

**PENGARUH SPACE DIVERSITY TERHADAP PENINGKATAN AVAILABILITY PADA JARINGAN MICROWAVE LINTAS LAUT DAN LINTAS PEGUNUNGAN**

**THE INFLUENCE OF SPACE DIVERSITY ON INCREASING AVAILABILITY IN ACROSS THE SEA AND MOUNTAINS MICROWAVE NETWORKS**

Dekri Belly Liu<sup>1</sup>, Eka Wahyudi<sup>2</sup>, Eka Setia Nugraha<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Fakultas Teknik Telekomunikasi & Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
<sup>2</sup>[ekawahyudi@ittelkom-pwt.ac.id](mailto:ekawahyudi@ittelkom-pwt.ac.id), <sup>3</sup>[eka\\_nugraha@ittelkom-pwt.ac.id](mailto:eka_nugraha@ittelkom-pwt.ac.id)

**Abstrak**

*Availability* merupakan suatu parameter yang digunakan untuk mengetahui kehandalan sistem pada jaringan *microwave*. Namun ada kalanya *availability* yang dihasilkan dalam perancangan sistem tidak optimal, maka perlu dilakukan optimasi. Optimasi dapat dilakukan dengan menggunakan teknik *space diversity*, di mana akan dilakukan penambahan antenna *diversity* untuk melakukan optimasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan *availability* yang paling signifikan dari beberapa kondisi jaringan, yaitu berlokasi di atas laut dan daerah pegunungan. Data yang dipergunakan diperoleh dengan melakukan studi kasus pada PT. Alita Praya Mitra, sedangkan untuk melakukan simulasi perancangan jaringan menggunakan aplikasi perangkat lunak Pathloss 5.0. Jaringan yang berada di Laut menghasilkan peningkatan *availability* yang lebih tinggi dari pada jaringan yang berada di pegunungan. Peningkatan *availability* jaringan di laut yaitu 0,961446%, sedangkan peningkatan *availability* jaringan di pegunungan yaitu 0,060623475%. Hal tersebut dikarenakan pengaruh oleh *terrain roughness*, *climatic factor* dan *C factor*. Nilai *terrain roughness* jaringan laut yaitu 6,10 meter, sedangkan jaringan di pegunungan yaitu 32,10 meter. Kemudian *climatic factor* jaringan laut bernilai 2 sedangkan jaringan pegunungan bernilai 0,25. Semakin kecil nilai *terrain roughness* dan semakin besar nilai *climatic factor* mengakibatkan nilai *C factor* meningkat. Nilai *C factor* jaringan laut yaitu 6,56 sedangkan jaringan di pegunungan yaitu 0,1.

**Kata kunci :** *Space diversity, Microwave, Availability*

**Abstract**

*Availability* is a parameter used to determine the reliability of systems on microwave networks. But there are condition when the availability generated in system design is not optimal, therefore need to be optimized. Optimization can be done by using space diversity technique, where will be done the addition of antenna diversity to do the optimization. Research aims to determine the availability of the most significant of some network conditions, that located above the sea and located in the mountains. The data used is obtained by doing case study at PT. Alita Praya Mitra, while to simulate network design using Pathloss 5.0 software application. Networks in the Sea result in increased availability higher than those in the mountains. The increase of network availability in the sea is 0.961446%, while the increase in network availability in the mountains is 0.060623475%. This is due to the influence of terrain roughness, climatic factor and C factor. Terrain roughness value of marine tissue is 6.10 meters, while the network in the mountains is 32.10 meters. Then the climatic factor of the marine network is worth 2 while the mountain network is worth 0.25. Then the value of C factor of sea tissue is 6.56 while the network in the mountains is 0.1.

**Keywords:** *Space diversity, Microwave, Availability*

## 1. PENDAHULUAN

Pertukaran informasi merupakan kebutuhan pokok pada masa sekarang, dikarenakan kebutuhan untuk mendapatkan berbagai informasi sangatlah tinggi. Pertukaran informasi tersebut tidak terlepas dari peran teknologi telekomunikasi, yang berperan dalam mengirimkan informasi dari jarak yang jauh. Teknologi telekomunikasi memiliki 2 jenis yaitu secara *wireline* atau *wireless*. Untuk teknologi *wireline* sendiri merupakan teknologi yang menggunakan media kabel/fisik untuk mentransmisikan datanya. Sedangkan teknologi *wireless* menggunakan udara/ruang hampa sebagai media untuk mentransmisikan data.

Teknologi komunikasi radio gelombang mikro menggunakan *microwave* dan *antenna* untuk memancarkan sinyal yang digunakan untuk berkomunikasi. Sinyal tersebut dipancarkan melalui medium udara. Penggunaan udara sebagai media transmisi pada sistem komunikasi radio gelombang mikro tentunya memiliki kelebihan dan kekurangannya.

Kelebihan penggunaan udara sebagai media transmisi yaitu menghemat biaya yang dikeluarkan, di mana jika menggunakan kabel dalam radius puluhan kilometer maka akan mengeluarkan biaya yang besar. Kemudian kekurangannya yaitu *loss* transmisi yang didapatkan lebih besar dari pada penggunaan *wireline*. Selain itu penggunaan *wireless* pada jaringan komunikasi juga memerlukan syarat terjadinya *Line Of Sight* (LOS) antar kedua *site*, oleh karena itu jika terdapat *obstacle* yang mengganggu LOS antar *site* maka kualitas jaringan akan terganggu pula. Berbeda halnya dengan jaringan *wireline* yang tidak memerlukan *Line Of Sight* (LOS) untuk mengkoneksikan *site* satu dengan yang lainnya.

Kehandalan sistem atau yang biasa disebut dengan *availability* merupakan ukuran kehandalan suatu sistem. Dengan melihat nilai *availability*-nya, maka dapat diketahui suatu sistem dalam kondisi yang optimal atau tidak. Secara ideal *availability* sistem harus 100%, namun hal tersebut tidak mungkin terpenuhi dikarenakan terdapat *loss* yang terjadi. Terlalu besarnya *loss* yang terjadi mengakibatkan sistem menjadi tidak handal. *Unavailability* merupakan ketidakhandalan sistem dalam memberikan pelayanan. Semakin besarnya nilai *unavailability* sistem, maka semakin buruknya kualitas dalam pemberian layanannya oleh sistem tersebut.

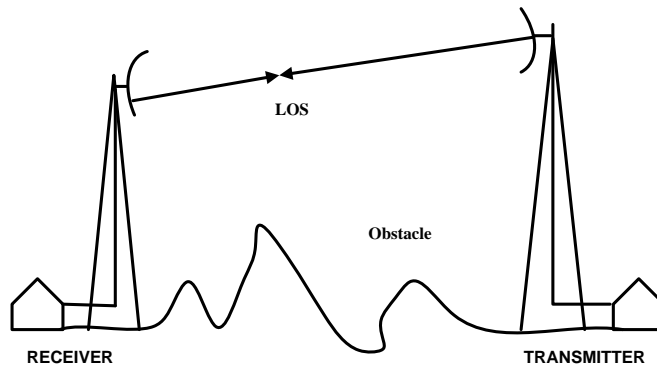
Oleh karena itu, diperlukan adanya optimasi yang dilakukan untuk meningkatkan *availability* sistem komunikasi radio *microwave*. Teknik *diversity* merupakan suatu cara yang digunakan mengoptimalkan jaringan *microwave*. Terdapat 2 jenis teknik *diversity* yang digunakan yaitu teknik *space diversity* dan teknik *frequency diversity*. Teknik *space diversity* merupakan teknik untuk mengoptimalkan jaringan *microwave* dengan menambahkan antena *diversity* disetiap *site*-nya. Kemudian teknik *frequency diversity* menggunakan lebih dari satu frekuensi pada antena yang sama.

Dalam penelitian ini, akan dibuat perancangan jaringan *microwave*, di mana jaringannya berada pada lokasi yang berbeda dan masing-masing terdiri dari 2 *link hop*. Namun kedua jaringan tersebut memiliki frekuensi dan perangkat yang sama. Lokasi jaringan pertama berada di atas permukaan laut dan lokasi jaringan kedua berada di pegunungan. Kemudian jaringan tersebut akan dioptimasi menggunakan teknik *space diversity*. Hal ini dilakukan karena dalam kondisi jaringan tanpa *diversity*, kehandalan (*availability*) dari jaringan masih di bawah nilai 99,99%, sehingga masih kurang layak dan diperlukan optimasi. Rendahnya nilai *availability* tersebut disebabkan karena dengan menggunakan antena tunggal, maka penerimaan sinyal belum maksimal untuk mengatasi dampak dari fluktuasi penerimaan daya (*fading*), mengingat kondisi geografis dari kedua jaringan tersebut berada pada lingkungan yang berkategori ekstrim (pegunungan dan laut). Dengan menggunakan teknik *space diversity*, maka akan terdapat penambahan antena *diversity* yang fungsinya untuk menangkap pancaran sinyal dari sisi *transmitter*, sehingga daya sinyal yang

diterima akan lebih besar. Semakin besar daya sinyal yang diterima, maka *availability* akan meningkat. Hal ini telah dibuktikan pada penelitian sebelumnya bahwa dengan teknik *space diversity*, mampu meningkatkan nilai *availability* dengan nilai di atas 99,99%.<sup>[1-3]</sup>

**2. DASAR TEORI DAN METODOLOGI**

Komunikasi gelombang mikro (*microwave*) merupakan suatu teknik dalam mentransmisikan informasi dari suatu tempat ke tempat lain tanpa adanya interupsi sampai ke penerima dengan menggunakan gelombang.<sup>[4]</sup> Sistem Komunikasi *Microwave* terdiri atas dua bagian yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*). Dalam Perjalanannya dari *antenna* pemancar ke *antenna* penerima, gelombang radio melalui berbagai lintasan dengan beberapa mekanisme perambatan dasar. Mekanisme perambatan tersebut adalah *Line of sight (LOS)* merupakan lintasan gelombang radio yang mengikuti garis pandang yang berarti bahwa antara antena pemancar dan antena penerima tidak ada penghalang (*obstacle*), yang menghalangi lintasan perambatan gelombang mikro, seperti ditunjukkan pada Gambar 1 yang merupakan propagasi *Line of sight (LOS)*.<sup>[5]</sup>



Gambar 1. Propagasi LOS

**2.1 Penanggulangan Fading**

Terdapat banyak pengaruh redaman dan *fading* pada berkas gelombang mikro, oleh karena itu perlu diberikan suatu solusi untuk mengatasinya yaitu dengan peragaman (*diversity*). *Diversity* adalah suatu teknologi yang diterapkan pada penerimaan sistem komunikasi yang pada dasarnya untuk mengatasi pengaruh *fading* yang terjadi pada lintasan jalur komunikasi *microwave* dan operasi sistem ini dilakukan oleh dua atau lebih pada sistem secara bersamaan untuk meningkatkan kualitas sinyal yang diterima. Contoh teknik *diversity* yaitu *space diversity* dan *frequency diversity*. Teknik ini dapat dijelaskan sebagai peralatan yang bersifat *redundancy*, yaitu jalur jaringan alternatif atau cadangan yang digunakan untuk meningkatkan ketersediaan jaringan sehingga jika dalam suatu jaringan terdapat *Link* yang terputus maka jalur tersebut masih bisa terhubung tanpa mempengaruhi konektivitas perangkat pada jalur tersebut. Dengan demikian *fading* dapat diatasi dengan cara sebagai berikut:

**2.1.1 Space Diversity**

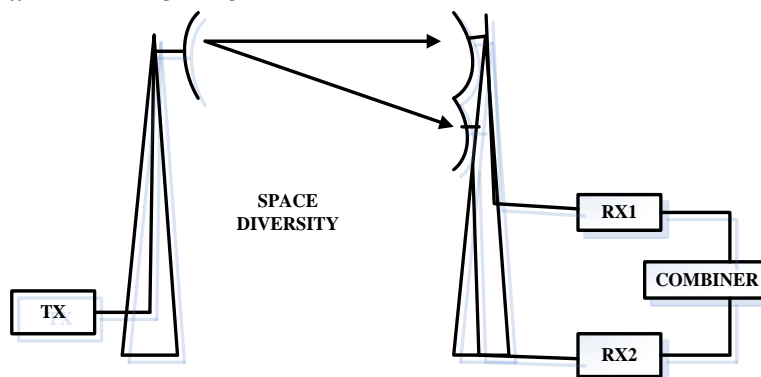
Penerima dari radio gelombang mikro menerima sinyal dari dua atau lebih antena yang terpisah secara vertikal atau menggunakan beberapa *receiver* yang umumnya dua sistem dengan antenanya yang diletakkan terpisah secara vertikal dalam jarak beberapa panjang gelombang ( $\lambda$ ) satu sama lain. Oleh karena dimensinya adalah jarak, maka dikatakan sebagai jenis teknik *space diversity* atau peragaman ruang. Setelah sinyal diterima oleh masing-masing antena kemudian

secara simultan akan dihubungkan ke *diversity combiner* untuk menggabungkan sinyal yang diterima oleh antenna penerima. Konfigurasi *space diversity* ditunjukkan Gambar 2.

Sistem transmisi menggunakan teknik *space diversity* untuk mengatasi *fading* akan diperoleh faktor perbaikan dengan persamaan (1):<sup>[2-3,6]</sup>

$$I_{SD} = 1,2 \times 10^{-3} \times \frac{f}{D} \times s^2 \times v^2 \times 10^{\frac{A}{10}} \quad (1)$$

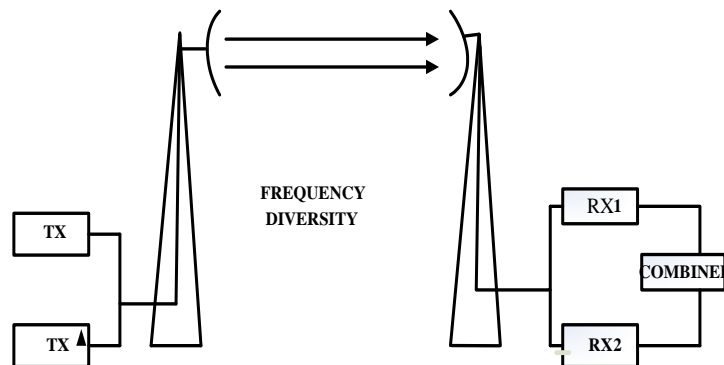
- dengan:
- $I_{sd}$  = faktor perbaikan (dB)
  - $s$  = jarak antar antenna (m)
  - $v$  = selisih RSL (mV)
  - $D$  = panjang lintasan (km)
  - $f$  = frekuensi (GHz)
  - $A$  = *Effective Fading Margin* (dB)



Gambar 2. Sistem *Space Diversity*

### 2.1.2 *Frequency Diversity*

*Frequency Diversity* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan sistem yang mengoperasikan dua frekuensi gelombang mikro pada satu antenna baik itu di pemancar maupun penerima. Informasi yang dikirimkan secara simultan dikirimkan kedua *transmitter* yang beroperasi pada frekuensi yang berbeda kemudian diteruskan ke satu antenna pemancar. Pada antenna penerima akan dikumpulkan informasi dan memisahkannya menjadi dua sinyal. Sistem *frequency diversity* tertampil pada Gambar 3.<sup>[7-8]</sup>



Gambar 3. Sistem *Frequency Diversity*

**2.2 Path Loss**

*Path loss* adalah pengurangan densitas daya (atenuasi) dari gelombang elektromagnetik seperti merambat melalui ruang. *Path loss* merupakan komponen utama dalam analisis dan desain *link budget* sistem telekomunikasi. Istilah ini umumnya digunakan dalam komunikasi nirkabel dan propagasi sinyal. *Path loss* terjadi disebabkan karena banyak faktor, seperti hilangnya ruang bebas, refraksi, difraksi, refleksi, *aperture* menengah rugi kopleng, dan penyerapan. *Path loss* juga dipengaruhi oleh kontur medan, lingkungan (perkotaan atau pedesaan, vegetasi dan dedaunan), media propagasi (udara kering atau lembab), jarak antara pemancar dan penerima, dan tinggi dan lokasi antena. *Path loss* biasanya mencakup kerugian propagasi disebabkan oleh perluasan alami dari depan gelombang radio di ruang bebas (yang biasanya mengambil bentuk sebuah bola yang terus meningkat), kerugian penyerapan (kerugian kadang-kadang disebut penetrasi), ketika sinyal melewati media yang tidak transparan untuk gelombang elektromagnetik, kerugian difraksi ketika bagian dari gelombang radio depan halangan buram, dan kerugian yang disebabkan oleh fenomena lain. <sup>[9-10]</sup>

**2.3 Metodologi**

Metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dengan melakukan studi kasus PT. Alita Praya Mitra yang berlokasi di Jakarta Selatan. Di lokasi tersebut dilakukan proses pengumpulan data yang sesuai dengan materi dan objek penelitian untuk melengkapi materi penelitian, yaitu berupa data *longitude*, *latitude*, frekuensi, tinggi perangkat dan spesifikasi perangkat yang dipergunakan pada kedua *link hop*. Sedangkan dalam membuat perencanaan, dipergunakan aplikasi perangkat lunak Pathloss 5.0 dengan menggunakan frekuensi sebesar sebesar 8 GHz untuk mendapatkan parameter hasil simulasi seperti *received signal level*, *availability*, *unavailability* dan *fading margin* akibat *multipath*. Setelah itu akan dilakukan pengamatan dari hasil optimasi performansi jaringan yang dibuat. Tujuannya yaitu mengamati pengaruh kondisi jaringan terhadap peningkatan nilai *availability*. Kondisi jaringan yang dimaksud yaitu seperti tingkat kekasaran bumi (*terrain roughness*), faktor iklim (*climatic factor*) dan jarak antar (C *factor*). Untuk dukungan referensi, maka dasar teori didapatkan melalui berbagai referensi, baik dari buku, jurnal dan internet.

**3. PEMBAHASAN**

Data yang digunakan dalam perancangan jaringan *microwave* tertampil seperti pada Tabel 1. yang mencakup koordinat lokasi, ketinggian tanah dan tinggi menara. Untuk spesifikasi antena utama dan antena *diversity* mempergunakan model PL4-77GD yang memiliki diameter 1,2 meter dan gain sebesar 37,2 dB. Untuk sistem Tx – Rx mempergunakan model IPASO IHG 8GHz 128Q 160 M yang memiliki Tx Power sebesar 26 dBm, bit rate 160 Mbps, *Bit Error Rate* (BER) sebesar  $10^{-6}$  dan Rx *Threshold Level* sebesar -72 dBm. Untuk jaringan pertama terdapat tiga buah *site* yaitu Muarabinuangeun, Panggarangan, dan Bayah Barat. Kemudian jaringan kedua juga terdapat tiga buah *site* yaitu Cigoong Utara, dan Gunung Kencana, dan Muarabinuangeun.

Tabel 1. Data Site Jaringan Pertama

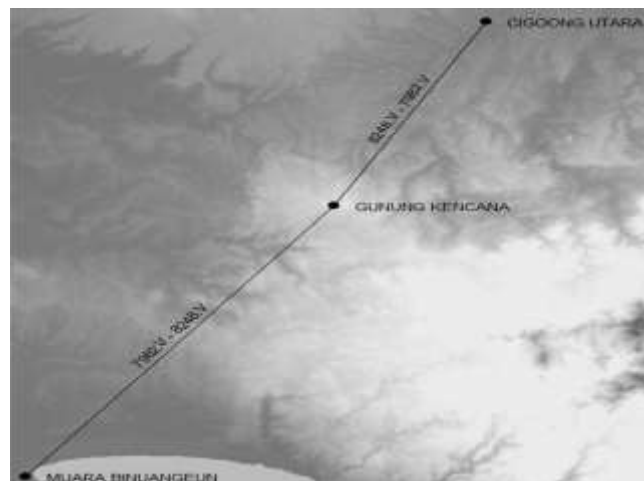
<i>Site A</i>	Muaru Binuangeun	Panggarangan	Bayah Barat
<i>Latitude</i>	06 49 59,40 S	06 54 04,88 S	06 56 05,21 S
<i>Longitude</i>	105 53 25,78 E	106 09 03,98 E	106 14 49,41 E
<i>Elevation</i>	16,7 m	6,9 m	7,5 m
<i>Tower height</i>	40,0 m	71,0 m	51,0 m

Site B	Cigoong Utara	Gunung Kencana	Muarabinuangun
Latitude	06 24 22,38 S	06 34 44,19 S	06 49 59,40 S
Longitude	106 10 00,41 E	106 04 31,29 E	105 53 25,78 E
Elevation	50,8 m	349,1 m	16,7 m
Tower height	50,0 m	52,0 m	40,0 m

Dari data site Tabel 1, setelah diolah menggunakan aplikasi *pathloss* 5.0 maka jaringan pertama akan terlihat seperti Gambar 4, di mana *link hop* yang terbentuk merupakan jaringan yang melintasi lautan (dataran rendah) dengan mempergunakan satu pengulang (*hop repeater*) dan untuk jaringan kedua terlihat seperti pada Gambar 5, di mana *link hop* yang terbentuk merupakan jaringan yang melintasi perbukitan (dataran tinggi) yang juga dengan mempergunakan satu pengulang (*hop repeater*).



Gambar 4. Tampilan Jaringan Pertama



Gambar 5. Tampilan Jaringan Kedua

Tabel 2 menampilkan parameter-parameter yang diamati untuk mengetahui pengaruh kondisi jaringan terhadap peningkatan *availability*. *Link hop* pertama memiliki jarak yang lebih jauh dibandingkan dengan *link hop* kedua. Hal tersebut mengakibatkan nilai *FSL link hop* pertama lebih besar dari pada *link hop* kedua. Karena *FSL link hop* pertama lebih besar dari pada *link hop* kedua,

maka RSL yang didapatkan sebelum dan setelah optimasi *link hop* pertama jauh lebih kecil dari *link hop* kedua.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Jaringan Pertama

Parameter	Muara Binangeun – Panggarangan (Link hop pertama)		Panggarangan – Bayah Barat (Link hop kedua)	
	Sebelum Optimasi	Sesudah Optimasi	Sebelum Optimasi	Sesudah Optimasi
Jarak (Km)	29,78 Km		11,23 Km	
FSL (dB)	139,99 dB		131,51 dB	
RSL (dBm)	-55,61	-52,05	-46,93	-43,39
C Factor	6,56		6,56	
Terrain Rougness (m)	6,10 meter		6,10 meter	
Climatic Factor	2		2	
Fading Margin (dB)	1239,483		9928,352	
Improvement Factor	16,38 dB	19,94 dB	25,05 dB	28,60 dB
Unavailability (%)	1,9104611	0,001541336	0,013912767	0,0000006187
Δ Unavailability (%)	1,90892%		0,013912149%.	
Availability (%)	98,08953887	99,99845866	99,98608723	99,99999938
Δ Availability (%)	1,90892%		0,013912149%.	

Perbedaan RSL tersebut mengakibatkan perbedaan pada *fading margin*-nya pula. Karena *fading margin* dipengaruhi oleh RSL. Selain itu, *fading margin* juga dipengaruhi oleh C factor. C factor pada jaringan pertama memiliki nilai yang sama untuk kedua *site*-nya yaitu sebesar 6,58. Nilai C factor dipengaruhi oleh *terrain rougness* dan *climatic factor*. Untuk jaringan pertama memiliki nilai *climatic factor*-nya 2 dan *terrain rougness*-nya 6,10 meter. Nilai 2 pada *climatic factor* merupakan faktor iklim pada daerah laut dan *terrain rougness* 6,10 menandakan jaringan berada pada dataran yang sangat rendah.

*Fading margin* Link hop pertama sebelum optimasi yaitu 16,38 dB, jauh lebih kecil dibandingkan *fading margin* link hop kedua yaitu 25,05 dB. Karena *fading margin* link hop pertama lebih kecil dari link hop kedua, maka *unavailability* sebelum optimasi yang didapatkan lebih besar dari link hop kedua. *Unavailability* link hop pertama sebelum optimasi yaitu 1,9104611%, dan link hop kedua 0,013912767%.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Jaringan Kedua

Parameter	Cigoong Utara – Gunung Kencana (Link hop pertama)		Gunung Kencana – Muara Binuangeun (Link hop kedua)	
	Sebelum Optimasi	Sesudah Optimasi	Sebelum Optimasi	Sesudah Optimasi
Jarak (Km)	21,62		34,76	
FSL (dB)	137,2		141,33	
RSL (dBm)	-52,74	-49,19	-57	-53,45
C Factor	0,1		0,1	
Terrain Rougness (m)	31,53		32,06	
Climatic Factor	0,25		0,25	
Fading Margin (dB)	19,25	22,8	14,99	18,54
Improvement Factor	3016,149		7027,172	

Unavailability (%)	0,005752933	0,0000019738	0,000638278	0,0000009083
Δ Unavailability (%)	0,005751026		0,06373695	
Availability (%)	99,99424707	99,99999809	99,9361722	99,99990917
Δ Availability (%)	0,005751026		0,06373695	

Setelah dioptimasi menggunakan teknik *space diversity*, terdapat penurunan *unavailability*. Pada *link hop* pertama setelah dioptimasi menghasilkan *unavailability* sebesar 0,001541336%, sehingga terjadi penurunan sebesar 1,90892%. Kemudian pada *link hop* kedua setelah dioptimasi menghasilkan *unavailability* sebesar 0,0000006187%, sehingga mengalami penurunan *unavailability* sebesar 0,013912149%. Besarnya peningkatan *availability* sama dengan besarnya penurunan *unavailability*.

Tabel 3 menampilkan parameter-parameter yang diamati untuk mengetahui pengaruh kondisi jaringan terhadap peningkatan *availability* pada jaringan kedua. Kondisi jaringan kedua yaitu memiliki *terrain roughness* yang besar yaitu 31,53 meter untuk *link hop* pertama dan 32,06 meter untuk *link hop* kedua. Hal tersebut dikarenakan jaringan kedua berlokasi di pegunungan. Karena jaringan kedua dipegunungan, maka nilai *climatic factor* yang digunakan yaitu 0,25. Nilai *C factor* yang dihitung yaitu 0,1. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi jaringan yang digunakan memiliki kondisi propagasi sinyal yang baik.

Jarak *link hop* pertama lebih pendek dibandingkan jarak *link hop* kedua. Oleh karena itu nilai FSL *Link hop* pertama lebih kecil dibanding *link hop* kedua. Nilai FSL berpengaruh pada nilai RSL. Nilai FSL yang lebih kecil akan menghasilkan RSL yang lebih besar dan sebaliknya. RSL yang dihasilkan sebelum dan sesudah optimasi pada *link hop* pertama lebih besar dibanding dengan *link hop* kedua, perbedaan RSL tersebut berpengaruh pada nilai *fade margin*-nya.

*Fading margin link hop* pertama sebelum optimasi yaitu 19,25 dB, jauh lebih besar dibandingkan *fading margin link hop kedua* yaitu 14,99 dB. Karena *fading margin link hop* pertama lebih besar dari *link hop* kedua, maka *unavailability* sebelum optimasi yang didapatkan lebih kecil dari *link hop* kedua.

Setelah dioptimasi menggunakan teknik *space diversity*, terdapat peningkatan *availability*. Pada *link hop* pertama setelah dioptimasi mendapatkan *availability* sebesar 99,99999809%, sehingga terjadi peningkatan sebesar 0,005751026%. Kemudian pada *link hop* kedua setelah dioptimasi mendapatkan *availability* sebesar 99,99990917%, sehingga mengalami peningkatan *availability* sebesar 0,06373695%.

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 menampilkan peningkatan *availability* kedua jaringan *microwave*. Rata-rata peningkata *availability* jaringan pertama yaitu 0,961446%. Sedangkan rata-rata peningkatan *availability* jaringan kedua yaitu 0,060623475%.

Tabel 4. Peningkatan *Availability* Jaringan Pertama

Site	Report	Availability (%)
Muara Binuangeun - Panggarangan	Sebelum Optimasi	98,08953887
	Sesudah Optimasi	99,99845866
Peningkatan Link hop 1		1,90892
Panggarangan – Bayah Barat	Sebelum Optimasi	99,98608723
	Sesudah Optimasi	99,99999938
Peningkatan Link hop 2		0,013912149



Peningkatan Availability Jaringan	0,961446
-----------------------------------	----------

Tabel 5. Peningkatan *Availability* Jaringan Kedua

Site	Report	Availability (%)
Cigoong Utara – Gunung Kencana	Sebelum Optimasi	99,99424707
	Sesudah Optimasi	99,99999809
Peningkatan Link hop 1		0,005751
Gunung Kencana – Muara Binuangeun	Sebelum Optimasi	99,9361722
	Sesudah Optimasi	99,999990917
Peningkatan Link hop 2		0,06373695
Peningkatan Availability Jaringan		0,060623475

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis jaringan transmisi *Microwave* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin jauh jarak antar *site* BTS, maka *availability* yang didapatkan semakin rendah dan sebaliknya. Contohnya pada jaringan di area laut *link hop* pertama yang memiliki jarak antar *site* 29,78 Km mendapatkan *availability* 98,08953887%. Sedangkan pada *link hop* kedua yang memiliki jarak antar *site* 11,23 Km mendapatkan *availability* 99,98608723%.
2. *Terrain roughness* yang besar pada jaringan *microwave* menyebabkan *unavailability* yang didapatkan kecil. Contohnya pada jaringan di pegunungan *link hop* pertama memiliki *terrain roughness* 32 m, sedangkan pada jaringan di laut *link hop* pertama memiliki *terrain roughness* 6,10 m. *Unavailability* jaringan di pegunungan yaitu 0,005752933% sedangkan jaringan di laut menghasilkan 1,90892%.
3. Jaringan yang berlokasi di atas laut memiliki nilai *climatic factor* 2 dan jaringan yang berlokasi di pegunungan memiliki nilai *climatic factor* 0,25. Karena nilai *climatic factor* jaringan di atas laut lebih besar dari pada jaringan di pegunungan, maka nilai *C factor* yang dihasilkan lebih besar yang akibatnya nilai *unavailability* lebih besar dari pada jaringan di pegunungan. Sehingga *availability* yang didapatkan pada jaringan di laut lebih kecil dari pada *availability* yang didapatkan jaringan di pegunungan.
4. Semakin besar nilai *unavailability* yang dihasilkan, maka peningkatan *availability* yang didapatkan setelah optimasi juga semakin meningkat. Seperti pada jaringan pertama *link hop* pertama yang mendapatkan *unavailability* terbesar yaitu 1,9104611% mengalami peningkatan *availability* terbesar yaitu 1,90892%.
5. Semakin kecil nilai *improvement factor* yang didapatkan maka peningkatan *availability* yang didapatkan juga akan semakin menurun. Seperti pada jaringan di laut *link hop* pertama yang mendapatkan *improvement factor* terkecil yaitu 1239,48 mengalami peningkatan *availability* sebesar 1,90892%. Sedangkan pada jaringan pertama *link hop* kedua yang mendapatkan *improvement factor* terbesar yaitu 9928,35 mengalami peningkatan *availability* sebesar 0,013912149%.
6. Untuk mendapatkan peningkatan *availability* yang signifikan dengan menggunakan teknik *space diversity* maka kondisi jaringan harus berada di atas perairan atau laut dan memiliki jarak antar BTS yang jauh. Kondisi jaringan harus berada di atas permukaan laut karena nilai *climatic factor* yang digunakan akan meningkat dan *terrain roughness* yang didapatkan akan kecil, sehingga nilai *C factor* akan meningkat. Jika nilai *C factor* besar, maka *unavailability* yang didapatkan juga akan besar.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Wati, Triana Haslinda Perdana. 2012. *Perencanaan dan Analisis Jaringan Transmisi Microwave menggunakan Pathloss 4.0 Studi Kasus di PT. Alita Praya Mitra Jakarta Selatan*. Purwokerto: Akatel Shandy Putra Purwokerto
- [2] Prabangkara, Alia Sherrin Yuchintya. 2013. *Analisis Pengaruh Passive Repeater Terhadap Nilai Availability Menggunakan Pathloss 5.0*. Purwokerto: Akatel Shandy Putra Purwokerto.
- [3] Azhar, Muhammad. 2016. *Perencanaan Jaringan Transmisi Microwave Menggunakan Pathloss 5.0 Studi Kasus Di PT. X*. Purwokerto: ST3 Telkom Purwokerto.
- [4] Hikmaturokhman, Alfin. 2007. *Diklat Kuliah Gelombang Mikro*. Purwokerto: Akatel Shandy Putra Purwokerto.
- [5] Mariano, Oliver R. 2012. *Design software for terrestrial line of sight communication system in the philiphines*. Malolos City, Bulacan State: University Philipphines.
- [6] Freeman, Roger, L. 1981. *Telecommunication Transmission Handbook*. New York. Wiley Series.
- [7] Freeman, Roger, L. 1987. *Radio System For Telecommunication (1-100GHz)*. NewYork. John Wiley and Sons.
- [8] Freeman, Roger, L. 2004. *Telecommunication System Engineering*. New York. Wiley.
- [9] Hikmaturokhman, Alfin. 2012. *Klasifikasi Link Microwave*. Purwokerto: Akatel Shandy Putra Purwokerto.
- [10] Freeman, Roger, L. 1999. *Fundamentals Of Telecommunication*. New York. A John Wiley & Sons, Inc.