

## ANTENA MIKROSTRIP MIMO 4×4 BOWTIE 2,4 GHz UNTUK APLIKASI WIFI 802.11n

### 4×4 MIMO 2,4 GHz BOWTIE MICROSTRIP ANTENNA FOR WIFI 802.11n APPLICATION

Fauzia Kurnia Hadist<sup>1</sup>, Heroe Wijanto<sup>2</sup>, Yuyu Wahyu<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

<sup>3</sup>PPET-LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)

<sup>1</sup> [fauziakurnia@telkomuniversity.ac.id](mailto:fauziakurnia@telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup> [heroewijanto@telkomuniversity.ac.id](mailto:heroewijanto@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup> [yuyuwahyu@ppte.lipi.go.id](mailto:yuyuwahyu@ppte.lipi.go.id)

#### Abstrak

*Wireless Local Area Network (WLAN)* adalah suatu jenis jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio untuk bertukar informasi sebagai media transmisi. IEEE 802.11x menjadi standar untuk komunikasi WLAN. IEEE telah merilis standar 802.11n dengan menawarkan peningkatan data rate hingga 500 Mbps, *bandwidth* selebar 40 MHz, keunggulan reabilitas, serta didukung oleh teknologi MIMO. Teknologi MIMO adalah penggunaan multi antena baik disisi *transmitter* maupun *receiver* untuk mengatasi *multipath fading*. Selain itu penggunaan teknologi MIMO juga memiliki daya tembus penghalang yang baik, serta menjangkau daerah yang lebih luas jika bekerja pada frekuensi 2,4GHz.

Tugas akhir ini membahas perancangan dan realisasi antena mikrostrip MIMO *Bowtie* 4×4 untuk aplikasi teknologi WiFi yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Antena mikrostrip memiliki bentuk yang mudah untuk diimplementasikan di *Access Point*. *Patch Bowtie* dipilih agar dapat memberikan *bandwidth* yang lebar, serta disusun menjadi MIMO agar mengatasi *multipath fading*.

Pada hasil fabrikasi, antena mikrostrip MIMO *Bowtie* 4×4 ini memiliki hasil fabrikasi dengan nilai  $VSWR \leq 1,32$ ,  $gain \geq 2,89$  dBi,  $Return\ loss \leq -17,394$  dB, nilai *mutual coupling*  $\leq -28,369$  dB, serta memiliki polarisasi sirkular dan pola radiasi omnidireksional.

**Kata Kunci:** Antena Mikrostrip *Bowtie*, MIMO, WIFI

#### Abstract

*Wireless Local Area Network (WLAN)* is one of the computer network that uses radio waves to exchange information as a transmission medium. IEEE 802.11x becomes the standard for WLAN communications. IEEE has released the 802.11n standard by offering an increased data rate up to 500 Mbps, 40 MHz bandwidth, good reliability, and supported by MIMO technology. MIMO technology is a multi-antenna that used at the transmitter side and receiver side to eliminate multipath fading. Furthermore, using MIMO technology also make the radio waves can pass through the obstacle well, and has a better coverage if working on 2,4 GHz frequency.

This final project considers the design of a 4×4 microstrip MIMO *Bowtie* antennas for WiFi technology applications that work in the 2.4 GHz frequency. The microstrip antenna is easy to implement in *Access Point*. The *Bowtie Patch* is chosen to provide a wide bandwidth, then this antenna will be arranged into MIMO antenna to overcome the multipath fading.

This 4×4 microstrip MIMO *Bowtie* antenna has the fabrication result result, which is  $VSWR \leq 1,32$ ,  $gain \geq 2,89$  dBi,  $Return\ loss \leq -17,394$  dB, *mutual coupling* value  $\leq -28,369$  dB, and the polarization is circular because has axial ratio value  $\leq 3$  dB with radiation pattern is omnidirectional pattern.

**Keywords:** *Bowtie* Microstrip Antenna, MIMO, WiFi

#### 1. Pendahuluan

Semakin meningkatnya kebutuhan pengguna internet mendorong munculnya teknologi dengan standar baru. Standar 802.11x adalah standar yang ditetapkan oleh *Institute for Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) untuk mendasari teknologi *Wireless Fidelity* (WiFi). IEEE telah merilis 802.11a/b/g/n/ac/ad di pasaran dan masih akan merilis standar lainnya dengan spesifikasi yang lebih tinggi. WiFi dengan standar 802.11n merupakan standar yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz serta didukung oleh teknologi *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) 4×4 [1].

Jaringan WiFi banyak digunakan karena dapat menggantikan jaringan mobile data di daerah tertentu. Dimana harga yang terjangkau dan kemudahan diimplementasikan karena jaringan tanpa kabel menjadikan WiFi sebagai penyebaran data ekonomis yang bisa digunakan dimana saja. Standar teknologi WiFi yang paling banyak digunakan adalah standar IEEE 802.11n dan dapat digunakan pada frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz. Pada tugas akhir ini dipilih frekuensi 2,4 GHz karena semakin kecil frekuensi maka daerah cakupannya akan semakin luas. Teknologi WiFi mempunyai *bandwidth* yang cukup lebar. *Patch Bowtie* memiliki karakteristik dapat menghasilkan *bandwidth* yang lebar sehingga baik untuk digunakan pada perancangan antena untuk teknologi WiFi tersebut.

Teknologi MIMO adalah penggunaan multi antena pada *transciever*. MIMO 4×4 yang dimaksud yaitu 4 antena disisi *transmitter* dan 4 antena disisi *receiver*. Teknologi ini merupakan salah satu usaha untuk memberikan transfer data yang lebih besar dan lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan antena tunggal [2]. MIMO pada komunikasi *wireless* dapat mengatasi *multipath fading*. *Multipath fading* terjadi karena *device* pengguna yang tidak tetap dan dipengaruhi oleh propagasi. Namun penggunaan teknologi MIMO dapat menyebabkan adanya nilai *mutual coupling* sehingga mengakibatkan terpengaruhnya antara antena satu dengan antena yang lain. Maka dari itu antena harus diberi jarak agar antar antena tidak saling mempengaruhi. Semakin jauh jarak antar antena, maka nilai *mutual coupling* semakin kecil. Akan tetapi, dapat menyebabkan dimensi antena keseluruhan akan menjadi lebih besar dan sulit untuk diimplementasikan. Teknologi WiFi dengan standar IEEE 802.11n didukung oleh MIMO 4×4 [1].

Sebelumnya, Angga Budiawan Budipurnama telah membuat antena mikrostrip MIMO 4×4 pada frekuensi 5 GHz untuk aplikasi WiFi menggunakan *patch rectangular* dengan pemberian *inset feed*. Dalam tugas akhir ini membahas perancangan dan realisasi antena MIMO pada aplikasi WiFi 2,4 GHz dan mengambil bentuk *patch Bowtie*. Frekuensi 2,4 GHz dipilih agar dapat memberikan sinyal yang lebih bagus serta memiliki cakupan daerah yang lebih luas dibandingkan dengan frekuensi 5 GHz, terutama jika diimplementasikan pada *access point*. Selain itu antena mikrostrip dengan menggunakan *patch Bowtie* memiliki karakteristik *bandwidth* yang lebar [3].

Tugas akhir ini membahas perancangan antena mikrostrip MIMO 4×4 untuk teknologi WiFi dengan standar 802.11n pada frekuensi 2,4 GHz dengan *patch Bowtie* agar dapat memiliki *bandwidth* yang lebar sehingga memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Oleh karena itu diambil judul tugas akhir “Antena Mikrostrip MIMO 4×4 *Bowtie* 2,4 GHz untuk WiFi 802.11n”.

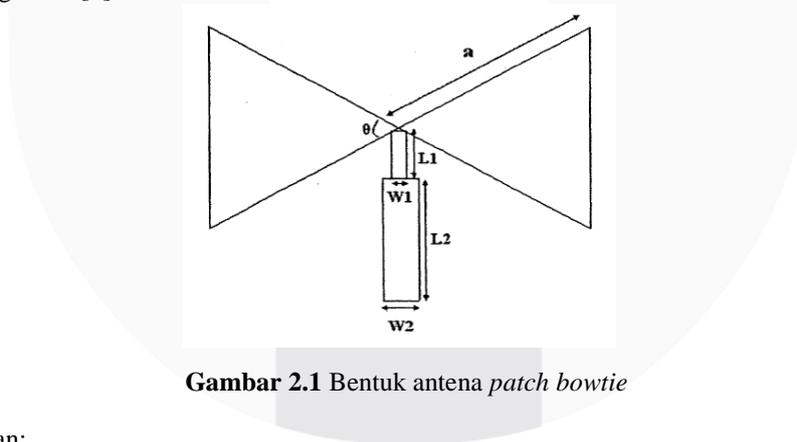
## 2. Teori

### 2.1 Antena Mikrostrip *Bowtie*

Antena adalah struktur transisi antara gelombang terbimbing dengan gelombang ruang bebas atau sebaliknya [4]. Energi listrik dari pemancar dikonversi menjadi gelombang elektromagnetik kemudian dipancarkan oleh sebuah antena melewati udara bebas. Selanjutnya akhir gelombang elektromagnetik tersebut dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan antena lain yang berfungsi sebagai antena penerima.

Antena memiliki berbagai jenis, salah satunya adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip adalah antena yang tersusun dari potongan konduktor metal. Antena mikrostrip terdiri dari *patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane*. Posisi *patch* berada di atas substrat, sedangkan *ground plane* terletak pada bagian paling bawah.

Salah satu bentuk *patch* yang sering digunakan untuk melebarkan *bandwidth* adalah *patch bowtie*. Antena mikrostrip dengan *patch* segitiga memiliki *bandwidth* yang lebih lebar daripada *patch rectangular*. Antena *patch bowtie* juga memiliki *bandwidth* yang lebih lebar dibandingkan dengan antena *patch rectangular* untuk panjang yang sama [3].



Gambar 2.1 Bentuk antena *patch bowtie*

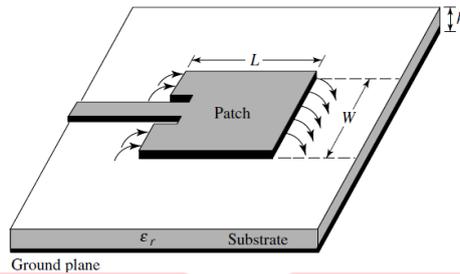
Keterangan:

- a = panjang sisi *patch bowtie*
- L1 = Panjang *feed* 1
- L2 = Panjang *feed* 2
- W1 = Lebar *feed* 1
- W2 = Lebar *feed* 2

### 2.2 Teknik Pencatuan *Microstrip Line*

Teknik pencatuan *microstrip line* merupakan teknik pencatuan yang paling mudah perancangannya. *Microstrip line* dibuat dalam satu substrat. Namun *microstrip line* memiliki kekurangan yaitu radiasi yang dihasilkan *feed line* akan menambah level *cross polarization*. Pencatuan *microstrip line* pada substrat yang sama

merupakan pendekatan termudah karena fabrikasi pencatu dilakukan bersamaan dengan fabrikasi *patch*. Penggunaan teknik ini harus memperhatikan kesepadanan antara impedansi saluran dengan beban, sebagai usaha untuk memaksimalkan transfer daya.



**Gambar 2.2** Teknik pencatutan *microstrip line*

### 2.3 Wireless Fidelity (WiFi)

Saat ini teknologi *Wireless Local Area Network* (WLAN) lebih banyak dikenal masyarakat sebagai WiFi. Awalnya WiFi digunakan untuk penggunaan perangkat nirkabel dan jaringan area lokal, namun saat ini WiFi lebih banyak digunakan pengguna untuk mengakses internet melalui titik akses terdekat. Nama WiFi sendiri merupakan merk dagang dari *Wi-Fi Alliance*. Organisasi tersebut mendefinisikannya sebagai seluruh produk WLAN yang dibuat berdasarkan spesifikasi 802.11.

Standar 802.11n merupakan standar yang dirilis pada tahun 2009, dan sudah banyak diterapkan pada perangkat Wifi di pasaran saat ini. Standar ini mengatur perangkat untuk dapat bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz, memiliki *bandwidth* selebar 20 MHz hingga 40 MHz, serta mendukung 4 MIMO *spatial stream* [1]. WiFi pada frekuensi 2,4 GHz memiliki daerah cakupan yang lebih luas dibandingkan frekuensi 5 GHz. Selain itu pada frekuensi 5 GHz lebih besar kemungkinan terjadinya *overlapping* daripada frekuensi 2,4 GHz

### 2.4 Multiple Input Multiple Output (MIMO)

*Multiple Input Multiple Output* (MIMO) adalah suatu sistem yang terdiri dari lebih dari satu terminal atau antena pada sisi pengirim dan penerima. Dengan penggunaan antena lebih dari satu antena, MIMO mendukung spesifikasi media transmisi yang membutuhkan kapasitas besar pada sistem komunikasinya. Sistem ini menggunakan sejumlah M antena pemancar dan sejumlah N antena penerima, sehingga sering ditulis dengan sistem penulisan MIMO  $M \times N$  [5]. Maka MIMO  $4 \times 4$  menyatakan bahwa jumlah antena pada sisi pengirim dan penerima sama-sama berjumlah empat buah.

Sistem antena MIMO pada komunikasi *wireless* dibutuhkan untuk mengatasi *multipath fading*. *Multipath fading* disebabkan oleh mobilitas *user* yang tinggi dan tidak menentu membuat lintasan sinyal menjadi berbeda-beda dari *base station* ke *handset user*. *Multipath fading* dapat menyebabkan sinyal yang diterima di sisi *user* menjadi lemah, cacat, atau terjadi interferensi. Dengan menggunakan sistem MIMO, akibat dari *multipath fading* dapat dikurangi [6].

## 3. Perancangan

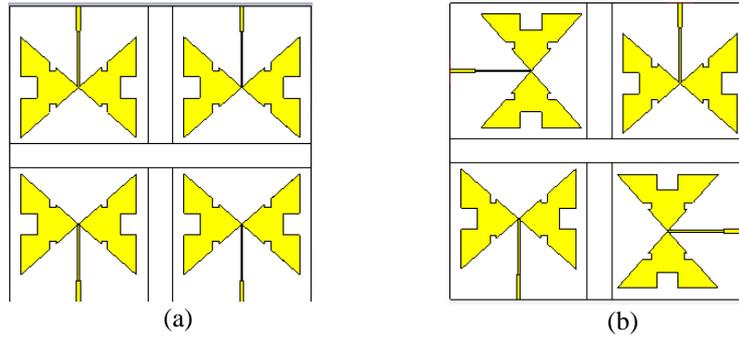
### 3.1 Penentuan spesifikasi Antena

Perancangan antena MIMO *Bowtie*  $4 \times 4$  ini dimulai dari penentuan spesifikasi yang diinginkan. Adapun spesifikasi pada perancangan antena ini adalah sebagai berikut:

- Frekuensi kerja : 2,4 GHz
- *Bandwidth* :  $\geq 40$  MHz
- *Gain* :  $\geq 2$  dBi
- VSWR :  $\leq 2$
- *Return loss* :  $\leq -10$  dB
- Polarisasi : Linier
- Pola radiasi : Unidireksional
- *Mutual coupling* :  $\leq -20$  dB

### 3.2 Simulasi Perancangan Antena 4 Elemen

Pada perancangan antena 4 elemen ini digunakan dua skenario peletakan *port* dan akan dipilih hasil yang memenuhi spesifikasi dan hasil yang paling baik.



Gambar 3.1 (a) Peletakan port skenario A dan (b) skenario B

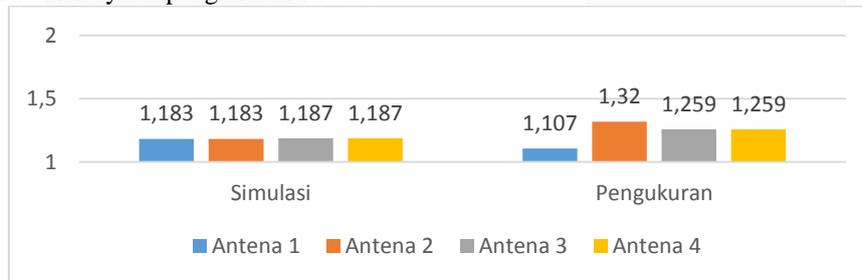
Tabel 3.1 Perbandingan hasil simulasi skenario peletakan port

	Skenario A			Skenario B		
	Return Loss (dB)	Bandwidth (dB)	VSWR	Return Loss (dB)	Bandwidth (dB)	VSWR
S11	-20,3153	80,1	1,21342	-20,8642	84,1	1,199
S22	-20,3154	80,1	1,21345	-21,0545	78,3	1,194
S33	-20,3153	80,1	1,21345	-20,8641	76,2	1,199
S44	-20,3153	80,1	1,21345	-21,0545	78,5	1,1943

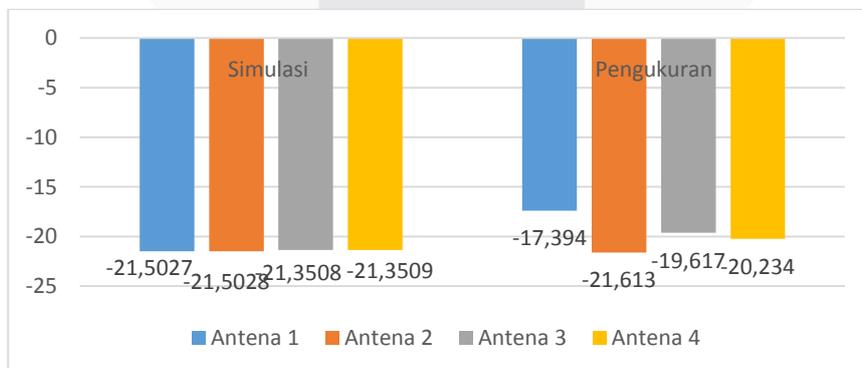
Berdasarkan hasil tersebut maka dipilih skenario A yang digunakan sebagai skenario peletakan port pada perancangan antenna 4 elemen.

4. Pengukuran dan Analisis

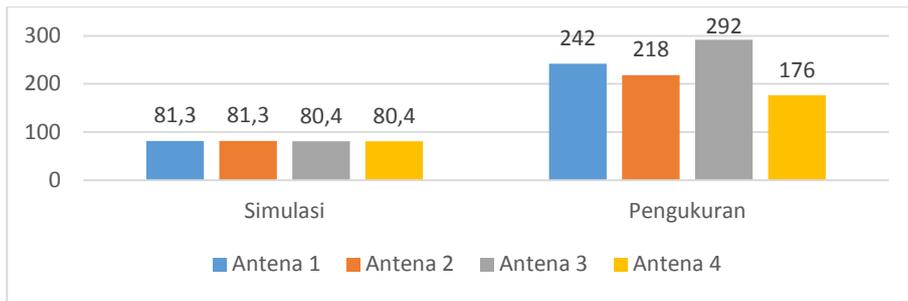
Pada ada bab ini dibahas mengenai hasil pengukuran karakteristik dan dimensi fisik antenna hasil fabrikasi. Pengukuran antenna dilakukan untuk membandingkan performansi simulasi antenna menggunakan software dengan antenna realisasi hasil fabrikasi. Pengukuran antenna dilakukan menggunakan beberapa alat ukur dengan memperhatikan syarat pengukuran antenna.



Gambar 4. 1 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran VSWR



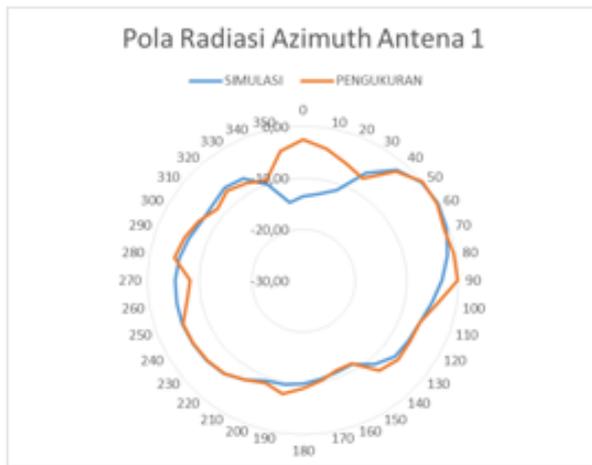
Gambar 4. 2 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran return loss



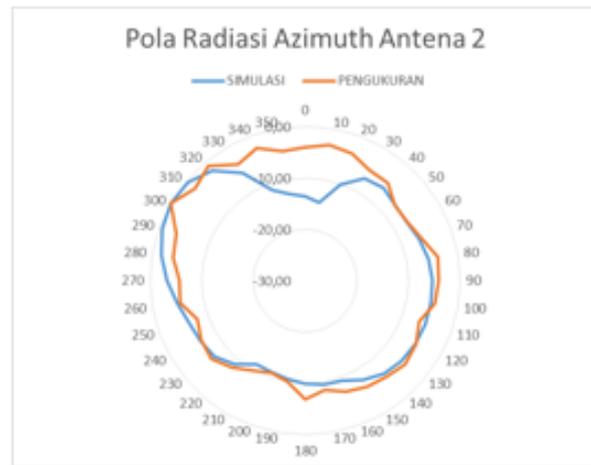
Gambar 4. 3 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran *bandwidth*

Tabel 4.1 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran *mutual coupling*

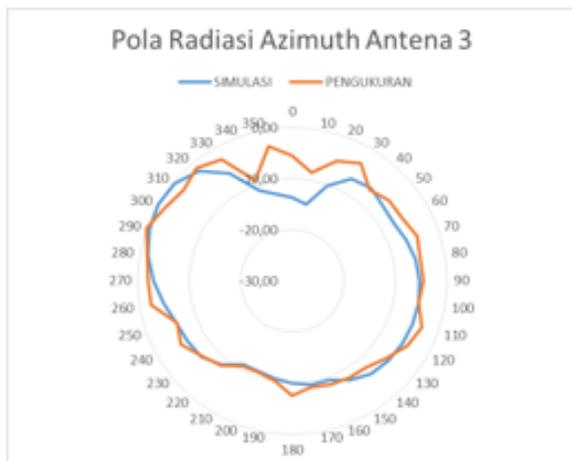
	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
S12 dan S21	-21,781	-33,691
S13 dan S31	-29,239	-32,936
S14 dan S41	-23,041	-34,785
S23 dan S32	-23,041	-28,369
S24 dan S42	-29,239	-29,055
S34 dan S43	-21,774	-30,047



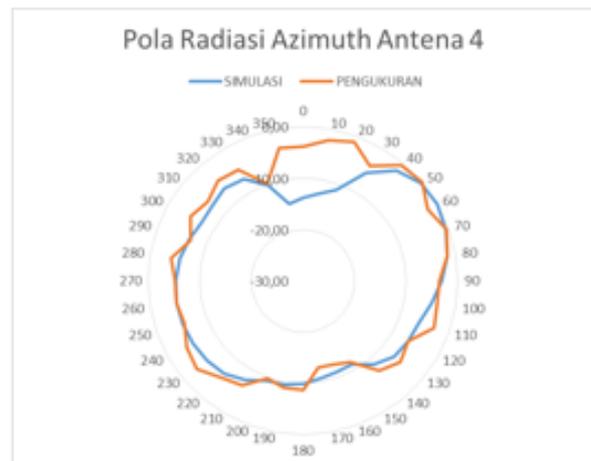
(a)



(b)

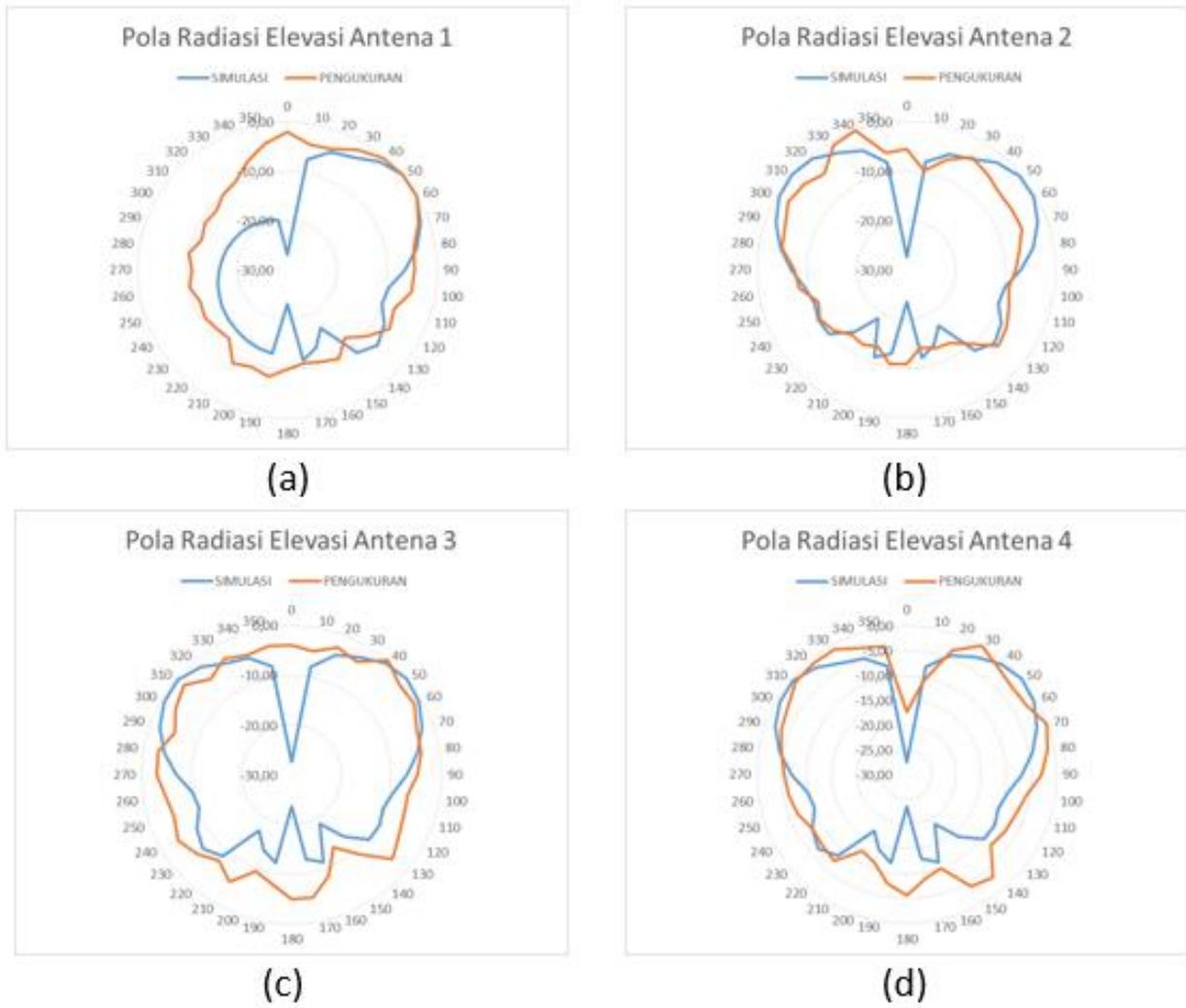


(c)

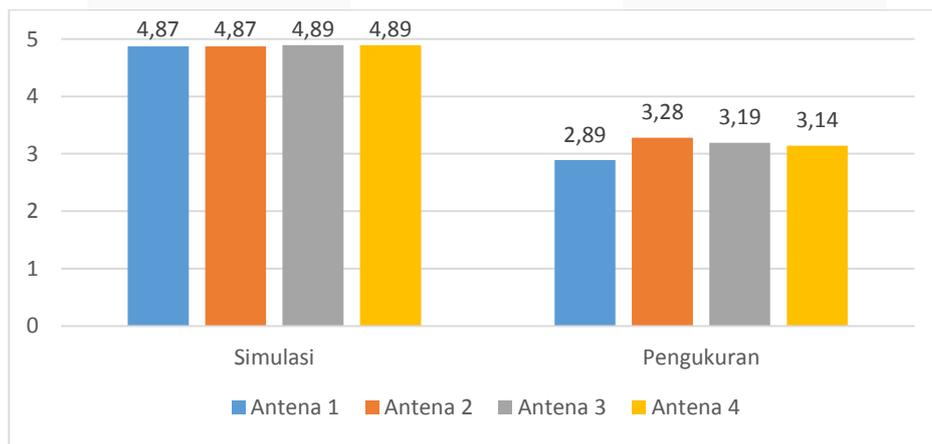


(d)

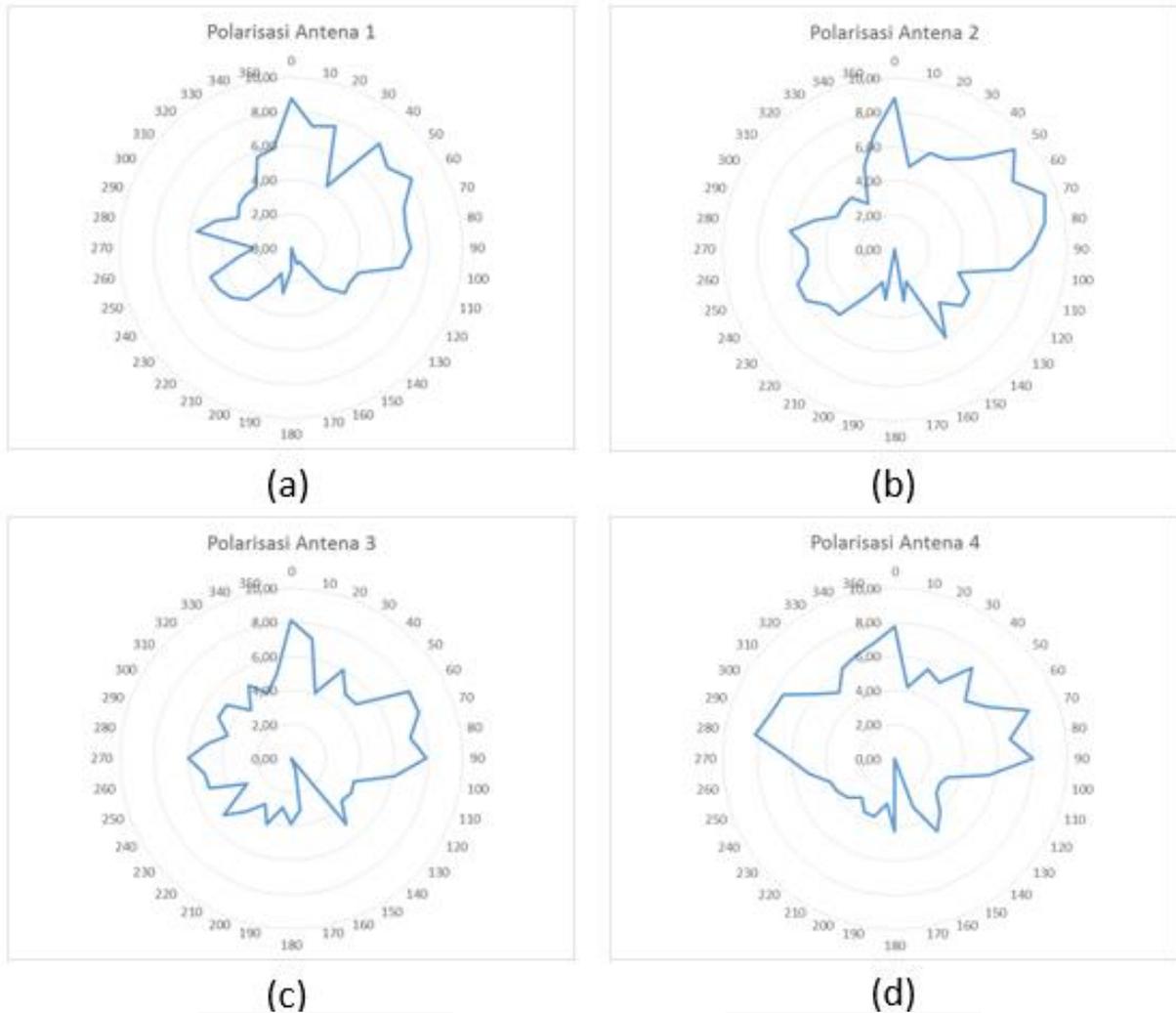
Gambar 4.4 Hasil pengukuran pola radiasi azimuth



Gambar 4.5 Hasil pengukuran pola radiasi elevasi



Gambar 4.6 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran gain



Gambar 4.7 Hasil pengukuran polarisasi

Tabel 4.2 Hasil pengukuran *axial ratio*

	Antena 1	Antena 2	Antena 3	Antena 4
Pmax	-32,15	-32,5816	-32,7529	-32,24
Pmin	-40,89	-41,8501	-40,8487	-40,52
AR	2,735269	2,906881	2,539747	2,594179

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa masing-masing antenna memiliki nilai *axial ratio*  $\leq 3$  dB. Maka berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan *axial ratio*, semua antenna memiliki polarisasi sirkular.

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan dan realisasi antenna ini adalah:

1. Antena yang dirancang menggunakan *software* dan difabrikasi dapat bekerja sesuai dengan frekuensi yang diinginkan yaitu pada frekuensi 2,44 GHz dengan nilai VSWR  $\leq 1,32$ , memiliki *bandwidth*  $\geq 40$  MHz, dan *gain*  $\geq 2,89$  dBi.
2. Antena MIMO Bowtie 4x4 ini memiliki nilai *return loss*  $\leq -17,394$  dB dan *mutual coupling*  $\leq -28,369$  dB sesuai dengan spesifikasi dan simulasi yang telah dilakukan sebelumnya.
3. Pola radiasi pada spesifikasi awal adalah unidireksional sedangkan saat simulasi bidireksional dikarenakan karakteristik bentuk *patch* yang digunakan, namun setelah fabrikasi menjadi omnidireksional. Begitu pula dengan polarisasi dimana pada spesifikasi awal diinginkan polarisasi linier, sedangkan saat simulasi menghasilkan polarisasi elips dikarenakan skenario peletakan port antenna MIMO dan setelah fabrikasi menjadi polarisasi elips karena pengukuran yang kurang ideal.
4. Penambahan *slot* pada *patch* dan penebalan substrat mempengaruhi nilai *gain* dan *bandwidth* dan frekuensi kerja menjadi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

5. Hasil realisasi antena mikrostrip MIMO *Bowtie* 4×4 sudah bisa digunakan pada aplikasi WiFi 802.11n pada frekuensi 2,4 GHz karena telah memenuhi spesifikasi untuk standar WiFi.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] J. Geier, *Designing and Deploying 802.11n Wireless Network*, 2010.
- [2] A. M. A. Adham Mohamed Gamal, *MIMO Antenna Array Configuration for Minimum Mutual Coupling*, 2015.
- [3] A. Mahendra, *Perancangan Antena Mikrostrip Bow-Tie pada Aplikasi Ultra Wideband*, 2012.
- [4] C. A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design 3rd Edition*, USA, 2005.
- [5] C. B. Papadias, *Parasitic Antenna Arrays for Wireless MIMO Systems*, New York: Springer Science, 2014.
- [6] R. Jhon, *Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip MIMO Bowtie 4x4 pada Frekuensi 1,8 GHz untuk Aplikasi LTE*, 2016.