

Analisis Kinerja Sinkronisasi *Learning Management System* (LMS) Perguruan Tinggi Pada Jaringan Publik

Ely Suwaibatul Aslamiyah

Institute Agama Islam Uluwiyah Mojokerto

Email: ely_s_a@yahoo.com

ABSTRAK

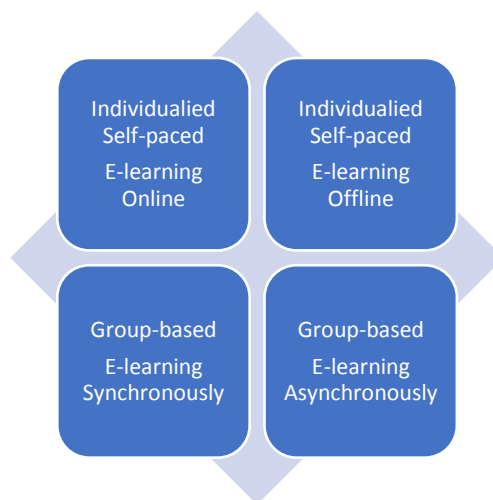
E-learning secara umum diidentikkan dengan penerapan teknologi informasi dan komunikasi pada suatu jaringan (*network*) untuk mendukung proses belajar dan mengajar. Penelitian sebelumnya, mensinkronisasi LMS server dan LMS client secara uni-direksional (satu arah). Dalam suatu proses sinkronisasi yang melibatkan 2 LMS, perlu diketahui bagaimana kinerja aplikasi sinkronisasi LMS uni-direksional pada jaringan publik. Proses sinkronisasi yang diteliti adalah sinkronisasi dengan 3 jalur komunikasi yaitu memakai jaringan ADSL, jaringan HSDPA dan jaringan GPRS, dengan memakai besaran data 1 MB, 5 MB, 10 MB, 20 MB dan 50 MB. Fakta-fakta yang didapat antara lain proses sinkronisasi berjalan paling baik pada jaringan ADSL dengan rata-rata *throughput* yang didapat pada jaringan ADSL adalah 832 kbps, mendekati bandwidth jaringan yang mencapai 1 Mbps. Pada jaringan HSDPA *throughput* yang didapat rendah meskipun masih jauh lebih besar dari jaringan GPRS, mengingat *bandwidth* dari jaringan HSDPA yang cukup besar. Pada jaringan GPRS, ternyata menghasilkan prosentase *packetloss* terkecil yaitu rata-rata 0,0000035 % dibanding dengan jaringan HSDPA dan jaringan ADSL yang memberikan *throughput* dan durasi sinkronisasi yang lebih baik. Durasi sinkronisasi yang paling singkat didapat ketika proses sinkronisasi dijalankan pada jaringan ADSL, disusul jaringan HSDPA dan jaringan GPRS. Sinkronisasi dengan ukuran data yang besar masih rentan mengalami masalah.

Kata Kunci: *Learning Management System*, Sinkronisasi Uni-direksional, moodle, ADSL, GPRS, HSDPA

1. PENDAHULUAN

E-learning secara umum diidentikkan dengan penerapan teknologi informasi dan komunikasi pada suatu jaringan (*network*) untuk mendukung proses belajar dan mengajar. Banyak istilah yang digunakan di lingkup ini antara lain *online learning*, *virtual learning*, *distributed learning*, *network learning* and *web based learning*. Secara fundamental, istilah-istilah diatas mengacu pada proses pembelajaran yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi sebagai media pembelajaran baik secara *synchronous* maupun *asynchronous* (Naidu, Som 2006). Sedangkan istilah *e-learning* sendiri memiliki arti yang lebih luas *online learning*, *virtual learning*, *distributed learning*, *network learning* and *web based*

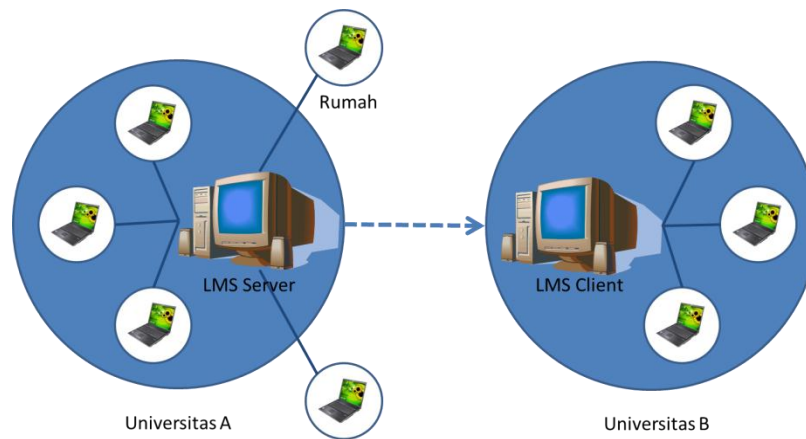
learning. Dengan adanya huruf ‘e’ pada *e-learning* yang merupakan kependekan dari ‘*electronic*’, *e-learning* mencakup semua aktivitas pendidikan/pembelajaran secara individu maupun kelompok secara *online* maupun *offline*, secara *synchronous* maupun *asynchronous* melalui komputer *stand alone*, jaringan komputer maupun peralatan elektronik lainnya.



Gambar 1.1 Ruang lingkup *e-learning*

Learning Management System (LMS) adalah sistem yang mendukung implementasi pembelajaran elektronik (*e-learning*), yang memberikan fungsi pengelolaan proses pembelajaran (Usagawa dkk 2009). LMS menyediakan materi pembelajaran, instruksi-instruksi proses belajar yang dilakukan oleh siswa, materi evaluasi, dan penampilan hasil proses belajar. Untuk interaksi file database dalam LMS telah dikembangkan dalam SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*). Pengembangan aplikasi LMS dilakukan oleh beberapa kelompok baik profesional maupun komunitas *open source* (misal: Moodle). Sebuah LMS berbasis Moodle telah didukung oleh *Content Management System* (CMS) yang memungkinkan pengguna untuk berbagi konteks mikro untuk mengembangkan materi kuliah.

Penelitian sebelumnya, mensinkronisasi LMS *server* dan LMS *client* secara *unidireksional* (satu arah). LMS *server* merupakan LMS berbasis *moodle* sedangkan LMS *client* juga berupa LMS *moodle* (Usagawa dkk 2009).



Gambar 1.2. Sinkronisasi uni-direksional berbasis *LMS moodle*

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui kinerja proses sinkronisasi ketika diimplementasi pada *production phase* akan berhadapan dengan tantangan dan kendala baik faktor teknis maupun non teknis. Kemampuan aplikasi sinkronisasi pada berbagai jaringan perlu diuji terlebih dahulu dan dianalisa untuk mendapatkan data dan fakta yang dapat dipergunakan dalam penyempurnaan aplikasi sinkronisasi pada masa mendatang.

Perumusan masalah atau research questions atau disebut juga sebagai research problem, diartikan sebagai suatu rumusan yang mempertanyakan suatu fenomena, baik dalam kedudukannya sebagai fenomena mandiri, maupun dalam kedudukannya sebagai fenomena yang saling terkait di antara fenomena yang satu dengan yang lainnya, baik sebagai penyebab maupun sebagai akibat. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, permasalahan yang akan diselesaikan dalam ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja aplikasi sinkronisasi LMS uni-direksional pada jaringan publik.
2. Apa pengaruh ukuran data yang disinkronisasi terhadap kinerja aplikasi sinkronisasi LMS uni-direksional.
3. Permasalahan apa saja yang ditemui ketika implementasi aplikasi sinkronisasi pada jaringan publik dan bagaimana solusinya.

Penelitian kinerja difokuskan pada performansi jaringan dan analisa paket. Jaringan yang digunakan untuk menguji performa aplikasi sinkronisasi adalah jaringan ADSL, jaringan HSDPA dan jaringan GPRS. Tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut :

- a. Referensi Data
 - Mencari data-data yang terkait dalam pengukuran unjuk kerja sinkronisasi LMS melalui jaringan, antara lain metode pengukuran performansi jaringan dan analisa paket.
- b. Perancangan dan Implementasi Sistem
 - Merencanakan topologi jaringan yang akan digunakan kemudian mengimplementasikannya. Termasuk instalasi sistem operasi (ubuntu

10.04), aplikasi sinkronisasi dan perangkat lunak pendukung (moodle, mySQL, php, apache, python) dan perangkat lunak analisa jaringan wireshark.

c. **Analisa Performansi Jaringan Publik**

Pada bagian ini akan melakukan analisa unjuk kerja pada tiap-tiap jaringan publik pada saat digunakan untuk sinkronisasi LMS. Variabel-variabel yang menjadi poin penelitian antara lain:

- *Network Throughput*
- *Packet Loss*
- *Duration*

II. UJI COBA DAN EVALUASI

Sistem sinkronisasi yang telah dibuat, dianalisa untuk mengetahui performansi jaringannya. Pengujian dilakukan pada tiga jaringan yaitu jaringan ADSL, HSDPA dan GPRS. Analisa dilakukan berdasarkan data yang didapat dari hasil transfer data antar LMS server dan LMS client. Pengamatan yang akan diamati meliputi throughput, packet loss, dan juga pengamatan lamanya waktu dalam melakukan sinkronisasi.

2.1. Sinkronisasi Jaringan ADSL

Untuk sinkronisasi memakai jaringan ADSL, jaringan yang digunakan adalah jaringan Speedy dengan bandwidth 1 Mbps. Mengacu pada ukuran data yang akan disinkronisasi, dalam kondisi ideal maka seharusnya throughput, packet loss dan durasi yang didapat adalah sebagai berikut:

- Throughput = bandwidth = 1 Mbps
- Packet loss = 0 %
- Durasi

Bandwidth = 1 Mbps = 0,125 MBps, dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 2.1 Sinkronisasi Jaringan ADSL

File Data (MB)	Durasi (MB)	Durasi (MBps)	Durasi (s)	Durasi (detik)
1	1	0,125	8	8
5	5	0,125	40	40
10	10	0,125	80	80
20	20	0,125	160	160
50	50	0,125	400	400

Mencapai kondisi ideal 100% adalah tidak mungkin. Oleh karena itu dilakukan pengukuran throughput, packet loss dan durasi sinkronisasi dengan menggunakan perangkat lunak Wireshark.

Tahap pertama yang dilaksanakan adalah sinkronisasi course dengan ukuran materi / data 1 MB, kemudian dilanjut dengan data yang lebih besar.

Sinkronisasi dengan data ukuran 1 MB, 5 MB, 10 MB dan 20 MB berjalan lancar tanpa adanya kendala, sedangkan data dengan ukuran 50 MB data tidak tersinkronisasi. Proses sinkronisasi berjalan dan aplikasi sinkronisasi memberi laporan/report bahwa sinkronisasi telah berhasil, akan tetapi ketika proses

sinkronisasi berjalan dengan durasi sangat cepat, rata-rata 3 detik, dan LMS client tidak berubah sama sekali artinya tidak tersinkron dengan server sama sekali.

2.2. Sinkronisasi Jaringan HSDPA

Untuk sinkronisasi memakai jaringan HSDPA, jaringan yang digunakan adalah jaringan XL dengan bandwidth 3,6 Mbps. Mengacu pada ukuran data yang akan disinkronisasi, dalam kondisi ideal maka seharusnya throughput, packet loss dan durasi yang didapat adalah sebagai berikut:

- Throughput = bandwidth = 3,6 Mbps
- Packet loss = 0 %
- Durasi
Bandwidth = 1 Mbps = 0,45 MBps, maka dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 2.2 Sinkronisasi Jaringan HSDPA

File Data (MB)	Durasi (MB)	Durasi (MBps)	Durasi (s)	Durasi (detik)
1	1	0,45	2,2	2,2
5	5	0,45	11,1	11,1
10	10	0,45	22,2	22,2
20	20	0,45	44,4	44,4
50	50	0,45	111,1	111,1

Dalam kondisi ideal, durasi sinkronisasi pada jaringan HSDPA hampir 4 kali lebih cepat dari pada sinkronisasi pada jaringan ADSL, akan tetapi kondisi riilnya mungkin akan jauh berbeda.

Tahap pertama yang dilaksanakan adalah sinkronisasi course dengan ukuran materi / data 1 MB, kemudian dilanjutkan dengan data yang lebih besar.

Sama halnya dengan sinkronisasi pada jaringan ADSL, sinkronisasi dengan data ukuran 1 MB, 5 MB, 10 MB dan 20 MB berjalan lancar tanpa adanya kendala, sedangkan data dengan ukuran 50 MB data tidak tersinkronisasi. Proses sinkronisasi berjalan dan aplikasi sinkronisasi memberi laporan / report bahwa sinkronisasi telah berhasil, akan tetapi ketika proses sinkronisasi berjalan dengan durasi sangat cepat, rata-rata 3 detik, dan LMS client tidak berubah sama sekali artinya tidak tersinkron dengan server sama sekali.

2.3. Sinkronisasi Jaringan GPRS

Untuk sinkronisasi memakai jaringan GPRS, jaringan yang digunakan adalah jaringan Axis GPRS.

Tahap pertama yang dilaksanakan adalah sinkronisasi course dengan ukuran materi / data 1 MB, kemudian dilanjutkan dengan data yang lebih besar.

Permasalahan sinkronisasi pada jaringan ADSL dan HSDPA terulang pada sinkronisasi pada jaringan GPRS. Sinkronisasi dengan data ukuran 1 MB, 5 MB, 10 MB dan 20 MB berjalan lancar tanpa adanya kendala, sedangkan data dengan ukuran 50 MB data tidak tersinkronisasi. Proses sinkronisasi berjalan dan aplikasi sinkronisasi memberi laporan/report bahwa sinkronisasi telah berhasil, akan tetapi ketika proses sinkronisasi berjalan dengan durasi sangat cepat, rata-rata 3 detik, dan LMS client tidak berubah sama sekali artinya tidak tersinkron dengan server sama sekali.

2.4. Hasil dan Analisa

Mengenai hasil dan analisa pengukuran performansi jaringan pada saat proses sinkronisasi berlangsung. Mengacu pada permasalahan pada pengukuran dengan data 50 MB maka hasil pengukuran dengan data 50 MB tetap ditampilkan akan tetapi tidak dijadikan paramater perhitungan dalam analisa.

2.4.1. Throughput

Throughput adalah jumlah bit yang diterima dengan sukses perdetik melalui sebuah sistem atau media komunikasi dalam selang waktu pengamatan tertentu. Selama proses sinkronisasi, data throughput diamati dan disimpan untuk dianalisa. Hal ini dilakukan untuk tiap jaringan publik yang diteliti yaitu jaringan ADSL, jaringan HSDPA dan jaringan GPRS.

Data perhitungan throughput untuk jaringan ADSL secara lengkap disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.3. Throughput pada Jaringan ADSL

Ukuran Data (MB)	Throughput (bps)					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
1	744546.75	786798.91	1003947.12	995884.95	742003.5	854636.246
5	708243.05	475045.11	704117.18	1013946.64	776113.38	735493.072
10	798892.9	986528.85	1070712.79	1002289.09	1014708.53	974626.432
20	1050229.47	1066182.24	459403.34	654964.63	590990.4	764354.016
50	854227.89	17668.84	906647.8	958628.78	835388.08	714512.278

Dari tabel diatas dapat disimpulkan, rata-rata throughput yang didapat pada jaringan ADSL adalah 832 kbps, mendekati bandwidth jaringan yang mencapai 1 Mbps. Sehingga tiap 1 Megabyte data akan membutuhkan waktu 9,86 detik ketika disinkronkan memakai jaringan ADSL dengan bandwidth 1 Mbps. Hal ini didasarkan pada perhitungan berikut:

$$\text{throughput (bps)} = \frac{\text{data yang ditransfer (bit)}}{\text{waktu sinkronisasi (s)}} \quad (2.1)$$

$$\text{waktu sinkronisasi (s)} = \frac{\text{data yang ditransfer (bit)}}{\text{throughput } \left(\frac{\text{bit}}{\text{s}}\right)} \quad (2.2)$$

$$\text{waktu sinkronisasi (s)} = \frac{1024 \text{ (KB)} \times 8}{832 \text{ Kbps}} = 9,85 \text{ detik} \quad (2.3)$$

Pada jaringan HSDPA, data perhitungan throughput secara lengkap disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.4. Throughput pada Jaringan HSDPA

Ukuran Data (MB)	Throughput (bps)					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
1	468544.76	420757.11	395202.24	602540.36	523386.31	482086.156
5	724514.1	609485.9	644787.07	437681.64	786830.56	640659.854
10	761536.91	881489.79	578523.12	801203.77	561555.88	716861.894
20	24128.48	24494.99	10554.55	15047.47	13577.70	17560.639
50	2080.84	335.52	1670.67	8169.14	7908.97	4033.028

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa rata-rata throughput yang didapat adalah 464 kbps, jauh dari bandwidth jaringan yang mencapai 3,6 Mbps. Hal ini disebabkan karena sinyal yang didapat pada waktu pengukuran hanya berkisar 20 %. Sehingga tiap 1 Megabyte data akan membutuhkan waktu 17,65 detik ketika disinkronkan memakai jaringan HSDPA dengan bandwidth 3,6 Mbps. Hal ini didasarkan pada perhitungan berikut:

$$\text{throughput (bps)} = \frac{\text{data yang ditransfer (bit)}}{\text{waktu sinkronisasi (s)}} \quad (2.4)$$

$$\text{waktu sinkronisasi (s)} = \frac{\text{data yang ditransfer (bit)}}{\text{throughput } (\frac{\text{bit}}{\text{s}})} \quad (2.5)$$

$$\text{waktu sinkronisasi (s)} = \frac{1024 \text{ (KB)} \times 8}{464 \text{ Kbps}} = 17,65 \text{ detik} \quad (2.6)$$

Pada jaringan GPRS, data perhitungan throughput secara lengkap disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.5. Throughput pada Jaringan GPRS

Ukuran Data (MB)	Throughput (bps)					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
1	128562.09	115220.62	97871.7	126398.34	149586.85	123527.92
5	148656.62	154766.49	136687.12	170547.24	144537.63	151039.02
10	159232.94	159873.6	188640.53	208036.79	209834.13	185123.598
20	204815.28	218206.14	226178.44	201297.46	197489.36	209597.336
50	1676.18	1736.16	1518.26	1450.51	1543.18	1584.858

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa rata-rata throughput yang didapat adalah 167 kbps. Sehingga tiap 1 Megabyte data akan membutuhkan waktu 49,05 detik ketika disinkronkan memakai jaringan GPRS. Hal ini didasarkan pada perhitungan berikut:

$$\text{throughput (bps)} = \frac{\text{data yang ditransfer (bit)}}{\text{waktu sinkronisasi (s)}} \quad (2.7)$$

$$\text{waktu sinkronisasi (s)} = \frac{\text{data yang ditransfer (bit)}}{\text{throughput } (\frac{\text{bit}}{\text{s}})} \quad (2.8)$$

$$\text{waktu sinkronisasi (s)} = \frac{1024 \text{ (KB)} \times 8}{167 \text{ Kbps}} = 49,05 \text{ detik} \quad (2.9)$$

2.4.2. Packet Loss

Packet loss didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket IP mencapai tujuannya. Di dalam implementasi jaringan IP, nilai *packet loss* ini diharapkan mempunyai nilai yang minimum.

Pada jaringan ADSL, data perhitungan packet loss secara lengkap disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.6. Packet Loss pada Jaringan ADSL

Ukuran Data (MB)	Packet Loss (%)					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
1	0.0000474	0.0000473	0.0000004	0.0001275	0.0000894	0.0000624
5	0.0000138	0.0000107	0.0000015	0.0000178	0.0000115	0.0000110
10	0.0000068	0.0000127	0.0000019	0.0000097	0.0000031	0.0000068
20	0.0000055	0.0000001	0.0000024	0.0000009	0.0000003	0.0000018
50	0.0001069	0.0030374	0.0001852	0.0001397	0.0001285	0.0007195

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa paket yang hilang selama sinkronisasi berkisar rata-rata 0,0000205 %, nilai ini sangat kecil sehingga bisa dikatakan paket yang hilang adalah minimal. Paket yang hilang selama sinkronisasi juga semakin kecil dengan meningkatnya ukuran file, hal ini dikarenakan dengan ukuran file yang semakin besar maka nilai pembagi prosentase dari packet loss juga semakin besar sehingga nilai packet loss akan semakin kecil. Terkecuali untuk data dengan ukuran 50 MB memiliki packet loss yang besar dikarenakan proses sinkronisasi dengan data ukuran tersebut masih mengalami masalah yang akan di bahas pada subbab permasalahan sinkronisasi dibawah.

Pada jaringan HSDPA, data perhitungan packet loss secara lengkap disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.7. Packet Loss pada Jaringan HSDPA

Ukuran Data (MB)	Packet Loss (%)					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
1	0.0000176	0.0000160	0.0000414	0.0000515	0.0000246	0.0000302
5	0.0000116	0.0000111	0.0000087	0.0000015	0.0000005	0.0000067
10	0.0000080	0.0000072	0.0000000	0.0000007	0.0000078	0.0000048
20	0.0000200	0.0000005	0.0000088	0.0000033	0.0000010	0.0000067
50	0.0003177	0.0005878	0.00066022	0.00466537	0.0023599	0.0017182

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa prosentase paket yang hilang sekitar 0,0000121, sangat stabil meskipun dengan sinyal yang hanya 20%. Paket yang hilang selama sinkronisasi juga semakin kecil dengan meningkatnya ukuran file, hal ini dikarenakan dengan ukuran file yang semakin besar maka nilai pembagi prosentase dari packet loss juga semakin besar sehingga nilai packet loss akan semakin kecil. Terkecuali untuk data dengan ukuran 50 MB memiliki packet loss yang besar dikarenakan proses sinkronisasi dengan data ukuran tersebut masih mengalami masalah yang akan di bahas pada subbab permasalahan sinkronisasi dibawah.

Pada jaringan GPRS, data perhitungan packet loss secara lengkap disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.8. Packet Loss pada Jaringan GPRS

Ukuran Data (MB)	Packet Loss (%)					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
1	0.0000133	0.0000189	0.0000031	0.0000026	0.0000008	0.0000077
5	0.0000011	0.0000064	0.0000023	0.0000021	0.0000008	0.0000025
10	0.0000025	0.0000003	0.0000023	0.0000005	0.0000016	0.0000014
20	0.0000024	0.0000021	0.0000023	0.0000025	0.0000002	0.0000023
50	0.0003381	0.0008446	0.0011999	0.0010866	0.0012388	0.0009416

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa prosentase paket yang hilang sebesar 0,0000035 %, sangat kecil mengingat jaringan GPRS terkenal dengan kestabilannya yang rendah. Paket yang hilang selama sinkronisasi juga semakin kecil dengan meningkatnya ukuran file, hal ini dikarenakan dengan ukuran file yang semakin besar maka nilai pembagi prosentase dari packet loss juga semakin besar sehingga nilai packet loss akan semakin kecil. Terkecuali untuk data dengan ukuran 50 MB memiliki packet loss yang besar dikarenakan proses sinkronisasi dengan data ukuran tersebut masih mengalami masalah yang akan di bahas pada subbab permasalahan sinkronisasi dibawah.

2.4.3. Durasi Sinkronisasi

Waktu sinkronisasi merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses sinkronisasi di antara master server dan slave server. Untuk melihat waktu sinkronisasi kita dapat melihatnya dari nilai *duration*. *Duration* adalah lama waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data yang terjadi hanya pada alamat-alamat tertentu. Nilai ini dapat dilihat langsung pada *Conversation* di *Wireshark* tanpa melakukan perhitungan rumus.

Pada jaringan ADSL, data perhitungan durasi secara lengkap disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.9. Durasi Sinkronisasi pada Jaringan ADSL

Ukuran Data (MB)	Durasi Sinkronisasi (s)					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
1	49.19	46.5403	36.4853	36.7691	49.35	43.66694
5	267.7254	399.175	269.3268	187.0066	244.86	273.61876
10	431.1222	349.112	321.6633	343.6224	339.4054	356.98506
20	655.6013	645.7703	1498.6702	1051.2804	1165.0224	1003.26892
50	28.1156	0.2952	26.4774	25.0416	28.7496	21.73588

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semakin besar data yang disinkronisasi maka semakin lama durasinya. Sebagai contoh, untuk data sebesar 20 MB membutuhkan waktu sekitar 16 menit. Hal ini dikarenakan dengan semakin besar data maka data sinkronisasi yang ditranfer otomatis semakin besar sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama.

Pada jaringan HSDPA, durasi yang dibutuhkan untuk sinkronisasi lebih lama dibandingkan dengan jaringan ADSL. Untuk data 10 MB membutuhkan

waktu sekitar 7,6 menit, sedangkan ketika sinkronisasi data 20 MB waktu yang dibutuhkan sangat lama yaitu 182 menit atau sekitar 3 jam. Data perhitungan packet loss secara lengkap disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.10. Durasi Sinkronisasi pada Jaringan HSDPA

Ukuran Data (MB)	Durasi Sinkronisasi (s)					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
1	80.816	90.1876	94.529	61.7837	71.3748	79.73822
5	274.2591	321.0527	306.1695	445.2652	250.0224	319.35378
10	472.8495	405.1567	615.1996	442.6183	352.3617	457.63716
20	7157.4772	7050.148	16361.6176	11477.2736	12719.0432	10953.11193
50	3.0334	18.8127	3.7781	0.7727	0.7981	5.439

Pada jaringan GPRS, data perhitungan packet loss secara lengkap disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.11. Durasi Sinkronisasi pada Jaringan GPRS

Ukuran Data (MB)	Durasi Sinkronisasi (s)					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
1	247.0789	327.413	379.4375	296.5849	250.1084	300.12454
5	1297.1109	1252.2188	1442.2223	1153.5086	1348.4397	1298.70006
10	2218.8627	2207.2712	1890.6583	1700.728	1687.8319	1941.07042
20	3402.4495	3217.2098	3347.2117	3485.8693	3597.3754	3410.02314
50	3.1691	3.0596	3.4987	3.6622	3.4422	3.36636

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa durasi yang dibutuhkan untuk sinkronisasi data 20 MB sekitar 56 menit atau hampir 1 jam. Hal ini dikarenakan dengan semakin besar data maka data sinkronisasi yang ditranfer otomatis semakin besar sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama.

2.5. Perbandingan Antar Jaringan

Dari hasil penelitian, meskipun jaringan HSDPA memiliki bandwidth terbesar yaitu 3,6 Mbps, tapi throughput yang didapat masih lebih bagus jaringan ADSL yang hanya membunyai bandwidth 1 Mbps. Pada jaringan HSDPA throughput yang didapat rata-rata sebesar 464 kbps sedangkan pada jaringan ADSL diperoleh throughput rata-rata sebesar 832 kbps. Hal ini dikarenakan besar kecil throughput pada jaringan HSDPA tergantung dari kualitas jaringan GSM yang didapat. Pada jaringan GPRS bandwidth yang didapat tidaklah terlalu besar yaitu rata-rata sebesar 167 kbps. Berikut disajikan data perbandingan rata-rata throughput pada masing-masing jaringan:

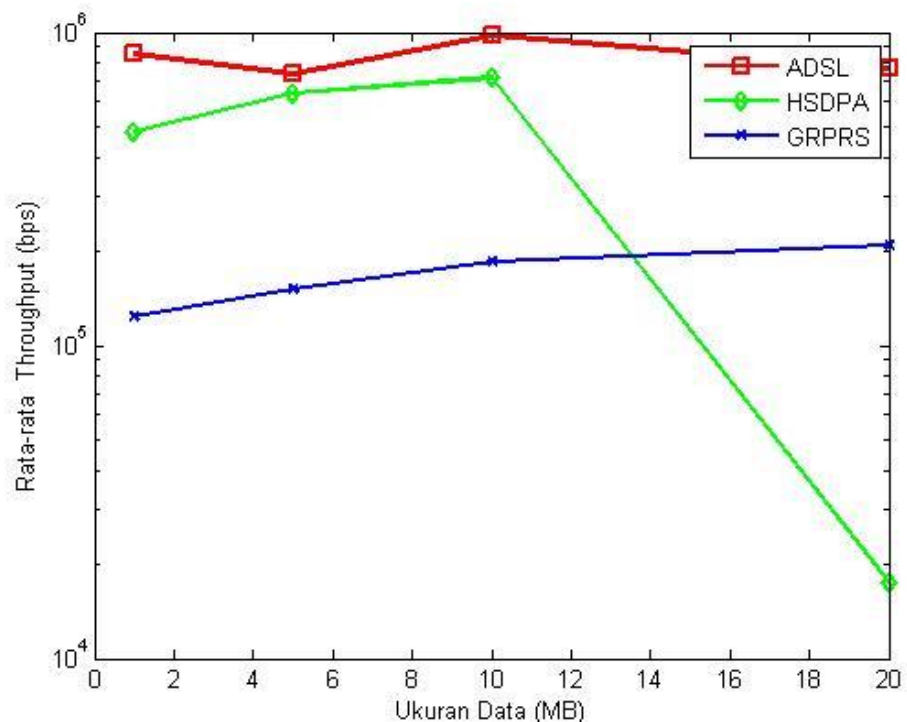
Tabel 2.12. Perbandingan Throughput

Ukuran Data (MB)	Rata-rata Throughput (bps)		
	ADSL	HSDPA	GPRS
1	854636.246	482086.156	123527.92

5	735493.072	640659.854	151039.02
10	974626.432	716861.894	185123.598
20	764354.016	17560.639	209597.336
50	714512.278	4033.028	1584.858

Dari perbandingan diatas, kinerja sinkronisasi pada jaringan ADSL lebih baik dari jaringan HSDPA maupun jaringan GPRS. Jaringan ADSL yang bekerja pada frekuensi 34 kHz – 1.104 kHz memecah data yang dikirim menjadi lebih banyak paket dibanding jaringan HSDPA yang sebagian besar tersebar pada spectrum 1.900 MHz dan 2.100 MHz namun beberapa berjalan pada 850 MHz dan jaringan GPRS. Pada jaringan HSDPA Spektrum yang lebih besar digunakan karena operator dapat menjangkau area yang lebih luas serta kemampuannya untuk refarming dan realokasi spectrum UHF.

Jika diperhatikan lebih jeli, rata-rata dengan ukuran data course yang lebih besar, throughput yang didapat juga semakin besar, baik pada jaringan ADSL, jaringan HSDPA maupun pada jaringan GPRS. Pada sinkronisasi dengan data 20 MB pada jaringan HSDPA throughput yang didapat sangat kecil yaitu sekitar 17 Kbps, hal ini menyebabkan durasi sinkronisasi menjadi sangat lama yaitu sekitar 3 jam. Pada data 50 MB throughput yang didapat mengalami penurunan drastis, hal ini akan dibahas pada subbab permasalahan sinkronisasi. Lebih jelasnya terlihat pada grafik berikut ini:



Gambar 2.1 Grafik Perbandingan Throughput

Dari penelitian didapat fakta bahwa dengan semakin besarnya data yang dikirim ternyata paket yang hilang selama proses sinkronisasi semakin kecil. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa sinkronisasi dengan data besar sekaligus lebih efektif dibandingkan jika data disinkronisasi secara terpisah. Secara

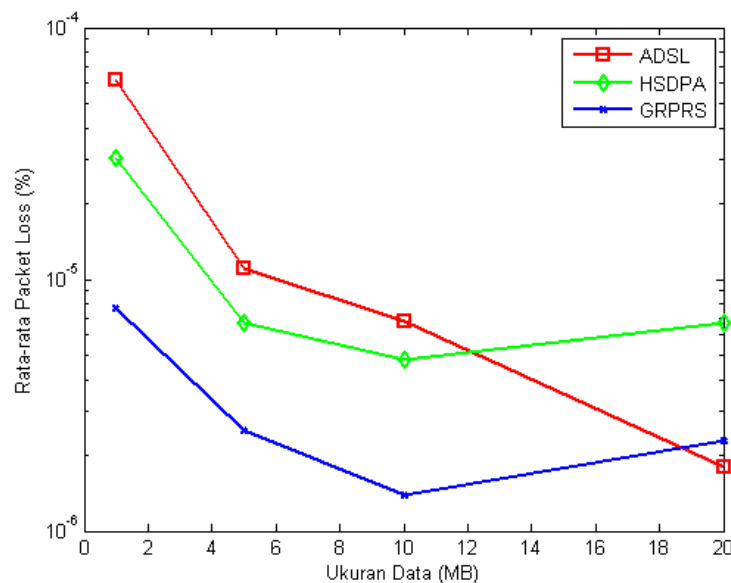
mengejutkan, paket yang hilang pada jaringan GPRS memiliki besaran yang lebih kecil dibanding pada jaringan lainnya, hal ini dimungkinkan ketika pengukuran sinyal GPRS yang didapat bagus. Berikut perbandingan prosentase paket yang hilang selama proses sinkronisasi pada masing-masing jaringan:

Tabel 2.13. Perbandingan Packet Loss

Ukuran Data (MB)	Rata-rata Packet Loss (%)		
	ADSL	HSDPA	GPRS
1	0.0000624	0.0000302	0.0000077
5	0.0000110	0.0000067	0.0000025
10	0.0000068	0.0000048	0.0000014
20	0.0000018	0.0000067	0.0000023
50	0.0007195	0.0017182	0.0009416

Analisa packet loss memberikan hasil yang sama dengan analisa throughput, hal ini terlihat dari paket yang hilang selama proses sinkronisasi yang mana semakin data course semakin besar maka paket yang hilang semakin kecil. Demikian juga pada analisa throughput dimana data course semakin besar maka throughput yang didapat juga semakin besar. Hal ini semakin memperkuat hasil analisa diatas bahwa sinkronisasi dengan data yang besar semakin efektif. Sinkronisasi dengan data 50 MB packet loss yang dihasilkan mengalami lonjakan kenaikan yang sangat signifikan, hal ini akan dibahas pada subbab permasalahan sinkronisasi.

Berikut grafik perbandingan rata-rata packet loss yang menggambarkan jumlah paket yang hilang pada masing ukuran data dan masing-masing jaringan:



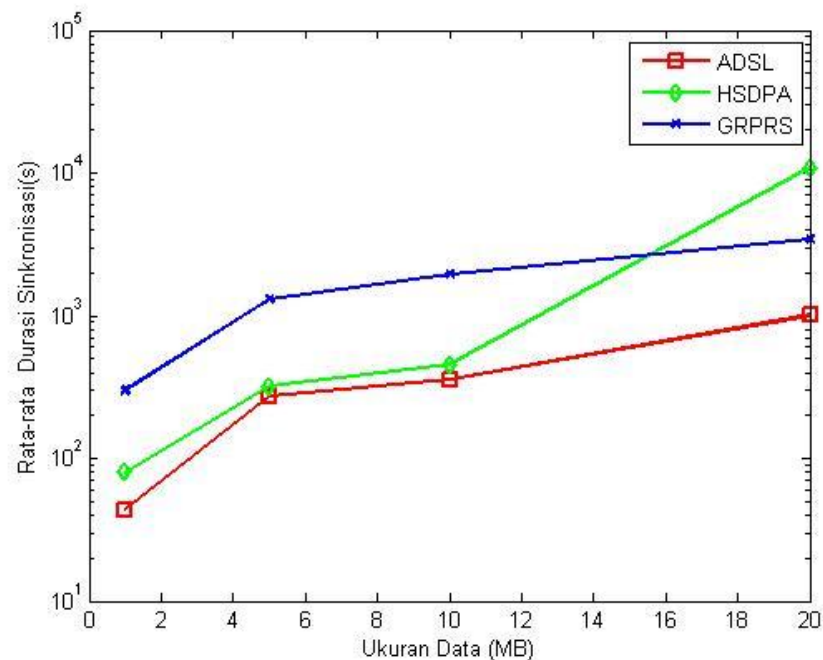
Gambar 2.2. Grafik Perbandingan Packet Loss

Parameter performansi jaringan berikutnya adalah durasi sinkronisasi. Berikut perbandingan rata-rata durasi proses sinkronisasi pada masing-masing ukuran data dan masing-masing jaringan:

Tabel 2.14. Perbandingan Durasi Sinkronisasi

Ukuran Data (MB)	Rata-rata Durasi Sinkronisasi (s)		
	ADSL	HSDPA	GPRS
1	43.66694	79.73822	300.12454
5	273.61876	319.35378	1298.70006
10	356.98506	457.63716	1941.07042
20	1003.26892	10953.11193	3410.02314
50	21.73588	5.439	3.36636

Untuk mempermudah analisa, berikut grafik dari tabel perbandingan rata-rata durasi sinkronisasi:



Gambar 2.3. Grafik Perbandingan Durasi Sinkronisasi

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa durasi sinkronisasi akan semakin lama seiring dengan ukuran data yang semakin besar. Pada sinkronisasi dengan data ukuran 50 MB, durasi yang dihasilkan sangat cepat hanya berkisar beberapa detik. Tetapi proses sinkronisasi bermasalah karena course pada client tidak tersinkron dengan yang di server.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses sinkronisasi berjalan paling baik pada jaringan ADSL dengan rata-rata *throughput* yang didapat pada jaringan ADSL adalah 832 kbps, mendekati bandwidth jaringan yang mencapai 1 Mbps. Pada jaringan HSDPA *throughput* yang didapat rendah meskipun masih jauh lebih besar dari jaringan GPRS, mengingat *bandwidth* dari jaringan HSDPA yang cukup besar.
2. Pada jaringan GPRS, ternyata menghasilkan prosentase packet loss terkecil yaitu rata-rata 0,0000035 % dibanding dengan jaringan HSDPA dan jaringan ADSL yang memberikan *throughput* dan durasi sinkronisasi yang lebih baik.
3. Durasi sinkronisasi yang paling singkat didapat ketika proses sinkronisasi dijalankan pada jaringan ADSL, disusul jaringan HSDPA dan jaringan GPRS.
4. Sinkronisasi dengan ukuran data yang besar perlu teknik yang teruji bagaimana proses menyimpan data sinkronisasi ke database sinkronisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Assaad, Mohamad. Zeglache, Djamel. (2007) *TCP Performance over UMTS-HSDPA Systems*, Auerbach Publications: Taylor & Francis Group, an informa business New York
- Blum, Richard. (2003) *Network Performance Toolkit: Using Netperf, Tcptrace, NIST Net, and SSFNet*, John Wiley & Sons, Inc. (US), Indianapolis.
- Demo, Setio E. (2003) “*Bandwidth dan throughput*” Artikel Populer IlmuKomputer.com
- Fang, Xiaoyan and Ghosal, Dipak, (2003), *Analyzing Packet Delay Across A GSM/GPRS Network*, University of California, Davis.
- Fauzi, Nurman. (2010) “Analisa Sinkronisasi *Uni-Direksional* pada *Learning Management System* pada Jaringan radio paket”. ITS. Surabaya.
- Furhate, Borko. Ahson, Syed A. (2011). *HSDPA/HSUPA taylor and Francis Group, LLC*.
- Halonen, Timo. Romero, Javier. Melero, Juan. (2003) *TarTec: GSM, GPRS and EDGE Performance, Nokia*.
- Hill, McGraw. Osborne. (2002) *Telecommunications: A Beginner's Guide* New York Chicago San Francisco Lisbon London Madrid Mexico City Milan New Delhi San Juan Seoul Singapore Sydney Toronto.
- Holma, Harri and Toskala, Antti, (2004), *WCDMA for UMTS; Radio Access for Third Generation Mobile Communications*, Jhon Wiley and Sons, Ltd, West Sussex.

- Holma, Harri. Toskala, Antti. (2006) *HSDPA/HSUPA for UMTS High Speed Radio Access for Mobile Communications, Both of Nokia Networks, Finland*.
- ITU-T Recommendation Y.1541 (2002) – Amendment 1.
- Naidu, Som, (2006), *E-Learning; A Guidebook of Principles, Procedures and Practices*, Commonwealth Educational Media Center for Asia (CEMCA), New Delhi.
- Pratama, Putra. (2010) “Implementasi Sistem Sinkronisasi *Uni-Direksional* pada *Learning Management System* melalui Jaringan GPRS dan HSDPA”. ITS. Surabaya.
- Rice, William H IV. (2006) : *Moodle, elearning Course Development “A complete guide to successful learning using moodle”*
- Sanders, Geoff. Thorens, Lionel. Reisky, Manfred. Rulik, Oliver. Deylitz, Stefan. (2003), *GPRS Networks, tfk GmbH, Germany*.
- Sanders, Chris, (2007), *Practical packet analysis : using Wireshark to solve real-world network problems*, No Starch Press, Inc, San Francisco.
- Usagawa, Tsuyoshi. Affandi, Achmad. Hidayanto, Beki Cahyo. Rumbayan, Meita. Ishimura, Toshiro. Chisaki, Yushifumi, (2009), *Dynamic Synchronization of Learning Contents among Distributed Moodle Systems*, Kumamoto University.
- Usagawa, Tsuyoshi. Chisaki, Yoshifumi. Ijtihadie y, Royyana M. Affandi, Achmad. Hidayanto, Beki Cahyo. (2010) “*Based Updates Delivery in Unidirectional Content Synchronization among Learning Management Systems Over Limited Bandwidth Environment*”, Kumamoto University.
- Wijyaningrum, Arif. (2010) “Teknik sinkronisasi *Learning Management System* server pada jaringan dengan stabilitas koneksi rendah” . ITS Surabaya.
- Yousaytoo. (2007) “LMS perusahaan dan institusi pendidikan”.
www.yousaytoo.com