

PEMBANGKITAN FADING CURAH HUJAN DENGAN MODEL DATA BERDISTRIBUSI LOGNORMAL UNTUK PENDISAINAN KOMUNIKASI LMDS

Made Sutha Yadnya¹ Nyoman Putra Sastra²
Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram
Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana

Abstrak

Penelitian ini dilakukan sebagai model pembangkitan kanal pengganggu pada komunikasi wireless untuk LMDS di Indonesia dengan pengambilan data curah hujan di Surabaya. Kanal yang dimodelkan adalah kanal terkena hujan pada saat komunikasi berlangsung. Model yang didapatkan adalah model kanal dipengaruhi hujan maka terjadi pelemahan (redaman) disebabkan oleh fading serta perubahan polarisasi dari penjalaran (propagasi) gelombang millimeter orde gigahertz (30 GHz).

Pengambilan data menggunakan alat Parsivel dengan memanfaatkan software ASDO secara online. Variasi data statistik mean, varian, autokorelasi, serta *autocovarian* dari curah hujan model inti yang harus diolah untuk pembuatan model. Pembangkitan model dengan mengasumsikan bahwa data dari curah hujan berdistribusi lognormal agar data dari hasil pembangkitan berdistribusi normal.

Kata Kunci : Curah Hujan, Distribusi Normal, Distribusi Lognormal.

Abstract

This research is model generate of canal transducer at communications wireless for LMDS in Indonesia with data of rain rate in Surabaya. Canal model is canal impact by rain at the same time series of communications. Model of canal is influenced by rain happens attenuation, because of fading and change of polarization from propagation millimeter order gigahertz (30 GHz).

Data apply appliance Parsivel with used software ASDO onlinely. Various statistical mean variance, autocorrelation, and autocovarian from model rain rate of core of to be making of model. Generate of model by assuming that data from distribution rainfall lognormal and than data from result generate of normal distribution.

Keyword: Rain rate, Normal Distribution, Lognormal Distribution

1. PENDAHULUAN

Wireless (komunikasi tanpa kabel) mengalami perkembangan teknologi sangat pesat, hal ini ditandai dengan pemakaian gelombang (frekuensi) semakin diatur oleh Pemerintah (Menkopinfo). Untuk frekuensi tinggi sampai orde GHz, gelombang ini dapat mengirim data informasi dengan kecepatan tinggi, layanan mencakup audio, video, serta multimedia lainnya, namun menggunakan komunikasi dengan frekuensi ini sangat rentan terhadap gangguan (noise) karena panjang gelombang sangat pendek. Noise komunikasi wireless disebabkan oleh beberapa hal seperti : peralatan panas (noise themal), kanal (jalur transmisi), dan lain-lain. Penelitian ini dikhususkan pada propagasi gelombang dengan memakai transmisi orde GigaHertz (30 GHz). Komunikasi wireless membentuk kanal-kanal dalam penyampaian informasi, kanal ini dinamai kanal propagasi (ITU-R.838, 2003) Suatu hal yang menarik untuk daerah tropis seperti di Indonesia, lebih rinci lagi di Surabaya memiliki dua musim yaitu kemarau dan penghujan, ini harus diteliti karena tanpa penelitian ini pengaruh curah hujan sebagai batas toleransi

komunikasi wireless dihubungkan dengan teknik mitigasi (Salehuddin,1999).

Penelitian ini sudah didahului oleh beberapa peneliti sebelumnya tertarik tentang fungsi autokorelasi temporal dari redaman hujan pada sebuah link komunikasi dapat diperoleh dari pengukuran redaman hujan secara langsung pada link komunikasi radio. Dimana dalam kasus ini diasumsikan panjang link kurang dari 1 km dan curah hujannya bersifat homogen (Hendrantoro,2004).

ESD (*Energy Spectral Density*), PSD (*Power Spectral Density*) dan fungsi autokorelasi didalam model analisa curah hujan $R(t)$ untuk redaman gelombang mikro dan fade dinamik. Pengukuran dilakukan di Barcelona selama 49 tahun. Diperoleh untuk perbandingan autokorelasi (AC) Barcelona dan Tokyo, dengan pengambilan data dari 1 menit sampai 10 menit, hasil yang diperoleh fungsi autokorelasi ternormalisasi Barcelona lebih rendah dibandingkan fungsi autokorelasi ternormalisasi Tokyo (Burgueno,1990).

Penggunaan fungsi autokorelasi ternormalisasi Barcelona dibandingkan dengan Surabaya telah diteliti oleh tim ITS (Yadnya,2007).

2. TRANSFORMASI DATA

Hujan adalah suatu proses random, dari hasil pengukuran curah hujan menunjukkan bahwa hujan diasumsikan sesuai dengan proses random, hal ini menyebabkan peneliti memilih pendekatan untuk senantiasa mengestimasi curah hujan menggunakan parameter. Data diolah untuk dengan parameter : mean (rata-rata), standart deviasi, variance (standar deviasi kwadrat), autokorelasi dan autokovariance dilakukan pengolahan data menggunakan software Matlab.

Data hasil pengukuran curah hujan diasumsikan berdistribusi lognormal, agar data curah hujan yang dilog-naturalkan berdistribusi normal. Data hasil pengukuran pertama di log-naturalkan sehingga mempunyai nilai maksimum dan minimum diinginkan dari data. Transformasi ini juga dipergunakan untuk menekan variasi data yang cukup tinggi, cara trasformasi ini dalam Bidang Ilmu Telekomunikasi merubah skala. Skala yang dipakai dalam dB (decibell). Data curah hujan log-natural memiliki nilai positif dan negatif.

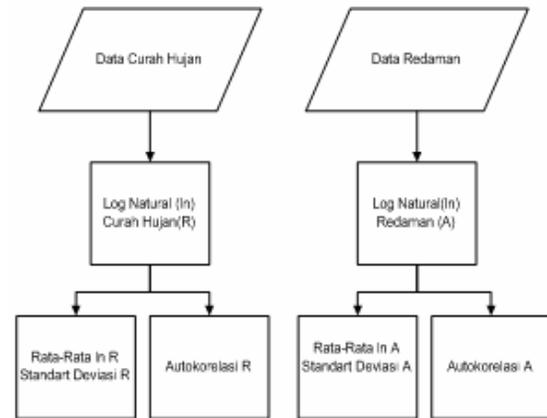
Perlu diperhatikan data dari pengukuran menunjukkan nilai nol tidak ikut dalam pengolahan data karena nilai 0 (nol) kalau dilogkan akan menghasilkan nilai NaN dan kecendrungan tidak dapat diproses. Kasus ini diatasi dengan dihapus data yang tidak dalam kondisi hujan atau (*rejected*). Berarti runtun waktu berlaku dalam kondisi hujan. Hasil dari trasformasi data ini kemudian di urutkan sesuai dengan besar amplitudo data supaya dalam pengecekan distribusi lebih mudah diamati. Hal lain memudahkan dalam pengelompokan data yang dipergunakan untuk pengolahan data lebih lanjut.

3. PROSES MODEL CURAH HUJAN

Model stokastik dari curah hujan pada lintasan radio gelombang milimeter. Model ini mengasumsikan distribusi lognormal bagi curah hujan dengan parameter-parameter statistik dan fungsi autokovarians yang diketahui. Model ini dapat digunakan untuk membangkitkan barisan berharga riil yang menunjukkan sifat stokastik jangka pendek dari curah hujan pada lintasan radio yang pendek. Parameter diturunkan dari rata-rata, simpangan baku, dan fungsi autokovarians dari nilai logaritmik curah hujan. Dua parameter yang disebut pertama diperoleh dari pengukuran di lapangan. Pemodelan stokastik diasumsikan curah hujan r (mm/hr) adalah wide sanse stationary dan berdistribusi lognormal, maka ini juga menyatakan bahwa redaman spesifik hujan γ (dB/km) sepanjang lintasan radio (link) juga berdistribusi lognormal dan stasioner[2]. Sehingga $\eta = \ln \alpha$ (merupakan logaritma natural dari redaman hujan) akan berdistribusi normal dengan parameter yang diambil dari pengukuran lapangan. Parameter tersebut adalah median dari redaman hujan α_m

(ekivalen dengan μ_η dari η) dan standar deviasi σ_η dari η .

Asumsi selanjutnya adalah fungsi otokorelasi dari redaman hujan diketahui atau pengukuran langsung dari data yang dihasilkan. Untuk fungsi otokorelasi ternormalisasi $\phi_r(\tau)$ dari curah hujan r yang berdistribusi lognormal, di mana τ adalah waktu tunda, maka fungsi autokovarian $\phi_\eta(\tau)$ dapat diperoleh



Gambar 1. Transformasi Data

4. FADING BERDISTRIBUSI LOGNORMAL

Large Scale Fading disebabkan karena akibat keberadaan obyek-obyek pemantul serta penghalang pada kanal propagasi serta pengaruh kontur bumi, menghasilkan perubahan sinyal dalam hal energi, fasa, serta delay waktu yang bersifat random. Sesuai namanya, *large scale fading* memberikan representasi rata-rata daya sinyal terima dalam suatu daerah yang luas. Statistik dari *large scale fading* memberikan cara perhitungan untuk estimasi pathloss sebagai fungsi jarak.

Sifat random dari curah hujan menimbulkan parameter yang harus di perhitungkan seperti mean (rata-rata) dan variance (standar deviasi kwadrat). Data dari hasil pengukuran dapat di peroleh dari pengukuran langsung dilapangan. Data tersebut dilognaturalkan untuk mendapatkan data pembangkitan yang berdistribusi normal.

Persamaan dapat ditunjukkan pada hasil berikut ini untuk Normal :

$$\text{Normal } N(\mu, \sigma) \tag{1a}$$

Untuk Lognormal:

$$\text{LogNormal } LN(m, v) \tag{1b}$$

Rata-rata pembangkitan:

$$m = e^{\frac{\mu + \sigma^2}{2}} = e^{2\mu + \sigma^2} \tag{2}$$

Variance pembangkitan:

$$v = e^{2\mu + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1) \tag{3}$$

Variance pembangkitan:

$$v = m^2(e^{\sigma^2} - 1) \tag{3b}$$

Ekspensial pembangkitan:

$$e^{\sigma^2} = \frac{v}{m} + 1 \tag{4}$$

Variance pembangkitan:

$$\sigma^2 = \ln\left(\frac{v}{m} + 1\right) \tag{5}$$

Rata-rata pembangkitan:

$$m = e^{\frac{\mu + \sigma^2}{2}} \tag{6}$$

Rata-rata pembangkitan:

$$\mu + \frac{\sigma^2}{2} = \ln(m) \tag{7}$$

Rata-rata pembangkitan:

$$\mu = \ln(m) - \frac{\sigma^2}{2} \tag{7a}$$

Suatu data yang sifatnya random dan kontinyu sebagai variabel x akan mengikuti distribusi lognormal, jika merupakan lognatural (ln (x)) dari data akan sesuai dengan distribusi normal.

Sebagai perhitungan mencari rata-rata ekpektasi y menggunakan persamaan :

$$y = e^{(\mu + 0.5\sigma^2)} \tag{8}$$

Dengan menggunakan persamaan linier dihasilkan persamaan :

$$\ln(x) = y \iff e^y = x \tag{9}$$

Probabilitas peluang data untuk distribusi lognormal menggunakan persamaan :

$$p_{LN}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \frac{1}{x} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x) - \mu}{\sigma}\right)^2\right] \tag{10}$$

Normalnya dari data random dapat diuji kenormalan datanya dengan Uji kenormalan data menggunakan metode Kosmogorov-Smirnov (K-S test)

Tabel 1. Persentase D dari K-S test.

	Terpenuhi nilai distribusi				
Modifikasi D	0.15	0.1	0.05	0.025	0.01
Distribusi Normal	0.775	0.819	0.895	0.955	1.035

Prosedur pembangkitan curah hujan mirip dengan pembangkitan Rayleigh fading. Suatu deret berdistribusi normal dengan mean nol dan $\eta_0(k) = \eta_0(k\tau)$ di mana k adalah integer dan τ adalah waktu sampling dapat dibangkitkan secara recursive dengan:

$$\eta_0(k) = -\sum_{n=1}^M a(n)\eta_0(k-n) + cg(k) \tag{11}$$

dimana a(n) adalah koefisien Autoregressive, n = 1, ..., M, M adalah jumlah orde dari proses yang tergantung dari tunda maksimum, g(k) merupakan bilangan deret acak Gaussian mean 0 dan varian 1

yang dibangkitkan dengan komputer, c adalah faktor yang mendonasikan standar deviasi dari deret noise cg(k). Dengan didapatkannya deret $\eta_0(k)$ maka deret r(k) diperoleh dengan persamaan :

$$r(k) = \exp(\eta_0(k) + \mu_\eta) \tag{12}$$

Setelah didapatkan nilai autokorelasi hasil dari pengukuran curah hujan di Surabaya maka fungsi autokorelasi.

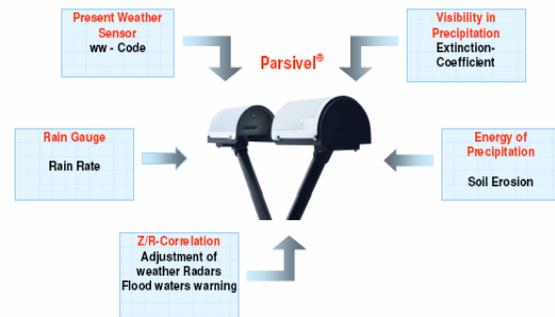
5. KARAKTERISTIK HUJAN

Dalam penelitian ini curah hujan dibagi dalam 2 kelompok, yaitu hujan stratiform dan convective. Karakteristik hujan stratiform yaitu curah hujannya kurang dari 25 mm/h, durasinya lebih dari satu jam dan cakupan lokasinya luas. Sedangkan karakteristik hujan convective memiliki curah hujan yang tinggi diatas 25 mm/h, durasinya singkat (beberapa menit) biasanya disertai badai, dan cakupan lokasinya tertentu [5].

Prosentasenya diberikan dalam suatu kurun waktu tertentu (biasanya dalam 1 tahun). Jadi jika dikatakan prosentase waktu 0.01% ($R_{0.01}$), ini berarti besarnya curah hujan rata-rata yang melebihi curah hujan pada pengukuran dalam kurun waktu 0.01 % dalam setahun (52.56 menit). Hasil pengamatan dari hasil pengukuran di Surabaya yang dilakukan tahun 1993 menghasilkan $R_{(0.01\%)} = 125\text{mm/h}$ ini berarti dari 10000 (sepuluh ribu data) ada satu intensitas curah hujan 125 mm/h.

Disdrometer disetting menggunakan software Hydras yang hanya bisa mendeteksi curah hujan (mm/h) dengan waktu sampling 60 detik dan software Asdo yang bisa mendeteksi curah hujan (mm/h) dan distribusi titik hujan (DSD) dengan waktu sampling 10 detik.

Disdrometer optic bekerja berdasarkan system laser optic. Pengukuran dapat dilakukan secara real time, jika ada partikel-partikel hujan yang melewati balok laser maka disdrometer dapat mendeteksi curah hujan (mm/h) dan distribusi titik hujan (DSD) dapat dilihat pada Gambar 2, kemudian hasilnya disimpan dalam software yang disebut data parsivel yang blok diagram sistem pengukuran secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.



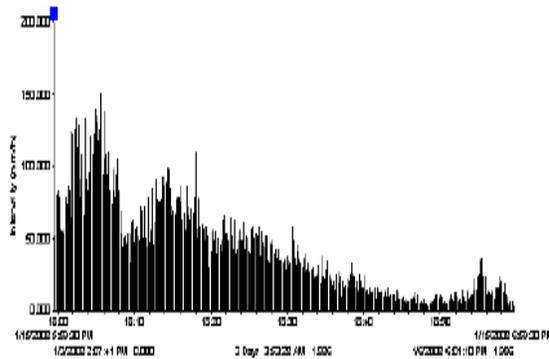
Gambar 2. Alat Ukur Parsivel



Gambar 3. Sistem Pengukuran Online

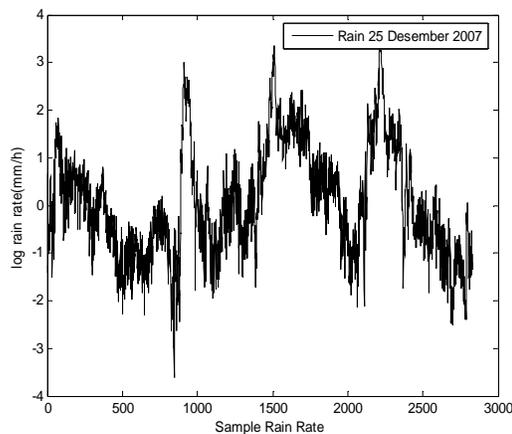
6. HASIL SIMULASI

Hasil simulasi pada Gambar 4 data hasil pengukuran yang diplot sesuai dengan jumlah sampel, ini menunjukkan bahwa curah hujan terjadi lama yaitu 28300 detik.



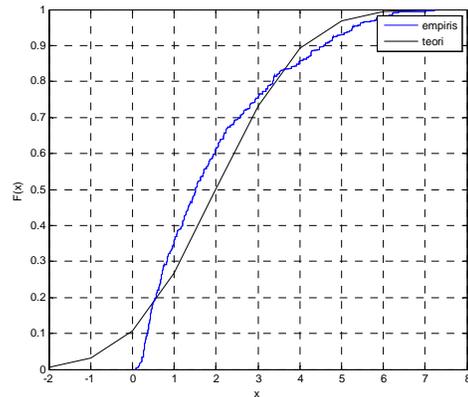
Gambar 4. Pengukuran Menggunakan Software ASDO

Data dari hasil pengukuran dilog-natural hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.



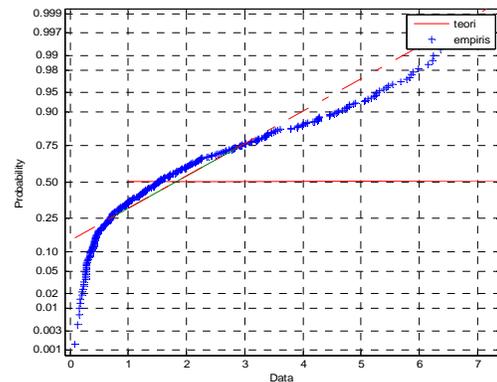
Gambar 5. Data Ln Curah Hujan 25 Desember 2007

Untuk pengecekan data kenormal data menghasilkan nilai bahwa data tersebut adalah normal. Uji kenormalan data menggunakan metode Kosmogorov-Smirnov dihasilkan data yang normal hasilnya sesuai Gambar 6. Dalam pengujiannya dilakukan probabilitas kenormalan dari data diperoleh bahwa data tersebut adalah normal hasilnya sesuai Gambar 7.

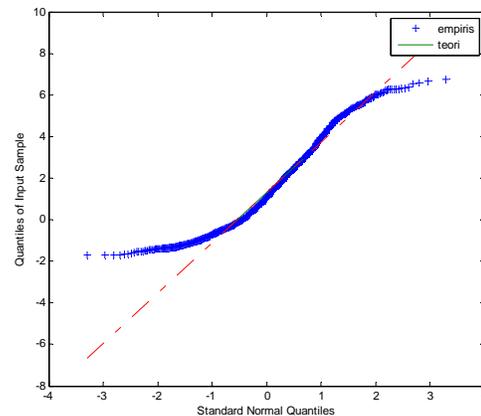


Gambar 6. Uji Kosmogorov-Smirnov

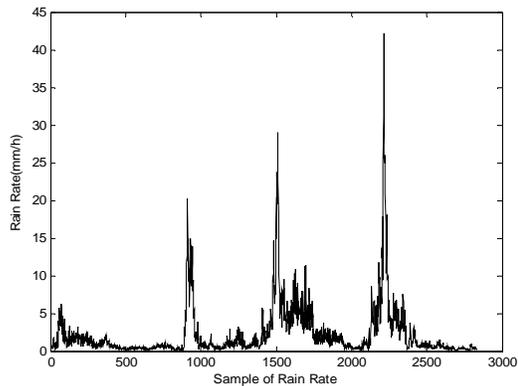
Pengujian normal terakhir dengan uji Quantil Quantity (QQ) menguji data hasil empiris dengan perhitungan teoritis data yang normal hasilnya sesuai Gambar 8. Model pembangkitan fading untuk data dari hasil pengukuran curah hujan disimulasikan dengan Gambar 9a dan Gambar 9b.



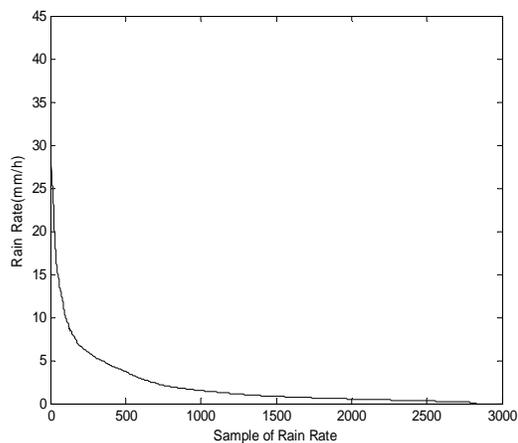
Gambar 7. Uji Probabilitas



Gambar 8. Uji QQ



Gambar 9a. Hasil Simulasi Deret Waktu



Gambar 9b. Hasil Simulasi CCDF Fading Pengukuran

Pada pengujian distribusi dipakai *Cumulative Distribution Function* (CDF) atau *complementary Cumulative Distribution Function* (CCDF). Uji distribusi dipergunakan untuk didapatkannya hasil yang sesuai dengan proses random dari curah hujan, dengan mengurutkan kejadian hujan dari yang paling lebat sampai yang paling ringan. CCDF dipergunakan batas threshold (batas yang dipergunakan untuk terjadinya komunikasi). Batas ini diperlukan untuk penggunaan modulasi adaptive (kecepatan data), power kontrol, automatic request control, diversity gain, coverage. Hal ini dipergunakan perhitungan sementara untuk perhitungan power budget untuk menghitung power margin yang harus disediakan.

7. KESIMPULAN

Data hasil pengukuran curah hujan di Surabaya dikelompokkan menjadi sinyal stasioner dan sinyal nonstasioner. Data pengukuran curah hujan kemudian diuji nilai kenormalan data. Pengujian kenormalan data menggunakan *Goodness-of-fit test* metode uji Kolmogorov-Smirnov (K-S) test. Hasil pengujian data adalah normal untuk log-natural dari data

pengukuran curah hujan, atau berarti lognormal untuk data pengukuran curah hujan. Hasil KS tes untuk log-natural curah hujan mempunyai nilai : untuk $D = 0.15$ adalah 0.7537, untuk $D=0.10$ adalah 0.7961, untuk $D=0.05$ adalah 0.8696, untuk $D = 0.025$ adalah 0.9272, sedangkan untuk $D = 0.01$ adalah 1.0045. Dari hasil KS tes ini menunjukkan bahwa outage 0.01 ada satu data yang ditolak.

Simulasi dari data yang di tes dengan uji Quantil Quantity (QQ) menguji data hasil empiris diberikan hasil bahwa data bersifat normal serta pelang terjadinya data normal yang menyinggung garis 45 derajat. Dari Pengujian tersebut diperoleh bahwa pembangkitan curah hujan dapat mempergunakan untuk pembangkitan acak normal gaussian $N(0,1)$ dalam kondisi stasioner.

Hasil distribusi pengukuran curah hujan dipergunakan sebagai validasi model pembangkitan distribusi lognormal. Pembangkitan distribusi lognormal dipergunakan parameter statistik log-natural dari data hasil pengukuran curah hujan, parameter tersebut adalah rata-rata dan varian tiap event. Hal yang diperoleh dari hasil pengukuran dan simulasi dapat diprediksi bahwa hujan berlangsung cukup lama dalam satu harinya sampai 2800 sampel dikalakan 10 detik sekitar 7,78 jam ini menyebabkan bahwa perlunya tindakan agar komunikasi tetap berlangsung.

8. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Burgueno, E. Vilar, M. Puigcerver 1990, "Spectral Analysis of 49 Years of Rainfall Rate and Relation to Fade Dynamics", IEEE TRANSACTION ON COMMUNICATION Vol.38 no.9 pp(1359-1366)
- [2]. Morita.K & Higuti , 1976, " Prediction Method of Rain Attenuation Distribution of micro-millimeter waves ", Rev Electr.communication Lab vol 24, no 7-8, pp 651-688.
- [3]. Rec.ITU.838-4,2003, "Characteristics Rain of Precipitation for Modeling".
- [4]. Salehudin.M, B.Hanantasena, L .J.M Wijdemans 1999, " Ka-Band Line of Sight Radio Propagation Experiment in Surabaya Indonesia ", Fifth Ka-Band Utilization Conference.
- [5]. Yadnya, M.S, Mauludiyanto A, Hendrantoro.G (2008a) "Simulation of Rain Rates for Wireless Channel Communication in Surabaya ", Kumamoto ICAST 14 Maret 2008.
- [6]. Yadnya, M.S, Mauludiyanto A, Hendrantoro.G (2008b) "Pemodelan ARMA untuk Curah Hujan di Surabaya", SITIA 8 May 2008 Surabaya.
- [7]. Yadnya, M.S, Mauludiyanto A,Hendrantoro.G (2008c) "Statistical of Rain Rate for Wireless Channel Communication in Surabaya", WOCN 5-7 May 2008 Surabaya-Indonesia.
- [8]. Yadnya, M.S, Mauludiyanto A, Hendrantoro.G (2008d) " Akaike Information Criteria

Application to Stationary and Nonstationary Rainfalls for Wireless Communication Channel in Surabaya”, ICTS 5 August 2008 Surabaya-Indonesia.

- [9]. Yadnya, M.S, Mauludiyanto A, Hendrantoro.G (2008e) “ARMA Modeling from Rain Rate Measurement to Simulation Communication Channel Modeling for Millimeter Wave in Surabaya”, Kumamoto Forum 2008 Kumamoto-Japan & Surabaya-Indonesia.
- [9]. Yadnya, M.S, Mauludiyanto A, Hendrantoro.G (2008f) “Pembangkitan Curah Hujan dengan model MA (Moving Average) dari Hasil Pengukuran di Surabaya”, Snast 2008 13 Desember Jogjakarta-Indonesia.

UCAPAN TERIMAKASIH

Riset Makalah ini didukung oleh JICA proyek PREDICT-ITS, DP2M Dikti Depdiknas dana Hibah Penelitian Fundamental dan Laboratorium Antena dan Propagasi (B306).