

**ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP MIMO 8×8 DENGAN PATCH BERBENTUK
SEGITIGA PADA FREKUENSI 15 GHZ**

*ANALYSIS OF MIMO 8×8 MICROSTRIP ANTENNA WITH TRIANGULAR PATCH AT
FREQUENCY OF 15 GHZ*

Raihan Anshari¹, Levy Nur Olivia², Budi Syihabudin³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹raihananshari@student.telkomuniversity.ac.id, ²levyolivia@telkomuniversity.ac.id,

³budisyihab@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi komunikasi dan informasi khususnya pada bidang telekomunikasi menuntut kemajuan pada perangkat guna mendukung perkembangan teknologi tersebut. Pada saat ini *fifth generation* (5G) sedang dikaji oleh ITU. Teknologi 5G membutuhkan antena dengan menggunakan sistem MIMO karena diharapkan dapat meningkatkan data *rate*, mengurangi *latency* dan terhubung ke berbagai perangkat. Salah satu kandidat frekuensi untuk teknologi 5G adalah 15 GHz.

Pada penelitian ini membahas antena untuk komunikasi 5G yang bekerja pada frekuensi 15 GHz. Desain perancangan menggunakan *patch* segitiga akan dianalisis dan pada saat *single patch* akan dibandingkan dengan *patch* persegi panjang, dan *patch* lingkaran. Analisis dalam bentuk *array* dan MIMO hanya terfokus pada *patch* berbentuk segitiga. Bahan yang digunakan adalah Duroid Roger 5880 dengan $\epsilon_r = 2,2$ serta ketebalan bahan 1,575 mm.

Pada tugas akhir ini hasil yang didapatkan adalah bahwa pada antena *single patch* segitiga diperoleh *bandwidth* sebesar 4,063 GHz dengan *gain* 6,323 dB, sementara *patch* lingkaran diperoleh *bandwidth* sebesar 1,003 GHz dengan *gain* 5,056 dB, sedangkan pada *patch* persegi panjang diperoleh *bandwidth* sebesar 1,172 GHz dengan *gain* 6,605 dB. Selain itu penambahan teknik *array* 1×2 dapat meningkatkan *gain* antena *patch* segitiga menjadi 9,128 dB. Untuk antena MIMO 8×8, nilai *mutual coupling* tertinggi yang diperoleh adalah sebesar -39,685 dB. *Patch* segitiga yang disusun secara *array* 1×2 dan MIMO 8×8 menghasilkan pola radiasi unidireksional.

Kata Kunci: MIMO, Antena mikrostrip, *Patch* segitiga, *single patch*, *Array*.

Abstract

The development of communication and information technology specifically in the telecommunications sector requires equipment to support the development of these technologies. At present the fifth generation (5G) is currently being reviewed by ITU. 5G technology requires an antenna using the MIMO system because it is expected to increase data speed, reduce latency and connect to various devices. One candidate for the Frequency for 5G technology is 15 GHz.

In this final project discuss the antenna for 5G communication that works at a frequency of 15 GHz. Design designs using patch triangles will be analyzed and when single elements will be compared to rectangular patch, and circular patch. Analysis in the form of arrays and MIMO only focus on patch triangles. The material used is Duroid Roger 5880 with $\epsilon_r = 2,2$ and a material thickness of 1,575 mm.

In this final project, the results obtained are in the triangular single patch antenna, obtained bandwidth 4,063 GHz with a gain of 6,323 dB, while the circle patch obtained a bandwidth of 1,003 GHz with a gain of 5,056 dB, while the rectangular patch obtained a bandwidth of 1,172 GHz with a gain of 6,605 dB. In addition, 1 × 2 array technique can increase the gain of the triangular patch antenna to 9,128 dB. For 8 × 8 MIMO antennas, the

highest mutual coupling value obtained is -39,685 dB. The triangular patch arranged in an array of 1×2 and MIMO 8×8 can obtained a unidirectional radiation pattern.

Keywords: MIMO, Microstrip antenna, Triangular patch, Single patch, Array.

1. Pendahuluan

Komunikasi nirkabel berkembang semakin pesat. Permintaan *peak* data juga semakin tinggi guna memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat semakin mendorong perkembangan teknologi (generasi kelima) 5G. Pada saat ini sedang dikembangkan komunikasi nirkabel generasi kelima (5G), teknologi 5G sedang dikaji secara serius. Teknologi 5G ditargetkan dapat digunakan secara komersil pada tahun 2020. Teknologi 5G dirancang agar memiliki *latency* yang sangat rendah, kecepatan *peak* data yang sangat tinggi, dan kapasitas yang lebih besar.

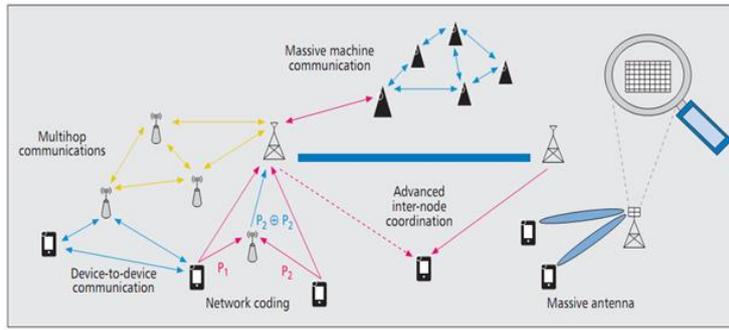
Sampai saat tugas akhir ini dibuat regulasi teknologi 5G belum ditetapkan secara resmi oleh badan telekomunikasi dunia, namun beberapa operator telekomunikasi sudah melakukan beberapa percobaan diberbagai frekuensi yaitu 6 GHz – 100 GHz guna memenuhi persyaratan minimal untuk teknologi 5G. Salah satu percobaan teknologi 5G yang telah dilakukan adalah oleh perusahaan telekomunikasi dunia, Ericsson dan NTT Docomo, yang melakukan uji coba di frekuensi 15 GHz [1]. Pada Frekuensi 15 GHz nilai redaman akibat pengaruh cuaca cenderung cukup tinggi. Hal ini dikarenakan oleh frekuensi yang tinggi dan panjang gelombang yang dihasilkan semakin kecil, sinyal akan rentan terhadap pemantulan yang diakibatkan gelombang merambat melalui objek yang lebih besar sehingga menimbulkan *multipath fading* [2]. Sistem MIMO adalah teknik penggunaan multi antena dan multi catuan pada sisi pengirim dan penerima. Tujuan utama dari sistem MIMO adalah meningkatkan kapasitas data, mengatasi *multipath fading*, hingga mengurangi *latency*. Pada komunikasi nirkabel, antena MIMO memiliki lebih dari 1 catuan, dimana masing antena dapat memancarkan gelombang elektromagnetik dengan daya yang sama besar. Tugas akhir ini akan terfokus pada perancangan dan analisis antena mikrostrip *array* MIMO *patch* segitiga untuk frekuensi 15 GHz yang digunakan pada komunikasi 5G.

Perancangan menggunakan antena mikrostrip dengan *patch* segitiga. *Patch* segitiga memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan *patch* persegi panjang dan lingkaran. Kelebihan *patch* segitiga diantaranya seperti *bandwidth* yang dihasilkan *patch* segitiga lebih besar jika dibandingkan dengan *patch* lingkaran dan *patch* persegi panjang. Selain itu sifat radiasi *patch* segitiga sama dengan sifat radiasi *patch* persegi panjang [3].

2. Konsep Dasar

2.1. Teknologi Nirkabel Generasi Kelima (5G)

Teknologi Nirkabel Generasi kelima (5G) merupakan teknologi *mobile* yang sedang dipersiapkan untuk masa yang akan datang. Teknologi 5G saat ini sedang dikaji untuk dapat menggantikan generasi sebelumnya yaitu generasi keempat (4G). Teknologi 5G diperkirakan akan dapat diterapkan pada tahun 2020. Teknologi 5G dapat memberikan keuntungan lebih seperti jumlah koneksi yang lebih besar, kapasitas yang jauh lebih besar, *throughput* 10 kali lebih besar dibanding 4G, dan *latency* yang jauh lebih rendah [4]. Tujuan dari penelitian 5G selain untuk memberikan layanan dalam hal kecepatan konektivitas juga bertujuan untuk menghubungkan beberapa perangkat ke suatu jaringan internet.



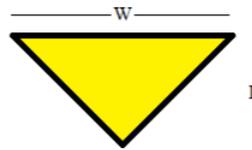
Gambar 1. Sistem antenna untuk komunikasi 5G

2.2. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip memiliki dimensi yang kecil dan mudah untuk dirancang serta cocok untuk frekuensi tinggi. Antena mikrostrip terdiri dari tiga bagian utama yaitu *patch*, *substrat*, dan *ground plane*. Fungsi dari *patch* adalah meradiasikan gelombang elektromagnetik, *patch* terbuat dari konduktor. *Groundplane* berfungsi sebagai *ground* dan juga dapat difungsikan sebagai *reflector* seperti konduktor. Sedangkan *substrat* berfungsi sebagai pemisah antara *patch* dan *ground plane*.

2.3. Triangular Patch

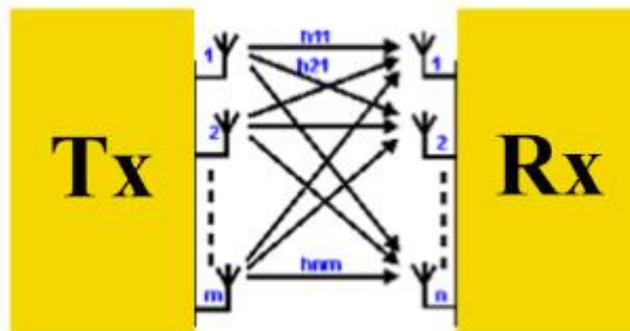
Bentuk *patch* antena mikrostrip bermacam-macam seperti *rectangular*, *square*, *circular*, *elliptical*, *triangular*, dan *circular ring*. Tugas akhir ini akan menggunakan *triangular patch*. Pemilihan *triangular patch* dikarenakan dapat menghasilkan *bandwidth* yang lebih besar daripada bentuk *square* dan *rectangular*. Berikut ini adalah ilustrasi pemodelan *patch* segitiga.



Gambar 2. Pemodelan patch segitiga

2.4. Multiple Input Multiple Output (MIMO)

Sistem MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) merupakan sistem yang menggunakan multi antena pada sisi pengirim maupun penerima untuk mengatasi permasalahan pada sistem komunikasi *wireless conventional*. Sistem MIMO digunakan untuk mengurangi *large scale fading*, *small scale fading*, maupun diantaranya termasuk *multipath fading*. Sistem MIMO biasanya digunakan pada komunikasi seluler, khususnya generasi kelima (5G) [5].

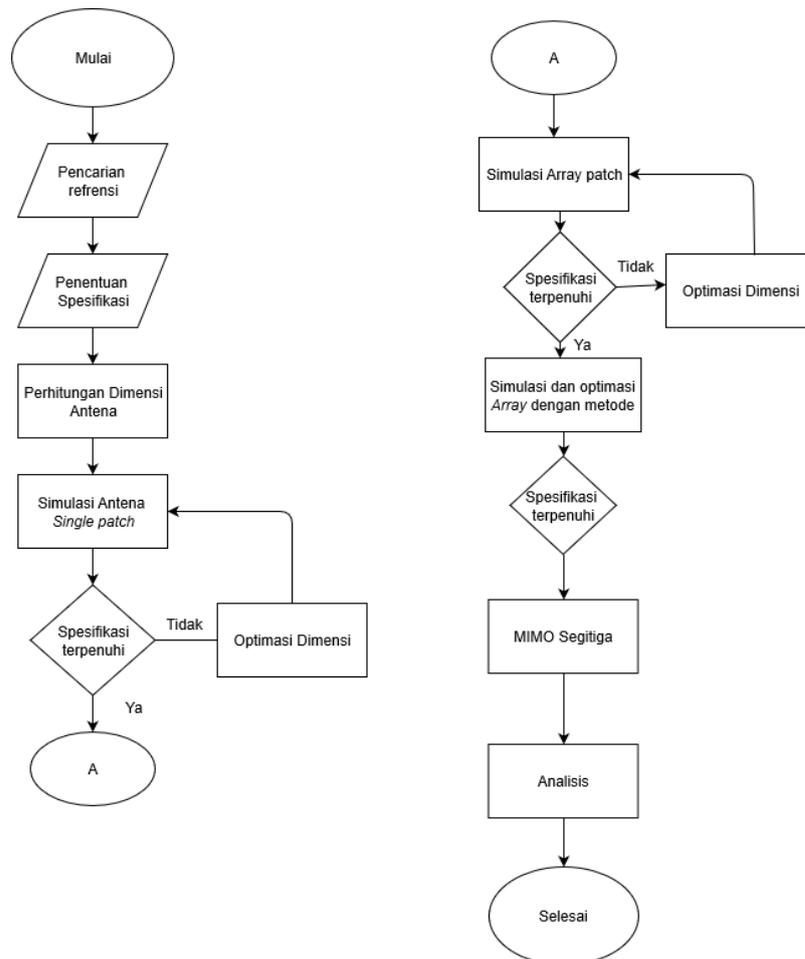


Gambar 3. Arsitektur sistem MIMO

Dalam menyusun antena MIMO perlu diperhatikan jarak antar antena untuk menghindari *mutual coupling*. *Mutual coupling* adalah interferensi yang terjadi akibat letak antar satu antena dengan antena yang lainnya berdekatan sehingga mempengaruhi pola radiasi yang dipantulkan oleh antena tersebut dan mengakibatkan penurunan performansi antena tersebut.

3. Perancangan sistem antenna

3.1. Diagram Alir



Gambar 4. Diagram Alir

Sebelum merancang antenna, penulis menentukan tujuan dari penelitian untuk bentuk antenna yang cocok untuk penelitian ini. Kemudian ditentukan spesifikasi perancangan yang ingin diperoleh. Selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi antenna, setelah semua nilai dimensi antenna didapatkan penulis melakukan simulasi single element dengan perangkat lunak simulasi antenna. Kemudian jika hasil simulasi belum memenuhi spesifikasi dilakukan optimasi sebelum antenna disusun secara *array*. Setelah mendapat nilai-nilai maksimum dilakukan perancangan antenna secara *array* 1×2 , kemudian analisis hasil simulasi.

Perancangan MIMO 8×8 dimulai ketika proses perancangan antenna secara *array* 1×2 sudah memenuhi spesifikasi minimal perancangan.

3.2. Spesifikasi antenna

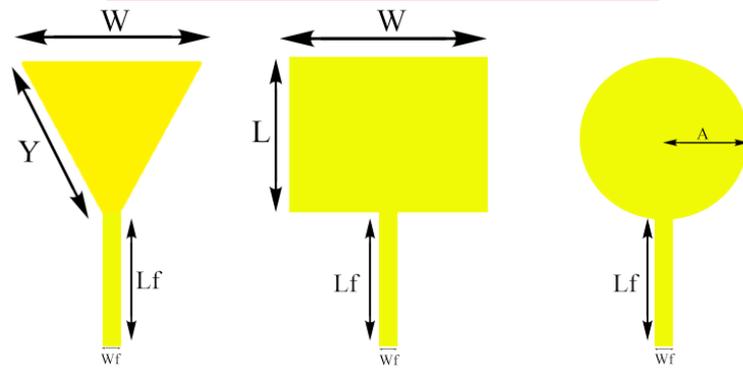
Spesifikasi antenna dibuat sebelum dimulainya perancangan dan Simulasi pada penelitian ini. Tujuan dibuatnya spesifikasi antenna adalah sebagai acuan dalam merancang antenna. Berikut ini adalah spesifikasi antenna yang akan dirancang [6][7]:

Tabel 1. Spesifikasi antenna

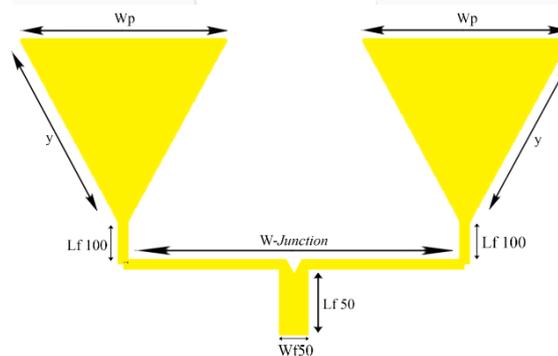
Parameter	Nilai
Frekuensi Kerja	14,4 – 15,4 GHz
Frekuensi Tengah	14,9 GHz
Return Loss	≤ -15 dB
Gain	≥ 9 dB
Pola radiasi	<i>Unidirectional</i>
Mutual Coupling	≤ -30 dB

3.3. Perancangan Dimensi Antena

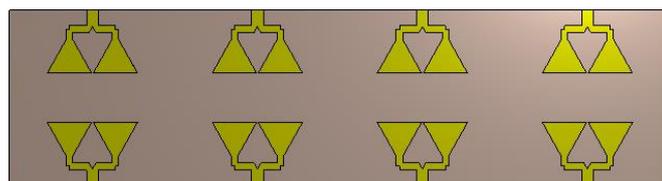
Sebelum merancang sebuah antenna hal pertama yang dilakukan setelah menentukan spesifikasi adalah menentukan dimensi antenna. Dimensi antenna ditinjau dari frekuensi kerja. Kemudian menentukan jenis substrat yang tepat serta bentuk *patch* yang akan digunakan, pada penelitian ini *patch* yang akan digunakan adalah segitiga, pada perancangan *patch* segitiga akan disusun secara MIMO 8×8 guna meningkatkan efisiensi antenna. Desain antenna dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6, gambar 7, dan gambar 8.



Gambar 5. Desain Antena *single element*



Gambar 6. Desain Antena *array*



Gambar 7. Desain MIMO 8×8 skenario 1



Gambar 8. Desain MIMO 8x8 skenario 2

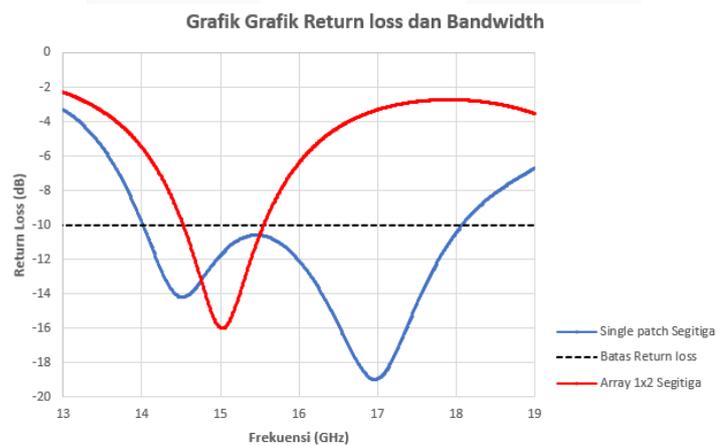
Untuk mendapatkan hasil yang maksimal agar antenna bekerja di frekuensi yang diinginkan maka perlu dilakukan optimasi, Optimasi juga berpengaruh pada *bandwidth* dan *gain*. Setelah didapatkan hasil maksimal kemudian antenna disusun secara *array* 1x2 selanjutnya digandakan menjadi MIMO 8x8. Dimensi hasil optimasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Antena *array* 1x2

Variabel	Dimensi 1 DGS
Wp	9,1
Lp	9,6
Wf	1,93
Lf	4,9
Wf1	1,522
Lf1	2,6
Y	8,60
W junction	9,77

4. Analisis Hasil Simulasi

4.1. Analisis Pengaruh Teknik *Array* Terhadap *Return loss* dan *Bandwidth*.

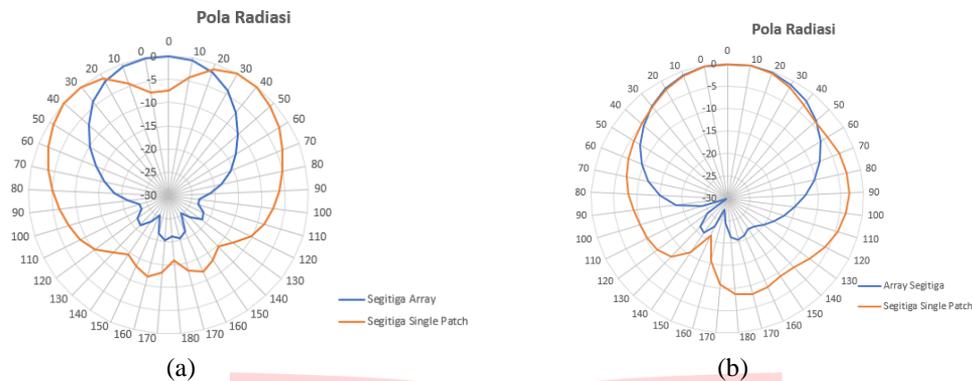
Gambar 9. Pengaruh metode *array* terhadap *bandwidth* dan *return loss*

Gambar 9 menunjukkan nilai *return loss* pada frekuensi 15 GHz sebelum menggunakan teknik *array* adalah sebesar -11,77 dB dengan *bandwidth* sebesar 4,063 GHz. Sedangkan ketika menggunakan teknik *array* nilai *return loss* pada frekuensi 15 GHz menjadi -16,731 dB dengan *bandwidth* sebesar 1,043 GHz.

Berdasarkan analisis diatas penulis menyimpulkan penggunaan teknik *array* berpengaruh pada *return loss* dan *bandwidth*. Pada teknik *array* nilai *return loss* menjadi semakin rendah, tetapi *bandwidth* yang dihasilkan semakin kecil jika dibandingkan dengan *single patch*. Jika dilihat berdasarkan perspektif *bandwidth* dan *return loss* spesifikasi antenna sudah terpenuhi dan sudah bisa digandakan menjadi MIMO 8x8.

4.2. Analisis Pengaruh Teknik Array Terhadap Pola radiasi

Gambar yang menunjukkan pengaruh penggunaan teknik *array* terhadap pola radiasi dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 10. Pola radiasi *patch triangular* (a) elevasi (b) azimuth

Gambar 10 menunjukkan pola radiasi antenna *array* dan *single patch* segitiga. Penggunaan teknik *array* membuat pola pancaran antenna menjadi lebih terfokus dan *backlobe* yang dihasilkan menjadi lebih kecil jika dibandingkan dengan *single patch*. Jika dilihat secara azimuth pancaran maksimum antenna mengarah pada sudut 0°. Sedangkan jika dilihat dari arah elevasi pancaran maksimum antenna mengarah pada sudut 30°.

4.4. Analisis Mutual Coupling

Tabel 4. Perubahan *Mutual coupling*

Parameter	Antena MIMO 8x8
<i>Mutual coupling</i> 15 GHz (-dB)	-39,685
Letak <i>port</i>	S_{87}

Tabel 4 menampilkan nilai *mutual coupling* tertinggi pada antenna MIMO 8 x 8 dengan *patch* berbentuk segitiga. Pada *patch* segitiga non-DGS nilai *mutual coupling* tertinggi adalah sebesar - 39,685 dB pada *port* S_{87} . Berdasarkan hasil tersebut penulis menyimpulkan bahwa nilai *mutual coupling* sudah cukup kecil sehingga dapat disimpulkan juga bahwa posisi antar *port* sudah cukup tepat dan perancangan antenna MIMO 8x8 sudah memenuhi spesifikasi minimal *mutual coupling*.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Akhir Antena

Parameter	Bentuk <i>patch</i> Antena		
	<i>Patch</i> Segitiga		
	<i>Single patch</i>	<i>Array Patch</i>	MIMO Non-metode
<i>Return loss</i> (15 GHz)	-11,77 dB	-16,73 dB	-16,4 dB
<i>Bandwidth</i> terbesar	4,06 GHz	1,043 GHz	1,020 GHz
<i>Gain</i> rata-rata (dBi)	6,323	9,128	9,046
Pola radiasi	<i>Unidirectional</i>		
<i>Mutual coupling</i> tertinggi (15 GHz)	-	-	-39,685 dB

5. Kesimpulan

Antena MIMO 8×8 yang dirancang untuk *patch* segitiga sudah memenuhi parameter spesifikasi perancangan yang diinginkan. Antena *single patch* segitiga menghasilkan *bandwidth* yang lebih besar jika dibandingkan dengan *patch* persegi panjang, dan lingkaran. *Bandwidth* yang dihasilkan antena segitiga *single patch* adalah sebesar 4,06 GHz. Penambahan teknik *array* dapat meningkatkan *gain* menjadi 9,128 dB. Pada antena MIMO 8×8 posisi *port* menggunakan skenario 2 dapat menghasilkan nilai *mutual coupling* dibawah -30 dB dengan nilai *mutual coupling* tertinggi adalah -39 dB.

DAFTAR REFERENSI

- [1] K. Hiltunen, A. Simonsson, P. Okvist and B. Halvarson, "5G trial system coverage evaluation utilizing multi-point transmission in 15 GHz frequency band," in IEEE Networks and Communications (EuCNC), Finland, June 2017
- [2] K. J. Sinaga, Perancangan dan Realisasi Antena MIMO 4×4 Array Rectangular Patch Dengan U-Slot Untuk Aplikasi 15 GHz, Bandung: Telkom University, 2017.
- [3] Achmad, Y., Suprayogi., Wahyu Y. (2011). Rancang Bangun Antena Mikrostrip Rectangular Dengan DGS (Defected Ground Structure) Berbentuk Belah Ketupat Pada Frekuensi 3.3 GHz-3.4 GHz Untuk Aplikasi Wimax.
- [4] 5GPPP, "5G Vision," Electron. Publ., p. 16, 2015
- [5] Md. Tanvir Ishtaique-ul Huque, Md. Kamal Hosain, Md. Shihabul Islam, and Md. Al-amin Chowdhury, "Design and Performance Analysis of Microstrip Array Antenna with Optimum Parameters for X-Band applications", IJACSA, Vol.2, No.4 , 2011.
- [6] K. e. a. Tateishi, "Field Experiments on 5G Radio Access Using 15 GHz Band in Outdoor Small Cell Environment," IEEE PIMRC, vol. 26, pp. 851-855, 2015.
- [7] A.R. Alvian, L.O. Nur, B. Syihabuddin, "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Array berbentuk Patch Segienam Untuk MIMO 4×4 Pada Frekuensi 15 GHz," eProceedings of Engineering, Vol 5, No 3, 2018.