

# Pengaruh Tipe Propagasi Terhadap nilai Kemungkinan Kesalahan Pada Penerima Komunikasi Radio Microwave 64 PSK

Oleh :

**Budi Suharno**  
**L2F3 98 290**

## Abstrak

Interaksi antara sinyal dengan ruang bebas menimbulkan propagasi *line-of-sight*, pembiasan, pembelokan atau pantulan oleh lapisan atmosfer. Masing-masing tipe propagasi mempunyai rugi-rugi ruang bebas yang berbeda-beda sehingga menimbulkan tingkat sinyal penerima yang berbeda-beda pula. Tingkat sinyal penerima untuk masing-masing tipe propagasi mengakibatkan besarnya nilai perbandingan *energy bit per noise* ( $E_b/N_0$ ) yang berbeda. Besarnya nilai kemungkinan kesalahan dipengaruhi oleh tipe modulasi, laju data, tipe propagasi, daya transmisi, derau, frekuensi dan jarak.

Dalam Tugas Akhir ini disimulasikan nilai kemungkinan kesalahan untuk berbagai tipe propagasi yang meliputi *line-of-sight*, pembiasan dan pembelokan atau pantulan oleh lapisan atmosfer dengan modulasi 64 PSK. Perangkat lunak yang digunakan Matlab 5.3

Dari hasil simulasi dihasilkan beberapa faktor yang dominan berpengaruh terhadap kemungkinan kesalahan, dalam propagasi *line-of-sight* adalah faktor jarak yang mengakibatkan penambahan kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $3,9383 \times 10^{-10}$  untuk setiap pertambahan jarak sebesar 5 km. Propagasi pembiasan faktor dominannya adalah derau penambahan sebesar 2,5 dBm mengakibatkan penambahan kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $2,3274 \times 10^{-4}$ . Untuk propagasi pembelokan atau pantulan oleh lapisan atmosfer faktor dominan yang berpengaruh terhadap kemungkinan kesalahan adalah derau perubahan sebesar 2,5 dBm mengakibatkan penambahan kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $3,17 \times 10^{-2}$ .

## 1. Latar Belakang

Microwave adalah salah satu bentuk komunikasi yang memanfaatkan ruang bebas sebagai jalur transmisi. Interaksi sinyal yang ditransmisikan dengan ruang bebas menimbulkan propagasi *line-of-sight*, pembiasan dan pembelokan/pantulan oleh lapisan atmosfer.

Masing-masing tipe propagasi menghasilkan rugi-rugi ruang bebas yang berbeda-beda. Besarnya rugi-rugi ruang bebas ditentukan oleh tipe propagasi, pemilihan pita frekuensi dan jarak antara pengirim dan penerima.

Besarnya tingkat sinyal penerima sangat dipengaruhi oleh seberapa besar rugi-rugi ruang bebas propagasi tipe *line-of-sight*, pembiasan dan pembelokan/pantulan oleh lapisan atmosfer. Besarnya nilai tingkat sinyal penerima berpengaruh terhadap nilai perbandingan *energy bit per noise*. Nilai

### 1.1 Tujuan Penulisan

Tugas akhir ini bertujuan untuk mensimulasikan nilai kemungkinan kesalahan yang terjadi yang diakibatkan oleh tingkat sinyal penerima untuk propagasi tipe *line-of-sight*, pembiasan dan pembelokan/pantulan oleh lapisan atmosfer.

### 1.2 Batasan Masalah

1. Menggunakan frekuensi tertinggi 40 GHz.
2. Jarak antara pengirim dan penerima 20- 50 km
3. Menggunakan daya transmisi 15 –30 dBm.
4. Derau terbesar 15 dBm.
5. Rugi-rugi circulator 30 dB.
6. Rugi-rugi Percabangan 1,6 dB.
7. Laju data sebesar 140 Mbps
8. Mengabaikan bentuk penghalang, lebar penghalang dan ketebalan.
9. Kanal transmisi dimodelkan sebagai kanal Additive White Gaussian Noise (AWGN).

## 2. Propagasi

Sinyal yang berpropagasi dapat berupa *line-of-sight*, pembelokan/pantulan, pembiasan. Tingkat sinyal penerima harus memperhatikan kemungkinan yang terjadi saat sinyal berpropagasi dalam ruang bebas baik itu propagasi tipe *line-of-sight*, pembelokan/pantulan, pembiasan.

Propagasi tipe *line-of-sight* adalah tipe propagasi yang paling ideal karena sinyal yang ditransmisikan menjalar dalam arah yang lurus. Sehingga rugi-rugi ruang bebas yang

dialami akan paling kecil dibandingkan propagasi tipe pembiasan atau pembelokan/pantulan oleh lapisan atmosfer.

Pembiasan terjadi saat jalur radio antara pengirim dan penerima terhalang oleh benda yang memiliki permukaan yang tidak teratur. Gelombang pantulan dihasilkan jalur radio antara pengirim dan penerima yang terhalang oleh permukaan yang melalui ruang bebas

Pembelokan/pantulan terjadi saat gelombang elektromagnetik mengenai benda dengan ukuran yang sangat luas dibandingkan dengan panjang gelombang yang ditransmisikan. Pantulan juga dihasilkan dari permukaan bumi, bangunan dan dinding serta lapisan atmosfer.

### 2.1 Propagasi Line-Of-Sight

Propagasi tipe *line-of-sight* dengan sebagian mengalami multipath dan pengaruh focusing. Propagasi tipe *line-of-sight* memerlukan pembetulan untuk multipath dan pengaruh focusing.

$$L_{b0} = 92,5 + 20 \log f + 20 \log d + E_s(p) + A_g \quad (1)[16]$$

$$E_s(p) = 2,6(1 - e^{-\%}) \log(p/50) \quad (2)[16]$$

dimana:

$E_s(p)$  = pembetulan untuk multipath dan pengaruh focusing

$f$  = frekuensi (GHz)

$d$  = jarak pengirim dan penerima (km)

$A_g$  = penyerapan oleh gas (dB/km)

$p$  = prosentase waktu

### 2.2 Propagasi Pembiasan

Rugi-rugi ruang bebas untuk propagasi tipe pembiasan dinyatakan:

$$L_{bd}(p) = 92,5 + 20 \log f + 20 \log d + L_d(p) + E_{sd}(p) + A_g \quad (3)[16]$$

$$E_{sd}(p) = 2,6(1 - e^{-(d_b + d^p)^{10}}) \log \frac{P}{50} \quad (4)[16]$$

dengan :

$f$  = frekuensi (GHz)

$d$  = jarak (km)

$L_d$  = rugi-rugi pembiasan

$p$  = prosentase waktu

$E_{sd}$  = pembetulan pengaruh multipath akibat penghalang

### 2.3 Propagasi Tipe Pembelokan/Pantulan Oleh Lapisan

Prediksi terhadap penyimpangan terhadap propagasi yang diakibatkan oleh lapisan atmosfer  $L_{ba}(p)$  dinyatakan sebagai berikut:

$$L_{ba}(p) = A_f + A_d(p) + A_g \quad \text{dB} \quad (5)[16]$$

Rugi-rugi total coupling antara antena dan penyimpangan struktur propagasi dalam atmosfer  $A_f$ .

$$A_f = 102,45 + 20 \log f + 20 \log(d_{lt} + d_{lr}) + A_{st} + A_{sr} + A_{ct} + A_{cr} \quad \text{dB} \quad (6)[16]$$

dimana:

$A_{st}$   $A_{sr}$  adalah site shielding

$A_{ct}$   $A_{cr}$  adalah coupling permukaan lautan

$A_d(p)$  adalah prosentasi waktu dan rugi-rugi yang berhubungan dengan jarak anguler dalam penyimpangan propagasi

$$A_d(p) = \gamma_a \cdot \theta + A(p) \quad \text{dB} \quad (7)[16]$$

dimana :

$A(p)$  adalah variabel prosentase waktu

### 2.4 Kemungkinan Kesalahan

Besarnya tingkat sinyal penerima dicari dengan menggunakan persamaan:

$$RSL_{dBm} = EIRP_{dBm} - FSL_{dB} + G_r - L_{lr} \quad (8)[23]$$

Dimana:

EIRP = nilai efektif daya yang diradiasikan

FSL = rugi-rugi ruang bebas

$G_r$  = Gain penerima

$L_{lr}$  = rugi-rugi jalur

Kemungkinan kesalahan dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\frac{E_b}{N_0} = RSL_{dBm} - (-204) - NF_{dB} - 10 \log(BR) \quad (9)[23]$$

$$P_e = 2Q \left( \sqrt{\frac{2E_b \log_2(M)}{N_0}} \sin \left( \frac{\pi}{M} \right) \right) \quad (10)[21]$$

dimana:

NF = noise figure

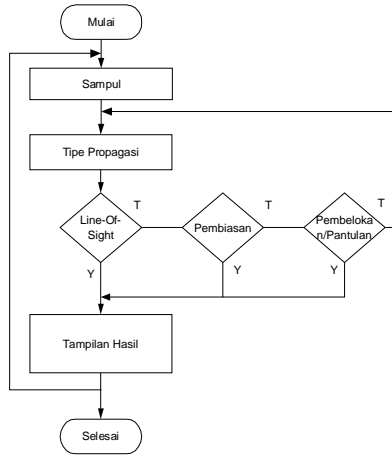
BR = laju data

$P_e$  = kemungkinan kesalahan

### 3. Perancangan

#### 3.1 Diagram Alir Program

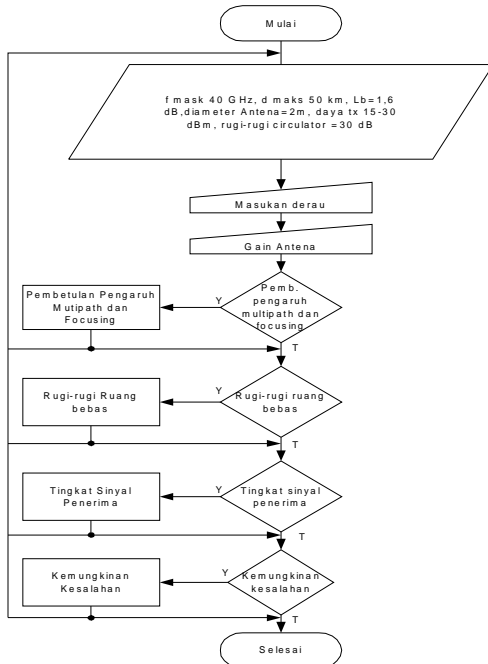
Tipe propagasi terdiri dari 3 pilihan yaitu *line-of-sight*, pembiasan, pembelokan/pantulan oleh lapisan atmosfer. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram alir perancangan.



Gambar 1 Diagram alir program

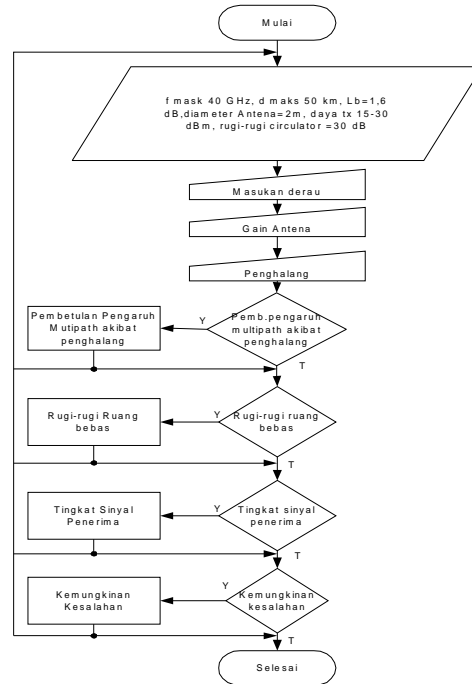
#### 3.2 Perancangan Jendela *Line-of-sight*

Hasil simulasi yang ditampilkan pengaruh multipath dan focusing, rugi-rugi ruang bebas, tingkat sinyal penerima dan kemungkinan kesalahan.



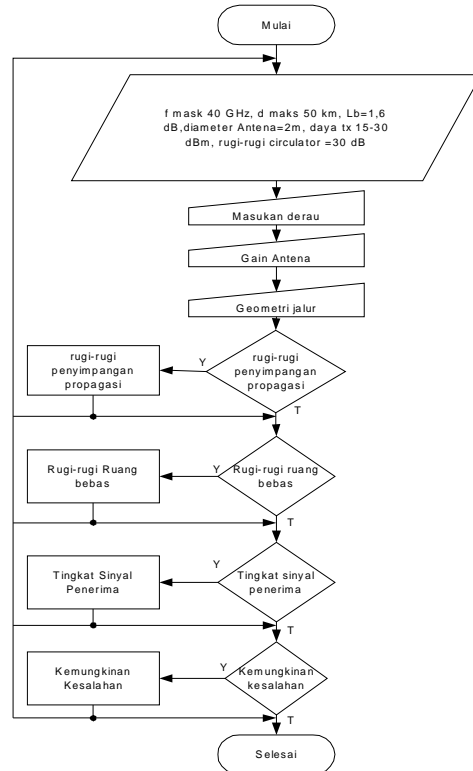
Gambar 2 Jendela *line-of-sight*

#### 3.3 Perancangan Jendela Pembiasan



Gambar 3 Jendela pembiasan

#### 3.4 Perancangan Jendela Pemb/pantulan



Gambar 4 Jendela pemb/pantulan

#### 4. Analisa Hasil Simulasi

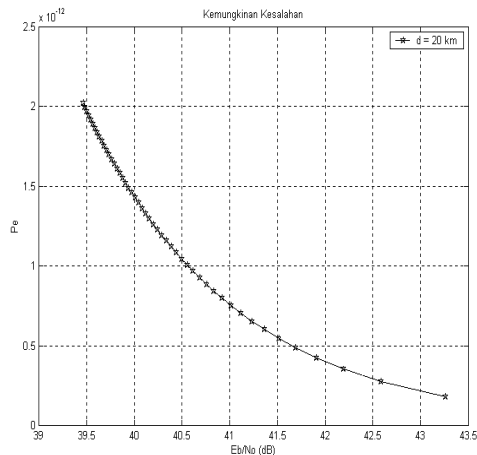
Besarnya nilai kemungkinan kesalahan dipengaruhi oleh tipe propagasi, tipe modulasi, laju data, daya transmisi, derau, frekuensi dan jarak.

Propagasi *line-of-sight* menghasilkan rata-rata perubahan nilai kemungkinan kesalahan untuk perubahan jarak sebesar 5 km sebesar  $3,9383 \times 10^{-10}$ , perubahan derau sebesar 2,5 dBm mengakibatkan perubahan nilai kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $5,0584 \times 10^{-8}$ , perubahan daya sebesar 2,5 dBm menghasilkan rata-rata perubahan kemungkinan kesalahan sebesar  $7,9973 \times 10^{-11}$ , dan untuk perubahan frekuensi sebesar 10 GHz mengakibatkan perubahan kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $1,2402 \times 10^{-11}$ .

Kemungkinan kesalahan untuk jarak antara pengirim-penerima sebesar 20 km.

Tabel 1 Parameter masukan perubahan jarak

Parameter masukan	Nilai
Frekuensi	3,620 GHz
Jarak pengirim-penerima	20 km
Rugi-rugi circulator	30 dB
Rugi-rugi percabangan	1,6 dB
Penyerapan gas	0,01 dB/km
Gain antenna	34.999 dB
Derau	5 dBm
Daya transmisi	15 dBm



gambar 5  $P_E$  untuk jarak 20 km

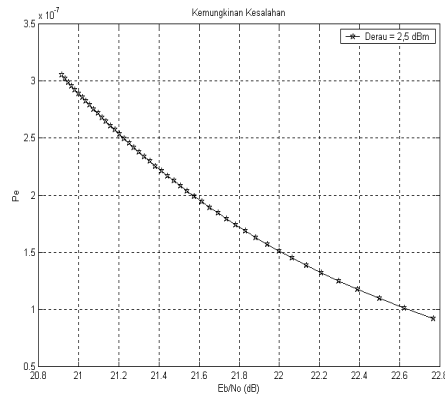
Untuk propagasi tipe pembiasan menghasilkan perubahan nilai kemungkinan kesalahan rata-rata  $2,3274 \times 10^{-4}$  untuk perubahan derau sebesar 2,5 dBm, perubahan

daya transmisi sebesar 2,5 dBm menghasilkan perubahan nilai kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $3,105 \times 10^{-7}$ , kemungkinan kesalahan berubah rata-rata sebesar  $1,6611 \times 10^{-7}$  untuk perubahan jarak sebesar 5 km dan untuk perubahan frekuensi sebesar 10 GHz mengakibatkan nilai perubahan kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $4,6731 \times 10^{-8}$ .

Kemungkinan kesalahan untuk derau sebesar 2,5 dBm.

Tabel 2 Parameter masukan perubahan derau

Parameter masukan	Nilai
Frekuensi	3,620 GHz
Jarak pengirim-penerima	50 km
Rugi-rugi circulator	30 dB
Rugi-rugi percabangan	1,6 dB
Penyerapan gas	0,01 dB/km
Gain antenna	34.999 dB
Rugi-rugi pembiasan	Melalui perhitungan
Derau	2,5 dBm
Daya transmisi	15 dBm



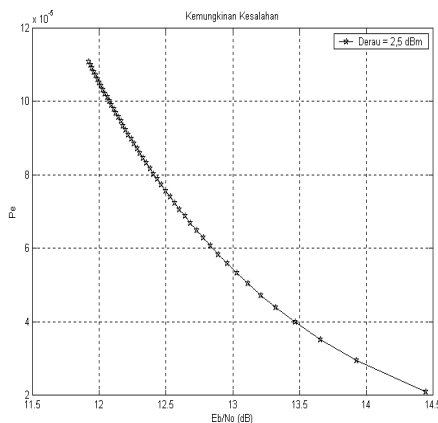
Gambar 6  $P_E$  untuk derau 2,5 dBm

Propagasi pembelokan/pantulan oleh lapisan atmosfer menghasilkan perubahan nilai kemungkinan rata-rata sebesar  $3,17 \times 10^{-2}$  untuk perubahan derau sebesar 2,5 dBm, perubahan daya transmisi sebesar 2,5 dBm menghasilkan perubahan kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $1,2289 \times 10^{-4}$ , perubahan kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $8,8715 \times 10^{-5}$  untuk perubahan jarak sebesar 5 km, untuk perubahan frekuensi sebesar 10 GHz menghasilkan perubahan kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $5,1614 \times 10^{-9}$

Kemungkinan kesalahan untuk derau sebesar 2,5 dBm

Tabel 3 Parameter masukan perubahan derau

Parameter masukan	Nilai
Frekuensi	3,620 GHz
Jarak pegirim-penerima	50 km
Rugi-rugi circulator	30 dB
Rugi-rugi percabangan	1,6 dB
Penyerapan gas	0,01 dB/km
Gain antenna	34.999 dB
Rugi-rugi coupling atmosfer	Melalui perhitungan
Derau	2,5 dBm
Daya transmisi	15 dBm



Gambar 6  $P_E$  untuk derau 2,5 dBm

## 5. Kesimpulan

Dari simulasi yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Faktor yang berperan dalam menentukan kemungkinan kesalahan adalah tipe modulasi, laju data, tipe propagasi, jarak antara pengirim dan penerima, daya transmisi, derau dan frekuensi.
2. Faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap kemungkinan kesalahan untuk propagasi tipe *line-of-sight* adalah jarak. Penambahan jarak sebesar 5 km mengakibatkan penambahan kemungkinan kesalahan rata-rata sebesar  $3,9383 \times 10^{-10}$ .
3. Faktor yang paling dominan dalam propagasi tipe pembiasan adalah derau, dengan penambahan derau sebesar 2,5

dBm mengakibatkan kemungkinan kesalahan bertambah rata-rata sebesar  $2,3274 \times 10^{-4}$ .

4. Faktor yang paling berperan dalam menentukan kemungkinan kesalahan untuk propagasi tipe pembelokan/pantulan oleh lapisan atmosfer adalah derau. Dengan penambahan derau sebesar 2,5 dBm mengakibatkan kemungkinan kesalahan rata-rata bertambah sebesar  $3,17 \times 10^{-2}$ .

## 6. Saran

1. Pemodelan rugi-rugi pembiasan yang diakibatkan oleh penghalang dapat diupayakan meliputi bentuk penghalang, lebar atau panjang penghalang.
2. Kemungkinan kesalahan dapat diperluas untuk propagasi hamburan troposfir.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ...., *Using Matlab*, The Math Works, January, 1999.
2. ...., *Getting Started with Matlab*, The Math Works, September, 1998.
3. ...., *Building GUI with Matlab*, The Math Works, June 1997.
4. ...., *Microwave Fixed Services Frequency Coordination*, Australian Communications Authority Spectrum Planning Group, Canberra.
5. Garry M Miller, *Modern Electronic Communication*, Fifth edition, Prentice-Hall, Inc, 1996
6. Ingvar Henne, *Planning of line-of-sight radio relay systems*, ABB Nera, Juni 1994
7. John G. Proakis, *Digital Communication*, 2<sup>nd</sup> McGraw-Hill, Inc, 1989.
8. Nera AS Training Departement, *Training Guide.*, Nera Telecommunications
9. Paul H. Young, *Electronic Communication Techniques*, Fourth Edition, Prentice-Hall, Inc, 1999.
10. Recommendation ITU-R F.635-6, *Radio-frequency Channel Arrangements Based on A Homogeneous Pattern for Radio-relay Systems Operating in The 4 GHz Band*, 2001.
11. Recommendation ITU-R P.372-7, *Radio Noise*, 2001.

12. Recommendation ITU-R P.453-8, *The Radio Refractive Index: Its formula and refractivity data*, 2001.
13. Recommendation ITU-R P.526-7, *Propagation by Diffraction*, 2001.
14. Recommendation ITU-R P.530-10, *Propagation Data and Prediction Methods Required for The Design of Terrestrial Line-Of-Sight Systems*, 2001.
15. Recommendation ITU-R P.341-8, *The Concept of Transmission Loss for Radio Links*, 2001.
16. Recommendation ITU-R P.352-10, *Prediction Procedure for The Evaluation of Microwave Interference Between Stations on The Surface of The Earth at Frequency Above about 0.7 GHz*, 2001.
17. Recommendation ITU-R PN.525-2, *Calculation of Free-Space Attenuation*, 2001.
18. Recommendation ITU-R P.676-5, *Attenuation by Atmospheric Gases*, 2001.
19. Recommendation ITU-R P.1407, *Multipath Propagation and Parameterization of Its Characteristics*, 1999.
20. Recommendation ITU-R F.1493, *Availability Objectives for real digital Radio-Relay Links Forming Part of National Portion Constant Bit Rate Digital Path or Above The rate Primary Rate*, 2000.
21. Roger L Freeman, *Telecommunication Transmission Handbook*, 3<sup>rd</sup>, John Wiley & Sons, Inc, 1991.
22. Regis J. Bates, *Wireless Networked Communications*, McGraw-Hill, Inc, 1994
23. Theodore S. Rappaport, *Wireless Communications*, Prentice Hall PTR, 1996
24. Wayne Tomasi, *Advanced Electronic Communication Systems*, 3<sup>rd</sup>, Prentice Hall International, Inc, 1994.
25. Weizheng Wong, *Communication Toolbox User's Guide*, The Math Works, Inc, 1996.