

ANALISA INTERFERENSI CO-CHANNEL PADA SISTEM KOMUNIKASI LMDS

Sevy Nur Fauziah, Haniah Mahmudah, Ari Wijayanti
Jurusan Teknik Telekomunikasi - Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
Kampus PENS-ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya.
Telp : +62+031+5947280; Fax. +62+031+5946011
Email : sevyfauziah@rocketmail.com

Abstrak

LMDS (Local Multipoint Distribution Service) adalah teknologi Broadband Wireless Access yang menggunakan sinyal microwave yang beroperasi antara 20 – 40 GHz. Penggunaan gelombang millimeter dengan frekuensi diatas 10 GHz sangat rentan terhadap gangguan terutama redaman hujan Selain itu, masalah interferensi dari base station lain juga mempengaruhi kinerja LMDS

Dalam analisis ini, dampak dari curah hujan, kerimbunan dedaunan dan polarisasi sangat diperhitungkan pada LMDS yang menggunakan sel persegi dengan arsitektur polarisasi tunggal dan arsitektur polarisasi interleaving pada antena base station sehingga didapatkan perbandingan rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi (\hat{S}/\hat{I}) yang merupakan variasi skala besar dari sinyal yang direpresentasikan dari distribusi lognormal dan nilai rata-rata aturan model power law.

Prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,01% pada arsitektur polarisasi tunggal horisontal ketika berada pada kerimbunan pepohonan tingkat rendah hingga tinggi (m dari 4 hingga 6) diperoleh saat $m=4$ sebesar -15 dB, $m=5$ sebesar -10 dB, dan $m=6$ sebesar -5 dB. Untuk polarisasi interleaving, nilai prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,01% diperoleh ketika $m=4$ sebesar 23 dB, $m=5$ sebesar 30 dB, dan $m=6$ sebesar 37 dB. Didapatkan nilai \hat{S}/\hat{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), Perbandingan Rata-rata Sinyal terhadap Rata-rata Interferensi (\hat{S}/\hat{I})

1. PENDAHULUAN.

Dalam jaringan selular nirkabel, telah lama diketahui bahwa faktor pembatas kinerja sistem adalah interferensi co-channel. Pada perbandingan rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi (\hat{S}/\hat{I}) di sistem selular LMDS sangat

berbeda dari apa yang telah dipahami untuk sistem mobile tradisional yang beroperasi pada frekuensi gelombang mikro lebih rendah, karena penggunaan frekuensi gelombang mikro yang tinggi digunakan untuk kawasan Line-of-Sight. Ketika beamwidth antenanya sempit maka dayanya besar sehingga menimbulkan interferensi.

Pada tahun 2000, 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 [1].

Dari penelitian yang pernah dilakukan, maka proyek akhir ini akan dibuat visualisasi perhitungan \hat{S}/\hat{I} berdasarkan rumus dengan parameter-parameter daya transmisi, *directivity* antena base station, *directivity* antena subscriber, XPD, gain antena base station, gain antena subscriber dan nilai redaman hujan tahun 2009-2010 untuk kawasan tropis yang menggunakan sel persegi dengan arsitektur polarisasi tunggal dan arsitektur polarisasi interleaving sehingga didapatkan perbandingan rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi (\hat{S}/\hat{I}) yang merupakan variasi skala besar dari sinyal yang direpresentasikan dari distribusi lognormal dan nilai rata-rata aturan model power law.

2. DASAR TEORI

Bagian ini berisi tentang teori atau pustaka yang mendukung riset/penelitian.

2.1 Sistem LMDS

LMDS merupakan sistem komunikasi point to multipoint berbasis sel yang beroperasi pada 30 GHz yang menyediakan layanan suara, data, internet, dan video secara bidirectional. [2]

2.1.1 Jenis Layanan Yang Disediakan

Jenis layanan yang disediakan oleh sistem LMDS dapat dibagi sebagai berikut .

1. *Layanan Data Berkecepatan Tinggi.*

- *Peer to peer (Symetric) services*
- *Client/server (asymetric) services*

2. *Layanan suara atau telepon.*

3. *Kecepatan dari layanan telepon adalah pada ISDN, E1, dan E3.*
4. *Layanan video.*
5. *Video on demand.*
6. *Interaktif video, seperti video conference.*
7. *Broadcast video [2]*

2.4 Interferensi Co-Channel

Sel co-channel adalah sel yang menggunakan frekuensi yang sama. Sedangkan interferensi merupakan faktor masalah utama yang membatasi kinerja dari sistem radio selular, dapat disebut dengan crosstalk. Sehingga interferensi co-channel adalah crosstalk dari dua pemancar radio yang berbeda menggunakan frekuensi yang sama.

2.6 Intensitas Hujan R (mm/jam)

Letak geografis suatu wilayah akan akan mempengaruhi iklim dan besar intensitas hujan Indonesia merupakan negara tropis dengan curah hujan yang tinggi sehingga efek redaman hujan pada sistem komunikasi sangat terasa.

Tabel 1. Parameter Hujan Berdasarkan Nilai Intensitas.

| Hujan | Intensitas (mm/jam) |
|---------------|---------------------|
| Sangat rendah | 0 - 5 |
| Rendah | 6 - 10 |
| Sedang | 11 - 25 |
| Agak tinggi | 26 - 50 |
| Tinggi | 51 - 75 |
| Sangat tinggi | >75 |

2.7 Redaman Hujan

Untuk mengetahui proses dan besarnya gangguan gelombang elektromagnetik oleh hujan, perlu diketahui sifat dan kondisi hujan serta parameter-parameter yang mempengaruhi terjadinya redaman misalnya intensitas hujan. Redaman hujan dapat dicari pada satu titik pengukuran (redaman hujan spesifik) dan sepanjang lintasan. Redaman hujan spesifik diperoleh melalui persamaan : [1]

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

dengan :

A = Redaman spesifik (dB/km)

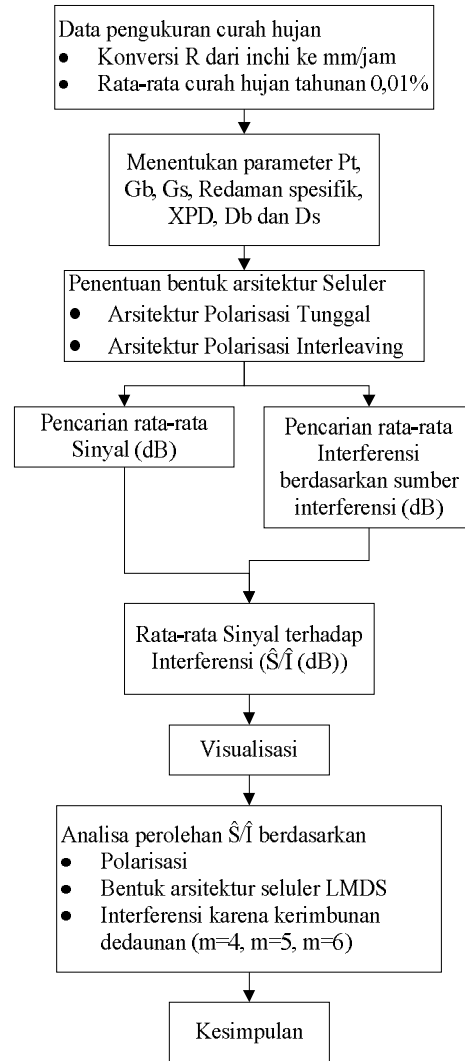
R = Intensitas hujan (mm/h)

a, b = Pada proyek akhir menggunakan frekuensi 30GHz sehingga polarisasi horisontal $a_H=0.18700$, $b_H=1.021$ dan $a_V=0.16700$, $b_V=1.00$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan penelitian

Pada perancangan penelitian seperti blok diagram yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram penelitian

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa langkah rancangan penelitian dilakukan seperti berikut:

1. Melakukan konversi intensitas hujan dari data *.txt hasil pengukuran intensitas hujan kedalam satuan milimeter per jam (mm/hr).
2. Kemudian dilakukan perhitungan redaman hujan spesifik berdasarkan jenis polarisasi (dB/Km).
3. Dari parameter-parameter yang telah diketahui dilakukan konversi dari desibel ke satuan watt untuk parameter redaman spesifik (dB/km), daya transmisi (Pt), Directivity Base station (Db), Directivity Subscriber (Ds) dan Cross Polarization Discrimination (XPD) dan konversi dari desibel ke satuan isotropic untuk parameter Gain Base station (Gb) dan Gain Subscriber (Gs).
4. Menentukan bentuk arsitektur seluler sehingga diperoleh rata-rata sinyal dan rata-rata interferensi berdasarkan rumus

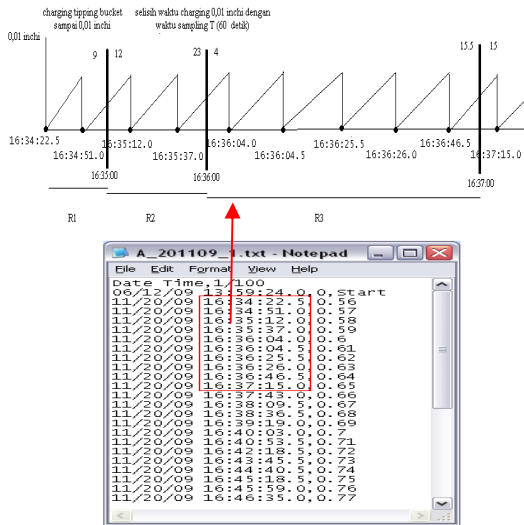
sehingga didapatkan nilai rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi (\hat{S}/\hat{I}).

- Selanjutnya nilai rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi (\hat{S}/\hat{I}) masing-masing ditampilkan dalam bentuk grafik \hat{S}/\hat{I} kemudian dianalisa dan dibandingkan satu sama lain sehingga diperoleh kesimpulan.

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Intensitas Hujan

Data yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan menurut tanggal, bulan, tahun dan event terjadinya hujan, maka dilakukan konversi intensitas hujan tiap menit.



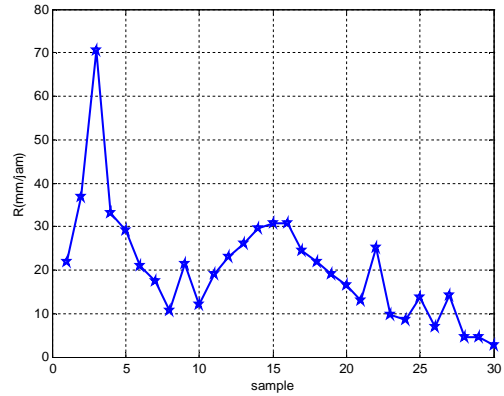
Gambar 2. Konversi Intensitas Hujan

Dari gambar 2 maka nilai R_1 , R_2 , dan R_3 dapat dicari dengan persamaan seperti berikut:

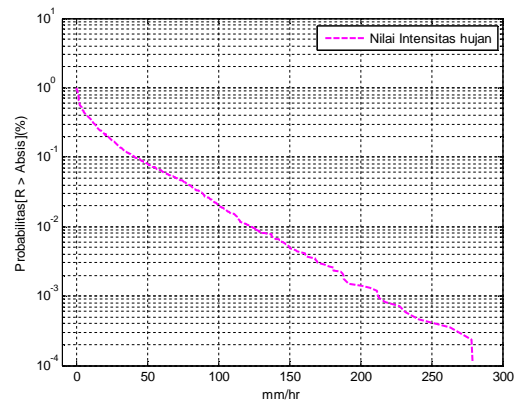
$$R(\text{mm/jam}) = \frac{\text{volume air}}{\text{menit}} \times 0,25 \times 60 \quad (2)$$

$R(\text{mm/jam})$ adalah besaran yang mewakili curah hujan, dimana dikalikan dengan konstanta 0,25 yaitu sampling dari peralatan rain gauge untuk mengubah satuan inchi menjadi mm dan 60 adalah konstanta untuk mengubah pengukuran curah dari hitungan menit menjadi tiap jam.

Hasil konversi intensitas hujan kemudian diplot sebagai grafik intensitas hujan seperti pada gambar 3 yang merupakan grafik pada tanggal 20 Nopember 2009 pada even pertama. Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Untuk grafik intensitas hujan tahun 2009-2010 diperlihatkan pada gambar 4. Dalam proyek akhir ini, nilai intensitas hujan $R_{0,01}$ untuk daerah Surabaya dalam kurun waktu 2009-2010 adalah 115 mm/jam.



Gambar 3. Grafik intensitas hujan pada 20 Nopember 2009

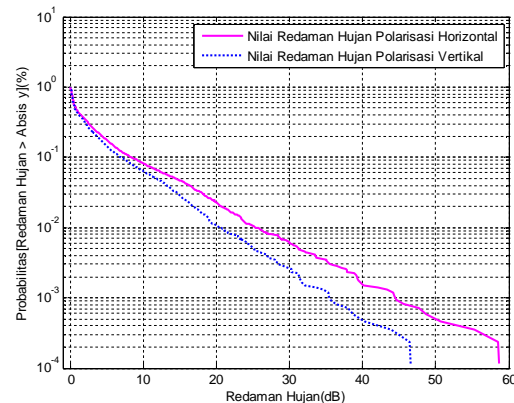


Gambar 4. Grafik CCDF intensitas hujan tahun 2009-2010

3.2.2 Redaman Hujan

Intensitas hujan yang telah dikonversi dari inchi ke mm/jam kemudian diolah kedalam redaman hujan dengan frekuensi 30GHz.

Intensitas hujan di daerah tropis sangat besar dan merugikan untuk komunikasi wireless, khususnya pada jalur (link) transmisi yang menggunakan transmisi gelombang milimeter di atas 10 GHz. Semakin tinggi frekuensi maka semakin besar redaman hujan yang terjadi.



Gambar 5. Grafik CCDF redaman hujan tahun 2009-2010

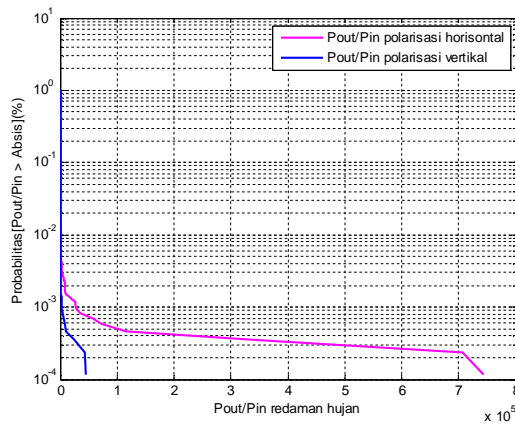
3.2.3 Rasio Kuantitas Daya dan pengukuran antenna

Desibel merupakan sebuah unit logaritmis untuk mendeskripsikan suatu ratio yang berupa daya (*power*), tekanan suara (*sound pressure*), tegangan (*voltage*) atau hal-hal lainnya. Untuk mendapatkan ratio daya seperti berikut

$$Penguatan_daya(dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)$$

$$\left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right) = 10^{Penguatan_daya(db)/10} \quad (3)$$

Perbandingan kuantitas daya (*Ratio Power quantity*) untuk parameter redaman hujan spesifik (dB/km) berdasarkan matlab 7.4 ditampilkan pada gambar 6



Gambar 6. Grafik CCDF ratio daya redaman hujan spesifik pada polarisasi horizontal dan polarisasi vertikal

Untuk perhitungan rasio daya dan isotropis pada parameter lainnya seperti daya transmisi, *directivity* antenna base station, *directivity* antenna subscriber, XPD, gain antenna base station dan gain antenna subscriber diperoleh seperti tabel 2.

Tabel 2. Rasio daya dan isotropis

| Parameter | Nilai Db | Ratio Power Quantity (Pout/Pin) |
|---|-----------|---------------------------------|
| Daya Transmisi (Pt) | 0 dBw | 1 |
| Directivity Base station (Db) | 15 dBi | 31,622 |
| Directivity Subscriber (Ds) | 35 dBi | 3162,8 |
| Cross Polarization Discrimination (XPD) | 16 dBw | 39,81 |
| Gain Antena Base Station | 20.15 dBi | 103,51 |
| Gain Antena Subscriber | 34.96 dBi | 3133,3 |

3.2.4 Rata-rata Sinyal pada Interferensi Co-Channel

Rata-rata perolehan sinyal dari base station diperoleh dengan rumus seperti berikut:[1]

$$\bar{S} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_t \cdot G_b \cdot G_s \cdot L_{rain} \cdot XPD - 1}{r^m} \right) \quad (4)$$

Dimana diasumsikan nilai untuk:

- Pt = Daya Transmisi= 0 dBW. [3]
- Gb = Gain dari Base Station = 20.15 dBi. [3]
- Gs = Gain subscriber = 34.96 dBi. [3]
- Lrain = Redaman hujan (dB/km)
- XPD = Cross polarization Discrimination = 16 dBW. [3]
- 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. [1]

3.2.5 Rata-rata Interferensi pada Interferensi Co-Channel

Rata-rata daya penerima dari sumber interferensi diperoleh melalui:[1]

- Untuk sumber cross polarized.

$$\bar{I} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_t \cdot D_b \cdot D_s \cdot L_{rain} \cdot 1}{r^m} \right) \quad (5)$$

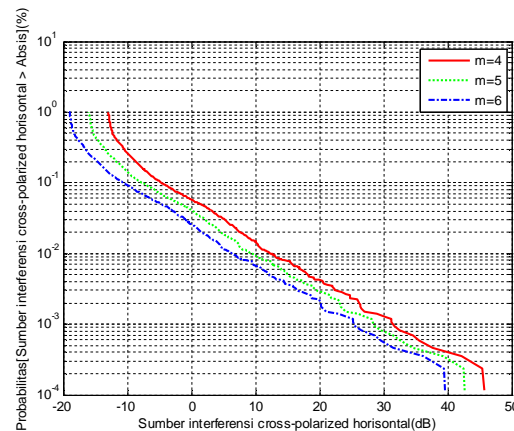
- Untuk sumber co-polarized.

$$\bar{I} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_t \cdot D_b \cdot D_s \cdot L_{rain} \cdot XPD - 1}{r^m} \right) \quad (6)$$

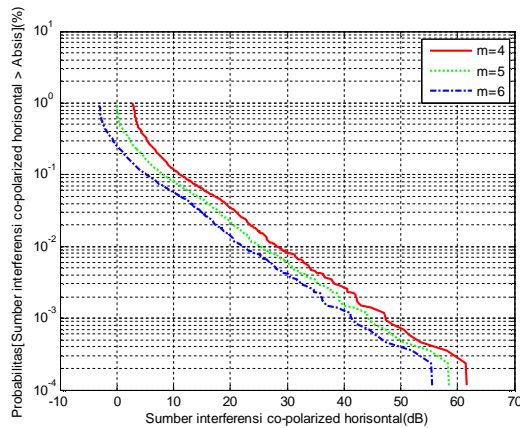
Dengan :

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

Jika diasumsikan directivity antenna base station 45° sehingga nilai Db=15 dBi dan directivity antenna pelanggan 0° sehingga nilai Ds= 35dBi maka hasil rata-rata interferensi untuk sumber co- polarized dan cross polarized kemudian diplot sebagai grafik intensitas hujan masing-masing seperti pada gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. Grafik CCDF rata-rata Interferensi cross-polarized saat polarisasi horizontal



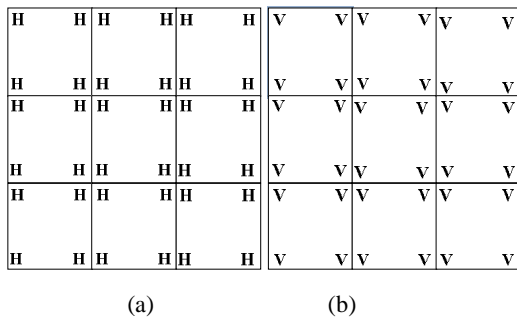
Gambar 8. Grafik CCDF Interferensi co-polarized saat polarisasi horizontal

3.2.5.3 Rata-rata Sinyal terhadap Rata rata Interferensi (\hat{S}/\hat{I}) pada Interferensi Co-Channel

Rata-rata Sinyal terhadap interferensi (\hat{S}/\hat{I}) pada interferensi co channel seperti berikut: [1]

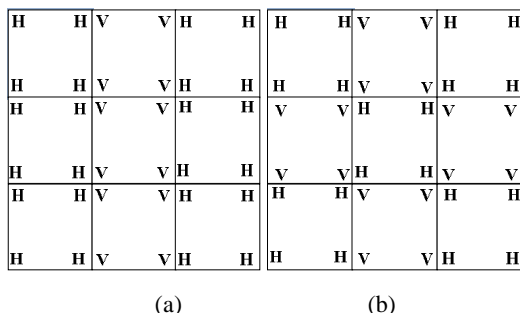
$$\bar{S} / \bar{I} = 10 \log_{10} \left(\frac{10^{\bar{S}/10}}{\sum_j 10^{\bar{I}_j/10}} \right) \quad (7)$$

Untuk memperoleh nilai (\hat{S}/\hat{I}) terlebih dahulu menentukan bentuk arsitektur seluler yang akan dianalisa seperti berikut ini:



(a) (b)
Gambar 9. Arsitektur seluler dengan polarisasi tunggal.

Pada gambar 9 adalah bentuk arsitektur seluler persegi yang masing-masing sudutnya terdapat antenna base station dan menggunakan redaman hujan polarisasi tunggal horisontal untuk gambar 10.a dan polarisasi tunggal vertikal untuk gambar 10.b.



(a) (b)
Gambar 10. Arsitektur polarisasi interleaving.

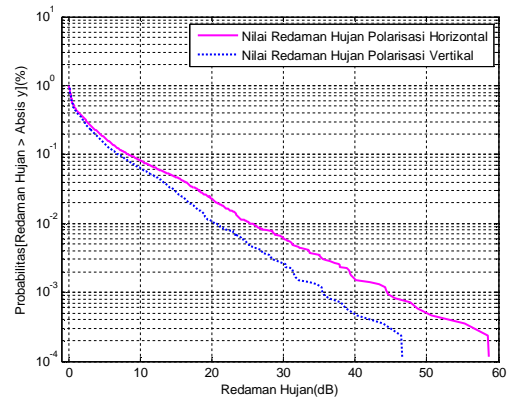
Pada gambar 10 adalah bentuk arsitektur seluler persegi yang masing-masing sudutnya terdapat antenna base station dan menggunakan kombinasi polarisasi horisontal dan polarisasi vertikal pada redaman hujannya.

4. ANALISA

4.1 Pengaruh Perbedaan Polarisasi

Pada proyek akhir ini ada dua polarisasi yang digunakan yaitu polarisasi horisontal dan polarisasi vertikal menggunakan frekuensi 30 GHz dimana masing-masing polarisasi memiliki parameter $a_H = 0.1870000$ dan $b_H = 1.021$ untuk polarisasi horisontal dan $a_V = 0.1670000$ dan $b_V = 1.000$ untuk polarisasi vertikal.

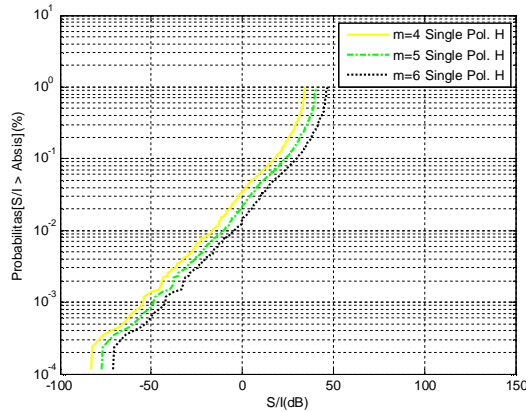
Bentuk polarisasi yang digunakan mempengaruhi besarnya redaman yang dihasilkan. Pada gambar 11 terlihat bahwa polarisasi horisontal memiliki nilai distribusi redaman hujan lebih besar dibandingkan dengan polarisasi vertikal. Untuk daerah tropis, intensitas hujan sangat besar dan merugikan untuk komunikasi wireless, khususnya pada jalur (link) transmisi yang menggunakan transmisi gelombang milimeter di atas 10 GHz. Semakin tinggi frekuensi maka semakin besar redaman hujan yang terjadi.



Gambar 11. Grafik CCDF redaman hujan spesifik pada polarisasi horisontal dan polarisasi vertikal

4.2 Pengaruh Perbedaan Nilai Kerimbunan Dedaunan (m)

Pada sistem komunikasi, gelombang elektromagnetik yang melintasi suatu link akan mengalami penurunan daya karena beberapa fenomena salah satunya kerimbunan dedaunan. Kekuatan fungsi kerimbunan dedaunan dapat mengurangi besarnya daya yang dipancarkan antenna karena dapat menghalangi dan meredam sinyal gelombang millimeter.



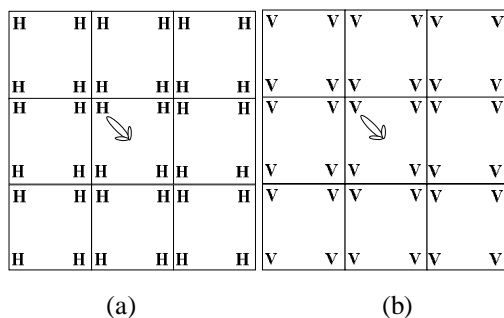
Gambar 12. Arsitektur seluler dengan polarisasi tunggal.Horisontal

Gambar 12 merupakan CCDF \hat{S}/\hat{I} (dB) untuk arsitektur seluler dengan polarisasi tunggal horisontal, dapat dilihat bahwa nilai m antara 4 sampai 6 merepresentasikan area dengan kerimbunan yang rendah hingga kerimbunan yang tinggi.

Prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,1% untuk arsitektur polarisasi horisontal ketika m=4 sebesar 18 dB, m=5 sebesar 23 dB, dan m=6 sebesar 30 dB. Semakin besar nilai m hal ini berarti semakin besar tingkat kerimbunan dedaunan maka semakin besar pula perolehan \hat{S}/\hat{I} (dB).

4.3 Pengaruh Bentuk Arsitektur Seluler

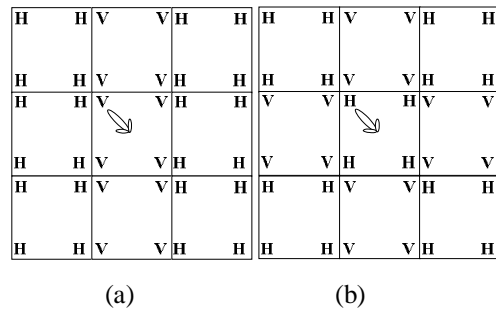
Tujuan sistem LMDS dimana menyediakan akses broadband nirkabel untuk komunikasi data dan \hat{S}/\hat{I} pada sistem arsitektur mobile seluler konvensional untuk transmisi suara. \hat{S}/\hat{I} digunakan sebagai kekuatan fungsi frekuensi reuse berdasarkan bentuk arsitektur seluler. Pada gambar 14 dan gambar 15 dimana antenna user berada ditengah sel dan mengarah ke satu base station seperti berikut.



Gambar13. Arsitektur seluler dengan polarisasi tunggal.

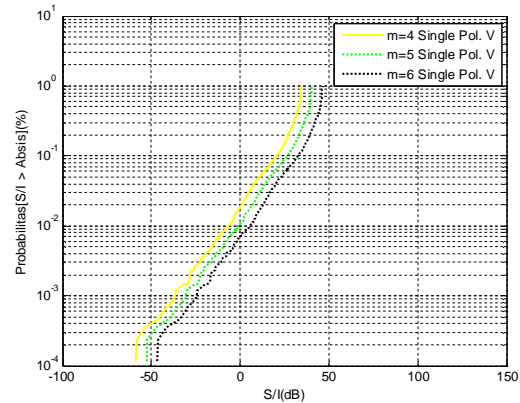
Untuk kasus bentuk arsitektur polarisasi interleaving seperti pada gambar 14.a dan gambar 14.b diperoleh nilai \hat{S}/\hat{I} yang lebih tinggi daripada

bentuk arsitektur polarisasi tunggal seperti gambar 13 a dan gambar 13.b.



Gambar 14. Arsitektur polarisasi intracell dan polarisasi intercell interleaving.

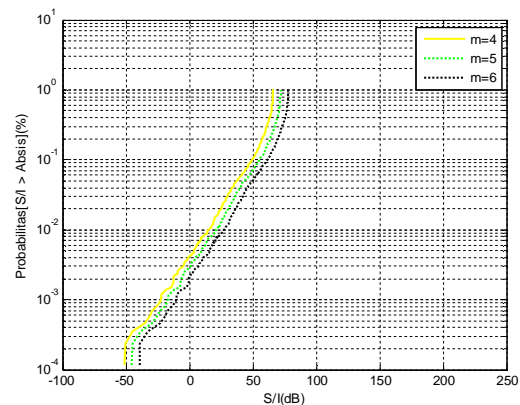
Gambar 15 adalah grafik CCDF rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) untuk polarisasi vertikal.



Gambar 15. Arsitektur seluler dengan polarisasi tunggal Vertikal

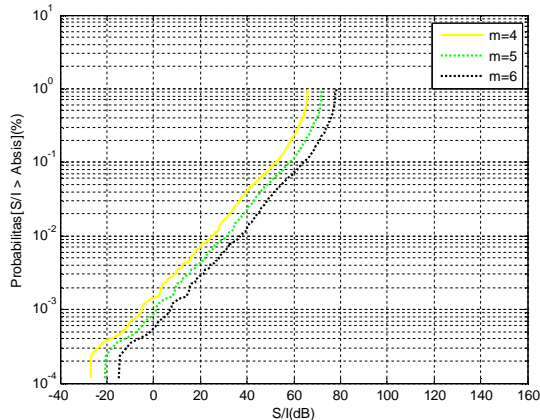
Nampak pada gambar 15, nilai prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,1% untuk arsitektur polarisasi vertikal ketika m=4 sebesar 20 dB, m=5 sebesar 27 dB, dan m=6 sebesar 35 dB.

Gambar 16 dan gambar 17 merupakan grafik hasil \hat{S}/\hat{I} (dB) untuk arsitektur interleaving.



Gambar 16. Arsitektur seluler dengan polarisasi interleaving arsitektur pada gambar 14 a.

Pada gambar 16 adalah grafik CCDF rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) untuk polarisasi interleaving seperti yang ditunjukkan pada gambar 14.a. 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 60 dB.

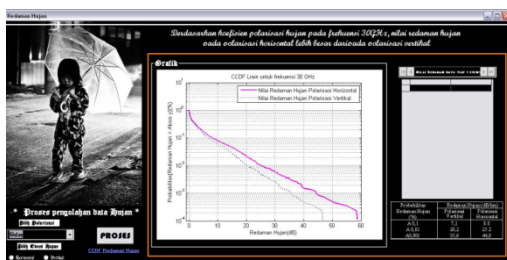


Gambar 17. Arsitektur selular dengan polarisasi interleaving arsitektur pada gambar 14 b

Pada gambar 17 adalah grafik CCDF rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \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.

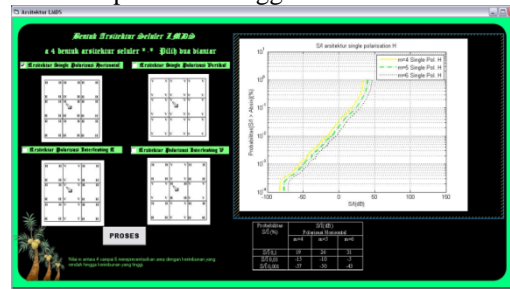
Pada kasus arsitektur polarisasi interleaving diperoleh nilai \hat{S}/\hat{I} (dB) yang lebih besar daripada grafik hasil \hat{S}/\hat{I} (dB) dari arsitektur polarisasi tunggal vertikal. Hal ini dikarenakan penggunaan polarisasi yang berbeda akan memaksimalkan pemisahan dari sektor yang berdekatan sehingga dapat menggunakan kembali seluruh sistem di antenna sektor dan mengoptimasi bandwidth sehingga nilai \hat{S}/\hat{I} juga lebih tinggi. [1]

Setelah men-simulasikan nilai \hat{S}/\hat{I} (dB) untuk setiap bentuk arsitektur polarisasi pada sel persegi, selanjutnya dapat dilakukan visualisasi berdasarkan inputan parameter yang ditunjukkan seperti gambar 19 dan gambar 20.



Gambar 19. Hasil visualisasi redaman hujan tahun 2009-2010

Pada gambar 19 merupakan hasil visualisasi ketika memilih untuk menampilkan nilai redaman hujan. Dan pada gambar 30 merupakan hasil visualisasi ketika memilih untuk menampilkan grafik \hat{S}/\hat{I} (dB) untuk arsitektur polarisasi tunggal horisontal.



Gambar 20. Hasil visualisasi \hat{S}/\hat{I} (dB) dengan polarisasi arsitektur tunggal horisontal

V. KESIMPULAN

1. Bentuk polarisasi yang digunakan mempengaruhi besarnya redaman yang ditimbulkan saat kondisi hujan. Polarisasi horisontal memiliki nilai distribusi redaman hujan lebih besar dibandingkan dengan polarisasi vertikal. Hal ini dilihat dari perolehan probabilitas redaman hujan 0,01% untuk polarisasi vertikal sebesar 20,2dB/Km sedangkan redaman hujan untuk polarisasi horisontal sebesar 25,2 dB/Km.
2. Semakin besar nilai m hal ini berarti semakin tinggi kerimbunan dedaunan maka diperoleh rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi (\hat{S}/\hat{I} (dB)) yang semakin besar untuk tiap nilai m . Pada perolehan prosentase probabilitas rata-rata sinyal 0,01% untuk polarisasi horisontal ketika $m=4$ diperoleh \hat{S}/\hat{I} (dB) sebesar 69 dB, $m=5$ sebesar 65,5 dB, dan $m=6$ sebesar 63 dB. Sedangkan prosentase probabilitas rata-rata sinyal 0,01% untuk polarisasi vertikal ketika $m=4$ diperoleh \hat{S}/\hat{I} (dB) sebesar 63 dB, $m=5$ sebesar 60 dB, dan $m=6$ sebesar 58 dB.
3. Perolehan nilai rata-rata interferensi (\hat{S}/\hat{I} (dB)) pada arsitektur interleaving lebih besar daripada polarisasi tunggal karena polarisasi yang berbeda mengurangi interferensi sehingga mengoptimasi kesediaan bandwidth.
 - Prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,01% untuk arsitektur polarisasi horisontal ketika $m=4$ sebesar -15 dB, $m=5$ sebesar -10 dB, dan $m=6$ sebesar -5 dB.
 - Prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,01% untuk arsitektur polarisasi vertikal ketika $m=4$ sebesar -8 dB, $m=5$ sebesar 0 dB, dan $m=6$ sebesar 8 dB.
 - Untuk polarisasi interleaving seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.11 a nilai prosentase probabilitas rata-rata sinyal

terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,01% diperoleh ketika $m=4$ sebesar 15 dB, $m=5$ sebesar 20 dB, dan $m=6$ sebesar 25 dB.

- Untuk polarisasi interleaving yang ditunjukkan seperti gambar 4.11 b, nilai prosentase probabilitas rata-rata sinyal terhadap rata-rata interferensi atau \hat{S}/\hat{I} (dB) 0,01% diperoleh ketika $m=4$ sebesar 23 dB, $m=5$ sebesar 30 dB, dan $m=6$ sebesar 37 dB.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F.Shayan and K.Mohsen, "Co-channel Interference Assessment for Line-of-Sight Millimeter-Waves Cellular LMDS Architectures", FIEE.
- [2] Kurniawan Usman Uke, "Sistem LMDS layanan broadband wireless pada frekuensi 28 – 31 GHz", ITB, Bandung.
- [3] Chen K. S and C.Y.Chu, Progress In Electromagnetic Research, "A propagation study of the 28 GHz LMDS System performance with M-QAM modulation under rain fading", PIER 68,35-51,2007.
- [4] Papazian, Peter B, dkk, "Study of the Local Multipoint Distribution Service Radio Channel", IEEE Transactions on Broadcasting VOL. 43, No.2, June 1997.