

# Pengaruh Penggunaan Repeater Back to Back pada Perancangan Microwave Menggunakan Teknik Space Diversity

## The Effect of Back-to-Back Repeater on The Microwave Design by Space Diversity Technique

Miftakhul Jannah<sup>1,\*</sup>, Eka Wahyudi<sup>2</sup>, Muntaqo Alfin Manaf<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
Jl.D.I Panjaitan, No. 12, Purwokerto 53147, Jawa Tengah, Indonesia*

<sup>1,\*</sup>Penulis korespondensi: 20101205@ittelkom-pwt.ac.id

<sup>2</sup>ekawahyudi@ittelkom-pwt.ac.id, <sup>3</sup>muntaqo@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 12-08-2021, accepted on 14-05-2021, published on 02-06-2022

### Abstract

Di era modern ini pertukaran informasi dan kecepatan data menjadi hal yang sangat penting dan dapat bertukar informasi tanpa adanya gangguan. Dalam jurnal ini kami melakukan perancangan jaringan radio gelombang mikro dengan menggunakan *space diversity* dan *repeater back to back* dan penelitian pengaruh *repeater back to back* pada konfigurasi *space diversity*. Pada perancangan *link microwave* terdapat sebuah *obstacle* berupa perbukitan yang menjadi penghalang antara *site* Banjarnegara dengan *site* Jagung Pekalongan, *obstacle* pada perancangan menyebabkan terjadinya *diffraction loss* sehingga tidak mendapatkan hasil *availability* yang sesuai target. Penggunaan *repeater back to back* dan *space diversity* dalam satu *link* mampu menghasilkan kehandalan sistem yang optimal. *Link* transmisi yang jauh dan *terrain roughness* sebesar 42,67 meter, *received signal level* -97,66 dBm, *fading margin* 28,71 dan *availability* 99,99963% merupakan hasil penggunaan *space diversity* dengan spasi maksimum 200λ atau 8,58 meter dengan *repeater back to back*.

**Keywords:** Gelombang mikro, *space diversity*, *Repeater back to back*, *Availability*, *Pathloss* 5.0.

### Abstract

In this modern era, information exchange and data rate are significant and can exchange information without disturbance. The writer conducted a microwave radio network design using *space diversity* and a *back-to-back* repeater in this final project. Research on the effect of the *back-to-back* repeater on *space diversity* configuration was conducted. In the microwave link design, an obstacle in the form of hills becomes a barrier between the Banjarnegara site and the Jagung Pekalongan site. The obstacle in the design causes *diffraction loss* so that it does not get the available results that match the target. The use of *back-to-back* repeaters and *space diversity* in one link can produce optimal system reliability. The distant transmission link and large terrain roughness of 42.67 meters, received signal level of -97.66 dBm, the fading margin of 28.71, and availability of 99.99963% are the results of using *space diversity* with a maximum space of 200λ or 8.58 meters with a back to back repeater.

**Keywords:** Microwaves, *space diversity*, *Repeater back to back*, *Availability*, *Pathloss* 5.0.

## I. PENDAHULUAN

Di era modern menuntut pertukaran informasi dan data yang cepat secara *real time*. Semakin banyaknya pengguna teknologi telekomunikasi dan perkembangan era modern maka diperlukan

komunikasi dengan kecepatan yang tinggi dan kapasitas yang besar [1]. Teknologi selular merupakan salah satu hal terpenting sebagai sarana komunikasi untuk bertukar informasi melalui *voice*, data, maupun keduanya. Dibutuhkan perancangan *backhaul* menggunakan *link microwave* untuk mendukung jaringan selular yang baik. *Backhaul* melewati komunikasi dari banyak pelanggan menuju jaringan pusat berkapasitas sangat besar menggunakan media *microwave* [2].

Teknologi komunikasi 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 gelombang mikro tentu saja memiliki kelebihan dan kekurangannya. Kelebihan penggunaan udara sebagai media transmisi adalah menghemat biaya yang dikeluarkan, jika menggunakan kabel dalam radius puluhan kilometer maka akan mengeluarkan biaya yang besar. Kemudian kekurangannya yaitu *loss* transmisi yang didapatkan lebih besar [3].

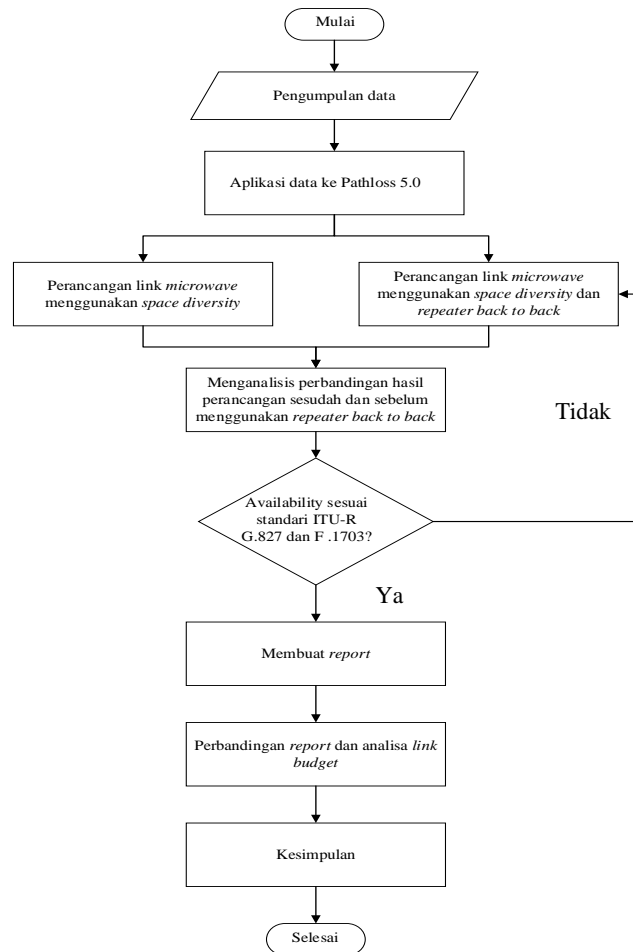
Pada sistem komunikasi gelombang mikro, sinyal yang diterima akan berbeda dengan sinyal yang dipancarkan, hal ini dapat terjadi akibat efek *fading*. *Fading* adalah pelemahan sinyal yang dikarenakan perbedaan fasa, polarisasi atau level daya pada suatu sinyal penerima. Efek *fading* dapat berupa refraksi, refleksi, difraksi, *scattering* (penghamburan), atenuasi dan *ducting* dari gelombang mikro. Dalam mengatasi *fading* dapat dilakukan optimasi menggunakan teknik *space diversity* [4].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, yang berjudul “Pengaruh *Space Diversity* terhadap Peningkatan *Availability* Pada Jaringan *Microwave* Lintas Laut dan Lintas Pegunungan” oleh D. B. Liu, menunjukkan bahwa tingkat kekerasan bumi (*terrain roughness*) yang besar pada daerah pegunungan menyebabkan *unavailability* yang didapatkan kecil setelah optimasi artinya pada daerah dataran tinggi untuk penggunaan teknik *space diversity* perbaikan sistemnya kurang maksimal [3]. Pada *space diversity* penerimaan menggunakan dua atau lebih antena yang dipasang sedemikian rupa sehingga antena yang satu dengan yang antena yang lain terletak pada bidang *vertical* secara terpisah [4]. Berdasarkan jurnal Ossa Iqfirlia Zuherry tahun 2019 berjudul “Perancangan Jaringan Transmisi *Microwave* Menggunakan *Passive Repeater Back to Back* dan *Double Flat Reflector* Menggunakan *Pathloss 5.0*” pada perancangan menggunakan *back to back repeater* mendapatkan *availability* yang optimal dibandingkan penggunaan *double flat reflector* [5].

Dalam penelitian ini penulis melakukan perancangan radio gelombang mikro dengan teknik *space diversity* dan penambahan *repeater back to back* pada daerah perbukitan. Perancangan berdasarkan *site real*, yang digunakan oleh PT Alita Mitra Praya. Perancangan dengan menggunakan dua *site* yaitu *site* Banjarnegara menuju *site* Jagung Pekalongan maka dilakukan simulasi *space diversity* dan penambahan *repeater back to back*, dilakukan perbandingan hasil antara *space diversity* dan penggunaan *repeater*. Perancangan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *repeater back to back* pada teknik *space diversity*.

## II. METODE PENELITIAN

Bagan *flowchart* menggambarkan proses pengerjaan perancangan jaringan *microwave* dengan mengamati pengaruh penggunaan *repeater back to back* pada perancangan menggunakan teknik *space diversity* studi kasus untuk *site* Banjarnegara dan *site* Jagung Pekalongan.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Berdasarkan pada gambar 2 langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian dimulai dari pengumpulan data. Data yang dikumpulkan berupa data-data yang dibutuhkan dalam perancangan jaringan microwave. Data-data tersebut antara lain seperti koordinat site, frekuensi radio, dan spesifikasi perangkat-perangkat untuk simulasi. Kemudian data-data tersebut diaplikasikan kedalam software Pathloss 5.0, yang bertujuan untuk mensimulasikan rancangan jaringan berdasarkan kondisi aktual. Simulasi dilakukan dengan merancang perangkat-perangkat jaringan microwave untuk setiap site point menggunakan frekuensi 7 GHz. Setelah perancangan hoplink selesai, penulis akan mengamati hasil report.

Tabel 1. Data site penelitian

<i>Site Name</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Elevation</i>
Banjarnegara	7° 23° 45.58° S	109° 41° 49.2° E	296 m
Jagung Pekalongan	7° 1° 3.108° S	109° 32° 16.8° E	21 m
Repeater	7°12°47.55° S	109° 36° 40.12°	1591,9 m



Gambar 2. Lokasi Perancangan

Tabel 2. Perangkat *link microwave*

Perangkat	Model
Antenna	ANDREW UHX6-59W
Transmission Line	EW63
Microwave	MDR-6506-2
Antenna Diversity	ANDREW UHX6-59W
Transmission Line Diversity	EW63
Microwave Diveristy	MDR-6506-2
Frequency	7 GHz

Pada bagian *repeater* dan *space diversity* menggunakan jenis dan spesifikasi perangkat yang sama perbedaan terletak pada tinggi antenna dan panjang kabel *feeder*. Perangkat tersebut disimulasikan pada *pathloss* 5.0 untuk mendapatkan perancangan *link microwave* sesuai standar.

*Gain* antenna untuk mengukur kemampuan antenna dalam mengirimkan gelombang yang diinginkan menuju ke tujuan dengan persamaan (1):

$$G = 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta + 20 \tag{1}$$

Dengan:

- G = *gain*/penguatan antenna (dB)
- $\eta$  = efisiensi antenna (50% - 70%)
- d = diameter antenna (m)
- f = frekuensi kerja (GHz)

*Free space loss* adalah redaman yang ada sepanjang ruang antara antenna pemancar dan penerima dengan persamaan (2):

$$FSL = 92,45 + 20 \log(f\text{GHz}) + 20 \log(D\text{Km}) \tag{2}$$

Dengan:

- D = Panjang lintasan (km)
- F = Frekuensi kerja yang digunakan (GHz)

EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) adalah daya pancar antenna *transmitter* yang melalui penguatan *gain* antenna dan penguatan *transmit loss*, dengan persamaan (3):

$$EIRP = P_{Tx} + G_{antena} - L_{Tx} \tag{3}$$

Dengan:

- P<sub>TX</sub> = Daya pancar (dBm)
- L<sub>TX</sub> = *Transmitter loss* (dB)

*Isotropic Received Level* adalah nilai level daya isotropik yang diterima oleh stasiun penerima dengan persamaan (4):

$$IRL = EIRP - FSL \quad (4)$$

Dengan:

EIRP = daya maksimum geombang sinyal mikro (dBm)

FSL = redaman ruang antenna pengirim dan penerima (dB)

*Received Signal Level* adalah level daya yang diterima oleh piranti pengolah *decoding* dengan persamaan (5):

$$RSL = IRL + GR_x - LR_x \quad (5)$$

Dengan:

IRL = level daya terima antenna stasiun penerima (dBm)

GR<sub>x</sub> = *Gain antenna* (dBi)

LR<sub>x</sub> = *Receiver Loss* (dB)

*Fading margin* sebagai cadangan daya nilai *fading margin* dipengaruhi *received signal level* dan nilai *threshold* pada sisi penerima dengan persamaan (6):

$$FM_{thermal} = RSL - R_{xTH} \quad (6)$$

R<sub>xTH</sub> = level ambang batas minimum (dBm)

FM = cadangan daya (dB)

RSL = *Receive Signal Level*

*Availability* merupakan ukuran kehandalan system, sedangkan *unavailability* merupakan ketidakhandalan sistem yang diberikan dengan persamaan (7) dan (8):

$$P = a \times b \times 2,5 \times f \times D^3 \times 10^{-6} \times 10^{\frac{-FM}{10}} \quad (7)$$

$$Av_{path} = (1 - P) \times 100\% \quad (8)$$

Dengan:

P = *unavailability*

f = frekuensi (GHz)

D = panjang lintasan (km)

FM = *effective fading margin* (dB)

P = *unavailability system*

Av<sub>path</sub> = *availability system*

*Passive repeater back to back* menempatkan dua antenna pada ketinggian tertentu pada tower ketika dua *link*. *Passive gain* yang dihasilkan oleh *repeater back to back* dengan persamaan (9):

$$G = GA_1 + GA_2 - GAC \quad (9)$$

Dengan:

GA<sub>1</sub> = *gain* salah satu antenna *repeater* (dB) GA<sub>2</sub> = *gain* dari antenna lain *repeater* (dB)

GAC = *coupling loss (waveguide)* antenna (dB)

Sistem transmisi menggunakan teknik *space diversity* untuk mengatasi *fading* akan diperoleh *mprovement factor space diversity* dengan persamaan (10):

$$ISD = 1,2 \times 10^{-3} \times \frac{f \text{ (GHz)}}{D \text{ (Km)}} \times s^2 \times v^2 \text{ (mv)} \times 10^{\frac{A \text{ (dB)}}{10}} \quad (10)$$

Dengan:

s = spasi antar antenna (m)

v = selisih RSL (mV) ; antenna utama dan antenna *space diversity*

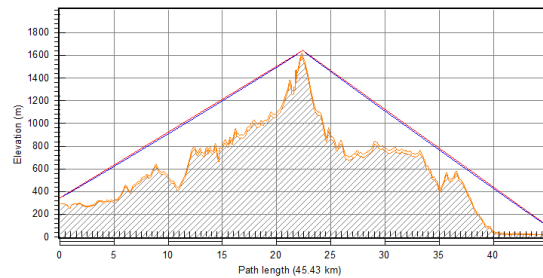
A = *effective fade margin* (dB)

ISD = faktor perbaikan *space diversity*

### III. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan perhitungan *link budget* dari dan sebelum menggunakan *repeater*, data dan parameter *availability* dapat diolah ke dalam bentuk tabel dan grafik. Ini dilakukan untuk memudahkan dalam menganalisis perbandingan antara hasil simulasi terhadap hasil perhitungan *link budget*, serta sebagai perbandingan untuk melihat besarnya peningkatan yang terjadi diantara kondisi yang berbeda.

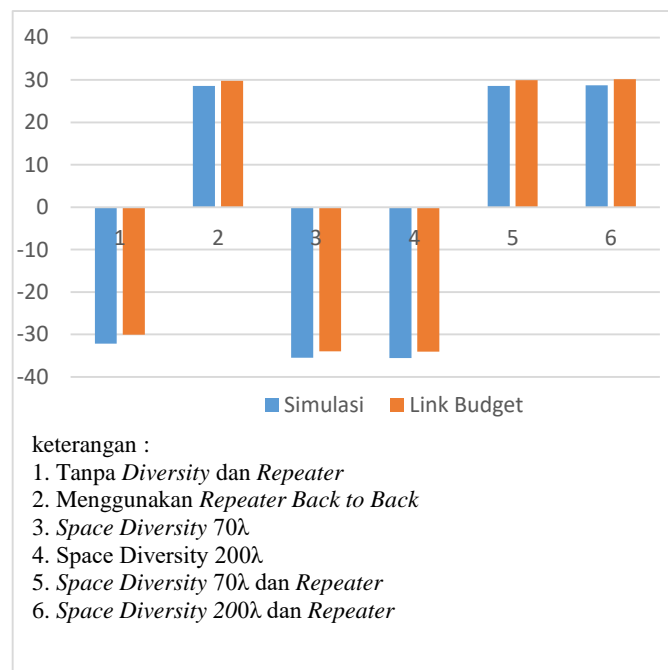
*Link* transmisi Banjarnegara – Jagung Pekalongan adalah *link* transmisi dengan faktor kekerasan bumi yang tinggi, memiliki jarak yang jauh dan *obstacle* yang tinggi. *Link* transmisi dengan kehandalan sistem yang dimiliki belum mencapai target *availability* sesuai standar ITU G.827 dan F.1703 [4]. Sehingga untuk *improve availability* perancangan *link* transmisi dengan *space diversity*. *Space diversity* digunakan untuk mengatasi pengaruh redaman *fading* pada berkas gelombang mikro, pada perancangan *link* transmisi Banjarnegara – Jagung Pekalongan mendapatkan nilai *fading margin* atau cadangan daya yang sangat rendah, disebabkan oleh besarnya nilai *diffraction loss*.



Gambar 3. Path Profile

Pada gambar 3 merupakan *path profile* *link* transmisi dan dapat dilihat *obstacle* yang terdapat pada lintasan *link*. *Obstacle* yang terdapat pada *link* transmisi dapat diatasi dengan menggunakan *repeater*. Penggunaan *repeater back to back* karena kekurangan yang dimiliki oleh *repeater* tersebut yang hanya efisien dengan jarak yang pendek. Sedangkan konfigurasi *link* dengan *space diversity*, karena kekurangan yang dimiliki *space diversity* tidak efisien untuk daerah pegunungan dengan *terrain roughness* yang tinggi. Kekurangan yang dimiliki kedua perangkat tersebut, dapat saling menutupi kekurangan masing-masing dengan menggabungkan keduanya dalam satu *link* transmisi dan dapat bekerja secara maksimal dan sesuai standar.

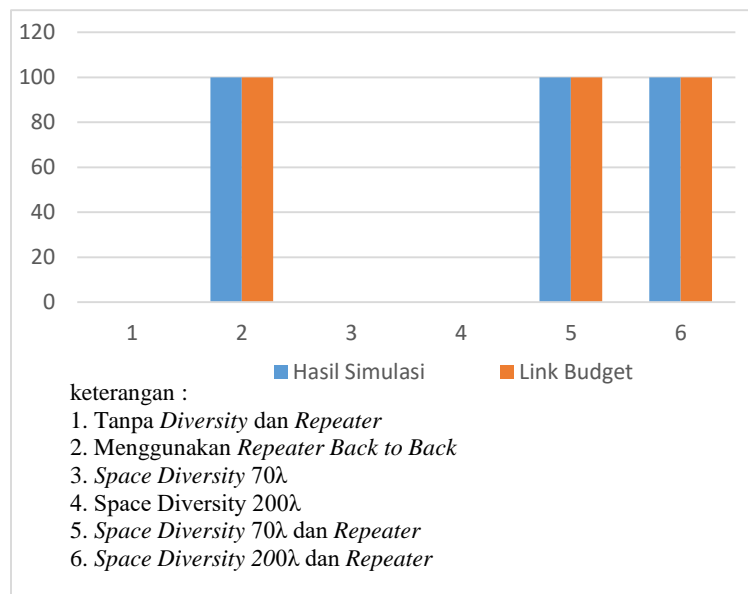
Perbandingan nilai *fading margin* perhitungan *link budget* dan simulasi *pathloss* 5.0. Untuk mengatasi *fading*, maka diperlukan cadangan daya yang digunakan agar dapat mempertahankan level daya terima di atas level batas ambang (*threshold*) [4]. Pada hasil perhitungan dan simulasi terdapat nilai *availability* yang negatif, disebabkan oleh *link* transmisi yang tidak LOS karena *obstacle* sehingga menyebabkan *multipath fading*. Perancangan dengan menggunakan *space diversity* dan *repeater back to back* mampu mengatasi *multipath fading*. Semakin tinggi nilai *fading margin* maka semakin bagus nilai *availability* yang didapatkan.



Gambar 4. Perubahan Nilai Fading Margin

Pada gambar 4 menunjukkan perubahan nilai *fading margin* yang didapatkan. Nilai *fading margin* setelah menggunakan *space diversity* dengan penambahan *repeater back to back* mengalami kenaikan, dikarenakan penggunaan *space diversity* dan *repeater* untuk mengatasi pengaruh *fading*.

Perbandingan antara *link budget* dengan simulasi *Pathloss 5.0*. *Link budget* digunakan sebagai acuan harga yang harus dicapai agar rancangan dapat bekerja secara maksimal. Oleh karena itu, parameter-parameter hasil simulasi harus mencapai harga perhitungan teori *link budget*. Selisih terbesar perancangan terdapat selisih terbesar pada saat perancangan *repeater back to back*, *link budget* 99,99000% sedangkan hasil simulasi 99,99818% selisih yang dimiliki 0,00818. Sedangkan selisih terkecil pada perancangan *space diversity* dengan menggunakan *repeater back to back* dengan spasi maksimum yaitu 8,58 meter, *link budet* 100,000% sedangkan hasil simulasi 99,99963% selisih yang dimiliki 0,00037%. Selisih yang terjadi bisa karena dipengaruhi oleh faktor pembulatan dalam perhitungan dan akurasi dari spesifikasi perangkat.



Gambar 5. Perubahan Nilai Availability

Pada gambar 5 grafik selisih antara *link budget* dengan hasil simulasi *pathloss 5.0* Banjarnegara – Jagung Pekalongan *Link* transmisi Banjarnegara menuju Jagung Pekalongan yang tidak LOS dengan memberikan solusi menggunakan *repeater back to back* untuk mengatasi *multipath fading*. Kemudian konfigurasi *link* untuk *improve* kehandalan sistem *link* transmisi menggunakan *space diversity*. Peningkatan yang signifikan antara *availability* saat diterapkan *space diversity* tanpa menggunakan *repeater back to back* dan menggunakan *repeater back to back*. Untuk hasil simulasi terjadi perbaikan sistem yang lebih baik karena pada saat *space diversity* tanpa menggunakan *repeater* tidak mendapatkan *availability* yang disebabkan oleh adanya *diffraction loss* yang sangat besar karena adanya *obstacle* yang berupa bukit dan menyebabkan kecilnya nilai *thermal fade margin*, semakin besar nilai *thermal fade margin* maka semakin bagus dan dapat meningkatkan performa jaringan.

Perbaikan sistem setelah dilakukan konfigurasi *space diversity* dengan menggunakan *repeater back to back*, hasil simulasi pertama dengan kondisi *terrain roughness* yang besar yaitu 46,7 meter, *diffraction loss* 118,24 meter dan *link* transmisi yang terhalang oleh *obstacle* dengan elevasi 1591,9 meter. *Obstacle* dengan faktor kelengkungan bumi 1,33 dan jarak antar *link* yang jauh yaitu 45,39 km, menyebabkan *link* transmisi mengalami *multipath fading*. *Received signal level* yang dihasilkan sangat buruk sehingga tidak memungkinkan untuk komunikasi yang terjadi dengan baik karena kegagalan komunikasi yang tinggi. Untuk mengatasi *multipath fading* karena *obstacle link* transmisi dengan menambahkan *repeater back to back*. Kehandalan sistem meningkat dan nilai *received signal level* semakin baik. kehandalan sistem terjadi karena prinsip kerja dari *repeatr back to back*, dua antenna yang dipasang secara *back to back* sebagai pengulang informasi dan dipancarkan pada *site* tujuan dan efisien pada jarak yang dekat, *passive gain* yang

dihasilkan adalah 77,60 dBi sedangkan perhitungan *link budget* 76,08 dBi. Kehandalan sistem mencapai target namun nilai *fading margin* belum maksimal dan masih terjadi sedikit faktor *multipath* dikarenakan tingkat kekerasan bumi.

*Improve availability* dengan menambahkan antena *diversity* dengan ketentuan  $70\lambda$ - $200\lambda$ , spasi yang digunakan yaitu 3 meter dan 8,58 meter, spasi yang diberikan berdasarkan perbandingan kecepatan rambat cahaya dengan frekuensi. Semakin jauh jarak antena utama dengan antena *diversity*, pengaruh terhadap *availability* semakin bagus, spasi minimum dengan selisih jarak antena utama dengan *diversity* 3 meter, hasil kehandalan sistem yaitu 99,99692% terjadi perbaikan sistem dari perancangan hanya menggunakan *repeater back to back* dan *space diversity*. Pada spasi 8,58 meter *availability* yang dihasilkan adalah 99,99963%, *loss* yang diberikan kabel semakin kecil karena kabel yang dibutuhkan lebih pendek dari sebelumnya, sehingga *receive signal level* semakin bagus dan *fading margin* yang bagus, kehandalan sistem yang dihasilkan sudah mencapai target.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis setelah perancangan radio *microwave* Banjarnegara – Jagung Pekalongan dapat disimpulkan bahwa perancangan menggunakan *space diversity* tanpa penggunaan *repeater* tidak menghasilkan nilai *availability* dikarenakan adanya *diffraction loss* yang disebabkan oleh tingginya *obstacle*, sedangkan perancangan *space diversity* dengan *repeater* menghasilkan nilai *availability* dikarenakan penambahan *repeater* yang mampu mengatasi masalah *diffraction loss*. Perancangan dengan menggunakan *space diversity* spasi  $70\lambda$  dan  $200\lambda$  dengan penambahan *repeater back to back* berpengaruh besar pada proses *improve availability*. Semakin jauh jarak antena utama dengan antena *diversity*, maka semakin bagus *availability*nya karena semakin pendek kabel *feeder* antena *diversity* yang dipakai sehingga *loss feedernya* semakin kecil. Namun semakin dekat jarak antena utama dengan antena *diversity* kabel *feeder* antena *diversity* semakin panjang, *loss* yang diberikan semakin besardan penggunaan *repeater back to back* dan *space diversity* dalam satu *link* yang sama mampu menghasilkan kehandalan sistem yang optimal dan mencapai target. *Link* transmisi yang jauh dan *terrain roughness* yang besar 42,67 meter, konfigurasi *link* mampu *improve availability*, spasi maksimum  $200\lambda$  atau 8,58 meter, *received signal level* -97,66 dBm, *fading margin* 28,71dB dan *availability* 99,99963%. *Availability* sesuai standar ITU G.827 dan F.1703

#### REFERENSI

- [1] H. Prasetyo and W. Sutopo, "Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek dan Arah Perkembangan Riset," *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, vol. 13, p. 21, 2018.
- [2] A. N. Prima, "Pengaruh Spasi Antar Antena Dalam Perancangan Jaringan Radio Gelombang Mikro Dengan Teknik Space Diversity," Tugas Akhir, D3 Teknik Telekomunikasi, IT Telkom Purwokerto, Purwokerto, 2015.
- [3] D. B. Liu, E. Wahyudi and E. S. Nugraha, "Pengaruh Space Diversity Terhadap Peningkatan Availabilty Pada Jaringan Microwave Lintas Laut dan Lintas Pegunungan," *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, vol. 4, p. 542, 2017.
- [4] A. Hikmaturokhman and A. Wahyudin, Perancangan Jaringan Gelombang Mikro Menggunakan Pathloss 5 Teori dan Simulasi, Yogyakarta: CV. Pustaka Ilmu Group Yogyakarta, 2018.
- [5] O. I. Zuherry, E. S. Nugraha and Y. Rahmawati, "Perancangan Jaringan Transmisi Microwave Menggunakan Passive Repeater Back to Back dan Double Flat Reflector Menggunakan Pathloss5.0," *Journal Of Telecommunication, Electronics And Control Engineering (JTECE)*, vol. 1, p. 61, 2019.
- [6] O. Mariano, "Design Software for Terrestrial Line-of-Sight Communications Systems in the Philippines," *International Journal of Research in Wireless Systems*, vol. 1, no. 1, pp. 24-30, 2012.
- [7] R. L. Freeman, Telecommunication System Engineering, Fourth Edition, New York: A John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
- [8] R. L. Freeman, Radio System Design for Telecommunications, Third Edition, New York: John Wiley & Sons, 2007.
- [9] A. R. Mishra, Advanced Cellular Network Planning And Optimisation, West Sussex : A John Wiley & Sons, Ltd, 2007.
- [10] R. G. Winch, Telecommunication Transmission System Second Edition, New York: McGraw Hill, 1998.
- [11] W. Stallings, Data And Computer Communications Seventh Edition, New Jersey: Prentice Hall, 2003.
- [12] I. Sinclair, Electronic And Electrical Servicing Second Edition, Burlington: Elsevier Limited, 2002.
- [13] I. T. Union, "ITU-R Pn. 837-1 Characteristic of Preception for Propagation Modelling," *Geneva*, vol. 1, pp. 1-4, 1994.