

**PERANCANGAN DAN ANALISIS ANTENA MASSIVE MIMO MIKROSTRIP
DENGAN PENCATUAN *PROXIMITY FEED* BERPOLARISASI CROSS LINIER
UNTUK KOMUNIKASI 5G (28 GHz)
UNIVERSITAS TELKOM**

**DESIGN AND ANALYSIS OF MICROSTRIP MASSIVE MIMO ANTENNA
PROXIMITY FEED WITH CROSS LINEAR POLARIZATION FOR 5G
COMMUNICATION (28 GHz)
TELKOM UNIVERSITY**

Raihan Santoso¹, Rina Pudji Astuti², Bambang Setia Nugroho³

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

¹raihansantoso@student.telkomuniversity.ac.id, ²rinapudjiastuti@telkomuniversity.ac.id,

³bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Teknologi 5G dirancang untuk dapat menanggulangi kebutuhan *user* yang jumlahnya semakin bertambah. Pada tahun 2020, semua benda dimungkinkan terhubung ke jaringan. Oleh karena itu, salah satu kriteria teknologi 5G adalah mempunyai kemampuan beradaptasi, adaptasi terhadap keadaan cuaca maupun jumlah *user* yang menggunakannya. Teknik *on/off* pada antenna merupakan salah satu teknik yang dinilai dapat menunjang keadaptifan dari suatu antenna.

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan perancangan dan analisis isolasi antara antenna *massive MIMO cross polarization* dengan *single polarization* yang bekerja di frekuensi 60 GHz. Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan antenna *massive MIMO cross polarization* yang bekerja di frekuensi 28 GHz dan dilakukan penerapan skenario teknik *on/off*, serta simulasi konektor. Antenna yang dirancang merupakan antenna mikrostrip berjumlah 64 antenna dengan *patch* sirkular, berpola radiasi unidireksional, menggunakan substrat *rogers duroid 5880* serta teknik pencatutan *proximity coupled*. Optimasi dilakukan di setiap tahap penyusunan antenna dengan cara merubah dimensi dari antenna.

Berdasarkan perancangan yang dilakukan, diperoleh antenna *massive MIMO cross polarization* dengan nilai S-Parameter rata-rata dibawah -15 dB, *gain* sebesar 18.76 dB, dan *bandwidth* 801 MHz. Setelah dilakukan perancangan, selanjutnya dilakukan pengujian teknik *on/off* untuk melihat seberapa besar pengaruh teknik *on/off* terhadap parameter antenna yang telah dibuat sebelumnya.

Kata kunci : *Massive MIMO, Antenna, 5G, Cross Polarization*

Abstract

5G technology is designed to be able to cope with the growing number of user needs. By 2020, all objects may be connected to the network. Therefore, one of the 5G technology criteria is having the ability to adapt with weather conditions as well as the number of users who use them. The on / off technique of the antenna is one of the techniques considered to support the antenna's adaptiveness.

In a previous study, design and isolation analysis was done between massive MIMO cross polarization antennas with single polarization working at 60 GHz frequency. In this final project, the design of 28 GHz massive MIMO cross polarization antenna has been done and on / off technique scenario, and connector simulation for the analysis. The designed antenna is a microstrip antenna totaling 64 antennas with circular patch, unidirectional radiation pattern, using 5880 duroid rogers and proximity coupled feeding. Optimization is done at each stage of arrangement of the antenna by changing the dimension of the antenna.

Based on the study, obtained massive MIMO cross polarization with average S-Parameter value below -15 dB, gain value 18.76 dB, and bandwidth 801 MHz. After the design, testing the technique on / off to see how much the differences on / off techniques on antenna parameters that have been made before.

Keyword: *Massive MIMO, Antenna, 5G, Cross Polarization*

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi komunikasi di dunia juga semakin berkembang. Perkembangan teknologi ini didasari oleh kebutuhan *user* yang juga semakin bertambah, satu *user* akan memiliki lebih dari satu perangkat yang terhubung ke jaringan[2]. Berdasarkan hal itu, teknologi komunikasi terus mengalami perkembangan, mulai dari generasi pertama sampai ke generasi kelima yang sekarang sedang dikembangkan. Generasi kelima (5G) merupakan generasi yang diprediksi akan dapat digunakan secara komersial

pada tahun 2020[2], generasi ini akan menjadi generasi yang paling cepat dalam pentransmisian data.[1] Teknologi 5G dibuat agar *user* dapat mendapatkan akses informasi yang unlimited dan berkemampuan untuk menyebarkan data kemanapun dan dimanapun untuk segala kepentingan.

Sebagai salah satu konsekuensi penggunaan frekuensi tinggi pada teknologi 5G, gelombang yang dikirimkan menjadi sangat rentan terhadap cuaca, hal ini diakibatkan karena semakin rapatnya gelombang yang dipancarkan. Selain itu, *user* yang jumlahnya sangat banyak juga mendorong teknologi 5G untuk dapat menyesuaikan kapasitas dan *coverage* yang dikirimkan dengan *user* yang menggunakannya. Oleh karena itu, salah satu kriteria teknologi 5G adalah mempunyai kemampuan beradaptasi.

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan perancangan dan analisis isolasi antara antenna *massive MIMO cross polarization* dengan *single polarization* yang bekerja di frekuensi 60 GHz. Di dalam penelitian tersebut, dibuktikan bahwa nilai isolasi dari antenna *massive MIMO cross polarization* lebih baik dari *single polarization* dengan nilai yang cukup jauh[12]. Pada tugas akhir ini akan dibuat suatu desain antenna mikrostrip *massive MIMO cross polarization* yang bekerja pada frekuensi 28 GHz dan diperuntukan untuk *Base Tranceiver Station*. Antenna *massive MIMO* ini kemudian akan dianalisis perubahan *coverage* dan parameter antenna setelah dilakukan teknik *on/off* antenna yang ada pada susunan *massive MIMO*.

Permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini adalah perancangan antenna *massive MIMO* yang sesuai dengan spesifikasi antenna untuk BTS, dengan teknik pencatutan *proximity coupled*. Selain itu, dilakukan analisis perubahan parameter antenna setelah dilakukan beberapa skenario teknik *on/off* dan *penerapan konektor*.

2. Dasar Teori

2.1 Antena

Menurut IEEE *Standard Definitions of Terms of Antenna*, antenna didefinisikan sebagai alat yang digunakan untuk mengirim atau menerima gelombang radio.[3] Secara garis besar, antenna berfungsi sebagai transformator dari sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnet ataupun sebaliknya. Antenna yang dipakai pada tugas akhir kali ini adalah antenna mikrostrip. Antenna mikrostrip dipilih karena mudah untuk dibuat, harganya yang relatif murah[3], dan lebih mudah dimodifikasi untuk spesifikasi yang dibutuhkan. Kekurangan yang sering dialami dari antenna mikrostrip adalah efisiensi yang rendah, *low power*, polarisasi yang rentan berubah, dan *bandwidth* frekuensi yang agak sempit.[3]

2.1.1 Proximity Coupled

Proximity coupled merupakan sebuah teknik pencatutan, dimana pencatu diletakkan diantara dua substrat. Catutan ini terjadi mengandalkan kopling elektromagnetik yang terjadi antara patch dan mikrostrip.[4] Dengan menggunakan teknik pencatutan ini, diharapkan *bandwidth* yang didapatkan lebih besar dibanding dengan teknik pencatutan *microstrip line*.

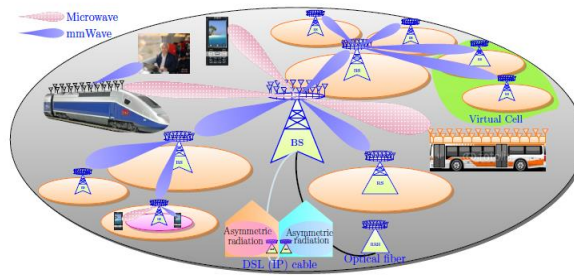
2.2 5G

Generasi ke-5 yang akan direalisasikan pada masa mendatang diprediksi akan melayani sangat banyak perangkat. Generasi ke-5 ini diprediksi akan mulai dapat digunakan secara komersial pada tahun 2020 mendatang. Tujuan dari 5G adalah membuat suatu sistem telekomunikasi yang lebih matang dibanding sistem yang telah ada sekarang. Dalam teknologi 5G, peningkatan kapasitas dan trafik menjadi fokus utama pengembangannya. Dengan bertambahnya kebutuhan untuk berkomunikasi, kebutuhan untuk diadakannya penambahan spektrum juga bermunculan. Dari generasi ke generasi, penambahan kebutuhan user dilakukan dengan menggunakan frekuensi yang lebih tinggi dari sebelumnya dan *bandwidth* yang lebih lebar, tidak terkecuali teknologi 5G.[2]

2.3 Antena Massive MIMO

Massive Multiple Input Multiple Output (Massive-MIMO) merupakan suatu sistem penyusunan antenna dimana jumlah antenna *transmitter* dan antenna *receiver* terdiri lebih dari satu antenna (jumlah yang sangat banyak). Penyusunan antenna secara *massive* ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan user yang setiap tahunnya mengalami kenaikan dari sisi jumlah.

Konsep *multi-user MIMO* sudah ada sejak beberapa tahun belakangan ini, tapi menerapkan dan menyebar banyak antenna pada base station merupakan suatu hal yang relatif baru. Dengan menerapkan banyak antenna pada base station, proses transmisi bisa lebih terfokuskan pada terminal yang dituju. Semakin banyak antenna yang dipakai, semakin dapat terfokuskan gelombang yang ditransmisikan.[9]

Gambar 1. Arsitektur jaringan 5G berdasarkan mmWave dan Massive MIMO^[10]

3. Perancangan

3.1 Spesifikasi Antena

Penentuan spesifikasi dari antenna yang dibuat, didasarkan dari fungsi yang akan diraih dari antenna yang akan dibuat. Antena mikrostrip yang dibuat, mempunyai spesifikasi yang mirip dengan antenna sektoral pada BTS dan berfungsi sebagai *transmitter*. Dengan mengacu pada cara kerja antenna sektoral yang dipasang pada BTS pada umumnya, penulis berniat untuk membuat sebuah antenna *massive mimo* yang memiliki polarisasi *cross linier*.

Spesifikasi dari antenna yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Antena

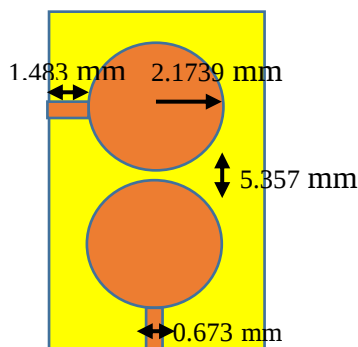
No	Parameter	Keterangan
1	Frekuensi	28 GHz
2	Pola Radiasi	Unidireksional
3	Polarisasi	Cross Linier
4	Gain	≥ 15 dB
5	VSWR	≤ 2

3.2 Perancangan Dimensi Antena

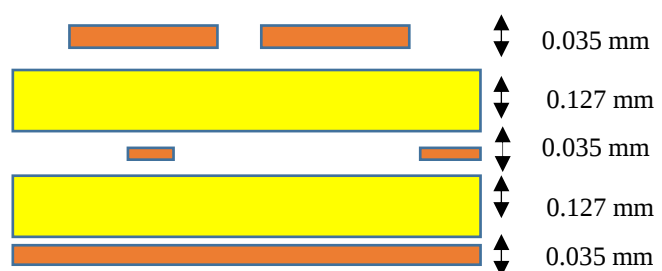
Perhitungan dimulai dengan perhitungan *patch*, catuan, dan jarak antar *patch* dari satu antenna. Perhitungan menggunakan rumus eksak yang dapat diperoleh dari berbagai sumber. Kemudian, antenna akan disusun supaya dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Tabel 2 berisikan dimensi awal antenna yang diperoleh dengan menggunakan rumus.

Tabel 2. Dimensi Awal Antena

No	Parameter	Nilai (mm)
1	Lebar Feeder	0.673
2	Jari jari Efektif	2.1739
3	Panjang Feeder	1.483
4	Jarak antar antenna	5.357

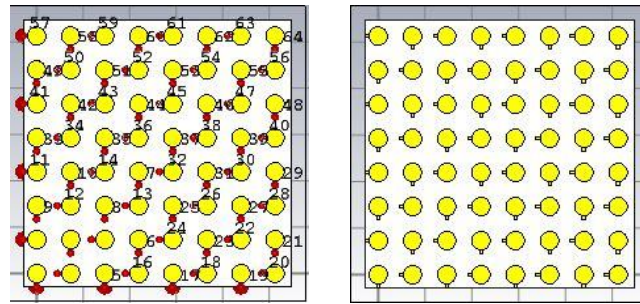


Gambar 2. Tampak Depan



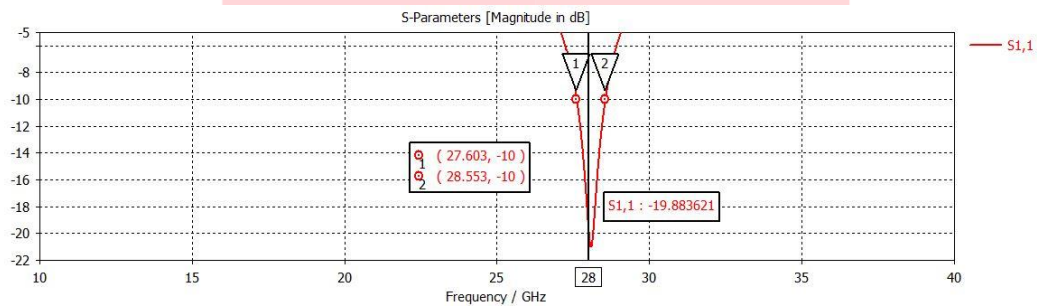
Gambar 3. Tampak Samping

Gambar 4 merupakan antenna *massive* MIMO yang telah disusun dan melalui tahap optimasi di setiap tahap penyusunannya

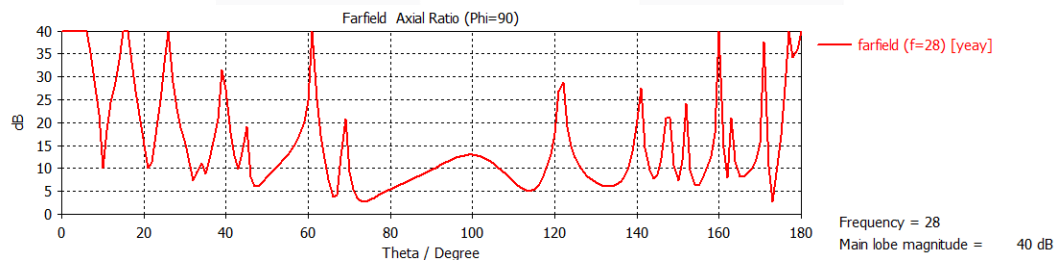


Gambar 4. Simulasi 64 Antena

Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan parameter yang didapat setelah antenna *massive* MIMO melalui penyusunan dan perubahan dimensi.



Gambar 5. Bandwidth dan S-Parameter antenna



Gambar 6. Nilai axial ratio 64 Antena

Berdasarkan grafik, pada Gambar 5, S-Parameter dari setiap antenna dibawah -15 dB dan *bandwidth* dari antenna 801 MHz. Gambar 6 merupakan grafik *axial ratio* ketika 64 antenna dinyalakan semua, *axial ratio* di main lobe bernilai 40 dB atau berpolarisasi linier. Setelah dilakukan optimasi, dimensi dari antenna yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.

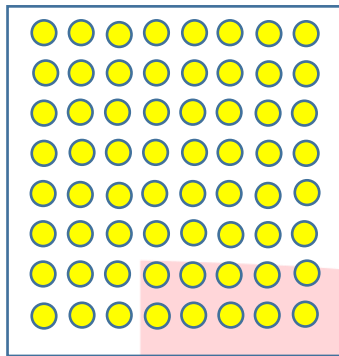
Tabel 3. Dimensi Akhir Antena

No	Parameter	Nilai (mm)
1	Lebar Feeder	0.673950416
2	Jari jari Efektif	1.9655
3	Panjang Feeder	1.58352
4	Jarak antar antenna	5.934

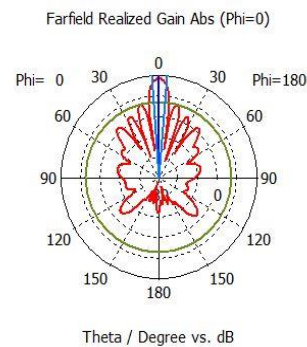
4. Analisis

Dalam tugas akhir ini dilakukan beberapa skenario untuk mengukur seberapa berpengaruh teknik *on/off* terhadap pola radiasi yang terbentuk dari antenna *massive MIMO* yang dibuat. Berikut merupakan hasil dan analisis dari percobaan yang telah dilakukan

4.1 Semua Antena Aktif



Gambar 7. Semua Antena Diaktifkan



Gambar 8. Pola Radiasi Antena Skenario 1 (2D)

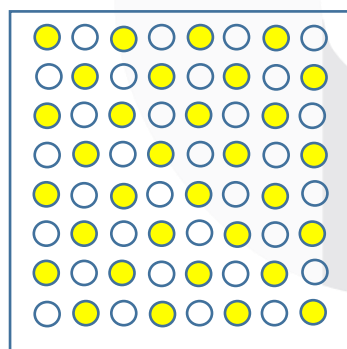
Pada percobaan yang pertama, semua port di antenna diaktifkan, terdapat 64 port yang aktif. Berikut merupakan hasil yang didapat dari percobaan skenario pertama.

Tabel 4. Parameter yang diperoleh (Semua Antena Dihidupkan)

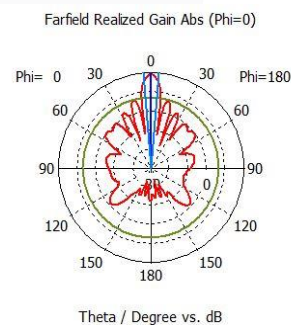
No	Parameter	Nilai
1	<i>Gain</i>	18.76 dB
2	<i>Beamwidth</i>	8.9 derajat

Berdasarkan hasil yang diperoleh, pola radiasi yang dihasilkan adalah unidireksional dengan satu beam utama sebesar 8.9 derajat. Gain yang diperoleh dari percobaan yang pertama sebesar 18.76 dB

4.2 Antena Berselang



Gambar 9. Antena Berselang



Gambar 10. Pola Radiasi Skenario 2 (2D)

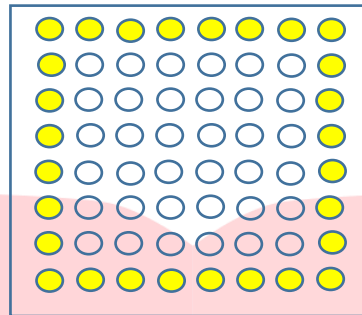
Pada percobaan yang kedua, tidak semua antenna dinyalakan, antenna diatur berselang dengan pola seperti pada Gambar 9. Dengan pola seperti pada Gambar 9, total antenna yang diaktifkan berjumlah 32 port dan semua antenna yang diaktifkan memiliki polarisasi yang sama.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, pola radiasi yang dihasilkan adalah unidireksional dengan satu beam utama sebesar 9 derajat. *Gain* yang diperoleh sebesar 18,88 dB, seperti yang tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter yang diperoleh (Antena Berselang)

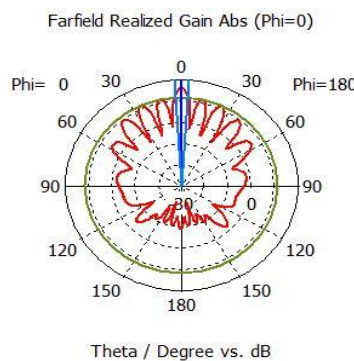
No	Parameter	Nilai
1	<i>Gain</i>	18.88 dB
2	<i>Beamwidth</i>	9 derajat

4.3 Pola Bentuk Kotak



Gambar 11. Pola Bentuk Kotak

Pada skenario ketiga, antenna yang dihidupkan mempunyai pola berbentuk kotak. Terdapat 28 antenna yang diaktifkan dengan susunan seperti Gambar 11. Berikut hasil simulasi dari antenna dengan pola berbentuk kotak.



Gambar 12. Pola Radiasi Skenario 3 (2D)

Tabel 6. Parameter yang Didapat (Pola Bentuk Kotak)

No	Parameter	Nilai
1	<i>Gain</i>	16 dB
2	<i>Beamwidth</i>	6.9 derajat

Berdasarkan hasil yang didapatkan, pola radiasi yang dihasilkan cenderung *unidirectional* dengan lebih banyak beam yang terbentuk, *beamwidth* utama sebesar 6.9 derajat dengan *gain* sebesar 16 dB.

4.4 Analisis Secara Keseluruhan

Dari berbagai skenario yang dibuat, didapatkan hasil yang sangat beragam dari segi bentuk pola radiasi, lebar beam, dan juga nilai *gain*. Semua data dapat dilihat pada Tabel 7.

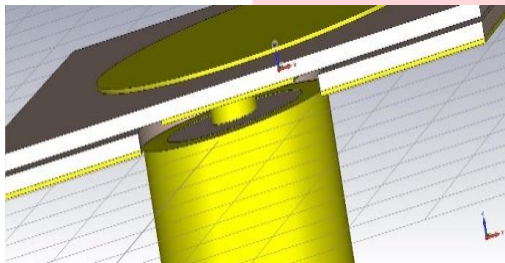
Tabel 7. Parameter yang Diperoleh (Keseluruhan)

Skenario ke-	Gain	Beamwidth
1	18.76 dB	8.9 derajat
2	18.88 dB	9 derajat
3	16 dB	6.9 derajat

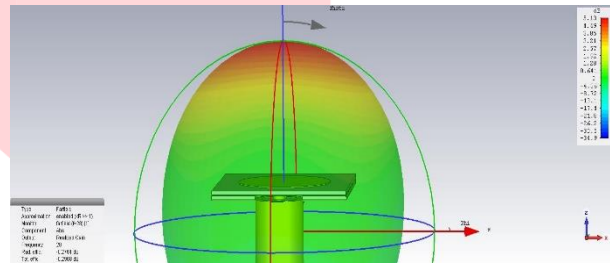
Berdasarkan data yang diperoleh dari berbagai skenario, nilai *gain* terbesar didapat dari skenario 2 dimana antenna disusun berselang-selang. Pertambahan nilai *gain* terjadi karena polarisasi yang diterapkan pada skenario ke-2 seragam, berbeda dengan skenario pertama. *Beamwidth* yang paling besar didapat dari skenario ke-3.

4.5 Simulasi Konektor

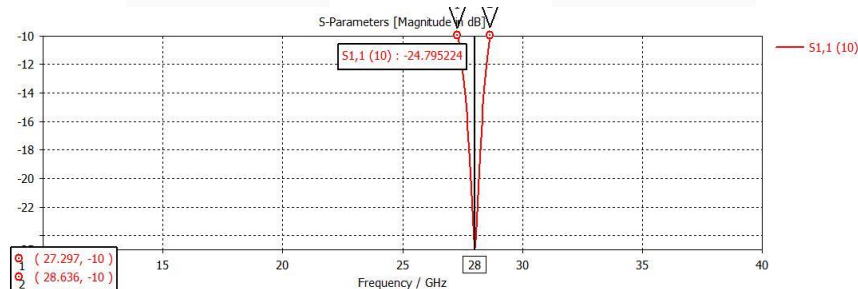
Konektor dapat bekerja secara optimal apabila memperhatikan letak dan sambungan antara *feeder* dengan konektor. Konektor yang dirancang, mengikuti ukuran dan bahan yang sudah ada di pasaran dan merujuk pada RG 188A/U. Berikut merupakan hasil dari simulai konektor yang dilaksanakan



Gambar 13. Penerapan Konektor Pada Antena



Gambar 14. Pola Radiasi Unidireksional yang dihasilkan



Gambar 15. Grafik S11 dari Antena menggunakan Konektor

Gambar 14 dan Gambar 15 menunjukkan hasil dari antenna yang menggunakan konektor. Nilai return loss yang diperoleh sebesar -24.79 dB dan pola radiasi yang dihasilkan adalah pola radiasi unidireksional.

5. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, terdapat beberapa poin yang dapat dijadikan kesimpulan

1. Parameter antenna yang diperoleh melalui simulasi sudah sesuai dengan spesifikasi antenna yang diinginkan. Nilai S-Parameter dari setiap antenna dibawah -15 dB dan diperoleh *gain* sebesar 18.76 dB.
2. *Bandwidth* dari setiap antenna mencapai 801 MHz.
3. Teknik *cross linear polarization* didapat dengan membedakan letak catuan pada antenna, gambaran letak antenna bisa dilihat pada Gambar 4. Dengan membedakan letak catuan sebesar 90^0 , polarisasi linier yang dibentuk akan menjadi *cross*.
4. Teknik on/off yang didapatkan sangat berpengaruh terhadap perubahan pola radiasi, kapasitas, dan coverage yang dihasilkan dari antenna.
5. *Gain* terbesar didapat dari skenario ke-2 dimana antenna yang dinyalakan berselang – selang dengan nilai sebesar 18.88 dB, *beamwidth* yang diperoleh sebesar 9 derajat.
6. Konektor dapat bekerja secara maksimal apabila memerhatikan cara pemasangan antara feeder dan konektor.

Daftar Pustaka

- [1] Ali, Mohamed Mamdouh M., dan Abdel-Razik Sebak. 2016. *Design of Compact Millimeter Wave Massive MIMO Dual- band (28/38 GHz) Antenna Array for Future 5G Communication Systems*. Montreal: IEEE.
- [2] Ericsson. 2014. *5G, WHAT IS IT?*. Swedia : Ericsson.
- [3] Balanis, Constantine A. 2005. *Antenna Theory Analysis and Design 3rd edition*. United States: Wiley InterScience.
- [4] Hakim, Arif Rahman, Bambang Setia Nugroho dan Agus Dwi Prasetyo. 2014. *Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Polarisasi Sirkular dengan Catuan Proximity Coupled untuk Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (CP-SAR)*. Bandung: Universitas Telkom.
- [5] Bimantara, Fahrizal, Bambang Setia Nugroho dan Agus Dwi Prasetyo. 2016. *Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Single Feed Proximity Coupled dengan Polarisasi Sirkular Untuk Inter-Satellite Link (ISL) pada Satelit Mikro*. Bandung: Universitas Telkom.
- [6] Jhon, Rafelly, Achmad Ali Muayyadi dan Yuyu Wahyu. 2016. *Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip MIMO Bowtie 4x4 pada Frekuensi 1,8 GHz untuk Aplikasi LTE*. Bandung: Universitas Telkom.
- [7] Yanto, Angga Harwi, Heroe Wijanto dan Yuyu Wahyu. 2015. *Perancangan dan Realisasi Filter Band Pass Hairpin Line pada Frekuensi 2.425 GHz Menggunakan Substrat Rogers Durois 5880 untuk Satelit Nano*. Bandung: Universitas Telkom.
- [8] Akhsan, Moh. Fery, Bambang Setia Nugroho dan Agus Dwi Prasetyo. 2015. *Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Dengan Pencatutan Dual Feed Orthogonal Berpolarisasi Sirkular Menggunakan Front-End Parasitik untuk Inter Satellite Link (ISL) Pada Satelit Mikro 2U TU-SAT*. Bandung: Universitas Telkom.
- [9] Björnson, Emil, Erik G. Larsson dan Thomas L. Marzetta (2016). *Massive MIMO: Ten Myths and One Critical Question*. IEEE Communications Magazine, Vol.54, Issue 2, hlm.114 – 123.
- [10] Bogale, Tadilo Endeshaw and Long Bao Le (2016). *Massive MIMO and Millimeter Wave for 5G Wireless HetNet: Potentials Benefit and Challenges*. IEEE Vehicular Technology Magazine, Vol.11, Issue 1, hlm. 64 – 75.
- [11] Yanto, Angga Harwi, Heroe Wijanto dan Yuyu Wahyu. 2015. *Perancangan dan Realisasi Filter Band Pass Hairpin Line Pada Frekuensi 2.425 GHz Menggunakan Substrat Rogers Duroid 5880 untuk Satelit Nano*. Bandung : Universitas Telkom
- [12] Muhsin, Rina Pudji Astuti dan Bambang Setia Nugroho. 2017. *Dual Polarized Antenna Decoupling for 60 GHz Planar Massive MIMO*. Sanur : IEEE.