

PERBANDINGAN PENGGUNAAN SISTEM SMART ANTENNA MIMO DAN MISO DENGAN TEKNIK OFDM

Hathfina Ghesani Aljrine ¹⁾, Sopian Soim ²⁾, Irawan Hadi ³⁾

^{1),2),3)} Teknik Elektro, Program Studi Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar Palembang
Email : ghathfina_orin@yahoo.co.id

Abstrak. Dalam perkembangan teknologi telekomunikasi, telah banyak inovasi yang terus dikembangkan dalam peningkatan kinerja proses pengiriman dan penerimaan data. Adapun penggunaan smart antenna dengan menggunakan banyak antena seperti MISO dan MIMO, kini sedang menjadi perhatian dalam proses transmisi data. Pada proses transmisi juga dapat menggunakan salah satu teknik yaitu OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) yang dapat membantu menghilangkan efek delay spread dan memberikan keuntungan yang lebih baik pada proses pengiriman sinyal (data), dan membuat fungsi dari sistem smart antenna menjadi lebih menguntungkan. Pada paper ini akan membahas perbandingan dari penggunaan sistem MISO dan MIMO serta pengaruhnya dalam penggabungan teknik OFDM, dimana MIMO merupakan sistem smart antena yang lebih berkembang dari sistem sebelumnya (MISO), karena menggunakan lebih banyak antena pada sisi pengirim dan penerima. Yang pada akhirnya, berdasarkan pengaruh SNR akan menghasilkan kapasitas kanal lebih banyak. Hal ini membuat pengaruh proses pengiriman dan penerimaan data lebih baik serta membantu mengatasi redaman (multipath fading). Teknik ini dapat dijadikan solusi dalam pembaharuan teknologi yang dapat di terapkan pada antena mikrostrip yang memiliki ukuran dan bentuk yang kecil dan banyak digunakan pada perangkat telekomunikasi.

Kata kunci : MIMO, MISO, OFDM, Antena Mikrostrip.

1. Pendahuluan

Antena adalah suatu alat yang dapat mengubah besaran listrik dari saluran transmisi menjadi suatu gelombang elektromagnetik yang akan diradiasikan ke udara bebas. Sebaliknya antena juga dapat menangkap gelombang elektromagnetik dari udara bebas dan kemudian dijadikan besaran listrik kembali melalui saluran transmisi[1]. Sebagai komponen penting, antena merupakan suatu sistem transmisi yang digunakan dalam penyaluran informasi (sinyal radio) ke udara, yang memiliki dua bagian, yaitu Transmitter (pengirim) dan Receiver (penerima). Dalam perkembangannya, antena memiliki bentuk dan fungsi yang berbeda-beda, termasuk antena yang kini sedang banyak digunakan di kalangan jaringan telekomunikasi, yaitu antena mikrostrip.

Antena mikrostrip adalah sebuah antena ringan, profil rendah, dan sesuai untuk aplikasi ruang angkasa dan *mobile*, terdiri dari *grounded*, *substrat* dan *patch metalization* yang memiliki spesifikasi dari ukuran dan bentuk yang kecil yang sesuai dengan perangkat telekomunikasi seperti saat ini. Antena ini dapat digunakan pada aplikasi transmisi dan penerima daya rendah karena memiliki kemampuan dalam mengatasi daya rendah [11]. Pada sebuah antena, diperlukannya teknik khusus atau sistem *smart antenna* yang dapat mempengaruhi sistem kerja, kapasitas dari antena tersebut, dan dapat mengurangi atau menghapuskan gangguan yang disebabkan oleh multipath fading.

Dalam perkembangannya, *smart antenna* mengalami perubahan yang signifikan, mulai dari kategori sistem SISO (*Single Input Single Output*), SIMO (*Single Input Multiple Output*), MISO (*Multiple Input Single Output*), hingga kategori sistem antena yang kini populer dikalangannya yaitu MIMO (*Multiple Input Multiple Output*). Sesuai dengan namanya, kategori ini memiliki fungsi fisik yang berbeda beda, berdasarkan jumlah antena pemancar dan penerima yang dimiliki. Perkembangan sistem antena yang mulai menjadi tren saat ini yaitu MIMO, dimana sistem ini dibandingkan dengan kinerja sistem dari antena sebelumnya, yaitu sistem MISO.

Pada saat ini, lebar pita (bandwidth) menjadi sebuah tantangan karena merupakan sesuatu hal yang penting dalam komunikasi nirkabel, yang membutuhkan efisiensi dalam pemakaian lebar pita. OFDM

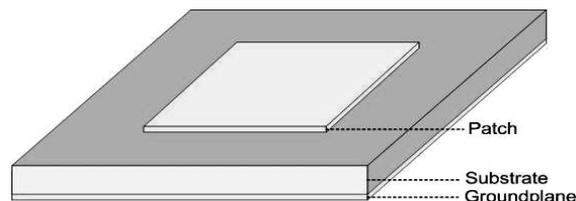
(*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) merupakan salah satu teknik yang dapat dimanfaatkan untuk mengefisienkan penggunaan bandwidth kanal transmisi data yang menggunakan beberapa sinyal pembawa (*carrier*) dengan frekuensi yang saling tegak lurus (*orthogonal*). Teknik OFDM memungkinkan terjadinya penggunaan efisiensi *bandwidth*. Teknik OFDM menggunakan beberapa frekuensi *carrier*, dimana antara frekuensi *carrier* tersebut dapat menggunakan frekuensi yang sama. Walaupun menggunakan frekuensi yang sama akan tetapi antara frekuensi *carrier* tidak saling interferensi, karena antara frekuensi *carrier* menggunakan frekuensi yang saling *orthogonal* [2].

Dari fungsi penggunaan teknik OFDM dan *smart antenna*, maka akan dibuat sebuah paper yang akan membahas dan membatasi masalah dalam paper ini, yaitu membandingkan pengaruh dari penggabungan teknik OFDM terhadap sistem *smart antenna* MISO (OFDM-MISO) dan MIMO (OFDM-MIMO). Sehingga dari perbandingan teknik ini dapat di implementasikan dengan baik pada perkembangan antena mikrostrip.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Antena Mikrostrip

Berdasarkan pembagian katanya, yaitu *micro* (sangat tipis/kecil) dan *strip* (bilah/potongan), antena mikrostrip di artikan sebagai salah satu jenis antena yang memiliki bentuk seperti bilah/potongan yang mempunyai ukuran sangat tipis/kecil. Antena mikrostrip memiliki tiga lapisan bahan yaitu elemen peradiasi (*patch*) yang memiliki beberapa bentuk seperti bujur sangkar (*square*), persegi panjang (*rectangular*), dan lingkaran (*circular*), lalu memiliki elemen substrat (*substrate*), dan elemen pentanahan (*groundplane*). Berdasarkan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa kemampuan beroperasi antena mikrostrip diatur oleh bentuknya. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini memperhatikan bentuk dan ukuran [3][4][5].



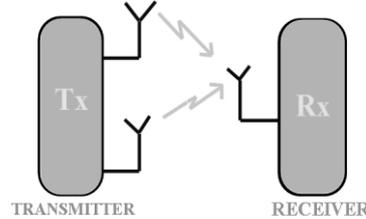
Gambar 1. Struktur Antena Mikrostrip Secara Umum [5]

Adapun kelebihan dan kekurangan yang dimiliki antena mikrostrip, sebagai berikut :

- Kelebihan :
 1. Mempunyai berat yang ringan
 2. Bentuk dan ukuran yang kecil
 3. Bisa menghasilkan lebih dari satu polarisasi linear dan juga polarisasi sirkular
 4. Mudah difabrikasi dengan biaya yang murah
 5. Menghasilkan lebih frekuensi kerja
 6. Mudah diintegrasikan dengan *microwave integrated circuit* lainnya
- Kekurangan :
 1. Timbulnya *surface wave* (gelombang permukaan)
 2. Terdapat kemurnian polaritas yang rendah
 3. Memiliki bandwidth yang sempit
 4. Mempunyai gain yang kecil
 5. Efisiensi yang rendah

1.2.2. MISO (*Multiple Input Single Output*)

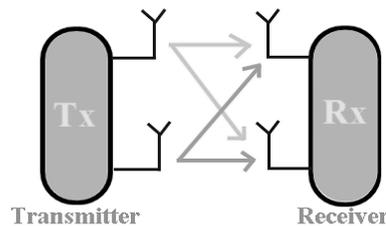
Multiple Input Single Output atau yang biasa disingkat MISO, merupakan generasi ke tiga dari *smart antenna* setelah SISO dan SIMO. Pada Teknologi MISO, terdapat dua atau lebih antenna pada pengirim (transmitter) dan satu antenna atau antenna tunggal pada penerima (receiver), yang berfungsi untuk memperbaiki jarak transmisi dan memberikan pengaruh pada multipath fading.



Gambar 2. Konfigurasi Komunikasi Sistem MISO (*Multiple Input Single Output*)

1.2.3. MIMO (*Multiple Input Multiple Output*)

Penggunaan teknologi pada sistem komunikasi wireless digital, khususnya pada teknologi LTE, diperlukan suatu *smart antenna* yang kini sedang populer dikalangannya, yaitu Multiple Input Multiple Output (MIMO). MIMO merupakan generasi terbaru dari sistem smart antenna. Sama dengan sistem MISO, mimo juga berfungsi untuk memberikan pengaruh, memperbaiki efek negative yang disebabkan oleh multipath fading.

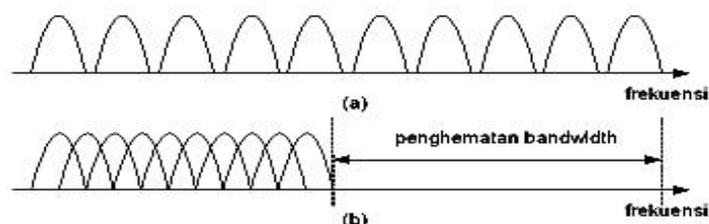


Gambar 3. Konfigurasi Komunikasi Sistem MIMO (*Multiple Input Multiple Output*)

Pada sistem MIMO menggunakan dua atau lebih antenna pada bagian Transmitter dan Receiver (*diversity*). Berbeda dengan sistem antenna konvensional yang rentan dengan multipath, sistem MIMO justru sangat baik untuk meningkatkan data rate dalam range yang lebih besar tanpa membutuhkan bandwidth atau daya yang lebih besar karena memiliki jumlah antenna pada kedua bagian (transmitter dan receiver).

1.2.4. Teknik OFDM

Teknik OFDM merupakan perkembangan dari *frequency division multiplexing* (FDM). Pada OFDM, untuk menghilangkan efek *delay spread*, bandwidth sinyal dibagi menjadi banyak *sub channel* yang kemudian ditransmisikan secara paralel. *Sub-channel* yang berdekatan saling *overlapped* dengan menjaga sifat *orthogonalitas* sehingga *bandwidth* lebih efisien. Karena sifat ortogonalitas ini, maka antar *subcarrier* yang berdekatan bisa dibuat *overlapping* tanpa menimbulkan efek *intercarrier interference* (ICI). Hal ini membuat sistem OFDM memiliki efisiensi spektrum yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan teknik modulasi *multicarrier* konvensional. Di depan simbol OFDM di tambahkan *cyclic prefix* untuk menghilangkan *Inter Symbol Interference* (ISI). Karena menggunakan frekuensi kerja 2,4 Ghz maka digunakanlah standar IEEE 802.11 g [6][7].



Gambar. 4 Spektrum Multi Carrier (a) Tidak Overlap (b) Overlap Ortogonal

Dengan menggunakan OFDM maka kanal yang bersifat *frekuensi selective fading* dibaca sebagai *flat fading* oleh tiap-tiap subcarrier OFDM, karena *bandwidth subcarrier OFDM narrowband* dibandingkan dengan *bandwidth koheren* kanal. Keadaan ini tentunya sangat menguntungkan karena proses rekonstruksi sinyal di *receiver* menjadi lebih mudah.

1.2.5. Signal To Noise Ratio (SNR)

Parameter yang menyatakan bahwa perbandingan antara rasio daya sinyal yang diterima dengan daya noise pada penerima adalah *Signal To Noise Ratio (SNR)*. SNR pada sistem dapat ditentukan dengan perhitungan terhadap redaman ruang bebas.

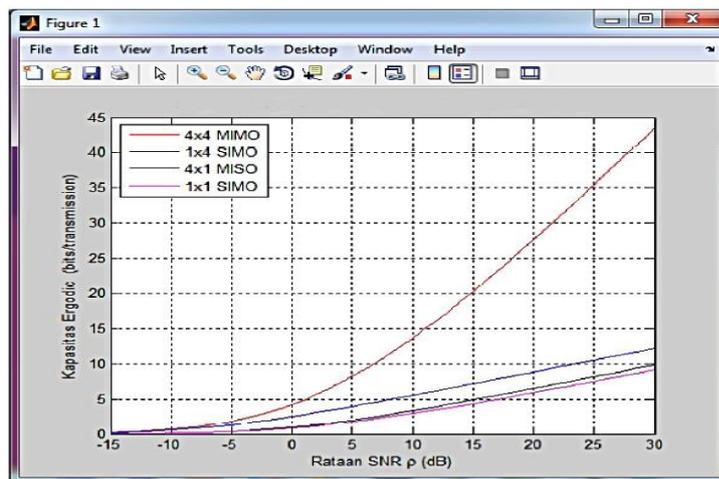
Pada hubungan SNR dengan penyebaran, propagasi gelombang radio melalui suatu medium seperti atmosfer bumi mengalami redaman daya. Selama pengiriman gelombang ke arah antenna penerima pada propagasi ruang bebas tidak terjadi interaksi dengan gelombang radio, redaman daya meningkat sebagai fungsi kuadrat dari jarak propagasi yang dapat di lihat melalui persamaan berikut : [8]

$$P_r / P_t = (\lambda / 4\pi r)^2 g_t g_r \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- P_r = daya yang dipancarkan
- P_t = daya yang di terima
- r = jarak
- λ = Panjang gelombang
- g_t = gain antenna pengirim
- g_r = gain antenna penerima

Seperti pada penelitian yang telah dilakukan dalam pembahasan mengenai pengaruh teknik smart antenna, menyatakan bahwa semakin banyak antenna, maka kapasitas akan semakin besar, baik itu pada penggunaan sistem antenna MISO 4x1 dan MIMO 4x4 [8].



Gambar 5. Pengaruh Rataan SNR

1.2.6. Estimasi Kanal Terhadap Teknik Antena

Kanal adalah suatu media transmisi antar pengirim dan penerima yang menggunakan metode estimasi kanal untuk memprediksi suatu kondisi kanal pada situasi yang sebenarnya. Kanal memiliki fungsi yang penting dalam menentukan kualitas dari proses pengiriman sinyal dari perngirim ke penerima pada suatu sistem komunikasi berbasis nirkabel [9].

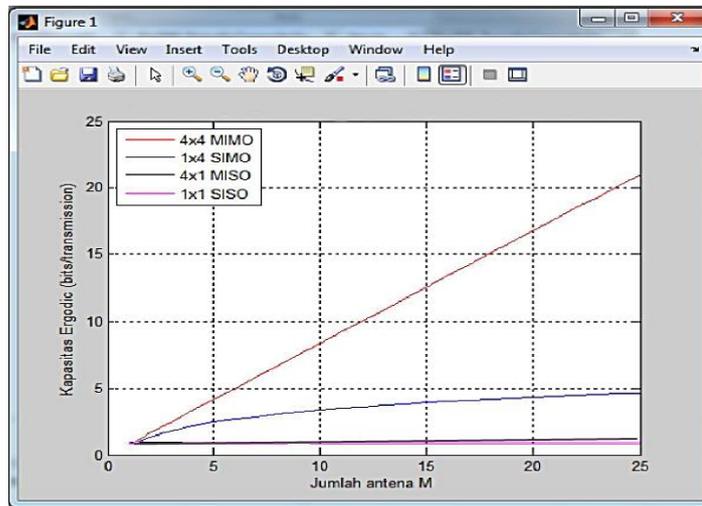
SNR, *bandwidth* sistem dan jumlah antenna pemancar memberikan pengaruh terhadap kapasitas kanal sistem, dengan menggunakan teorema Shannon kapasitas kanal dapat diperoleh dengan persamaan : [10]

$$C_{\text{sistem}} = M_x B \log_2 (1 + \text{SNR}_{\text{sistem}}) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- C_{sistem} = Kapasitas Kanal sistem antena jamak (bps)
- M = Jumlah antena transmitter
- B_{sistem} = *Bandwidth* sistem (Hz)
- $\text{SNR}_{\text{sistem}}$ = *Signal to Noise* sistem

Pada penelitian sebelumnya, diketahui bahwa semakin banyak jumlah antena mempengaruhi jumlah kanal yang dapat digunakan dalam pengiriman data, dengan diberi contoh dengan penggunaan antena SIMO 1x1, MISO 4x1, SIMO 1x4, dan MIMO 4x4 [8].



Gambar 6. Kapasitas Kanal terhadap Jumlah Antena

2. Pembahasan

2.1. MISO-OFDM dan MIMO-OFDM

Berdasarkan pendahuluan yang dijelaskan sebelumnya, dapat diambil perbandingan antara *smart antenna* MISO dan MIMO

Tabel 1. Perbedaan Antara MISO-OFDM dan MIMO-OFDM

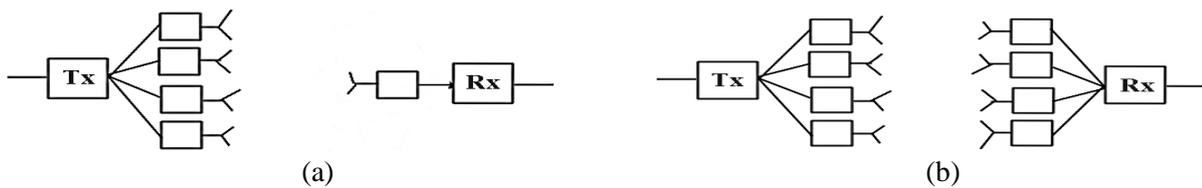
MISO-OFDM	MIMO-OFDM
Spesifikasi	
<ul style="list-style-type: none"> • Generasi ke tiga dari <i>smart antenna</i>. • Memiliki jumlah antena pada transmitter yang lebih banyak dibandingkan pada receiver. • Disebut sebagai Alamouti STC (<i>Space Time Coding</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Generasi ke empat (terbaru) dari <i>smart antenna</i>. • Memiliki jumlah antena yang sama banyaknya (lebih dari satu) pada sisi transmitter dan receiver. • Disebut juga sebagai MEAS (<i>Multiple Element Antenna System</i>).
Teknik Yang Digunakan	
Teknik Space Diversity	Teknik Space Diversity
Fungsi	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk multipath fading 2. Meningkatkan efisiensi bandwidth. 3. Mengatasi gangguan lintas jamak. 4. Membuat sistem mengubah mode modulasi untuk mendapatkan bitrate yang optimal. 5. Meningkatkan noise ratio (SNR) dan bit rate data yang ditransmisikan. 6. Proses penerimaan data yang rendah karena memiliki antena pada receiver lebih sedikit dibandingkan jumlah antena pada transmitter. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk multipath fading. 2. Peningkatan data rate / kinerja BER. 3. Meningkatkan transmisi data. 4. Meningkatkan diversitas dan efisiensi bandwidth (bps/Hz). 5. Memperbesar kapasitas pada kanal. 6. Menghilangkan Inter Symbol Interference (ISI) yang disebabkan kanal multipath. 7. Meningkatkan performansi sistem komunikasi wireless.

2.2. Analisa

Pada penelitian ini menggunakan dua metode smart antenna, yaitu sistem MIMO dan sistem MISO dimana dari kedua antenna ini memiliki spesifikasi serta pengaruh pada jaringan telekomunikasi yang berbeda. Adapun perbandingan penggunaan dan pengaruh dari ke dua sistem (MIMO dan MISO) di jelaskan menjadi sub bab dibawah ini :

2.2.1. Pengaruh Terhadap Kanal

Berdasarkan pengertiannya antara teknik MISO dan MIMO, diketahui bahwa banyaknya jumlah antenna yang digunakan dari setiap teknik antenna, baik dibagian pengirim (Transmitter) maupun Penerima (Receiver), memiliki perbedaan yang jelas. Adapun contoh jumlah antenna yang digunakan sebanyak MISO 4x1 dan MIMO 4x4.



Gbr 5. (a) Sistem Antena MISO 4x1. (b) Sistem Antena MIMO 4x4.

Pada banyaknya jumlah antenna yang dimiliki masing-masing sistem, memberikan tambahan dan pengaruh kapasitas jumlah kanal, dimana kapasitas kanal dipengaruhi oleh SNR. Jumlah kanal tersebut mempengaruhi kinerja dari pengiriman data. Kapasitas dari kanal tersebut juga dipengaruhi oleh lingkungan dan jarak antara pengirim dan penerima.

Keseimbangan sistem yang dimiliki antenna MIMO lebih baik dibandingkan sistem antenna MISO. Karena MIMO mengirimkan informasi yang sama dari dua atau lebih pemancar ke penerima, sehingga mengurangi kemungkinan informasi yang hilang dibanding dengan menggunakan jumlah antenna pada pengirim dan penerima yang berbeda.

2.2.2. Penggabungan Teknik OFDM

Baik MIMO maupun MISO adalah suatu teknik *space diversity* yang bekerja untuk multipath fading yang menggunakan banyak antenna. Pada penggunaan teknik OFDM merupakan inovasi terbaru yang dapat dijadikan solusi lain dalam peningkatan kinerja pada sistem MISO dan MIMO. memberikan manfaat terhadap efisiensi pada bandwidth dan pengaruh dalam perbaikan gangguan lintas jamak, dan modulasi adaptif yang dapat membuat sistem mengubah mode modulasi untuk mendapatkan nilai bit rate yang lebih baik, sehingga dapat meningkatkan SNR dan bit rate data yang di transmisikan. Penggabungan ini juga menjadi solusi *renewable technology* yang bisa digunakan dalam peningkatan kualitas MISO maupun MIMO, karena dengan penggunaan teknik OFDM dapat membantu menghilangkan efek *delay spread*, sehingga memberikan keuntungan pada proses pengiriman data, dan membuat fungsi dari sistem smart antenna menjadi lebih baik.

3. Simpulan

Pada penggunaan smart antenna MISO maupun MIMO sama sama baik dalam meningkatkan kapasitas kanal, dan pada proses mengirim dan menerima data lebih baik dibanding dengan antenna tanpa menggunakan sistem smart antenna. Namun pada perkembangannya, MIMO merupakan generasi terbaru dibanding dengan teknik lain, sehingga memungkinkan peningkatan pada kinerja yang telah dimiliki dari antenna sebelumnya, yaitu MISO.

MIMO yang memiliki jumlah antenna yang lebih banyak daripada MISO, memungkinkan dapat bekerja dengan lebih baik untuk meningkatkan data rate dalam range yang lebih besar tanpa membutuhkan bandwidth atau daya yang lebih besar. Dengan menggunakan teknik MIMO, sistem kerja akan lebih baik dibandingkan dengan sistem teknologi MISO, karena dapat meningkatkan kapasitas kanal yang dimiliki.

Karena penggabungan teknik OFDM pada sistem smart antenna, khususnya teknik MIMO-OFDM jauh lebih baik dan terbaru dibandingkan MISO-OFDM dapat membantu menghilangkan efek *delay spread* dan memberikan keuntungan pada proses pengiriman data, dan membuat fungsi dari sistem smart antenna menjadi lebih bermanfaat, maka teknik ini dapat menjadi pilihan untuk di implementasikan dengan baik pada perkembangan antenna microstrip.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Allah SWT. dan juga seluruh pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian penulisan ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat baik bagi semua orang, baik masyarakat umum dan terkhususnya untuk masyarakat akademik. Ucapan terimakasih disampaikan juga kepada Tim SENIATI 2018 yang telah meluangkan waktu untuk membuat template ini dan memberikan pengarahan juga informasi, sehingga dapat membantu dalam penyusunan penulisan jurnal ini.

Daftar Pustaka

- [1] W. Julius, A. Syah, and H. A, "LTE Analysis And Fabrication of Microstrip Antenna With a Fixed Frequency 2,6 GHZ And 2,3 GHZ Mobile" vol. 3, no. 12, pp. 309–313, 2014.
- [2] I. Matrik, P. Sistem, K. Nugroho, and R. Utami, "Analisis Estimasi Kanal Dengan Menggunakan Metode," vol. 7, no. 1, pp. 39–46, 2015.
- [3] B. S. Husnul Khatim, B. Setia, "Studi dan Analisis Antena Mikrostrip MIMO 2X2 Menggunakan Metamaterial Untuk Frekuensi LTE 2.6 GHZ" vol. 2, no. 2, pp. 2662–2680, 2015.
- [4] W. B. Dafi Dzulfikar, Noor S, "Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip," vol. V, pp. 83–88, 2016.
- [5] F. H. Bafadhal, B. S. Nugroho, T. Yunita, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Antena Mikrostrip Patch Sirkular Menggunakan *Elektromagnetic Band Gap (EBG)* Untuk *Inter-Satellite Link (ISL)* Pada Satelit Orbit Rendah," Telkom Univ., 2017.
- [6] Hasan, Suwadi, and T. Suryani, "Implementasi dan Evaluasi Kinerja Orthogonal Menggunakan WARP," vol. 4, no. 1, pp. 2–7, 2015.
- [7] Julfiza, B. Prasetya, and S. Dwi, "*Performance Analysis of MIMO OFDM on Rayleigh Channel*," pp. 2–5, 2000.
- [8] C. Ahmadi, "Jumlah Antena Pada Sistem Mimo (*Multiple Input Multiple Output*)," vol. 5, no. 1, pp. 37–48, 2015.
- [9] A. Molisch and A. Win, "*MIMO Systems with Antenna Selection - An Overview*," 2004.
- [10] L. Power, "Analisis Pengaruh Penggunaan Antena Jamak MIMO 2x2, SIMO 1x2 dan SISO 1x1 terhadap Performansi *Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)* pada Teknologi *Radio over Fiber (RoF)*," pp. 4–9.
- [11] Ramesh Garg, Prakash Bhartia, Inder Bahl and A. Ittipiboon, "*Microstrip Antenna Design Handbook*," Artech House, inc. Norwood, 2001.
- [12] https://books.google.co.id/books?id=_er1LO5pEnUC&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false. Diakses pada tanggal 3 November 2017.