

ANALISIS PEMODELAN REDAMAN HUJAN PADA FREKUENSI 10 GHz DI KOTA LHOEKSEUMAWE

Aulla Sabrina¹, Raisah Hayati², Anita Fauziah³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe
E-mail: aulasabrina.as@gmail.com

Abstrak—Permasalahan pada sistem komunikasi yang menggunakan frekuensi diatas 10 GHz adalah mempunyai redaman yang cukup besar terutama redaman yang disebabkan oleh hujan sehingga bisa menurunkan performansi dari sistem komunikasi. Penelitian ini dilakukan untuk menghitung prediksi terhadap nilai redaman hujan di Lhokseumawe dengan frekuensi 10 GHz menggunakan model ITU-R P.618-5, Simple Attenuation Model (SAM), dan ITU-R Modifikasi untuk daerah tropis. Dari hasil perhitungan yang didapat model ITU-R P.618-5 menghasilkan nilai redaman yang lebih rendah dibandingkan dengan model SAM dan ITU-R modifikasi. Hasil perhitungan dari Januari 2020 sampai Juni 2020 nilai redaman hujan terendah pada perhitungan yaitu dengan curah hujan 0,1 mm/jam menghasilkan redaman yaitu vertikal 0,0043 dB dan horizontal 0,0045 dB. Sedangkan redaman hujan tertinggi pada perhitungan yaitu pada bulan mei tanggal 10 dengan curah hujan 93,3 mm/jam dengan nilai redaman tertinggi yang didapat dari pemodelan hujan yaitu pada polarisasi vertikal 23,212 dB dan horizontal 30,347 dB. Untuk kondisi cerah (curah hujan 0 mm/jam) memiliki nilai redaman 0 dB. Semakin tinggi intensitas curah hujan dan frekuensi maka semakin tinggi redaman yang dihasilkan.

Kata Kunci— ITU-R P.618-5, Simple Attenuation Model (SAM), ITU-R, Redaman Hujan.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan Telekomunikasi di Indonesia saat ini sudah mengalami perkembangan yang sangat pesat, salah satunya sistem komunikasi satelit. Komunikasi satelit adalah komunikasi yang dapat digunakan untuk mengirimkan sinyal ke seluruh permukaan bumi, baik antar negara maupun antar benua. Umumnya komunikasi satelit membutuhkan pita frekuensi tinggi, yaitu frekuensi ultra-tinggi. Saat sekarang, C, Ku band digunakan untuk komunikasi satelit. Memiliki pita frekuensi di antara 10-14 GHz. Permasalahan pada sistem komunikasi yang menggunakan frekuensi diatas 10 GHz adalah mempunyai redaman yang cukup besar terutama redaman yang disebabkan oleh hujan sehingga bisa menurunkan performansi dari sistem komunikasi.

Dalam hal ini sangat perlu memperhatikan parameter redaman hujan untuk dalam perancangan *link budget* sehingga bisa diperoleh analisa performansi sistem komunikasi yang handal terhadap redaman hujan. Banyak metode yang telah dikembangkan untuk memprediksi redaman hujan menggunakan data pengukuran intensitas hujan.

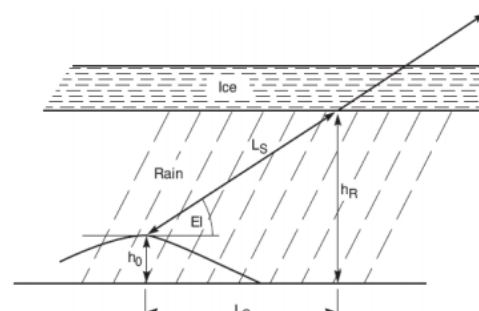
Berdasarkan masalah tersebut maka dilakukan penelitian perhitungan prediksi terhadap nilai redaman hujan di Lhokseumawe dengan menggunakan model ITU-R P.618-5, Simple Attenuation Model (SAM), dan ITU-R Modifikasi untuk daerah tropis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Redaman Hujan

Redaman hujan merupakan rugi – rugi yang disebabkan oleh butiran air hujan yang berpengaruh pada propagasi sinyal sistem komunikasi satelit serta dipengaruhi besarnya frekuensi, ketinggian hujan dan polarisasi dari gelombang yang dipancarkan. Redaman hujan dapat digambarkan seperti pada

Gambar 1. Perhitungan redaman hujan dapat dirumuskan sebagai berikut: .[1]



Gambar.1 Ilustrasi Perhitungan Redaman Hujan

B. Pengertian Rain Rate dan Persen Waktu

a. Rain rate (R)

Model prediksi rain rate persen waktu 0.01% dirumuskan oleh Prima Setyantowidodo. Dalam perumusan yang dibuatnya memerlukan data pengamatan curah hujan maksimum bulanan dan curah hujan rata-rata tahunan dalam waktu pengamatan.[2]

Perumusannya adalah:

$$R_{0,01} = 128.192 - 0.037\phi - 0.393L + 0.012M + 0.017Mm \quad (1)$$

Dimana:

- ϕ = Lintang stasiun bumi LU = (+) dan LS = (-) (°)
- L = Bujur stasiun bumi BB = (+) dan BT = (-) (°)
- M = Curah hujan rata-rata tahunan dalam waktu pengamatan (mm)
- Mm = Curah hujan maksimal bulanan dalam 30 tahun pengamatan (mm) R0.01= Intensitas curah hujan dalam 0.01% waktu (mm/jam).

b. Persen Waktu

Persen waktu menyatakan probabilitas terjadinya hujan dengan tingkat kederasan tertentu selama satu tahun. Jadi bila diketahui suatu daerah mempunyai rain rate 100 mm/jam untuk persen waktu 0.01 %, berarti terjadi hujan dengan kederasan 100 mm/jam selama 52,56 menit dalam setahun. $(0.01 / 100 \times 365 \times 24 \times 60 = 52,56 \text{ menit})$. [2]

C. Model Redaman Hujan

a. Model ITU-R P.618-5

Model ini diciptakan ITU-R untuk menghitung prediksi redaman hujan secara global di seluruh dunia dan dipergunakan untuk frekuensi sampai dengan 30 GHz. Prosedur untuk menghitung redaman hujan menggunakan model ITU-R P.618-5 untuk persen waktu 0.01% ($A_{0.01}$) memerlukan parameter – parameter sebagai berikut: [3]

$R_{0,01}$ = Intensitas hujan untuk persen waktu 0,01 % di suatu lokasi (mm/jam).

f = frekuensi (GHz)

φ = Posisi lintang stasiun bumi ($^{\circ}$)

h_s = Tinggi stasiun bumi di atas permukaan laut (Km)

Langkah – langkah perhitungan redaman hujan adalah sebagai berikut :

a. Hitung sudut elevasi (θ) ($^{\circ}$).

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\cos \Delta L \times \cos L - \left(\frac{R_e}{R_e + R}\right)}{\sqrt{1 - (\cos \Delta L \times \cos L)^2}} \quad (2)$$

b. Hitung tinggi hujan efektif, hR

$$h(Km) = \begin{cases} 5 - 0,075(\varphi - 23) & \text{untuk } \varphi > 23^{\circ} \\ 5 & \text{untuk } 0 \leq \varphi \leq 23^{\circ} \\ 5 & \text{untuk } 0 \geq \varphi \geq -21^{\circ} \\ 5 + 0,1(\varphi + 21) & \text{untuk } -71 \leq \varphi < -21^{\circ} \\ 0 & \text{untuk } \varphi < -71^{\circ} \end{cases} \quad (3)$$

c. Hitung Slant-path, L_s (Km)

Untuk $\theta \geq 5^{\circ}$

$$L_s = \frac{(hR - h_s)}{\sin \theta} \quad (4)$$

Untuk $\theta < 5^{\circ}$

$$L_s = \frac{2(hR - h_s)}{\left(\sin 2\theta + \frac{2(hR - h_s)}{R_e}\right)^{\frac{1}{2}} + \sin \theta} \quad (5)$$

d. Hitung proyeksi garis horizontal LG (Km)

$$LG = L_s \cos \theta \quad (6)$$

e. Hitung rain rate R di suatu lokasi

f. Hitung faktor reduksi r

Untuk $R \leq 100 \text{ mm/h}$

$$r = \frac{1}{1 + \frac{LG}{L_0}} \quad (7)$$

Dimana :

$$L_0 = 35 \exp(-0,015R)$$

Untuk $R > 100 \text{ mm/h}$, menggunakan nilai 100 mm/h untuk R dalam perhitungan L_0 .

g. Hitung redaman spesifik (γ_R) dengan koefisien k dan α sesuai dengan rekomendasi ITU-R P.838

$$\gamma_R = (R)^{\alpha} \quad (\text{dB/Km}) \quad (8)$$

h. Hitung prediksi redaman hujan untuk A

$$A = \gamma R L_s r \quad (\text{dB}) \quad (9)$$

b. Model SAM (Simple Attenuation Model)

Simple Attenuation Model dikembangkan oleh Stutzman dan Dishman didasarkan bentuk rain rate berbentuk eksponensial. Model ini dibuat oleh NASA dengan tujuan kemudahan dalam pemakaiannya. Langkah – langkah perhitungan redaman hujan model SAM adalah sebagai berikut : [3]

a. Hitung ketinggian dari *zero degree* isotherm, H_0 (Km).

$$h_0 = 4,8 \quad \text{untuk } |\varphi| \leq 30 \quad (10)$$

$$h_0 = 7,8 - 0,1|\varphi| \quad \text{untuk } |\varphi| \geq 30^{\circ}$$

b. Hitung tinggi efektif, H_r (Km).

$$h_r = h_0 \quad \text{untuk } R \leq 100 \text{ mm/h} \quad (11)$$

$$h_r = h_0 + \log \frac{R}{10} \quad \text{untuk } R \geq 100 \text{ mm/h}$$

Dimana :

R = Curah hujan (mm/jam)

c. Hitung panjang lintasan hujan, L_s (Km)

$$L_s = \frac{(h_r - h_s)}{\sin \theta} \quad (12)$$

Dimana :

h_s = ketinggian stasiun bumi dari atas permukaan laut (Km)

θ = sudut elevasi ($^{\circ}$)

d. Hitung redaman spesifik, γ (dB/Km)

$$\gamma = [R(l)]^{\alpha} \quad (13)$$

Dimana $R(l)$ adalah intensitas curah hujan spasial sepanjang lintasan.

$$R(l) = R \quad \text{untuk } R \leq 10 \text{ mm/h} \quad (14)$$

$$R(l) = R \exp \left[\frac{-\Gamma \ln \left(\frac{R}{10} \right)}{[\cos \theta]} \right] \quad \text{untuk } R \geq 10 \text{ mm/h}$$

dengan $\Gamma = \frac{1}{22}$ yang ditetapkan secara empiris.

e. Hitung redaman hujan, A (dB).

$$A = \gamma L_s \quad \text{untuk } R \leq 10 \text{ mm/h} \quad (15)$$

$$A = \gamma \frac{1 - \exp[-\alpha \Gamma \ln((\frac{R}{10})^{L_s \cos \theta})]}{\Gamma \alpha \ln(\frac{R}{10}) \cos \theta} \text{ untuk } R \geq 10 \text{ mm/h}$$

D. Model ITU-R Modifikasi untuk Daerah Tropis

Model ini diciptakan oleh J.X. Yeo dan Y.H. Lee dengan memodifikasi model ITU-R yang sudah ada untuk menghitung prediksi redaman hujan untuk daerah tropis yang memiliki tingkat curah hujan yang tinggi.

Langkah – langkah perhitungan redaman hujan adalah sebagai berikut :

- Hitung sudut elevasi (θ) ($^\circ$) dengan menggunakan persamaan (2)
- Hitung tinggi hujan efektif, hR (km) dengan menggunakan persamaan (3)
- Hitung Slant-path, L_s (Km) dengan menggunakan persamaan (4) dan (5)
- Hitung proyeksi garis horizontal LG (Km) dengan menggunakan persamaan (6)
- Hitung rain rate R di suatu lokasi
- Hitung redaman spesifik (γR) dengan koefisien k dan α sesuai dengan rekomendasi ITU-R P.838 dengan menggunakan persamaan (7)

Tabel 1. Koefisien Regresi ITU-R P.383

Frekuensi (GHz)	k_H	k_V	a_H	a_V
1	0.0000387	0.0000352	0.9122	0.8801
2	0.0001543	0.0001388	0.9629	0.9230
3	0.0003504	0.0003145	1.0185	0.9927
4	0.0006479	0.0005807	1.1212	1.0749
5	0.001103	0.0009829	1.2338	1.1805
6	0.001813	0.001603	1.3068	1.2662
7	0.002915	0.002560	1.3334	1.3086
8	0.004567	0.003996	1.3275	1.3129
9	0.006916	0.006056	1.3044	1.2937
10	0.01006	0.008853	1.2747	1.2636

- Hitung faktor reduksi r

$$r = \frac{1}{1 + 0,31 \frac{\sqrt{(LG\gamma R)}}{f} - 0,09 (1 - e^{-2LG})} \quad (16)$$

Dimana jika $r < 1$ maka $r = 1$

- Hitung faktor reduksi v

$$v = \frac{1}{1 + \sqrt{\sin \theta} \left[31 \left(1 - e^{-\frac{\theta}{1+x}} \right) \frac{\sqrt{L_s \gamma R}}{f^2} - 0,5 \right]} \quad (17)$$

dengan

$$\xi = \tan^{-1} \left[\frac{hR - h_s}{L_G r} \right] \quad (18)$$

Untuk $\xi > \theta$

$$L_R = \frac{(LG r)}{\cos \theta} \quad (19)$$

Untuk $\xi < \theta$

$$L_R = \frac{(hR - h_s)}{\sin \theta} \quad (20)$$

dan

$$x = 36 - |\varphi|, \text{ untuk } |\varphi| < 36^\circ \text{ atau } x = 0, \text{ untuk } |\varphi| \geq 36^\circ \quad (21)$$

- Hitung prediksi redaman hujan untuk A (dB)

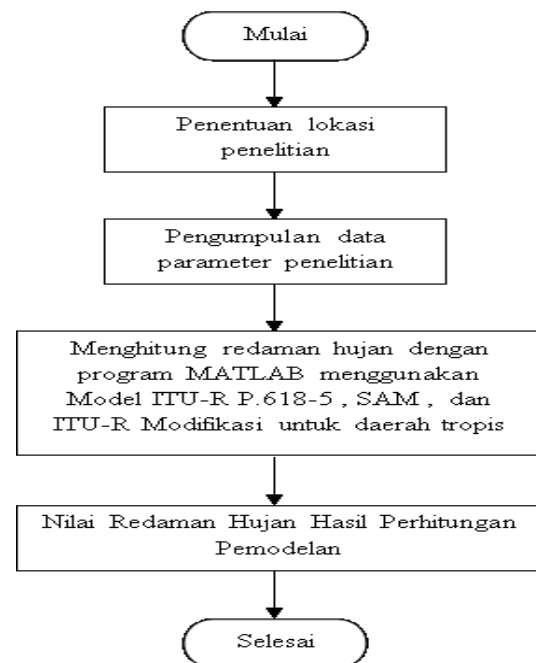
$$A = \gamma R L_s r v \text{ (dB)} \quad (22)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini akan mengambil data intensitas curah hujan yang di peroleh dari website resmi BMKG di Stasiun Meteorologi Malikussaleh Lhokseumawe dengan masa periode pengamatan Januari 2020 sampai dengan Juni 2020.

A. Teknik Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan dimulai dengan cara mengumpulkan data curah hujan dengan masa periode setahun. Pada program MATLAB membuat program untuk dihitung redaman hujan dengan model ITU-R P.618-5, SAM, dan ITU-R Modifikasi untuk Daerah Tropis dengan koefisien k dan α sesuai dengan rekomendasi ITU-R P.838 baik vertikal maupun horizontal. Dimana pada masing-masing model memerlukan perhitungan terhadap beberapa parameter yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai akhir redaman hujan. Flowchart penelitian dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Flowchart

Metode analisis data yang dilakukan yaitu melakukan perhitungan terhadap beberapa parameter – parameter seperti yang terdapat pada tinjauan pustaka menggunakan model redaman hujan yang digunakan sehingga menghasilkan nilai redaman hujan.

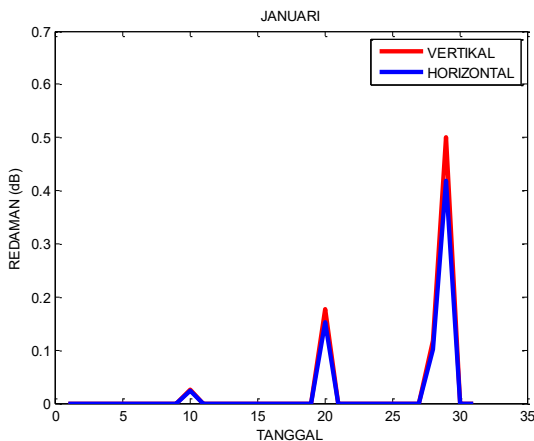
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perhitungan Nilai Redaman Hujan

Nilai redaman hujan diperoleh dengan menggunakan 3 pemodelan yaitu dengan model ITU-R P.618-5, SAM, dan ITU-R Modifikasi untuk Daerah Tropis. Pengambilan data dilakukan di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) untuk wilayah Stasiun Meteorologi Malikussaleh Lhokseumawe dengan periode pengamatan curah hujan selama 6 bulan yaitu Januari 2020 sampai dengan Juni 2020.

B. Model ITU-R P.618-5

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus model ITU-R P.618-5 maka diperoleh untuk bulan Januari 2020 redaman hujan tertinggi pada tanggal 29 dengan nilai curah hujan 4,1 mm, hasil redaman hujan yang didapat pada posisi vertikal yaitu 0,4177 dB dan pada posisi horizontal 0,5013 dB. Sedangkan untuk redaman terendah pada tanggal 10 dengan nilai curah hujan 0,4 mm, hasil redaman hujan yang didapat pada posisi vertikal yaitu 0,0238 dB dan pada posisi horizontal 0,0261 dB. Sedangkan untuk hasil 0 merupakan tidak adanya hujan. Tampilan Hasil Dari Redaman Hujan Pada Bulan Januari ditunjukkan pada gambar 3.

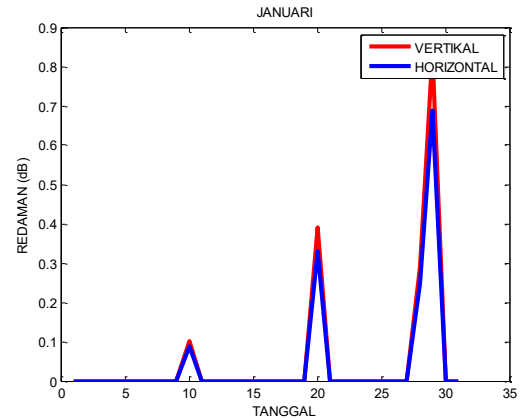


Gambar 3 Tampilan Hasil Dari Redaman Hujan Pada Bulan Januari dengan Model ITU-R P.618-5

B. Model SAM (Simple Attenuation Model)

Analisa perhitungan dengan menggunakan rumus model SAM maka untuk bulan Januari 2020 redaman hujan tertinggi pada tanggal 29 dengan nilai curah hujan 4,1 mm, hasil redaman hujan yang didapat pada posisi vertikal yaitu 0,6880 dB dan pada posisi horizontal 0,8335 dB. Sedangkan untuk

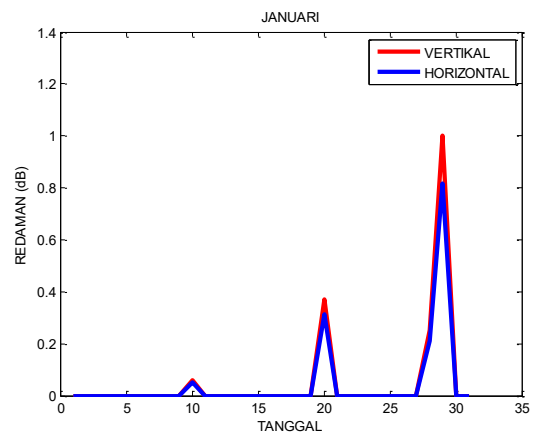
redaman terendah pada tanggal 10 dengan nilai curah hujan 0,4 mm, hasil redaman hujan yang didapat pada posisi vertikal yaitu 0,0892 dB dan pada posisi horizontal 0,1017 dB. Sedangkan untuk hasil 0 merupakan tidak adanya hujan



Gambar 4 Tampilan Hasil Dari Redaman Hujan Pada Bulan Januari dengan Model SAM

C. ITU-R Modifikasi untuk Daerah Tropis

Hasil perhitungan dengan menggunakan rumus model ITU-R Modifikasi diperoleh untuk bulan Januari 2020 redaman hujan tertinggi pada tanggal 29 dengan nilai curah hujan 4,1 mm, hasil redaman hujan yang didapat pada posisi vertikal yaitu 0,8163 dB dan pada posisi horizontal 1,0018 dB. Sedangkan untuk redaman terendah pada tanggal 10 dengan nilai curah hujan 0,4 mm, hasil redaman hujan yang didapat pada posisi vertikal yaitu 0,0511 dB dan pada posisi horizontal 0,0580 dB. Sedangkan untuk hasil 0 merupakan tidak adanya hujan.

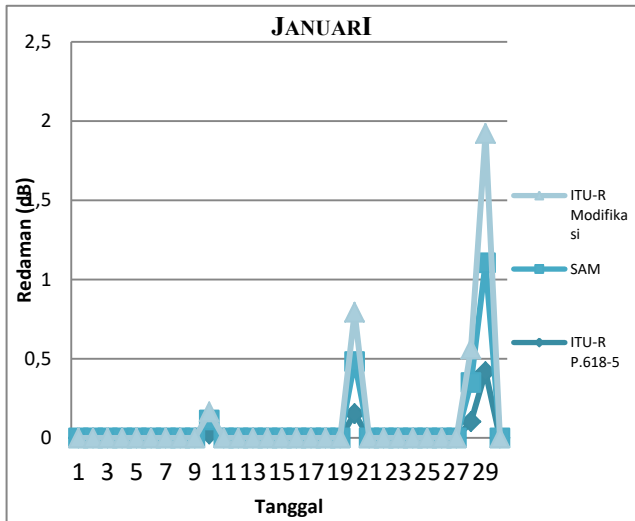


Gambar 5 Tampilan Hasil Dari Redaman Hujan Pada Bulan Januari dengan Model ITU-R Modifikasi

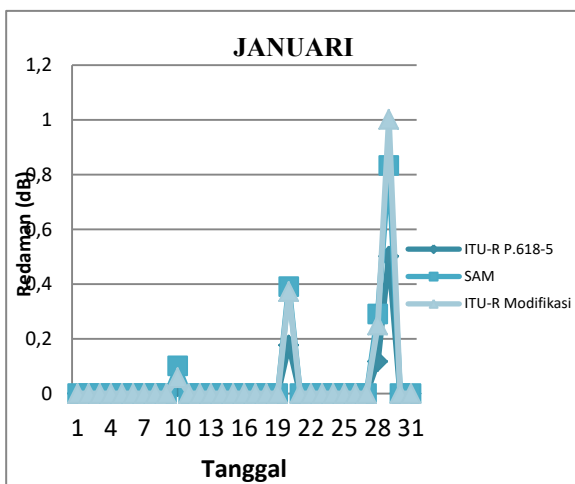
D. Perbandingan Model Redaman Hujan

Dari grafik pada gambar 6 yaitu pada bulan Januari dengan polarisasi vertikal dapat diketahui bahwa secara garis besar untuk kondisi cerah (curah hujan = 0 mm/jam) memiliki nilai redaman 0 dB pada ketigapemodelan yang digunakan. Ketika kondisi curah hujan sedang dan lebat (≥ 10 mm/jam) mulai terlihat perbedaan nilai redaman hujan. Pada bulan ini curah

hujan tertinggi terdapat pada tanggal 29 yaitu 4,1 mm dan jika dilihat dari hasil perhitungan redaman yang didapat, model ITU-R P.618-5 menghasilkan nilai redaman yang paling rendah dibandingkan dengan model SAM dan ITU-R modifikasi.



Gambar 6 Tampilan Hasil Dari Pemodelan Redaman Hujan Pada Bulan Januari secara Vertikal



Gambar 7 Tampilan Hasil Dari Pemodelan Redaman Hujan Pada Bulan Januari secara Horizontal

Dari grafik pada gambar 7, yaitu pada bulan Januari dengan polarisasi horizontal dapat diketahui bahwa secara garis besar untuk kondisi cerah (curah hujan = 0 mm/jam) memiliki nilai redaman 0 dB pada ketiga pemodelan yang digunakan. Ketika kondisi curah hujan sedang dan lebat (≥ 10 mm/jam) mulai terlihat perbedaan nilai redaman hujan. Pada bulan ini curah hujan tertinggi terdapat pada tanggal 29 yaitu 4,1 mm dan jika dilihat dari hasil perhitungan redaman yang didapat, model ITU-R P.618-5 menghasilkan nilai redaman yang paling rendah dibandingkan dengan model SAM dan ITU-R modifikasi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa data pada uraian sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Untuk hasil perhitungan redaman dengan menggunakan pemodelan hujan menghasilkan nilai redaman yang berbeda-beda pada tiap modelnya. Hal ini dapat disebabkan karena curah hujan, nilai parameter yang digunakan dan menggunakan koefisien nilai k dan α yang nilainya berdasarkan frekuensi yang digunakan dan jenis polarisasinya.
2. Berdasarkan hasil perhitungan dari Januari 2020 sampai Juni 2020 nilai redaman hujan terendah pada perhitungan yaitu dengan curah hujan 0,1 mm/jam menghasilkan redaman yaitu vertikal 0,0043 dB dan horizontal 0,0045 dB. Sedangkan redaman hujan tertinggi pada perhitungan yaitu pada bulan Mei tanggal 10 dengan curah hujan 93,3 mm/jam dengan nilai redaman tertinggi yang didapat dari pemodelan hujan yaitu pada polarisasi vertikal 23,212 dB dan horizontal 30,347 dB.
3. Dari hasil perhitungan yang didapat model ITU-R P.618-5 menghasilkan nilai redaman yang paling rendah dibandingkan dengan model SAM dan ITU-R modifikasi.
4. Secara garis besar untuk kondisi cerah (curah hujan = 0 mm/jam) memiliki nilai redaman 0 dB.
5. Semakin tinggi intensitas curah hujan dan frekuensi maka semakin tinggi redaman yang dihasilkan.

REFERENSI

- [1] Wahyu Pamungkas, Anggun Fitriani, dan Sri Karina P.2011. "Analisis Kenaikan Nilai Aupc Terhadap Penurunan Nilai Eb/No Karena Redaman Hujan Pada Teknologi VSAT SCPC Terhadap Link Budget Arah Uplink Dan Downlink", halaman 3.
- [2] Isyana Gita Prastuti.2012(Juli). "Analisis Propagasi Ka-Band Pada Satelit Teledesic Untuk Komunikasi Data", halaman 34-35.
- [3] Ervin Nurdiansyah.2017. "Analisa Redaman Hujan Pada Frekuensi C-Band Dan Ku-Band Untuk Komunikasi Vsat-Tv Pada Daerah Tropis", halaman 17-22.