

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

Setelah dilakukan pengolahan video dan simulasi jaringan, diperoleh beranekaragam data output simulasi yang dapat merepresentasikan parameter QoS yang diinginkan baik environment *indoor*, *pedestrian*, maupun *vehicular*. Data-data output tersebut meliputi input trace matriks *user environment*, file trace video, file trace pengirim, file trace penerima, informasi *End-to-End QoS* (*throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*), dan informasi kualitas video (PSNR dan MOS). Seperti telah dijelaskan pada bab terdahulu, penelitian ini dilakukan guna mendapatkan perbedaan hasil kualitas video diantara ketiga environment tersebut, berdasarkan parameter QoS dan perspektif user.

4.1 File Trace Input

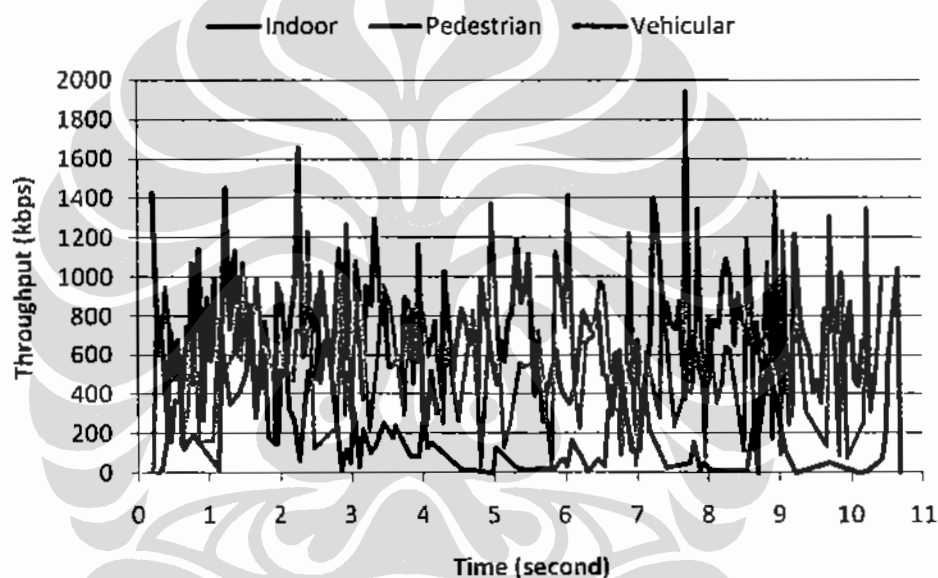
Video yang diukur adalah video 'akiyo.yuv' dengan format 176x144 pixel sesuai dengan ukuran pixel pada telepon selular. Setelah dilakukan *encoding* dan proses *hint*, diperoleh data tipe frame, ukuran frame, jumlah paket UDP yang dikirimkan, dan waktu pengiriman. Data ini terdiri dari 300 frame, yaitu dengan bit rate 30 fps dan panjang video adalah 10 detik. Tabel 4.1 memperlihatkan 10 frame pertama dari file trace yang diproduksi.

Tabel 4.1 File Trace Video

Frame Number	Frame Type	Frame Size	Number of UDP-packets	Sender Time
1	I	15876	16	0.004
2	P	1226	2	0.033
3	P	1111	2	0.067
4	P	938	1	0.1
5	P	1181	2	0.133
6	P	1162	2	0.168
7	P	1075	2	0.201
8	P	1244	2	0.234
9	P	1290	2	0.267
10	P	1381	2	0.3
...

4.2 Throughput

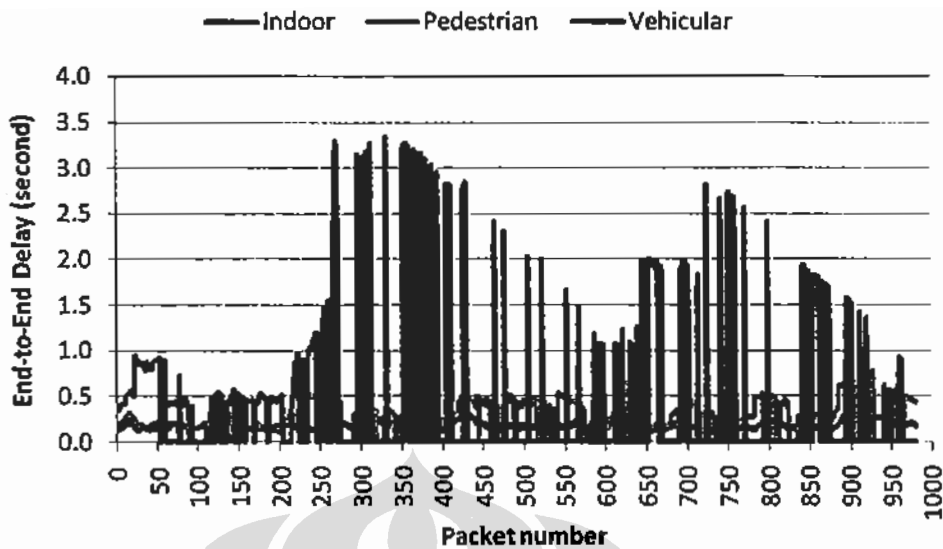
Throughput mencerminkan besarnya kecepatan transmisi data yang dikirimkan pada waktu tertentu. *Throughput* pada masing-masing environment memiliki perbedaan cukup signifikan. Seperti terlihat pada Gambar 4.1, *throughput* pada environment *indoor* memiliki nilai yang paling besar dan merata dengan nilai rata-rata sebesar 678,611 kbps. Nilai lebih kecil terdapat pada environment *pedestrian*, dengan rata-rata *throughput* sebesar 534,698 kbps. Adapun environment *vehicular* memiliki nilai *throughput* paling kecil dengan nilai rata-rata sebesar 170,11 kbps.



Gambar 4.1 Throughput pada masing-masing Environment

4.3 Delay

Perbedaan yang sangat signifikan antara masing-masing environment terlihat jelas pada parameter *end-to-end delay*. Berdasarkan Gambar 4.2, dapat diketahui bahwa environment *indoor* memiliki tingkat *delay* yang kecil, dengan rata-rata *delay* sebesar 17,152 ms. Adapun *delay* pada environment *pedestrian* sedikit diatas environment *indoor*, dengan rata-rata *delay* sebesar 27,415 ms. Sedangkan environment *vehicular* memiliki tingkat *delay* yang sangat besar, yaitu dengan rata-rata sebesar 37,734 ms.



Gambar 4.2 End-to-End Delay pada masing-masing Environment

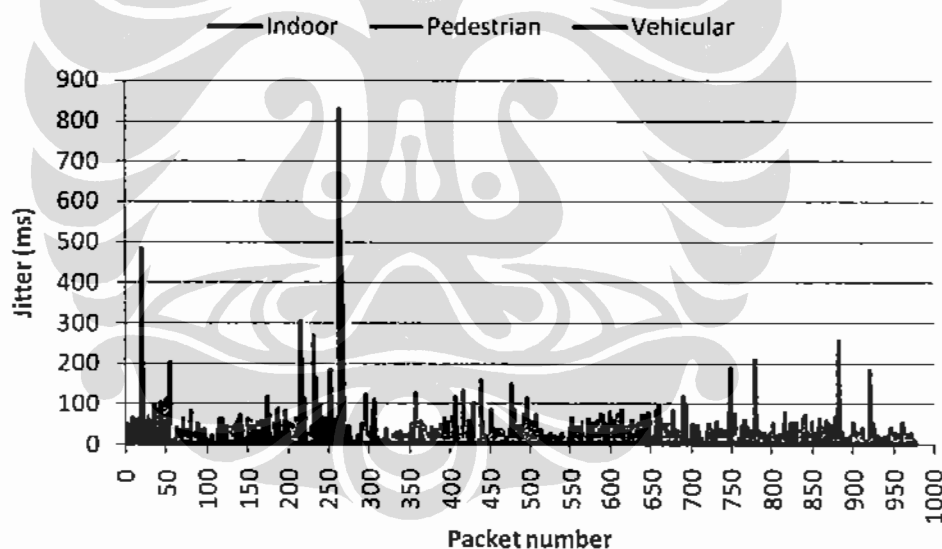
Umumnya pada saat pengiriman data, awalnya sistem tidak overload sehingga mendapatkan hasil *Quality of Service* yang baik. Ketika pengiriman data yang lebih banyak dilakukan dan antrian menjadi lebih besar (dan *air interface* menjadi penuh sesak), error terjadi dan adanya antrian menjadikan dimulainya *packet drop*. Hal ini terlihat jelas pada environment *vehicular*, dengan lonjakan puncak yang terjadi pada urutan paket ke-265 hingga ke-428. Tentu saja buruknya *end-to-end delay* yang menjadi lebih buruk ini menimbulkan hasil penerimaan kualitas video juga memburuk. Sistem kemudian menjadi sedikit lebih sibuk setelah penurunan jumlah paket dan *end-to-end delay* menjadi lebih baik, demikian seterusnya seiring perjalanan *User Equipment* melintasi *Node B*. Walaupun hal ini juga terjadi baik pada environment *indoor* maupun environment *pedestrian*, namun tidak terlalu menonjol. Hal ini dikarenakan oleh perbedaan karakteristik *delay* dan *power* masing-masing environment yang dijadikan standar oleh MatLAB dalam melakukan *generate*.

4.4 Jitter

Nilai *jitter* pada masing-masing environment dapat dilihat pada Gambar 4.3. Berdasarkan gambar tersebut, environment *indoor* memiliki *jitter* yang sangat merata namun memiliki nilai rata-rata yang cukup tinggi yaitu sebesar 10,202 ms.

Nilai *jitter* yang cukup merata juga dimiliki oleh environment *pedestrian*, namun dengan rata-rata yang lebih rendah dari indoor, yaitu 9,547 ms. Adapun fluktuasi *jitter* yang cukup besar terjadi pada environment *vehicular*, masing-masing *peak* terdapat pada urutan paket ke-21, 217, dan 265. Namun demikian rata-rata *jitter* untuk environment ini adalah yang terkecil dengan nilai sebesar 6,507 ms.

Seperti halnya kasus *end-to-end delay*, hal ini disebabkan penuh sesaknya *air interface* setelah dilakukannya pengiriman data yang lebih banyak yang menyebabkan sejumlah *packet drop*. Adapun yang menyebabkan nilai *jitter* menjadi lebih kecil pada *vehicular* dan *pedestrian* dibandingkan dengan *indoor* adalah *behavior* proses pengolahan hasil pada *tool* EvalVid yang menggantikan paket-paket yang hilang menjadi '0'. Hal ini membuat nilai *delay* variasi menjadi bernilai '0' juga untuk setiap pengurangan paket yang hilang saat ini dengan paket yang hilang sebelumnya sehingga rata-rata *jitter* menjadi sangat kecil.

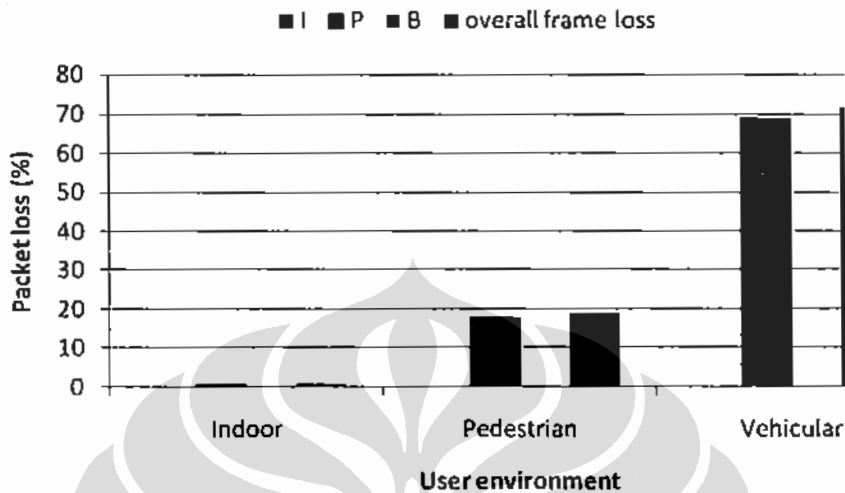


Gambar 4.3 Jitter pada masing-masing Environment

4.5 Packet Loss

Perbedaan yang cukup mencolok juga terjadi pada prosentase *packet loss* yang diperoleh pada masing-masing environment. Tabel 4.2 memperlihatkan informasi prosentase *packet loss* pada masing-masing environment, yang juga divisualisasikan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 4.4. Berdasarkan tabel dan

grafik tersebut, prosentase *overall packet loss* pada environment *indoor* adalah sebesar 1,1%, sedangkan pada environment *pedestrian* adalah sebesar 19%, dan untuk environment *vehicular* mencapai *overall packet loss* sebesar 71,4%.



Gambar 4.4 Packet Loss pada Masing-masing Environment

Tabel 4.2 Packet Loss pada Masing-masing Environment

Environment	I (%)	P (%)	B (%)	overall frame loss (%)
Indoor	0	0.6	0	1.1
Pedestrian	0	17.7	0	19
Vehicular	0	69	0	71.4

Seperti terlihat pada grafik dan tabel diatas, *I-frame* tidak mengalami kehilangan paket. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh kecilnya perbandingan jumlah *I-frame* dibandingkan dengan jumlah *P-frame*. Jumlah *I-frame* pada video yang diujikan hanya berjumlah 3 frame. Adapun *B-frame* tidak terdapat pada video yang diujikan sehingga pada tidak terdapat *loss* sama sekali pada pengukuran.

4.6 Peak Signal Noise to Ratio (PSNR)

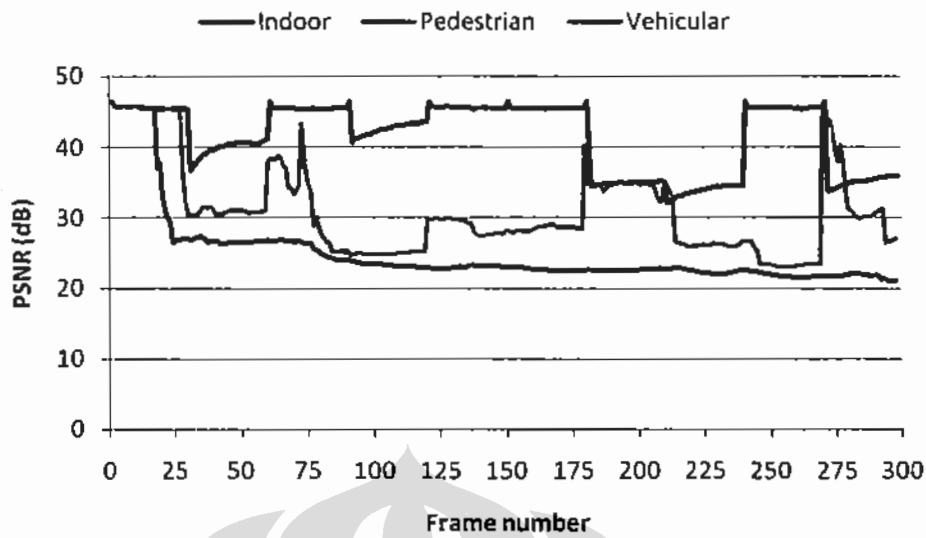
Pengukuran kualitas video merupakan tahap akhir dari simulasi ini. Pengukuran ini dilakukan berdasarkan evaluasi dari perbandingan antara hasil file trace pengirim dan file trace penerima yang dihitung frame demi frame. Nilai

PSNR dari masing-masing environment yang disimulasikan dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 PSNR pada Masing-masing Environment

Indoor	Pedestrian	Vehicular
46.417	46.417	46.417
45.7	45.7	45.7
45.734	45.734	45.734
45.758	45.758	45.758
45.742	45.742	45.742
45.741	45.741	45.741
45.685	45.685	45.685
...
35.73	31.237	21.14
35.797	31.131	21.104
35.791	26.554	21.072
35.925	26.632	21.047
35.974	26.732	21.018
35.978	26.872	20.999
35.985	26.986	20.975

Untuk memudahkan pembacaan, data perkembangan nilai PSNR juga divisualisasikan berupa grafik seperti terlihat pada Gambar 4.5. Pada 17 frame pertama, nilai PSNR pada ketiga environment memiliki nilai yang sama. Mulai frame ke-18, nilai PSNR environment vehicular mengalami penurunan tajam dan terus mengalami penurunan hingga frame terakhir. Penurunan tajam dan kemudian merata ini disebabkan oleh buruknya kualitas *Quality of Service* setelah dilakukan pengiriman jumlah paket yang lebih besar. Adapun hingga 10 frame berikutnya nilai PSNR environment *indoor* dan *pedestrian* tetap sama, setelah itu grafik PSNR kedua environment tersebut fluktuatif dengan perbedaan yang cukup signifikan. Perkembangan nilai PSNR secara fluktuatif ini dikarenakan tidak terjadi banyak *error* pada kedua environment tersebut. Secara keseluruhan perkembangan nilai PSNR ini mewakili sifat dasar dari karakteristik masing-masing environment.



Gambar 4.5 PSNR pada Masing-masing Environment

4.7 Mean Opinion Score (MOS)

Nilai MOS diperoleh melalui proses konversi dari nilai PSNR berdasarkan perhitungan pada Tabel 2.4. Pada environment *indoor*, tidak ada frame yang dinyatakan skala *Bad*, *Poor*, dan *Fair*. Prosentase grade terbesar MOS pada environment *indoor* terdapat pada *Excellent* dengan 70,57%, diikuti oleh *Good* dengan 29,43%. Dengan rata-rata PSNR sebesar 41.54 dB dari total 299 frame yang diterima, environment *indoor* memiliki skala MOS sebesar 4,71, atau termasuk dalam kategori *Excellent*.

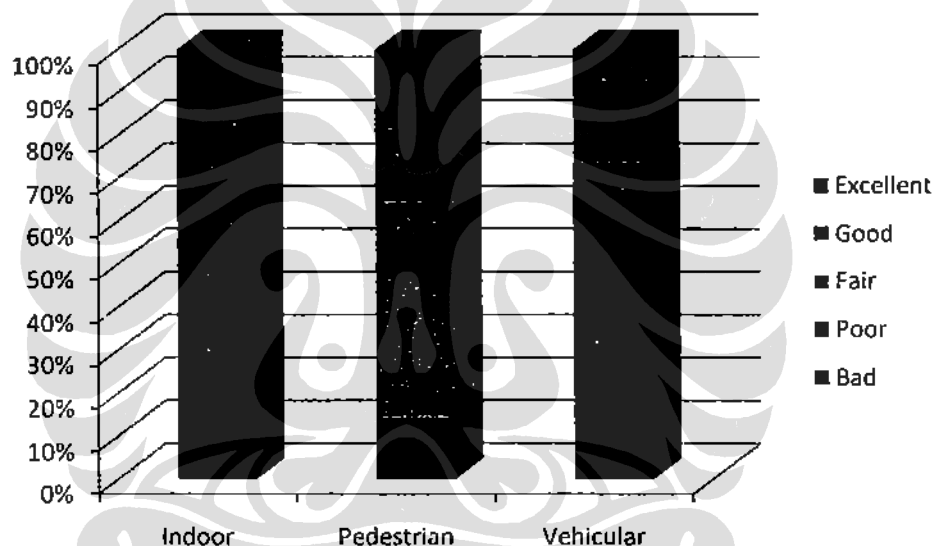
Tabel 4.4 MOS pada masing-masing Environment

	Bad	Poor	Fair	Good	Excellent	MOS Scale
Indoor	0	0	0	29.43	70.57	4.71
Pedestrian	0	14.09	50.67	19.46	15.77	3.37
Vehicular	0	73.49	19.8	0.67	6.04	2.39

Pada environment *pedestrian*, prosentase terbesar kualitas video per frame terdapat pada range *Fair* dengan 50,67%, disusul oleh skala *Good* (19,46%), *Excellent* (15,77%), dan *Poor* (14,09%). Nilai rata-rata PSNR adalah sebesar 30.897 dB dari total 298 frame yang diterima. Skala MOS environment *pedestrian*

memiliki skala MOS sebesar 3,37, atau termasuk dalam kategori antara *Fair* (skala 3) dan *Good* (skala 4).

Pada environment *vehicular*, kurang baiknya penerimaan kualitas video menjadikan skala *Poor* sebagai prosentase yang sangat besar dengan 73,49%, diikuti oleh skala *Fair* (73,49%), *Excellent* (6,09%), dan *Good* (0,67%). Nilai rata-rata PSNR adalah 24.786 dB berdasarkan total 298 frame yang diterima. Adapun skala MOS environment *vehicular* memperoleh skala MOS 2,39, yang tidak lain berada dalam kategori antara *poor* (skala 2) dan *fair* (skala 3). Keseluruhan prosentase masing-masing environment diilustrasikan berupa grafik pada Gambar 4.6 berikut.

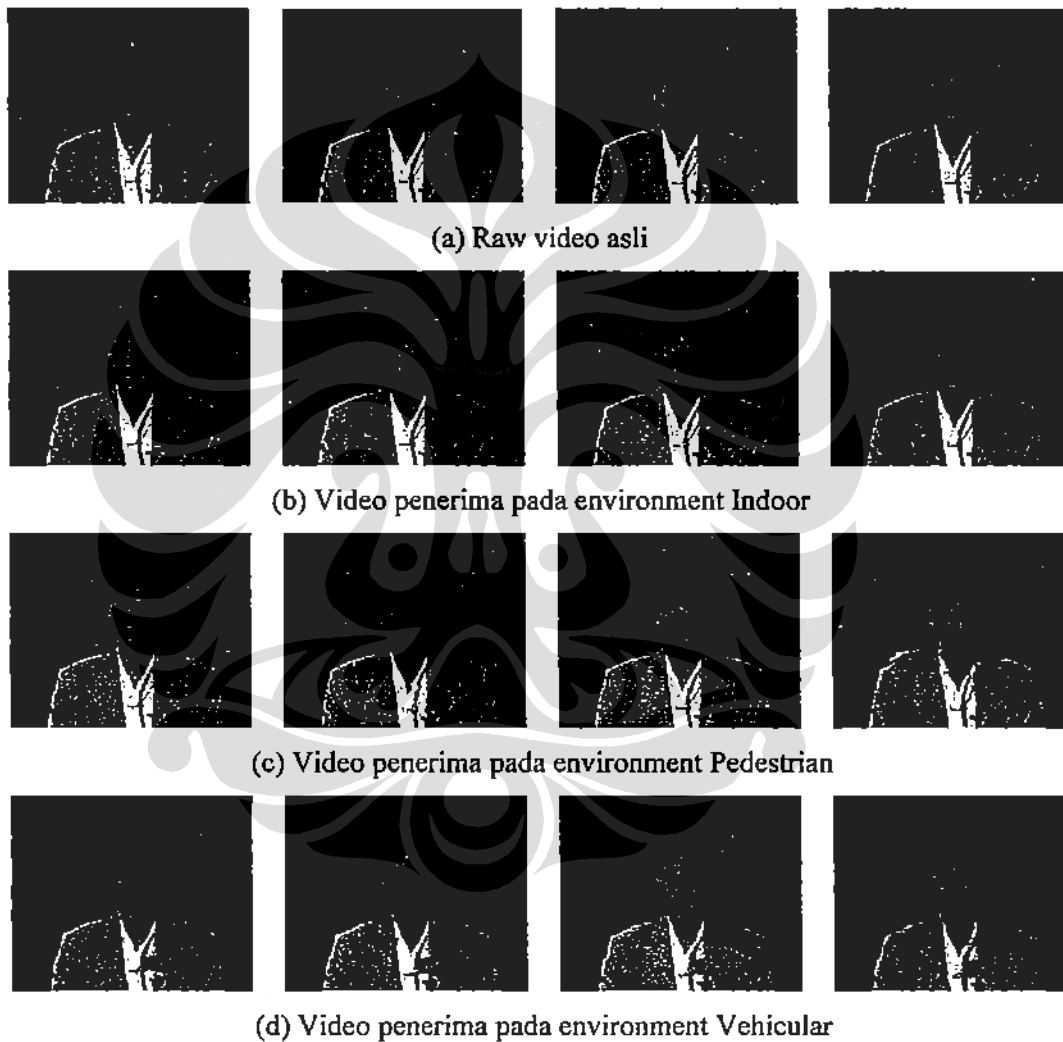


Gambar 4.6 MOS pada Masing-masing Environment

4.8 Tampilan Video

Simulasi juga menghadirkan pengukuran kualitas berdasarkan pandangan subyektif user, yaitu melalui tampilan video sebelum dan setelah transmisi video streaming terjadi. Perbandingan kualitas video antar masing-masing environment dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut. Tampilan video penerima di environment *indoor* memiliki kualitas yang hampir sama dengan kualitas video raw asli. Hal ini terkait dengan tingginya nilai MOS yang dimiliki oleh environment *indoor*, yaitu 4,71 atau masuk ke dalam kategori *excellent*. Tampilan video penerima di

environment *pedestrian* memiliki kualitas yang bagus pada beberapa detik pertama namun memburuk di detik-detik terakhir. Hal ini merupakan representasi dari nilai MOS yang sedikit diatas rata-rata, yaitu 3,37, atau berada dalam kategori *fair-good*. Adapun kualitas video penerima pada environment *vehicular* terlihat memiliki banyak distorsi pada tampilan. Hal ini tercermin dari rendahnya nilai MOS yang dimiliki pada environment tersebut yakni hanya mencapai 2,39, atau masuk ke dalam kategori *poor-fair*.



Gambar 4.7 Perbandingan Kualitas Raw Video Asli dan Video Penerima pada masing-masing Environment

Beberapa perbedaan hasil kualitas video pada pengukuran antar environment diatas tentu tidak terlepas dari parameter-parameter yang dimiliki

masing-masing environment. Kecepatan user bergerak pada masing-masing environment merupakan parameter utama yang menjadi pedoman bagi matriks input di-generate oleh MatLAB ini. Di samping itu juga terdapat parameter lain seperti *delay* dan *profile* yang diberikan pada masing-masing environment. Sesuai dengan standarnya, environment *indoor* memiliki kecepatan user 3 km/jam, environment *vehicular* mempunyai kecepatan user 10 km/jam, dan environment *vehicular* memiliki kecepatan user 50 km/jam. Oleh karena itu, bagus tidaknya nilai akhir kualitas video, baik dari sisi *end-to-end QoS* maupun dari sisi perspektif user secara subyektif cukup terpengaruhi oleh kecepatan user bergerak masing-masing environment.

