

## BAB IV PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengolahan video dan simulasi jaringan, diperoleh berbagai data *output* simulasi yang dapat merepresentasikan parameter QoS yang diberikan pada masing-masing simulasi. Data-data output tersebut meliputi input *trace* matriks user *environment*, *trace video*, file *trace* pengirim, file *trace* penerima, informasi *End-to-End QoS* (*throughput*, *frame loss*, *delay* dan *jitter*) dan informasi kualitas video (PSNR dan MOS).

### 4.1 File Trace Input

Pada simulasi ini video yang diukur adalah video 'foreman\_qcif.yuv' dengan format 176x144 pixel, sesuai dengan resolusi pada telepon selular, setelah dilakukan proses *encoding* dan proses *hint*, diperoleh data tipe frame, ukuran frame, jumlah paket UDP yang dikirimkan serta waktu pengiriman, Pada data ini terdapat 400 frame, dengan *bit rate* 30fps dan durasi video 13.336 detik. Tabel 4.1 memperlihatkan 15 frame pertama dari file *trace* yang diproduksi File *trace* input ini sama pada kedua simulasi 1 SS dan 4 SS.

Tabel 4.1 File Trace Video

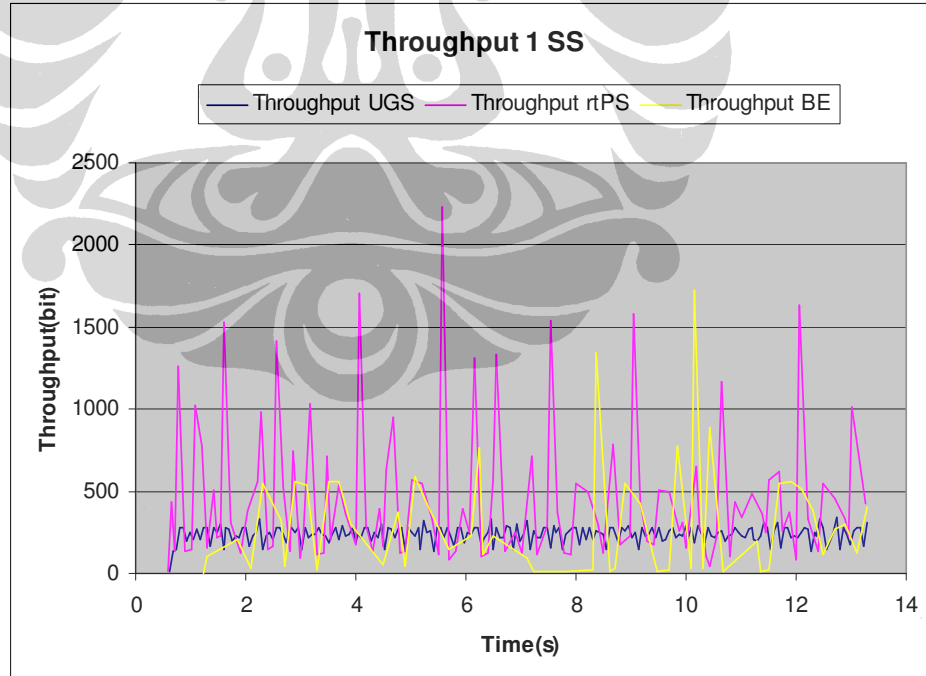
Frame Number	Frame Type	Frame Size	Number of UDP-Packets	Sender Time
1	I	6865	7	0.038
2	P	5446	6	0.134
3	B	1442	2	0.134
4	B	1453	2	0.134
5	P	5047	5	0.234
6	B	1541	2	0.234
7	B	1552	2	0.234
8	I	9966	10	0.334
9	B	1256	2	0.334
10	B	1359	2	0.334
11	P	4594	5	0.446
12	B	1164	2	0.446
13	B	663	1	0.446
14	P	2171	3	0.534
15	B	374	1	0.535
...	...	...	...	...

## 4.2 Throughput

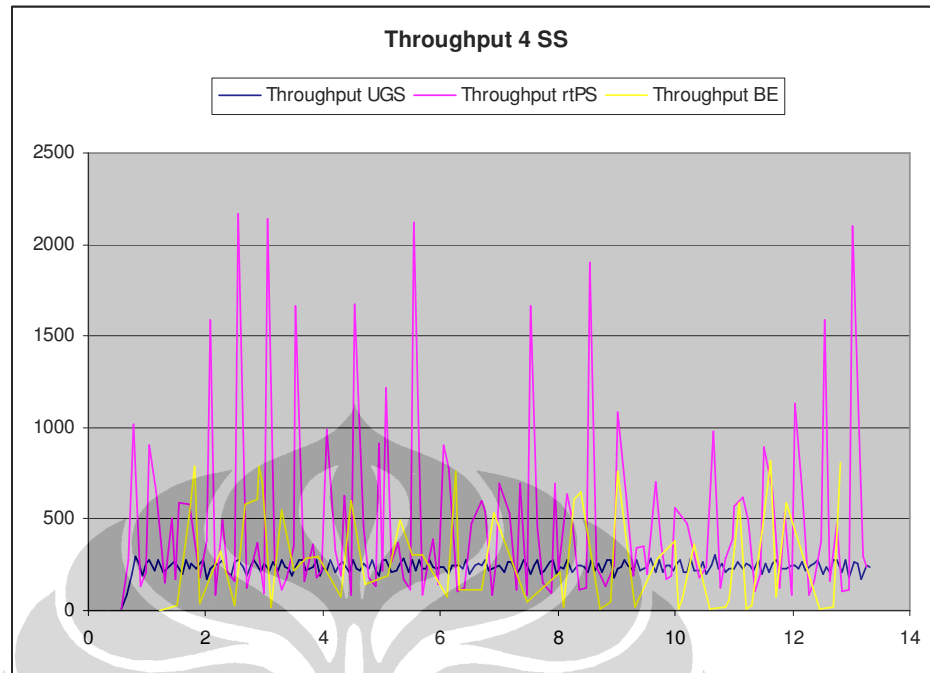
*Throughput* mencerminkan besarnya kecepatan transmisi data yang dikirimkan pada waktu tertentu. *Throughput* masing-masing *environment* memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Seperti terlihat pada Gambar 4.1 *throughput* pada UGS paling stabil dan hampir tidak pernah bernilai 0 kecuali di awalnya, nilai rata-ratanya 3509.661kbps. Sedangkan rtPS dan BE nilainya fluktuatif, dimana BE pada detik 0-1.2 dan 7.2-8.3 nilai *throughput*-nya hampir-hampir nihil, rata-rata *throughput*-nya 1211,189kbps.

Untuk rtPS, walaupun juga terlihat fluktuatif dimana terkadang nilainya tinggi sekali dan terkadang di bawah UGS, rata-rata *throughput* yang dihasilkan paling tinggi 3822.564kbps.

Pada simulasi 4 SS, hasil *throughput* tidak jauh berbeda dengan simulasi 1SS, grafik *throughput* masih menampilkan karakter masing-masing dari tiap scheduler, pada ujicoba dengan 4 SS, nilai rata rata *throughput* pada UGS tetap sama pada 3509.661kbps, sedang pada rtPS mengalami kenaikan menjadi 4502.601kbps, dan BE mengalami sedikit kenaikan menjadi 1229.134kbps



Gambar 4.1 Throughput pada Skenario SS tunggal

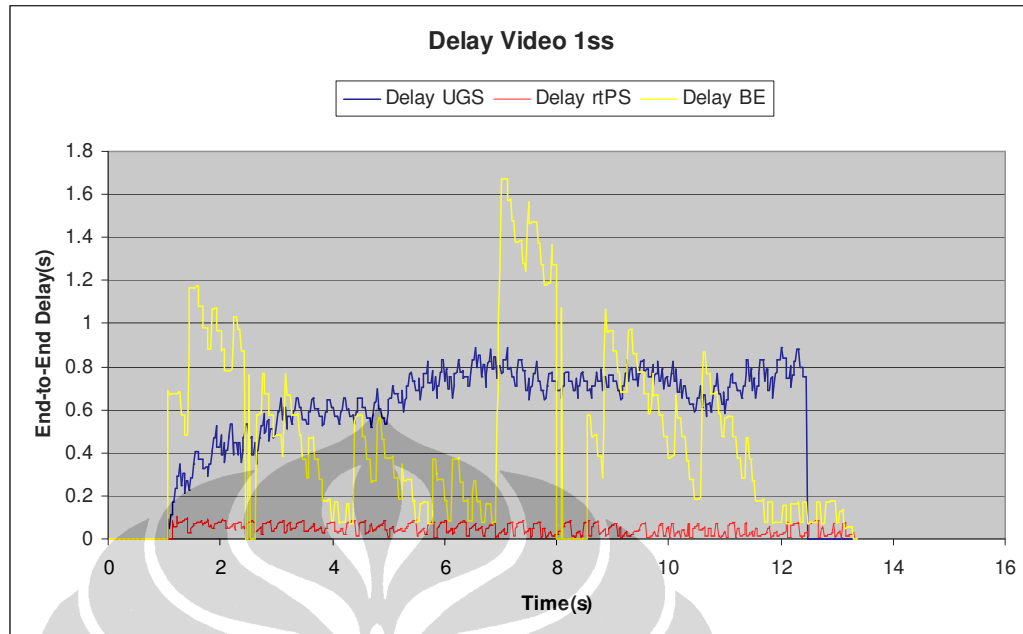


Gambar 4.2 *Throughput* pada Skenario Empat SS

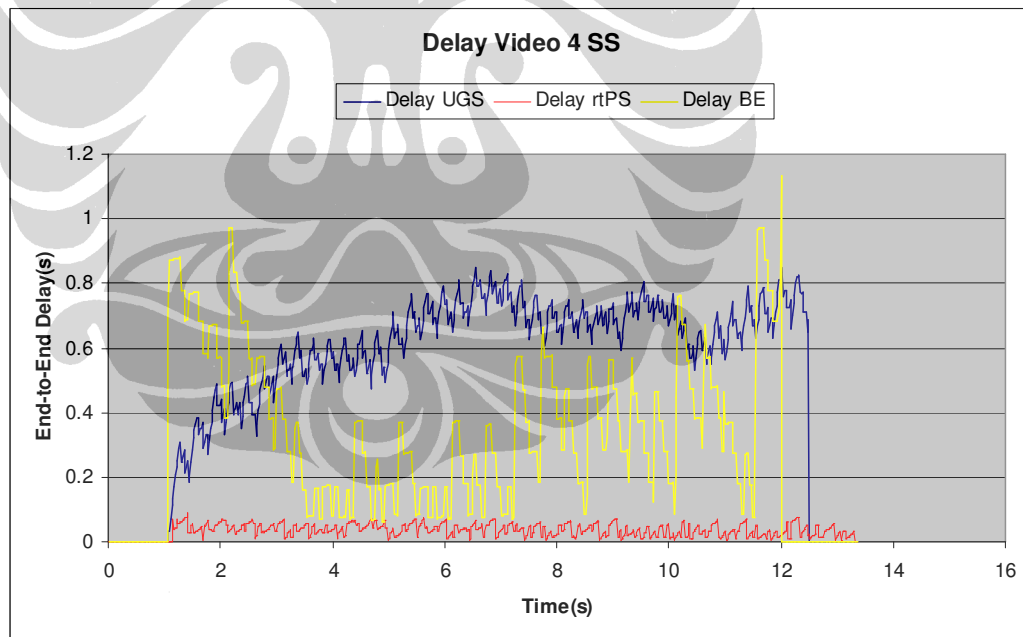
### 4.3 Delay

Perbedaan signifikan antara masing-masing QoS dapat dilihat pada parameter *end-to-end delay* ini. Pada awalnya keseluruhan QoS memiliki *delay* rendah, setelah itu nilai *delay* sesuai karakteristiknya masing-masing. Nilai *delay* pada UGS naik dan kemudian pada detik ke-4 nilainya stabil, nilai rata-ratanya keseluruhan *end-to-end delay*-nya 447.59 ms, sedangkan BE nilainya fluktuatif dengan rata-rata 451.66 ms, Pada BE, terlihat *delay* yang sangat tinggi karena terjadi banyak antrian, sehingga *error* terjadi dan mengakibatkan *packet drop*, hal ini terlihat jelas pada detik ke 1.17 hingga 2.51 serta 6,97 hingga 8.00. Buruknya *end-to-end delay* ini akan mengakibatkan penerimaan kualitas video juga memburuk. Dapat dilihat pada grafik *throughput* 4.3 pada rentang waktu dimana nilai *end-to-end delay* ini tinggi nilai *throughput*-nya sangat buruk dengan kisaran *throughput* hanya 0 hingga 94kbps.

*Delay* juga terjadi pada rtPS namun tidak terlalu menonjol, nilai *end-to-end delay* rtPS paling rendah dengan rata-rata 43.244ms yang stabil dari awal hingga akhir.



Gambar 4.3 Delay pada Skenario SS tunggal



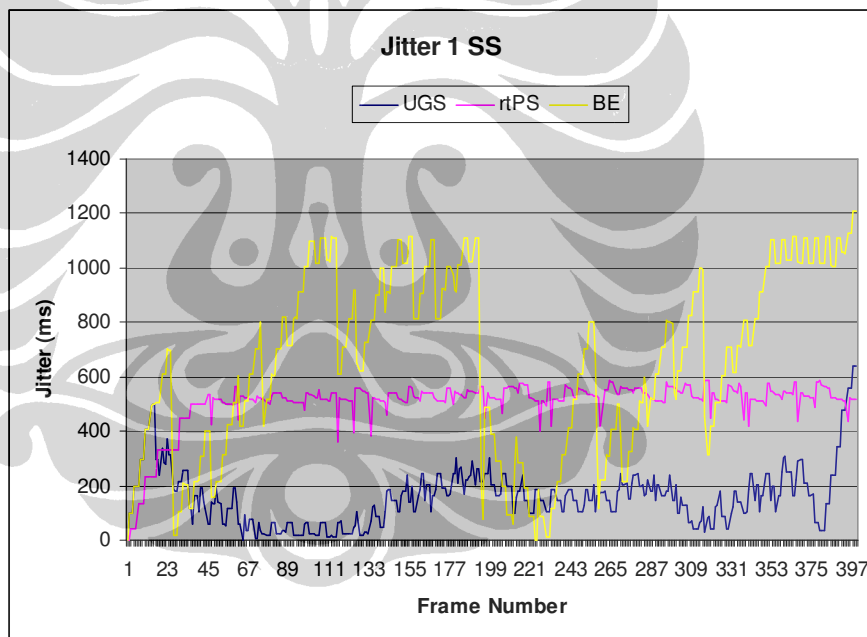
Gambar 4.4 Delay pada Skenario Empat SS

Pada simulasi 4 node yang divisualisasikan di Gambar 4.4, nilai *end-to-end delay* pada UGS dan rtPS persis sama dengan simulasi 1 SS, namun untuk BE berbeda, sebaran nilai *delay*-nya lebih fluktuatif dan menyebar dengan rata-rata

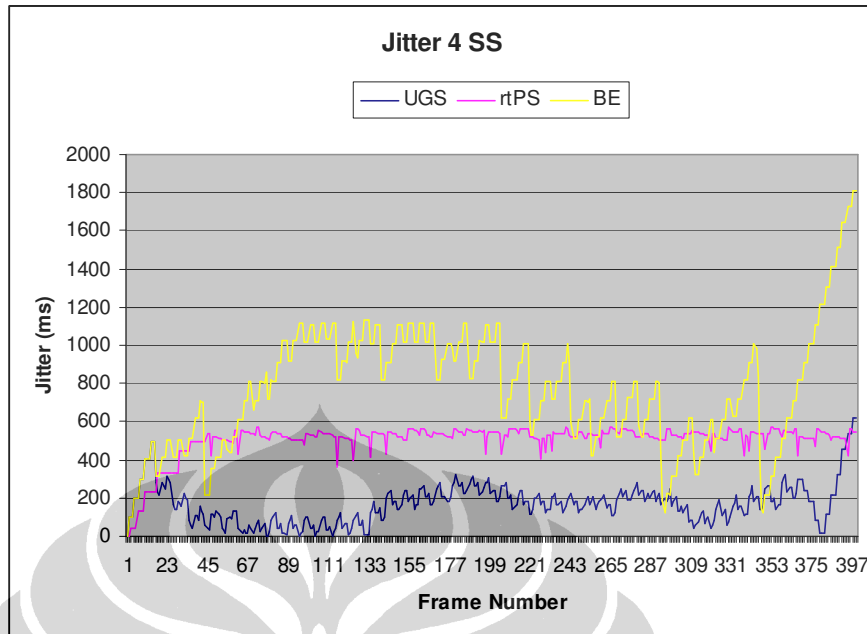
307.521ms, hal ini dikarenakan adanya *traffic node* lain sehingga trafik BE yang memiliki prioritas terendah dibanding scheduling lain mudah terpengaruh oleh perubahan *environment*.

#### 4.4 Jitter

Nilai *jitter* pada masing-masing simulasi dapat diamati pada Gambar 4.5 dan 4.6, pada skenario SS tunggal pada gambar 4.5 SS UGS memiliki nilai rata-rata *jitter* terendah, yaitu 157.577ms. Kemudian SS rtPS memiliki nilai *jitter* yang lebih stabil namun nilainya rata-ratanya cukup tinggi 504.307ms. Sedangkan SS BE dengan rata-rata cukup tinggi 655,447ms, nilainya paling fluktuatif. Bahkan di pada frame 100-115, 141-194, 352-400 nilainya melampaui 1000ms.



Gambar 4.5 *Jitter* pada Skenario SS Tunggal



Gambar 4.6 *Jitter* pada Skenario Empat SS

Pada skenario dengan 4 SS, simulasi SS UGS dan SS rtPS diamati pada grafik di gambar 4.6 tidak memiliki perbedaan jauh dengan sebelumnya dimana rata-rata pada simulasi SS UGS 168.927ms dan SS rtPS 504.306. Sedangkan BE walaupun grafiknya tidak sefluktuatif pada skenario SS tunggal, nilainya rata-ratanya cukup tinggi 772.004ms, bahkan pada frame 88-205 nilai *jitter*-nya di atas 1000ms

Seperti pada *end-to-end delay*, *jitter* disebabkan oleh sesaknya antrian saat dilakukan pengiriman data yang lebih banyak sehingga *packet drop*. Adapun yang menyebabkan nilai *jitter* UGS paling kecil dikarenakan pada SS UGS nilai *bandwidth*-nya paling stabil dan terjaga, untuk SS BE dikarenakan memiliki prioritas paket yang lebih rendah, maka nilai *jitter*-nya mudah terpengaruh perubahan *environment*.

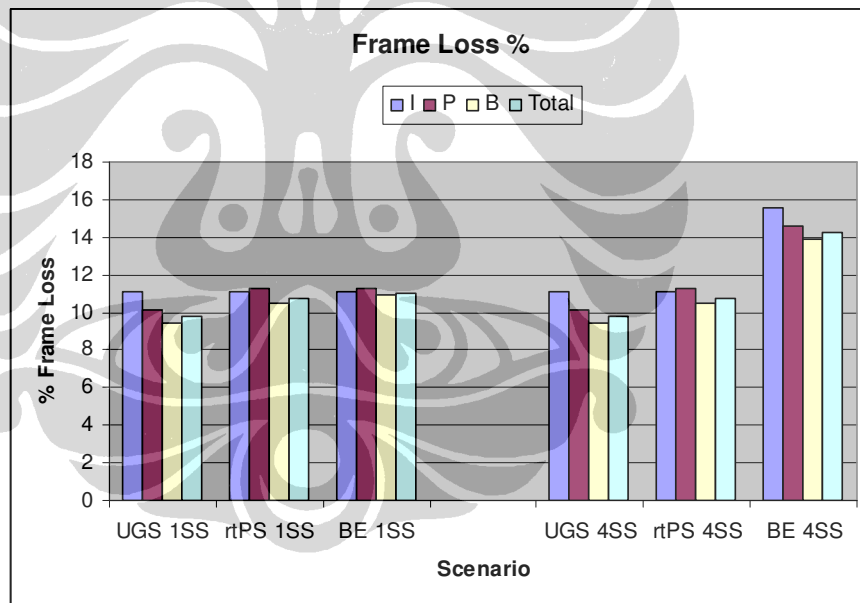
#### 4.5 *Frame Loss*

Tabel 4.2 memperlihatkan informasi prosentase *frame loss* yang diperoleh pada masing masing *environment*. Yang juga divisualisasikan ke dalam bentuk grafik pada gambar 4.7. Berdasarkan Tabel dan grafik tersebut, prosentase keseluruhan dari *frame loss* pada *environment* UGS sama pada kedua skenario dan

memiliki nilai *loss* paling rendah yaitu 9.75%, begitu juga rtPS yang nilai *frame loss* pada kedua simulasinya 10.75%. Sedangkan BE memiliki prosentase *frame loss* tertinggi dimana nilainya berbeda pada dua skenario, pada skenario 1 SS, nilainya 11% dan pada skenario 4 SS nilainya 14.25

Tabel 4.2 Frame loss pada masing masing simulasi

Skenario	I-Frame			P-Frame			B-Frame			TOTAL		
	Frame Sent	Frame Loss	Loss %	Frame Sent	Frame Loss	Loss %	Frame Sent	Frame Loss	Loss %	Frame Sent	Frame Loss	Loss %
<b>1 SS</b>												
UGS	45	5	11.11	89	9	10.11	266	25	9.398	400	39	9.75
rtPS	45	5	11.11	89	10	11.24	266	28	10.53	400	43	10.75
BE	45	5	11.11	89	10	11.24	266	29	10.9	400	44	11
<b>4 SS</b>												
UGS	45	5	11.11	89	9	10.11	266	25	9.398	400	39	9.75
rtPS	45	5	11.11	89	10	11.24	266	28	10.53	400	43	10.75
BE	45	7	15.56	89	13	14.61	266	37	13.91	400	57	14.25

Gambar 4.7 Persentase *Frame loss* pada masing masing simulasi

Seperti dapat dilihat pada grafik dan Tabel di atas, keseluruhan jenis frame I, P dan B, memiliki prosentase *frame loss* yang hampir sama pada setiap simulasi. Perubahan nilai yang cukup signifikan dapat terlihat pada simulasi BE 4 SS yang dikarenakan banyaknya *packet drop* dan rendahnya *throughput* pada simulasi.

#### 4.6 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Pengukuran kualitas video merupakan tahap terakhir dari simulasi, pengukuran dilakukan berdasarkan evaluasi dari perbandingan antara hasil file *trace* pengirim dan file *trace* penerima yang dihitung *frame* demi *frame*. PSNR dari masing-masing *environment* dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

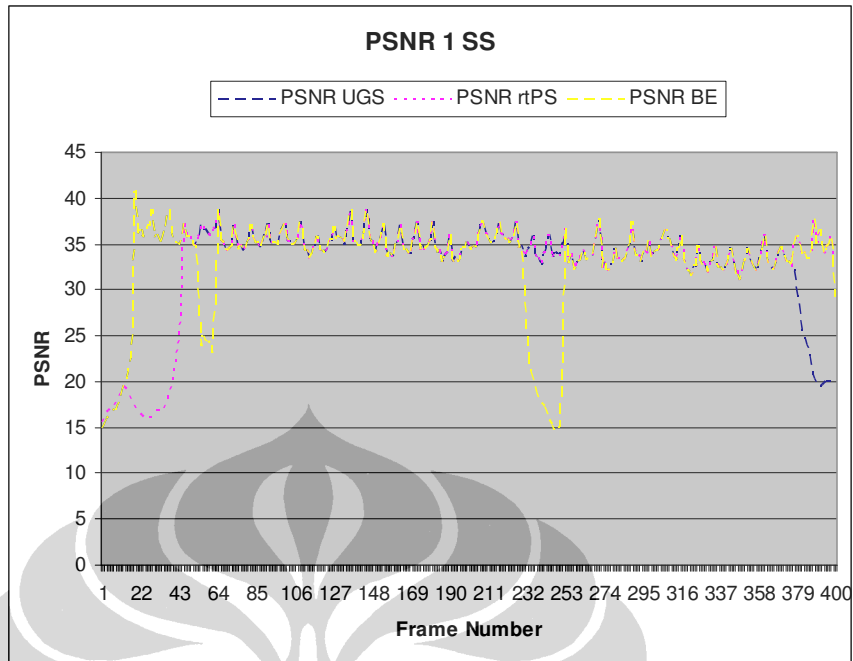
Tabel 4.3 Nilai PSNR pada Masing-masing Simulasi

1 SS			4 SS		
PSNR UGS	PSNR rtPS	PSNR BE	PSNR UGS	PSNR rtPS	PSNR BE
14.91	15.61	14.91	14.91	15.61	14.91
15.23	16.01	15.23	15.23	16.01	15.23
15.63	16.36	15.63	15.63	16.36	15.63
16.01	16.6	16.01	16.01	16.6	16.01
16.37	16.87	16.37	16.37	16.87	16.37
16.66	17.07	16.66	16.66	17.07	16.54
16.8	17.21	16.8	16.8	17.21	16.5
16.91	17.44	16.91	16.91	17.44	16.46
17.03	17.74	17.03	17.03	17.74	16.65
17.42	18.22	17.42	17.42	18.22	16.91
18.15	18.91	18.15	18.15	18.91	16.96
19.1	19.47	19.1	19.1	19.47	16.98
19.84	19.29	19.84	19.84	19.29	17.12
20.19	18.97	20.19	20.19	18.97	17.24
20.48	18.76	20.48	20.48	18.76	17.45
21.12	18.39	21.12	21.12	18.39	17.66
22.7	17.88	22.7	22.7	17.88	18.88
27.03	17.45	27.03	27.03	17.45	20.89
40.75	17.16	40.75	40.75	17.16	24.41
...	...	...	...	...	...

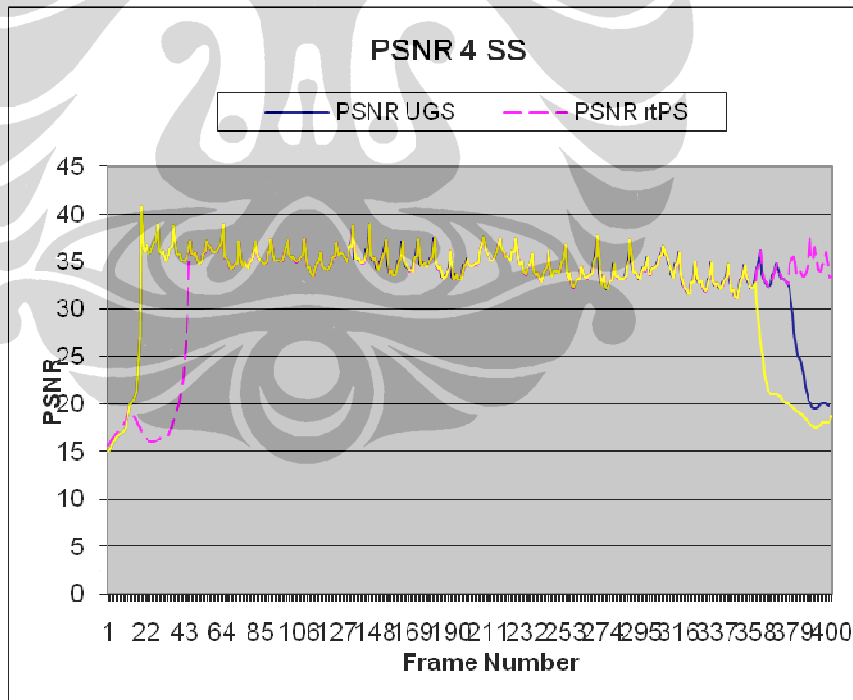
Untuk mempermudah analisa maka PSNR ditampilkan juga dalam bentuk grafik pada Gambar 4.8 dan 4.9.

Pada pengujian dengan SS tunggal hasil nilai rata-rata PSNR ketiga QoS pada sebagian *frame* hasilnya sama, dikarenakan pada sebagian besar *frame* tidak terjadi *error*, pada SS UGS nilai rata-rata PSNR-nya 33.23 dan pada SS rtPS nilai PSNR-nya 32.70. Pada SS BE yang nilai rata-rata PSNR-nya 32.73, terlihat penurunan yang cukup signifikan di titik tertentu, yang disebabkan karena lonjakan *delay*, yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.





Gambar 4.8 PSNR pada Skenario SS Tunggal



Gambar 4.9 PSNR pada Skenario Empat SS

Pada pengujian dengan 4 SS, nilai PSNR pada SS UGS dan SS rtPS masih sama persis dengan sebelumnya, sedangkan pada BE nilai PSNR-nya sedikit berubah menjadi 32,48, hal ini dikarenakan paket BE memiliki prioritas terendah pada antrian dengan SS lain, sehingga mudah terpengaruh oleh perubahan *environment*.

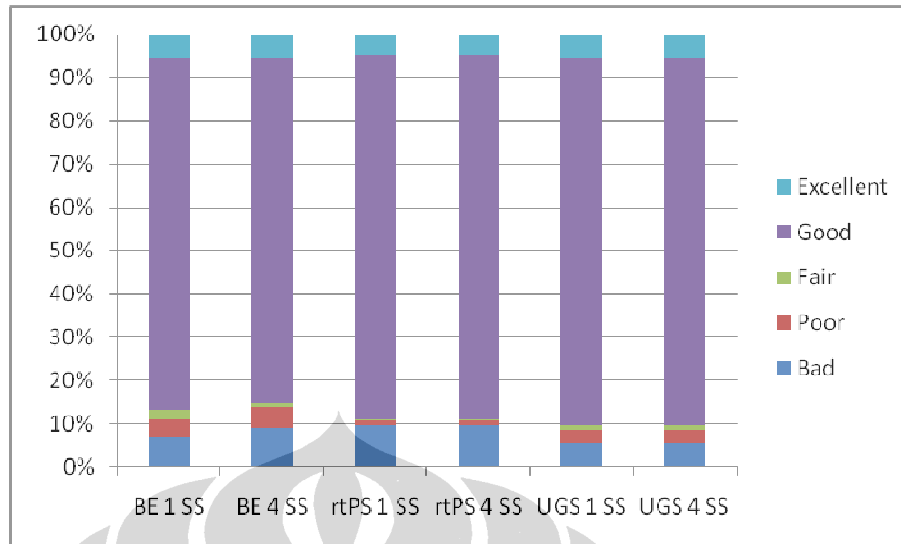
#### 4.7 Mean Opinion Score (MOS)

Nilai MOS diperoleh melalui proses konversi dari nilai PSNR berdasar perhitungan pada Tabel 4.4. Nilai yang dominan pada kesemua simulasi adalah *Good*, dimana 5 dari 6 simulasi mayoritas nilai MOS-nya terletak pada titik *Good* dengan persentase nilai *Good* >80%.

Terkecuali pada simulasi BE dengan 4 SS, dikarenakan rendahnya prioritas *transfer packet* dari BE diantara 3 SS lainnya. Video hasil simulasi dari BE 4 SS memiliki nilai terburuk dengan prosentase MOS *bad*-nya 80%

Tabel 4.4 Nilai *Mean Opinion Score*(MOS) pada Masing-masing Simulasi

	Bad	Poor	Fair	Good	Excellent	MOS scale
BE 1 SS	7.02	4.01	2.26	81.2	5.51	3.74
BE 4 SS	9.27	4.51	1.00	79.70	5.51	3.68
rtPS 1 SS	9.75	1	0.25	84	5	3.73
rtPS 4 SS	9.75	1	0.25	84	5	3.73
UGS 1 SS	5.51	3.01	1.25	84.71	5.51	3.82
UGS 4 SS	5.51	3.01	1.25	84.71	5.51	3.82



Gambar 4.10 Nilai MOS pada Masing-masing Simulasi

#### 4.8 Tampilan Video










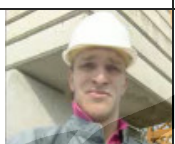
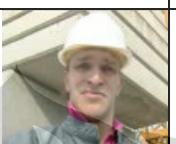







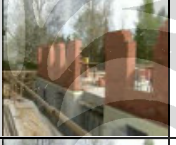





Pengukuran kualitas video berdasarkan pandangan subyektif user dapat dilihat dari tampilan video sebelum dan sesudah transmisi *video streaming* terjadi. Perbandingan kualitas video antar masing-masing *environment* dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 berikut.

Pada skenario SS tunggal, pada frame 0 dapat dilihat bahwa hanya rtPS yang memiliki perbedaan, dimana yang ditampilkan pada frame 0 adalah frame yang selanjutnya. Hal ini karena terjadi *frame loss* sehingga digantikan dengan frame yang berdekatan. Frame rtPS baru terlihat bergerak pada frame ke 46. Hal yang sama terjadi pada hasil video BE pada frame ke 229, gambar baru bergerak pada frame 252 setelah sempat menampakkan kualitas video yg buruk pada frame 247-251. Kemudian hal ini terjadi pada simulasi UGS pada frame 376 hingga akhir video.

Raw Video	Video UGS	Video rtPS	Video BE	Keterangan
				<b>Frame 0</b> Video dimulai Video pada SS rtPS belum bergerak
				<b>Frame 46</b> Video pada SS rtPS sudah mulai bergerak
				<b>Frame 24</b> Hasil video SS BE mengalami kerusakan
				<b>Frame 376</b> Hasil video SS UGS berhenti hingga akhir simulasi
				<b>Frame 400</b> Video Selesai

Gambar 4.11 Perbandingan Kualitas *Raw* video asli dan video penerima pada Skenario 1

Pada simulasi 4 SS, keseluruhan video tidak ada yang berjalan di awal dan masing-masing frame yang tidak berjalan menampilkan gambar berbeda dengan file *raw* sesuai dengan frame terdekat yang ada, video SS UGS dan SS BE mulai bergerak pada frame ke 19, sedangkan pada SS rtPS baru mulai bergerak pada frame ke 46. Pada frame ke 359 video pada SS BE berhenti hingga video berakhir, hal yang sama terjadi pada SS UGS pada frame 375.

Raw Video	Video UGS	Video rtPS	Video BE	Keterangan
				<b>Frame 0</b> Video dimulai, Video pada SS UGS, rtPS, BE belum bergerak
				<b>Frame 19</b> Video pada SS UGS dan SS BE mulai bergerak
				<b>Frame 47</b> Video pada SS rtPS mulai bergerak
				<b>Frame 357</b> Video pada SS BE Berhenti
				<b>Frame 375</b> Video pada SS UGS berhenti
				<b>Frame 400</b> Video selesai

Gambar 4.12 Perbandingan Kualitas *Raw* video asli dan video penerima pada Skenario 2