

**ANALISIS OPTIMASI SPACE DIVERSITY PADA LINK MICROWAVE
MENGUNAKAN ITU MODELS****ANALYSIS OF SPACE DIVERSITY OPTIMIZATION ON
MICROWAVE LINKS USING ITU MODELS****Zein Hanni Pradana¹, Ade Wahyudin²**^{1,2}Fakultas Teknik Telekomunikasi & Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
¹zeindana@ittelkom-pwt.ac.id, ²adewahyudin@ittelkom-pwt.ac.id**Abstrak**

Dalam sebuah *Link Microwave*, sinyal terima harus memenuhi syarat LOS (*Line of Sight*). LOS adalah perambatan radio gelombang mikro dari antena pengirim ke antena penerima dengan jalur transmisi bebas. Pada penerima, sinyal yang diterima tidak hanya berasal dari sinyal LOS tetapi sinyal yang dipantulkan dari permukaan bumi. Sinyal dari beberapa pantulan ini sering disebut dengan multipath. Penerimaan sinyal di penerima memang merupakan sinyal penambahan dari sinyal LOS dan juga sinyal multipath, namun sinyal-sinyal multipath ini justru akan menimbulkan interferensi yang dapat menyebabkan fading atau perubahan gelombang elektromagnetik yang diterima. Untuk menanggulangi fading ini maka diperlukan optimasi yang meningkatkan kualitas *Link Microwave*. Dengan menggunakan *space diversity* menggunakan *ITU models*, *fading* dapat berkurang dapat dilihat pada *availability* meningkat dari 99,96949% menjadi 99,98767%. *Diversity Receive Signal* tertinggi didapatkan pada 200λ , dengan nilai *Diversity Receive Signal* adalah -83,94dBm.

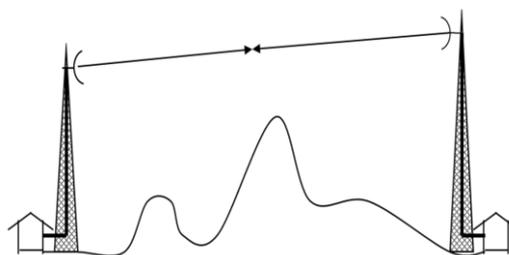
Katakunci:LOS, *multipath*, *fading*, *availability*, *space diversity***Abstract**

In a Microwave Link, the receive signal must fulfill the LOS (Line of Sight) requirement. LOS is the microwave radio propagation from the transceiver antenna to the receiver antenna with a free transmission line. At the receiver, the received signal is not only derived from the LOS signal but also the reflected signal from the earth's surface. The signals of these reflections are often called multipaths. The reception of signals in the receiver is an addition signal of the LOS signal as well as the multipath signal, but these multipath signals will actually cause interference which may cause fading or the changes of received electromagnetic waves. To overcome this fading, an optimization is important to improve the quality of Microwave Link. By using space diversity using ITU models, the availability is increased from 99.96949% to 99.98767%. The highest Diversity Receive Signal is obtained at 200λ , the Diversity Receive Signal is -83.94dBm.

Keywords:LOS, *multipath*, *fading*, *availability*, *space diversity***1. PENDAHULUAN**

Telekomunikasi berperan sangat penting dalam modernisasi kehidupan manusia. Perkembangan teknologi informasi dan telekomunikasi yang sangat pesat menjadikan pekerjaan manusia menjadi lebih mudah untuk dilakukan. Teknologi selular merupakan salah satu hal terpenting sebagai sarana komunikasi untuk bertukar informasi melalui *voice*, data maupun keduanya. Untuk mendukung jaringan selular yang baik maka dibutuhkan perancangan backhaul menggunakan *link microwave*. *Link microwave* merupakan lintasan komunikasi tanpa kabel yang memanfaatkan udara bebas sebagai media transmisi untuk membawa sinyal informasi.

Komunikasi radio *microwave* memanfaatkan udara bebas sebagai media transmisi untuk membawa sinyal informasi [2]. Komunikasi radio *microwave* diterapkan sebagai penghubung antar *Base Station Tower* (BTS) dalam pengiriman informasi dengan kapasitas yang besar.



Gambar 1 Komunikasi dua BTS yang LOS[2]

Stasiun yang digunakan, baik stasiun pemancar maupun penerima ditempatkan pada lokasi yang tinggi dan pada menara antenna yang tinggi pula agar transmisi dapat mencakup daerah LOS yang maksimum sehingga dapat diperoleh suatu lintasan gelombang yang bersifat langsung (*direct signal path*) [3]. Propagasi LOS gelombang mikro menggunakan gelombang radio atau *Radio Frequency* (RF), yang juga merupakan gelombang elektromagnetik. Gelombang radio melalui berbagai lintasan dengan beberapa mekanisme perambatan dasar, yaitu *Line of Sight* (LOS) yang merupakan lintasan gelombang radio dan mengikuti garis pandang yang berarti bahwa antara antenna pemancar dan antenna penerima tidak ada penghalang (*obstacle*), yang menghalangi lintasan perambatan gelombang mikro.

Namun dalam sinyal yang diterima pada penerima sinyal yang diterima tidak hanya sinyal LOS [4]. Sinyal yang diterima bisa saja sinyal langsung dan juga sinyal yang terpantulkan dari batu, tumbuhan, gedung, bahkan dapat pula disebabkan oleh bentuk kurva bumi itu sendiri, atau efek yang diakibatkan dari penghalang seperti pohon dan bangunan. Sinyal yang diterima melalui gelombang yang merambat melalui jalan yang berbeda ini disebut dengan *multipath*.

Sinyal *multipath* yang berbeda fasa dengan sinyal LOS akan melemahkan bahkan bisa saling menghilangkan [4]. Pelemahan atau fluktuasi sinyal ini sering disebut dengan *fading*. *Multipath Fading* merupakan diterimanya gelombang yang merambat melalui jalan yang berbeda, sehingga terjadi saling *interferensi*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, berjudul “*Diversity: A Fading Reduction Technique*” oleh N. Sachdeva dan D. Sharma, menunjukkan bahwa *space diversity* dapat menanggulangi *multipath fading* pada *link microwave*. Pada pembahasan terdapat analisis mengenai pengaruh *space diversity* terhadap jaringan *link microwave* agar memenuhi kondisi system komunikasi yang bekerja dengan optimal dalam melakukan performansi komunikasi *link microwave*. [5]. Pada penelitian lain, “*Space Diversity for Wireless Communication-A Review*” Oleh N. Desai dan G. D. Makawana, menunjukkan bahwa *space diversity* mampu mengurangi pengaruh dari *multipath fading* dengan memperhatikan *transmit diversity* dan *space time codes* sehingga mampu menghasilkan efisiensi dan meningkatkan *bit rate* pengiriman sinyal [6]. Sedangkan penggunaan model ITU, mengacu pada penelitian “*Comparison analysis of passive repeater links prediction using methods: Barnett Vigants & ITU models*” oleh A. Hikmaturokhan, A. Wahyudin, A. S. Yuchintya dan T. A. Nugraha, menyimpulkan bahwa penggunaan model ITU mampu meningkatkan *availability* hingga 99,9999133%, sehingga dapat direkomendasikan dalam penelitian ini [7].

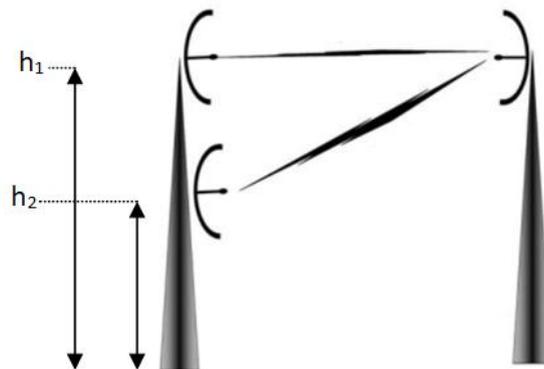
Simulasi perancangan link *microwave* dapat menggunakan software Pathloss 5.0 dan *space diversity* dengan model antenna MIMO 2x2. Pathloss 5.0 berfungsi sebagai alat bantu untuk komunikasi radio *microwave*[1]. Yang harus diperhatikan dalam sebuah perancangan adalah

kualitas dari link jaringan selular, obstacle yang ada dari daerah perencanaan sehingga didapatkan hasil link budget untuk perencanaan yang sebenarnya.

2. DASAR TEORI/MATERIAL DAN METODOLOGI

2.1 Space Diversity

Skema *diversity* yang paling umum adalah *space diversity*. Antena digunakan untuk mencapai salinan yang berbeda dari sinyal yang ditransmisikan. Menggunakan dua antena dengan jarak antara kedua antena dan keterlambatan fase membuat sinyal *multipath* tiba di antena berbeda memudar.



Gambar 2 Space Diversity[5]

Pada *Space Diversity* perlu ditentukan terlebih dahulu selisih ketinggian antena. Untuk menentukan selisih ketinggian antena digunakan persamaan dibawah ini. [2]

$$\Delta h = h_1 - h_2 = p \lambda \tag{1}$$

Keterangan :

- p : merupakan rentang antara 100 sampai dengan 200
- λ : merupakan panjang gelombang
- λ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2. [2]

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{2}$$

Keterangan :

- c : Kecepatan cahaya (3×10^8)
- f : Frekuensi (dalam heartz)

2.2 Availability

Availability merupakan kehandalan sistem. Kebalikan dari *availability* adalah *unavailability*. *Unavailability* adalah ketidakhandalan sistem. Ada sebuah persamaan *Fading Margin* untuk sistem *Space Diversity*. [2]

$$FM = 20 \log D + 5 \log(2,5 . a . b) - 5 \log UnAv_{path} - 10 \log s + \frac{1}{2}v - 15,4 \tag{3}$$

Keterangan :

- s : jarak antar antena *diversity* yang terletak vertical (m)
- a : faktor kekasaran bumi (*terrain Roughness*)
- b : faktor iklim
- $UnAv_{path}$: ketidakhandalan system (*Unavailability*)
- v : beda gain antar antena (dB)

Dari persamaan (2) maka dapat diturunkan persamaan ketidakhandalan sistem atau *Unavailability* menjadi

$$FM = 20 \log D + 5 \log(2,5 \cdot a \cdot b) - 5 \log UnAv_{path} - 10 \log s + \frac{1}{2}v - 15,4$$

$$5 \log UnAv_{path} = 20 \log D + 5 \log(2,5 \cdot a \cdot b) - 10 \log s + \frac{1}{2}v - 15,4 - FM$$

$$UnAv_{path}^5 = \frac{D^{20} \cdot 2,5^5 \cdot (a \cdot b)^5 \cdot 10^{\frac{1}{2}v}}{s^{10} \cdot 10^{15,4} \cdot 10^{FM}}$$

$$UnAv_{path} = \sqrt[5]{\frac{D^{20} \cdot 2,5^5 \cdot (a \cdot b)^5 \cdot 10^{\frac{1}{2}v}}{s^{10} \cdot 10^{15,4} \cdot 10^{FM}}}$$

(4)

Keterangan :

- s : jarak antar antena *diversity* yang terletak vertical (m)
- a : faktor kekasaran bumi (*terrain Roughness*)
- b : faktor iklim
- $UnAv_{path}$: ketidakhandalan system (*Unavailability*)
- v : beda gain antar antena (dB)

Hubungan antara kehandalan sistem dengan ketidakhandalan sistem pun dapat dihitung melalui persamaan di bawah ini.[2]

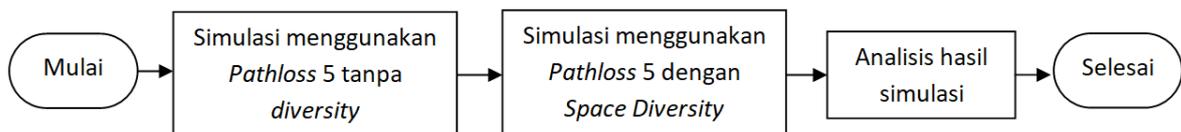
$$Av_{path} = 1 - UnAv_{path} \tag{5}$$

Keterangan :

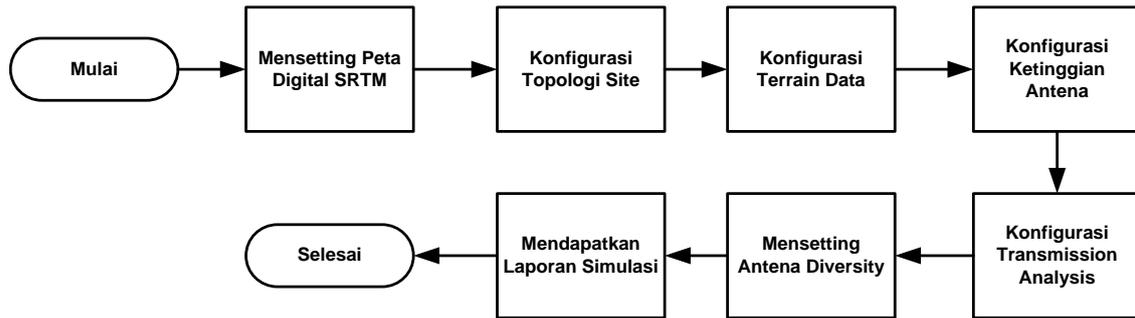
- $UnAv_{path}$: ketidakhandalan system (*Unavailability*)
- Av_{path} : kehandalan system (*Availability*)

2.3 Metodologi Penelitian

Alur proses Penelitian ini dapat dijelaskan pada gambar 3, dengan alur simulasi dengan menggunakan *Pathloss 5.0* pertama tanpa menggunakan *Space Diversity* dengan pemodelan bersifat MIMO 2x2, selanjutnya simulasi dengan menggunakan *Space Diversity* dan yang terakhir menganalisis hasil simulasi.



Gambar 3 Alur Proses Penelitian



Gambar 4 Alur Proses Simulasi

Dalam melakukan simulasi dengan ataupun tanpa *Space Diversity*, parameter yang digunakan tetap sama, dilakukan pada *site* Cibatu Tiga, Bogor dan Dampyak Jonggol, Bogor, frekuensi yang digunakan adalah 23Ghz, dan tinggi antena utama adalah 30m.

Tabel 1 Parameter Input

Parameter Input	Nilai
Site	Cibatu Tiga, Dampyak Jonggol
Frekuensi	23 Ghz
λ (c/f)	0,013043478m
Tinggi antena utama	30m

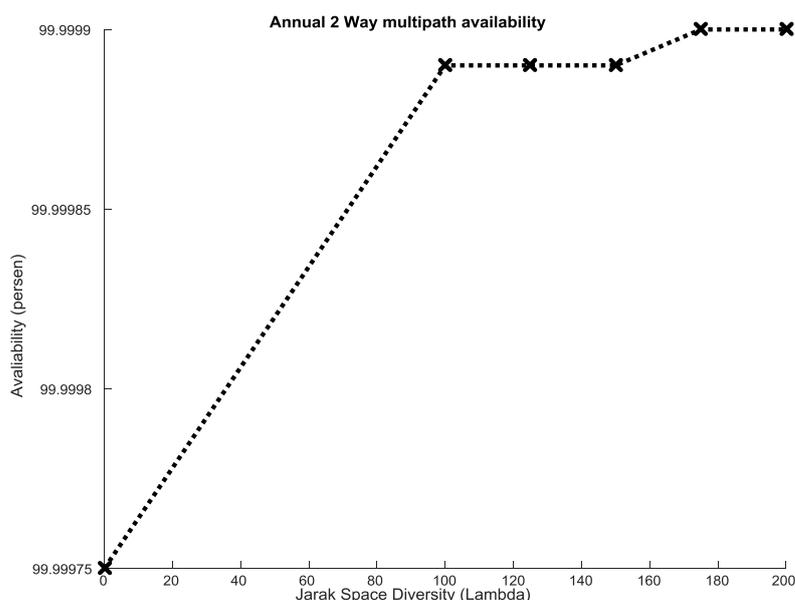
Dalam melakukan simulasi dengan *Space Diversity*, parameter yang diperlukan adalah ketinggian antena *diversity*. Sesuai dengan persamaan (1), tinggi antena *diversity* dapat ditentukan dengan 100λ - 200λ , dan dalam penelitian ini dilakukan simulasi diantara kedua nilai tersebut selisih nilai setiap 25λ .

Tabel 2 Parameter *Space Diversity*

Nilai p	Δh (p. λ)	$h_2 = h_1 - \Delta h$
100	1,304347826	28,69565217
125	1,630434783	28,36956522
150	1,956521739	28,04347826
175	2,282608696	27,7173913
200	2,608695652	27,39130435

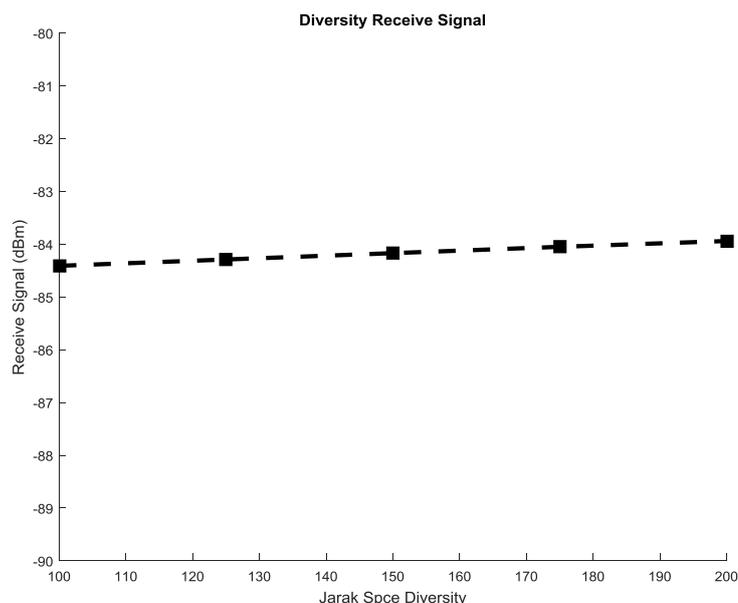
3. PEMBAHASAN

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan *Pathloss 5*, didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Pada jarak 0λ merupakan *link microwave* tidak menggunakan *diversity*, *availability* yang didapatkan adalah 99,99975%. Pada saat digunakan *Space Diversity*, dengan jarak antar antena awal dan *Space Diversity* 100λ , 125λ , dan 150λ nilai *availability* yang didapatkan adalah 99,99989%. Pada saat digunakan *Space Diversity*, dengan jarak antar antena awal dan *Space Diversity* 175λ dan 200λ nilai *availability* yang didapatkan adalah 99,9999%. Dari grafik diatas menunjukkan adanya peningkatan *availability* pada *link microwave* yang menggunakan *Space Diversity*.



Gambar 5 Availability terhadap Space Diversity

Pada simulasi yang telah dilakukan didapatkan pula *Diversity Receive Signal* seperti gambar 6. Pada *Space Diversity* dengan jarak 100λ , *receive signal* yang didapatkan adalah $-84,41\text{dBm}$. Pada *Space Diversity* dengan jarak 125λ , *receive signal* yang didapatkan adalah $-84,29\text{dBm}$. Pada *Space Diversity* dengan jarak 150λ , *receive signal* yang didapatkan adalah $-84,17\text{dBm}$. Pada *Space Diversity* dengan jarak 175λ , *receive signal* yang didapatkan adalah $-84,05\text{dBm}$. Pada *Space Diversity* dengan jarak 200λ , *receive signal* yang didapatkan adalah $-83,94\text{dBm}$. *Diversity Receive Signal* tertinggi didapatkan pada 200λ , semakin besar jarak antar antenna, maka akan menghasilkan *Diversity Receive Signal* yang lebih tinggi.



Gambar 6 Diversity Receive Signal

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa

1. Dengan menggunakan *space diversity, availability* dari *link microwave* dapat meningkat.
2. *Diversity Receive Signal* tertinggi didapatkan pada 200λ , dengan nilai *Diversity Receive Signal* adalah -83,94dBm.
3. Semakin besar jarak antar antenna, maka akan menghasilkan *Diversity Receive Signal* yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Haslinda, "Analisis Jaringan Transmisi Microwave dengan Pathloss 4.0," Akatel Sandhy Putra, Purwokerto, 2012.
- [2] A. Hikmaturokhman, Diktat Kuliah Gelombang Mikro, Purwokerto: Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Purwokerto, 2007.
- [3] R. L. Freeman, Radio System Design for Telecommunications, Third Edition, United States of America: John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [4] R. G. Winch, Telecommunication Transmission System, United States: McGraw-Hill, 1998.
- [5] N. Sachdeva dan D. Sharma, "Diversity: A Fading Reduction Technique," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 2, no. 6, pp. 58-61, 2012.
- [6] N. Desai dan G. D. Makawana, "Space Diversity for Wireless Communication-A Review," *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 405-410, 2013.
- [7] A. Hikmaturokhman, A. Wahyudin, A. S. Yuchintya dan T. A. Nugraha, "Comparison analysis of passive repeater links prediction using methods: Barnett Vigants & ITU models", 2017 4th International Conference on New Media Studies (CONMEDIA), pp. 142-147, 2017