

Analisis Diameter Antena dan Redaman Hujan Menggunakan Frekuensi *Ku-Band* Dan *C-Band* untuk Komunikasi VSAT SCPC Satelit Telkom 3S pada *Link* Bogor-Tiakur

Najib Ma'ruf¹, Imam Muhammadi², Indah Permatasari³, Reni Dyah Wahyuningrum⁴

^{1,2,3,4} Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Teknik Elektro,

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Jl. D.I Pandjaitan No.128 , Purwokerto 53147, Indonesia

Informasi Makalah

Dikirim, 24 Juni 2022

Direvisi, 27 Juni 2022

Diterima, 28 Juni 2022

Kata Kunci:

VSAT

Ku-band

C-band

Diameter antena

Redaman hujan.

INTISARI

Penerapan teknologi komunikasi satelit pada umumnya menggunakan frekuensi *c-band* sehingga menyebabkan alokasi frekuensi tersebut makin terbatas. Permasalahan yang ada pada sistem komunikasi satelit yaitu belum menggunakan frekuensi *ku-band*. Penggunaan frekuensi berbeda tentunya memiliki performansi yang berbeda dengan adanya pengaruh dari ukuran diameter VSAT dan redaman hujan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh diameter antena terhadap kualitas penerimaan komunikasi VSAT dan menganalisa pengaruh redaman hujan pada komunikasi VSAT dengan frekuensi *ku-band* dan *c-band*. Penelitian ini menggunakan Matlab untuk menghitung parameter *link budget* dan metode prediksi redaman hujan model ITU-R P.618-5 berdasarkan data parameter *link* yang diperoleh dari PT.Telkomsat. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa performansi VSAT penggunaan ukuran diameter antena 1 meter, 3.8 meter, dan 4.5 meter untuk frekuensi *Ku-band* menghasilkan masing-masing parameter Eb/No sebesar 10.67 dB, 15.91 dB, dan 16.17 dB. Sedangkan untuk frekuensi *C-band* diperoleh nilai 12.6 dB, 17.27 dB, dan 17.45 dB. Berdasarkan hasil tersebut maka diameter antena yang 1 meter merupakan yang paling efektif. Serta penggunaan frekuensi *ku-band* memiliki kelemahan terhadap redaman hujan dengan nilai redaman sebesar 35,37dB pada curah hujan 145 mm/h, sedangkan pada penggunaan frekuensi *c-band* tidak terlalu terpengaruh dengan redaman hujan dengan nilai redaman 2,25 dB pada curah hujan yang sama.

ABSTRACT

The application of satellite communication technology generally uses *c-band* frequencies, causing the allocation of these frequencies to be increasingly limited. The problem that exists in the satellite communication system is that it has not used the *Ku-band* frequency. The use of different frequencies certainly has a different performance with the influence of the VSAT diameter size and rain attenuation. This study aims to determine the effect of antenna diameter on the reception quality of VSAT communication and to analyze the effect of rain attenuation on VSAT communication with *Ku-band* and *c-band* frequencies. This study uses Matlab to calculate the link budget parameters and the rain attenuation prediction method of the ITU-R P.618-5 model based on link parameter data obtained from PT. Telkomsel. The results of this study showed that the VSAT performance using antenna diameters of 1 meter, 3.8 meters, and 4.5 meters for the *Ku-band* frequency resulted in Eb/No parameters of 10.67 dB, 15.91 dB, and 16.17 dB, respectively. As for the *C-band* frequency, the values obtained are 12.6 dB, 17.27 dB, and 17.45 dB. Based on these results, the antenna diameter of 1 meter is the most effective. And the use of the *Ku-band* frequency has a weakness against rain attenuation with an attenuation value of 35.37dB at 145 mm/h rainfall, while the use of the *c-band* frequency is not too affected by rain attenuation with an attenuation value of 2.25 dB in moderate rainfall same.

Keyword:

VSAT

Ku-band

C-band

Antenna diameter

Rain attenuation.

Korespondensi Penulis:

Najib Ma'ruf
Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. D.I Pandjaitan No. 128, Purwokerto, Banyumas
Email : 17101152@ittelkom-pwt.ac.id

1. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi satelit merupakan suatu teknologi komunikasi yang memiliki jangkauan yang luas sehingga mampu melayani seluruh kawasan suatu negara bahkan benua. Pada masa sekarang komunikasi satelit yang umum menggunakan jenis frekuensi *c-band*. Sumber daya frekuensi yang terbatas, maka dari itu dalam komunikasi satelit terus berinovasi dalam penggunaan jenis frekuensi yang lain yaitu frekuensi *ku-band*. VSAT SCPC termasuk ke dalam salah satu jenis layanan komunikasi yang dalam penransmisian data menggunakan jenis frekuensi *c-band* dan *ku-band*. Penggunaan VSAT sebagai alat komunikasi memiliki beberapa keuntungan diantaranya dalam hal instalasi, biaya yang murah dan pemeliharaan yang mudah [1].

Komunikasi satelit dipengaruhi oleh curah hujan, besarnya curah hujan dapat meredam propagasi komunikasi satelit di lapisan atmosfer. Redaman hujan terjadi karena partikel-partikel hujan mengakibatkan terjadinya proses polarisasi dan *scattering* pada gelombang sehingga dapat mengganggu proses pengiriman gelombang sinyal elektromagnetik ke stasiun penerima atau sebaliknya [2]. Oleh karena itu, redaman hujan dapat mengakibatkan terjadinya pelemahan daya sinyal pada stasiun penerima.

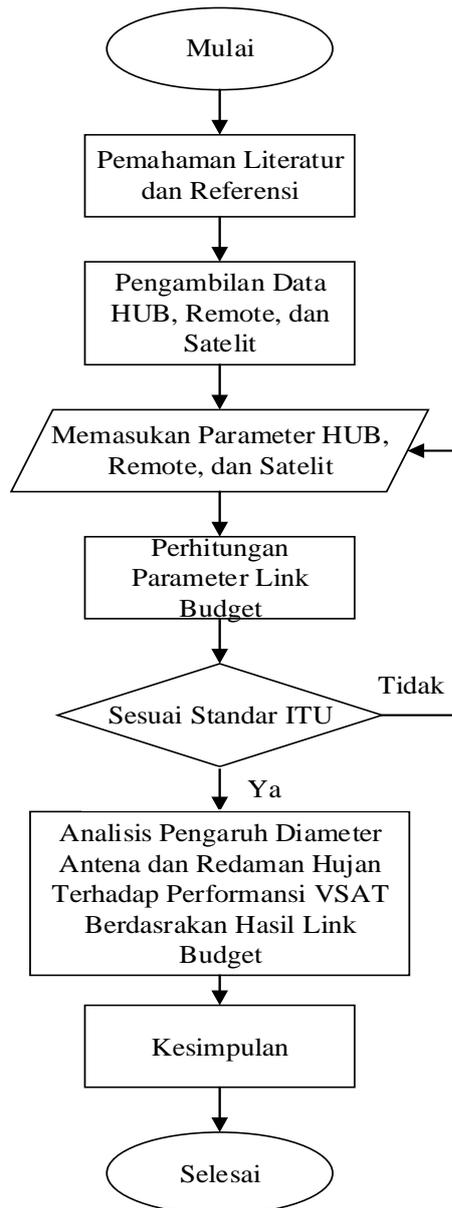
Penggunaan diameter antena VSAT pada dasarnya berbeda-beda. Permasalahan yang ada terjadinya gangguan terhadap media akses antena, baik interferensi dan interferensi sehingga dapat menurunkan kinerja perangkat jaringan VSAT. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait pengaruh diameter antena terhadap tentang kualitas *link transmisi* suatu *Digital TV-Broadcast* menggunakan *band* frekuensi *ku-band* pada satelit Measat 3A berdasarkan parameter level sinyal dan *carrier to noise* (C/N). Kekurangan pada penelitian ini belum adanya keterangan *link* komunikasi yang digunakan. Berdasarkan penelitian ini dihasilkan bahwa hasil yang paling besar untuk nilai C/N untuk menyalurkan data berupa video pada sistem *TV-Broadcast* adalah dengan antena diameter 0,8 meter [3].

Penelitian berikutnya, telah dianalisis pengaruh *slant range* dan diameter antena pada jaringan VSAT terhadap optimasi *power* dan *bandwidth*. Hasil yang di dapatkan nilai *power* dan *bandwidth* pada jaringan komunikasi berbasis satelit dapat dipengaruhi oleh nilai *slant range* dan diameter antena [4]. Keterbatasan penelitian ini hanya menggunakan satu jenis frekuensi yaitu frekuensi *c-band* dan menyarankan penggunaan parameter dari *link existing* guna menghasilkan parameter yang *real*.

Berdasarkan penelitian tersebut diperlukan penelitian lain yang membahas pengaruh diameter antena dan redaman hujan terhadap performansi antara jenis frekuensi *c-band* dan *ku-band* dengan ukuran diameter antena penerima yang bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil kualitas penerimaan data komunikasi VSAT pada frekuensi Ku-Band dan C-Band untuk masing-masing diameter antena 1 meter, 2 meter, 3,8 meter dan 4,5 meter. Sehingga diharapkan mendapatkan efisiensi kualitas daya *carrier to noise ratio* dan *energy bit to noise ratio* yang sesuai dengan standar ITU.

2. METODE PENELITIAN

Alur penelitian pada untuk menganalisis performansi VSAT SCPC pada Telkom 3S meliputi tahapan-tahapan berikut ini:



Gambar 1. Alur Penelitian

Lokasi pada penelitian ini terletak di Bogor sebagai pusat transmisi dan lokasi yang kedua terletak di Tiakur yang berperan sebagai stasiun penerima. Stasiun pengirim Bogor terletak di koordinat $6^{\circ}32'34.40''S$ dan $106^{\circ}46'15.48''T$ dengan ketinggian 173 meter dari permukaan air laut. Sedangkan untuk stasiun penerima terletak di Tiakur pada koordinat $8^{\circ}8'49.74''S$ dan $127^{\circ}47'31.32''T$ dengan ketinggian 16 meter di atas permukaan air laut.



Gambar1. Koordinat Lokasi Stasiun Pengirim Bogor

2.1 Parameter Data Satelit Telkom 3S

Satelit Telkom 3S memiliki coverage untuk alokasi *standart C-band* yang mencakup wilayah ASEAN. Sedangkan alokasi *Ku-Band* mencakup wilayah Indonesia. Luas *coverage* dari satelit digunakan untuk menghitung EIRP (DBw) dan G/T (DB/K) satelit. Berikut data Satelit Telkom 3S yang disajikan pada Table 1.

Tabel 1. Data Satelit Telkom 3S [5].

No	Parameter Satelit	Parameter Satelit
1	<i>Orbit Satelit</i>	118
2	<i>Frequency Range</i>	<i>C-band</i> 5925-6425 MHz (<i>uplink</i>) 3400-4200 MHz (<i>downlink</i>) 2225 Mhz (LO) <i>Ku-band</i> 14000-14500 MHz (<i>uplink</i>) 11700-12200 MHz (<i>downlink</i>) 1750 Mhz (LO)
3	EIRP	42 dBW
4	IBO/OBO	<i>Single carier aplication</i> (3/1.5) dB
5	G/T	6 dB/K
6	SFD	104 dBW/m
7	<i>Polarization</i>	<i>Horizontal/Vertical</i>

2.2 Parameter Hub Station Bogor

Parameter *Hub Station* digunakan untuk pengiriman data ke satelit dan untuk perhitungan link budget guna menentukan spesifikasi teknis dari *transmitter*. Berikut beberapa *Hub station* yang berada di Bogor.

Tabel 2. Data *Uplink C-Band (Bogor)* Satelit Telkom 3S [5].

No	Parameter <i>Hub Station</i> Bogor <i>C-Band</i>	Parameter <i>Hub Station</i> Bogor <i>C-Band</i>
1	<i>Latitude</i>	6,54324 S
2	<i>Longitude</i>	106,7720 E
3	Diameter Antena	10 Meter
4	Frekuensi <i>Uplink</i>	5965 MHz
5	HPA	3 W
6	<i>Antena Aperture Efficiency</i>	60%
7	Redaman Saluran	0,3 dB
8	Redaman Antena	1,5 dB
9	FEC, Modulasi	3/4 , 8 PSK
10	<i>Roll of Factor</i>	0,5
11	<i>Data Rate Informasi</i>	5000 Kbps

Informasi terkait parameter data *uplink* untuk jenis frekuensi *Ku-band* disajikan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 2. Data *uplink ku-band (Bogor)* satelit telkom 3S [5].

No	Parameter <i>Hub Station Bogor Ku-Band</i>	
1	<i>Latitude</i>	6,54324 S
2	<i>Longitude</i>	106,7720 E
3	Diameter Antena	10 Meter
4	Frekuensi <i>Uplink</i>	14348,26 MHz
5	HPA	3 W
6	<i>Antena Aperture Efficiency</i>	60%
7	Redaman Saluran	0,3 DB
8	Redaman Antena	1,5 dB
9	FEC, Modulasi	3/4 , 8 PSK
10	<i>Roll of Factor</i>	0,5
11	<i>Data Rate Informasi</i>	5000 Kbps

2.3 Parameter *Remote Site Tiakur*

Parameter ini digunakan untuk mengukur seberapa besar performansi kehandalan suatu jaringan dari sisi pelanggan. Data parameter untuk penggunaan frekuensi *C-Band* sebagai berikut ini

Tabel 3. Data *downlink c-band (Tiakur)* satelit Telkom 3S

No	Parameter Remote Site Tiakur	
1	<i>Latitude</i>	8,146334 S
2	<i>Longitude</i>	127,7922 E
3	Diameter Antena	1 Meter
4	Frekuensi <i>Downlink</i>	5965 MHz
5	<i>Antena Aperture Efficiency</i>	60%
6	Redaman Saluran	0,3 dB
7	Redaman Antena	1,5 dB
8	<i>Receiver System Noise Temperature, T_{sys}</i>	120 K
9	<i>Data Rate Informasi</i>	5000 Kbps

Berikut ini parameter *downlink* untuk penggunaan jenis frekuensi *ku-band* disajikan sebagai berikut.

Tabel 4. Data *downlink ku-band* Satelit Telkom 3S

No	Parameter Remote Site Tiakur	
1	<i>Latitude</i>	8,146334 S
2	<i>Longitude</i>	127,7922 E
3	Diameter Antena	1 Meter
4	Frekuensi <i>Downlink</i>	14348,26 MHz
5	<i>Antena Aperture Efficiency</i>	60%
6	Redaman Saluran	0,3 dB
7	Redaman Antena	1,5 dB
8	<i>Receiver System Noise Temperature, T_{sys}</i>	200 K
9	<i>Data Rate Informasi</i>	5000 Kbps

2.4 Perhitungan *Link Budget*

Perhitungan *link budget* meliputi langkah-langkah dibawah ini:

1. Menghitung sudut *azimuth*, sudut *elevasi* dan *slant range*

Antena *pointing* digunakan untuk menghadapkan arah dari antenna yang terdapat di stasiun bumi ke satelit sehingga dapat mengakses satelit yang di tuju. Dalam *pointing* antenna memiliki dua parameter yaitu bidang vertikal (*elevasi*) dan horizontal (*azimuth*) [6].

$$A' = \tan^{-1} \left(\frac{\tan |\theta_s - \theta_l|}{\sin \theta_i} \right) \quad (1)$$

Keterangan:

A' = Sudut *azimuth* (°)

θ_s = *Longitude* stasiun bumi (“-” untuk BB dan “+” untuk BT)

θ_l = *Longitude* satelit (“-” untuk BB dan “+” untuk BT)

θ_i = *Latitude* stasiun bumi (“-” untuk LS dan “+” untuk LU)

Kemudian untuk menghitung sudut *elevasi* persamaan matematisnya sebagai berikut:

$$E = \tan^{-1} \left[\frac{\cos L \cos L - 0,151}{\sqrt{1 - (\cos L \cos L)^2}} \right] \quad (2)$$

Keterangan:

E = Sudut *elevasi* (°)

L = *Latitude* VSAT (°)

L = Perbedaan *longitude* antara satelit dengan VSAT (°)

R = Jari-jari orbit geostasioner (42.164 Km)

Secara teoritis nilai sudut *azimuth* berada diantara 0^0 - 360^0 , akan tetapi nilai tersebut bergantung dari lokasi Stasiun Bumi dengan mengambil titik acuan di titik subsatelit. Kemudian perhitungan daerah kemiringan atau *slant range* antara stasiun bumi dengan satelit merupakan jarak sebenarnya yang diukur dari stasiun bumi ditarik garis lurus menuju posisi satelit di atas. Nilai *slant range* dapat ditentukan dengan rumusan matematis sebagai berikut:

$$D = \sqrt{h^2 + 2R_e(R_e + h)(1 - \cos \varphi_G \cos \Delta)} \quad (3)$$

Keterangan:

h = orbit satelit Geostasioner (35.786 Km)

R_e = jari-jari bumi (6.378 Km)

$\cos \varphi$ = selisih *longitude* stasiun bumi dengan satelit (°)

$\cos \Delta$ = nilai *latitude* dari stasiun bumi (°)

2. Menghitung *Gain* Antena

Gain atau penguatan merupakan perbandingan antara nilai daya pancar dari sisi antenna terhadap antenna referensinya sendiri. Persamaan matematis untuk antenna *parabolic* adalah sebagai berikut.

$$G_{antena} = 10 \log(\eta) + 20 \log \left(\frac{\pi D f}{c} \right) \quad (4)$$

Keterangan:

f = Frekuensi kerja (MHz) terdiri dari frekuensi *uplink* dan *downlink*

D = Diameter antenna stasiun bumi (meter)

η = Nilai efisiensi antenna

π = 3,14

3. Menghitung *figure of merit* atau *gain to temperature* dan *effective isotropic radiated power* (EIRP)

Gain to Temperature adalah perbandingan nilai *gain* yang dihasilkan oleh antenna dengan temperatur *noise* pada antenna. Temperatur *noise* pada sistem penerima ditentukan oleh besar kecilnya *noise figure system* penerima tersebut [7]. Nilai *Gain to Temperature* yang besar diperoleh jika antenna *gain* memiliki nilai yang besar.

$$G/T = G_{ant} + 10 \log T \quad (5)$$

Keterangan :

G_{ant} = nilai *gain* antenna

T = *temperature* sistem

EIRP merupakan parameter yang memiliki fungsi untuk mengetahui daya pengiriman dari stasiun bumi atau satelit. EIRP stasiun bumi diperoleh melalui perhitungan matematis dibawah ini dan dilambangkan dengan $EIRP_{SB}$

$$EIRP_{SB}(dBW) = 10 \log P_T - L_T + G_T \quad (6)$$

Keterangan:

P_T = Daya pancar sinyal *carrier* pada *feeder* antena (dBW)

L_T = *Transmitt Loss* ($L_{Rain} + L_{Saluran} + L_{Antena}$)

G_T = *Gain* antena pemancar (dB)

4. Menghitung Parameter Redaman (*Pointing Loss*, Rugi-Rugi Lintasan, dan Redaman Ruang Bebas)

Langkah pertama dalam menghitung *pointing loss* yaitu menentukan nilai pangan gelombang λ_{bogor} melalui persamaan di bawah ini:

$$\lambda_{bgr} = \frac{c}{f} \quad (7)$$

Kemudian menghitung nilai *beamwidth* melalui persamaan matematis

$$\theta_{3bgr} = \frac{70 \times \lambda}{d} \quad (8)$$

Selanjutnya nilai *pointing loss* dapat diketahui hasilnya berdasarkan persamaan

$$Pointing_{loss} bgr = 12 \left(\frac{\theta}{\theta_3}\right)^2 \quad (9)$$

Dalam proses transmisi tentunya akan terjadi redaman daya pancaran antena pada ruang bebas.

$$FSL_{Bogor} = 92,45 + 20 \log f_{U/D} + 20 \log d_{U/D} \quad (10)$$

5. Menghitung *Energy bit to noise ratio* (E_b/N_o)

Kualitas sinyal yang diterima ditentukan oleh besarnya perbandingan antara energi sinyal pembawa per bit *noise* yang diterima terhadap derau temperatur. Adapun persamaan matematisnya sebagai berikut:

$$\left(\frac{E_b}{N_o}\right)(dB) = \left(\frac{C}{N_{Total}}\right) - 10 \log \frac{Bandwidth}{data\ rate} \quad (11)$$

Parameter E_b/N_o ini sebagai tolak ukur untuk mengetahui performansi suatu *link*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN (10 PT)

3.1 Analisis Pengaruh Diameter Antena Pada Frekuensi *Ku-Band*

Perbedaan ukuran diameter antena ternyata berpengaruh pada tolak ukur performansi kualitas jaringan pada layanan sistem komunikasi satelit. Ukuran diameter antena yang digunakan pada penelitian ini terdapat tiga ukuran yaitu 1 m, 3.8 m, dan 4.5 m. Hasil perhitungan parameter *link budget* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Hasil perhitungan parameter *link budget Ku-band*

Parameter	Hasil Perhitungan pada Frekuensi Ku-Band			Standar ITU
	Diameter Antena (meter)			
	1	3,8	4.5	
Gain (dB)	41,31	52,9	54,37	45 dBi (R SA. 2183)
G/T (dB)	18,3	28,89	31,36	29,1 dB/K (R SA. 2183)
<i>Pointing Loss</i> (dB)	0,013	0,202	0,283	-
C/N (dB)	13,98	19,22	19,48	-
E_b/N_o (dB)	10,67	15,91	16,17	-

Berdasarkan tabel 5. Menunjukkan bahwa nilai *gain* meningkat sejalan dengan semakin besarnya ukuran diameter antena. Diameter antena dengan ukuran 1 m menghasilkan *gain* sebesar 41,31 dBi, untuk ukuran diameter 3,8 m didapatkan nilai *gain* 52,9 dBi dan nilai *gain* terbesar sebesar 54,37 dBi untuk diameter antena 4,5 m. Kemudian ukuran diameter antena berpengaruh terhadap parameter *figure of merit* (G/T). Temperatur sistem yang digunakan sebesar 200⁰K yang mana dengan nilai *gain* antena setiap ukuran diameter antena menghasilkan nilai G/T yang berbeda-beda.

Nilai *pointing loss* terbesar didapatkan nilai 0,283 dB untuk diameter antena 4,5 m sedangkan nilai terkecil sebesar 0,013 dB untuk diameter 1 m. Hal ini menunjukkan bahwa parameter nilai *pointing loss* semakin tinggi seiring bertambahnya ukuran diameter antena. Selanjutnya parameter *Carrier to noise* total merupakan nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan antara *carrier to noise* di sisi *uplink* dan *carrier to noise* *downlink* yang terjadi dari satelit ke arah stasiun bumi penerima di kota Tiakur. Berdasarkan nilai yang disajikan pada Tabel semakin besar ukuran diameter antena maka nilai C/N total akan semakin besar juga.

Parameter Eb/No digunakan untuk mengetahui kualitas sinyal radio frekuensi (RF) yang di terima oleh modem. Nilai standart minimum untuk parameter Eb/No pada frekuensi *ku-band* dengan modulasi 8PSK $\frac{3}{4}$ sebesar 4,7 DB. Hasil yang diperoleh untuk diameter antenna 1 m, 3,8 m dan 4,5 m yaitu 10,67 DB, 15,91 dB dan 16,17 dB. Berdasarkan nilai tersebut maka dapat disimpulkan bahwa ketiga ukuran diameter antenna tersebut telah melewati standart minimum yang ditetapkan setelah ditambahkan nilai toleransi +5 yaitu 9,7 DB. Semakin besar nilai Eb/No akan semakin tahan juga dengan redaman hujan. Maka dapat disimpulkan bahwa antenna dengan ukuran diameter 1 meter dengan data *rate* 5 Mbps merupakan penggunaan ukuran antenna yang paling efektif apabila di tinjau dari segi biaya, selain karena telah melewati standar minimum dan diameter antenna 1 m juga memiliki ukuran diameter yang kecil dibandingkan dengan yang lain sehingga dari segi biaya relatif terjangkau.

3.2 Analisis Pengaruh Diameter Antena pada Frekuensi C-Band

Pengaruh diameter antenna pada frekuensi *c-band* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Hasil Perhitungan parameter *link budget c-band*

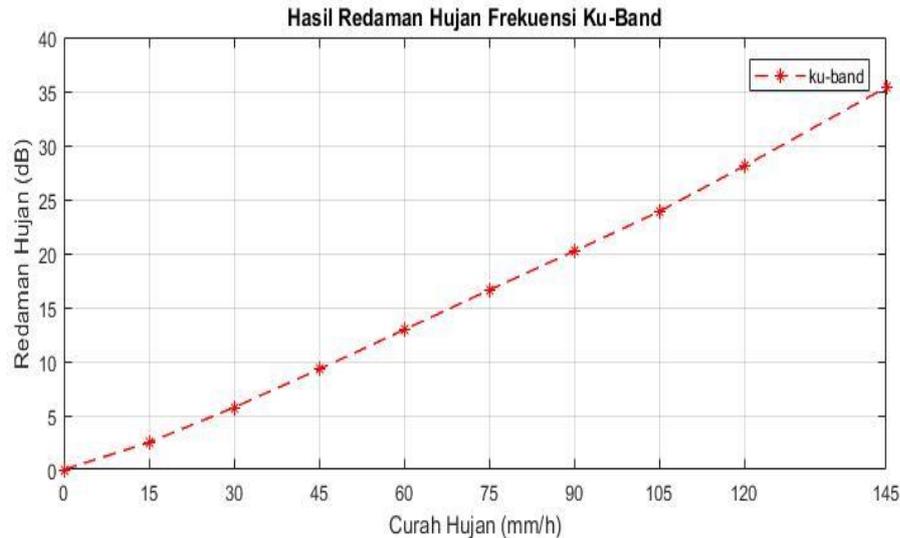
Parameter	Hasil Perhitungan pada Frekuensi C-band			Standar ITU
	Diameter Antena (meter)			
	1	3,8	4,5	
Gain (dBi)	33,69	45,28	46,75	45 dBi (R SA. 2183)
G/T (dB)	12,89	24,49	25,96	29,1 dB/K (R SA. 2183)
Pointing Loss (dB)	0,002	0,034	0,049	
C/Ndw (dB)	17,43	28,99	30,49	
Eb/No (dB)	12,61	17,27	17,45	

Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan semakin besar ukuran diameter antenna akan menghasilkan nilai *gain* yang besar pula. Untuk menghitung parameter *figure of merit* (G/T) pada frekuensi *c-band* digunakan temperatur sistem 120⁰K. Hasil nilai G/N untuk ukuran diameter antenna 1 m sebesar 12,89 DB/K sedangkan ukuran 3,8 m menghasilkan nilai G/N sebesar 24,49 DB/K dan nilai G/N terbesar pada ukuran 4,5 m sebesar 25,96 DB/K. Selanjutnya parameter *pointing loss* didapatkan redaman *pointing* terbesar yaitu 0,049 dB pada ukuran 4,5 m. Redaman terkecil terdapat pada antenna dengan diameter 1 m dengan nilai 0,002 DB. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar ukuran diameter antenna maka nilai *pointing loss* nya juga semakin besar.

Hasil nilai C/N total yang tinggi merepresentasikan kehandalan suatu link komunikasi yang baik, sehingga untuk mendapatkan nilai C/N total yang tinggi dapat diperoleh dengan cara memperbesar ukuran diameter antenna yang digunakan. Selain itu, parameter yang menentukan kehandalan suatu jaringan sistem komunikasi satelit adalah parameter Eb/No. Hasil perhitungan Eb/No pada frekuensi *c-band* dengan ukuran diameter antenna 1 m didapatkan nilai 12,61 DB, ukuran 3,8 m menghasilkan nilai Eb/No sebesar 17,27 DB dan ukuran 4,5 m diperoleh nilai Eb/No sebesar 17,45 DB. Berdasarkan hasil tersebut maka ukuran antenna dengan diameter 4,5 m memiliki performansi terbaik karena memiliki nilai Eb/No tertinggi apabila di dibandingkan dengan ukuran antenna 1 m dan 3,8 m. Akan tetapi, untuk penggunaan antenna 1 m merupakan perangkat yang paling efektif dalam suatu *link* dengan *data rate* sebesar 5 Mbps karena ukuran antenna yang kecil sehingga jika ditinjau dari efisiensi biaya lebih minimum.

3.3 Analisis Pengaruh Redaman Hujan pada Frekuensi Ku-Band dan C-Band

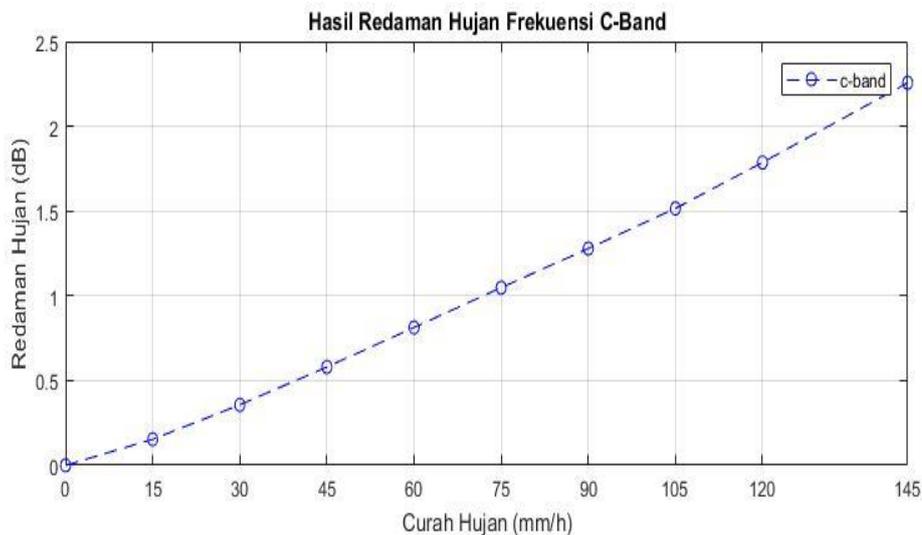
Perhitungan model redaman hujan dilakukan melalui dua tahapan yaitu perhitungan pada frekuensi *ku-band* dan frekuensi *c-band*. Model perhitungan menggunakan model ITU-R 618-5 yang mana Indonesia berada pada wilayah regional "P" dengan nilai *rain rate* sebesar 145 mm/h dan nilai $r^{(0,01\%)}$. Berikut ini data redaman hujan pada frekuensi *ku-band*.



Gambar 2. Grafik nilai redaman hujan pada frekuensi *ku-band*

Redaman hujan pada frekuensi *ku-band* menunjukkan bahwa apabila terdapat peningkatan nilai redaman yang tinggi mengikuti naiknya curah hujan. Curah hujan tertinggi yaitu 145 mm/h dengan nilai redaman hujan sebesar 35,37 DB. Pengaruh dari redaman hujan yang besar pada frekuensi *ku-band* memiliki dampak terhadap penurunan kualitas sinyal penerimaan pada VSAT yang bergantung pada besar kecilnya curah hujan yang terjadi.

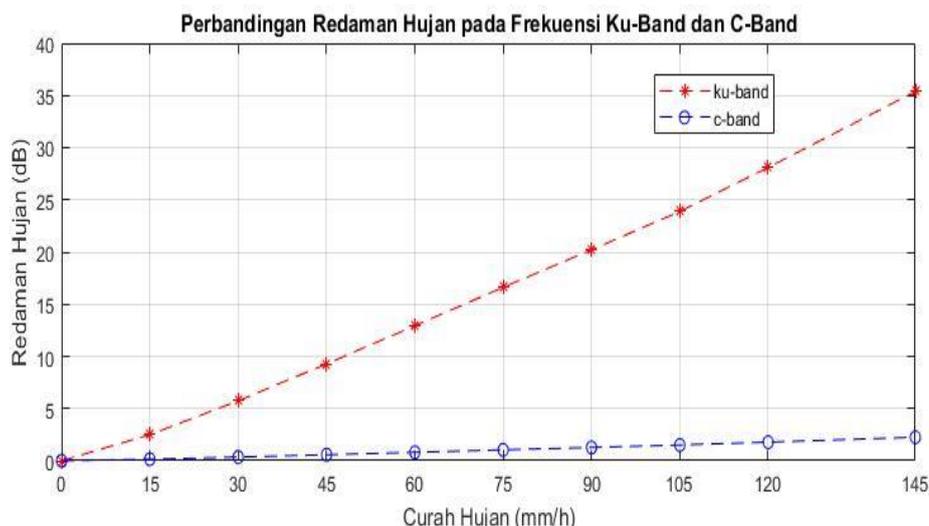
Berikut ini hasil redaman hujan pada masing-masing curah hujan pada penggunaan frekuensi *C-band* sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik nilai redaman hujan pada frekuensi *c-band*

Berdasarkan grafik diatas pada kanal *c-band* tidak terlalu berpengaruh terhadap redaman hujan walaupun dengan curah hujan yang tinggi. Hal ini karena curah hujan dengan nilai 15 mm/h sampai 145 mm/h dihasilkan nilai redaman hujan yang tidak terlalu besar. Nilai redaman hujan tertinggi sebesar 2,25 DB pada curah hujan 145 mm/h.

Berikut perbandingan nilai redaman hujan pada frekuensi *ku-band* dan *c-band* dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4. Grafik perbandingan hasil redaman hujan pada frekuensi *ku-band* dan *c-band*

Berdasarkan grafik di atas perbandingan nilai redaman hujan memiliki perbedaan yang cukup jauh antara frekuensi *ku-band* dan *c-band*. Pada grafik untuk curah hujan 15 mm/h menghasilkan redaman sebesar 2,5 DB untuk kanal *ku-band* sedangkan untuk kanal *c-band* dengan curah hujan yang sama didapatkan nilai 0,15 DB. Bahkan untuk kanal *c-band* nilai curah hujan tertinggi yaitu 145 mm/h hanya menghasilkan redaman sebesar 2,25 DB. Besarnya nilai redaman hujan pada kanal *ku-band* akan menjadi kelemahan suatu jaringan VSAT dengan frekuensi kerja *ku-band*, berbeda dengan jaringan VSAT dengan frekuensi kerja *c-band* yang tidak berpengaruh terhadap proses transmisi data. Selain itu, pengaruh redaman hujan pada frekuensi *ku-band* yang tinggi berkaitan dengan penggunaan ukuran diameter antenna VSAT. Penggunaan ukuran diameter VSAT yang lebih besar tentunya dapat memberikan ketahanan yang kuat dari pengaruh redaman hujan.

4. KESIMPULAN

Jaringan komunikasi VSAT dengan *data rate* 5 Mbps, modulasi 8 PSK dan FEC $\frac{3}{4}$ didapatkan hasil ukuran antenna 1 meter yang paling efektif dengan frekuensi Ku-Band sebesar Eb/No 10,67 dB dan frekuensi C-Band nilai Eb/No 12,61dB. Kemudian nilai redaman hujan sangat berpengaruh terhadap jaringan komunikasi dengan frekuensi kerja *Ku-band* dengan curah hujan tertinggi 145 mm/h menghasilkan redaman sebesar 35,37 dB. Sedangkan pada frekuensi kerja *c-band* tidak terlalu terdampak oleh redaman hujan yang mana dengan curah hujan yang sama didapatkan nilai redaman sebesar 2,25 dB.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Nurdiansyah and A. Mauludiyanto, "Analisis Redaman Hujan pada Frekuensi C-Band dan Ku-Band untuk Komunikasi VSAT-TV pada Daerah Tropis," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 1, pp. A-1 - A-6, 2017.
- [2] Sutoyo, Sabrani and F. Hidayati, "Pemodelan Data Pengukuran Sinyal Satelit Kanal C-Band Wilayah Pekanbaru," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 17, no. 1, pp. 11-18, 2019.
- [3] M. Pinem and I. Ifandi, "Analisa Perbandingan Diameter Antena Penerima Terhadap Kinerja Sinyal Pada Frekuensi Ku Band," *Singuda Ensikom*, vol. 6, no. 3, pp. 145-150, 2014.
- [4] M. Mu'is, "Analisis Pengaruh Slant Range dan Lebar Diameter Antena Terhadap Performasi Very Small Aperture Terminal pada Link Cibinong-Jayapura dan Cibinong-Kota Baru," Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto, 2020.
- [5] "Data Parameter link Bogor-Tiakur PT. Telkom Satelit," 2020.
- [6] I. M. P.B and W. Pamungkas, *Sistem Komunikasi Satelit (Teori dan Praktik)*, Yogyakarta: ANDI, 2014.
- [7] T. Pratt and C. W. Bostian, *Satellite Communication*, Singapore: John Wiley & Son, 1989.