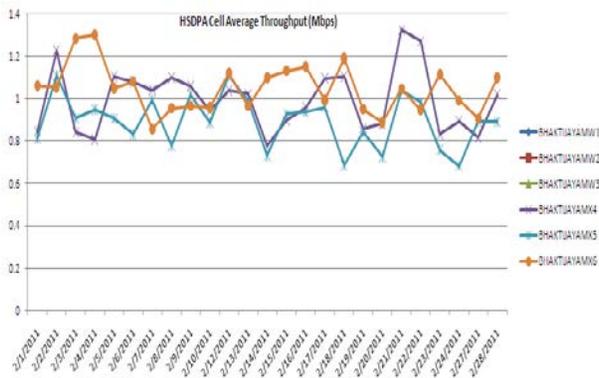
data, rata-rata jumlah user per-cell, serta data-data pendukung lainnya.

Statistik berikut menunjukkan trend pemakaian service data pada bulan Februari, pada Node B BHAKTIJAYAMW.



Gambar 10. Trend Payload PS dan HSDPA

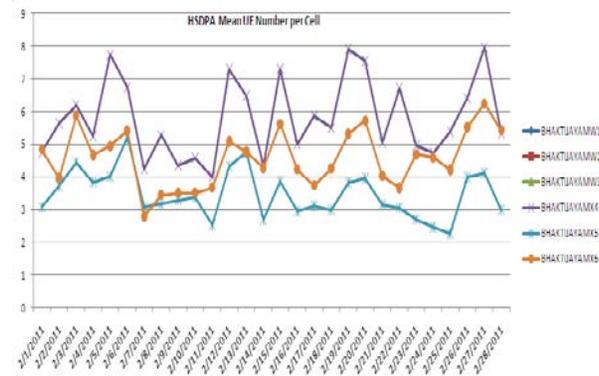




Gambar 11. Trend PS dan HSDPA Throughput



Gambar 13. Lokasi Pengukuran Kecepatan Data



Gambar 12. Trend HSDPA Mean Number per Cell

Nilai yang diambil kemudian dicantumkan pada tabel 2 berikut ini beserta website yang diakses.

Tabel 2. Resume Hasil Pengukuran Data

No Coverage Node B	Measurement time	Website to access	Receive Data/Download			Send Data/Upload		
			Max Data (kops)	Average (kops)	Total Data (Mb)	Max Data (kops)	Average (kops)	Total Data (Mb)
1	8/3/2011-22:13:00	www.freeupload.net				593.5	372.2	22.2
2	8/3/2011-22:35:49	www.youtube.com	523.3	304.6	21.2			
3	8/3/2011-22:55:40	ftp://10.2.222.210/				425.1	385.2	23.24
4	8/3/2011-22:44:50	ftp://10.2.222.210/	836.5	490.5	23.24			

Pengukuran

Pengukuran dilakukan sejak tanggal 1 hingga 8 Maret, pada lokasi dalam cakupan Node B BHAKTIJAYAMW dengan proses upload dan download data. Berikut gambar 4.7 adalah lokasi tempat pengukuran yang jarak udaranya dengan Node B sekitar 0.32 Km.

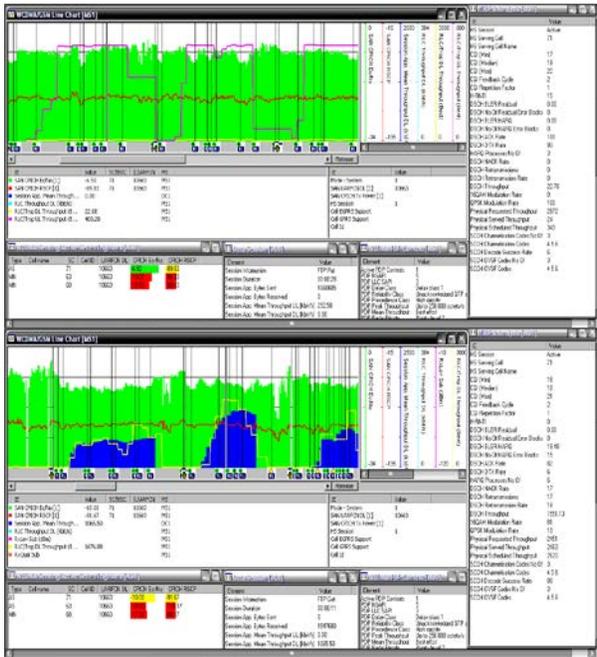
Dari tabel di atas, maksimum kecepatan data yang didapat adalah 836.5 kbps untuk proses download dan 593.5 kbps untuk proses upload. Gambar berikut ini adalah beberapa capture dari hasil monitoring dari pengukuran yang dilakukan di Node B BHAKTIJAYAMW

Selain pengukuran dilakukan dengan akses ke web dan ftp, dilakukan juga dengan menggunakan software TEMS, dimana selain nilai throughput yang bisa ditampilkan, juga ada beberapa informasi penting terkait teknologi HSDPA. Berikut adalah gambar-gambarnya:

Tabel 3. Info Karakteristik UE pada HSDPA

UE HSDPA Characteristics	UE Category: 8	Data achieved	
Max DL Throughput achievable	7.2 Mbps	Max MAC-HS	0.079Mbps
Modulation capability	QPSK/16QAM	QPSK usage	100%
		16QAM usage	0%

UE HSDPA Characteristics	UE Category: 8	Data achieved	
Max DL Throughput achievable	7.2 Mbps	Max MAC-HS	2.952Mbps
Modulation capability	QPSK/16QAM	QPSK usage	76%
		16QAM usage	24%



Gambar 14. Pengukuran UL dan DL dengan TEMS

Dari gambar 14 terlihat bahwa ada beberapa parameter penting yang terukur oleh TEMS seperti CPICH RSCP, CPICH Ec/No, Modulation Type, Scrambling Code, dan lain-lain.

Pada proses upload diperoleh beberapa informasi sebagai berikut:

- CPICH RSCP : -89.83 dBm,
- CPICH Ec/No : -6.5
- Modulation Type : QPSK (100%)
- Scrambling Code : 71 (BHAKTIJAYAMW2)
- Throughput Upload : 403.2 kbps

Pada proses download diperoleh beberapa informasi sebagai berikut:

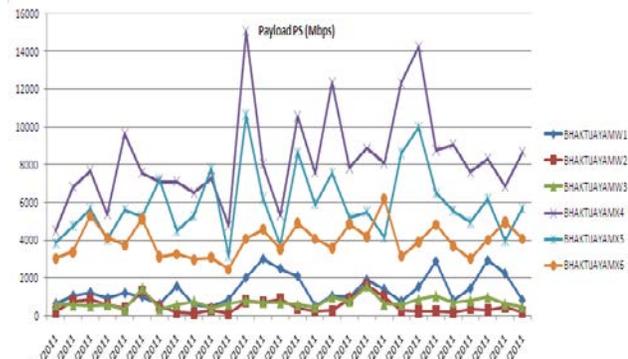
- CPICH RSCP : -91.67 dBm,
- CPICH Ec/No : -10
- Modulation Type : QPSK (19%); 16QAM (81%)
- Scrambling Code : 71 (BHAKTIJAYAMW2)
- Throughput Download : 1676 kbps

Berikut ada tambahan informasi setelah dilakukan pengukuran dari awal sampai akhir.

Terlihat pada proses upload penggunaan modulasi QPSK sampai 100% karena memang untuk upload hanya menggunakan teknologi 3G saja. Sedangkan untuk proses download merupakan kombinasi antara modulasi QPSK dengan 16QAM dengan perbandingan 76% : 24%. Penggunaan modulasi QPSK lebih dominan dimungkinkan karena factor kualitas radio yang tidak terlalu baik pada saat proses download.

Analisa Payload

Analisa Payload PS berikut adalah berdasarkan pada data bulan Februari 2011 seperti pada grafik di bawah ini:



Gambar 15. Payload PS

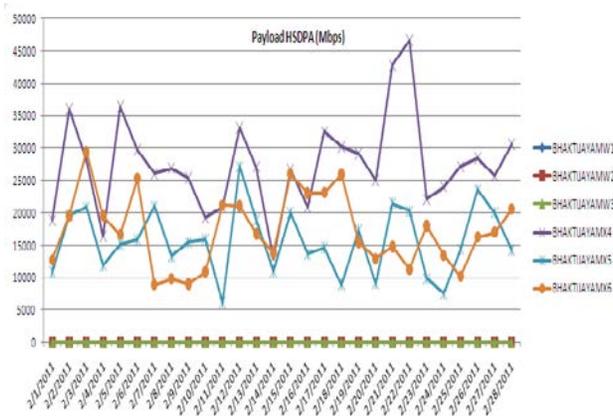
Grafik di atas di konversi menjadi tabel seperti terlihat pada tabel 4 agar mudah mendapatkan nilai rata-ratanya.

Tabel 4. Payload PS

Date	BHAKTIJAYAMW1	BHAKTIJAYAMW2	BHAKTIJAYAMW3	BHAKTIJAYAMW4	BHAKTIJAYAMW5	BHAKTIJAYAMW6
2/1/2011	667.62	238.12	873.83	4605.60	3889.47	3039.28
2/2/2011	1070.31	777.83	666.40	6818.30	4760.27	3388.29
2/3/2011	1247.72	874.85	659.16	7664.47	6874.76	8508.13
2/4/2011	939.99	601.36	598.17	5389.12	4017.68	4143.77
2/5/2011	1194.28	423.68	343.84	9644.00	5611.63	3739.36
2/6/2011	1019.23	1203.68	1470.76	7871.48	8248.90	8144.83
2/7/2011	618.60	811.46	1737.07	7108.27	7213.84	3118.70
2/8/2011	1859.37	189.33	878.23	7120.34	4493.83	3274.44
2/9/2011	874.70	134.46	777.83	6618.68	5287.32	2988.86
2/10/2011	481.08	312.41	388.19	7288.84	4782.07	3083.77
2/11/2011	862.21	101.11	446.11	4774.85	2178.10	2473.20
2/12/2011	2014.38	782.41	819.13	15088.70	10631.21	4073.14
2/13/2011	3011.90	727.80	719.22	8042.22	6230.62	4873.62
2/14/2011	2502.18	887.62	708.87	8334.32	3738.78	3829.98
2/15/2011	2993.88	404.51	649.02	10882.68	8621.71	4804.89
2/16/2011	834.23	263.82	462.64	7874.16	6901.38	4072.18
2/17/2011	1060.18	282.02	968.38	12337.64	7667.42	3888.79
2/18/2011	999.80	883.63	780.32	7828.39	8220.41	4846.85
2/19/2011	1897.77	1637.29	1876.78	8862.02	6496.61	4188.68
2/20/2011	1422.96	1014.96	631.71	8099.46	4140.82	6106.28
2/21/2011	764.47	291.88	890.18	12319.11	8868.02	3134.14
2/22/2011	1530.52	243.49	860.21	14225.24	9998.43	3912.78
2/23/2011	2873.72	263.28	1063.12	8767.66	6499.31	4837.60
2/24/2011	829.74	184.49	727.31	9066.26	5666.69	3703.16
2/25/2011	1443.81	388.83	801.78	7604.78	4960.65	3023.28
2/26/2011	2927.48	307.88	870.83	8319.27	4188.66	4014.25
2/27/2011	2246.10	462.78	633.42	6841.42	3974.92	4963.38
2/28/2011	830.41	194.53	484.67	8676.44	5696.83	4076.94
Average of Payload PS (Mbit)	1398.72	523.54	721.49	8353.84	5933.71	3975.97

Dari tabel 4 diatas terlihat bahwa jumlah payload PS lebih dominan pada BHAKTIJAYAMX4,5, dan 6 yang merupakan second carrier (F2). Kanal-kanal pada second carrier (F2) memang difokuskan untuk menangani data, sementara first carrier (F1) selain menangani data juga menangani voice dan sms.

Analisa Payload HSDPA berikut adalah berdasarkan pada data bulan Februari seperti pada grafik di bawah ini:



Gambar 16. Payload HSDPA

Grafik di atas di konversi menjadi tabel seperti terlihat pada tabel 5 agar mudah mendapatkan nilai rata-ratanya.

Tabel 5. Payload HSDPA

Date	BHAKTIJAYAMW1	BHAKTIJAYAMW2	BHAKTIJAYAMW3	BHAKTIJAYAMW4	BHAKTIJAYAMW5	BHAKTIJAYAMW6
21-11-2011	0.00	0.00	0.00	18881.80	10888.80	12726.80
22-11-2011	0.00	0.00	0.00	26646.19	19912.25	19911.89
23-11-2011	0.00	0.00	0.00	28160.87	2088.18	29511.88
24-11-2011	0.00	0.00	0.00	16392.08	11917.16	19881.68
25-11-2011	0.00	0.00	0.00	26367.84	15188.79	16606.68
26-11-2011	0.00	0.00	0.00	29724.71	16889.18	25298.32
27-11-2011	0.00	0.00	0.00	26653.80	21019.85	8924.84
28-11-2011	0.00	0.00	0.00	26938.81	13281.51	9801.69
29-11-2011	0.00	0.00	0.00	25800.07	15481.77	9052.27
30-11-2011	0.00	0.00	0.00	19208.23	19398.62	10882.11
1-12-2011	0.00	0.00	0.00	20853.19	6178.47	21221.92
2-12-2011	0.00	0.00	0.00	33148.99	27125.78	21087.39
3-12-2011	0.00	0.00	0.00	27673.13	18919.17	18776.27
4-12-2011	0.00	0.00	0.00	13033.49	11007.83	13916.82
5-12-2011	0.00	0.00	0.00	26749.43	20031.08	26008.83
6-12-2011	0.00	0.00	0.00	20922.29	13441.18	21068.31
7-12-2011	0.00	0.00	0.00	32846.68	14651.23	23116.48
8-12-2011	0.00	0.00	0.00	30200.74	8921.94	25921.53
9-12-2011	0.00	0.00	0.00	29171.23	17519.76	18501.70
10-12-2011	0.00	0.00	0.00	25672.46	9108.63	12919.85
11-12-2011	0.00	0.00	0.00	42817.39	21598.39	14804.17
12-12-2011	0.00	0.00	0.00	46699.76	20388.70	11324.40
13-12-2011	0.00	0.00	0.00	25121.23	9882.34	18025.68
14-12-2011	0.00	0.00	0.00	24588.07	7661.68	13366.53
15-12-2011	0.00	0.00	0.00	27143.21	14327.22	10194.41
16-12-2011	0.00	0.00	0.00	28436.68	23440.10	16292.25
17-12-2011	0.00	0.00	0.00	25706.80	20072.66	16987.92
18-12-2011	0.00	0.00	0.00	30629.14	14238.79	20638.54
Average of Payload HSDPA (Mbit)	0.00	0.00	0.00	27479.49	15664.61	17260.26

Dari tabel 5 diatas terlihat bahwa payload HSDPA hanya terdapat pada kanal second carrier (F2). Hal tersebut dimungkinkan karena memang F2 di set untuk menangani data, baik itu PS maupun HSDPA. Sedangkan untuk first carrier (F1) tidak di set untuk menangani HSDPA, oleh karena itu pada tabel 4.5 tersebut terlihat payloadnya nol. Semua data yang berasal dari akses HSDPA hanya terdapat pada BHAKTIJAYAMX4,5, dan 6.

Kalau dari table 5 diatas adalah merupakan hasil pengukuran pada data statistik Node B, maka disini juga dilakukan perhitungannya berdasarkan formula kapasitas HSDPA. Formula untuk mendapatkan kapasitas HSDPA/bulan/site dengan konfigurasi 2+2+2 dengan asumsi utilisasi maksimum 80% adalah :

$$\text{Capacity [GB/month]} = \frac{(2 + 2 + 2) \frac{2 \text{ Mbps}}{8} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{\text{hour}} \cdot 80\% \cdot 30 \text{ days}}{20\% \text{ busy hour share}}$$

Maka kapasitas HSDPA/bulan/site = (6 x 0.25Mbps x 3600 s x 0.8 x 30)/0.2 = 648000 MB = 648 GB/bulan/site. Jika asumsi utilisasi 100 % maka kapasitas HSDPA adalah : (648 GB x 100%)/80% = 810 GB/bulan/site

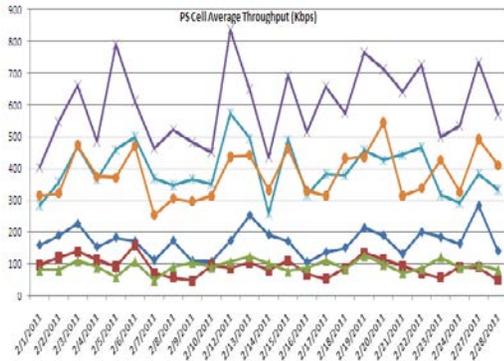
Dari table 5 kapasitas payload yang terpakai adalah: Payload rata-rata per-hari (27479.49 + 15664.61 + 17260.26) Mb = 60394.36 Mb. Payload selama satu bulan (asumsi 30 hari) = 60394.36 Mb x 30 = 1811830.8 Mb = 226478.85 MB = 226.47 GB/bulan/site. Dari data tersebut maka didapat utilisasi kapasitas HSDPA adalah kapasitas yang terpakai dibanding dengan kapasitas yang tersedia : 226.47 GB/810 GB = 0.28 = 28%. Nilai ini mendekati utilisasi yang sebenarnya yakni 21.8% , seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 6. Utilisasi HSDPA

_Date	RNC	Cluster	SiteName	DL Max CE Utilization Rate (%)
01-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	18.359375
02-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	18.75
03-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	19.1875
04-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	18.1640625
05-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	19.921875
06-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	23.4375
07-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	18.9453125
08-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	23.4375
09-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	24.796875
10-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	19.921875
11-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	25.6953125
12-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	21.875
13-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	25.78125
14-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	18.359375
15-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	18.9453125
16-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	19.3828125
17-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	23.140625
18-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	19.53125
19-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	19.3359375
20-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	22.3828125
21-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	23.046875
22-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	18.5546875
23-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	21.2890625
24-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	23.359375
25-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	21.875
26-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	19.921875
27-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	21.2890625
28-Feb-11	RNC_SIMATUPANG	SIMATUPANG_4	BHAKTIJAYAMW	21.6796875
			Average	21.08454241

Analisa PS Cell Throughput rata-rata

Analisa PS Cell Throughput rata2 berikut adalah berdasarkan pada data bulan Februari seperti pada grafik di bawah ini:



Gambar 17. PS Cell Average Throughput

Grafik di atas di konversi menjadi tabel seperti terlihat pada tabel 7 agar mudah mendapatkan nilai rata-ratanya.

Tabel 7. PS Cell Average Throughput

Date	BHAKTIJAYAMX1	BHAKTIJAYAMX2	BHAKTIJAYAMX3	BHAKTIJAYAMX4	BHAKTIJAYAMX5	BHAKTIJAYAMX6
2/1/2011	199.46	96.20	83.83	404.90	286.18	216.58
2/2/2011	180.02	120.84	82.41	547.11	346.94	322.68
2/3/2011	226.16	139.39	109.79	681.49	471.82	474.41
2/4/2011	184.97	112.82	89.81	486.88	367.69	375.03
2/5/2011	183.68	91.48	89.11	790.44	489.16	372.40
2/6/2011	172.93	187.89	108.19	433.12	499.89	472.67
2/7/2011	111.99	70.44	49.44	463.38	369.79	264.91
2/8/2011	173.66	86.33	81.43	523.68	346.94	306.44
2/9/2011	108.84	47.76	105.04	482.20	367.97	296.92
2/10/2011	106.35	84.52	89.96	482.17	391.81	313.29
2/11/2011	105.18	27.22	74.81	303.32	188.06	218.29
2/12/2011	173.13	87.41	106.36	536.96	473.71	488.22
2/13/2011	284.24	304.89	123.07	849.13	498.00	442.32
2/14/2011	192.73	80.20	101.96	436.14	240.28	333.61
2/15/2011	171.93	109.32	77.84	492.33	481.99	462.31
2/16/2011	108.03	68.27	89.66	516.33	317.82	329.86
2/17/2011	136.62	83.88	111.20	458.86	382.47	314.45
2/18/2011	181.24	86.78	88.09	574.92	379.92	482.78
2/19/2011	213.49	136.80	125.49	766.42	458.10	436.39
2/20/2011	189.89	113.80	89.89	713.20	426.77	844.28
2/21/2011	131.18	93.77	72.91	442.43	443.04	314.68
2/22/2011	209.47	71.66	86.49	726.72	467.49	338.97
2/23/2011	183.97	87.08	121.89	499.84	318.19	427.38
2/24/2011	163.99	90.71	89.26	534.46	292.41	226.68
2/25/2011	184.66	82.32	123.64	487.93	275.69	295.07
2/26/2011	264.78	88.39	69.78	438.18	416.41	409.70
2/27/2011	284.18	88.87	86.87	734.93	383.48	493.21
2/28/2011	140.39	49.86	82.93	569.41	334.99	411.24
Average of PS cell average throughput (kbps)	172.94	88.72	83.99	488.92	384.95	374.07

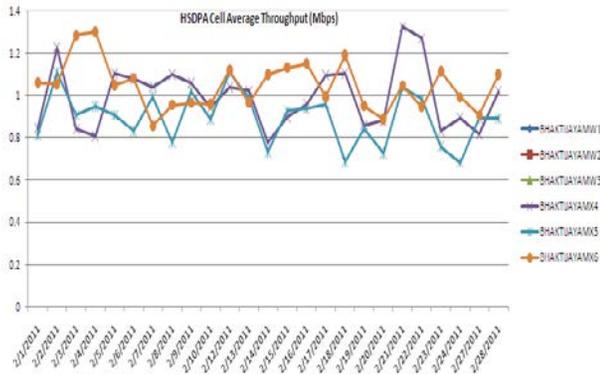
Dari tabel 7 terlihat bahwa throughput pada second carrier (F2) memiliki jumlah yang lebih besar dibanding first carrier (F2). Karena seperti yang sudah dijelaskan diatas, F2 dimungkinkan untuk itu. Namun throughput yang dihasilkan tidak sebesar saat diakses dengan HSDPA, karena sudah ada 10 code SF-16 yang reserved untuk HSDPA. Jadi sisanya itulah yang hanya bisa digunakan oleh PS.

Analisa HSDPA Cell throughput rata-rata

Analisa HSDPA Cell Average Throughput berikut adalah berdasarkan pada data bulan Februari seperti pada grafik di gambar 18.

Kemudian data grafik di gambar 18 dikonversi menjadi tabel 8 agar mudah mendapatkan nilai rata-ratanya.

Dari tabel 8 terlihat bahwa HSDPA throughput hanya terjadi pada second carrier (F2). Besarnya masing-masing BHAKTIJAYAMX4,5,6 adalah 0.99 Mbps, 0.89 Mbps, dan 1.05 Mbps.



Gambar 18. HSDPA Cell Average Throughput

Tabel 8. HSDPA Cell Average Throughput

Date	BHAKTIJAYAMX1	BHAKTIJAYAMX2	BHAKTIJAYAMX3	BHAKTIJAYAMX4	BHAKTIJAYAMX5	BHAKTIJAYAMX6
2/1/2011				0.84	0.81	1.06
2/2/2011				1.23	1.11	1.05
2/3/2011				0.84	0.91	1.28
2/4/2011				0.81	0.99	1.30
2/5/2011				1.10	0.91	1.05
2/6/2011				1.08	0.83	1.08
2/7/2011				1.03	0.99	0.88
2/8/2011				1.10	0.78	0.96
2/9/2011				1.09	1.02	0.99
2/10/2011				0.96	0.80	0.98
2/12/2011				1.04	1.11	1.12
2/13/2011				1.02	0.99	0.97
2/14/2011				0.78	0.79	1.10
2/15/2011				0.99	0.93	1.13
2/16/2011				1.04	0.96	0.94
2/17/2011				1.10	0.96	0.99
2/18/2011				1.10	0.69	1.19
2/19/2011				0.80	0.84	0.84
2/20/2011				0.88	0.78	0.89
2/21/2011				1.32	1.04	1.05
2/22/2011				1.27	0.91	0.84
2/23/2011				0.83	0.76	1.11
2/24/2011				0.89	0.69	0.99
2/27/2011				0.82	0.80	0.93
2/28/2011				1.02	0.89	1.10
Average of HSDPA cell average throughput (Mbps)				0.99	0.89	1.05

Secara teori maksimum throughput yang bisa dihasilkan untuk single user adalah 7.2 Mbps. Throughput tersebut didapat dari:

$SF-16 \times 10 \text{ code} \times \text{Modulasi } 16QAM \times \text{Turbo code } \frac{3}{4} = 240 \text{ kbps} \times 10 \times 4 \times \frac{3}{4} = 7.2 \text{ Mbps}$.
 Namun karena sharing, maka besarnya throughput tergantung berapa banyak user yang mengakses saat bersamaan.

Dari tabel dibawah ini menunjukkan rata-rata jumlah user per cell pada Node B BHAKTIJAYAMX4,5,6 :

Tabel 9. HSDPA Mean UE Number Per Cell

Date	BHAKTIJAYAMX1	BHAKTIJAYAMX2	BHAKTIJAYAMX3	BHAKTIJAYAMX4	BHAKTIJAYAMX5	BHAKTIJAYAMX6
2/1/2011				4.78	3.90	4.84
2/2/2011				6.64	3.73	3.86
2/3/2011				6.20	4.48	6.88
2/4/2011				6.56	3.81	4.67
2/5/2011				7.74	4.02	4.89
2/6/2011				6.78	6.21	4.41
2/7/2011				4.24	3.10	3.80
2/8/2011				6.27	3.17	3.45
2/9/2011				4.56	3.29	3.51
2/10/2011				4.88	3.38	3.82
2/12/2011				7.29	4.33	6.09
2/13/2011				6.48	4.74	4.77
2/14/2011				4.24	2.70	4.28
2/15/2011				7.39	3.86	6.83
2/16/2011				6.61	2.85	4.22
2/17/2011				6.87	3.11	3.74
2/18/2011				6.31	2.99	4.26
2/19/2011				7.81	3.83	6.31
2/20/2011				7.85	3.86	6.73
2/21/2011				6.68	3.16	4.03
2/22/2011				6.72	3.84	4.66
2/23/2011				4.86	2.71	4.70
2/24/2011				4.79	2.46	4.89
2/27/2011				7.46	4.12	6.25
2/28/2011				6.24	3.00	6.42
Average of HSDPA Mean UE Number per Cell				6.87	3.83	4.89

Terlihat pada table 9 jumlah user pada BHAKTIJAYAMX4,5,6 adalah 5.87, 3.53, dan 4.59. Secara teori throughput yang didapat masing-masing user adalah Max Throughput dibagi Jumlah user. Atau berarti

Max Throughput = Jumlah User x Average throughput/user

Namun pada kenyataannya maksimum throughput yang bisa didapat tidak mencapai 7.2 Mbps dikarenakan beberapa faktor seperti kondisi kualitas RF, jarak dengan Node B, dan lain sebagainya, sehingga modulasi yang digunakan tidak selalu menggunakan 16QAM tetapi kadang QPSK. Kalau dilihat dari persentasi modulasi yang digunakan saat pengukuran menggunakan TEMS, perbandingannya adalah QPSK : 16QAM = 74% : 26%, ini artinya bahwa penggunaan QPSK masih cukup dominan. Dari perhitungan kalau modulasinya QPSK adalah: SF-16 x 10 code x Modulasi QPSK x Turbo code 1/4 = 240 kbps x 10 x 2 x 1/4 = 1.2 Mbps. Jadi asumsi perhitungannya saat pengukuran pada BHAKTIJAYAMX5 : {(1.2 x 74) + (7.2 x 26)}/100 = 2.76 Mbps sebagai max throughput. Kalau kita bandingkan dengan hasil statistik pada Node B BHAKTIJAYA adalah:

Untuk BHAKTIJAYAMX5 :

Max Throughput = Jumlah User x average throughput/user

$$= 3.53 \times 0.89 \text{ Mbps}$$

$$= 3.14 \text{ Mbps}$$

Untuk BHAKTIJAYAMX4 adalah:

Max Throughput = Jumlah User x average throughput/user

$$= 5.87 \times 0.99 \text{ Mbps}$$

$$= 5.81 \text{ Mbps}$$

Untuk BHAKTIJAYAMX6 adalah:

Max Throughput = Jumlah User x average throughput/user

$$= 4.59 \times 1.05 \text{ Mbps}$$

$$= 4.82 \text{ Mbps}$$

Analisa Ping Menggunakan Koneksi HSDPA

Ping (Packet Internet Gopher) adalah sebuah program utilitas yang dapat digunakan untuk memeriksa konektivitas jaringan berbasis TCP/IP. Dengan menggunakan utilitas ini, dapat diuji apakah sebuah komputer terhubung dengan komputer lainnya. Hal ini dilakukan dengan mengirim sebuah paket kepada alamat IP yang hendak diujicoba konektivitasnya dan menunggu respon darinya.

Utilitas ping akan menunjukkan hasil yang positif jika dua buah komputer saling terhubung di dalam sebuah jaringan. Hasil berupa statistik keadaan koneksi kemudian ditampilkan dibagian akhir. Kualitas koneksi dapat dilihat dari besarnya waktu pergi-pulang (roundtrip) dan besarnya jumlah paket yang hilang (packet loss). Semakin kecil kedua angka tersebut, semakin bagus kualitas koneksinya.

Berikut contoh ping menggunakan koneksi HSDPA terhadap beberapa web yang sering diakses oleh user:

```
C:\Documents and Settings\slametpra>ping www.google.com
Pinging www.l.google.com [209.85.175.105] with 32 bytes of data:
Reply from 209.85.175.105: bytes=32 time=101ms TTL=49
Reply from 209.85.175.105: bytes=32 time=100ms TTL=49
Reply from 209.85.175.105: bytes=32 time=100ms TTL=49
Reply from 209.85.175.105: bytes=32 time=100ms TTL=49
Ping statistics for 209.85.175.105:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 100ms, Maximum = 101ms, Average = 100ms
```

```
C:\Documents and Settings\slametpra>ping www.detik.com
Pinging detik.com [203.190.242.69] with 32 bytes of data:
Reply from 203.190.242.69: bytes=32 time=83ms TTL=55
Reply from 203.190.242.69: bytes=32 time=83ms TTL=55
Reply from 203.190.242.69: bytes=32 time=83ms TTL=55
Reply from 203.190.242.69: bytes=32 time=103ms TTL=55
Ping statistics for 203.190.242.69:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 83ms, Maximum = 103ms, Average = 88ms
C:\Documents and Settings\slametpra>ping www.yahoo.com
Pinging any-fp.wai.b.yahoo.com [72.30.2.43] with 32 bytes of data:
Reply from 72.30.2.43: bytes=32 time=270ms TTL=52
Reply from 72.30.2.43: bytes=32 time=270ms TTL=52
Reply from 72.30.2.43: bytes=32 time=278ms TTL=52
Reply from 72.30.2.43: bytes=32 time=326ms TTL=52
Ping statistics for 72.30.2.43:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 270ms, Maximum = 326ms, Average = 294ms
```

Gambar 19. Test PING dengan WINDOWS

Dari contoh ping pada gambar di atas terlihat kualitas koneksi HSDPA cukup bagus. Hal ini bisa diamati pada tidak adanya packet lost (0% lost). Untuk time respon nilainya berbeda-beda tergantung lokasi web servernya yang di akses. Untuk web server yang local, misal detik.com, time responnya lebih cepat dibanding yang web servernya ada di luar negeri misal yahoo.com & google.com.

Berikut juga dilakukan test ping sekaligus test kecepatan data menggunakan tools WWW.SPEEDTEST.NET, dengan tetap menggunakan koneksi HSDPA.



Gambar 20. Test PING dengan SPEEDTEST

Dari gambar diatas terlihat bahwa secara umum time respon masih jauh di bawah 1 detik, dengan menawarkan kecepatan data download rata-rata diatas 1 Mbps. Hal ini semakin membuktikan bahwa koneksi internet dengan menggunakan HSDPA, selain memiliki keuntungan yang bersifat statis maupun mobile, juga menghasilkan kecepatan data yang tinggi. Kemampuan kecepatan data HSDPA terus dikembangkan sampai saat ini, karena memang tuntutan kebutuhan akan akses broadband semakin meningkat dari waktu ke waktu.

4. SIMPULAN

Dari hasil pengumpulan data traffic voice, statistik data dan pengujian kecepatan data dengan mengukur pada Node B BHAKTIJAYAMW, didapat kesimpulan sebagai berikut:

Utiliti kapasitas payload HSDPA di Node B BHAKTIJAYAMW masih relatif rendah (< 30%), dilihat dari hasil pengukuran statistik data sebesar 21.08% maupun hasil perhitungan sebesar 28%. Ini berarti masih tingginya potensi pasar HSDPA yang siap jual di area tersebut.

Kecepatan data maksimum yang dapat dicapai dari hasil pengukuran statistik data pada BHAKTIJAYAMX2 adalah 3.14 Mbps, sedangkan dari hasil perhitungan pengukuran langsung sebesar 2.76 Mbps. Hasil tersebut masih jauh dari kecepatan data 7.2 Mbps untuk layanan HSDPA yang tersedia berdasarkan data vendor, karena kecepatan 7.2 Mbps hanya dapat diakses dengan single user, dan untuk multiuser akan terjadi sharing data.

Time respon yang cepat (< 1 detik) dan tidak adanya lost data (zero lost) menunjukkan kualitas jaringan HSDPA sudah bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Eric Dahlman, Stevan Parkvall, Johan Skold, and Per Beming, 2007. *3G Evolution*. First Edition Elsevier Ltd.,
- [2]. Gunawan Wibisono dan Gunadi Dwi Hantoro, 2008. *Mobile Broadband*. Penerbit Informatika.
- [3]. Gatot Santoso, 2006. *Sistem Selular WCDMA*. Penerbit Graha Ilmu.
- [4]. Harri Holma and Antti Toskala, 2007. *WCDMA for UMTS*. John Wiley and Sons Ltd.
- [5]. Harri Holma and Antti Toskala, 2006. *HSDPA/HSUPA for UMTS*. John Wiley and Sons Ltd.
- [6]. Nuraksa Makodian dan Lingga Wardana, 2010. *Teknologi Wireless Communication dan Wireless Broadband*. Penerbit ANDI.