

## MODEL STATISTIK FADING KARENA HUJAN DI SURABAYA

**Febrin Aulia, Porman Hutajulu, Gamantyo Hendranto, Achmad Mauludiyanto**

*Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro*

*Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, INDONESIA*

*e-mail : faulia@elect-eng.its.ac.id, pormanhtj@yahoo.co.id, gamantyo@ee.its.ac.id, maulud@ee.its.ac.id*

### ABSTRAKSI

*Pada sistem komunikasi gelombang milimeter, peristiwa fading (pelemahan) sangat mempengaruhi penyampaian gelombang elektromagnetik karena dapat menyebabkan sinyal yang diterima terganggu. Untuk mengurangi pengaruh ini, maka diperlukan perancangan kontrol daya dari stasiun pemancar yang dapat mengikuti variasi fading selama peristiwa hujan untuk mengimbangi redaman hujan. Penelitian ini mencari model distribusi fade dynamics dari pengukuran parameter hujan di Surabaya yang terdiri dari fade slope dan fade duration. Model ini akan diterapkan untuk mengevaluasi Fade Mitigation Techniques (FMT) yang sesuai untuk iklim di Indonesia, dengan melakukan pengukuran curah hujan di lingkungan kampus ITS. Sedangkan data kecepatan angin diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika Juanda Surabaya. Data curah hujan dan kecepatan angin tersebut digunakan untuk menghitung besarnya redaman hujan. Dari nilai redaman tersebut maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan fade slope pada tiap even hujan dan fade duration dengan menentukan batas thresholdnya yaitu pada 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 dB yang berorientasi pada dua arah link yaitu Barat-Timur dan Utara-Selatan. Selanjutnya dilakukan perhitungan statistik fade slope dan fade duration kondisional sehingga dapat diperoleh model statistik fading di Surabaya. Statistik fading sangat dipengaruhi oleh variasi wilayah, tahun, arah angin dan arah link komunikasi serta panjang link komunikasi. Sehingga dalam merancang sistem komunikasi harus memperhatikan hal-hal tersebut. Perancangan kontrol daya harus memperhitungkan arah dan kecepatan angin. Dalam perancangan kontrol daya jika panjang lintasan yang diinginkan semakin panjang, maka equalizer juga harus dirancang untuk bisa mengikuti variasi sinyal yang semakin cepat.*

**Katakunci :** *Fading, fade slope, fade duration, fade mitigation techniques.*

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan propagasi pada sistem komunikasi millimeter adalah redaman. Di mana pada sistem komunikasi gelombang milimeter, redaman hujan memberikan pengaruh yang besar dan juga mengganggu keandalan sistem komunikasi [1]. Pada frekuensi di atas 10 GHz, redaman yang disebabkan oleh hujan menjadi cukup besar dan dapat mengurangi keandalan sistem. Tentunya pada sistem komunikasi milimeter di negara tropis seperti Indonesia, redaman hujan akan menjadi permasalahan yang penting mengingat daerah tropis mempunyai curah hujan tinggi dan efek redaman akan sangat terasa sekali.

Mitigasi mengenai hal ini telah lama diteliti yaitu untuk menentukan kecepatan permintaan tracking dari Fade Mitigation Techniques (FMT) pada saat terjadi fading. Peristiwa fading sangat mempengaruhi penyampaian gelombang elektromagnetik karena dapat menyebabkan sinyal yang diterima terganggu. Terjadinya fading umumnya disebabkan oleh redaman hujan [2], sehingga diperlukan suatu perhitungan secara statistik pada sistem ini. Untuk mengurangi pengaruh ini, maka bisa digunakan perancangan

kontrol daya dari stasiun pemancar yang dapat mengikuti variasi fade (pelemahan) selama peristiwa hujan untuk mengimbangi redaman hujan [3].

Penelitian ini bertujuan mencari model distribusi fade dynamics dari pengukuran parameter hujan di Surabaya yang terdiri dari fade slope dan fade duration. Fade slope mengindikasikan perubahan kecepatan redaman hujan digunakan untuk perancangan kontrol daya yang mampu mengikuti variasi redaman dan fade duration. Fade duration mengindikasikan panjang waktu redaman yang melebihi nilai threshold tertentu digunakan untuk merancang interleaver pada kanal coding. Parameter ini penting pada sistem komunikasi dimana panjang dari waktu outage adalah parameter kritis tetapi juga untuk mendesain fade mitigation techniques digunakan sebagai sumber sistem. Model ini akan diterapkan untuk mengevaluasi fade mitigation techniques (FMT) yang sesuai untuk iklim di Indonesia.

### 2. METODE PENELITIAN

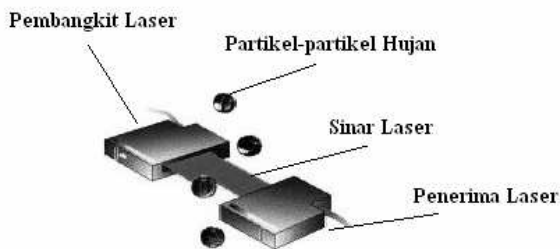
#### 2.1 Pengukuran Curah Hujan

Pengukuran curah hujan dilakukan di dalam lingkungan kampus ITS yang diletakkan di Teknik

Elektro menggunakan alat ukur disdrometer optik seperti tampak pada gambar 1. Disdrometer optik bekerja berdasarkan sistem laser optik tampak seperti tampak pada gambar 2, dengan luas sensor 180 mm x 30 mm. Pengukuran dapat dilakukan secara real time, jika ada partikel-partikel hujan yang melewati sensor laser maka disdrometer dapat mendeteksi curah hujan (mm/h) dan distribusi titik hujan. Kemudian hasilnya disimpan dalam software ASDO yang disebut data parsivel dan data curah hujannya berbentuk file txt.



Gambar 1. Alat ukur Disdrometer Optik



Gambar 2. Sistem laser disdrometer optik

Dari pengukuran ini diperoleh data hujan dalam software ASDO sejak tanggal 22 Januari 2007 sampai 30 Maret 2007

## 2.2 Perhitungan Redaman Hujan dengan Metode Synthetic Storm

Metode synthetic storm mendeskripsikan suatu intensitas curah hujan sebagai fungsi dari panjang suatu lintasan (km) dimana hujan tersebut bergerak sepanjang lintasan karena adanya pergerakan dari angin dengan kecepatan tertentu [4]. Dari besarnya kecepatan angin dengan arah tertentu maka dapat ditentukan kecepatan angin dalam lintasan ( $v_r$ ) pada link dan time sampling intensitas curah hujan sehingga dapat dilakukan suatu perhitungan untuk mendapatkan pembagi panjang lintasan ( $\Delta L$ ) dari panjang lintasan efektif ( $L$ ). Dapat dirumuskan:

$$\Delta L = v_r \times T(\text{Km})$$

Data kecepatan angin dan juga arahnya diperoleh dari data Badan Meteorologi dan Geofisika Juanda Surabaya.

Total redaman hujan dalam satu event dapat dihitung dengan rumus:

$$A_m = \sum_{j=0}^{n-1} \alpha R_{m-j}^b \times \Delta L_j (\text{dB})$$

dengan,  $R$  adalah curah hujan,  $k$  dan  $\alpha$  coefisien yang bergantung pada frekuensi gelombang radio, polarisasi gelombang radio, dan canting angle (sudut jatuh) dari hujan. Koefisien tersebut berdasarkan pada rekomendasi ITU-R P.838 yang ditunjukkan oleh tabel 1. Dalam penelitian ini digunakan frekuensi sebesar 30 GHz dengan polarisasi horizontal sehingga dari tabel 1, koefisien yang digunakan yaitu  $k = 0.187$  dan  $\alpha = 1.021$ .

Pengukuran redaman dengan metode SST ini dilakukan dengan mengangap link pada dua orientasi arah yaitu Barat-Timur (E-W) dan Utara-Selatan (S-N), sehingga dapat diperhatikan pengaruh angin terhadap link.

Tabel 1. Regresi estimasi dari redaman spesifik

f (GHz)	$a_h$	$a_v$	$b_h$	$b_v$
1	0.0000387	0.0000352	0.912	0.880
2	0.000154	0.000138	0.963	0.923
4	0.000650	0.000591	1.121	1.075
6	0.00175	0.00155	1.308	1.265
7	0.00301	0.00265	1.332	1.312
8	0.00454	0.00395	1.327	1.310
10	0.0101	0.00887	1.276	1.264
12	0.0188	0.0168	1.217	1.200
15	0.0367	0.0355	1.154	1.128
20	0.0751	0.0691	1.099	1.065
30	0.187	0.167	1.021	1.00
35	0.263	0.233	0.979	0.963
40	0.350	0.310	0.939	0.929

## 2.3 Perhitungan Fade Slope dan Fade Duration

Fade slope didefinisikan sebagai perubahan kecepatan redaman hujan terhadap waktu dB/s [5]. Fade slope diperoleh akibat redaman hujan atau kejadian cuaca lain yang mengakibatkan perubahan mitigasi teknis. Gambar 3 menunjukkan fade slope pada redaman hujan.

Mengikuti model van de Kamp [6], fade slope ( $\zeta$ ) dapat ditulis dengan persamaan:

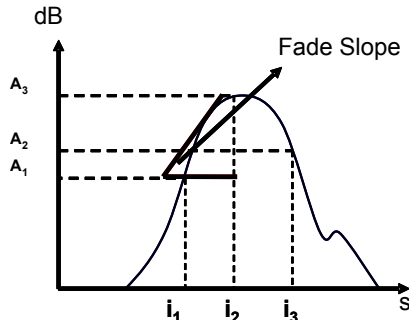
$$\zeta(i) = \frac{A(i) - A(i-1)}{\Delta t} (\text{dB/s})$$

dengan  $A(i)$  adalah redaman (dB),  $\Delta t$  adalah interval waktu (s) dan  $i$  adalah indeks sampel. Setelah menghitung fade slope tiap even hujan, maka dapat ditentukan CCDF fade slope kondisional.

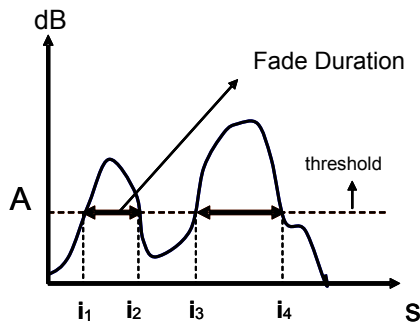
Fade duration didefinisikan sebagai suatu periode waktu antara dua perpotongan dari sinyal di penerima pada redaman threshold yang sama yaitu ketika sinyal berada di atas nilai threshold [7].

Untuk dapat menentukan statistik fade duration terlebih dahulu ditentukan nilai thresholdnya. Dalam hal ini ditentukan nilai

thresholdnya mulai dari 5 dB, 10 dB, 15 dB, 20 dB, 25 dB dan 30 dB. Untuk tiap nilai threshold ini akan dihitung durasi fade untuk tiap even hujan. Dari gambar 4 dapat diperoleh fade duration yaitu  $i_2 - i_1$  dan  $i_4 - i_3$ . Berarti dari gambar 4 tersebut terdapat dua jumlah fade pada redaman A.



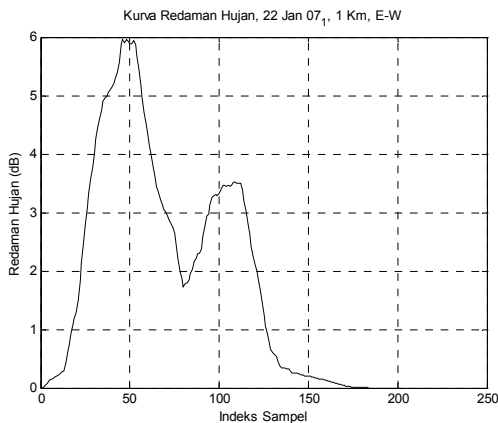
Gambar 3. Parameter fade slope



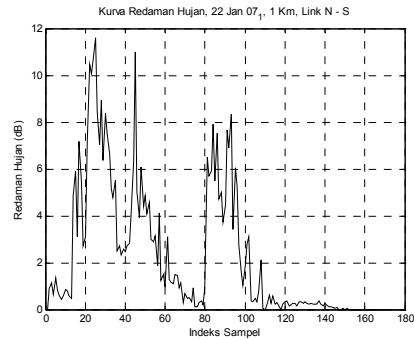
Gambar 4. Parameter fade duration

### 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini pertama sekali dilakukan pengukuran intensitas hujan dan selanjutnya dapat dihitung redaman hujan dengan metode synthetic storm. Pengukuran redaman hujan dilakukan untuk panjang link 1, 2, 3, dan 4 Km.



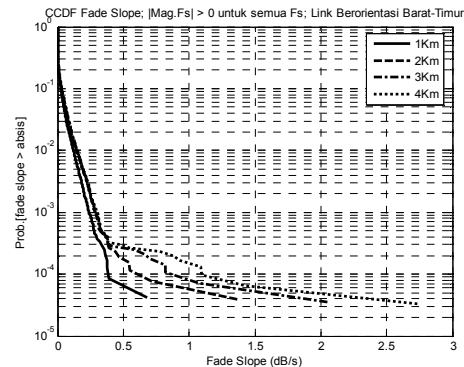
Gambar 5. Kurva redaman hujan SST pada tanggal 22 Januari 2007 untuk link berorientasi Barat – Timur



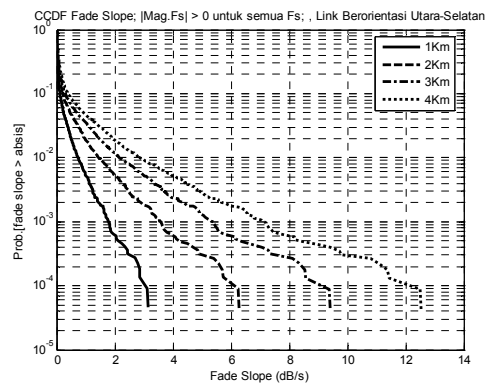
Gambar 6. Kurva redaman hujan SST pada tanggal 22 Januari 2007 untuk link berorientasi Utara-Selatan

Gambar 5 dan 6 adalah kurva redaman hujan dengan orientasi Barat-Timur dan Utara-Selatan, hasil perhitungan dari intensitas hujan pada tanggal 22 Januari 2007 even pertama. Dari kedua gambar tersebut dapat dianalisis redaman hujan pada link berorientasi Utara-Selatan lebih besar daripada link berorientasi Barat-Timur.

Dari tiap redaman hujan, maka dapat dilakukan perhitungan fade slope dan fade duration tiap evennya. Selanjutnya dapat ditentukan CCDF fade slope dan kurva CCDF fade slope untuk probabilitas ( $|\zeta| > 0$ ) untuk semua  $\zeta$ .

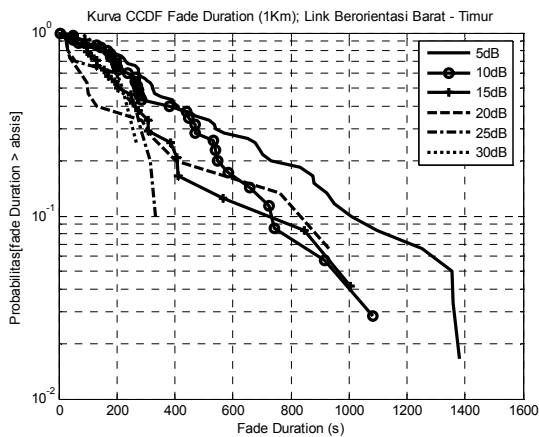


Gambar 7. Probabilitas ( $|\zeta| > 0$ ) untuk semua  $\zeta$  pada link berorientasi Barat-Timur

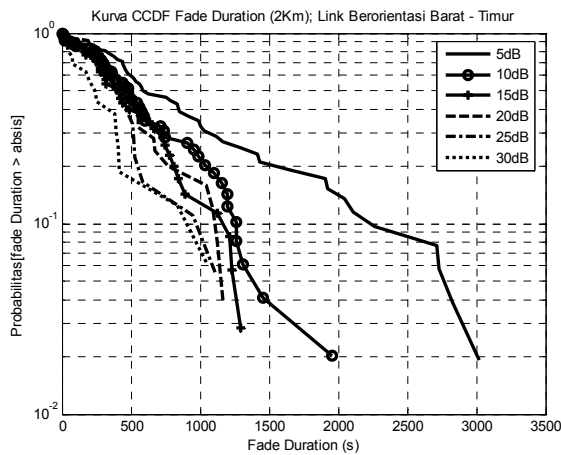


Gambar 8. Probabilitas ( $|\zeta| > 0$ ) untuk semua  $\zeta$  pada link berorientasi Utara-Selatan

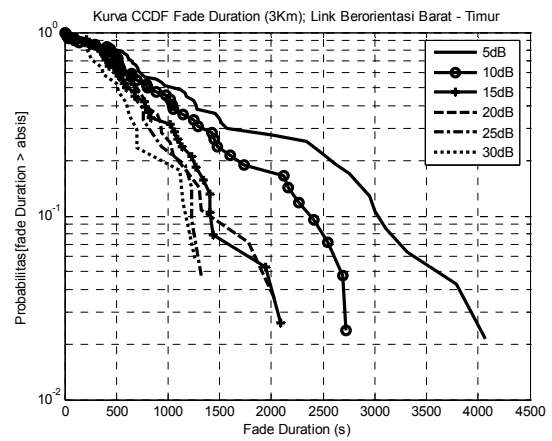
Pada gambar 7 merupakan statistik fade slope dengan link berorientasi Barat-Timur, dapat diperhatikan bahwa untuk merancang suatu kontrol daya agar sistem yang didesain mengalami outage dengan probabilitas 0.0001, maka fade slope dibuat berturut-turut untuk 1 Km = 0.3756 dB/s, 2 Km = 0.5476 dB/s, 3 Km = 0.8215 dB/s dan untuk 4 Km = 1.0953 dB/s. Hal yang sama untuk link berorientasi Utara-Selatan, dimana untuk merancang suatu kontrol daya agar mengalami outage pada probabilitas 0.0001 tampak pada gambar 8 maka fade slope dibuat berturut-turut untuk 1 Km = 3.1279 dB/s, 2 Km = 6.2558 dB/s, 3 Km = 9.3837dB/s dan untuk 4 Km = 12.5116dB/s. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa ketika panjang link yang dirancang semakin jauh maka transmitter harus dirancang untuk mampu mengikuti perubahan sinyal yang semakin besar tiap detiknya.



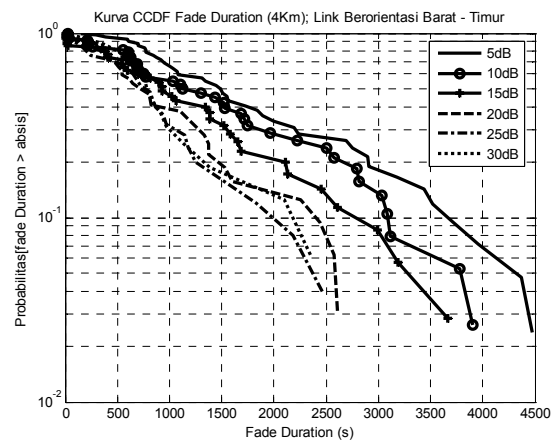
(a)



(b)

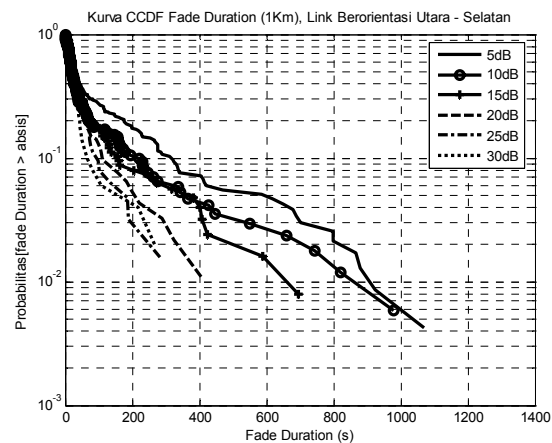


(c)

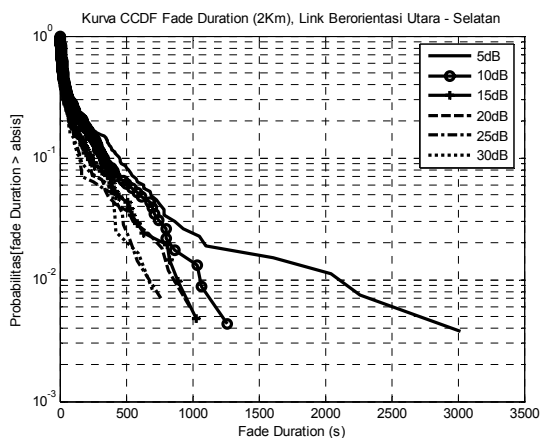


(d)

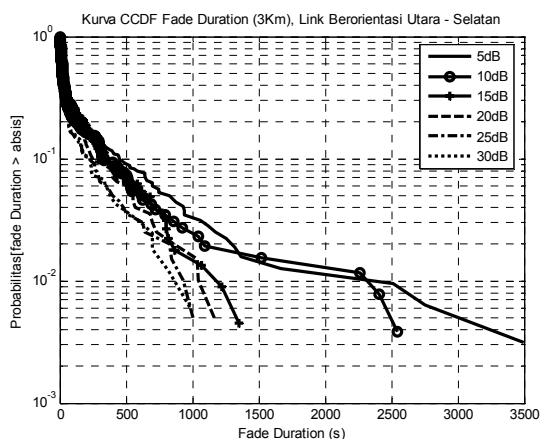
**Gambar 9.** CCDF fade duration pada link (a) 1 Km, (b) 2 Km, (c) 3 Km, (d) 4 Km, orientasi Barat-Timur



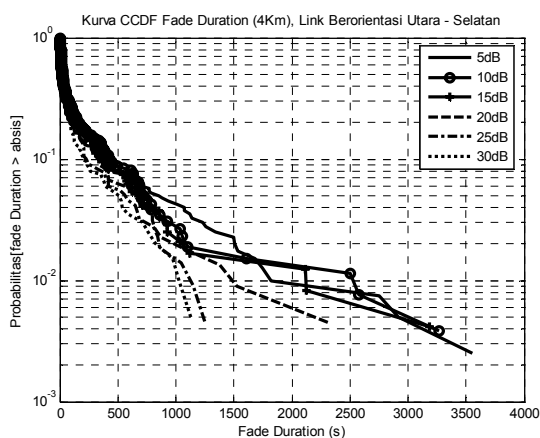
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 10.** CCDF fade duration pada link  
(a) 1 Km, (b) 2 Km, (c) 3 Km,  
(d) 4 Km, orientasi Utara-Selatan

Pengaruh panjang link ini juga dapat diperhatikan pada statistik fade duration yang ditunjukkan pada gambar 9 dan gambar 10. Ketika link semakin panjang maka durasi waktunya

semakin besar pada nilai threshold yang sudah ditentukan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa arah angin berpengaruh terhadap redaman hujan pada Metode Synthetic Storm. Dengan demikian untuk menerapkan Metode Synthetic Storm selain kecepatan angin juga diperlukan data arah angin. Metode Synthetic Storm dapat diaplikasikan untuk mendapatkan distribusi redaman hujan di Indonesia yaitu kota-kota lain selain Surabaya, dengan mengetahui data curah hujan dan kecepatan angin serta arah angin. Statistik fading sangat dipengaruhi oleh variasi wilayah, tahun, arah angin dan arah link komunikasi serta panjang link komunikasi. Sehingga dalam merancang sistem komunikasi harus memperhatikan hal-hal tersebut. Perancangan kontrol daya FMT harus memperhitungkan arah dan kecepatan angin. Dalam perancangan kontrol daya jika panjang lintasan yang diinginkan semakin panjang, maka equalizer juga harus dirancang untuk bisa mengikuti variasi sinyal yang semakin cepat. Pada Link berorientasi Barat-Timur, interleaver hanya mampu mengkompensasi durasi fade hanya sampai 1 Km dengan threshold 25 dan 30 dB pada probabilitas 0.1 dan untuk link orientasi Utara-Selatan, interleaver mampu mengkompensasi durasi fade sampai 4 Km pada threshold 5, 10, 15, 20, 25, 30 dB pada probabilitas 0.1 dan untuk probabilitas 0.2 hanya mampu mengkompensasi durasi fade sampai 1 Km dengan threshold 20, 25, 30 dB.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Indrabayu, *Evaluasi Penggunaan Diversitas Makro dan Modulasi Adaptif pada Sistem Komunikasi Nirkabel Tetap dengan Gelombang Milimeter di Bawah Pengaruh Redaman Hujan*, Master's Thesis, ITS 2005.
- [2]. R. Singliar, J. Din, L.Csurgai, A.R. Tharek, P. Horvath dan J. Biot, "Comparison of 38 GHz Rain Fade Dynamics between Malaysia and Hungary", Broadwan Workshop, Cluj-Napoca, Romania, 23 May 2006, hal 1-5
- [3]. D.G.Sweeney and C.W. Bostian, "The Dynamics of Rain Induced Fades", IEEE transactions on Antennas and Propagation, March 1992, hal: 275-278.
- [4]. S.A.Kanellopoulos, J. D. Kanellopoulos and P. Kafetzis, "Comparison of the Synthetic Storm Technique with a Conventional Rain Attenuation Prediction Model", IEEE transactions on Antennas and Propagation, May 1986, hal: 714-715.

- [5]. M.M.J.L.van de Kamp, dan L.Castanet., “*Fade Dynamics Review*,” Cost action 280, International workshop July 2002, hal 1-20.
- [6]. L. Castanet dan Max van de Kamp, “*Modeling The Dynamic Properties of the Propagation Channel*”, Coperation europeenne dans le domaine de la recherche Scientifique et Technique (COST 280), France, 2001-2005
- [7]. S. Robert, B. Heder dan J. Bito, “Rain Fade Slope Analysis,” *BroadBand Europe, Bordeaux, France*, 12 – 14 Desember 2005, hal 1-5.
- [8]. C.J. Gibbins and K.S. Paulson, “Durations of Rain Events and Rain Attenuations at Millimetric Wavelengths”, AP 2000, Davos, Switzerland, 9-14 April 2000 hal 1-4.
- [9]. P.J.I de Maagt, S.I.E. Touw, J.Dijk, G. Brussaard dan J.E. Allnutt, ”Result of 11.2 GHz Propagation Experiments in Indonesia”, *Elektronics Letters*, 28th October 1993, hal 1-2.