

ANALISA PENGARUH REDAMAN HUJAN PADA INTERFERENSI CO-CHANNEL UNTUK ARSITEKTUR SELULER SISTEM KOMUNIKASI WIRELESS BROADBAND

¹Ari Wijayanti, dan ²Haniah Mahmudah

^{1,2}Jurusan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya,
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
E-mail : ariw@eepis-its.edu, haniah@eepis-its.edu

Abstrak. *Kebutuhan akan bandwidth yang lebar untuk layanan multimedia dengan kecepatan tinggi dan berkualitas akan mengarah pada penggunaan sistem komunikasi fixed wireless access LMDS yang beroperasi pada frekuensi gelombang millimeter yaitu antara 20-40 GHz. Kinerja sistem ini sangat dipengaruhi oleh efek redaman hujan terutama untuk daerah tropis sehingga sangat penting menjadi parameter dalam analisa interferensi co-channel dalam suatu sistem LMDS. Pada penelitian ini dilakukan analisa perbandingan rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi (S/I) dengan mempertimbangkan dampak redaman hujan yang diambil melalui pengukuran curah hujan di Surabaya dan arsitektur seluler Downlink S/I menggunakan polarisasi tunggal, dan polarisasi intercell interleaving sehingga dapat digunakan sebagai rujukan dalam mendesain sistem komunikasi fixed broadband yang handal. Prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau S/I (dB) 0,1% pada arsitektur polarisasi tunggal horisontal ketika berada pada kerimbunan pepohonan tingkat rendah hingga tinggi (m dari 4 hingga 6) diperoleh saat $m=4$ sebesar 20 dB, $m=5$ sebesar 27 dB, dan $m=6$ sebesar 35 dB. Untuk polarisasi interleaving, nilai prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau S/I (dB) 0,1% diperoleh ketika $m=4$ sebesar 50 dB, $m=5$ sebesar 55 dB, dan $m=6$ sebesar 65 dB. Didapatkan nilai S/I yang lebih baik ketika menggunakan arsitektur seluler interleaving karena polarisasi yang berbeda mengurangi interferensi sehingga mengoptimasi kesediaan bandwidth.*

Kata kunci : *Redaman Hujan, Interferensi Co-Channel, Local Multipoint Distribution service(LMDS), S/I*

1. Pendahuluan

Permintaan masyarakat akan layanan komunikasi broadband seperti *high speed internet, digital video, audio broadcasting, video conference* yang memiliki kapasitas tinggi dan bandwidth lebar telah mendorong penggunaan spectrum frekuensi radio yang tinggi. Sistem komunikasi *Broadband Wireless Access (BWA) atau Local to Multipoint Distribution System (LMDS)* didunia berkembang dengan cepat karena mampu memberikan layanan yang tinggi dan diinginkan oleh masyarakat.. LMDS [1] adalah sistem komunikasi *fixed wireless access, line of sight (LOS) point to multipoint* yang beroperasi pada frekuensi gelombang millimeter yaitu antara 20-40 GHz. LMDS menyediakan layanan *Broadband Wireless Access (BWA)*, menggunakan prinsip seluler seperti desain sel dan frekuensi *reuse*. Sistem LMDS dengan bandwidth diatas 1 GHz yang dialokasikan oleh *Federal Communication Commission (FCC)* mampu menghasilkan throughputs 1.5 Gb/s untuk downstream dan kecepatan upstream sebesar 200 Mb/s (Papazian, 2007 dan C. Smith,2000). Sistem LMDS ini memiliki keterbatasan

coverage area hanya beberapa km saja karena sistem ini menyalurkan layanan broadband (broadcast dan atau multimedia) dari base station ke pelanggan tetap. Selain itu penggunaan frekuensi gelombang millimeter menyebabkan terjadinya propagation losses yang tinggi yaitu free-space propagation losses dan redaman akibat hujan (Ranjan, 2004). Sehingga maksimum range perancangan LMDS bergantung pada rain-zone dan probabilitas outage yang diinginkan untuk mendapatkan BER dan kecepatan transmisi yang diinginkan.

Pada sistem seluler LMDS juga yang menggunakan frekuensi dan polarisasi reuse maka cochannel interference (CCI) dan adjacent hannel interference (ACI) yang dapat mengurangi kualitas sinyal pada terminal penerima tidak dapat dihindarkan sehingga interference juga menjadi parameter dalam perencanaan jaringan LTE. Sejumlah paper telah melaporkan efek cochannel interference (CCI) dan adjacent hannel interference (ACI) pada penerapan sistem LMDS. S.Q Gong dkk melakukan penelitian tentang nilai CCI pada downlink untuk sistem dengan tiga sektor antenna pada BTS akibat efek dari power control (S.Q.Gong, 1999). F.Shayan dan K.Mohsen telah melakukan penelitian mengenai interferensi co-channel pada sistem komunikasi LMDS untuk arsitektur sel persegi di kawasan Amerika dan hasilnya diperoleh grafik perhitungan \hat{S}/\hat{I} terhadap *power law attenuation* berdasarkan polarisasi dan frekuensi yang digunakan (Shayan,2000). Ranjan Bose dkk juga telah melakukan penelitian tentang analisa interferensi 2-D Line of Sight (LOS) pada jaringan LMDS disisi uplink dan downlink (Rajan,2004). Paper in mengajukan mengajukan teknik sederhana dengan mengatur arah antenna pada sisi pelanggan dengan availability sistem minimum untuk mengurangi CCI.

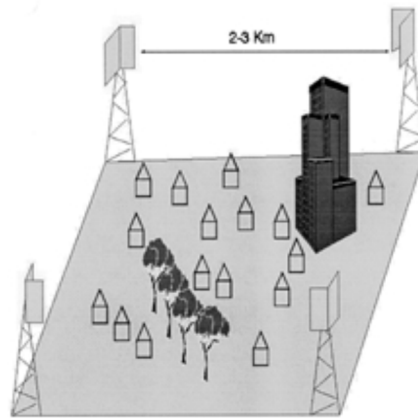
Paper ini melaporkan simulasi pengaruh nilai redaman hujan yang didapatkan dari hasil pengukuran di Surabaya terhadap nilai \hat{S}/\hat{I} berdasarkan parameter-parameter daya transmisi, *directivity* antena base station, *directivity* antena subscriber, XPD, gain antena base station, gain antena subscriber sebagai parameter perancangan system LMDS di Surabaya.

Paper ini dimulai dengan pendahuluan dilanjutkan bagian kedua dengan arsitektur LMDS . Bagian ketiga dengan perhitungan Co-channel Interference pada LMDS. Berdasarkan redaman hujan dan S/I . again keempat membahas tentang hasil analisa S/I pada beberapa arsitektur seluler dan diambil kesimpulan pada bagian ke 5.

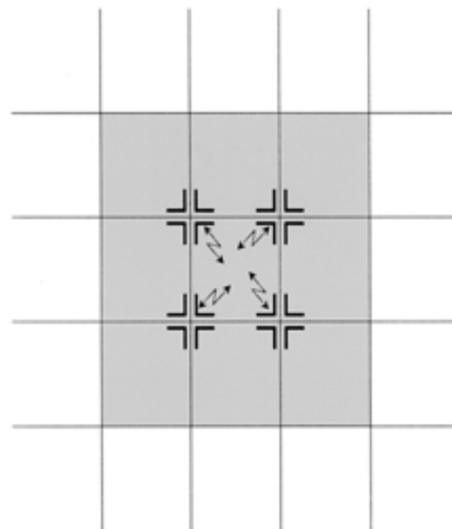
2. Arsitektur LMDS

LMDS merupakan sistem komunikasi point to multipoint yang beroperasi pada frekuensi gelombang milimeter. Arsitektur seluler pada LMDS menggunakan konsep desain sel dan frekuensi reuse. Bentuk dan ukuran sel akan menyebabkan coverage area yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya (Shayan, 2000) menyatakan bentuk sel persegi dengan empat antena pada tiap sudut sel memiliki coverage yang besar sehingga pada penelitian ini diasumsikan bentuk sel persegi dengan empat base station pada tiap sudut sel (bernhardt,1985). Setiap base station (BTS) diasumsikan menggunakan empat antena sektor 90^0 seperti ditunjukkan pada Gambar 1(Shayan, 2000).

Sel-sel dalam struktur LMDS tentunya akan menyebabkan co-channel interference akibat dari pancaran antenna yang memiliki polarisasi dan beamwidth yang besar sehingga perlu untuk dipilih model polarisasi dan beamwidth antenna untuk mengurangi co-channel interference.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Peletakan antenna BTS sector 90° dengan efek shadowing bangunan dan pohon. (b) Skenario peletakan antenna dimana setiap user dapat mengambil sinyal dari keempat BTS (Shayan,2000)

2.1. Redaman Hujan

Redaman hujan merupakan salah satu faktor yang dapat mengurangi performansi sistem yang menggunakan frekuensi diatas 10 GHz. Redaman hujan ini muncul akibat titik-titik hujan mengenai gelombang elektromagnetik sehingga besarnya redaman hujan akan berbeda-beda untuk setiap daerah, di Surabaya besar redaman hujan pernah terukur

hingga 85 dB pada link 5,7 km (Shalehudin, 1999). Redaman hujan spesifik dapat dihitung berdasarkan persamaan (1) (ITU-R,2001)

$$A=a.R^b \quad \dots (1)$$

dengan :

A = Redaman spesifik (dB/km)

R = Intensitas hujan (mm/h)

a,b = frekuensi 30GHz sehingga polarisasi horisontal $a_H=0.18700$, $b_H=1.021$ dan $a_V=0.16700$, $b_V=1.00$ (ITU-R, 2001)

2.2. Sinyal Interferensi (S/I) pada Co-Channel

Rata-rata perolehan sinyal dari base station diperoleh dengan persamaan (2) (Rajan, 2000)

$$\bar{S} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_t \cdot G_b \cdot G_s \cdot L_{rain} \cdot XPD - 1}{r^m} \cdot \frac{XPD}{XPD} \right) \quad \dots (2)$$

dimana diasumsikan nilai untuk:

Pt = Daya Transmisi= 0 dBw. (Chu,2005)

Gb = Gain dari Base Station = 20.15 dBi. (Rajan, 2000)

Gs = Gain subscriber = 34.96 dBi. (Rajan, 2000)

Lrain = Redaman hujan (dB/km)

XPD = Cross polarization Discrimination = 16 dBW. (Rajan, 2000)

r = Jarak dari base station ke base station lain dalam satu sel.

m = Merupakan daerah dengan kerimbunan pepohonan rendah sampai sedang dengan nilai antara 4 sampai 6.

Sedangkan nilai rata-rata daya penerima dari sumber interferensi diperoleh melalui (Rajan, 2000)

- Untuk sumber cross polarized.

$$\bar{I} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_t \cdot D_b \cdot D_s \cdot L_{rain} \cdot 1}{r^m \cdot XPD} \right) \quad \dots (3)$$

- Untuk sumber co-polarized.

$$\bar{I} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_t \cdot D_b \cdot D_s \cdot L_{rain} \cdot XPD - 1}{r^m \cdot XPD} \right) \quad \dots (4)$$

dengan :

Db = Direktivitas dari gangguan antenna pelanggan kearah antenna base station.

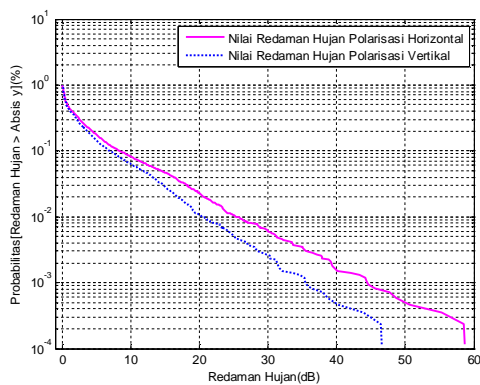
Ds = Direktivitas dari gangguan antenna base station kearah antenna pelanggan.

Shingga didapatkan nilai rata-rata Sinyal terhadap Rata rata Interferensi (\hat{S}/\hat{I}) pada Interferensi Co-Channel seperti persamaan 5 [4]

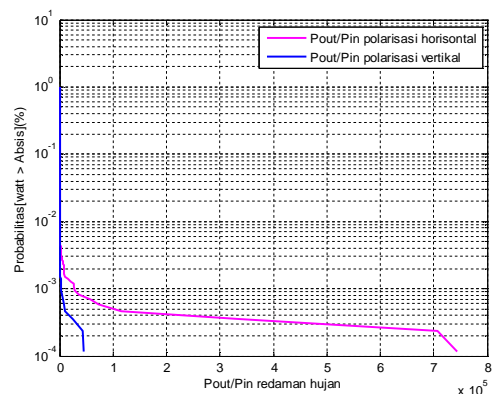
$$\bar{S} / \bar{I} = 10 \log_{10} \left(\frac{10^{\bar{S}/10}}{\sum_j 10^{\bar{I}_j/10}} \right) \quad \dots (5)$$

3. Hasil dan Analisa

Nilai Redaman hujan spesifik pada penelitian ini didapatkan melalui pengukuran curah hujan menggunakan rain gauge di Surabaya pada tahun 2009-2010. Data hasil pengukuran curah hujan seperti Gambar 2. Redaman hujan dihitung dengan polarisasi horisontal dan vertikal. Gambar 2 menunjukkan polarisasi Horisontal memiliki nilai redaman spesifik lebih besar dibandingkan dengan polarisasi vertikal karena untuk polarisasi horisontal semua titik hujan jatuh pada sinyal. Perbandingan kuantitas daya (*Ratio Power quantity*) untuk parameter redaman hujan spesifik (dB/km) ditunjukkan pada Gambar 3. Perbandingan kuantitas daya pada polaritas horisontal juga menunjukkan nilai yang lebih tinggi akibat redaman hujan yang tinggi.

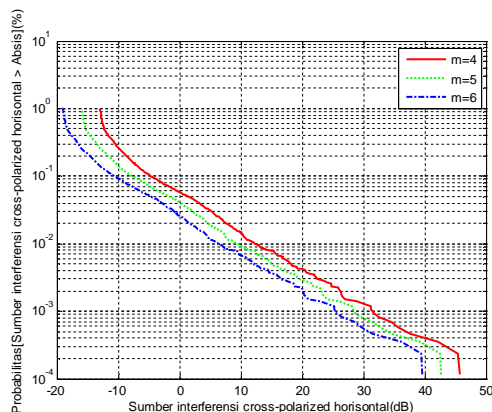


Gambar 2. Grafik CCDF redaman hujan tahun 2009-2010

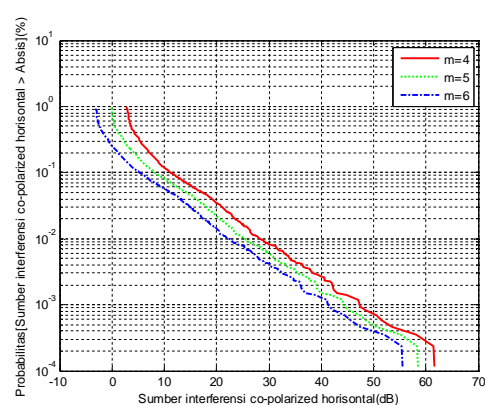


Gambar 3. Grafik CCDF ratio daya redaman hujan spesifik pada polarisasi horisontal dan polarisasi vertikal

Jika diasumsikan directivity antenna base station 45° sehingga nilai $D_b=15$ dBi dan directivity antenna pelanggan 0° sehingga nilai $D_s= 35$ dBi maka hasil rata-rata interferensi untuk sumber co- polarized dan cross polarized ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Grafik CCDF rata-rata Interferensi cross-polarized saat polarisasi redaman hujan horisontal



Gambar 5. Grafik CCDF Interferensi co-polarized saat polarisasi redaman hujan horisontal

Dalam simulasi perhitungan \hat{S}/\hat{I} digunakan dua arsitektur seluler yaitu arsitektur dengan polarisasi tunggal dan arsitektur polarisasi intracell dan polarisasi intercell interleaving dengan antenna user berada ditengah sel dan mengarah ke satu base station seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

H	H	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H

V	V	V	V	V	V
V	V	V	V	V	V
V	V	V	V	V	V
V	V	V	V	V	V
V	V	V	V	V	V
V	V	V	V	V	V

(a1)

(a2)

H	H	V	V	H	H
H	H	V	V	H	H
H	H	V	V	H	H
H	H	V	V	H	H
H	H	V	V	H	H
H	H	V	V	H	H

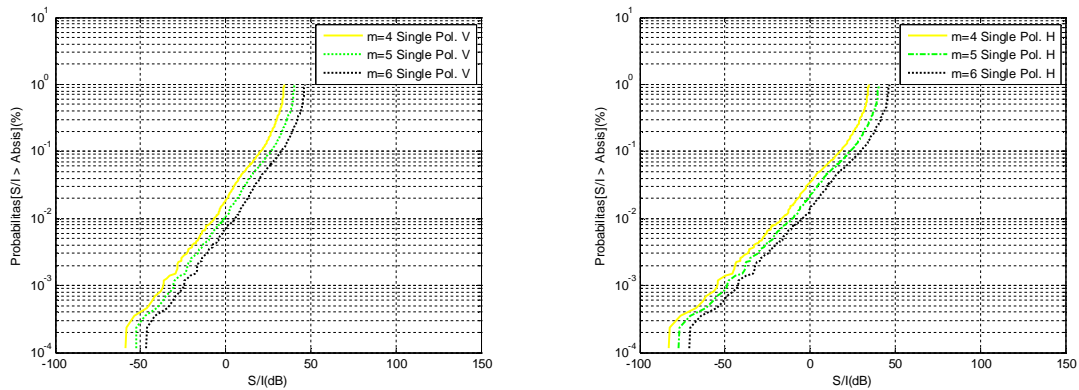
H	H	V	V	H	H
H	H	V	V	H	H
V	V	H	H	V	V
V	V	H	H	V	V
H	H	V	V	H	H
H	H	V	V	H	H

(b1)

(b2)

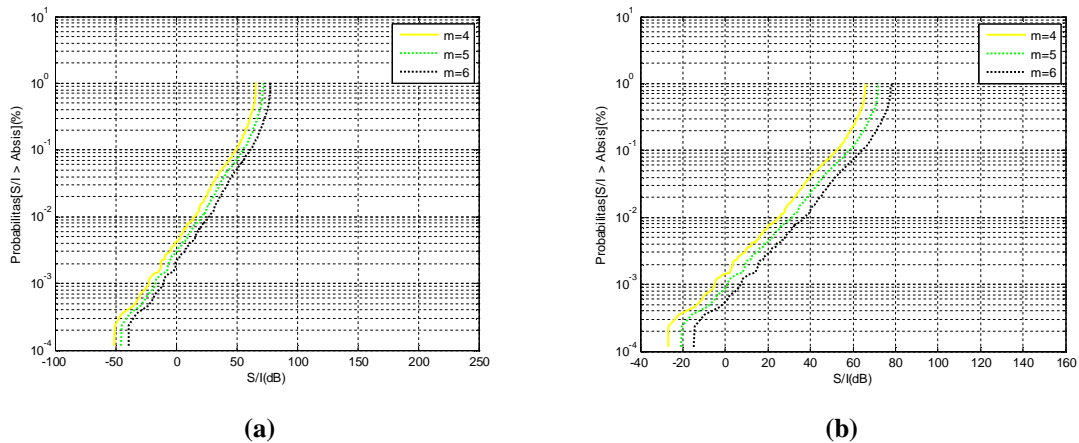
Gambar 6. Arsitektur selular (a). arsitektur dengan polarisasi tunggal. (b) Arsitektur polarisasi intracell dan polarisasi intercell interleaving.

Pada Gambar 7 (a) dan (b) menunjukkan nilai rata-rata \hat{S}/\hat{I} pada polarisasi tunggal untuk nilai kerimbunan dedaunan $m=4-6$. Nampak pada gambar 7(a2), nilai prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,1% untuk arsitektur polarisasi vertikal ketika $m=4$ sebesar 20 dB, $m=5$ sebesar 27 dB, dan $m=6$ sebesar 35 dB. Untuk kasus bentuk arsitektur polarisasi interleaving seperti pada gambar 6(b1) dan (b2) diperoleh nilai \hat{S}/\hat{I} yang lebih tinggi daripada bentuk arsitektur polarisasi tunggal seperti Gambar 8 a dan gambar 8.b. Prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) untuk arsitektur pada Gambar 6 (b1) menunjukkan ketika probabilitas 0,1% diperoleh ketika $m=4$ sebesar 50 dB, $m=5$ sebesar 55 dB, dan $m=6$ sebesar 60 dB. Sedangkan untuk arsitektur Gambar 6 (b2) menunjukkan nilai \hat{S}/\hat{I} (dB) untuk polarisasi interleaving. Prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,1% diperoleh ketika $m=4$ sebesar 52 dB, $m=5$ sebesar 58 dB, dan $m=6$ sebesar 64 dB.



Gambar 7. (a) Arsitektur selular dengan polarisasi tunggal Vertikal
(b) Arsitektur selular dengan polarisasi tunggal Horizontal

Pada kasus arsitektur polarisasi interleaving diperoleh nilai \hat{S}/\hat{I} (dB) yang lebih besar daripada grafik hasil \hat{S}/\hat{I} (dB) dari arsitektur polarisasi tunggal vertikal. Hal ini dikarenakan penggunaan polarisasi yang berbeda akan memaksimalkan pemisahan dari sektor yang berdekatan sehingga dapat menggunakan kembali seluruh sistem di antena sektor dan mengoptimasi bandwidth sehingga nilai \hat{S}/\hat{I} juga lebih tinggi.



Gambar 8. (a) Arsitektur selular dengan polarisasi interleaving arsitektur pada gambar 6(b1)
(b) Arsitektur selular dengan polarisasi interleaving arsitektur pada gambar b(b2)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Bentuk polarisasi yang digunakan mempengaruhi besarnya redaman yang ditimbulkan saat kondisi hujan. Untuk polarisasi horisontal lebih tinggi daripada polarisasi vertikal terlihat pada probabilitas outage 0,01% sebesar 35,6 dB untuk polarisasi vertikal dan 44,8 dB untuk polarisasi horisontal
2. \hat{S}/\hat{I} pada arsitektur interleaving lebih besar daripada polarisasi tunggal. Untuk polarisasi interleaving, nilai prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,1% diperoleh ketika m=4 sebesar 50 dB, m=5 sebesar 55 dB, dan m=6 sebesar 65 dB.

5. Ucapan Terima kasih

Terima kasih kepada DP2M Dikti yang telah membiayai penelitian melalui program penelitian Hibah Bersaing Tahun 2011.

6. Daftar pustaka

- C. Smith (2000), LMDS, New York : MCGraw-Hill
- F.Shayan and K.Mohsen (2000), "Co-channel Interference Assessment for Line-of-Sight Millimeter-Waves Cellular LMDS Architectures", FIEE. 4
- ITU-R Rec. P.838 (2001)
- Mahmudah H, Wijayanti A, Hendratoro G, Mauludiyanto A, Matshusima, "Analysis of Rain Attenuation Statistics in Surabaya using Synthetic Storm Technique fo Tropical Millimeter-Wave Wireless Design", Wireless Optical Communication Network WOCN, 2008.
- Papazian, Peter B,dkk (2007), "Study of the Local Multipoint Distribution Service Radio Channel", IEEE Transactions on Broadcasting VOL. 43, No.2
- Ranjan Bose (2004), Two- Dimentional Line of Sight Interference Analysis of LMDS Networks for the Downlink and Uplink, IEEE Transactions on Antennas and Propagations, Vol 52 No. 9
- R.C. Benhardt (1987), RF Performance of macroscopic diversity in frequency reuse universal digital portable radio : signal stength consideration, Proc. IEEE Globecomm,85, vol. 2,pp 1002-1007.
- Salehudin, M., Hanantasena, B., Wijdeman, L. (1999), " Ka-Band Line-of-Sight Radio Propagation Experiment in Surabaya Indonesia", *Proceedings of 5th Ka-Band Utilization Conference, Taormina, Italy, hal. .161-165.*
- S.Q. Gong and D. Falconer (1999), " Cho-channel interference in celuller fixed broadband access system with directional antennas, Personal Wireless Communications, vol. 10 no.1, pp 103-117.