JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 7, No. 2, Desember 2022, Hal. 233-242
Terakreditasi "**Peringkat 3"** oleh Kemenristek/BRIN, Nomor SK: 85/M/KPT/2020
DOI: 10.31544/jtera.v7.i2.2022.233-242
p-ISSN 2548-737X
e-ISSN 2548-8678

Perencanaan Jaringan Transmisi *Microwave* Menggunakan Teknik *Space* dan *Frequency Diversity* pada Wilayah Urban dan Rural

Agung Budiman, Anggun Fitrian Isnawati[#], Khoirun Ni'amah
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. D. I. Panjaitan No. 128 Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia
[#]anggun@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Dalam sistem komunikasi radio *microwave* akan sulit didapatkan kinerja komunikasi yang optimal jika pada lintasan *Line of Sight* (LoS) masih terjadi penghalang (*obstacle*) yang mengganggu proses transmisi. Performansi jaringan komunikasi radio *microwave* dinilai berdasarkan keandalan sistem (*availability*) jaringan radio. Untuk meningkatkan *availability* dapat dilakukan optimasi dengan *space diversity* dan *frequency diversity*. *Space diversity* adalah teknik optimasi dengan penggunaan antena *space diversity* yang mendampingi antena utama. *Frequency diversity* merupakan teknik *diversity* yang dapat mengoptimalkan jaringan gelombang mikro dengan menggunakan dua frekuensi gelombang mikro pada satu antena, baik pada sisi pemancar maupun penerima. Pada penelitian ini, dilakukan perancangan menggunakan aplikasi Pathloss 5.0. Nilai *non-diversity* daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang adalah 99,99529%. Pada *space diversity* bernilai 99,99988 meningkat 0,00459% dari *non diversity*. Pada *frequency diversity* bernilai 99,99952% meningkat 0,00423% dari *non-diversity*. *Space diversity* daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang mencapai *availability* yang lebih baik. Nilai *non-diversity* daerah rural *Site* Tanjung Pengharapan – *Site* sekapung adalah 99,98019%. Pada *space diversity* bernilai 99,99846% meningkat 0,01827% dari *non-diversity*. Pada *frequency diversity* bernilai 99,99399% meningkat 0,0138% dari *non-diversity*. *Space diversity* daerah rural *Site* Tanjung Pengharapan – *Site* sekapung mencapai *availability* yang lebih baik.

Kata kunci: gelombang mikro, *space diversity, frequency diversity, availability*

Abstract

In a microwave radio communication system, it will be difficult to obtain optimal communication performance if there are still obstacles on the Line of Sight (LoS) path that interfere with the transmission process. The performance of a microwave radio communication network is assessed based on the system reliability (availability) of the radio network. To increase availability, optimization can be done with space diversity and frequency diversity. Space diversity is an optimization technique by using a space diversity antenna that accompanies the main antenna. Frequency diversity is a diversity technique that can optimize microwave networks by using two microwave frequencies on one antenna, both on the transmitting and receiving sides. In this study, the design was carried out using the Pathloss 5.0 application. The non-diversity value for the urban area of the Batulicin Site – Tanjung Serdang Site is 99.99529%. In space diversity, the value is 99.99988, an increase of 0.00459% from non-diversity. The frequency diversity value is 99.99952%, an increase of 0.00423% from non-diversity. Space diversity urban area Batulicin Site – Tanjung Serdang Site achieved better availability. The non-diversity value for the rural area of the Tanjung Pengharapan Site – Sekapung Site is 99.98019%. In space diversity, the value is 99.99846%, an increase of 0.01827% from non-diversity. The frequency diversity value is 99.99399%, an increase of 0.0138% from non-diversity. Space diversity in the rural area of the Tanjung Pengharapan Site – Sekapung Site achieves better availability.

Keywords: *microwave, space diversity, frequency diversity, availability*

I. PENDAHULUAN

Dalam sistem komunikasi radio *microwave* akan sulit didapatkan kinerja komunikasi yang optimal jika pada lintasan *Line of Sight* (LOS) masih terdapat penghalang (*obstacle*) yang mengganggu proses transmisi [1]. Performansi jaringan komunikasi radio *microwave* dinilai berdasarkan

Diterima: 13 Juli 2022; Direvisi: 30 November 2022; Disetujui: 15 Desember 2022
JTERA, Vol. 7, No. 2, Desember 2022

© 2022 JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Politeknik Sukabumi

kehandalan sistem (*availability*) jaringan radio [2]. Untuk mengatasi efek *fading* yang dapat menurunkan kehandalan, dapat dilakukan optimasi dengan teknik *frequency diversity* dan teknik *space diversity* [3]. Teknik *frequency diversity* merupakan teknik *diversity* yang dapat mengoptimalkan jaringan gelombang mikro dengan menggunakan dua frekuensi gelombang mikro pada satu antena, baik pada sisi pemancar maupun penerima. *Space diversity* adalah teknik optimasi dengan penggunaan antena *space diversity* yang mendampingi antena utama [4].

Ada beberapa metode yang digunakan untuk kasus interferensi, atenuasi (pengurangan energi) dan *fading* yang dapat menurunkan kehandalan (*availability*) dengan menggunakan metode keragaman (*diversity*), baik *space diversity* maupun *frequency diversity* [2], [5]. Penelitian yang dilakukan [6] pada *link* daratan dan *link* di atas laut dengan menggunakan spasi maksimum (200λ) antar antena dapat meningkatkan keandalan dan kinerja jaringan secara maksimal. Berdasarkan penelitian [7] dengan teknik *frequency diversity* dengan rentang frekuensi 6% lebih baik dari pada tanpa menggunakan teknik *diversity* dengan peningkatan nilai *availability*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jaringan transmisi *microwave* performansi teknik *space diversity* dan teknik *frequency diversity* sebagai fungsi optimasi pada daerah urban dan daerah rural serta untuk membandingkan performasi sistem *non diversity* yang digunakan. Kajian terkait menggunakan *space diversity* dan *frequency diversity* masih terbatas khususnya di bidang telekomunikasi, sehingga penelitian yang dilakukan oleh peneliti ini masih perlu ditingkatkan. Prinsip kerja dari transmisi *microwave* ini adalah adanya parameter *link budget* yaitu perhitungan tingkat daya yang dilakukan untuk memastikan bahwa tingkat daya yang diterima lebih besar atau sama dengan tingkat daya pancar, tujuannya adalah untuk menjaga keseimbangan antara *gain* dan *loss* dari antena pengirim (Tx) ke antena penerima (Rx) [8]. Dalam penelitian ini, teknik *space diversity* dan *frequency diversity* dipilih berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fajar Fahrian serta bukti kinerja dari perbandingan ketiga metode yang digunakan [5].

II. METODE PENELITIAN

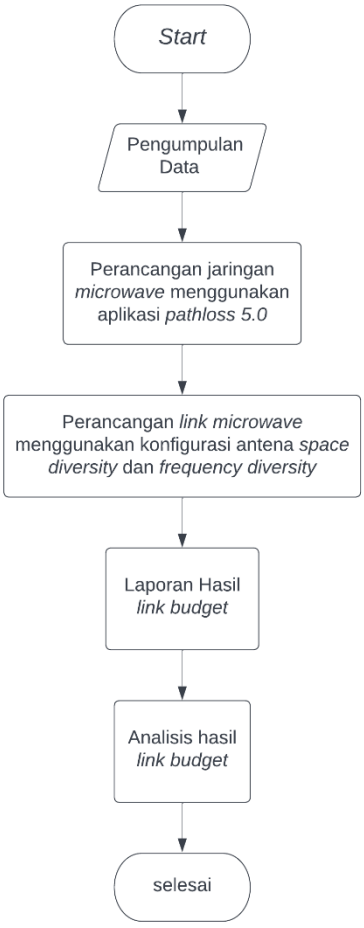
Penelitian ini menggunakan simulasi untuk menganalisis performansi teknik *space diversity* dan teknik *frequency diversity*. Model simulasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan program aplikasi Pathloss 5.0. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

A. Penentuan Masalah

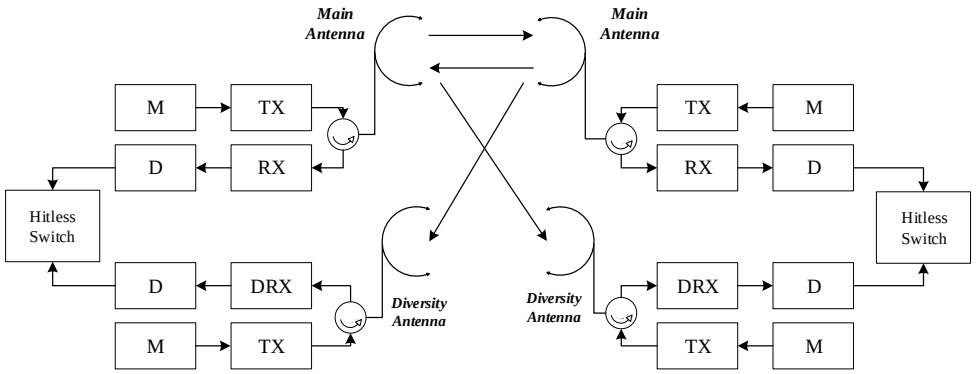
Penelitian dengan menggunakan teknik *space diversity* dan teknik *frequency diversity* masih terbatas pada penelitian terkait khususnya di bidang telekomunikasi. Permasalahan yang diteliti adalah bagaimana performansi *space diversity* dan *frequency diversity* pada daerah urban dan daerah rural kemudian membandingkan hasilnya antara yang menggunakan *space diversity* dan *frequency diversity* dengan yang tidak menggunakan teknik diversity (*non diversity*).

B. Pemodelan Sistem

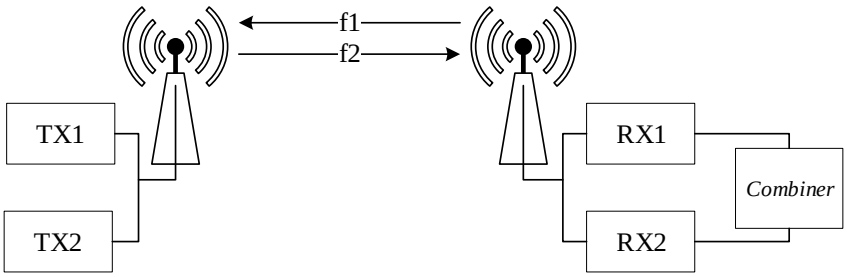
Penelitian ini memodelkan *space diversity* dan *frequency diversity* sebagai fungsi pengoptimasi yang ditunjukan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. *Flowchart* penelitian



Gambar 2. Blok diagram sistem konfigurasi *space diversity*



Gambar 3. Blok diagram sistem konfigurasi *frequency diversity*

Penjelasan dari Gambar 2 *space diversity* adalah sebagai berikut:

1. Modulator
   Suatu rangkaian yang berfungsi untuk melakukan proses modulasi, yaitu proses "melapisi" data pada frekuenci pembawa (sinyal pembawa) ke dalam suatu sinyal informasi/pesan sehingga dapat dikirimkan melalui media udara [9].
2. TX (sinyal keluar)
   Antena memancarkan gelombang elektromagnetik ke udara bebas di sekitarnya.
3. *Main Antenna*
   Perangkat yang *relay* antara saluran transmisi dan ruang hampa dan sebaliknya; perangkat yang mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan merambat di udara, atau sebaliknya, menerima sinyal gelombang elektromagnetik di udara dan mengubahnya menjadi sinyal listrik [9].
4. RX (sinyal terima)
   Antena yang menangkap energi pancaran gelombang elektromagnetik luar ruangan.
5. Demodulator
   Proses mendapatkan kembali data atau proses membaca data dari sinyal yang diterima dari pengirim.
6. *Diversity Antenna*
   Penerima dan berfungsi sebagai *hot-standby*, dimana apabila antena utama terganggu atau rusak maka antena *diversity* bertindak sebagai antena utama yang biasa disebut dengan *hot antenna* 1+1 konfigurasi *standby* [9].
7. DRX (*Diversity* sinyal terima)
   Antena diversity yang menangkap energi pancaran gelombang elektromagnetik di udara.
8. *Hitless Switch*
   Penggabungan sinyal yang diterima.

Sedangkan penjelasan dari Gambar 3 *frequency diversity* adalah sebagai berikut:

1. TX 1
   Memancarkan gelombang elektromagnetik ke udara bebas di sekitarnya dengan *main bandwidth frequency carrier*.
2. TX 2
   Memancarkan gelombang elektromagnetik ke udara bebas disekitarnya dengan perbedaan *bandwidth frequency carrier* sebesar 6% untuk menghindari interferensi [9].
3. RX 1
   Receiver yang menangkap energi pancaran gelombang elektromagnetik *main bandwidth frequency carrier* di udara.
4. RX 2
   Receiver yang menangkap energi pancaran gelombang elektromagnetik *bandwidth frequency carrier* yang berbeda di udara.

5. *Combiner*
   Proses dilakukannya *combining* untuk mendapatkan estimasi data yang dikirimkan.

C. Simulasi Pathloss 5.0

Proses perancangan teknik *space diversity* dan teknik *frequency diversity* dilakukan dengan menggunakan *software Pathloss 5.0.*

D. Membandingkan Teori Dengan Simulasi

Pada titik ini, penulis melihat perbandingan antara hasil perancangan pada *output Pahloss 5.0* dalam bentuk tabel.

E. Analisis Hasil

Langkah ini merupakan langkah terakhir untuk mengetahui bagaimana performansi teknik *space diversity* dan performansi teknik *frequency diversity* pada daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang dan daerah rural *Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Non Diversity

Konfigurasi yang digunakan dalam perancangan adalah *non-diversity* yang kemudian diubah menjadi *space diversity* dan *frequency diversity*. Parameter *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP), *Received Signal Level* (RSL), *Hoploss, Thermal Fade Margin, Availability* digunakan sebagai parameter pengujian rancang bangun. Analisis dilakukan dengan membandingkan sebelum performansi, performansi *space diversity*, dan performansi *frequency diversity*.

Data masukan berupa data *longitude, latitude* dan peta dan Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan hasil data masukan.

Untuk dapat mengonversi data ke *path profile*, langkah pertama adalah memasukan data koordinat *longitude* dan *latitude* masing masing *site* ke dalam perangkat lunak *Pathloss 5.0*, sehingga rancang kerja komputasi *on-system* perangkat.

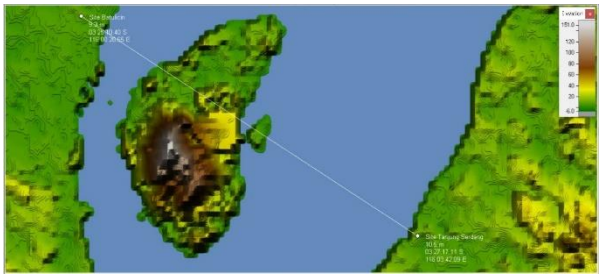
Pada tahap rancang bangun konfigurasi non diversity beroperasi pada 6 GHz dan polarisasi vertikal. Jarak antara daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin adalah 7,13 km dan daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung 11,73 km. Konfigurasi antena *non – diversity* daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin menggunakan antena Andrew Corporation HSX4-59, diameter 1,22 m dan *gain* antena 34,40 dBi sedangkan daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung menggunakan antena Gabriel Electronics, Inc. UCC8X-59CSE®, diameter 2,44 m dan gain 41,10 dBi, konfigurasi antena dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Untuk konfigurasi saluran transmisi menggunakan kabel power/ *feeder* sebagai penghubung antara ODU (*outdoor unit*) IDU (*indoor unit*), model kabel power/ *feeder* untuk daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin yang digunakan adalah EWP52, Panjang kabel di setiap lokasi ditambah 2 m di Tanjung Serdang dan 52 m di lokasi Batulicin. Pada saluran transmisi dengan rugi-rugi saluran unit Tx sebesar 3,93 dB/100m dan rugi rugi konektor sebesar 0.5 dB, sedangkan model kabel power/ *feeder* untuk daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung adalah EWP63, Panjang kabel disetiap lokasi ditambah 2,5m menjadi 39m Tanjung Pengharapan dan 39 m di lokasi sekapung. Pada saluran transmisi dengan rugi-rugi saluran unit Tx sebesar 4,82 dB/100m dan rugi rugi konektor sebesar 0,5 dB, konfigurasi saluran transmisi dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.

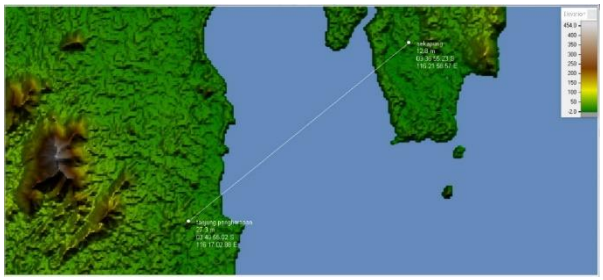
Konfigurasi radio *non-diversity* yang dioptimalkan daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin menggunakan Alcatel Network System model MDR-6704-4 dengan daya 29 dBm, Rx threshold criteria 1E-3 BER, Rx *threshold level* -84 dBm dan Konfigurasi radio *non-diversity* yang dioptimalkan daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung menggunakan NEC model iPASO NHG2 6G dengan daya 21 dBm, Rx *threshold criteria* 1E-3 BER, Rx threshold level sebesar -72,50 dBm, *microwave* konfigurasi radio dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11. Model cuaca yang digunakan di daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin dan daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung menggunakan daerah ITU-P karena Indonesia merupakan negara tropis yang cenderung memiliki curah hujan yang tinggi. Optimalisasi *non – diversity* menggunakan 1 kanal frekuensi, daerah urban *site* Serdang dan daerah *rural* sekapung menggunakan frekuensi tinggi 6182,415 MHz sedangkan daerah urban *site* Batulicin dan daerah *rural site* Tanjung Pengharapan menggunakan frekuensi rendah 5930,375 MHz. Pola cuaca data dilihat pada Gambar 12, untuk konfigurasi saluran pada Gambar 13.

Pada analisis transmisi optimasi *non-diversity*, EIRP daerah urban *site* Tanjung Serdang adalah 60,36 dBm dan 60,36 dBm di *Site* Batulicin, sinyal yang diterima adalah -33,44 dBm di kedua *site*, *thermal fade margin* adalah 50,56 dB di kedua *site* dan *availability* 99,99529%. Sedangkan EIRP daerah *rural site* Tanjung Pengharapan sebesar 59,20 dBm dan 59,20 dBm di *Site* sekapung, sinyal yang diterima adalah -32,12 dBm di kedua *site*,

thermal fade margin adalah 40,38 dB di kedua *site* dan *availability* 99,98019%. Hasil analisis optimasi *non-diversity* dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.



Gambar 4. *Path profile* daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin pada *Pathloss* 5.0



Gambar 5. *Path profile* daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung pada *Pathloss* 5.0

Antennas TR - TR

	Site Batulicin	Site Tanjung Serdang
Antenna model	HSX4-59	HSX4-59
Antenna diameter (m)	1.22	1.22
Antenna height (m)	50.00	50.00
Antenna gain (dBi)	34.40	34.40
Radome loss (dB)		
Antenna file name	0832	0832
Antenna 3 dB beamwidth H (°)	3.00	3.00
Antenna 3 dB beamwidth E (°)	3.00	3.00
True azimuth (°)	123.10	303.10
Vertical angle (°)	-0.01	-0.03
Antenna azimuth (°)		
Antenna downtilt (±°)		
Orientation loss (dB)		

Gambar 6. Konfigurasi antena optimasi *non-diversity* daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin

Antennas TR - TR

	tanjung pengharapan	sekapung
Antenna model	UCC8X-59CSE(R)	UCC8X-59CSE(R)
Antenna diameter (m)	2.44	2.44
Antenna height (m)	37.00	37.00
Antenna gain (dBi)	41.10	41.10
Radome loss (dB)		
Antenna file name	g5202	g5202
Antenna 3 dB beamwidth H (°)	1.40	1.40
Antenna 3 dB beamwidth E (°)	1.40	1.40
True azimuth (°)	51.09	231.09
Vertical angle (°)	-0.11	0.03
Antenna azimuth (°)		
Antenna downtilt (±°)		
Orientation loss (dB)		

Gambar 7. Konfigurasi antena optimasi *non-diversity* daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung

Transmission lines TR - TR (50.0 - 50.0 m)

	Site Batulicin	Site Tanjung Serdang
TX line model	EWP52	EWP52
TX line length (m)	52.00	52.00
TX line unit loss (dB/100m)	3.93	3.93
TX line loss (dB)	2.04	2.04
Connector loss (dB)	0.50	0.50

Gambar 8. Konfigurasi *transmission lines* optimasi *non-diversity* daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin

Transmission lines TR - TR (37.0 - 37.0 m)

	tanjung pengharapan	sekapung
TX line model	EWP63	EWP63
TX line length (m)	39.50	39.50
TX line unit loss (dB/100m)	4.82	4.82
TX line loss (dB)	1.90	1.90
Connector loss (dB)	0.50	0.50

Gambar 9. Konfigurasi *transmission lines* optimasi *non-diversity* daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung

Microwave

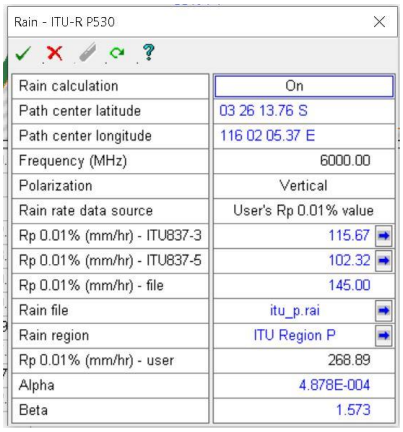
	Site Batulicin	Site Tanjung Serdang
Radio model	MDR-6704-4	MDR-6704-4
Emission designator	1M25D7W	1M25D7W
Radio file name	6706-4	6706-4
TX power (watts)	0.79	0.79
TX power (dBm)	29.00	29.00
RX threshold criteria	1E-3 BER	1E-3 BER
RX threshold level (dBm)	-84.00	-84.00
Maximum receive signal (dBm)	-8.00	-8.00
Signature delay (ns)		
Signature width (MHz)		
Signature depth min phase (dB)		
Signature depth nonmin phase (dB)		

Gambar 10. Konfigurasi *radio microwave* optimasi *non-diversity* daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin

Microwave

	tanjung pengharapan	sekapung
Radio model	iPASO NHG2 6G 110MB	iPASO NHG2 6G 110MB
Emission designator	14M00D7W	14M00D7W
Radio file name	ipaso 6g 256q14	ipaso 6g 256q14
TX power (watts)	0.13	0.13
TX power (dBm)	21.00	21.00
RX threshold criteria	1E-3 BER	1E-3 BER
RX threshold level (dBm)	-72.50	-72.50
Maximum receive signal (dBm)	-20.00	-20.00
Signature delay (ns)	6.30	6.30
Signature width (MHz)	12.00	12.00
Signature depth min phase (dB)	26.00	26.00
Signature depth nonmin phase (dB)	25.00	25.00

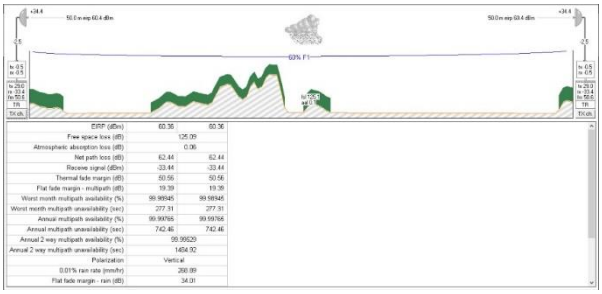
Gambar 11. Konfigurasi *radio microwave* optimasi *non-diversity* daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung



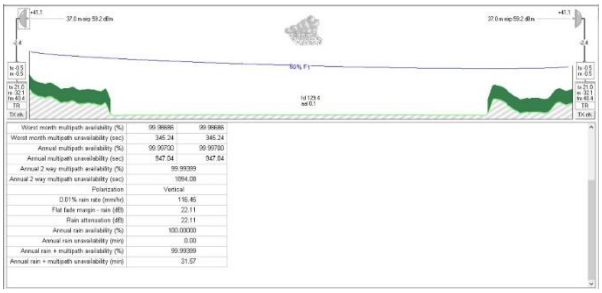
Gambar 12. Konfigurasi cuaca optimasi *non-diversity* daerah urban dan daerah rural



Gambar 13. Konfigurasi kanal frekuensi optimasi *non-diversity* daerah urban dan daerah rural



Gambar 14. *Transmission analysis* optimasi *non-diversity* daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin



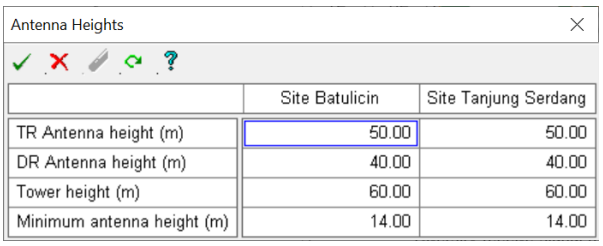
Gambar 15. *Transmission analysis* optimasi *non-diversity* daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung

B. Hasil Rancang Bangun Space Diversity

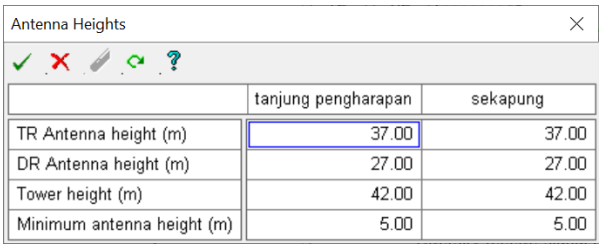
Pada konfigurasi *Space diversity* dengan menggunakan 2 atau lebih antena pada sisi pemancar dan sisi penerima, terdapat optimasi untuk *space diversity* yaitu 200 λ. Pengaturan antena TR tidak berubah pada setiap optimasi dan pengaturan DR sama dengan pengaturan TR pada setiap optimasi, di daerah urban *site* Tanjung Serdang pada 50 m - *Site* Batulicin pada 50 m dan daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan pada 37 m – *Site* Sekapung 37 m. Pada optimasi 200 λ dengan jarak antena 10 m dari antena TR, tinggi antena DR untuk daerah urban *site* Tanjung Serdang pada 40 m - *Site* Batulicin pada 40 m dan daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan pada 27 m – *Site* Sekapung 27 m, dapat dilihat pada Gambar 16 dan Gambar 17.

Untuk konfigurasi saluran transmisi menggunakan kabel power sebagai penghubung antara ODU (*outdoor unit*) dan IDU (*indoor unit*), panjang kabel disetiap *site* diperpanjang 2 m. Pada konfigurasi transmission line antena *space diversity* DR terdapat beberapa perbedaan, karena optimasi jarak antena mempengaruhi ketinggian antena *space diversity* DR. untuk optimasi 200 λ dengan jarak 10 m dari antena utama, panjang kabel feeder yang digunakan di daerah urban *site* Tanjung Serdang adalah 42 m dan *Site* Batulicin 42 m. pada saluran transmisi terdapat rugi – rugi saluran satuan TX sebesar 3,93 dB/100m dan connector loss sebesar sebesar 0,5 dB model kabel EWP 52, untuk daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan adalah 27 m dan *Site* Sekapung adalah 27 m, pada saluran transmisi terdapat rugi – rugi saluran satuan TX sebesar 4,82 dB/100m dan connector loss sebesar sebesar 0,5 dB model kabel EWP 63. Konfigurasi *link* dapat dilihat pada Gambar 18 dan Gambar 19.

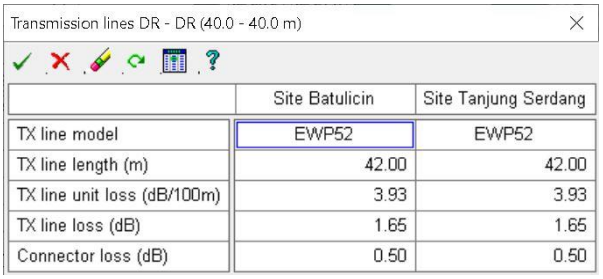
Berdasarkan hasil optimasi dapat diketahui bahwa di daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin hasil optimasi *space diversity* dengan jarak antena 200 λ diklaim optimal dengan nilai main receive signal -33,44 dBm, diversity receive signal -33,04 dan *availability* 99,99988%. Pada daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung hasil optimasi *space diversity* dengan jarak antena 200 λ diklaim optimal dengan nilai *main receive signal* -32,07 dBm, *diversity receive signal* -31,59, dan *availability* 99,99846%. hasil optimasi analisis transmisi *space diversity* daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin dan daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung dengan antena jarak 200 λ dapat dilihat pada Gambar 20 dan Gambar 21.



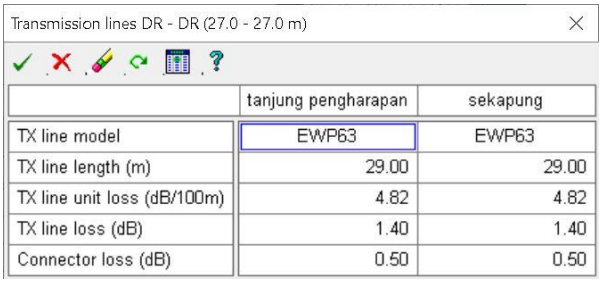
Gambar 16. Konfigurasi ketinggian antena optimasi *space diversity* 200 λ daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin



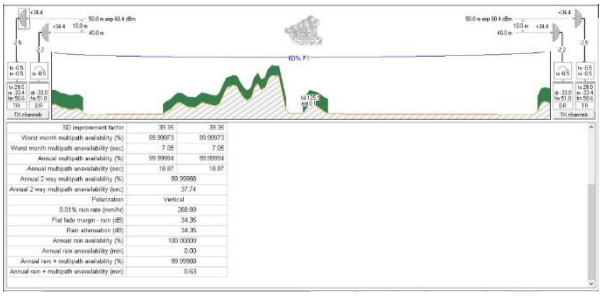
Gambar 17. Konfigurasi ketinggian antena optimasi *space diversity* 200 λ daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung



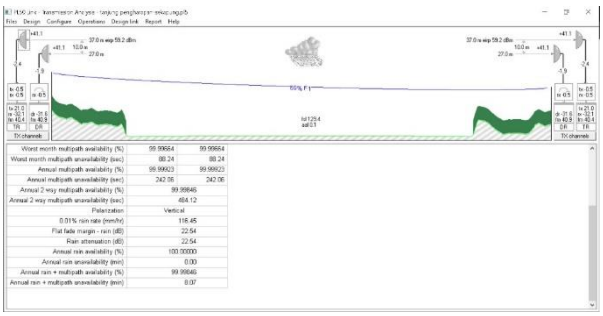
Gambar 18. Konfigurasi *transmission lines DR* optimasi 200 λ *space diversity* daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin



Gambar 19. Konfigurasi *transmission lines DR* optimasi 200 λ *space diversity* daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung



Gambar 20. *Transmission analysis* optimasi *space diversity* 200 λ daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin

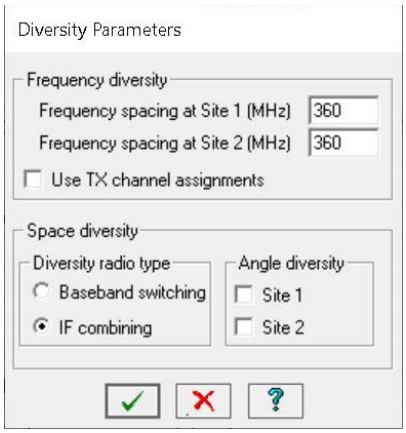


Gambar 21. *Transmission analysis* optimasi *space diversity* 200 λ daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung

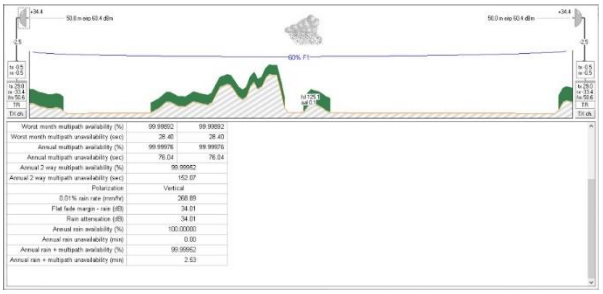
C. Hasil Rancang Frequency diversity

Pada optimasi *frequency diversity*, dua frekuensi digunakan pada satu antena, dengan optimasi *multiple frequency spacing* 360 MHz. Untuk optimasi *diversity* di daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin dan daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung dengan menggunakan 360 MHz *frequency spacing*, dapat dilihat pada Gambar 22.

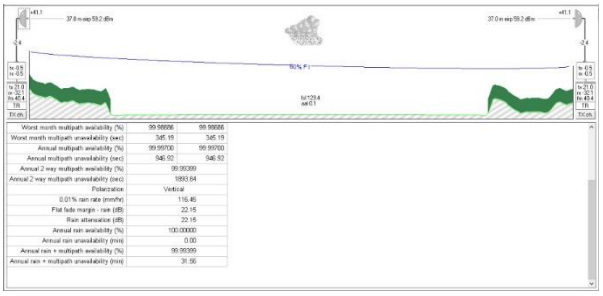
Berdasarkan hasil optimasi dapat diketahui bahwa di daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin hasil optimasi *frequency diversity* 360 MHz diklaim optimal dengan nilai main receive signal -33,44 dBm dan *availability* 99,99952%. Dan di daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung hasil optimasi *frequency diversity* 360 MHz dan diklaim optimal dengan nilai *main receive signal* -32,07 dBm dan *availability* 99,99399%. Hasil optimasi analisis transmisi *space diversity* daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin dan daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung dengan *frequency diversity* 360 MHz dapat dilihat pada Gambar 23 dan Gambar 24.



Gambar 22. Konfigurasi *frequency spacing* 360 MHz *frequency diversity*



Gambar 23. *Transmission frequency diversity* 360 MHz daerah urban *site* Tanjung Serdang - *Site* Batulicin



Gambar 24. *Transmission analysis* optimasi *frequency diversity* 360 MHz daerah *rural Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung

D. Analisis Pengaruh Optimasi Terhadap Nilai Availability Di Daerah Urban

Pada konfigurasi non *diversity* daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang, nilai *availability* bernilai 99,99529%. Sehingga dapat dikatakan bahwa konfigurasi *non diversity* tidak direkomendasikan untuk *link* gelombang mikro antar pulau. Pada optimasi *space diversity* optimasi dengan jarak antena 200λ daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang bernilai 99,99988%. Pada optimasi frequency diversity jarak frekuensi 360 MHz pada daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang bernilai 99,99952%. Faktor curah hujan tidak berpengaruh pada parameter RSL dan *thermal fade margin* sehingga optimasi gabungan *space diversity* jarak antena 200λ dapat menangani kendala RSL, *thermal fade margin* dan *availability* standar yang responsif [9]. Penambahan *space diversity* pada daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang dikatakan lebih efisien untuk menangani sistem komunikasi saluran udara jangka panjang.

Tabel 1. Hasil optimasi berdasarkan hasil *Pathloss 5.0* konfigurasi *space diversity* dan *frequency dari non diversity* pada daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang

Parameter	Konfigurasi Antena		
	Non Div	Space Div	Frequency Div
Availability (%)	99,99529	99,99988	99,99952
Peningkatan (%)	-	0,00459	0,00423

Seperti terlihat pada Tabel 1, hasil optimasi *space diversity* dikatakan lebih baik daripada konfigurasi *non diversity*. Pada optimasi *space diversity* mendapatkan nilai terbaik.

E. Analisis Pengaruh Optimasi Terhadap Nilai Availability Di Daerah Rural

Pada konfigurasi non *diversity* daerah rural *Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung, nilai *availability* bernilai 99,98019%. Sehingga dapat dikatakan bahwa konfigurasi *non diversity* tidak direkomendasikan untuk *link* gelombang mikro antar pulau. Pada optimasi *space diversity* optimasi dengan jarak antena 200λ daerah rural *Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung bernilai 99,99846%. Pada optimasi frequency diversity jarak frekuensi 360 MHz pada daerah rural *Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung bernilai 99,99399%. Faktor curah hujan tidak berpengaruh pada parameter RSL dan *thermal fade margin* sehingga optimasi gabungan *space diversity* jarak antena 200λ dapat menangani kendala RSL, *thermal fade margin* dan *availability* standar yang responsif [9]. Penambahan *space diversity* pada daerah rural *Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung dikatakan lebih efisien untuk menangani sistem komunikasi saluran udara jangka panjang.

Tabel 2. Hasil optimasi berdasarkan hasil *Pathloss 5.0* konfigurasi *space diversity* dan *frequency dari non diversity* pada daerah rural *Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung

Parameter	Konfigurasi Antena		
	Non Div	Space Div	Frequency Div
Availability (%)	99,98019	99,99846	99,99399
Peningkatan (%)	-	0,01827	0,0138

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan rancang bangun yang dilakukan dan hasil yang diperoleh, penelitian dapat menyimpulkan bahwa Nilai *non-diversity* pada daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang hasil *report Pathloss 5.0* adalah 99,99529%. Pada *space diversity* berdasarkan simulasi *Pathloss 5.0* terjadi peningkatan sebesar 0,00459% menjadi 99,99988%. Pada *frequency diversity* berdasarkan simulasi Pathloss 5.0 terjadi peningkatan sebesar 0,00423% menjadi 99,99951%. Nilai ini menunjukkan bahwa konfigurasi sistem *space diversity* mencapai keandalan (*Availability*) yang lebih baik pada daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang.

Nilai *non diversity* daerah rural *Site* Tanjung Pengharapan – *Site* Sekapung hasil *report Pathloss 5.0* adalah 99,98019%. Pada *space diversity*, nilai

uptime (*Availability*) meningkat 0,01827% menjadi 99,99846%. Pada *frequency diversity*, nilai *availability* hasil *report Pathloss 5.0* adalah 99,99399% terjadi peningkatan sebesar 0,0138%.

Untuk penelitian selanjutnya, penulis menyarankan untuk menambahkan *passive repeater* pada daerah urban dan menggunakan *space diversity* 200λ ataupun menggunakan *frequency diversity* dibawah 6% sehingga penelitian terkait teknik *space diversity* dan teknik *frequency diversity* pada daerah urban *Site* Batulicin – *Site* Tanjung Serdang dan daerah rural *site* Tanjung Pengharapan – *site* Sekapung menggunakan *software Pathloss 5.0* dapat lebih disempurnakan kembali.

REFERENSI

[1] D. B. Liu, E. Wahyudi, And E. S. Nugraha, "Pengaruh *Space Diversity* Terhadap Peningkatan *Availability* Pada Jaringan *Microwave* Lintas Laut Dan Lintas Pegunungan," *J. Elektro Dan Telekomun. Terap.*, vol. 4, no. 2, pp. 541, 2017.

[2] E. Oktaviasari, "Analisis Interferensi *Link* Gelombang Mikro Pada Daerah Urban Dan Rural Menggunakan *Software Pathloss 5.0* " *Institut Teknologi Telkom Purwokerto*, 2018.

[3] S. H. Triwibowo, E. Wahyudi, And S. Larasati, "Perbandingan Penggunaan Teknik *Diversity* Pada Jaringan Gelombang Mikro Di Lingkungan Danau," *J. Nas. Tek. Elektro Dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 3, pp. 290, 2019.

[4] A. P. Simanihuruk, "Analisis Optimasi *Space Diversity* Dan *Frequency Diversity* Terhadap Pengaruh *Multipath Fading* Pada Komunikasi Gelombang Mikro Di Daerah Pegunungan," *Institut Teknologi Telkom Purwokerto*, 2020.

[5] F. Fahrian, "Analisis Implementasi *Space Diversity* & *Frequency Diversity* Terhadap Nilai *Availability* Menggunakan Pathloss 5.0 Studi Kasus Di Pt. Alita Praya Mitra," *Institut Teknologi Telkom Purwokerto*, 2020.

[6] A. N. Prima, "Pengaruh Spasi Antar Antena Dalam Perancangan Jaringan Radio Gelombang Mikro Dengan Teknik *Space Diversity*," *Institut Teknologi Telkom Purwokerto*, 2018.

[7] A. Shabrina, "Analisis Implementasi *Frequency Diversity* Terhadap *Nilai Availability System* Pada Wilayah Urban Dan Rural," *J. Elektro Dan Telekomun. Terap.*, Vol. 7, No. 1, P. 805, 2020.

[8] Y. Natali, "Perancangan *Link* Transmisi *Microwave* Menggunakan Teknik *Space Diversity*," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 9, no. 3, 2018.

[9] M. A. Kurnia, E. Wahyudi, And S. Larasati, "Perbandingan Perfomansi *Hybrid Diversity* Dan *Space*," *J. Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 285–292, 2020.