

Perancangan Antena Mikrostrip Mimo2x2 Array Rectangular Patch Dengan I-Slot Untuk Aplikasi Lte

Muhammad Afif Affandi¹, Eka Setia Nugraha², Diana Alia³

^{1,2}Program Studi Diploma III Teknik Telekomunikasi

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Jl. D.I. Panjaitan No. 128

Email: 15201015@st3telkom.ac.id¹, eka_nugraha@itttelkom-pwt.ac.id², diana@itttelkom-pwt.ac.id³

Abstrak- Dalam komunikasi nirkabel dibutuhkan suatu perangkat yang dapat mengirim dan menerima sinyal yaitu antena. Terdapat beberapa jenis antena yang digunakan dalam komunikasi nirkabel, salah satu jenis antena yang digunakan untuk komunikasi nirkabel yaitu antena mikrostrip. Pada perancangan antena mikrostrip digunakan jenis array untuk meningkatkan tiap parameter antena mikrostrip. Selain itu, teknik pencatutan yang digunakan inset feed supaya antara patch dengan saluran pencatu supayamatching. Antena mikrostrip dirancang dengan sistem multiple input multiple output (MIMO) dengan menggunakan dua buah antena mikrostrip yang simetris untuk mempercepat proses pentransmisian data. Antena mikrostrip MIMO dirancang pada frekuensi 1842,5 MHz dengan bentuk rectangular patch pada frekuensi kerja 1805 MHz - 1880 MHz dengan tambahan I-Slot. Dari hasil simulasi yang didapatkan untuk return loss yaitu -23,899 dB, VSWR yaitu 1,136 dB, bandwidth yaitu 85,3 MHz, impedansi yaitu $57,496 + j4,709 \text{ Ohm}$, gain yaitu 5,011 dB, pola radiasi yaitu unidirectional dan koefisien korelasi yaitu 0,000090994.

Kata Kunci: Antena Mikrostrip, Array, Teknik Pencatutan, Multiple Input Multiple Output

Abstract- In wireless communication required a device that can send and receive signal that is antenna. There are several types of antennas used in wireless communications, one type of antenna used for wireless communications ie microstrip antennas. In microstrip antenna design is used array type to increase each microstrip antenna parameter. In addition, the pooling technique used inset feeds between patches with feeder channels to match. Microstrip antennas are designed with multiple input multiple output (MIMO) systems using two symmetric microstrip antennas to speed up the data transmitting process. MIMO microstrip antenna is designed at 1842.5 MHz frequency with rectangular patch shape at working frequency 1805 MHz - 1880 MHz with additional I-Slot. From the simulation results obtained for the return loss is -23,899 dB, VSWR is 1.136 dB, the bandwidth is 85.3 MHz, the impedance is $57.496 + j4,709 \text{ Ohm}$, the gain is 5.011 dB, the radiation pattern is unidirectional and the correlation coefficient is 0,000090994 .

Keywords: Microstrip Antenna, Array, Digitizing Technique, Multiple Input Multiple Output

I.PENDAHULUAN

Teknologi yang sedang berkembang saat ini pada bidang komunikasi seluler yaitu teknologi LTE yang dikembangkan oleh 3GPP. LTE di Indonesia menggunakan beberapa frekuensi salah satunya frekuensi 1800 MHz [1][2][3]. Salah satu pendukung proses transmisi data pada teknologi LTE dibutuhkan sebuah antena. Salah satu tipe antena yang sering digunakan dalam untuk proses pentransmisian data yaitu antena mikrostrip. Antena mikrostrip dipilih karena murah dalam fabrikasi, bobotnya ringan dan dimensinya relatif kecil. Namun, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan yaitu *bandwidth* yang terbatas dan *gain* yang kecil [5]. Untuk mengatasi kekurangan *bandwidth* dan *gain* digunakan sistem *array* [8] dan modifikasi bagian *groundplane* [13] antena mikrostrip. Antena *array* dirancang dengan menggunakan beberapa *patch* yang

simetris. Sedangkan, pada bagian *groundplane* dimodifikasi dengan menambahkan *notch* atau *slot*. Pada antena mikrostrip ditambahkan juga *I-Slot* pada *patch* untuk meningkatkan nilai dari *return loss*, VSWR dan *bandwidth* [7]. Pada penelitian ini, antena mikrostrip dirancang pada frekuensi 1842,5 MHz yang diaplikasikan pada LTE. Untuk mempercepat proses pentransmisian data pada teknologi LTE digunakan teknik *multiple input multiple output* (MIMO) pada antena mikrostrip. Antena MIMO merupakan sistem yang menggunakan lebih dari satu antena (multi antena) baik dari sisi pengirim (*transmitter*) maupun penerima (*receiver*) [4]. Selain itu, teknik pencatutan yang digunakan yaitu *inset feed* supaya antara *patch* dengan saluran pencatu dapat *matching* [6][11].

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, dirancang sebuah antena mikrostrip MIMO 2x2 array dengan *I-Slot* yang diaplikasikan pada teknologi LTE. Antena yang dirancang menggunakan frekuensi kerja mulai dari 1805 MHz – 1880 MHz. Bahan *substrate* yang digunakan dalam perancangan yaitu FR-4 Epoxy dengan konstanta dielektrik relatif 4,4 dan tebal *substrate* sebesar 1,6 mm. Pada perancangan tahap awal antena mikrostrip digunakan jenis *single* dengan tambahan *I-Slot*. Kemudian untuk meningkatkan nilai-nilai yang dihasilkan oleh setiap parameter digunakan sistem *array* pada antena mikrostrip. Kemudian antena mikrostrip MIMO digunakan untuk mempercepat proses penransmisi data pada komunikasi LTE. Pada antena mikrostrip MIMO ditambahkan sebuah *notch* dibagian *groundplane* untuk meningkatkan *gain*.

A. Perhitungan Dimensi Antena

Untuk merancang sebuah antena mikrostrip patch segiempat, terlebih dahulu harus diketahui parameter bahan yang digunakan yaitu ketebalan dielektrik (*h*), dan konstanta dielektrik (ϵ_r). Dari nilai tersebut diperoleh dimensi antena mikrostrip (*W* dan *L*). Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antena mikrostrip dapat menggunakan Persamaan 1 [5]:

$$W = \frac{c}{2 \times f_o \sqrt{\frac{\epsilon_r}{2}}} \tag{1}$$

Dimana :

- W* : lebar konduktor
- ϵ_r : konstanta dielektrik
- c* : kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8)
- f_o : frekuensi kerja antena

Sedangkan untuk menentukan panjang *patch* (*L*) diperlukan parameter ΔL yang merupakan pertambahan panjang dari *L* akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari *L* (ΔL) tersebut dapat dicari menggunakan Persamaan 2 dan 3:

$$\Delta L = 0,412 \times h \left[\frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \right] \tag{2}$$

$$L = \frac{1}{2f_o \sqrt{\epsilon_{eff}} \sqrt{\mu_o \epsilon_r}} - 2\Delta L \tag{3}$$

Dimana:

- h* = tebal *substrate* (m)
- μ_o = konstanta dielektrik ($4\pi \times 10^{-7} f/m$)

Dimana untuk mengitung panjang *patch* (*L*), pertama harus ditentukan nilai konstanta dielektrik efektif (ϵ_{reff}) yang dirumuskan pada persamaan 4:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \times \frac{h}{W} \right]^{-1/2} \tag{4}$$

Untuk menghubungkan patch dengan port dibutuhkan saluran pencatu. Untuk panjang saluran pencatu (*Lst*) dan lebar saluran pencatu (*Wst*) dirumuskan pada persamaan 5 dan 6:

$$Lst = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \tag{5}$$

$$Wst = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\pi} \right) \right] \tag{6}$$

Dimana variabel *B* dapat dihitung menggunakan persamaan 7:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_o \sqrt{\epsilon_r}} \tag{7}$$

Untuk pergeseran frekuensi yang dilakukan pada optimasi dirumuskan pada persamaan 8:

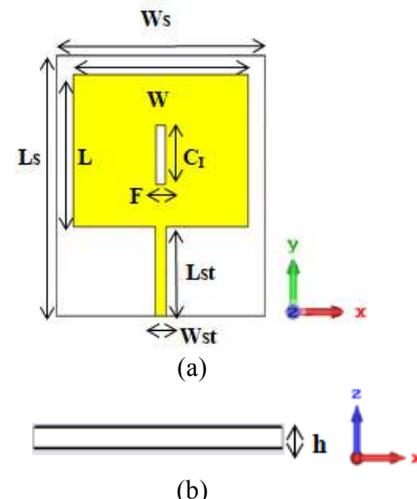
$$Wn = \frac{f_x}{f_c} \times W \tag{8}$$

Keterangan:

- Wn* = Lebar *patch* yang dicari
- f_x = Frekuensi yang dicari
- f_c = Frekuensi tengah
- W* = Lebar *patch* yang digunakan

B. Hasil Perhitungan Dimensi Antena

Setelah dilakukan perhitungan, maka didapatkan desain awal antena mikrostrip.

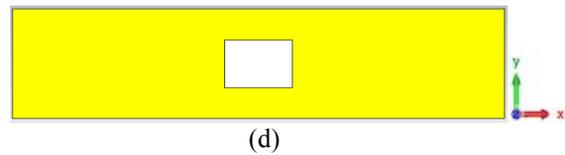


Gambar 2.1 Desain antena mikrostrip (a) Tampak depan (b) Tampak bawah

Kemudian dari perhitungan, juga didapatkan nilai-nilai pada setiap parameter antena mikrostrip. Adapun nilai-nilai tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Dimensi Antena Hasil Perhitungan

Variabel	Keterangan	Nilai (mm)
W	Lebar Patch	49,545
L	Panjang Patch	38,515
D	Jarak Antar Patch	38,811
TP	Tebal Patch	0,035
Ws	Lebar Substrate	59,145
Ls	Panjang Substrate	48,115
h	Tebal Substrate	1,6
Wst	Lebar Stripline	2,978
Lst	Panjang Stripline	22,33
Wg	Jarak Tepi Patch dengan Substrate	4.8
F	Lebar Slot	2,714
C _l	Panjang Slot	14,8635
W _T	Lebar T-Junction	1,524
L _T	Panjang T-Junction	23,209

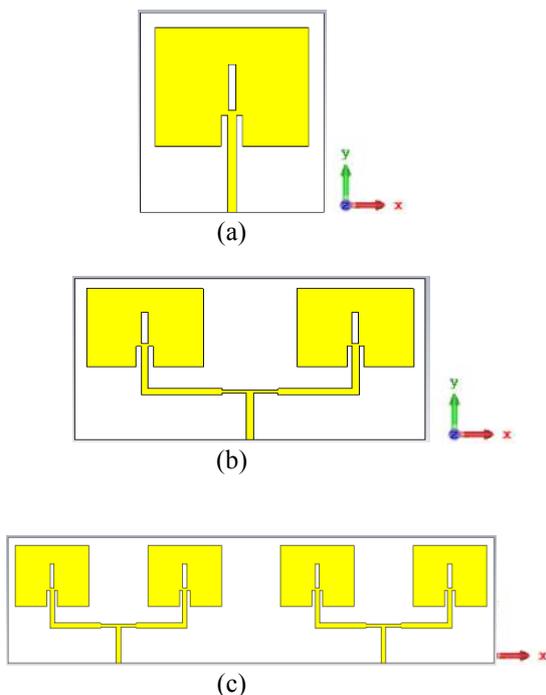


(d)
Gambar 3.1 (a) Antena mikrostrip *single patch*, (b) Antena mikrostrip *array*, (c) Antena mikrostrip MIMO, (d) Antena mikrostrip MIMO dengan *notch*

Pada gambar 3.1 (a) antena mikrostrip dirancang dalam bentuk *single patch* dengan tambahan *I-Slot*. Kemudian pada gambar (b), antena mikrostrip disusun secara *array* yang bertujuan untuk meningkatkan performa antena mikrostrip. Antena mikrostrip *array* disusun dengan menggunakan dua buah *patch* yang simetris. Dari bentuk rancangan antena mikrostrip *array*, maka dibuatlah antena mikrostrip MIMO yang didapatkan dari antena mikrostrip *array* dengan cara dibuat menjadi 2 antena dalam satu *substrate* yang ditunjukkan pada gambar (c). Pada antena mikrostrip MIMO, setiap antena akan bekerja secara independen atau bekerja sendiri. Kemudian pada gambar (d), untuk meningkatkan *gain* pada antena mikrostrip MIMO dibagian *groundplane* dimodifikasi dengan membuat *notch* atau *slot* berbentuk persegi.

III. HASIL PENELITIAN

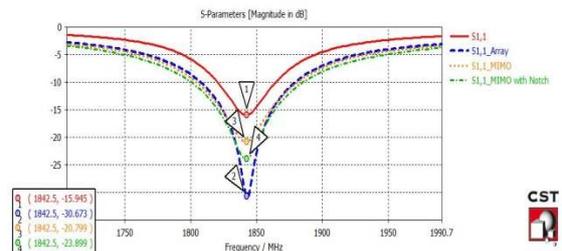
Antena mikrostrip dirancang dalam 4 model dengan tambahan *I-Slot* pada *patch* dan teknik pencatutan *inset feed*. Keempat model antena mikrostrip yaitu antena mikrostrip *single patch*, antena mikrostrip *array*, antena mikrostrip MIMO dan antena mikrostrip MIMO dengan *notch*.



IV. PEMBAHASAN

Perbandingan Return Loss

Return loss merupakan parameter yang digunakan untuk melihat besarnya daya yang hilang pada antena mikrostrip. Nilai *return loss* yang ditentukan dalam perancangan antena mikrostrip sebesar ≤ -10 dB. Pada hasil simulasi yang telah dilakukan, keempat model antena mikrostrip akan dibandingkan untuk mengetahui nilai *return loss* yang terbaik pada frekuensi 1842.5 MHz.



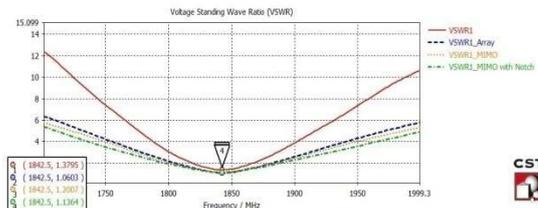
Gambar 4.1 Perbandingan *Return loss*

Pada gambar 4.1, nilai *return loss* pada antena mikrostrip *single patch* sebesar -15,945 dB yang ditunjukkan dengan warna merah. Kemudian nilai *return loss* pada antena mikrostrip *array* sebesar -30,673 dB yang ditunjukkan dengan warna biru. Kemudian nilai *return loss* pada antena mikrostrip MIMO sebesar -20,799 dB yang ditunjukkan dengan warna orange. Sedangkan, nilai *return loss* pada antena mikrostrip MIMO dengan *notch* sebesar -23,899 dB yang ditunjukkan dengan

warna hijau. Dari gambar 4.1, nilai *return loss* yang terbaik yaitu sebesar -30, 673 dB pada antenna mikrostrip *array*.

Perbandingan VSWR

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) merupakan parameter yang digunakan untuk melihat besarnya sinyal yang terpantul dalam bentuk gelombang amplitudo pada antenna mikrostrip. Nilai VSWR yang ditentukan dalam perancangan antenna mikrostrip sebesar ≤ 2 dB. Pada hasil simulasi yang telah dilakukan, keempat model antenna mikrostrip akan dibandingkan untuk mengetahui nilai VSWR yang terbaik pada frekuensi 1842.5 MHz.



Gambar 4.2 Perbandingan VSWR

Pada gambar 4.2, nilai VSWR pada antenna mikrostrip *single patch* sebesar 1,3795 dB yang ditunjukkan dengan warna merah. Kemudian nilai VSWR pada antenna mikrostrip *array* sebesar 1,0603 dB yang ditunjukkan dengan warna biru. Kemudian nilai VSWR pada antenna mikrostrip MIMO sebesar 1,2007 dB yang ditunjukkan dengan warna orange. Sedangkan, nilai VSWR pada antenna mikrostrip MIMO dengan *notch* sebesar 1.1364 dB yang ditunjukkan dengan warna hijau. Dari gambar 4.2, nilai VSWR yang terbaik yaitu sebesar 1.0603 dB pada antenna mikrostrip *array*.

Perbandingan Bandwidth

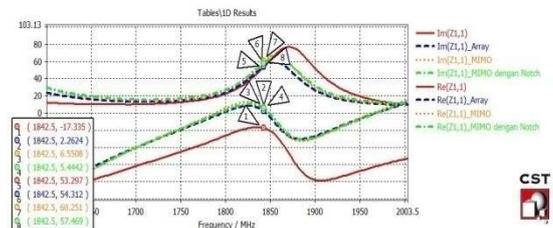
Bandwidth digunakan untuk mengetahui kemampuan antenna mikrostrip dalam pengiriman data. Semakin besar nilai *bandwidth* yang dihasilkan pada antenna mikrostrip, maka akan semakin baik karena data yang dikirimkan juga akan semakin banyak. Nilai *bandwidth* dapat ditentukan dari hasil *return loss* maupun hasil VSWR. Besarnya nilai *bandwidth* yang ditargetkan sebesar 75 MHz.

Dari gambar 4.1 dan 4.2, pada antenna mikrostrip *single patch* memiliki *bandwidth* sebesar 44,4 MHz. Kemudian pada antenna mikrostrip *array* memiliki *bandwidth* sebesar 71,7 MHz. Kemudian pada antenna mikrostrip MIMO memiliki *bandwidth* sebesar 77 MHz. Sedangkan, pada antenna mikrostrip MIMO dengan *notch* memiliki *bandwidth* sebesar 85,3 MHz. Dari hasil diatas, maka dapat disimpulkan bahwa nilai

bandwidth yang terbaik sebesar 85,3 MHz pada antenna mikrostrip MIMO dengan *notch*.

Perbandingan Impedansi

Impedansi digunakan untuk mengetahui perbandingan antara tegangan dengan arus pada suatu titik dimana antenna mikrostrip dihubungkan oleh saluran pencatu. Pada perancangan antenna mikrostrip, impedansi masukan yang digunakan sebesar 50 Ohm. Pada hasil simulasi yang telah dilakukan, keempat model antenna mikrostrip akan dibandingkan untuk mengetahui nilai impedansi yang terbaik yaitu mendekati nilai 50 + j0 Ohm pada frekuensi 1842.5 MHz.

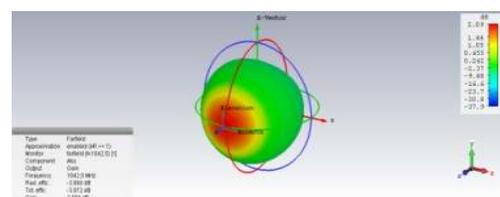


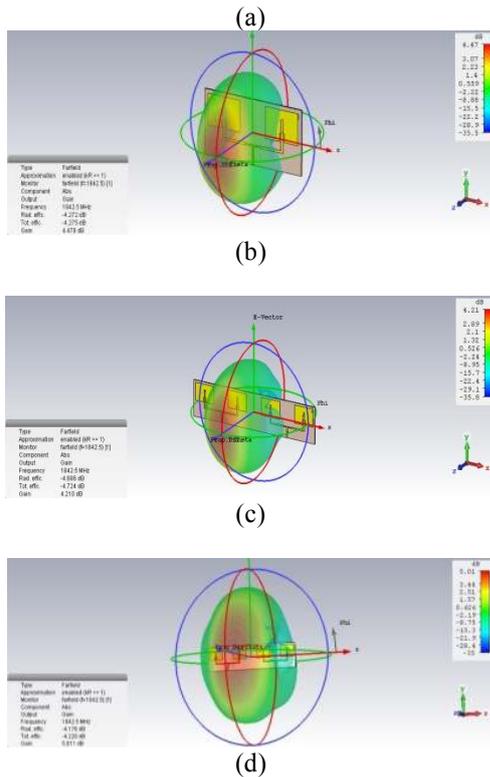
Gambar 4.3 Perbandingan Impedansi

Pada impedansi untuk nilai riil berada pada posisi atas dan nilai imajiner berada disisi bawah. Impedansi yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip *single patch* sebesar 53,297 -j17,334 Ohm. Kemudian impedansi yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip *array* sebesar 54,312 + j2,2624 Ohm. Kemudian impedansi yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip MIMO sebesar 60,266 + j6,5142 Ohm. Sedangkan, impedansi yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip MIMO dengan *notch* sebesar 57,469 + j5,4442 Ohm. Dari keempat hasil diatas, maka dapat disimpulkan bahwa nilai impedansi yang terbaik sebesar 54,312 + j2,2624 Ohm pada antenna mikrostrip *array*.

Perbandingan Gain

Gain digunakan untuk mengetahui besarnya penguatan sinyal yang terjadi pada antenna mikrostrip. Semakin besar nilai *gain* yang dihasilkan pada antenna mikrostrip, maka semakin jauh jarak pancaran antenna mikrostrip. Sebaliknya, semakin kecil nilai *gain* yang dihasilkan pada antenna mikrostrip, maka semakin pendek jarak pancaran antenna mikrostrip. Besarnya nilai *gain* yang ditargetkan sebesar ≥ 5 dB.



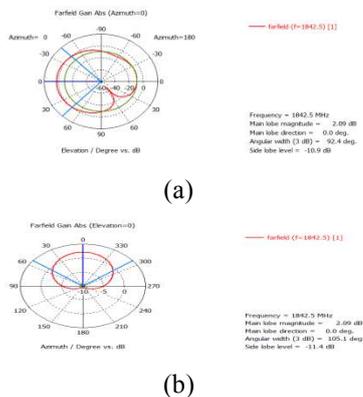


Gambar 4.4 Perbandingan Gain(a) Single patch, (b) Array, (c) MIMO, (d) MIMO dengan notch

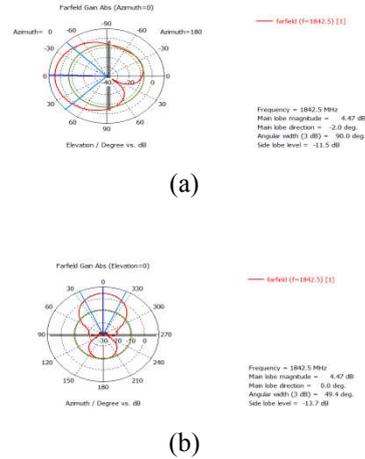
Dari gambar 4.4, nilai gain yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip single patch sebesar 2,094 dB. Kemudian nilai gain yang dihasil oleh antenna mikrostrip array yaitu 4,470 dB. Kemudian nilai gain yang dihasil oleh antenna mikrostrip MIMO yaitu 4,210 dB. Sedangkan, nilai gain yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip MIMO dengan notch sebesar 5,011 dB. Dari keempat hasil gain diatas, maka dapat disimpulkan bahwa nilai gain yang terbasik sebesar 5,011 dB pada antenna mikrostrip MIMO dengan notch.

Perbandingan Pola Radiasi

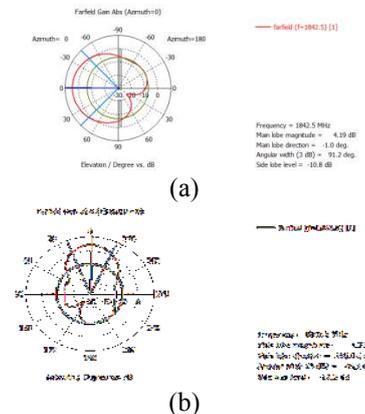
Pola radiasi merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui pola pancaran pada antenna mikrostrip.



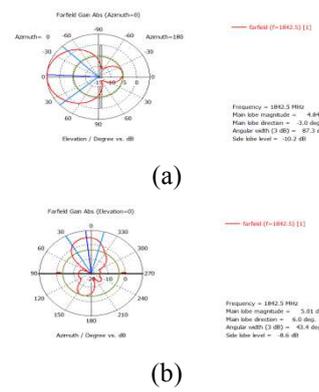
Gambar 4.5 Pola Radiasi Antena Mikrostrip Single Patch (a) Azimuth (b) Elevasi



Gambar 4.6 Pola Radiasi Antena Mikrostrip Array(a) Azimuth (b) Elevasi



Gambar 4.7 Pola Radiasi Antena Mikrostrip MIMO (a) Azimuth (b) Elevasi

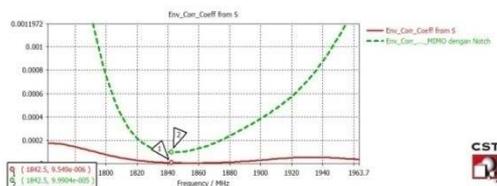


Gambar 4.8 Pola Radiasi Antena Mikrostrip MIMO dengan notch (a) Azimuth (b) Elevasi

Dari gambar 4.5, 4.6, 4.7, dan 4.8, pada bagian (a) pola radiasi dari azimuth dilihat dari sumbu z terhadap sumbu x. Sedangkan, gambar (b) pola radiasi dari elevasi dilihat dari sumbu y terhadap sumbu z. Pola radiasi yang dihasilkan oleh keempat antenna mikrostrip diatas adalah unidirectional.

Perbandingan Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi merupakan parameter yang digunakan pada antenna mikrostrip MIMO untuk mengetahui besarnya perbedaan sinyal pada antenna 1 dan antenna 2. Koefisien korelasi pada antenna MIMO didapatkan dari parameter S11, S12, S21 dan S22. Parameter S11 dan S22 berkaitan dengan *return loss* pada antenna. Parameter S12 berkaitan dengan pemantulan daya dari *port 1* yang dipengaruhi oleh *port 2*. Sedangkan, S21 berkaitan dengan pemantulan daya dari *port 2* yang dipengaruhi oleh *port 1*. Nilai koefisien korelasi yang ditentukan dalam perancangan antenna mikrostrip MIMO sebesar ≤ 0.2 pada frekuensi 1842,5 MHz.



Gambar 4.9 Koefisien korelasi

Dari gambar 4.9, koefisien korelasi yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip MIMO sebesar 0.00009549. Sedangkan, koefisien korelasi yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip MIMO dengan *notch* sebesar 0,000090994.

V. PENUTUP

Berdasarkan hasil simulasi antenna mikrostrip yang telah dilakukan, keempat antenna mikrostrip menghasilkan nilai-nilai pada setiap parameter yang bagus dan memenuhi nilai parameter awal yang telah ditentukan. Tetapi untuk nilai *bandwidth* dan *gain* yang telah memenuhi syarat yaitu hanya antenna mikrostrip MIMO dengan *notch*. Oleh sebab itu, antenna mikrostrip yang dipilih dalam penelitian ini yaitu antenna mikrostrip MIMO dengan *notch*. Untuk nilai *return loss* yang dihasilkan pada frekuensi 1842,5 MHz sebesar -23,899 dB. Kemudian VSWR yang dihasilkan pada frekuensi 1842,5 MHz sebesar 1,1364 dB. *Bandwidth* yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip MIMO dengan *notch* sebesar 85,3 MHz. Kemudian Impedansi yang dihasilkan pada frekuensi 1842,5 MHz sebesar $57,469 + j5,4442$ Ohm. Kemudian *gain* yang dihasilkan antenna mikrostrip MIMO dengan *notch* sebesar 5,011 dB. Kemudian pola radiasi yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip MIMO dengan *notch* adalah *unidirectional*. Dan koefisien korelasi yang dihasilkan pada frekuensi 1842,5 MHz sebesar 0,000090994.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Wardhana *et al.*, *4G Handbook Edisi Bahasa Inonesia*, 1st ed. Jakarta Selatan: www.nulisbuku.com, 2014.
- [2] Y. Kumala Nasution, "Arsitektur dan Konsep Radio Access pada Long Term Evolution (LTE)," *Univ. Diponegoro*, vol. 5, 2000.
- [3] Rudiantara, "Penataan Pita Frekuensi Radio 1800 Mhz Untuk Keperluan Penyelenggaraan Jaringan Bergerak Seluler," *Menteri Komun. dan Inform.*, 2015.
- [4] W. F. Uli and A. H. Rambe, "Rancang Bangun Patch Rectangular Antenna 2.4 Ghz dengan Metode Pencatuan EMC (Electromagnetically Coupled)," *Univ. Sumatera Utara*, vol. 6, no. 2, pp. 81–86, 2014.
- [5] K. J. A. S, L. O. N, and B. Syihabuddin, "Perancangan Antena MIMO 2 × 2 Array Rectangular Patch dengan U-Slot untuk Aplikasi 5G," *Univ. Telkom*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [6] C. D. Agnesya, "Pembuatan Antena Mikrostrip Patch Menggunakan Teknik Pencatuan Inset Feed Untuk Aplikasi Radar Cuaca pada Frekuensi S-Band," *Politek. Negeri Padang*, 2016.
- [7] Y. Rafsyam, N. Suleman, and Jonifan, "Antena Dual-Band Berbasis Metode Dual L-Slot," *Univ. Gunadarma*, vol. 11, no. 2, pp. 126–131, 2015.
- [8] F. Y. Zulkifli, "BAB 2 Antena Mikrostrip," *Univ. Indones.*, pp. 8–27, 2008.
- [9] S. Cardi, "BAB II DASAR TEORI," *Univ. Komput.*, pp. 4–27, 2008.
- [10] Y. Christyono, I. Santoso, and R. D. Cahyo, "Perancangan Antena Mikrostrip Array Pada Frekuensi 850 Mhz," *Univ. Diponegoro*, vol. 18, no. 2, pp. 87–95, 2016.
- [11] B. Aswoyo, "Antena dan Propagasi," *Politek. Elektron. Negeri Surabaya*, pp. 5–6, 2013.
- [12] E. S. Nugraha, "Desain Dan Realisasi Sistem Antena MIMO 2x2 Model PIFA Asymmetric E-Shaped Untuk Modem Berbasis Wimax," *Univ. Telkom*, 2014.
- [13] A. Danideh and R. A. Sadeghzadeh, "DESIGN OF COMPACT BROADBAND HIGH GAIN MICROSTRIP PATCH ANTENNAS WITH MODIFIED GROUND PLANE," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 3872–3875, 2013.