Analisis *Quality of Service* (QoS) Jaringan Telekomunikasi *High-Speed Downlink Packet Access* (HSDPA) pada Teknologi 3.5G

Mey Fenny Wati Simanjuntak, Oky Dwi Nurhayati, Eko Didik Widianto
Program Studi Sistem Komputer Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia
simanjuntak.fenny@gmail.com

Abstrak - ***Sejak layanan teknologi 3G pertama kali diperkenalkan, permintaan akan layanan berbasis paket data dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang pesat. Menanggapi hal tersebut, para penyedian jaringan telekomunikasi terus berusaha untuk meningkatkan kemampuan jaringannya. Salah satu solusinya menerapkan teknologi High-Speed Downlink Packet Access yang direkomendasikan oleh 3GPP Release 5. Penelitian ini dikhususkan untuk menganalisis Quality of Service jaringan telekomunikasi High-Speed Downlink Packet Access di Kecamatan Tembalang Kota Semarang. Analisis Quality of Service jaringan telekomunikasi High-Speed Downlink Packet Access pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran kualitas jaringan telekomunikasi High-Speed Downlink Packet Access dari sisi bandwidth, throughput, packet loss dan delay. Metode penelitian yang dibahas dalam penelitian ini yaitu penelitian kualitatif observatif, dimana akan dilakukan pengamatan tentang bagaimana QoS jaringan telekomunikasi High-Speed Downlink Packet Access pada teknologi 3.5G di Kecamatan Tembalang Kota Semarang. Proses pengamatan dalam menganalisis Quality of Service jaringan telekomunikasi High-Speed Downlink Packet Access di Kecamatan Tembalang Kota Semarang berdasarkan 4 parameter diantaranya bandwidth, throughput, packet loss dan delay. Aplikasi yang digunakan yaitu monitoring application Elnus Bandwidth Meter* **dan** *Axence NetTools Professional 4.0. Selain itu, Quality of Service jaringan telekomunikasi High-Speed Downlink Packet Access di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diamati berdasarkan waktu yaitu harian, mingguan dan bulanan.***

Kata Kunci : ***Teknologi 3.5G, High-Speed Downlink Packet Access, Quality of Service, Elnus Bandwidth Meter dan Axence NetTools Professional 4.0***

I. PENDAHULUAN

SEJAK layanan teknologi 3G pertama kali diperkenalkan, permintaan akan layanan berbasis paket data dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang pesat. Menanggapi hal tersebut, para penyedia jaringan telekomunikasi terus berusaha untuk meningkatkan kemampuan pada jaringannya. Salah satu solusinya dengan menerapkan teknologi HSDPA yang direkomendasikan oleh 3GPP *Release* 5 [1].

HSDPA merupakan teknologi 3.5G. HSDPA adalah pengembangan dari jaringan WCDMA yang merupakan teknologi generasi 3G, seperti halnya CDMA 2000 yang telah dikembangkan menjadi EV-DO. HSDPA mempunyai layanan berbasis paket data dengan data *rate* mencapai 14.4 Mbps dan *bandwitdh* 5 Mhz pada WCDMA *downlink* [2].

Jaringan telekomunikasi HSDPA memberi berbagai aplikasi layanan antara lain layanan data (*browsing*), *live streaming* seperti *video call*, berita dan *mobile-TV*. Jaringan telekomunikasi HSDPA juga memberikan kemudahan kepada pengguna untuk menikmati layanan *audio-visual* secara *real time*. Perbedaan jaringan telekomunikasi HSDPA dengan jaringan telekomunikasi sebelumnya yakni WCDMA dapat dilihat dari QoS [11].

QoS merupakan kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Tujuan QoS adalah untuk menyediakan kualitas layanan yang berbeda-beda untuk beragam kebutuhan akan layanan di dalam jaringan IP, sebagai contoh untuk menyediakan *bandwidth*, menurunkan hilangnya paket-paket, menurunkan waktu tunda dan variasi waktu tunda di dalam proses transmisinya [20].

Analisis *Quality of Service* jaringan telekomunikasi HSDPA pada teknologi 3.5G untuk Tugas Akhir ini menggunakan *monitoring application* Elnus Bandwidth Meter dan Axence NetTools Professional 4.0. Analisis QoS ini diharapkan dapat memberikan gambaran kualitas jaringan telekomunikasi HSDPA dari sisi *bandwidth*, *throughput*, *packet loss* dan *delay*.

Penelitian ini didorong oleh hasil penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan. Penelitian dari Fanny Nurindra Permana yang dipublikasikan di Jurnal Teknik POMITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2012. Penelitian ini membahas bagaimana menganalisa kinerja MPEG-4 *video streaming* pada jaringan HSDPA dengan parameter *throughput*, *packet loss*, *delay* dan evaluasi kualitas *video*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah performa *video streaming* melalui jaringan HSDPA dipengaruhi oleh banyaknya jumlah user yang terhubung dalam satu *base station*, pergerakan user dan jarak terhadap *base* station turut berpengaruh pada performa layanan *video streaming* yang diperoleh [11].

Penelitian dari Agus Stiawansyah yang dipublikasikan di Skripsi Program Studi Teknik Informatika Universitas Bina Dharma Palembang pada tahun 2012. Penelitian ini membahas bagaimana pengembangan menganalisa kinerja jaringan pusat Internet pedesaan berbasis VSAT di Kabupaten Muara Enim dengan parameter *bandwidth*, *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah berdasarkan standarisasi TIPHON besar *Packet loss* untuk, Kecamatan Ujan Mas, Kecamatan Talang Ubi, Kecamatan Penukal kategori degradasi sedang, dan Kecamatan Penukal Abab termasuk kategori jelek, sedangkan untuk Kecamatan Rambang Dangku termasuk kategori degradasi bagus [17].

Perbedaan kedua penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah membahas bagaimana menganalisis QoS jaringan telekomunikasi HSDPA dengan parameter *bandwidth*, *throughput*, *packet loss* dan *delay* di Kecamatan Tembalang Kota Semarang dalam jangkauan waktu harian, mingguan dan bulanan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah didapatkan

waktu, hari dan minggu dengan trafik tinggi dan rendah di masing-masing parameter.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kecamatan Tembalang karena Kecamatan Tembalang memiliki jumlah penduduk 147.564 jiwa. Kecamatan Tembalang memiliki jumlah penduduk terbanyak ketiga di Kota Semarang [10]. Selain itu, Kecamatan Tembalang merupakan salah satu pusat pendidikan di Kota Semarang misalnya Universitas Diponegoro, Politeknik Negeri Semarang, Universitas Pandanaran, dan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Semarang dan lain-lain.

Penelitian ini menggunakan *provider* 3 (*three*) dengan pertimbangan banyaknya pengguna *provider* 3 di Kecamatan Tembalang. Selain itu, *provider* 3 menawarkan paket-paket Internet dengan kuota yang besar dan harga masih terjangkau bagi penduduk Kecamatan Tembalang terutama mahasiswa. Dalam pembuatan tugas akhir ini pembahasan masalah memiliki batasan pada permasalahan antara lain jaringan telekomunikasi HSDPA pada teknologi 3.5G, parameter yang dianalisis adalah *bandwidth*, *throughput*, *packet loss* dan *delay, monitoring application* menggunakan Elnus Bandwidth Meter untuk pengukuran parameter *bandwidth* dan *throughput,* sedangkan Axence NetTools Professional 4.0 untuk pengukuran parameter *packet loss* dan *delay*, *provider* yang digunakan adalah 3 (*three*), pengujian dilakukan di Kecamatan Tembalang Kota Semarang dan pengujian dilakukan mulai tanggal 10 Mei 2015 sampai dengan tanggal 6 Juni 2015.

Tabel 1 menunjukkan kategori *throughput*.

Tabel 1 Standarisasi *Throughput* menurut TIPHON [18]

Kategori *Throughput*	***Throughput***
Buruk	0-338 kbps
Cukup Baik	338-700 kbps
Baik	700-1200 kbps
Lebih Baik	1200 kbps-2.1Mbps
Terbaik	>2.1 Mbps

Tabel 2 menunjukkan kategori *packet loss*.

Tabel 2 Standarisasi *Packet loss* menurut TIPHON [19]

Kategori Degradasi	***Packet loss***
Sangat Bagus	0-2%
Bagus	3-14%
Sedang	15-24%
Jelek	>25%

Tabel 3 menunjukkan kategori *delay*.

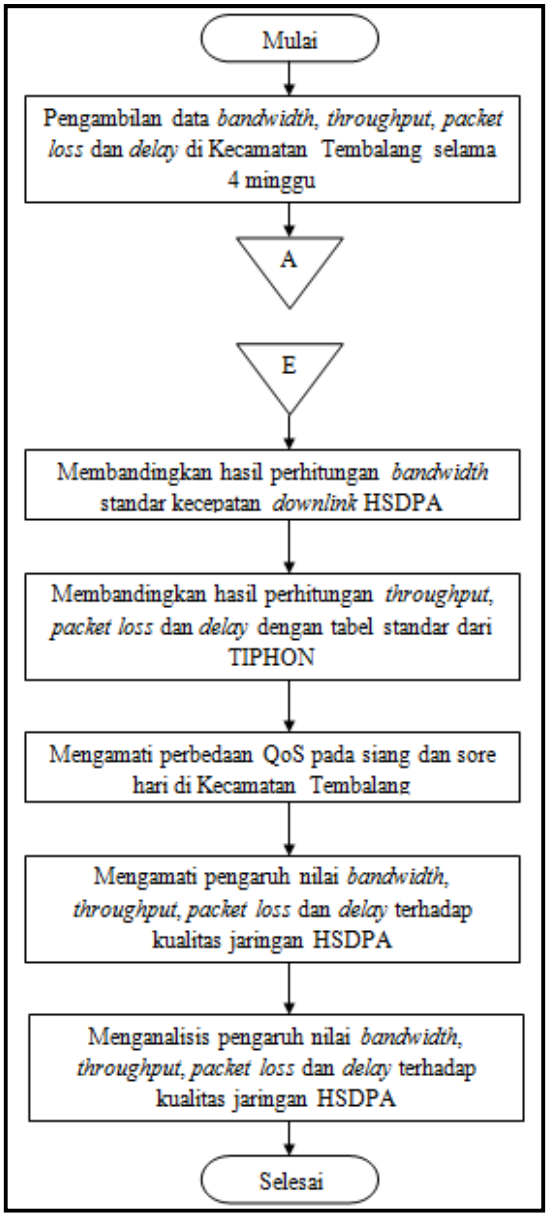
Tabel 3 Standarisasi *Delay* menurut TIPHON [19]

Kategori *Delay*	**Besar *Delay***
Sangat Bagus	<150 ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Jelek	>450 ms

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah QoS seperti *bandwidth, throughput*, *packet loss*, dan *delay* jaringan telekomunikasi HSDPA di Kecamatan Tembalang Kota Semarang dalam jangkauan waktu harian, mingguan dan bulanan.

Pada tahap penelitian berisi kerangka pemecahan masalah, sehingga dalam pemecahan masalah dapat dilakukan dengan mudah. Pada penelitian ini ada beberapa tahap yang perlu dilakukan sehingga akan lebih mudah dalam mengumpulkan data yang diperlukan antara lain membuat rencana tindakan (*action planning*), melakukan pengujian serta mengumpulan data hasil pengujian (*action taking*), analisis dan kesimpulan.

Pada penelitian ini terdapat langkah-langkah untuk mendapatkan kualitas layanan jaringan telekomunikasi HSDPA dengan parameter *bandwidth*, *throughput*, *packet loss* dan *delay*. Pengukuran parameter dilakukan pada siang hari antara pukul 11.00-14.00 WIB dan sore hari antara pukul 15.00-18.00 WIB. *Flowchart* analisis QoS jaringan telekomunikasi HSDPA dapat dilihat pada Gambar 1.

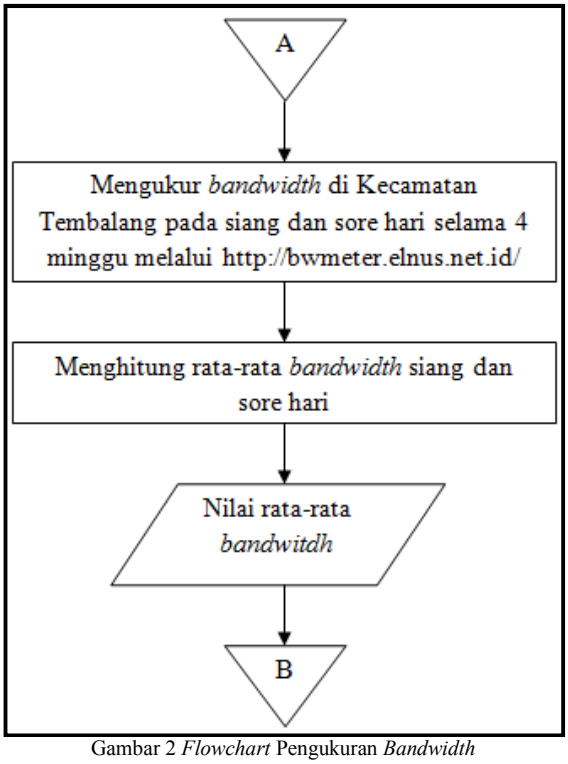


Gambar 1 *Flowchart* Analisis QoS Jaringan Telekomunikasi HSDPA

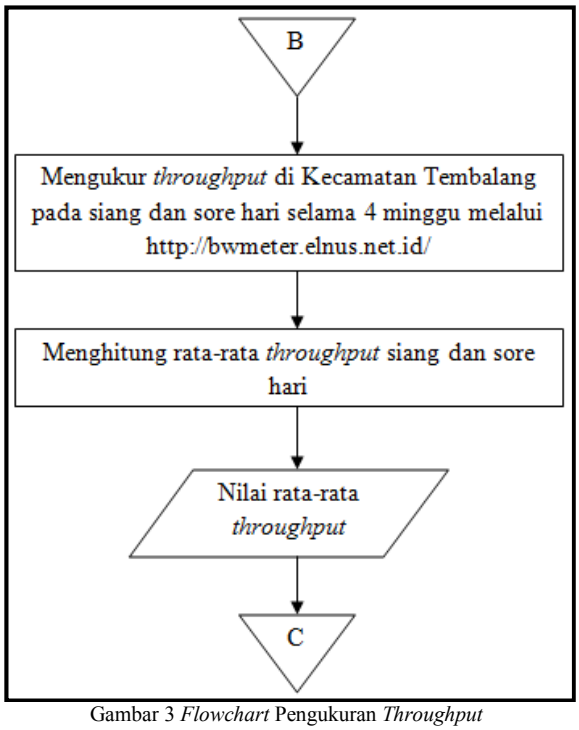
Pada penelitian ini digunakan *monitoring application* Elnus Bandwidth Meter untuk mendapatkan nilai *bandwidth* untuk jaringan telekomunikasi HSDPA di Kecamatan Tembalang

Kota Semarang dalam satuan kbps (*kilo bit per second*). Gambar 2 merupakan *flowchart* pengukuran *bandwidth*.

Penelitian ini menggunakan *monitoring application* Elnus Bandwidth Meter untuk mendapatkan nilai *throughput* untuk jaringan telekomunikasi HSDPA di Kecamatan Tembalang Kota Semarang dalam satuan bps (*bit per second*). Gambar 3 merupakan *flowchart* pengukuran *throughput*.



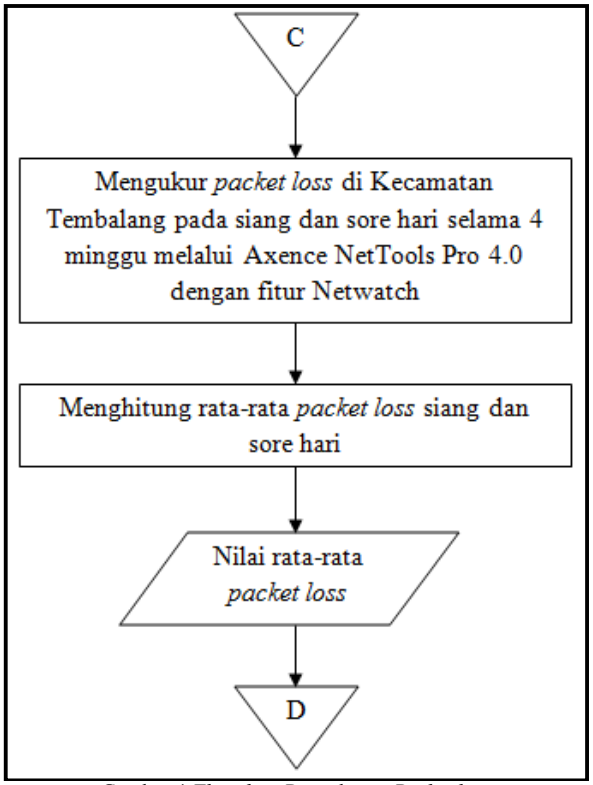
Gambar 2 *Flowchart* Pengukuran *Bandwidth*



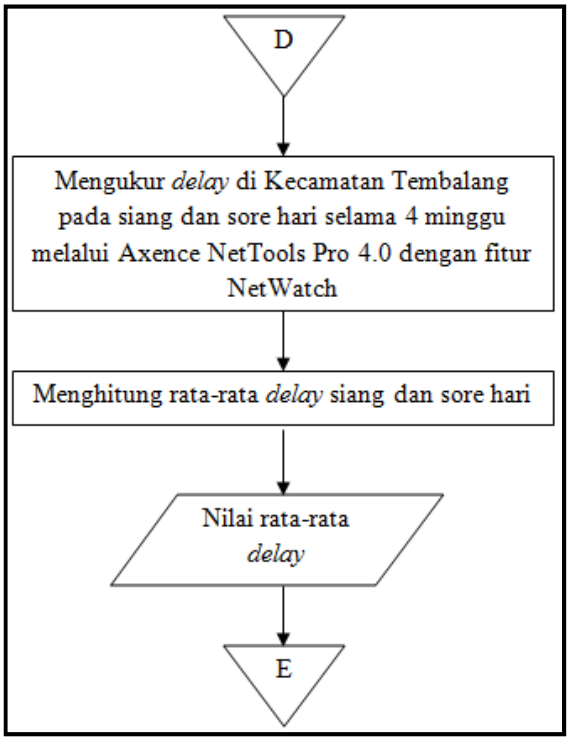
Gambar 3 *Flowchart* Pengukuran *Throughput*

Penelitian ini menggunakan *monitoring application* Axence NetTools Professional 4.0 dengan fitur *tool* Netwatch untuk mendapatkan nilai *packet loss* untuk jaringan telekomunikasi HSDPA di Kecamatan Tembalang Kota Semarang dalam hitungan persentase (%). Nilai parameter *packet loss* diperoleh dengan mengelola *packets* yang terdiri dari *sent*, *lost* dan *%lost*. Gambar 4 merupakan *flowchart* pengukuran *packet loss*.

Penelitian ini menggunakan *monitoring application* Axence NetTools Professional 4.0 dengan fitur *tool* Netwatch untuk mendapatkan nilai *delay* untuk jaringan telekomunikasi HSDPA di Kecamatan Tembalang Kota Semarang dalam satuan *millisecond* (ms). Nilai parameter *delay* diperoleh dengan mengelola *response time* yang terdiri dari *average*, *minimum* dan *maximum*. Gambar 5 merupakan *flowchart* pengukuran *delay*.



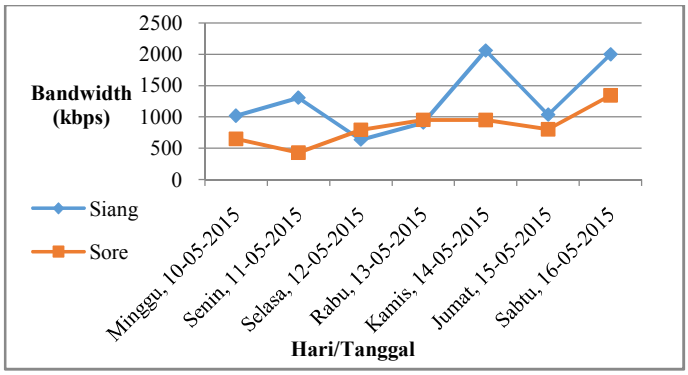
Gambar 4 *Flowchart* Pengukuran *Packet loss*



Gambar 5 *Flowchart* Pengukuran *Delay*

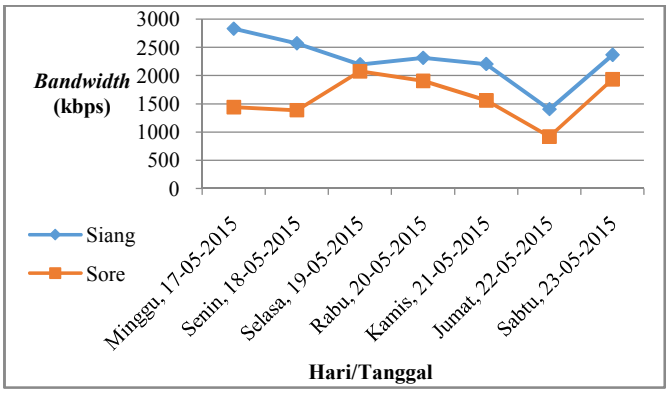
III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran jaringan telekomunikasi HSDPA di Kecamatan Tembalang Kota Semarang yang dilakukan mulai tanggal 10-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 didapat grafik hasil pengukuran *bandwidth* minggu I dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik Hasil Pengukuran *Bandwidth* Minggu I

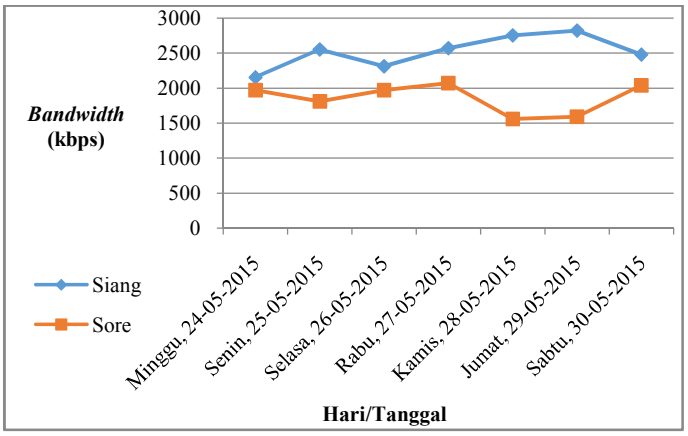
Berdasarkan Gambar 6, hasil pengukuran *bandwidth* minggu I di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *bandwidth* yang paling besar pada saat siang hari dan paling kecil pada saat sore hari. Pengukuran *bandwidth* yang dilakukan mulai tanggal 10-05-2015 sampai dengan 16-05-2015 diperoleh trafik paling tinggi pada hari Sabtu tanggal 16-05-2015 dan trafik paling rendah pada hari Selasa tanggal 12-05-2015. Grafik hasil pengukuran *bandwidth* minggu II dapat dilihat pada Gambar 4.2. Grafik hasil pengukuran *bandwidth* minggu II dapat dilihat pada Gambar 7.



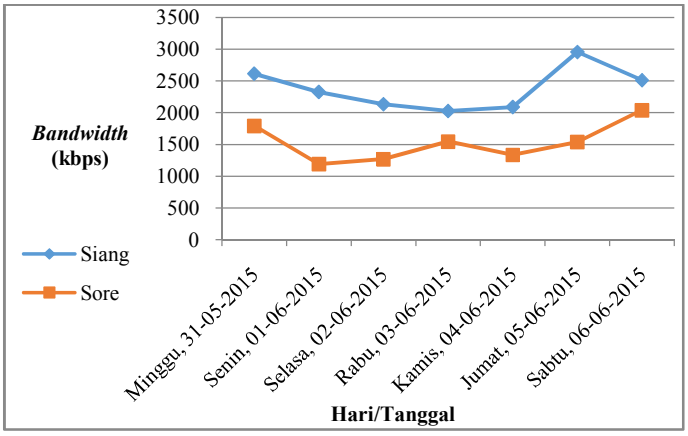
Gambar 7 Grafik Hasil Pengukuran *Bandwidth* Minggu II

Berdasarkan Gambar 7, hasil pengukuran *bandwidth* minggu II di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *bandwidth* yang paling besar pada saat siang hari dan paling kecil pada saat sore hari. Pengukuran *bandwidth* yang dilakukan mulai tanggal 17-05-2015 sampai dengan 23-05-2015 diperoleh trafik paling tinggi pada hari Sabtu tanggal 23-05-2015 dan trafik paling rendah pada hari Jumat tanggal 22-05-2015. Grafik hasil pengukuran *bandwidth* minggu III dapat dilihat pada Gambar 8.

Berdasarkan Gambar 8, hasil pengukuran *bandwidth* minggu III di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *bandwidth* yang paling besar pada saat siang hari dan paling kecil pada saat sore hari. Pengukuran *bandwidth* yang dilakukan mulai tanggal 24-05-2015 sampai dengan 30-05-2015 diperoleh trafik paling tinggi pada hari Rabu tanggal 27-05-2015 dan trafik paling rendah pada hari Minggu tanggal 24-05-2015. Grafik hasil pengukuran *bandwidth* minggu IV dapat dilihat pada Gambar 9.

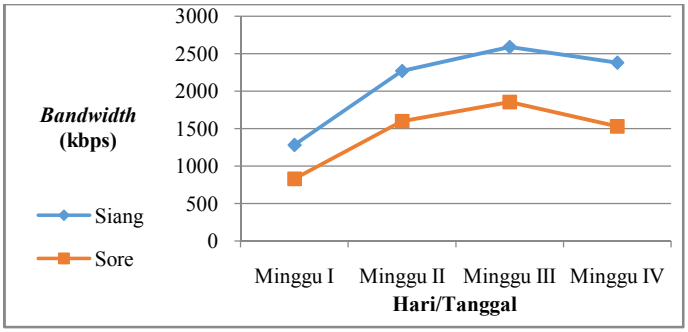


Gambar 8 Grafik Hasil Pengukuran *Bandwidth* Minggu III



Gambar 9 Grafik Hasil Pengukuran *Bandwidth* Minggu IV

Berdasarkan Gambar 9, hasil pengukuran *bandwidth* minggu IV di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *bandwidth* yang paling besar pada saat siang hari dan paling kecil pada saat sore hari. Pengukuran *bandwidth* yang dilakukan mulai tanggal 31-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 diperoleh trafik paling tinggi pada hari Sabtu tanggal 06-06-2015 dan trafik paling rendah pada hari Selasa tanggal 02-06-2015. Grafik hasil pengukuran *bandwidth* 1 bulan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Grafik Hasil Pengukuran *Bandwidth* 1 Bulan

Gambar 10 menunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *bandwidth* dalam hitungan bulan. Berdasarkan rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *bandwidth* yang paling besar terjadi pada minggu III. Sedangkan untuk hasil pengukuran *bandwidth* yang paling kecil terjadi pada minggu I.

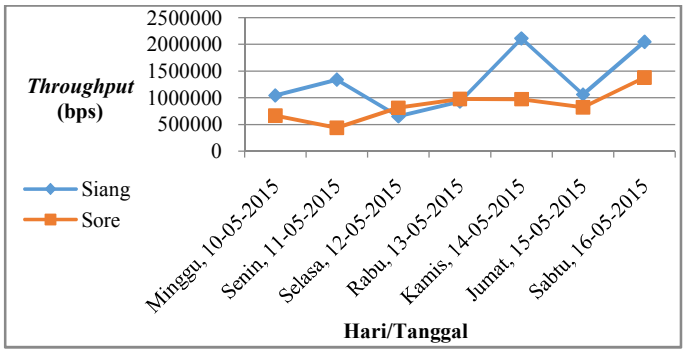
Berdasarkan teori, HSDPA mendukung kecepatan *downlink* sebesar 1.8 Mbps, 3.6 Mbps, 7.2 Mbps dan 14.4 Mbps. Tabel hasil *bandwidth* di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil *Bandwidth* di Kecamatan Tembalang

Minggu	*Bandwidth* (kbps) Siang	Sore
Minggu I	1281	830
Minggu II	2270	1602
Minggu III	2519	1857
Minggu IV	2381	1531

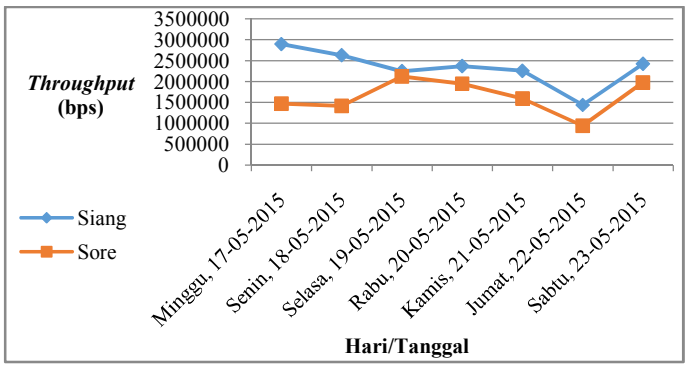
Tabel 4 menunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *bandwidth* dalam hitungan bulan. Berdasarkan rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *bandwidth* yang didapat pada siang dan sore hari untuk minggu I belum mendukung kecepatan *downlink* HSDPA karena besar nilai *bandwidth* siang adalah 1.25 Mbps dan *bandwidth* sore 0.81 Mbps. Hasil pengukuran *bandwidth* yang didapat pada sore hari untuk minggu II belum mendukung kecepatan *downlink* HSDPA karena besar nilai *bandwidth* sore adalah 1.56 Mbps. Hasil pengukuran *bandwidth* yang didapat pada sore hari untuk minggu IV belum mendukung kecepatan *downlink* HSDPA karena besar nilai *bandwidth* sore adalah 1.49 Mbps.

Berdasarkan hasil pengukuran jaringan telekomunikasi HSDPA di Kecamatan Tembalang Kota Semarang yang dilakukan mulai tanggal 10-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 didapat grafik hasil pengukuran *throughput* minggu I dapat dilihat pada Gambar 11.



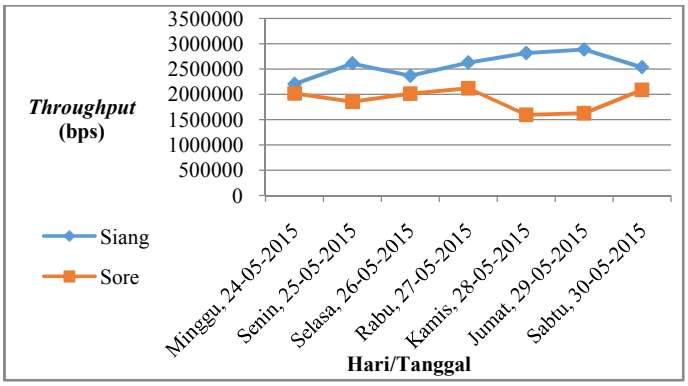
Gambar 11 Grafik Hasil Pengukuran *Throughput* Minggu I

Berdasarkan Gambar 11, hasil pengukuran *throughput* minggu I di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *throughput* yang paling besar pada saat siang hari dan paling kecil pada saat sore hari. Pengukuran *throughput* yang dilakukan mulai tanggal 10-05-2015 sampai dengan 16-05-2015 diperoleh trafik paling tinggi pada hari Sabtu tanggal 16-05-2015 dan trafik paling rendah pada hari Selasa tanggal 12-05-2015. Grafik hasil pengukuran *throughput* minggu II dapat dilihat pada Gambar 12.



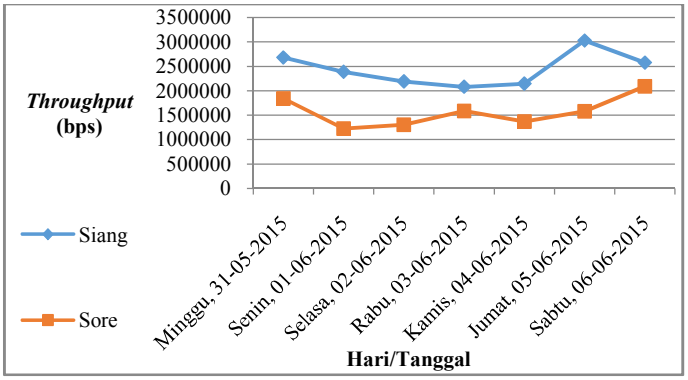
Gambar 12 Grafik Hasil Pengukuran *Throughput* Minggu II

Berdasarkan Gambar 12, hasil pengukuran *throughput* minggu II di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *throughput* yang paling besar pada saat siang hari dan paling kecil pada saat sore hari. Pengukuran *throughput* yang dilakukan mulai tanggal 17-05-2015 sampai dengan 23-05-2015 diperoleh trafik paling tinggi pada hari Sabtu tanggal 23-05-2015 dan trafik paling rendah pada hari Jumat tanggal 22-05-2015. Grafik hasil pengukuran *throughput* minggu III dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Grafik Hasil Pengukuran *Throughput* Minggu III

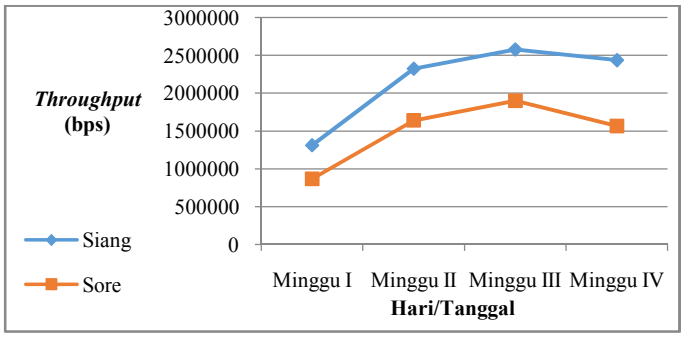
Berdasarkan Gambar 13, hasil pengukuran *throughput* minggu III di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *throughput* yang paling besar pada saat siang hari dan paling kecil pada saat sore hari. Pengukuran *throughput* yang dilakukan mulai tanggal 24-05-2015 sampai dengan 30-05-2015 diperoleh trafik paling tinggi pada hari Rabu tanggal 27-05-2015 dan trafik paling rendah pada hari Minggu tanggal 24-05-2015. Grafik hasil pengukuran *throughput* minggu IV dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Grafik Hasil Pengukuran *Throughput* Minggu IV

Berdasarkan Gambar 14, hasil pengukuran *throughput* minggu IV di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *throughput* yang paling besar pada saat siang hari dan paling kecil pada saat sore hari. Pengukuran *throughput* yang dilakukan mulai tanggal 31-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 diperoleh trafik paling tinggi pada hari Sabtu tanggal 06-06-2015 dan trafik paling rendah pada hari Selasa tanggal 02-06-2015.

Gambar 15 menunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *throughput* dalam hitungan bulan. Berdasarkan rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *throughput* yang paling besar terjadi pada minggu III. Sedangkan untuk hasil pengukuran *throughput* yang paling kecil terjadi pada minggu I. Grafik hasil pengukuran *throughput* 1 bulan dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Grafik Hasil Pengukuran *Throughput* 1 Bulan

Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori *throughput* terbaik jika >2.1 Mbps, lebih baik jika 1200 kbps-2.1 Mbps, baik jika 700-1200 kbps, cukup baik jika 338-700 kbps dan kategori buruk jika 0-338 kbps. Tabel hasil *throughput* siang hari di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil *Throughput* Siang Hari di Kecamatan Tembalang

Minggu	Rata-rata *Throughput* (bps)	Rata-rata *Throughput* (kbps)	TIPHON
Minggu I	1311995.6	1281	Lebih Baik
Minggu II	2324819.4	2270	Terbaik
Minggu III	2579777.8	2519	Terbaik
Minggu IV	2437833.9	2381	Terbaik

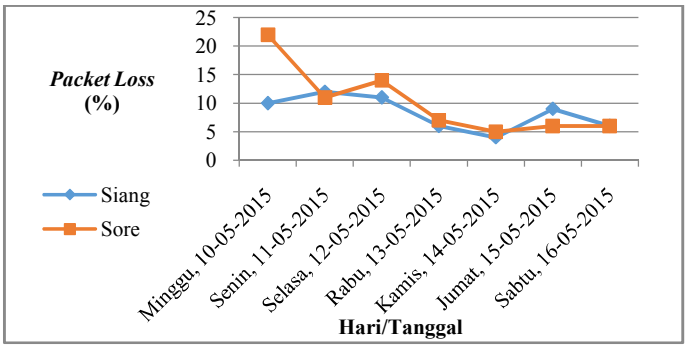
Berdasarkan rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *throughput* siang hari minggu I termasuk kategori lebih baik karena besar nilai *throughput* antara 1200 kbps sampai 2.1 Mbps. Sedangkan hasil pengukuran *throughput* siang hari minggu II, III dan IV termasuk kategori terbaik karena besar nilai *throughput* >2.1 Mbps. Tabel hasil *throughput* sore hari di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil *Throughput* Sore Hari di Kecamatan Tembalang

Minggu	Rata-rata *Throughput* (bps)	Rata-rata *Throughput* (kbps)	TIPHON
Minggu I	868410.51	848	Baik
Minggu II	1640799.08	1602	Lebih Baik
Minggu III	1901854.72	1857	Lebih Baik
Minggu IV	156819.56	1531	Lebih Baik

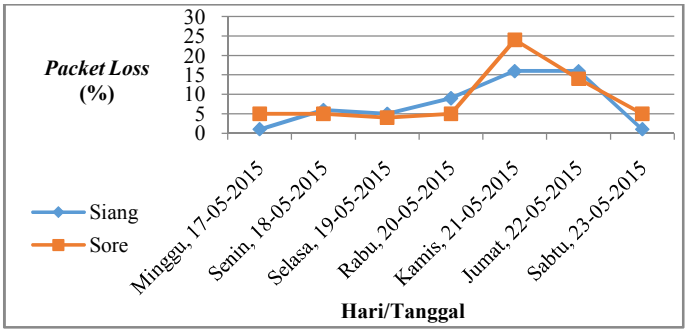
Tabel 6 menunjukan hasil rekapitulasi pengukuran *throughput* sore hari dalam hitungan bulan. Berdasarkan rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *throughput* sore hari minggu I termasuk kategori baik karena besar nilai *throughput* antara 700 sampai 1200 kbps. Sedangkan hasil pengukuran *throughput* sore hari minggu II, III dan IV termasuk kategori lebih baik karena besar nilai *throughput* antara 1200 kbps sampai 2.1 Mbps.

Berdasarkan hasil pengukuran jaringan telekomunikasi HSDPA di Kecamatan Tembalang Kota Semarang yang dilakukan mulai tanggal 10-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 didapat grafik hasil pengukuran *packet loss* minggu I dapat dilihat pada Gambar 16.



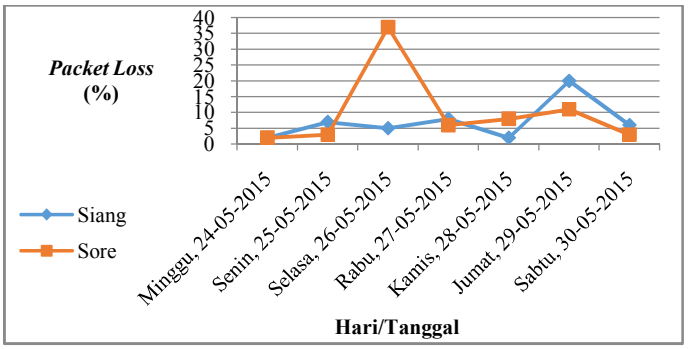
Gambar 16 Grafik Hasil Pengukuran *Packet loss* Minggu I

Berdasarkan Gambar 16, hasil pengukuran *packet loss* minggu I di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *packet loss* yang paling kecil pada saat siang hari dan paling besar pada saat sore hari. Pengukuran *packet loss* yang dilakukan mulai tanggal 10-05-2015 sampai dengan 16-05-2015 diperoleh trafik paling rendah pada hari Sabtu tanggal 16-05-2015 dan trafik paling tinggi pada hari Minggu tanggal 10-05-2015. Grafik hasil pengukuran *packet loss* minggu II dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17 Grafik Hasil Pengukuran *Packet loss* Minggu II

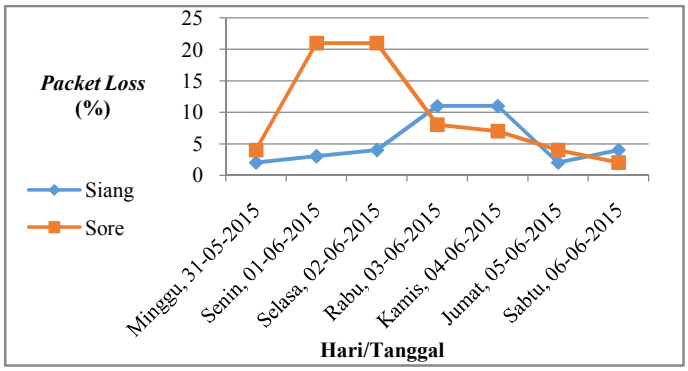
Berdasarkan Gambar 17, hasil pengukuran *packet loss* minggu II di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *packet loss* yang paling kecil pada saat siang hari dan paling besar pada saat sore hari. Pengukuran *packet loss* yang dilakukan mulai tanggal 17-05-2015 sampai dengan 23-05-2015 diperoleh trafik paling rendah pada hari Minggu tanggal 17-05-2015, hari Sabtu tanggal 23-05-2015 dan trafik paling tinggi pada hari Kamis tanggal 21-05-2015. Grafik hasil pengukuran *packet loss* minggu III dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Grafik Hasil Pengukuran *Packet loss* Minggu III

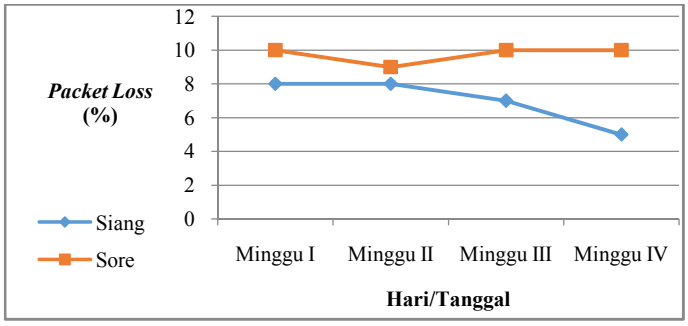
Berdasarkan Gambar 18, hasil pengukuran *packet loss* minggu III di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *packet loss* yang paling kecil pada saat siang hari dan paling besar pada saat sore hari. Pengukuran *packet loss* yang dilakukan mulai tanggal 24-05-2015 sampai dengan 30-05-

2015 diperoleh trafik paling rendah pada hari Minggu tanggal 24-05-2015 dan trafik paling tinggi pada hari Selasa tanggal 26-05-2015. Grafik hasil pengukuran *packet loss* minggu IV dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19 Grafik Hasil Pengukuran *Packet loss* Minggu IV

Berdasarkan Gambar 19, hasil pengukuran *packet loss* minggu IV di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *packet loss* yang paling besar pada saat siang hari dan paling kecil pada saat sore hari. Pengukuran *packet loss* yang dilakukan mulai tanggal 31-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 diperoleh trafik paling rendah pada hari Minggu tanggal 31-05-2015, Jumat tanggal 05-06-2015 dan hari Sabtu tanggal 06-06-2015 dan trafik paling tinggi pada hari Selasa tanggal 02-06-2015. Grafik hasil pengukuran *packet loss* 1 bulan dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20 Grafik Hasil Pengukuran *Packet loss*1 Bulan

Gambar 20 menunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *packet loss* dalam hitungan bulan. Berdasarkan rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *packet loss* yang paling kecil terjadi pada minggu IV. Sedangkan untuk hasil pengukuran *packet loss* yang paling besar terjadi pada minggu I, II dan III.

Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori degradasi *packet loss* sangat bagus jika 0-2%, bagus jika 3-14%, sedang jika 15-24% dan kategori jelek jika >25%. Tabel hasil *packet loss* siang hari di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil *Packet loss* Siang Hari di Kecamatan Tembalang

Minggu	Packets Sent	Lost	%Lost	TIPHON
Minggu I	10836	884	8	Bagus
Minggu II	10622	850	8	Bagus
Minggu III	10791	780	7	Bagus
Minggu IV	10783	556	5	Bagus

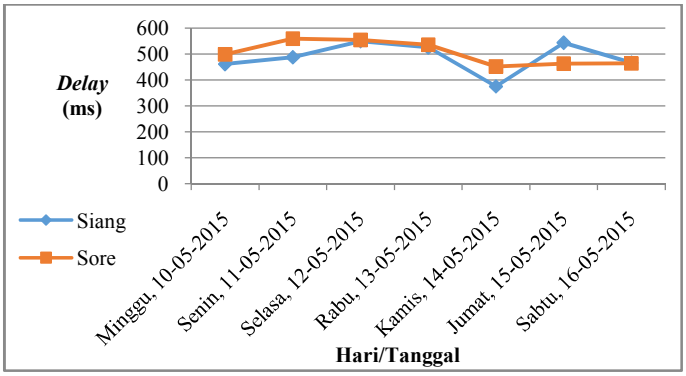
Tabel hasil *packet loss* sore hari di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8 Hasil *Packet loss* Sore Hari di Kecamatan Tembalang

Minggu	Packets Sent	Lost	%Lost	TIPHON
Minggu I	10771	1089	10	Bagus
Minggu II	10682	958	9	Bagus
Minggu III	10780	1083	10	Bagus
Minggu IV	10816	1037	10	Bagus

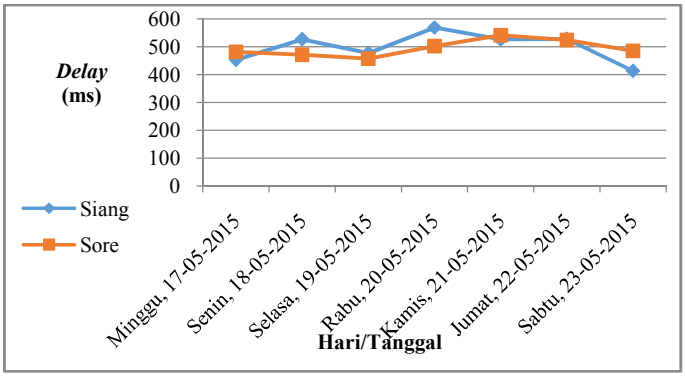
Berdasarkan tabel rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *packet loss* siang dan sore hari termasuk kategori bagus karena besar nilai *packet loss* antara 3% sampai 14%.

Berdasarkan hasil pengukuran jaringan telekomunikasi HSDPA di Kecamatan Tembalang Kota Semarang yang dilakukan mulai tanggal 10-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 didapat grafik hasil pengukuran *delay* minggu I dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21 Grafik Hasil Pengukuran *Delay* Minggu I

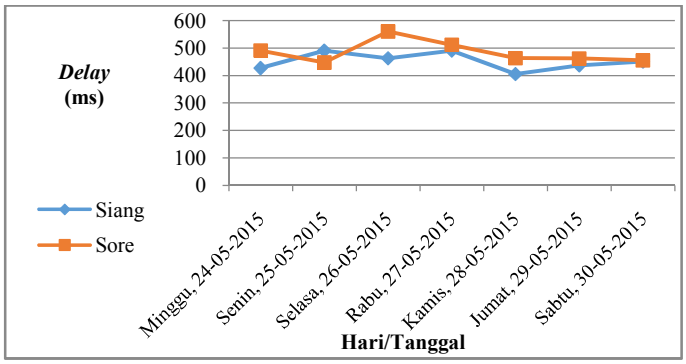
Berdasarkan Gambar 21, hasil pengukuran *delay* minggu I di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *delay* yang paling kecil pada saat siang hari dan paling besar pada saat sore hari. Pengukuran *delay* yang dilakukan mulai tanggal 10-05-2015 sampai dengan 16-05-2015 diperoleh trafik paling rendah pada hari Kamis tanggal 14-05-2015 dan trafik paling tinggi pada hari Selasa tanggal 12-05-2015.Grafik hasil pengukuran parameter *delay* minggu II dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22 Grafik Hasil Pengukuran *Delay* Minggu II

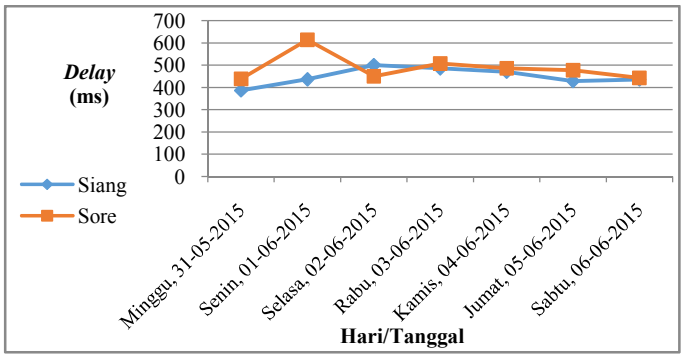
Berdasarkan Gambar 22, hasil pengukuran *delay* minggu II di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *delay* yang paling kecil pada saat siang hari dan paling besar pada saat siang hari. Pengukuran *delay* yang dilakukan mulai tanggal 17-05-2015 sampai dengan 23-05-2015 diperoleh trafik paling rendah pada hari Sabtu tanggal 23-05-2015 dan trafik paling tinggi pada hari Rabu tanggal 20-05-2015. Grafik hasil

pengukuran parameter *delay* minggu III dapat dilihat pada Gambar 23.



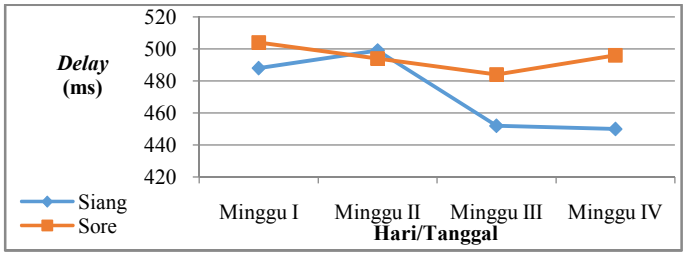
Gambar 23 Grafik Hasil Pengukuran *Delay* Minggu III

Berdasarkan Gambar 23, hasil pengukuran *delay* minggu III di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *delay* yang paling kecil pada saat siang hari dan paling besar pada saat sore hari. Pengukuran *delay* yang dilakukan mulai tanggal 24-05-2015 sampai dengan 30-05-2015 diperoleh trafik paling rendah pada hari Kamis tanggal 28-05-2015 dan trafik paling tinggi pada hari Selasa tanggal 26-05-2015. Grafik hasil pengukuran parameter *delay* minggu IV dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24 Grafik Hasil Pengukuran *Delay* Minggu IV

Berdasarkan Gambar 24, hasil pengukuran *delay* minggu IV di Kecamatan Tembalang Kota Semarang diperoleh *delay* yang paling kecil pada saat siang hari dan paling besar pada saat sore hari. Pengukuran *delay* yang dilakukan mulai tanggal 24-05-2015 sampai dengan 30-05-2015 diperoleh trafik paling rendah pada hari Minggu tanggal 31-05-2015, hari Sabtu tanggal 06-06-2015 dan trafik paling tinggi pada hari Senin tanggal 01-06-2015. Grafik hasil pengukuran parameter *delay* 1 bulan dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25 Grafik Hasil Pengukuran *Delay* 1 Bulan

Gambar 25 menunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *delay* dalam hitungan bulan. Berdasarkan rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *delay* yang paling kecil terjadi pada minggu III. Sedangkan untuk hasil pengukuran *delay* yang paling besar terjadi pada minggu II.

Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori degradasi *delay* sangat bagus jika <150 ms, bagus jika 150 ms s/d 300 ms, sedang jika 300 ms s/d 450 ms dan kategori jelek jika >450 ms. Tabel hasil *delay* siang hari di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil *Delay* Siang Hari di Kecamatan Tembalang

Minggu	Response Time (ms)			TIPHON
	Min	Max	Avg	
Minggu I	390	996	488	Jelek
Minggu II	403	997	499	Jelek
Minggu III	364	997	452	Jelek
Minggu IV	355	993	450	Sedang

Tabel 9 menunjukan hasil rekapitulasi pengukuran *delay* siang hari dalam hitungan bulan. Berdasarkan rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *delay* siang hari minggu I, II dan minggu III termasuk kategori jelek karena besar nilai *delay* >450 ms. Sedangkan hasil pengukuran *delay* siang hari minggu IV termasuk kategori sedang karena besar nilai *delay* antara 300 ms s/d 450 ms. Tabel hasil *delay* sore hari di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil *Delay* Sore Hari di Kecamatan Tembalang

Minggu	Response Time (ms)			TIPHON
	Min	Max	Avg	
Minggu I	389	1000	504	Jelek
Minggu II	390	998	494	Jelek
Minggu III	338	999	484	Jelek
Minggu IV	385	1000	496	Jelek

Berdasarkan tabel rekapitulasi bulanan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *delay* sore hari termasuk kategori jelek karena besar nilai *delay* >450 ms.

Berdasarkan hasil pengukuran QoS HSDPA dengan *server* lokal (Indonesia) dilakukan pada minggu IV yakni mulai tanggal 20 September 2015 sampai dengan 26 September 2015. Sedangkan penelitian QoS dengan *server* luar (Polandia) dilakukan pada minggu IV yakni mulai tanggal 31 Mei 2015 sampai dengan 6 Juni 2015 di Kecamatan Tembalang Kota Semarang.

Berdasarkan teori, HSDPA mendukung kecepatan *downlink* sebesar 1.8 Mbps, 3.6 Mbps, 7.2 Mbps dan 14.4 Mbps. Tabel hasil *bandwidth* minggu IV di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil *Bandwidth* Minggu IV di Kecamatan Tembalang

Minggu	Bandwidth (kbps)	
	Siang	Sore
***Server* Lokal (Indonesia)**		
Minggu IV	2476	1925
***Server* Luar (Polandia)**		
Minggu IV	2381	1531

Tabel 4.11 menunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *bandwidth* dalam hitungan minggu. Berdasarkan teori tersebut dan rekapitulasi minggu IV yang ada diperoleh hasil pengukuran *bandwidth server* lokal pada siang dan sore hari sudah mendukung kecepatan *downlink* HSDPA, yakni sebesar 2.4 Mbps untuk siang hari dan 1.9 Mbps untuk sore hari.

Hasil pengukuran *bandwidth server* luar yang didapat pada siang hari untuk minggu IV sudah mendukung kecepatan *downlink* HSDPA karena besar nilai *bandwidth* adalah 2.3

Mbps. Sedangkan hasil pengukuran *bandwidth* pada sore hari belum mendukung kecepatan *downlink* HSDPA karena besar nilai *bandwidth* adalah 1.49 Mbps.

Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori *throughput* terbaik jika >2.1 Mbps, lebih baik jika 1200 kbps-2.1 Mbps, baik jika 700-1200 kbps, cukup baik jika 338-700 kbps dan kategori buruk jika 0-338 kbps. Tabel hasil *throughput* minggu IVdi Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil *Throughput* Minggu IV di Kecamatan Tembalang

Waktu	Rata-rata *Throughput* (bps)	Rata-rata *Throughput* (kbps)	TIPHON
***Server* Lokal (Indonesia)**			
Siang	2535366	2476	Terbaik
Sore	1960767	1915	Lebih Baik
***Server* Luar (Polandia)**			
Siang	2437833.9	2381	Terbaik
Sore	156819.56	1531	Lebih Baik

Tabel 4.12 menunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *throughput* siang dan sore hari dalam hitungan minggu. Berdasarkan rekapitulasi mingguan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *throughput server* lokal dan luar pada siang hari minggu IV termasuk kategori terbaik karena besar nilai *throughput* >2.1 Mbps. Sedangkan hasil pengukuran *throughput server* lokal dan luar pada sore hari minggu IV termasuk kategori lebih baik karena besar nilai *throughput* antara 1200 kbps sampai 2.1 Mbps.

Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori degradasi *packet loss* sangat bagus jika 0-2%, bagus jika 3-14%, sedang jika 15-24% dan kategori jelek jika >25%. Tabel hasil *packet loss* minggu IV di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil *Packet Loss* Minggu IV di Kecamatan Tembalang

Waktu	Packets			TIPHON
	Sent	Lost	%Lost	
***Server* Lokal (Indonesia)**				
Siang	10777	786	7	Bagus
Sore	10765	1294	12	Bagus
***Server* Luar (Polandia)**				
Siang	10783	556	5	Bagus
Sore	10816	1037	10	Bagus

Tabel 4.13 menunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *packet loss* siang dan sore hari dalam hitungan minggu. Berdasarkan rekapitulasi mingguan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *throughput server* lokal dan luar pada siang dan sore hari minggu IV termasuk kategori bagus karena besar nilai *packet loss* antara 3% sampai 14%.

Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori degradasi *delay* sangat bagus jika <150 ms, bagus jika 150 ms s/d 300 ms, sedang jika 300 ms s/d 450 ms dan kategori jelek jika >450 ms. Tabel hasil *delay* minggu IV di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil *Delay* Minggu IV di Kecamatan Tembalang

Waktu	Response Time (ms)			TIPHON
	Min	Max	Avg	
***Server* Lokal (Indonesia)**				
Siang	113	999	214	Bagus
Sore	111	999	215	Bagus
***Server* Luar (Polandia)**				
Siang	355	993	450	Sedang
Sore	385	1000	496	Jelek

Tabel 4.14 menunjukkan hasil rekapitulasi pengukuran *throughput* siang dan sore hari dalam hitungan minggu. Berdasarkan rekapitulasi mingguan tersebut, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *delay server* lokal pada siang dan sore hari minggu IV termasuk kategori bagus karena besar nilai *delay* antara 150 ms s/d 300 ms. Hasil pengukuran *delay server* luar pada siang hari minggu IV termasuk kategori sedang karena besar nilai *delay* antara 300 ms s/d 450 ms. Sedangkan pada sore hari minggu IV termasuk kategori jelek karena besar nilai *delay* >450 ms.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan *report* harian dari tanggal 10-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 diperoleh kecenderungan trafik *bandwidth* dan *throughput* yang paling besar terjadi pada siang hari dan paling kecil pada sore hari. Sedangkan trafik *packet loss* dan *delay* yang paling kecil terjadi pada siang hari dan paling besar pada sore hari.
2. Berdasarkan *report* mingguan dari tanggal 10-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 diperoleh kecenderungan trafik *bandwidth* dan *throughput* yang paling tinggi terjadi pada hari Sabtu dan paling rendah pada hari Selasa. Sedangkan trafik *packet loss* dan *delay* yang paling rendah terjadi pada hari Sabtu, hari Minggu dan paling tinggi pada hari Selasa.
3. Berdasarkan *report* bulanan dari tanggal 10-05-2015 sampai dengan 06-06-2015 diperoleh kecenderungan trafik *bandwidth* dan *throughput* yang paling besar terjadi pada minggu III dan paling kecil pada minggu I. Sedangkan trafik *packet loss* dan *delay* yang paling kecil terjadi pada minggu III, IV dan paling besar pada minggu II.
4. Berdasarkan teori, HSDPA mendukung kecepatan *downlink* sebesar 1.8 Mbps, 3.6 Mbps, 7.2 Mbps dan 14.4 Mbps. Berdasarkan teori tersebut dan rekapitulasi bulanan yang ada diperoleh kecenderungan hasil pengukuran *bandwidth* sudah mendukung kecepatan *downlink* HSDPA, yaitu sebesar 1.8 Mbps sampai dengan 2.5 Mbps.
5. Berdasarkan teori tersebut dan rekapitulasi minggu IV diperoleh kecenderungan hasil pengukuran *bandwidth server* lokal dan luar sudah mendukung kecepatan *downlink* HSDPA, yaitu sebesar 1.8 Mbps sampai dengan 2.2 Mbps untuk *server* lokal dan 1.8 Mbps sampai dengan 1.9 Mbps untuk *server* luar.
6. Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori *throughput* terbaik jika >2.1 Mbps, lebih baik jika 1200 kbps-2.1 Mbps, baik jika 700-1200 kbps, cukup baik jika 338-700 kbps dan kategori buruk jika 0-338 kbps. Berdasarkan standarisasi tersebut dan rekapitulasi bulanan yang ada diperoleh kecenderungan hasil pengukuran *throughput* termasuk kategori lebih baik karena besar nilai *throughput* antara 1200 kbps-2.1 Mbps.
7. Berdasarkan standarisasi tersebut dan rekapitulasi Minggu IV diperoleh kecenderungan hasil pengukuran *throughput server* lokal termasuk kategori terbaik karena besar nilai *throughput* >2.1 Mbps. Sedangkan hasil pengukuran *throughput server* luar termasuk kategori lebih baik karena besar nilai *throughput* antara 1200 kbps sampai 2.1 Mbps.
8. Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori degradasi *packet loss* sangat bagus jika 0-2%, bagus jika 3-14%, sedang jika 15-24% dan kategori jelek jika >25%. Berdasarkan standarisasi tersebut dan rekapitulasi bulanan yang ada diperoleh kecenderungan hasil pengukuran *packet loss* termasuk kategori bagus karena besar nilai *packet loss* antara 3% sampai 14%.

9. Berdasarkan standarisasi tersebut dan rekapitulasi minggu IV diperoleh kecenderungan hasil pengukuran *packet loss server* lokal dan luar termasuk kategori bagus karena besar nilai *packet loss* antara 3% sampai 14%.
10. Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori degradasi *delay* sangat bagus jika <150 ms, bagus jika 150 ms s/d 300 ms, sedang jika 300 ms s/d 450 ms dan kategori jelek jika >450 ms. Berdasarkan teori tersebut dan rekapitulasi bulanan yang ada diperoleh kecenderungan hasil pengukuran *delay* termasuk kategori jelek karena besar nilai *delay* >450 ms.
11. Berdasarkan teori tersebut dan rekapitulasi minggu IV diperoleh kecenderungan hasil pengukuran *delay server* lokal termasuk kategori bagus karena besar nilai *delay* antara 150 ms s/d 300 ms. Sedangkan hasil pengukuran *delay server* luar termasuk kategori jelek karena besar nilai *delay* >450 ms.

Terdapat beberapa saran dari hasil penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian seharusnya menggunakan ID BTS, lokasi yang sama dan variasi jarak untuk mengukur pengaruh jarak agar hasil penelitian tentang analisis QoS jaringan telekomunikasi HSDPA pada teknologi 3.5G menjadi lebih akurat.
2. *Mean Opinion Source* dan *Post Dial Delay* dapat digunakan sebagai parameter QoS lain agar penelitian tentang analisis QoS jaringan telekomunikasi HSDPA pada teknologi 3.5G menjadi lebih akurat.
3. Pengamatan terhadap faktor pendukung dan penghambat dalam analisis QoS jaringan telekomunikasi HSDPA dapat dilakukan agar penyebab kualitas jaringan HSDPA bagus dan jelek dapat diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Akhmadi, Mukhlisin Ali, *Perencaan Jaringan HSDPA Outdoor pada Daerah Urban Menggunakan Aplikasi GENEX U-Net*, Makalah Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang, 2011.

[2] Astriana, Ayu Ananda, *Analisis Pengaruh Rain Fading Terhadap Kualitas Layanan High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) pada Penggunaan Video Conference*, Publikasi Jurnal Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya Malang, 2013.

[3] Budianto, Bambang, *Analisis Pengaruh Interferensi Terhadap Kapasitas Sel Pada Sistem WCDMA*, Skripsi Program Studi Teknik Elektro, Universitas Indonesia Depok, 2009.

[4] Ginano, Marvan, *Analisa Performa Kualitas Jaringan VSAT Mobil Pusat Layanan Internet Kecamatan Selawesi Utara*, E-journal Teknik Elektro dan Komputer, UNSRAT Manado, 2015.

[5] Holma, Harri., Toskala, Antti., *HSDPA/HSUPA for UMTS : High Speed Radio Access for Mobile Communications*, John Wiley & Sons, Ltd, England, 2006.

[6] Irawan, Andika, *Analisis Teknis Kualitas Layanan Jaringan Internet Berbasis HSDPA Indosat IM2 Wilayah Maguwoharjo Depok Sleman*, Naskah Publikasi Jurusan Teknik Infomatika, AMIKOM Yogyakarta, 2001.

[7] Irhamsyah, Muhammad., Febriani, Putri Rizky., *Studi Perbandingan HSDPA pada Telkomsel Flash dan IndosatM2 di Kota Banda Aceh*, Jurnal Rekayasa Elektrika – Vol. 9, No. 2, Oktober, 2010.

[8] Moleong, Lexy J., *Metodologi Penelitian Kualitatif,* Remaja Rosdakarya, Bandung, 2007.

[9] Oktaviani, *Perkembangan Teknologi Komunikasi,* Jurnal Universitas Gunadarma, 2009.

[10] Peraturan Walikota Semarang No. 18 tentang Rencana Kerja Pembangunan Daerah (RKPD) Kota Semarang Tahun 2015.

[11] Permana, Fanny Nurindra., Affandi, Achmad., Rahardjo, Djoko Suprajitno., *Analisa Kinerja MPEG-4 Video Streaming pada Jaringan HSDPA*, Jurnal Teknik POMITS – Vol.1, No.1, hal 1-6, 2012.

[12] Santoso, Gatot, *Teknik Telekomunikasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.

[13] Sasmita, Wahyu Patrya, *Analisis Quality of Service (QoS) pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura)*, Jurnal Program Studi Teknik Informatika Universitas Tanjungpura Pontianak – Vol.1, No.1, 2013.

[14] Simanjuntak, Mei Fenny Wati, *Konfigurasi Core Network pada 3G di PT. Indosat Tbk. Region North Sumatera*, Makalah Kerja Praktek Program Studi Sistem Komputer, Universitas Diponegoro Semarang, 2014.

[15] Sitepu, Elva Apulina, *Analisa Performansi High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) pada Node B ITB*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Telekomunikasi, Institiut Teknologi Telekomunikasi Bandung, 2010.

[16] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D,* Cetakan ke VIII November 2009, Alfabeta, Bandung.

[17] Stiawansyah, Agus, *Analisa Kinerja Jaringan Pusat Internet Pedesaan Berbasis VSAT di Kabupaten Muara Enim*, Skripsi Program Studi Teknik Informatika, Universitas Bina Darma Palembang, 2012.

[18] Susandi, Herman., Pinem, Maksum., *Analisis Kualitas Layanan Data pada Jaringan Telekomunikasi Berbasis CDMA EVDO Rev.A*, SINGUDA ENSIKOM – Vol.6, No.2, 2014.

[19] Tiphon, *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) General Aspects of Quality of Service (QoS)*, DTR/ TIPHON-05006, 1999.

[20] Yonathan, Bryan., Bandung, Yoanes., Langi, Armein Z.R., *Analisis Kualitas Layanan (QoS) Audio-Video Layanan Kelas Virtual di Jaringan Digital Learning Pedesaan*, Konferensi Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia, Bandung, 2011.