



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan MT Haryono 167 Telp & Fax. 0341 554166 Malang 65145

KODE
PJ-01

**PENGESAHAN
PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

NAMA : AYU ANANDA ASTRIANA
NIM : 0910630006 - 63
PROGRAM STUDI : TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PENGARUH *RAIN FADING* TERHADAP KUALITAS LAYANAN HSDPA (*HIGH SPEED DOWNLINK PACKET ACCESS*) PADA PENGGUNAAN *VIDEO CONFERENCE*

TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH:

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. Wahyu Adi Priyono, MSc.
NIP 19600518 198802 1 001

Ir. Sigit Kusmaryanto, M. Eng
NIP. 19700310 199412 1 001

**ANALISIS PENGARUH *RAIN FADING* TERHADAP KUALITAS
LAYANAN HSDPA (*HIGH SPEED DOWNLINK PACKET ACCESS*)
PADA PENGGUNAAN *VIDEO CONFERENCE***

Publikasi Jurnal Skripsi



Disusun Oleh :

AYU ANANDA ASTRIANA

NIM : 0910630006 - 63

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2013**

ANALISIS PENGARUH *RAIN FADING* TERHADAP KUALITAS LAYANAN *HIGH SPEED DOWNLINK PACKET ACCESS (HSDPA)* PADA PENGGUNAAN *VIDEO CONFERENCE*

Ayu Ananda Astriana.¹, Ir. Wahyu Adi Priyono, M. Sc.², Ir. Sigit Kusmaryanto, M. Eng.²

¹Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, ²Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: ayuanandaastriana@gmail.com

Abstract— Video conferencing is a service to communicate using broadband internet. Minimum speed to access video conferencing is 100 kbps. It has been realized by applying network technology HSDPA (High speed downlink packet access). During its spreading, the signal will experience fading. Rain fading is an absorption in RF signal caused by electromagnetic interference. To know the effect of rain fading of HSDPA services on video conferencing, the traffic parameters are calculate. The data will be compared between the results of calculations and measurement from provider. The results showed packet loss during heavy rains increased by 2.807×10^{-3} compared to when it is sunny. Throughput value at the time of bright decreased by 20.743 kbps compared to heavy rain. According to the ITU-T standard MOS P 800, the value obtained including D categories, namely concerning the quality of video conferencing where users will be impaired, but still functioning in some capacity.

Index Terms— Video conference, Rain fading, HSDPA, MOS.

Abstrak— Video conference adalah layanan untuk mempertemukan dua pihak atau lebih menggunakan internet broadband. Kecepatan minimal untuk mengakses video conference adalah 100 kbps. Kebutuhan akan kecepatan akses ini telah diwujudkan dengan menerapkan teknologi jaringan HSDPA (High speed downlink packet access). Selama penjalarnya, sinyal HSDPA akan mengalami fading. Rain fading merupakan penyerapan yang terjadi pada sinyal radio frekuensi yang disebabkan oleh interferensi elektromagnetik. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan mengenai pengaruh rain fading terhadap kualitas layanan HSDPA pada penggunaan video conference, berdasarkan parameter trafik yang meliputi delay, packet loss dan throughput mengacu pada standar ITU-T P.800 untuk video conference. Data hasil perhitungan akan dibandingkan dengan data pengukuran dari pihak operator. Hasil penelitian menunjukkan packet loss saat hujan lebat mengalami peningkatan sebesar $2,807 \times 10^{-3}$ dibandingkan saat cerah. Nilai throughput pada saat cerah mengalami penurunan sebesar 20,743 kbps dibanding saat hujan lebat. Menurut standar MOS ITU-T P 800, nilai yang didapatkan termasuk kategori D, yaitu concerning dimana kualitas video conference pengguna akan mengalami gangguan, namun tetap berfungsi dalam beberapa kapasitas.

Kata Kunci—Video conference, Rain fading, HSDPA, MOS.

I. PENDAHULUAN

video conference adalah layanan yang menyediakan fasilitas untuk mempertemukan dua pihak atau lebih menggunakan jaringan internet broadband. Pada

dasarnya, konsep video conference adalah menggunakan konversi dari suara diubah oleh microphone menjadi sinyal suara, dan gambar diubah oleh kamera menjadi sinyal gambar. Kedua sinyal tersebut kemudian dikompresi menggunakan perangkat yang disebut codec. Kemudian sinyal yang sudah dikompresi dapat disebar melalui jaringan internet dalam hal ini menggunakan IP, sehingga dapat dikirim dan diterima sesuai tujuan yang diinginkan.

Kecepatan minimal untuk melakukan video conference agar dapat berjalan dengan kualitas standar adalah 100 kbps.^[1] Kebutuhan akan kecepatan akses ini telah diwujudkan dengan menerapkan teknologi jaringan HSDPA (High speed downlink packet access). Teknologi yang merupakan pengembangan dari WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) ini, mempunyai layanan berbasis paket data di WCDMA downlink dengan datarate mencapai 14,4 Mbps dan bandwidth 5 MHz pada WCDMA downlink.^[2]

Penransmisian sinyal HSDPA menggunakan gelombang radio yang menjalar di atmosfer. Selama penjalarnya, gelombang radio akan mengalami redaman. Redaman sinyal yang terjadi di atmosfer terbesar diakibatkan oleh hujan, sehingga dalam hal ini akan menyebabkan fading. Fading adalah fenomena fluktuasi daya sinyal terima akibat adanya proses propagasi dari gelombang radio.^[3]

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan mengenai pengaruh rain fading terhadap kualitas layanan HSDPA pada penggunaan video conference, berdasarkan parameter trafik yang meliputi delay, packet loss dan throughput serta digunakan aplikasi data yang realtime mengacu pada standar ITU-T P.800 mengenai kualitas video conference dalam jaringan IP. Hal yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh curah hujan pada kualitas jaringan HSDPA apabila digunakan untuk aplikasi data yang realtime dalam hal ini, video conference, sehingga akan diketahui apakah kualitas layanan yang ada pada jaringan HSDPA ini masih layak melayani video conference di saat hujan sesuai dengan standar ITU-T P 800.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Rain Fading

Hujan merupakan bentuk curahan dari atmosfer ke permukaan bumi yang berbentuk cairan. Satuan curah hujan menurut SI adalah milimeter. Tetes-tetes hujan menyebabkan penghamburan dan

penyerapan energi gelombang radio yang akan menghasilkan redaman yang disebut *rain fading*. Besarnya *rain fading* tergantung pada besarnya curah hujan. *Rain fading* ditentukan secara statistik.

Tabel 1. Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Derajat Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
Hujan ringan	$1 \leq x < 5$
Hujan normal	$5 \leq x < 20$
Hujan lebat	$x \leq 20$

(Sumber : Sosrodarsono,2003)

Untuk menentukan *rain fading* dapat digunakan rumus sebagai berikut^[4]:

$$\gamma_r = aR^b \quad (1)$$

$$r = \frac{1}{1+0,045L} \quad (2)$$

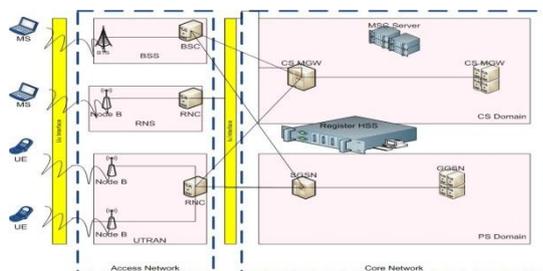
$$A_{eff} = \gamma L r \quad (3)$$

dengan:

- γ_r = Specific Fading Rain (dB/Km)
- R = banyaknya curah hujan (mm/jam)
- a dan b = fungsi dari frekuensi curah hujan
- A_{eff} = effective fading rain (dB)
- L = panjang lintasan sebenarnya (km)
- r = faktor reduksi

B. Jaringan HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) adalah teknologi 3,5G yang merupakan pengembangan dari UMTS. Sehingga arsitektur jaringan HSDPA tetap menggunakan jaringan UMTS.

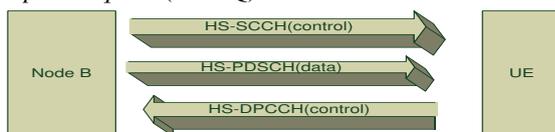


Gambar 1. Arsitektur UMTS

(Sumber : Harri Holma dan Antti Toskala ,2004)

• Kanal Pada HSDPA

Pada HSDPA, terdapat penambahan metode untuk mengurangi waktu tunda dan memperoleh laju data kecepatan tinggi pada sisi *downlink*. Metode tersebut yaitu penambahan kanal baru (HSSCCH, HS-DPCCCH, HS-DSCH), AMC dan Hybrid Automatic Repeat request (HARQ).



Gambar 2. Ilustrasi Penambahan Kanal pada Platform HSDPA

(Sumber : Wardhana dkk,2010)

1. HS-SCCH (High Speed Shared Control Channel)

HS-SCCH merupakan kanal fisik. HS-SCCH merupakan pembawa informasi *control* yang

diperlukan bagi HS-DSCH dan menyediakan informasi waktu bagi *User Equipment* (UE). HS-SCCH digunakan untuk *signaling* pada arah *downlink* yaitu dari Node B menuju UE sebelum memulai penjadwalan TTI (*Transmission Time Interval*).

2. HS-DPCCCH (High speed Dedicated Physical Control Channel)

HS-DPCCCH juga termasuk kanal fisik. Kanal ini merupakan kanal yang bekerja pada arah *uplink*, yaitu dari UE menuju Node B. Kanal ini akan memberitahukan apakah data yang sudah ditransmisi pada arah *downlink* telah sukses didekodekan atau tidak.

3. HS-DSCH (High Speed downlink Shared Channel)

HS-DSCH merupakan kanal *transport* yang menggantikan kerja DSCH pada WCDMA. HS-DSCH bekerja pada arah *downlink* pada HSDPA. Kanal *transport* ini dapat mengirim paket data untuk beberapa *user* dalam satu sel. *Transmission Time Interval* (TTI) pada HS-DSCH sebesar 2 ms adalah lebih pendek dibandingkan dengan TTI pada DSCH yang sebesar 10, 20, 40, atau 80 ms.

• AMC (Adaptive Modulation And Coding)

AMC merupakan suatu bentuk *link adaption* untuk menentukan skema *coding* dan modulasi yang akan digunakan berdasarkan CQI. Semakin baik kualitas kanal, maka *user* dapat menggunakan orde modulasi dan *coding rate* yang lebih tinggi. Sebaliknya, apabila kualitas kanal buruk, maka *user* dapat menggunakan orde modulasi dan *coding rate* yang lebih rendah. Skema modulasi dan pengkodean yang digunakan pada HSDPA dapat berubah sesuai kondisi kanal pada saat transmisi dari pemancar ke penerima. Modulasi yang digunakan adalah QPSK atau 16 QAM.^[5]

• Hybrid Automatic Repeat request (HARQ)

HARQ adalah suatu proses penggabungan data yang diterima pada saat transmisi dan pemeriksaan kesalahan. Jika terjadi kesalahan pada data yang diterima, penerima meminta transmisi ulang data yang salah.

C. Video Conference

Video conference merupakan layanan komunikasi interaktif jarak jauh yang melibatkan *video* dan *audio* secara *realtime*. Kebutuhan *bandwidth* pada layanan ini cukup besar karena digunakan untuk mengirimkan sinyal *video* dan *audio* secara bersamaan. Sehingga teknik untuk melakukan kompresi data menjadi sangat strategis untuk memungkinkan penghematan *bandwidth* komunikasi.

Teknik kompresi data ini disebut CODEC. Jenis *codec* yang digunakan pada layanan *video conference* adalah G.711 untuk *audio* dan H.264 untuk *video*.^[6]

Tabel 2. Audio dan video coding

Audio Codec	Bit rate	Delay Codec
G.711	64 Kbps	0,75 ms
Video Codec	Bit rate	Delay Codec
H.264/AVC	64-384 Kbps	150-300 ms

(Sumber: Cisco System, 2006)

D. Parameter Kualitas Layanan Data pada HSDPA

Untuk mengetahui kualitas layanan pada HSDPA, dibutuhkan beberapa parameter yang akan digunakan dalam analisis. Parameter performansi yang akan dibahas antara lain adalah *Delay*, Probabilitas *Dropping / Packet Loss* dan *Throughput*.

1. Delay End to End ($t_{end-to-end}$)

Delay end to end video conference merupakan jumlah *delay* CODEC aplikasi *video conference* dengan *delay* jaringan.^[7]:

$$t_{CODEC} = t_a + t_v \quad (4)$$

$$t_{net} = t_{proc} + t_{trans} + t_{prop} + t_w \quad (5)$$

$$t_{end-to-end} = t_{CODEC} + t_{net} \quad (6)$$

dengan :

- t_{CODEC} = *delay* CODEC *video conference* (ms)
- t_a = *delay* CODEC *audio* G.711 (ms)
- t_v = *delay* CODEC *video* H.264 (ms)
- t_{net} = *delay* jaringan HSDPA (s)
- t_{proc} = *delay* proses (s)
- t_{trans} = *delay* transmisi (s)
- t_{prop} = *delay* propagasi (s)
- t_w = *delay* antrian (s)
- $t_{end-to-end}$ = *delay end to end video conference*(s)

2. Packet Loss

Packet loss didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket mencapai tujuannya. Kegagalan paket tersebut mencapai tujuan, dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, diantaranya yaitu:

- a. Terjadinya *overload* trafik didalam jaringan
- b. Tabrakan (*congestion*) dalam jaringan
- c. *Error* yang terjadi pada media fisik

Kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena *overflow* yang terjadi pada *buffer*. Di dalam implementasi jaringan *IP*, nilai *packet loss* ini diharapkan mempunyai nilai yang minimum. Probabilitas *packetloss* total pada jaringan HSDPA dihitung sebagai berikut:

$$\rho_{total} = 1 - [(1 - P_{GGSN})(1 - P_{SGSN})(1 - P_{RNC})(1 - P_{Node B})(1 - \rho_{vc})] \quad (7)$$

dengan:

- ρ_{total} = *packet loss* total pada jaringan HSDPA
- P_{GGSN} = *packet loss* pada GGSN
- P_{SGSN} = *packet loss* pada SGSN
- P_{RNC} = *packet loss* pada RNC
- P_{NodeB} = *packet loss* pada Node B
- ρ_{vc} = *packet loss* aplikasi *video conference*

3. Throughput (λ)

Throughput merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui jumlah data yang diterima dalam keadaan baik terhadap waktu total transmisi yang dibutuhkan dari sumber ke penerima. *Throughput* yang didapat dengan memperhitungkan probabilitas *packet loss* (ρ) adalah^[8]:

$$\lambda = \frac{1}{t_v} = \frac{(1-\rho_{tot})}{t_1(1+\alpha-1)\rho_{tot}} \quad (8)$$

dengan :

- λ = *throughput* (paket/detik)

t_v = waktu total transmisi untuk mengirimkan paket yang benar (detik)

t_1 = waktu transmisi sebuah paket data (detik)

α = konstanta

ρ_{tot} = probabilitas *packet loss* total yang terjadi dalam jaringan

E. Pengukuran Kualitas Layanan dengan Mean Opinion Score (MOS) E- Model

Nilai MOS digunakan untuk menentukan kualitas suara dan gambar pada *video conference*. Sesuai dengan rekomendasi ITU-T P.800, nilai MOS didapatkan melalui pendekatan matematis E-Model yang dihitung berdasarkan *delay* dan *packet loss*. Nilai akhir estimasi E-Model ini disebut dengan R faktor. R faktor didefinisikan sebagai faktor kualitas transmisi yang dipengaruhi *packet loss*, dan *delay*. R faktor didefinisikan sebagai berikut^[9]

$$R = 94,2 - I_d - I_f \quad (9)$$

Korelasi antara besarnya nilai MOS dan metode E-Model dihitung sebagai berikut :

$$MOS = 1 + 0,035 R + 7 \times 10^{-6} R(R-60)(100-R) \quad (10)$$

dengan :

R = Faktor kualitas transmisi

I_d = Faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh *delay*

I_f = Faktor penurunan kualitas yang disebabkan oleh *packet loss*

Tabel 3. Kriteria ITU-T P 800 untuk *video conference*

E- Model (R)	MOS	Grade	Keterangan
$89 \leq R \leq 100$	$4,2 \leq M \leq 5$	A	<i>Excellent</i>
$79 \leq R < 89$	$3,9 \leq M < 4,2$	B	<i>Very Good</i>
$70 \leq R < 79$	$3,5 \leq M < 3,9$	C	<i>Acceptable</i>
$59 \leq R < 70$	$3,0 \leq M < 3,5$	D	<i>Concerning</i>
$49 \leq R < 59$	$2,5 \leq M < 3,0$	E	<i>Poor</i>
$0 \leq R < 49$	$0 \leq M < 2,5$	F	<i>Very poor</i>

(Sumber : pingtest.net,2012)

III. METODE PENELITIAN

Tahapan kajian dalam penelitian ini meliputi jenis dan cara pengambilan data, variabel dan cara analisis data, serta kerangka solusi masalah dalam bentuk *flowchart*.

Data-data yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian ini berupa data sekunder yang bersumber dari buku referensi, jurnal, penelitian, *website*, pihak operator dan forum-forum resmi mengenai karakteristik jaringan HSDPA, *video conference*, *rain fading* dan teori mengenai *delay*, *packet loss*, dan *throughput* sesuai standar MOS ITU-T P 800.

Data yang akan dikaji pada penelitian sebagai berikut :

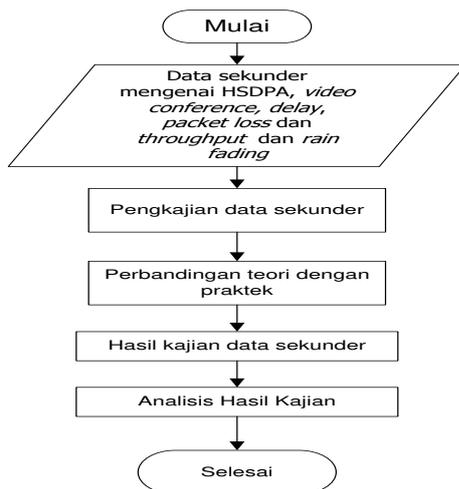
1. Karakteristik Jaringan HSDPA
 - a. *Bandwidth* kanal HSDPA sebesar 10 MHz.
 - b. HSDPA bekerja pada frekuensi 1900 MHz.
 - c. Jaringan HSDPA *peak data rate downlink* hingga 14,4 Mbps.
2. Karakteristik *Video Conference*

- a. Jenis CODEC yang akan digunakan adalah H.264 untuk *video* dan G.711 untuk *audio*.
 - b. *Delay* CODEC yang digunakan adalah 150 ms untuk *video* dan 0,75 ms untuk *audio*.
 - c. *Frame Rate* untuk *Video Conference* adalah 33 ms.
3. *Rain Fading*
- a. Intensitas curah hujan yang digunakan untuk analisis adalah saat cerah dengan intensitas curah hujan sebesar 0 mm/jam, saat hujan ringan sebesar 5 mm/jam, saat hujan normal sebesar 20mm/jam dan saat hujan lebat dengan intensitas curah hujan 32mm/jam.

Perhitungan dan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi performansi :

1. *Delay end to end* pada jaringan HSDPA
2. *Packet loss* pada jaringan HSDPA
3. *Throughput* pada jaringan HSDPA
4. Faktor kualitas transmisi ITU-T P 800 untuk *video conference*

Langkah-langkah untuk mengetahui pengaruh *rain fading* terhadap kualitas layanan HSDPA adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram alir penelitian pengaruh *rain fading* terhadap kualitas layanan HSDPA untuk penggunaan *video conference*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Rain Fading*

Berdasarkan data yang diperoleh dari Stasiun 52^C UPT Klimatologi FP Universitas Brawijaya dengan kriteria cerah, hujan ringan, hujan normal dan hujan lebat maka diperoleh nilai *rain fading* seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Hujan dan Besar *Rain Fading*

No	Kriteria	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Specific Rain Fading (dB/km)	Effective Rain Fading (dB)
1	Cerah	0	0	0
2	Hujan Ringan	5	0,000725	0,001330541
3	Hujan Normal	20	0,002757	0,005056057
4	Hujan Lebat	32	0,004335	0,007950226

Sumber : Perhitungan

Semakin besar intensitas curah hujan yang terjadi, nilai *specific* dan *effective rain fading* yang terjadi akan semakin besar.

B. *Payload Video Conference*

Pada aplikasi *video conference*, paket data yang ditransmisikan dibedakan atas paket data *audio* dan *video*, dimana tiap paket tersebut memiliki besar *payload* yang berbeda. Besarnya *payload audio* dan *video* sesuai dengan ketentuan CODEC G.711 dan H.264 adalah 5218 byte.

C. Analisis Kualitas Layanan Data pada HSDPA

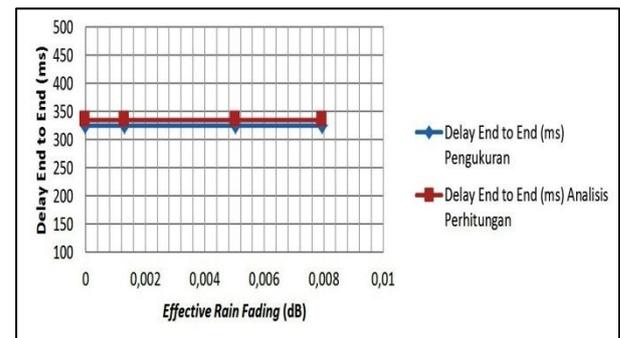
1. Analisis *Delay End to End* Aplikasi *Video Conference*

Perhitungan dan pengukuran dilakukan terhadap masing-masing perubahan *effective rain fading* yang terjadi. Hasil perhitungan dan pengukuran *delay end to end* ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. *Delay end-to-end* terhadap *effective rain fading*

Effective Rain Fading (dB)	Delay End to End (ms)	
	Pengukuran	Analisis Perhitungan
0	325	335,047
0,0013305	325	335,047
0,0050561	325	335,047
0,0079502	325	335,047

Sumber : Perhitungan



Gambar 4. Grafik *delay end to end* terhadap *effective rain fading* (Sumber: Hasil Analisis)

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, besarnya *delay* yang terjadi adalah sama sehingga *delay* tidak dipengaruhi oleh *effective rain fading*. Dari hasil dari pengukuran, semakin besar *effective rain fading*, maka *delay* yang terjadi akan sama pula. Hal ini dikarenakan pada *video conference*, protokol yang digunakan adalah H.323 dimana keutuhan data bukan prioritas utama karena *retransmission* akan memperburuk kualitas penerimaan. Nilai *delay* pada perhitungan teori masih dapat diterima karena bernilai 335,047 ms. Pada saat pengukuran, nilai *delay* juga masih dapat diterima sesuai dengan standar ITU-T G.114 yaitu $150 \leq t_{end-to-end} < 400$.

2. Analisis Probabilitas *Packet Loss* Aplikasi *Video Conference*

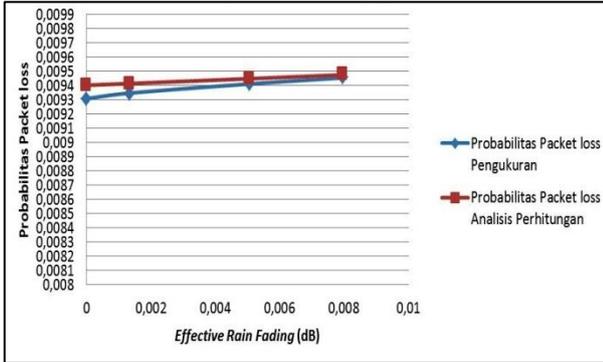
Perhitungan dan pengukuran dilakukan terhadap masing-masing perubahan *effective rain fading* yang

terjadi. Hasil perhitungan dan pengukuran probabilitas *packet loss* ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Probabilitas *packet loss* terhadap *effective rain fading*

Redaman Efektif Hujan (dB)	Probabilitas <i>Packet loss</i>	
	Pengukuran	Teori
0	0,009309027	0,009402368
0,0013305	0,00934721	0,009414489
0,0050561	0,00941182	0,009448514
0,0079502	0,009454635	0,009475035

Sumber : Perhitungan



Gambar 5. Grafik probabilitas *packet loss* HSDPA terhadap *effective rain fading* (Sumber: Hasil Analisis)

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis, semakin besar *effective rain fading*, probabilitas *packet loss* akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena daya yang diterima pada kanal trafik akan semakin kecil sehingga *packet loss* jaringan akan semakin besar. Probabilitas *packet loss* yang terjadi saat pengukuran maupun perhitungan menurut standar ITU-T G.1010 adalah baik karena masih ada di range $\%p < 1$.

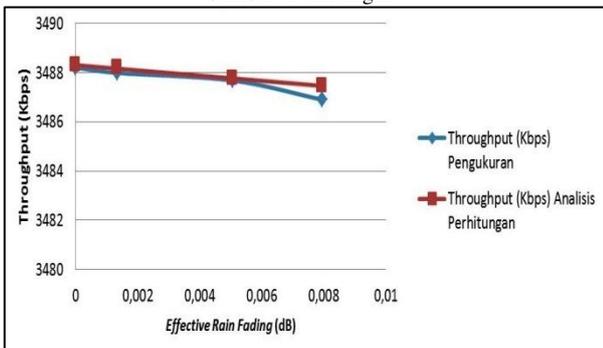
3. Analisis *Throughput* Aplikasi *Video Conference*

Perhitungan dan pengukuran dilakukan terhadap masing-masing perubahan *effective rain fading* yang terjadi. Hasil perhitungan dan pengukuran *throughput* ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. *Throughput* terhadap *effective rain fading*

Redaman Efektif Hujan (dB)	<i>Throughput</i> (Kbps)	
	Pengukuran	Teori
0	3488,2	3488,29952
0,0013305	3487,987	3488,15867
0,0050561	3487,675	3487,763329
0,0079502	3486,896	3487,455222

Sumber : Perhitungan



Gambar 6. Grafik probabilitas *throughput* terhadap redaman efektif hujan (Sumber: Hasil Analisis)

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, semakin besar *effective rain fading*, maka besarnya *throughput* akan semakin kecil. Penurunan *throughput* terjadi secara linier terhadap perubahan *effective rain fading*. Hal ini disebabkan *packet loss* yang terjadi semakin besar sehingga *throughput* yang didapatkan akan semakin kecil.

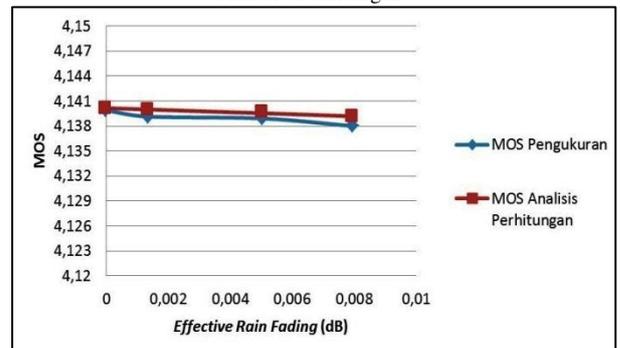
4. Analisis Kualitas Transmisi ITU-T P 800 untuk *Video Conference*

Perhitungan dan pengukuran dilakukan terhadap masing-masing perubahan *effective rain fading* yang terjadi. Hasil perhitungan dan pengukuran MOS ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. MOS terhadap *effective rain fading*

Redaman Efektif Hujan (dB)	MOS	
	Pengukuran	Teori
0	4,13989	4,140147
0,0013305	4,13914	4,139985
0,0050561	4,1389	4,139529
0,0079502	4,138	4,139174

Sumber : Perhitungan



Gambar 7. Grafik nilai MOS terhadap probabilitas *packet loss* (Sumber: Hasil Analisis)

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, semakin besar *effective rain fading* yang terjadi, maka besarnya nilai MOS akan semakin kecil. Penurunan MOS terjadi secara linier terhadap *effective rain fading*. Hal ini disebabkan karena *packet loss* yang terjadi semakin besar sehingga MOS yang didapatkan semakin kecil. Menurut standar ITU-T P 800, nilai MOS pada perhitungan teori dan pengukuran merupakan *grade C*. Nilai tersebut saat kondisi cerah, hujan ringan, hujan normal, dan hujan lebat walaupun terdapat penurunan namun masih dalam range $3,5 \leq M < 3,9$ yaitu *Acceptable*, dimana kualitas *video conference* pengguna akan mengalami beberapa gangguan, pengguna akan memiliki banyak kelemahan, namun media *streaming* akan baik-baik saja.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian pengaruh *rain fading* terhadap kualitas layanan HSDPA pada penggunaan *video conference* adalah :

1. *Rain fading* merupakan faktor yang berpengaruh pada pentransmisan sinyal di atmosfer. Pengaruh yang diakibatkan adalah turunnya level amplitudo. Penurunan amplitudo terbesar terjadi saat curah hujan paling tinggi. Hal ini ditunjukkan

- saat intensitas curah hujan 0 mm *effective rain fading* 0 dB, intensitas curah hujan 5 mm *effective rain fading* 0,001330541 dB, intensitas curah hujan 20 mm maka *effective rain fading* 0,005056057 dB, dan intensitas curah hujan 34 mm *effective rain fading* 0,007950226 dB.
2. Berdasarkan perhitungan dan data dari operator, besarnya nilai *delay* dipengaruhi faktor utilisasi, dimana semakin besar faktor utilisasi, *delay* yang terjadi akan semakin besar. Hal ini ditunjukkan saat faktor utilisasi 0,1 *delay end-to-end* yang dihasilkan 321,614 ms lebih kecil dibandingkan faktor utilisasi sebesar 0,9 dengan *delay end-to-end* 335,047 ms. Saat pengukuran dengan faktor utilisasi 0,1 adalah 320,610 ms lebih kecil dibanding faktor utilisasi 0,9 yaitu 333,521 ms. Namun nilai *delay* yang terjadi menurut standar (ITU-T G.114) untuk layanan *video conference* masih dapat diterima karena masuk dalam *range* $151 \text{ ms} \geq t_{\text{end-to-end}} \geq 400 \text{ ms}$.
 3. Berdasarkan perhitungan dan data dari operator, diketahui bahwa :
 - Besarnya *packet loss* dipengaruhi oleh *effective rain fading*, dimana semakin besar *effective rain fading* yang terjadi, maka *packet loss* yang terjadi juga akan semakin besar. Hal ini ditunjukkan ketika *effective rain fading* sebesar 0,001330541 dB *packet loss* yang dihasilkan 0,009414489 lebih kecil dibandingkan *effective rain fading* sebesar 0,007950226 dB dengan *packet loss* 0,009475035. Data operator menunjukkan saat *effective rain fading* sebesar 0,001330541 dB *packet loss* yang terjadi adalah 0,00934721 dan ketika *effective rain fading* sebesar 0,007950226 dB *packet loss* yang terjadi adalah 0,009454635.
 - Nilai *Throughput* dipengaruhi oleh *effective rain fading*, dimana semakin besar *effective rain fading* yang terjadi, maka *throughput* yang terjadi juga akan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan ketika *effective rain fading* sebesar 0,001330541 dB *throughput* yang terjadi sebesar 3488,15867 kbps dan ketika *effective rain fading* sebesar 0,0079502 dB *throughput* yang terjadi sebesar 3487,455222 kbps. Pada pengukuran, saat *effective rain fading* 0,001330541 dB *throughput* yang terjadi adalah 3487,987 kbps dan ketika *rain fading* sebesar 0,007950226 dB *throughput* yang terjadi adalah 3486,896 kbps .
 4. Semakin besar *effective rain fading* yang terjadi, maka besarnya nilai MOS akan semakin kecil. Penurunan MOS terjadi secara linier terhadap *effective rain fading*. Nilai MOS pada perhitungan merupakan kategori B. Nilai tersebut saat kondisi cerah, hujan ringan, hujan normal, dan hujan lebat walaupun terdapat penurunan namun masih dalam *range* $3,9 \leq M < 4,2$ yang berarti semua aplikasi internet bekerja sangat baik walaupun tidak maksimal.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian pengaruh *rain fading* terhadap kualitas layanan

HSDPA pada penggunaan *video conference* yang telah dilakukan ini, antara lain:

1. Pengembangan penelitian selanjutnya dapat dihitung pengaruh *rain fading* pada frekuensi *uplink*.
2. Aplikasi *real-time* yang digunakan menggunakan aplikasi lain seperti *video streaming*.
3. Analisis menggunakan data primer, yaitu hasil pengukuran secara langsung ketika hujan.

DAFTAR REFERENSI

- [1] ITU-T. 2013. *Video Conference Recommendation*. ITU-T Press Realese.
- [2] Wardhana, Lingga dan Nuraksa Markodian. 2010. *Teknologi Wireless Communication dan Wireless Broadband*. Bandung: Andi.
- [3] Wijaya, Made Handy Iswara Pasek. 2012. *Rain Fading dan Gelombang Elektromagnetik* . Jurnal Courseware Politeknik Telkom.
- [4] Freeman, Roger L. 1991. *Telecommunication Transmission Handbook Third Edition*. Canada: John Wiley, Inc.
- [5] Furht, Borko. 2011. *HSDPA HSUPA Handbook Internet and Communication Vol 12*. Florida: Taylor and Francis Group LLC.
- [6] Girod, Bernd. 1987. *A Scalable Codec for Internet Video*. Germany: University of Erlangen Publisher.
- [7] Schwartz, Mischa. 1997. *Telecommunication Networks: Protocols, Modelling and Analysis*. USA: Addison Wesley Publishing.
- [8] Holma, Harri and Antti Toskala. 2004. *WCDMA for UMTS Radio Access Mobile Communications Third Generation*. England: John Wiley Ltd.
- [9] ITU-T. 1999. *Mean of Score for Video Communication Conferencing*. ITU-T Press Realese
- [10] Heywood, Drew. 1999. *Konsep dan Penerepan TCP/IP*. Jogjakarta: Andi.
- [11] Sosrodarsono, Suyono. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [12] Simanjuntak, Ranto. 2006. *Pengaruh Redaman Hujan Terhadap Performansi Jaringan EVDO Revision A*. Universitas Brawijaya. Skripsi tidak diterbitkan.